

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН



**ҚазҰТУ ХАБАРШЫСЫ** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ **ВЕСТНИК КазНТУ**

**VESTNIK KazNTU** \_\_\_\_\_

**№6 (100)**

**Главный редактор**  
**Ж.М. Адилов –**  
**академик, доктор экономических наук, профессор**

**Зам. главного редактора**  
**Е.И. Кульдеев –**  
**проректор по науке и инновационной деятельности**

**Отв. секретарь**  
**Н.Ф. Федосенко**

**Редакционная коллегия:**

С.Б. Абдыгаппарова, Б.С. Ахметов, Г.Т. Балакаева, К.К. Бегалинова, В.И. Волчихин (Россия), Д. Харнич (США), К. Дребенштед (Германия), И.Н. Дюсембаев, Г.Ж. Жолтаев, С.Е. Кудайбергенов, 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, Н.С. Сеитов – член-корр. НАН РК, А.Т. Турдалиев, Г.Т. Турсунова.

**Учредитель:**

Казахский национальный 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. 904, тел. 292-63-46  
n. fedossenko @ ntu. kz



УДК 55:504.064 (07)

**А.Б. Байбатша<sup>1</sup>, Поцелуев А.А.<sup>2</sup>, Ананьев Ю.С.<sup>2</sup>**

(<sup>1</sup>Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева,  
Алматы, Республика Казахстан,

<sup>2</sup>Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск, Россия,)

## **АНАЛИЗ И ДЕШИФРИРОВАНИЕ КОСМОСНИМКОВ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ СКРЫТЫХ РУДОКОНТРОЛИРУЮЩИХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ СТРУКТУР**

**Аннотация.** Описаны результаты выявления рудоконтролирующих геологических структур с использованием данных дистанционных исследований Земли из космоса. Они имеют бесспорные преимущества перед традиционными геологическими, а также большие перспективы для выявления скрытых структур под мезозой-кайнозойскими образованиями.

**Ключевые слова:** космоснимок, дешифрирование, геологическая интерпретация, рудоконтролирующие структуры, месторождения.

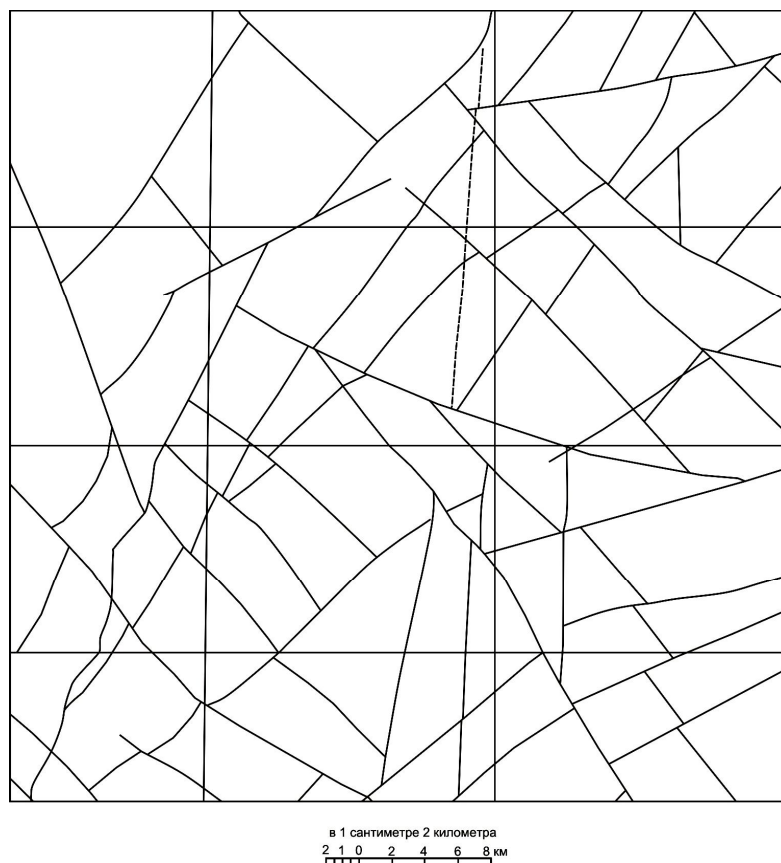
Для проведения научно-исследовательских работ выбран участок Валерьяновской геологической структурной зоны Торгайского прогиба. Необходимо отметить, что площадь исследования в геологическом отношении довольно хорошо изучена и опробована. Поэтому здесь можно рассчитывать, главным образом, на выявление скрытых рудных объектов (глубоко залегающих и/или перекрытых рыхлыми отложениями). Это требует применения новых технологий прогноза и поиска месторождений, которые позволяют на начальном этапе в короткие сроки при минимальных затратах средств значительно сократить размер перспективных площадей для постановки поисковых работ. Особенно это актуально для таких площадей, как отдельные участки Валерьяновской структурно-формационной зоны, характеризующиеся сложными природными условиями ведения работ – крайне низкая обнаженность, слабо расчлененный рельеф, значительные площади аллохтонных отложений, очень высокая агротехногенная «зашумленность» и широкое развитие гидрологических объектов.

В результате дешифрирования космических снимков и цифровой модели рельефа на изученной площади выделены линейные, кольцевые космоструктуры. Из геологических тел отдешифрированы магматические образования и палеодолины. В результате исследований выявлено значительное количество различных структур, которые, с одной стороны, определяют особенности геологического строения площади, а с другой, могут быть использованы в качестве критериев оруденения (рудоконтролирующие и рудолокализирующие факторы).

### *Линейные структуры*

В качестве линейных космогеологических структур выделены линейные структуры тектонического происхождения. Выявлено и закартировано 84 линейные структуры тектонического происхождения различного направления и длины (рисунок 1).

По характеру проявленности разрывные нарушения разделены на установленные и предполагаемые. К установленным отнесены структуры, выделенные по результатам дешифрирования космических снимков и цифровой модели рельефа. К предполагаемым отнесены структуры, выделенные по результатам дешифрирования либо космических снимков, либо цифровой модели рельефа. В свою очередь, установленные структуры разделены по протяженности на структуры 1 и 2 порядков.



**Рис. 1.** Разрывные нарушения площади

На площади отчетливо картируется крупная протяженная линейная структура северо-восточного простирания ( $20-27^\circ$ ). Среди менее протяженных структур преобладают зоны северо-западной ( $315^\circ$ ) ориентировки. В широком азимутальном диапазоне от  $30$  до  $60^\circ$  развиты северо-восточные зоны.

В качестве тектонического критерия оруденения необходимо учитывать все зоны и узлы их сопряжения вблизи интрузивных тел. Такие участки сопряжения могли служить проницаемыми структурами для рудоносных флюидов. Кроме этого, разрывные нарушения определяли развитие эрозионно-карстовых процессов в породах палеозойского фундамента. Так, положение месторождения Шаймерден контролируется участком сопряжения субмеридиональных, северо-восточных и северо-западных структур.

*Кольцевые и дуговые структуры*

Выявлено и закартировано 45 кольцевых и дуговых структур, которые различаются радиусом и возможным происхождением. По радиусу кольцевые и дуговые структуры отнесены к структурам 3, 4 и 5 порядков. По происхождению (природе) предлагается различать кольцевые структуры: связанные со средне-кислыми интрузиями; с силлами базальтов; вулканогенные; тектоногенные (депресссионные); неустановленного генезиса. Общая схема развития кольцевых структур приведена на рис. 2.

На площади исследования кольцевые структуры характеризуются неравномерным развитием. Кольцевые структуры малого диаметра фиксируют положение интрузий средне-кислого состава и возможно связанного с ними скарново-магнетитового оруденения.

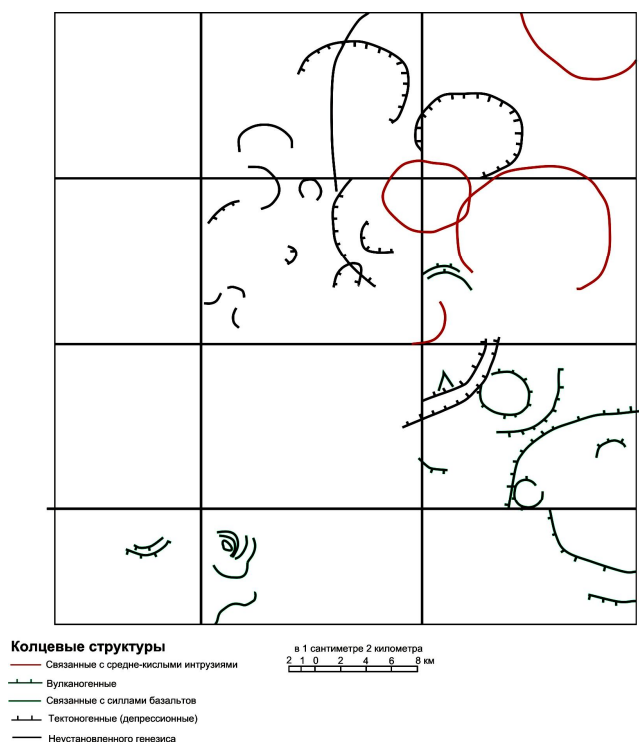


Рис. 2. Кольцевые и дуговые структуры площади

Дуговые сегменты тектоногенных (депресссионных) кольцевых структур в центральной части площади контролируют положение месторождений Шаймерден и Красноярское. При этом, на Красноярском месторождении, как подчеркивается в работе (Месторождения горнорудного ..., 2000), положение рудных тел в современном рельефе фиксируется в виде просадок и понижений.

*Магматические образования*

При дешифрирование материалов ДЗ выделено 40 магматических тел (рис. 3).



Рис. 3. Магматические образования площади

По спектральным характеристикам выделены кисло-средние, основные и ультраосновные образования. Отнесение к тому или иному петрохимическому типу проведено достаточно условно и требует соответствующих петролого-петрографических подтверждений.

Ультраосновные породы преимущественно располагаются в западной части площади и образуют цепочки небольших тел, вытянутых вдоль разломов северо-восточного простирания. Связанных с этими телами не установлено ни одной кольцевой структуры. В связи с вышеизложенным предполагается их протрузивный характер.

Тела кисло-среднего состава располагаются в центральной и восточной частях площади. Размер тел небольшой и варьирует от одного до десятков км. По форме залегания они представляют собой штоки, по характеру внедрения – интрузии.

Тела основного состава располагаются только в южной части площади. Представляют собой вытянутые до 5-6 км тела. Возможная форма залегания – силлы.

#### Палеодолины

Как уже отмечалось, при дешифрировании космических снимков, а особенно их инфракрасных и тепловых каналов, выделены погребенные палеодолины. Их общая протяженность составляет 228 погонных километров. По проявленности в материалах ДЗ палеодолины отчетливо разделяются на два типа: первый тип – достаточно широкие (600-3500 м) фрагментарно-лентообразные, читаются только в материалах космических съемок; второй тип – узкие (300-900 м), протяженные лентообразные, они читаются в материалах космических съемок и подчеркиваются сетью мелких озер (рис. 4). По характеру взаимоотношений установлено, что второй тип речных палеодолин сечет первый. На основе этого предлагается выделить две разновозрастные речные палеосистемы.

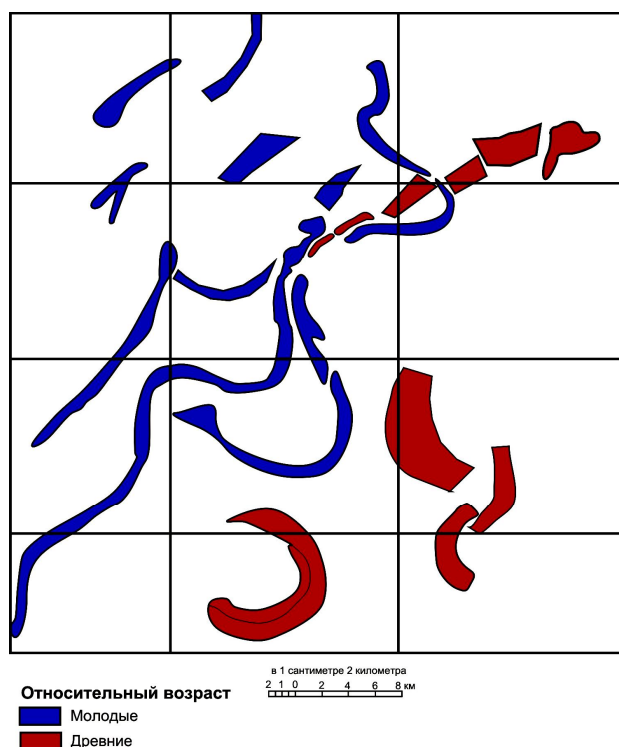


Рис. 4. Схема развития погребенных палеодолин

Наиболее древние палеодолины первого типа можно предположительно отнести к эрозионно-карстовым, размывающим меловые и карбоновые отложения фундамента. По возрасту они наиболее близки ко времени формирования месторождения Шаймерден, положение которого контролируется одной из таких долин. Таким образом, их можно рассматривать в качестве поискового критерия.

В пределах описанного выше блока отчетливо выделяются две системы погребенных палеодолин допалеогенового возраста. Наиболее древние палеодолины предположительно относятся к эрозионно-карстовым, размывающим меловые и карбоновые отложения. По возрасту они наиболее близки ко времени формирования месторождений Шаймерден и Краснооктябрьское. Направление палеодолин изменчиво, но в целом они имеют северо-северо-восточную ориентировку.

Положение оруденения контролируется, с одной стороны, развитием этих долин, а с другой тектоническими зонами фундамента. Эти зоны определяли как место заложения самих палеодолин, так и положение карстовых полостей в участках сопряжения со структурами другой ориентировки. Приуроченность оруденения к карстовым полостям в руслах палеодолин позволяет в целом представить условия формирования оруденения и отнести его к «ниагарскому» типу. Термин, очевидно, наиболее полно отражает механизм формирования этих руд.

Вместе с тем, отложения палеодолин могут включать и оруденение другого состава. С ними может быть связано урановое оруденение инфильтрационного типа в отложениях палеорусел верхней юры-нижнего мела, известное в депрессионных структурах северного склона Костанайского вала (Дементьев, Мезенов, Лучинин и др., 1984). Там палеодолины также имеют северо-северо-восточное направление и сливаются к северу.

В отложениях палеорусел возможно выявление погребенных россыпей золота, на что указывает наличие высоких концентраций металла (от 0,2-0,7 до 5 г/т) в залежи ба Аятского месторождения и в подбокситовых «мусорных» глинах Восточно-Аятского месторождения (Глубинное строение ..., 2002). Подобные россыпи в древних (погребенных) долинах известны в Житыгаринском районе Костанайской области (Россыпи золота ..., 1999).

В связи с палеодолинами возможно выявление также и циркон-ильменитовых россыпей.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Аэрокосмические методы геологических исследований / Под. ред. А.В. Перцова. – СПб.: Изд-во СПб картфабрики ВСЕГЕИ, 2000. – 316 с.
2. Байбатша А.Б. Модели месторождений цветных металлов. – Алматы, 2012. – 448 с.
3. Глубинное строение и минеральные ресурсы Казахстана. Том 2. Металлогения. – Алматы, 2002. – 272 с.
4. Лабутина И.А. Дешифрирование аэрокосмических снимков: учебное пособие для вузов. – М.: Аспект-Пресс, 2004. – 184 с.
5. Поцелуев А.А., Ананьев Ю.С., Житков В.Г. Дистанционные методы геологических исследований, прогнозирования и поисков месторождений полезных ископаемых: учебное пособие для вузов. – Томск: STT, 2011. – 304 с.

#### REFERENCES

1. Aerocosmicheskie metody geologicheskikh issledovaniy / Pod. red. A.V. Pertsova. – SPb.: isd-vo SPb cartfabriki VSEGEI, 2000. – 316 s.
2. Baibatsha A.B. Modeli mestorozhdeniy tsvetnykh metallov. – Almaty, 2012. – 448 s.
3. Glubinnoe stroenie i minerallnye resursy Kazakhstana. Tom 2. Metallogeniya. – Almaty, 2002. – 272 s.
4. Labutina I.A. Deschifirovanie aerocosmicheskikh snimkov: uchebnoe posobie dlia vuzov. – M.: Aspect-Press, 2004. – 184 s.
5. Potseluev A.A., Ananiev Yu.S., Zhitkov V.G. Distantcionnye metody geologicheskikh issledovaniy, prognosirovaniya mestorozhdeniy poleznykh iskopaemykh: uchebnoe posobie dlia vuzov. – Tomsk: STT, 2011. – 304 s.

Байбатша А.Б., Поцелуев А.А., Ананьев Ю.С.

**Ғарыш түсірімдерін жасырын рудабақылаушы геологиялық құрылымдарды анықтау үшін талдау және риясыздау**

**Түйіндеме.** Рудабақылаушы геологиялық құрылымдарды Жерді ғарыштан қашықтан зерттеу деректерін пайдаланып анықтау нәтижелері сипатталған. Бұл зерттеулер дәстүрлі геологиялықтар алдында даусыз басымдыққа ие. Мезозой-кайнозой жаралымдары астындағы жасырын құрылымдарды анықтауда үлкен перспективасы бар.

Түйін сөздер: ғарыштық сурет, риясыздау, геологиялық бажайлау, рудабақылаушы құрылымдар, кенорындар.

Baibatsha A.B., Podeluyev A.A., Ananiev Y.S.

**Information about authors analysis and interpretation of satellite images to identify the hidden ore-controlling geological structures**

**Summary.** Here are described the results of detection of ore-controlling geological structures using data from remote sensing of the Earth from space. These studies have indisputable advantages over traditional geological studies. They have great promise for identifying hidden structures beneath the Mesozoic-Cenozoic formations.

**Key words:** space image, interpretation, geological interpretation, ore-controlling structure, field

УДК: 574 (574) (043)

**А.Э. Наврузова, Г.Х. Керейбаева**

(Казахский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева,  
Алматы, Республика Казахстан)

## **АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ АКВАТОРИЯ КАСПИЙСКОГО МОРЯ**

**Аннотация.** Исследована экологическая ситуация акватория Каспийского моря. Рассмотрены меры оздоровления окружающей среды, позволяющие обеспечить устойчивое проживание населения.

**Ключевые слова:** Каспийское море, окружающая среда, биологические богатства, нефтегазодобычи, вредные отходы производства.

Чрезвычайную остроту в последние годы приобрела проблема сохранения экологического здоровья уникального природного объекта, каким является Каспийское море. Каспийское море уникальный водоём, его углеводородные ресурсы и биологические богатства не имеют аналогов в мире. Каспий старейший в мире нефтедобывающий бассейн.

Нефтегазодобывающая отрасль – одна из самых экологически опасных отраслей народного хозяйства. Она отличается большой землеемкостью, значительной загрязняющей способностью, высокой взрыво- и пожароопасностью промышленных объектов. Химические реагенты, применяемые при бурении скважин, добыче и подготовке нефти, а также добываемые углеводороды и примеси к ним являются вредными веществами для растительного и животного мира, а также для человека.

Экологическая ситуация в регионе осложнилась прежде всего из-за последствий негативного влияния техногенных факторов. Осложнение экологической ситуации оказывает негативное влияние на условия проживания населения и медико-демографическую ситуацию в регионе. Для оздоровления окружающей среды необходимо принятие радикальных мер с адекватным финансовым вкладом со стороны государства.

В связи с ростом объемов добычи углеводородного сырья в регионе возрастает опасность возникновения промышленных аварий на объектах нефтегазодобычи и вероятность крупных разливов нефти на море. Возникновение чрезвычайных ситуаций на шельфе создадут угрозу катастрофического загрязнения водной среды и донных отложений, оскудения или уничтожения кормовой базы биоресурсов моря, массовых отравлений и гибели морских обитателей.

Наиболее опасными для окружающей среды являются отработанные буровые растворы и буровые шламы. Несмотря на запрещение сброса этих отходов, в Каспийское море ежедневно сбрасывается в море около 38 тыс.м<sup>3</sup> слабо очищенных хозяйственно-бытовых вод, содержащих нефть, тяжелые металлы, соли. По мере накопления их в морской воде и донных отложениях может произойти отравление среды обитания морских животных.

В результате техногенного загрязнения экосистема Каспия находится под угрозой разрушения, а уникальное биоразнообразие моря и суши региона - под угрозой исчезновения. По оценкам специалистов повышение загрязнения природной среды Северного Каспия нефтью еще на 10 ПДК может привести экосистему региона к катастрофическим изменениям.

Морские нефтегазовые операции связаны с повышением интенсивности движения, уровня шума, уничтожением бентосных и планктонных сообществ, кроме того, проведение дноуглубительных работ и размещение буровых установок может привести к нарушению миграционных путей рыб. Данное воздействие является сильным для участков, имеющих важное значение в экосистеме.

В последствие плановой экономики накапливалась основная часть загрязнений, которая сегодня представляет неразрешимую проблему региона. Она образовалась из-за советского, что экономика того периода была ориентирована на выполнение растущих плановых объемов добычи природных ресурсов и объемов выпускаемой продукции, а вопросы охраны окружающей среды оставались на последнем плане как не приоритетные.

С другой стороны, накопление вредных отходов производства, загрязнение и общее ухудшение качества окружающей среды произошло вследствие применения на производстве отсталой и неконкурентоспособной технологии.

Для охраны окружающей среды необходима реализация эффективного комплекса природоохранных мероприятий при разработке месторождений нефти и газа, производственных

объектов по бурению, разработке, подготовке и транспортировке природных углеводородов и продуктов их переработки.

В улучшении экологической ситуации должны быть заинтересованы такие природопользователи, как нефтяные и другие промышленные компании, сельскохозяйственные, рыбодобывающие предприятия, органы землеустройства и другие.

Ухудшение качества окружающей среды также оказывает негативное влияние на социальную сферу. Несмотря на бурное развитие промышленности в прикаспийских областях, в регионе из года в год остаются нерешенными ряд социальных проблем, связанных с безработицей и бедностью, ухудшением здоровья населения.

При дальнейшем увеличении объемов добычи нефти и газа могут быть созданы новые рабочие места, повышены доходы на душу населения, получат развитие инфраструктура и другие сферы экономической деятельности. В результате этого возможно произойдет улучшение социально-экономических условий для проживания населения.

Однако, с другой стороны, широкомасштабные нефтяные операции на море могут привести к негативным последствиям: промышленным авариям, новым загрязнениям атмосферного воздуха и водных ресурсов, частичной потере промысловых биоресурсов моря и суши, а также к дальнейшему снижению показателей здоровья населения. Снижение здоровья населения прибрежной зоны и потеря промысловых биоресурсов может вызвать массовую миграцию населения. Здоровье населения региона за последние десятилетия резко ухудшается, наблюдается крайне неблагоприятная динамика медико-демографической ситуации, растут показатели заболеваемости и смертности населения. Раковые заболевания и заболевания крови, органов дыхания, различные инфекционные болезни в 2-4 раза превышают республиканский показатель. Регион характеризуется высоким уровнем заболеваемости туберкулезом в стране и среди прикаспийских стран, а также высокими показателями младенческой смертности. Встречаются случаи рождения детей с аномальными отклонениями. Показатель материнской смертности значительно выше показателей страны и стран региона.

Сложившаяся ситуация показывает на необходимость совершенствования деятельности природоохранных структур, действующих в прикаспийских областях.

Ликвидация исторических загрязнений и своевременное осуществление мер по снижению текущих загрязнений, приведут к значительному снижению существующей нагрузки на природную среду и, соответственно, к стабилизации экологической ситуации в регионе.

Применение современной конкурентоспособной технологии в нефтегазодобывающей и другой промышленности, а также переход на международные экологические стандарты качества окружающей среды позволит значительно снизить уровень текущих загрязнений.

В результате осуществления этих мер будет создана основа для оздоровления окружающей среды и восстановления мест обитания водных и наземных биоресурсов, т.е. предпосылки для сохранения генофонда биологического разнообразия в регионе.

Усовершенствование нормативно-правовых актов и структуры управления природоохранных органов создадут основу для обеспечения в регионе интегрированного (комплексного) и устойчивого использования трансграничной прибрежной зоны.

Необходимо установление контроля над состоянием окружающей среды и обеспечение устойчивого проживания населения, которые в совокупности создадут возможность управлять экологической ситуацией в Прикаспийском регионе.

Обеспечение устойчивого проживания населения возможно только при условии сохранения экосистемы Каспия, включая экосистему прибрежной зоны. В условиях сложившейся экологической ситуации для сохранения экосистемы Каспийского моря необходимо добиться значительной стабилизации и оздоровления окружающей среды.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Надиоров Н.К.* Нефть и газ Казахстана: Часть I. Алматы: Ғылым, 1995. – 320с.
2. Национальная программа действий по оздоровлению окружающей среды Каспийского моря на 2012г. Астана, 2003 г.

#### REFERENCES

1. *Nadirov N.K.* Neft' i gaz Kazakhstana: Shast' 1. Almaty: Gylym, 1995.-320s.
2. *Natsionalnaiya programma deistvii po ozdorovleniu okruzhaushei sredy Kaspiiskogo morya na 2012g.* Astana, 2003g.

Наврүзова А.Э., Керейбаева Г.Х.

**Каспий теңізі аймағындағы экологиялық жағдайды талдау**

**Түйіндеме.** Каспий теңізі аймағының экологиялық жағдайы зерттелген. Халықтың тұрақты өмір сүруін қамтамасыз ететін қоршаған ортаны сауықтыру шаралары қарастырылған.

**Түйін сөздер:** Каспий теңізі, қоршаған орта, биологиялық байлық, мұнай және газ өндіру, өндірістегі зиянды қалдықтар.

Наврүзова А.Э., Керейбаева Г.Х.

**Анализ экологической ситуации акватория Каспийского моря**

**Резюме.** Исследована экологическая ситуация акватория Каспийского моря. Рассмотрены меры оздоровления окружающей среды, позволяющие обеспечить устойчивое проживание населения.

**Ключевые слова:** Каспийское море, окружающая среда, биологические богатства, нефтегазодобычи, вредные отходы производства.

Navruzova A.E., Kereibayeva G.Kh.

**Analysis of the environmental situation of the Caspian Sea**

**Summary.** The ecological situation of the Caspian Sea are investigated. Measures of improvement of the environment, allowing to provide steady accommodation of the population are considered.

**Key words:** Caspian sea, environment, biological wealth, oil and gas mining, harmful production wastes.

УДК 553 06

**С.К. Курбаниязов<sup>1</sup>, Н.Т. Ходжаев<sup>2</sup>, Ю.А. Пирмаханов<sup>3</sup>, Б. Тасболат<sup>1</sup>, Г.Ж. Койшиева<sup>1</sup>,  
А.К. Курбаниязов<sup>1</sup>, М.М. Акешова<sup>1</sup>**

(<sup>1</sup>Международный казахско-турецкий университет имени Х.А.Ясави,  
Туркестан, Республика Казахстан

<sup>2</sup>ГП НИИ Минеральных ресурсов ГК Республики Узбекистан по геологии и минеральным ресурсам,  
Узбекистан, г.Ташкент

<sup>3</sup>Шалкия свинец, Кентау, Республика Казахстан,)

**УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ ГЛАУКОНИТА И ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ  
ВЕРХНЕМЕЛОВЫХ ГЛАУКОНИТОНОСНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В НИЗОВЬХ АМУДАРЬИ**

**Аннотация.** Рассматриваются зоны максимального глауконитоосаждения в мелководном бассейне и характеристика восходящих течений, колебаний уровня моря, а так же механизм образования относительного повышенного содержания кислорода в морских глауконито-фосфатопродуцирующих водах. Показаны условия образования глауконита и марганца в виде корковых образований на фосфатизированных коралловых известниках и желваках, а также в виде желваков (Mn) и мелких стяжений (глауконит). Желваки марганца не являются продуктами подводного вулканизма, т.е. в них отмечается повышенное содержание титана и кобальта, указывающее на терригенный материал со стороны суши.

Исследуя глауконитоносные образования, пришли к выводу, что глауконитовые микроконкреции образуются только хемогенным путем. Выделены глауконитосодержащие осадков: процесс идет в слабощелочной среде при низком окислительно-восстановительном потенциале осадков, близком к нулю или отрицательном. Материалом для образования коллоидов служат алюмосиликаты и силикаты, вулканическое стекло, остатки кремниевых организмов и др., которые в процессе гальмиролиза-диагенеза частично растворяются и образуют коллоиды. Второй – ранний диагенез, в это время происходит постепенное старение, а затем и раскристаллизация коллоидов.

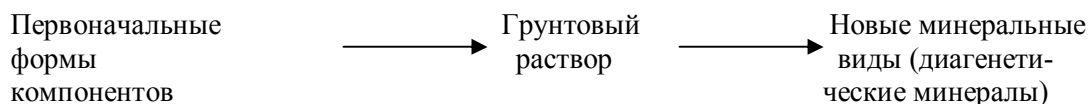
**Ключевые слова:** геология полезных ископаемых, условия образования глауконита хемогенным путем, процесс минералов гальмиролиза-диагенеза.

Среди многочисленных осадочных минералов глауконит находится на особом месте. Необходимо отметить, что почти все исследования, выполненные за прошедшие 160 лет, подтверждают морское происхождение этого минерала. Лишь изредка встречаются глаукониты иного происхождения.



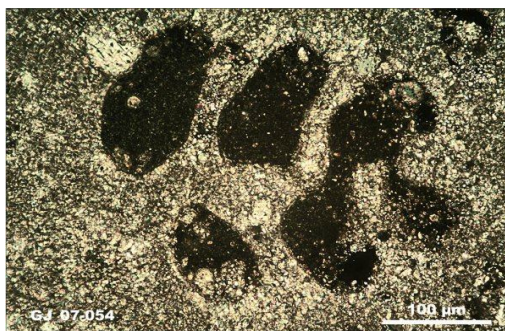
Ученые нашей республики в основном придерживаются хемогенно-диагенетической гипотезы. Так, Бабаев (1953, 1954, 1957, 1958), который изучил глаукониты меловых отложений Средней Азии, пришел к выводу о хемогенном образовании глауконита, но считал, что весьма часто при образовании глауконита непосредственное и косвенное влияние оказывают биохимические процессы.

Сторонники хемогенно-диагенетического генезиса полагают, что формирование глауконита проходит в самой верхней части осадка в раннем диагенезе, что хорошо согласуется с разработанными Н.М.Страховым основами теории и диагенеза как физико-химического процесса уравнивания многокомпонентной системы реакционноспособных веществ в термодинамических условиях поверхности земной коры. Главный диагенез определяется количеством и качеством реакционноспособного органического вещества, которое является генератором энергии и специфической физико-химической среды диагенеза. Суть механики диагенетического минералообразования, по Н.М.Страхову, в следующем. Когда в грунтовом растворе, в силу накопления различных компонентов, некоторые их комбинации достигают состояния насыщения, то они осаждаются, образуя новые минеральные виды, до сих пор не представленные. Получающаяся в силу этого разгрузка грунтовых растворов от некоторых элементов сейчас же вызывает дополнительное растворение тех исходных соединений, в которых эти элементы первоначально были внесены в осадок. Затем вновь следует осадок растворенного вещества в виде диагенетического минерала, нового растворения исходных соединений и т.д. Происходит непрерывный переход вещества из первоначальных форм, в которых оно поступило в осадок, в новые формы, возникающие в процессе диагенеза и приспособленные к новым физико-химическим условиям среды.

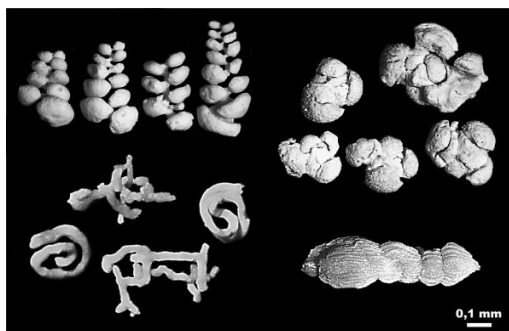


Состав грунтовых растворов с этой точки зрения есть, выражаясь фигурально, динамический итог двух противоположно направленных процессов; растворения исходной формы компонентов и образования новых диагенетических минеральных видов, выпадающих из раствора. Изучив редукционную зону в Тихом океане, Н.М.Страхов определил, что эта зона отчетливо тяготеет к акваториям, прилегающим к континентам. Редукционные процессы в мезозойских и кайнозойских морях как и в океанах, затухают с глубиной, поскольку в глубокие их участки поступают в основном устойчивые (остаточные) компоненты[1]. При этом образуется обширная зона формирования аутогенного монтмориллонита, благоприятная среда для которого характеризуется положительными значениями окислительно-восстановительного потенциала при слабощелочной реакции рН~8, т.е. константами, близкими к современной воде океана. Поэтому очевидно, монтмориллонит является главным аутигенным минералом океанических что глубоководных осадков, где он образуется при контакте морской воды с базальтами океанического ложа. Таким образом, зоны образования глауконита и монтмориллонита четко разделены в пространстве, а совместное нахождение их в породе или зерне, по всей видимости, свидетельствуют об изменении (возможно неоднократном) физико-химических параметров среды аутогенного минералообразования, при этом не исключается частичная трансформация одного минерала в другой, однако они чаще образуют сростки в зернах, либо механическую микроконкреций разного состава, возникшую при перемыве осадков. Доказательством этого может служить мелководно-морское происхождение глауконита, т.е. образование в фециальной зоне, характеризующейся максимальной мобильностью, где изменение физико-химических параметров среды может происходить быстрее, нежели заканчивается рост микроконкреций. Но, на наш взгляд, совместное нахождение глауконита и монтмориллонита в породе и микроконкрециях, при их различном фециальном происхождении можно объяснить следующим. Известно, что глауконит является парагенетическим минералом фосфорита и всегда присутствует в фосфатоносных отложениях. Хотя фосфориты не всегда присутствуют в глауконитоносных отложениях. Из-за подъема на шельф подповерхностной воды, обогащенной фосфором и другими компонентами, активно развивается фитопланктон и питающиеся им животные. На дне образуются осадки, обогащенные органическим веществом и фосфором. При разложении органических остатков фосфор растворяется в иловой воде и переосаждается в форме рыхлых фосфоритовых стяжений. После их уплотнения и последующего перемыва донными течениями остается фосфоритовый концентрат и всегда рядом с фосфоритом присутствует и глауконит[2].

Глауконитовые фосфориты представляют собой мелкозернистые породы со средним содержанием 18,05%, состоящие из зерен глауконита (20-30%) и кварца (5-20%), раковинного детрида фораминифер (1–30%), сцементированных коллофановой (франколитовой) массой (рисунок 1,2) [5].



**Рис. 1.** Гранулированная «раковина»



**Рис.2.** Ядра раковин фораминифер, сложенные глауконитом

По отношению к аутигенному фосфатному цементу зернистый материал глауконитовых фосфоритов определяется как аллотигенный. Глауконитовые фосфориты преимущественно выделяются в центральных и западных частях отмели на глубине 100–1000м. Глауконитово-конгломератовые фосфориты сложены на 50% их объема галочным материалом фосфатизированных известников и ракушечников, сцементированных массой, подобной по составу и строению глауконитовым фосфоритам[3]. Для глауконитово-конгломератовых фосфоритов характерно слоистое строение, содержание P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> в среднем составляет 17,53%. Они, в основном, развиты в восточной области отмели на глубине 100-200 м. Фосфориты обоих типов относятся к образованиям на шельфе и в верхней части континентального склона и формировались в обстановке взаимодействия восходящих глубинных течений и эстуариевых фаций. При этом уровень морского бассейна постоянно колеблется и фосфатсодержащие известковые интенсивно перерабатываются мутьевыми потоками с последующим диагенезом и фосфатизацией аллогенных компонентов [2].

Зоны максимального фосфатоосаждения размещались в мелководном бассейне и характеризовались проявлением восходящих течений, колебаниями уровня моря и относительно повышенным содержанием кислорода в морских фосфатопродуцирующих водах. Марганец и глауконит наблюдаются в виде корковых образований на фосфатизированных коралловых известниках и желваках, а также в виде желваков (Mn) и мелких стяжений (глауконит). Желваки марганца не являются продуктами подводного вулканизма, т.е. в них отмечается повышенное содержание титана и кобальта, указывающее на терригенный материал со стороны суши.

Для глауконитонакопления, как показало изучение современных осадков Мирового океана, где глауконитовые отложения распространены от 50° ю.ш. до 65° с.ш. на глубинах 60-350м (1980), решающее значение приобретают аутогенные компоненты смектит-иллитовой группы, области глауконитизации проявляются часто при низких (7–15°C) температурах осадконакопления. При этом намечаются локальные и «микрофациальные условия глауконитообразования с накоплением его в различных морфолого-минералогических разновидностях».

Массовое образование микроконкреций происходит только хемогенным путем. Различаются три типа глауконитсодержащих осадков: I – глинистые и алеврито-глинистые терригенные, диатомово-терригенные, диатомово-фораминиферовые илы нижней части континентального склона с содержанием глауконита порядка нескольких процентов,  $S_{org}$  – 1–4%, Eh – от 150 до +250 мВ, pH – 7,4–8,0 с влажностью 77–50%, II – осадки, связанные с местами разгрузки сильных донных течений или с мутьевыми потоками на глубине 1000–2500 м. Содержание глауконита песчаной и алевритовой размерности до 30–40%, сам глауконит состоит из гидрослюды-монтмориллонита (10–20% разбухающих слоев),  $S_{org}$  – менее 1%, Eh – от +40 до +340 мВ, pH – 7,3–7,7 с влажностью – 73–30%, III – глауконитовые пески, реже алеврито-песчаные и песчано-алевритовые осадки верхней части континентального склона на глубине 500–1800 м. Хотя глауконитовые пески встречаются на шельфе на глубине от первых десятков метров до 300–500 м [2]. Глауконитовые пески залегают в виде маломощных слоев и прослоев среди вмещающих их терригенных песков и различных илов, содержание глауконита в них составляет до 65%, а иногда – 75–90%,  $S_{org}$  – 0,3–1,0%, часто встречаются фосфаты, Eh – от +100 до +400 мВ, pH – 7,3–7,5, влажность низкая (рисунок 3).



Рис. 3. Глауконитовые пески, залегающие в виде маломощных слоев и прослоев

Как видно, глауконитовые пески широко развиты на шельфе и континентальном склоне, где, без сомнения, имеют место проявления апвеллинга. Весь процесс образования глауконита подразделяется на три этапа. Первый – начальный диагенез, когда вслед за накоплением осадка происходит образование коллоидных сгустков кремнезема, глинозема и железа в порах, пустотах и на плоскостях напластования осадков и адсорбция ими на иловых водах щелочных и щелочноземельных металлов. Процесс идет в слабощелочной среде при низком окислительно-восстановительном потенциале осадков, близком к нулю или отрицательном. Материалом для образования коллоидов служат алюмосиликаты и силикаты, вулканическое стекло, остатки кремниевых организмов и др., которые в процессе гальмиролиза-диагенеза частично растворяются и образуют коллоиды. Второй – ранний диагенез, в это время происходит постепенное старение, а затем и раскристаллизация коллоидов. Процесс этот, по мнению авторов, проходит после погребения осадка на глубину в первые метры, когда естественная влажность уменьшается на треть или половину от первоначальной, а Eh и pH среды остаются без осадков изменений. Таким образом образуется глауконит прослоев, пятен и примазок в различных глинистых и алеврито-глинистых осадках. И наконец, третий этап – размыв и переотложение глинистых илов, содержащих глауконит в виде прослоев, пятен и примазок, которые вымываются из содержащих их илов и переносятся течениями и мутьевыми потоками. В процессе транспортировки они распадаются на мелкие обломки и окатываются. Окислительно-восстановительный потенциал резко изменяется от отрицательного, он становится высокоположительным (до +500 мВ). Затем постепенно донные течения выносят глинистые частицы, перекачивают зерна глауконита, сортируют их по размеру, увеличивая содержание щелочей, окисного железа, плотность, твердость, преломление и двупреломление, уменьшая содержание закисного железа. В кристаллохимическом плане процесс завершается переходом гидрослюды поли типа I Md в значительно лучше окристаллизованную однослойную диоктаэдрическую гидрослюду поли типа I M. Однако всегда сохраняется некоторая примесь смешаннослойной фазы гидрослюды – монтмориллонита с небольшим содержанием разбухающих слоев (до 10–20%) и

иногда монтмориллонита. Эту примесь можно рассматривать как вещество ила, вмещающего зерна глауконита и заполнившего трещины синерезиса. Нижняя граница глауконитообразования находится на небольшом расстоянии от границы соприкосновения осадка в наддонной воде (не более 2,0–2,5 м). Глубже, в связи с возрастанием восстановительного потенциала, среда становится неблагоприятной для образования глауконита. Интенсивное разложение органического вещества происходит в первых 1,5–2,0 м осадка. Еще одним доводом за близость зоны образования глауконита к поверхности является наличие реакционноспособного трехвалентного железа, которое также тяготеет в поверхностной зоне морского ила.

Все эти данные подтверждают, что образование глауконита происходит в зоне начального диагенеза, которая характеризуется начальной стадией разложения органического вещества, активным поступлением из наддонной воды всех необходимых для минералообразования химических элементов и обилием растворенного сырья.

Итак, можно подвести определенную черту. Из вышеизложенного, на наш взгляд, вытекает однозначный вывод: глауконит может образовываться различными путями, т.е. является полигенным минералом. Это соответствует истине – ведь природа не терпит однообразия. Только на каждом конкретном проявлении глауконитоносных отложений нужно, очевидно, учитывать все многообразие факторов, которые способствовали образованию глауконита в одних случаях хемогенным путем, в других – гидротермальным, в третьих – вулканогенным, в четвертых – сочетанием и тех и других [4]. Вышеперечисленными способами, так и эндогенным путем – гидротермально-матасоматическим и подводно-эффузионным. К этому числу относится и глауконит (гидроферрифенгит).

В заключение необходимо отметить, что глауконит является продуктом раскристаллизации исходного геля, а основные различия связаны с источниками тех необходимых компонентов, которые и формируют материнский субстрат для глауконита.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Страхов Н.М. Основы теории литогенеза. Том 2. Закономерности состава и размещения гумидных отложений. М.: Изд. АН СССР. 1960. 574 с.
2. Суздальский О.В., Комарова А.Е. Аутигенные минералы морских после палеогеновых отложений низовьев реки Енисей. Ученые записки НИИГА, серия региональная геология. Выпуск 4. М.: 1964. 378 с.
3. Фирсов Л.В. Сухорукова С.С. О четвертичном глауконите мелового возраста в низовье Енисей. М.: Доклады АН СССР, том 183. 1968. 917 с.
4. Бетехтин А.Г. Курс минералогии. -3-е изд.- М.: «КДУ», 2007.-721 с.
5. Гребенюкова Л.К. Кристаллография, минералогия и петрография. Астана, «Фолиант» 2011.- 706 с.

Құрбаниязов С.К., Ходжаев Н.Т., Пирмаханов Ю.А., Тасболат Б., Қойшиева Г.Ж.,  
Құрбаниязов А.К., Акешова М.М.

**Глаукониттің түзілу жағдайлары және төменгі амударьяның қатпарларындағы ежелгі борлы глаукониттің орналасу заңдылықтары.**

**Түйіндеме.** Бұл мақалада глауконит үйінді тұнбаларының түзілу заңдылықтары мен пайда болған кезеңдеріндегі негізгі ерекшеліктері мен түрлерінің мәліметтері келтірілген. Сонымен қатар минералдың саяз теңіз алабында орналасуымен теңіз деңгейінің көтерілуі ағыстармен оттегі құрамыны мөлшерінің көбеюі механизмі глауконит-фосфорит өнімдерінің көбеюіне алып келуі көрсетілген. Мақалада глауконитпен марганецтердің фосфаты өнімдері маржандарда және желвактарда, сонымен қатар (Mn) марганец желвактары мен глауконит созынқы жаралу жағдайы көрсетілген. Солай етіп глауконитпен бірге кездесетін марганец суасты жанартаулардың өнімі емес, себебі оның құрамында құрлықтан алып келінген терригендік материал есептелетін титанмен кобальттың мөлшері өте көп.

Глаукониттік жаратылыстарды зерттей отырып глауконит микроконкрециялары тек қана хемогендік жаратылысқа йе екендігі туралы шешімге келдік. Зерттеу ауданында глауконит құрамдас үйінділер жаралу құбылысы оттекті-қайта қалпына келу сілтісі аз ортада қалыптасады. Галмиролиз-диагенез құбылысы негізінде араласып, коллоидтарды пайда етеді, коллоидтардың пайда болуы үшін алюмосиликаттар и силикаттар, жанартаушынылары, кремнилі организмдердің қалдықтары және тағы басқалар материал бола алады. Сонымен қатар глауконит құрамды үйінділердің лайлы-алевритті терригенді, диатомды –терригенді, диатомды фораминиферлі және континенталдық жиек жағалауында глауконитті жаратылыстары қаралған.

**Түйін сөздер:** Пайдалы қазбалар геологиясы, глаукониттердің химиялық жолмен жаралу жағдайы, минералдардың галмиролиз-диагенез құбылысы.

Kurbaniyazov S.K., Khodjaev N.T., Pirmahanov U.A., Tasbolat B., Koishyeva G.J.,  
Kurbaniyazov A.K., Akeshova M.M.

**Conditions of formation of glaukonit and laws of placing of verhnemel glaukonitus adjournment of lower reaches of Amudarya**

**Summary.** This article discusses the zones of maximum phosphate deposition, as were placed in a shallow basin characterized by a manifestation of the ascending currents, sea level fluctuations, which consequences become and the mechanism of formation of the relative high oxygen content in the marine phosphate producing waters. The article shows the conditions of formation of manganese and glauconite are observed in the form of cortical formations on phosphate isolated coral limestone and Tumors, as well as in the form of nodules (Mn) and small concretion (glauconite). As manganese Nodules are not products of underwater volcanoes, i.e. the increased contents of titanium and cobalt, indicating the terrigenous material from the land.

Exploring glauconite's education concluded that глауконитовые micro nodules, occurs only хемогенным way. The study area allocated glauconite containing precipitation:

The process is moving in alkaline medium at low redox potential of precipitation close to zero or negative. Material for education colloids are alumosilicates and silicates, volcanic glass, the remains of silicon organisms and others, which are in the process galmiralization and-digenesis partially soluble form and colloids. Second, an early diagenesis, at this time there is a gradual aging, and then and recrystallization of colloids.

**Key words:** Geology of mineral resources, the conditions of formation of glauconite way, the process minerals galmirolise - diagenesis.

УДК 502.654: 631.4 (574)

**М.Н. Сактаганов, М.Т. Ошакбаев, Г.С. Жаксыбаева**  
(Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева  
Алматы, Республика Казахстан)

**ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ МЕСТОРОЖДЕНИЯ АРЫСКУМ  
КЫЗЫЛОРДИНСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Аннотация.** Нефтегазодобывающая отрасль, как одна из самых экологически опасных отраслей хозяйствования, отличается большой землеемкостью, значительной загрязняющей способностью, высокой взрыво – и пожароопасностью промышленных объектов. Химические реагенты, применяемые при бурении скважин, добыче и подготовке нефти, а также добываемые углеводороды и примеси к ним являются вредными веществами для растительного и животного мира, а также для человека. Влияние нефтяных загрязнений на почву проявляется в изменении ее физических, физико-химических и химических свойств, в торможении интенсивности биологических процессов. Хронические разливы нефти приводят к быстрой потере продуктивности земель или полной деградации ландшафтов. Нами рассмотрены генетические типы почв месторождения. Определены основные виды механического и химического воздействия на почвенный покров.

Кызылординский регион – один из наиболее важных аграрно-индустриальных районов Казахстана. Добыча нефти и сопутствующего газа составляет единую нефтегазовую отрасль и является основой мощного топливно-энергетического комплекса (ТЭК) страны. Увеличение объемов добычи нефти на территории Кызылорды приводит к усилению техногенной нагрузки на все компоненты экосистемы, в том числе и на почвы.

В нефтегазоносных районах Кызылорды уже сейчас складывается крайне неблагоприятная экологическая ситуация, которая с каждым годом ухудшается.

В настоящее время нефть и нефтепродукты признаны приоритетными загрязнителями окружающей среды. По степени влияния на окружающую среду нефтедобывающие предприятия входят в десятку наиболее опасных. Неизбежный вынос на поверхность нефти и нефтепродуктов в результате аварий и в процессе нефтедобычи приводит к гибели растений и деградации очень неустойчивых почв Кызылорды, ведет к общему сдвигу биосферных процессов на Земле [1].

Месторождение Арысқум расположено согласно природно-сельскохозяйственному районированию земельного фонда Казахстана в Арало-Балхашской пустынной зоны [3].

На территории района происходит резкая смена зимних и летних режимов погоды. В это время наиболее активно проявляется ветровая деятельность, под воздействием которой развиваются про-

цессы дефляции почв. Рельеф представлен слабоволнистой равниной с отдельными всхолмлениями и частыми замкнутыми понижениями (западинами). Абсолютные отметки местности составляют 100-180 м над уровнем моря.

В геологическом отношении территория месторождения представляет собой обширный замкнутый прогиб палеогенового плато, сложенного глинами и песчаниками эоценового и олигоценного возраста морского происхождения. Сверху они перекрыты четвертичными аллювиально-пролювиальными, а в центре прогиба – озерными отложениями. Общей чертой почвообразующих пород является их карбонатность и присутствие различных воднорастворимых солей.

По устройству поверхности территория относится к мел-палеогеновому плато Сарылан, представляющего собой южную окраину Центрально-Казахстанской складчатой страны. Рельеф представлен полого-увалистой равниной с отдельными всхолмлениями, размытыми третичными останцами, частыми замкнутыми понижениями (западинами) и циркообразными соровыми впадинами [3].

Растительность пустынь изрежена и продуцирует наибольшее количество органического вещества, которое под воздействием высоких температур быстро минерализуется, что приводит к формированию низкогумусированных почв.

Зональным подтипом на характеризующейся территории являются серо-бурые пустынные почвы. Однородные массивы зональных почв встречаются по выровненным высоким поверхностям равнины. На большей части равнины формируются комплексы, состоящие из нормальных (зональных) пустынных почв, часто в комплексах с солончаками. Наиболее низкие участки равнины и замкнутые депрессии заняты соровыми солончаками. Соры, как правило, обрамляются солончаками типичными в комплексе с полугидроморфными солончаками. Таким образом, почвенный покров территории месторождения отличается значительной пространственной изменчивостью и многообразием. Эти почвы используются в качестве низкопродуктивных пастбищных угодий [2].

Анализ фондовых материалов позволяет выделить на рассматриваемой территории следующие генетические типы почв:

- Серо-бурые обычные средне- и легкосуглинистые;
- Серо-бурые солонцеватые средне- и легкосуглинистые;
- Серо-бурые малоразвитые щербенистые суглинистые;
- Солонцы бурые средние суглинистые;
- Такыры засоленные суглинистые;
- Солончаки соровые суглинистые.

Каждый из этих типов почв развивается в определенных для них условиях почвообразования и подразделяется на подтипы, роды, виды и разновидности [2].

В результате хозяйственной деятельности на территории месторождения, почвенный покров претерпевает антропогенные нарушения практически повсеместно. Эти нарушения являются результатом, во-первых, длительного сельскохозяйственного использования региона под отгонное животноводство, во-вторых, развивающимся строительством коммуникаций для эксплуатации природных ресурсов отраслями нефтедобывающей промышленности.

Современное состояние почвенного покрова несет на себе отпечаток техногенной нарушенности, отражая характер, темпы и масштабы обустройства и эксплуатации месторождения. В результате функционирования технологических линий нефтедобывающей отрасли почвенный покров испытал антропогенное воздействие прямого и косвенного характера в виде механического нарушения и химического загрязнения [1].

Основными видами воздействия на почвенный покров были и остаются пастбищное животноводство и техногенное воздействие, которые проявляются через физическое (животными), механическое нарушение и химическое загрязнение. Все виды воздействия носят локальный, площадной и линейный характер.

Современное состояние почвенного покрова территории месторождения, в том числе и на участке бурения скважин, характеризуется как удовлетворительное с локально напряженным состоянием в пределах промышленно-селитебных комплексов.

Бурение эксплуатационных скважин на месторождении Арыскуп планируется осуществлять в пределах распространения серо-бурых нормальных суглинистых почв в комплексе с серо-бурыми солонцеватыми.

Следует отметить, что работы будут осуществляться на территории уже техногенно нарушенной при его освоении. Как показывают данные мониторинга 2008 г. (ТОО «ЭКОТЕРРА»), в поверхно-



стном слое почвы преобладают производные нефтепродуктов алифатического ряда от C 13 до C 33. На некоторых станциях обнаружены полосы поглощения валентных и деформационных связей углеводородов нефтяного происхождения. Это свидетельствует о незначительных концентрациях общего количества углеводородов природного и антропогенного происхождения.

Содержание тяжелых металлов и нефтепродуктов в почвах месторождения не превышает санитарных показателей. Несколько повышены концентрации кадмия в солончаках и тяжелых солонцевых глинах. По шкале нормирования химического загрязнения почвенных таксонов уровень содержания тяжелых металлов приближается к фоновому.

При проведении гамма спектрометрических анализов в экологорентгеноспектральной лаборатории на гамма-спектрометрической установке ЦНИЛ ОАО «Волковгеология» установлено, что величина эффективной удельной активности в почвах не превышает показателей «Норм радиационной безопасности (НРБ-99)» для первого класса строительных материалов (норма 370,0 Бк/кг). Следовательно, это не представляет опасности для обслуживающего персонала месторождения (таблица 1).

Таблица 1. Гамма спектрометрический анализ почвенных проб месторождения Арысқум на содержание и определение удельной активности, 2008 г.

Станция отбора	Радионуклиды								
	Ra <sub>222</sub>	Ra <sub>226</sub>	Th <sub>232</sub>	Cs <sub>137</sub>	K <sub>40</sub>	Pb <sub>210</sub>	Tb <sub>232</sub>	Th <sub>232</sub>	U <sub>235</sub>
Весна									
Ст.1	30,0	20,5	20,3	<2,7	590	<250	<800	<50	<3,5
Ст.3	30,9	21,2	21,4	<2,7	630	<260	<800	<45	<3,5
Лето									
Ст.1	25,6	28,2	25,2	4,0	555	45	<400	<22	<2,1
Ст.3	27,1	18,5	21,4	<3,5	640	<50	<600	31	<2,8
Осень									
Ст.1	29,5	23,5	22,3	1,2	590	<180	<800	41	<2,6
Ст.3	21,5	18,9	20,1	<3,0	475	<170	<700	37	<2,1

Общие особенности почвенного покрова проектируемой площади месторождения Арысқум характеризуются тем, что почвообразующие породы зональных и интразональных почв представлены в основном легко-, средне- и тяжелосуглинистыми засоленными грунтами. По водно-химическим и инженерно-геологическим особенностям почвенный покров относится к категории относительно устойчивым к антропогенному воздействию видов [10].

Технологический цикл строительства скважин включает три этапа работ: обустройство площадок и сопутствующих коммуникационных сетей, бурение скважины и демонтаж оборудования, рекультивация нарушенных земель. Каждому этапу работ соответствует определенный набор источников воздействия, однако основными видами воздействия на почвенный покров является механическое разрушение и химическое загрязнение различной степени и интенсивности проявления.

Основные виды механического воздействия на почвенный покров заключаются в:

- уничтожении почвенного профиля при обустройстве буровых вышек;
- нарушении верхних горизонтов почвенного профиля при обустройстве коммуникационных объектов вокруг скважин;

- нарушении почвенного покрова при прокладке автодорог к скважинам.

Химическое загрязнение почвенного покрова будет происходить вследствие:

- загрязнения почвенного покрова горюче-смазочными материалами на всех этапах проведения буровых работ;
- загрязнения почвенного покрова вокруг скважин тампонажными, буровыми растворами и сточными водами в период проведения работ;
- загрязнения почвенного покрова вокруг скважин при возникновении аварийных и нештатных ситуаций нефтью и пластовыми водами;
- поверхностного загрязнения почвенного покрова промышленными и бытовыми отходами.

Основным источником механического воздействия при обустройстве площадок является техника, применяемая при строительстве полевого лагеря, стоянки для автотранспорта, складов бытового и производственного мусора, складов для хранения ГСМ и технического оборудования [5].

Изъятые при строительстве и буровых работах и складированные на поверхности, сильно засоленные породы являются источниками вторичного засоления окружающих почв. Такие нарушения носят узко локальный (точечный) характер и их площади будут незначительны в пространстве.

При прокладке подъездных путей к скважинам механический вид воздействия на почвенный покров линейного характера выразится в форме дорожной дигрессии. В первую очередь по всей длине трасс уничтожится плодородный верхний горизонт, нарушится структура верхних горизонтов в результате увеличения нагрузки, их распыления и переуплотнения. Практика показывает, что на каждые 100 км путей нарушается около 100 га земель. По интенсивности и масштабам данный вид воздействия зависит от водно-физических свойств почвенных разностей, на поверхности которых прокладываются дороги. В пустынных условиях лимитирующим фактором, определяющим устойчивость почв к техногенным нарушениям, конечно, является их механический состав [8].

Для первого этапа работ возможно химическое загрязнение почвенного покрова горюче-смазочными материалами, выхлопными газами автотранспорта, дизельных установок, но масштабы проявления, будут крайне ограничены. Загрязнение зональных почв горюче-смазочными материалами будет носить локальный характер, а масштабы загрязнения будут зависеть от механического состава почвообразующих пород и их физико-химических свойств. Наибольшую опасность для почвенного покрова представляет второй этап технологического цикла строительства скважин, в период которого осуществляются бурение скважин и их испытание. На данном этапе возможно поступление в почву определенного набора химических и токсичных веществ локального характера. Основными источниками химического загрязнения почвенного покрова являются:

- просачивание бытовых и технологических отходов;
- аккумуляция продуктов сгорания ГСМ автотранспорта, буровых и дизельных установок;
- просачивание и аварийные разливы реагентов из амбаров с буровыми и тампонажными растворами;
- просачивание и аварийные разливы пластовых и сточных вод;
- внештатные и аварийные разливы нефти из устья скважин.

Основными загрязняющими веществами при бурении и испытании скважин являются буровые растворы, промывочные жидкости, реагенты для воздействия на пласт, цементы, производственные отходы, бытовой, технический мусор и пр. Доминирующей группой химического загрязнения будет являться сама нефть, сопутствующий ей газ, сточные и подземные минерализованные воды. При этом будет наблюдаться активное изменение структуры почвенного покрова за счет вторичного засоления, нефтехимического загрязнения и накопления тяжелых металлов в почвах. В конечном итоге сформируются техногенные почвенные ареалы с совершенно иными геохимическими свойствами, не типичными для зональных почв с аномальными, на первых порах агрессивными свойствами [8].

Процесс вторичного засоления почвенного покрова является неотъемлемой частью технологического цикла строительства скважин, во время которого из скважин на поверхность поступают и складированы засоленные подстилающие породы, изливаются высокоминерализованные пластовые воды. Высокое содержание воднорастворимых солей в пластовых водах усиливают накопление солей в профиле. В конечном итоге почвы, подверженные вторичному засолению, быстро и надолго теряют свой агроэкологический потенциал и переходят в земельном фонде в разряд неудобей. В целях предотвращения масштабного процесса техногенного засоления почв попутными пластовыми водами необходимо строго соблюдать технологический цикл их хранения и вторичного использования.

**Заключение:** В силу специфических условий формирования почвы Кызылорды отличаются слабой эколого-геохимической устойчивостью к техногенным воздействиям и малым потенциалом для самоочищения и самовосстановления. Высокая чувствительность ландшафтов к техногенному воздействию, длительный срок их восстановления обуславливает необходимость проведения углубленных почвенно-экологических исследований с целью оценки последствий загрязнения почв нефтью. Обострение экологических проблем, связанных, в первую очередь, с возросшей техногенной нагрузкой, определяет приоритетность изучения закономерностей трансформации почв как центрального звена экосистемы. В то же время научные подходы к проблеме рекультивации почв требуют выявления экологических последствий загрязнения, разработки обоснованных нормативов предельно допустимой нефтяной нагрузки на почвы, что, в свою очередь, предполагает выяснение характера и скорости процессов трансформации нефти и самоочищения почвы.



ЛИТЕРАТУРА

1. Звягинцев Д.Г., Гузев В.С., Левин С.В., Селецкий Г.И., Оборин А.А. Диагностические признаки уровней загрязнения почвы нефтью. // Почвоведение, 1989. № 1. С. 72-78.
2. Фаизов К.Ш. Почвы пустынной зоны Казахстана. Алма-Ата, 1970.
3. Фаизов К.Ш., Уразалиев Р.А., Иорганский А.И. Почвы Республики Казахстан. Алматы, 2001. С. 194-215.
4. Боровский В.М. Геохимия засоленных почв Казахстана. М., 1978.
5. Гайнутдинов М.З. О токсичности нефти // Проблемы разработки автоматизированных систем наблюдения, контроля и оценки состояния окружающей среды. Казань, 1979.
6. Горбунов Н.И., Бекаревич Н.Е., Захарьина Г.В. Влияние разработок полезных ископаемых на окружающую среду. // Экология и земледелие. М., Наука, 1980. С. 37-43.
7. Почвы Казахской ССР. Вып. 14. Кызылординская обл. Алма-Ата, 1983, 135 с.
8. М. Д. Диаров. «Экология и нефтегазовый комплекс» Том – 1. Алматы – 2003, с-387.
9. Цыганков А.Н. Экология и технология. Москва: Знание, 1976.
10. Вредные вещества в промышленности. Органические вещества: Справочник / Под общ. ред. Э. Н. Левиной, И. Д. Гадаскиной. – Л.: Химия, 1988. – 464с.

REFERENCES

1. Zvyagintsev D.G., Guzev V.S., Levin S.V., Seletskii G.I., Oborin A.A. Diagnosticheskie priznaki urovnei zagryazneniya pochvy neftyu. // Soil Science, 1989. Number 1. S. 72-78.
2. Faizov K.Sh. Pochvy pustynnoi zony Kazakhstana. Alma-Ata, 1970.
3. Faizov K.Sh., Urazaliev R.A., Iorganskii A.I. Pochvy Respubliki Kazakhstan. Almaty, 2001. S. 194-521.
4. Borovskii V.M. Geokhimiya zasolennykh pochv Kazakhstana. M., 1978.
5. Gainutdinov M.Z. O toksichnosti nefti // Problemy razrabotki avtomatizirovannykh sistem nablyudeniya, kontrolya i otsenki sostoyaniya okruzhayushchei sredy. Kazan, 1979.
6. Gorbunov N.I., Bekarevich N.E., Zakharina G.B. Vliyanie razrabotok poleznykh iskopaemykh na okruzhayushchuyu sredyu. // Ekologiya i zemledelie. M., Nauka, 1980. S. 37-43.
7. Pochvy Kazakhskoi SSR. Vyp. 14. Kyzylordinskaya obl. Alma-Ata, 1983, 135s.
8. M.D. Diarov. «Ekologiya i neftegazovyi kompleks» Tom - 1. Almaty - 2003, s-387.
9. Tsygankov A.N. Ekologiya i tehnologiya. Moskva: Znanie, 1976.
10. Vrednye veshchestva v promyshlennosti. Organicheskie veshchestva: Spravochnik / Pod obshch. red. E.N. Levinoi, I.D. Gadaskinoi. - L.: Khimiya, 1988. - 464s.

Сақтағанов М.Н., Ошакбаев М.Т., Жақсыбаева Г.С.

**Қызылорда облысы Арыскұм кенорнындағы топырақ жамылғысының қазіргі күйі**

**Түйіндеме.** Бұл мақалада мұнайдың және мұнай өнімдерінің топырақ жамылғысына әсері зерттелді. Арыскұм кенорнындағы топырақтың генетикалық типтері қарастырылды. Топырақтың жағдайы анықталды.

**Түйін сөздер.** мұнай, топырақ, топырақ типтері, мұнай-газ саласы, мұнай өнімдері, қоршаған орта.

Сақтағанов М.Н., Ошакбаев М.Т., Жақсыбаева Г.С.

**Современное состояние почвенного покрова месторождения Арыскум Кызылординской области**

**Резюме.** В данной статье изучено воздействие нефти и нефтепродуктов на почвенный покров. Рассмотрены генетические типы почв месторождения Арыскум. Выявлено состояние почвы.

**Ключевые слова:** нефть, почва, типы почвы, нефтегазодобывающая отрасль, нефтепродукты, окружающая среда.

Saktaganov M.N., Oshakbaev M.T., Jaksybaeva G.S.

**The current state of the soil cover Aryskum Kyzylorda region**

**Summary.** This paper studies the effects of oil and oil products in soil. Examined the genetic soil types Aryskum. Revealed the state of the soil.

**Keywords:** oil, soil, types of soil, oil and gas industry, petroleum, environment.

О.М. Уткелбаев

(Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті,  
Алматы, Қазақстан Республикасы)

## СОЛТҮСТІК ХАРАСАН КЕНОРНЫНЫҢ ХАРАСАН-2 АЛАҢЫНЫҢ ГИДРОГЕОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҢЕ ГЕОЛОГИЯЛЫҚ СИПАТТАМАСЫ, ОНЫҢ КЕНДЕНЕСІН ЗЕРТЕУДЕГІ РӨЛІ

**Аңдатпа.** Харасан кен аймағындағы орналасқан гидрогенді-инфильтрациялық процесстерінің арқасында пайда болған кенорнының геологиялық, генезистік сипаттамаларын зерттеуде гидрогеологиялық жағдайлар өте маңызды рөл атқарады. Мақалада осы мәселелер толығырақ талқыланады. Талдау кенорындарын барлық геологиялық, тектоникалық, геоморфологиялық, минералдық құрамдары, химиялық құрамдары көрсеткіштерін зерделеу арқылы жүргізілгені көрсетіледі.

Сулы горизонттар төрт топқа бөлінеді. Кенкіріктіруші сулы горизонттар жоғары сумолдылықпен сипатталады және бұл жағдайлар кенді өтімділікпен өндіруге оң ықпалын тигізеді.

**Негізгі сөздер:** геология, кенаралас түзілімдер, уран, маастрихт горизонты,

Харасан кен ауданының геолого-құрылымдық айқындамасы мен геологиялық құрылысы екі құрылымдық қабатқа - қатпарлы іргетастың метаморфталған түзілімдері мен шөгінді тыстың бос түзілімдеріне бөлінеді. Шөгінді таужыныстары өз кезегінде екімүшелі құрылысты құрайды. Төменгі жікқабат жоғарғы бор, палеоген және плиоценнің платформалық түзілімдерімен, ал жоғарғы жікқабат - жоғарғы плиоцен мен төрттік кезеңнің суборогенді түзілімдерімен күрделіленген.

Негізгі кенаралас түзілімдері болып маастрихт, кампан және сантонның құмтасты қалыптасуы табылады. Коньяк және жоғарғы турон түзілімдері, Иркөл, Ақтам, Жаңақорған және Қызылту кенорындарының кенділігі, жатыстары көп тереңдіктерде (750-850м көп) бағаланбаған.

Харасан-2 алаңы Солтүстік Харасан кенорнының оңтүстік бөлігінде орналасқан. Солтүстігінде ол Харасан-1 алаңының оңтүстік шекарасымен, ал оңтүстік шекарасымен өнімді горизонттардың сүйірленуі шектелген. Алаңда уранды кендену үш әр жасты өнімді белдемдеріне: жоғарғы сантон, кампан және төменгі маастрихт бөлінген.

Кенорынның оңтүстік-шығыс қанатында кен кеніштері өнімді белдемдері шектерінде өздерін кимада қабаттестес (20-30м қалыңдықта) және планда әктасты, линза тәрізді денелер 10 км ұзындықта және 50-600м ендікпен көрсетілген. Бұл белдемдер алаңның шектерінде тор бойынша, негізінде олардың  $P_1$  болжамды категориясы бойынша бағалауға 3200-1600-100 м іздеу ұңғымаларының профилдерімен күрделіленіп жатыр. [1]

Кенорынның ауданның басқа нысандарымен жалпы геологиялық сипаттамасы бойынша ұқсастығы оларда кездесетін уран кенішінің заттық құрамы болып табылады және сол қалыпты кен белдемінде ілеспе компоненттер, олардың ішінде негізгілері селен, рений, ванадий, скандий және лантоноидтар кездеседі.

Жүргізілген геологиялық барлау жұмыстарының нәтижесінде уранды кендену қабаттық қышқылданудың регионалді роллолы фронтқа негізделгендігі және көптеген ұқсас түзсызықтарды беретін Оңтүстік Қарамұрын кенорнының оңтүстік жалғасымен орнатылған. Кенорынның Харасан-2 алаңында 600-663 м тереңдікте орналасқан жоғарғы сантон және кампан - маастрихт жасты аллювиалды және делювиалды - эллювиалды сүр түсті өткізгішті түзілімдерде үш кенді белдемдер айқындалды.

Кендену планда лента тәрізді үгінді ұзындығы 0,2 - 1,0 км, қалыңдығы 0,5 - 10,0 м болатын 4 - 15 км созылымдармен көрсетілген. Кен шоғырының пішіні қабатты - роллолы. Роллоның қап бөлігінде кен қалыңдығы 20 метрге жетеді, ал созылымда, әсіресе қанаттарында 1,0 - 5,0 м. кеннің орташа қалыңдығы 4 - 6 м құрайды. Кен құмдары кимада да, планда да гранулометриялық кластың әр түрлі өлшемді бөлшектерімен сипатталады. Кен құмдарының құрамында 0,5 - 0,25 мм фракциялар болады.[2]

Құмдардың минералдық құрамы - далашпатты - кварцты. Сынықты материал кварцпен (53-74%), далашпатымен (5-13%) көрсетілген. Жыныс сынықтары 8-19% құрайды. Құрама ретінде слюдалар (мусковит, хлорит, хлориттенген биотит) - 1,0 - 2 % кездеседі. Көмірлі өсінді детрит - орталарында - 2,5%. Сазды минералдар - 5 - 17%, фосфориттер - 1,16%. Аксессуарлы материалдар

ильменит, пирит, кальцит, сидерит, турмалин, гранат, апатит, рутил, лейкоксен, ставролит, дистен және басқа да минералдармен келтірілген.

Кенді минералдану настуранмен (40-50%) және коффиритпен (50-60%) келтірілген.

Настуран ұнтақ агрегат түрінде, колломорфты қабыршақтар мен қабықшалар, кварц, пирит, лейкоксен және басқа минералдар мен саз цементтің түйірлерінде буматәрізді ретінде кездеседі.

Коффинит созылған дөңбек пішінді (0,01 мм-ге дейін) береді және саз минералдармен және сынық түйірлердің бетінде тығыз орналасады.

Уран бөлігі өсімдік детритте, фосфоритте және басқа минералдарда жинақталған күйінде кездеседі.

Кен белдемі бойынша уранның орташа құрамы - 0,1%.

Кенорын кенінің технологиялық қасиеті бойынша 2,0 - 11,0 м/тәул фильтрация коэффициентімен сипатталатын ұсақ және орта түйірлі фракция құрайтын құмдармен көрсетілген. Уранды минералдар жіңішке дисперлі пішінде кездеседі және әлсіз концентрленген күкірт қышқылы ерітіндісінде жеңіл өтеді.[2]

Жұмыс ауданы гидрогеологиялық жағынан Сырдария артезианды бассейнінің солтүстік - шығыс бөлігінде, жерасты суларының транзит белдемінде орналасқан. Қимада екі сулы горизонт (плиоцен, миоцен) және бес сулы кешендері (төрттік, палеоцен - төменгі - ортаңғы эоцен, жоғарғы турон - сенон, сеноман, палеозой) қатынасы қабылданған, олар өзара региональді, суайдағыш жыныстармен бекітілген. [3]

I. *Плиоцен - төрттік сулы горизонт*  $N_2-Q$  барлық жаққа таралу қасиетіне ие. Суараластырғыш болып құмдар, ірі түйірлі және жіңішке түйірлі линзалармен қосылған құмдар, катундармен және саздың ұсақ қабатшаларымен нашар сұрыпталған құмдар табылады. Горизонт қалыңдығы оңтүстік бағытта 45-тен 108 метрге өсіп отырады. Горизонттың жерасты сулары айдаусыз, статикалық деңгейдегі жатыс тереңдігі мезгілдік сипат әкеледі және 0-ден 5 м-ге ауысып отырады. Грунт ағыны бетінің пішіні Сырдария өзенінен солтүстік – шығысқа 0,0009 әлсіз гидравликалық еңіспен тегіс болып келеді.

Төменгі суайдалу неоген мен палеогеннің сазды - алевролитті түзілімдер қалыңдықтары орын алады.

Суаралас жыныстардың сумолдылығы мен өткізгіштігі сипатталады. Ұңғыманың меншікті дебиттері 0,2 л/сек-тен 2,2 л/сек-қа тербеліп отырады., фильтрация коэффициенті - 1 м/тәул - 14 м/тәул.

Барлық заңдылықтар болып тығыз немесе азтұзды су 15-20 метр тереңдікке дейінгі сулы горизонттың жоғарғы бөлігіндегі үлесі саналады, тереңдіктен минералдану Пг/л - ге көбейеді. Тығыздалған сулар магистральді арналар жағасында тараған. Сулар химиялық құрамы бойынша сульфатты - хлоритті - натрийлі - кальцийлі, магнийлі аз кездеседі. Горизонттың жерасты сулары Оңтүстік Қарамұрын кенорнында өнеркәсіптік алаңдарды техникалық сумен қамтамасыз ету үшін пайдаланылады.

II. *Жоғарғы палеоцен сулы горизонты*  $P_1^2$  гипстармен, 15 м қалыңдықта жарылымды ангидриттермен көрсетілген. Горизонт эоценді саздармен жабылған, дат жікқабаты мен палеоцен саздарымен созылып жатыр. Сулы горизонт аз суланған, сүеткізгіштік коэффициенті 1 м<sup>2</sup>/тәул-тен аз емес. Сулар жоғары айдалмалы. Пьезометрлік деңгейлер жер бетінен 0,3 - 0,5 м биіктікте орналасқан. Судың химиялық құрамы сульфатты - хлоритті - натрийлі, минералдану 19,5-20,0 г/л. Су температурасы 25°C.

III. *Жоғарғы бор сулы горизонты*  $K_2$  кампан ( $K_2$  km) және маастрихт ( $K_2m$ ) подгоризонттарынан тұрады және кенкіріктіруші болып табылады. Сукіріктіруші жыныстар болып 15 - 50 м қалыңдықтағы құмдар саналады. Жоғарғы сукіріктіруші саздар, алевролиттер және дат жікқабатының құмтастары қатынасады. Төменгі сукіріктіруші болып сантон жікқабатының жоғарғы бөлігінің сазды - алевролитті түзілімдері саналады. Бұл жыныстар региональді сутірек болып табылады.

Кампан - маастрихт сулы горизонты жабынының жатыс тереңдігі солтүстіктен оңтүстікке 380 - 400 м-ден 600 - 672 м-ге көбейіп отырады.

Маастрихт сулы подгоризонты - негізгі кенкіріктіруші. Сукіріктіруші 6 - 37 м қалыңдықта әр түйірлі құмдар болып табылады. Сулы құмдардың ішкі жағында құмтастар мен алевролиттердің линзалары мен ұсталмайтын қабаттары таралған. Кампан сулы подгоризонты көбінесе орта түйірлі құмдармен көрсетілген. Горизонт қалыңдығы 2 м-ден 34 м-ге өзгеріп отырады. Тәуліктік сутірек маастрихт және кампан сулы подгоризонттарымен бөлінген, қалыңдық бойынша ұсталмаған және «терезе» тәрізді сүйірленген горизонттар арасында гидравликалық байланыс жүзеге асады. [3]

Горизонттың жерасты сулары жоғары айдаулармен ерекшеленеді және жер бедері пішінінен 1,5 - 7 м пьезометрлік беттеріне жақын жатыстарымен сипатталады.

Жерасты суларының қоректенуі Қаратау жотасы мен Батыс Тянь-Шань тауалдындағы кен алаңының шығыс және оңтүстік - шығысымен өтеді. Кенді аудан солтүстік - шығысқа бағытталатын ағынның жерасты суы транзит облыстарында орналасқан.

Кенкіркіртуші горизонттардың сулары жоғары сумолдылықпен және өтімділікпен игеріледі: құмдардың фильтрация коэффициенті - 8,9-11 м/тәул, сүткізгіштік коэффициенті -335-358,6 м<sup>2</sup>/тәул, пьезоөткізгіштік коэффициенті - 1,4\*10<sup>6</sup>м<sup>2</sup>/тәул.

Сулар химиялық құрамы бойынша сульфатты - хлоритті - гидрокарбонатты - натрийлі - кальцийлі, нығыз, аз сілтілі. Жерасты суларының температурасы - 34°C - 36°C құрайды.

Төмен жатқан сантон, жоғарғы турон - коньяк және палеозой сулы горизонттары техникалық ұңғымалармен қиылыспайды. Сантон жікқабатының жерасты сулары Солтүстік Қарамұрын кенорнын техникалық сумен қамтамасыз ету және ішу үшін пайдаланылады.

Сулы горизонттардың сипаттамасы кенорнының кен шоғырларын ПСВ жергіліктілендіру жағдайы үшін құжаттандырады. Және бірауқытта техникалық ұңғымалардың сапалы құрылуындағы қажеттіліктерде сулы құрылымның кенкіркіртуші горизонтымен көрсетеді.

#### ӘДЕБИЕТТЕР

1. Месторождения урана Казахстана. Справочник – Алматы, 2005.
2. *Аубакиров Х.Б.* Главнейшие факторы, контролирующие размещение урановых месторождений Казахстана. (новая концепция) в книге Геология и минерагения Казахстана. – Алматы, 2000. С. 54-57.
3. *Петров Н.Н., Язиков В.Т., Аубакиров Х.Б. и др.* Урановые Месторождения Казахстана – Алматы, 1995. С. 67-72.

#### REFERENCES

1. Mestorozhdeniya urana Kazakhstan. Spravochnik – Almaty, 2005.
2. *Aubakirov X.B.* Glavneishie faktory, rontroliruiushie razmesheniye uranovykh mestorozhdeniy Kazakhstan (novaya koncepciya) v kinge Geologiya i minerageniya Kazakhstan. – Almaty, 2000. S. 54-57.
3. *Petrov N.N., Yazikov V.T., Aubakirov X.B. i dr.* Uranovyye mestorozhdeniya Kazakhstan – Almaty, 1995. S. 67-72.

Өткелбаев О.М.

**Солтүстік Харасан кенорнының Харасан-2 алаңының гидрогеологиялық және геологиялық сипаттамасы, оның кенденесін зертеудегі рөлі**

**Түйіндеме.** Мақалада Харасан кен ауданындағы уран кенорындарының геологиялық, стратиграфиялық, тектоникалық, минералогиялық сипаттамалары мен химиялық құрамдары толық түрде келтірілген. Кенорындардың гидрогеологиялық жағдайларына аса көңіл бөлінген. Гидрогеологиялық жағдайлардың кендену процестеріне және кенді өндіру процестеріне тигізетін ықпалдары баяндалған.

**Негізгі сөздер:** геология, кенаралас түзілімдер, уран, маастрихт горизонты.

Уткелбаев О.М.

**Геологическое и гидрогеологическое описание рудного поля Харасан-2 в месторождении Северный Харасан**

**Резюме.** В статье рассмотрены геологические, стратиграфические, тектонические, минералогические описание и химический состав, особенности урановых месторождений рудных зон Харасан. Особенно выделены гидрогеологические положения на месторождениях. Описаны влияние гидрогеологических положений в процессе добыче руды и в рудообразовании.

**Ключевые слова:** геология, рудовмещающие образования, уран, горизонт.

Utkelbayev O.M.

**The role of North Kharasan ore zone's hydrological and geological properties of ore research**

**Summary.** In this item Kharasan ore zone of the uranium zones geological, stratigrafic tectonical, mineralogical descriptions and chemical, structures were given hydrogeological, states given a lot of attention. States hydrogeological and ore proces, and mine declared hydrogeological states of ore zones are given a lot of attention. Hydrogeological states of process states ore zones and mine proccess are declared.

**Key words:** geology, ore-hosting formation, uranium, horizon of maastrikht

УДК 574(043)

С.К. Курбаниязов<sup>1</sup>, Н.Т. Ходжаев<sup>2</sup> З.К. Абдикулова<sup>1</sup>, Ю.А. Пирмаханов<sup>3</sup>,  
Б.Тасболат<sup>1</sup>, Г.Ж. Койшиева<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>Международный казахско-турецкий университет имени Х.А.Ясави,  
Туркестан, Республика Казахстан

<sup>2</sup>ГП НИИ Минеральных ресурсов, ГК Республики Узбекистан по Геологии и минеральным ресурсам,  
Узбекистан, г.Ташкент)

## ГЕОЛОГИЯ БЕНТОНИТОВЫХ ГЛИН МОЛДЫАГАШ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В БУРОВЫХ РАСТВОРАХ

**Аннотация.** Рассматривается геология бентонитовых глин Молдыагаш и их применение в буровых растворах.

Технологические испытания лабораторных проб показали, что глины пригодны для производства керамзитового гравия марок 350-400 при добавке 0,5 % мазута, а также, для буровых растворов марки Б-6.

Меловой период характеризуется небольшими по амплитуде подъемами и опусканиями. Далее происходит постепенное опускание всей Чу-Сарысуйской депрессии с накоплением морских палеоценовых, а затем нижне-эоценовых осадков песчано-глинистого состава. В начале среднего эоцена по всей вероятности, в связи с локальными тектоническими движениями произошло поднятие с последующим размывом и осадконакоплением в среднеэоценовое время. С конца верхнего эоцена, на описываемой территории продолжалось постепенное опускание с отложением однообразной толщи глин верхнего эоцена – нижнего олигоцена. В конце нижнего – начале среднего олигоцена происходит общее поднятие, в результате чего устанавливается континентальный этап развития.

Важно отметить использование бентонитовых глин при приготовлении буровых и строительных растворов, а также в качестве сырья для производства тепло- и гидроизоляционных материалов. Из этого материала производятся буровые смеси, обладающие высокими эксплуатационными свойствами и обеспечивающие отличные результаты при вертикальном или горизонтальном бурении. Благодаря своим уникальным свойствам, бентонит широко применяется при бурении скважин для удаления из забоя и ствола скважины обломков разбуриваемых пород. Физические и химические свойства бурового раствора играют важную роль в достижении успеха в буровых операциях. Эти свойства раствора являются, возможно, единственными переменными во всем процессе бурения, который можно быстро изменить для повышения эффективности бурения.

**Ключевые слова:** Геология, полезные ископаемые, условие образование бентонитовых глин, керамзитовая гравия, буровые растворы.

Государственным балансом запасов полезных ископаемых Республики Казахстан учтено 19 месторождений бентонитовых глин. В Южно-Казахстанской области находятся **Келесское, Молдыагаш, Ибата, Кыземшек, Ленинское**. Исследуемое нами Молдыагашское месторождение бентонитовых глин приурочено к ядру Кайнарского выступа, ограниченного двумя субвертикальными разломами северо-восточного простирания и операционными их нарушениями. Продуктивная толща представлена зелеными глинами чаганской свиты верхнего эоцена - нижнего олигоцена. В ее основании залегают кварц-полевошпатовые пески с редкими прослоями глин и песчанников среднеэоценового возраста с напорными водами. В кровле залегают песчано-гравийные отложения, валунно-галечные конгломераты, пески, супеси и суглинки четвертичного возраста средней мощностью 2,1 м. Пластообразные горизонтальные залежи бентонитовых глин Кайнарского месторождения имеют северо-восточное простирание. Длина ее 800 м, ширина 370-750 м, мощность 1,6-17,5 м (средняя 8,7 м), глубина залегания кровли 0-8,7 м.

Геологическое строение района в основном относится к образованию кайнозоя, которое представлено отложениями палеогеновой, неогеновой и четвертичной систем [5],

Палеогеновая система представлена морскими отложениями. Средний эоцен ( $P_2^2$ ). Отложения этого возраста обнажаются у южной рамки описываемой площади в виде узкой полосы. На нижележащие отложения песчано-глинистой толщи среднего эоцена ложится с размывом и заметным перерывом. Литологически отложения представлены мощной толщей песков, чередующихся с прослоями песчанников и глин. Мощность толщи среднего эоцена достигает 105 м.

Отложения в верхнем эоцене – нижнем олигоцене ( $P_2^3 - P_3^1$ ), получившие название чаганской свиты, имеют естественные выходы в слабо выраженных чинках по склонам увалов в предгорной части Каратау, по линии тектонических нарушений на буграх Кок-Тюбе, Уске и близ поселка Кайнар. Отложения этой толщи с размывом залегают на подстилающей их песчано-глинистой толще среднего эоцена. Они слож-

ны однообразной толщей светло-зеленых, серо-зеленых, иногда голубовато-серых и темно-серых глин. Общая мощность достигает 50-70 м. К отложениям данной свиты приурочено разведанное месторождение бентонитовых глин Молдыагаш. Континентальные отложения представлены чаганской свитой с глупоком размывом, лежащих континентальными отложениями олигоцена.

В среднем олигоцене ( $P_3^2$ ) отложения обнажаются по склонам увалов в южной части района. Сложены они мощной толщей красноцветных глин с прослоями алевролитов, песков и песчанников. Общая вскрытая мощность достигает 144 м.

Неогеновая система плиоценового ( $N_2$ ) отложения обнажается в северо-западной части района. Литологически они представлены мощной пачкой конгломерато-брекчий различных изверженных и метаморфических пород на песчано-глинистом, известковистом цементе, мощность отложений достигает 155 м.

Четвертичная система месторождения в рассматриваемом районе имеет широкое распространение. Она представлена континентальными образованиями различного генезиса. Нижнечетвертичные отложения ( $Q_I$ ) – распространены в юго-западной части района и представлены галечными и валунно-галечными конгломератами на известковом цементе, а также кварц-полевошпатовыми разнозернистыми песчанниками, мощность толщи 20 м. Среднечетвертичные отложения ( $Q_{II}$ ) – занимают большую площадь и распространены в центральной, южной и северной частях описываемого района.

В верхней части реки Суиндыксай они слагают вторую надпойменную террасу и представлены слабо сцементированными конгломератами и различно окатанным валунным галечником. В основании разреза залегают разнозернистые гравийные пески и серые глины. Четвертичные отложения в центральной части района слагают слабо расчлененную предгорную равнину. Представлены они разнозернистыми песками со значительной примесью валунно-галечного материала, с прослоями песчанников и песчаных мергелей. Мощность отложений достигает 4 м. Верхнечетвертичные отложения ( $Q_{III}$ ) распространены в южной части района и представлены кварцевыми и кварц-полевошпатовыми гравийными песками с мелкой галькой и прослоями суглинков, серой глины и песчанников мощностью 39 м.

Нерасчлененные верхнечетвертичные и современные, эоловые отложения ( $Q_{III-IV}$ ) распространены в северо-восточной части района. Они слагают крупный песчаный массив Муонкум, где образуют грядовые и бугристые формы рельефа. Представлены серыми, желтовато-буровато-серыми кварц-полевошпатовыми мелко- и среднезернистыми песками. Мощность их колеблется от 5-9 до 18-20 м. Современные отложения ( $Q_{IV}$ ) приурочены, в основном к многочисленным, большей частью пересыхающим руслам. Представлены они валунно-галечным, крупногалечным и щебенистым материалом с примесью песчаных и глинистых фракций, мощность отложений достигает 7 м.

Меловой период характеризуется небольшими по амплитуде подъемами и опусканиями. Далее происходит постепенное опускание всей Чу-Сарысуйской депрессии с накоплением морских палеоценовых, а затем нижнеэоценовых осадков песчано-глинистого состава. В начале среднего эоцена, по всей вероятности, в связи с локальными тектоническими движениями произошло поднятие с последующим размывом и осадконакоплением в среднеэоценовое время. С конца верхнего эоцена на описываемой территории продолжалось постепенное опускание с отложением однообразной толщи глин верхнего эоцена – нижнего олигоцена. В конце нижнего – начале среднего олигоцена происходит общее поднятие, в результате чего устанавливается континентальный этап развития.

В процессе полевых и лабораторных исследований «ГОО Алекс- Минерал и К» совместно с ГОО ПИЦ «Геоаналитик» проведены гранулометрические, химические, петрографические и минералогические анализы (таблицы 1-3). Вместе с тем, использованы материалы геологов С.А. Болукова и И.И. Гресе 1960-1962 годов, а также отчетные данные Георгиевской ГРП ПГО «Южказгеология» составленные в 1981 году при поисках бентонитовых глин в районе поселков Сузак и Чулак-Курган.

Таблица 1. **Химический состав глин месторождения Молдыагаш**

Литологические разновидности глин	Содержание компонентов, % (от-до/среднее) на сухое вещество				
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	п.п.п.
Аргиллитиподобные	36,09-58,31 44,4	26,73-40,55 36,11	0,09-4,29 1,41	0,5-5,37 1,92	10,19-16,0 14,32
Аргиллитиподобные углистые	31,4-49,94 40,09	24,92-41,42 33,45	0,28-3,1 1,85	0,38-4,58 1,72	46,0-33,0 20,72
Пластичные	31,88-77,44 47,0	25,25-40,87 32,24	0,41-4,19 2,65	0,18-4,31 1,72	7,05-16,0 13,14
Пластичные углистые	32,99-64,62 40,0	25,29-39,06 30,27	0,28-3,39 2,26	0,79-4,31 1,59	16,0-35,0 22,79
Аргиллитиподобные пластичные и песчаные	33,53-67,1 60,78	20,32-36,03 23,02	0,6-4,1 2,44	0,88-3,34 1,6	7,47-11,36 9,64

Сопоставление типового химического состава бентонитов, используемых для производства глинопоршков, с составом глин месторождения Молдыагаш, приведено в таблице 1.1 [3].

Таблица 1.1. Сопоставление типового химического состава бентонитов, используемых для производства глинопоршков, с составом глин месторождения Молдыагаш

Типовой химический состав бентонитов		Химический состав глин месторождения Молдыагаш
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,55	19,80
SiO <sub>2</sub>	52,30	52,78
TiO <sub>2</sub>	0,95	0,78
CaO	5,49	3,23
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,2	10,28
K <sub>2</sub> O	0,92	2,37
Na <sub>2</sub> O	1,92	1,77
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,12	н/опр
MgO	3,03	2,30
S	0,36	1,15

Из сопоставления видно, что глины месторождения Молдыагаш в значительной степени отличаются от типового химического состава бентонитов повышенным содержанием Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; K<sub>2</sub>O; S и пониженным содержанием SiO<sub>2</sub>; TiO<sub>2</sub>; CaO; Na<sub>2</sub>O; MgO. Последнее свидетельствует о смешанном составе глин.

Таблица 2. Содержание тонкодисперсных фракций в глинах

Группы глин	Содержание частиц, %, размером менее	
	10 мкм	1 мкм
Высокодисперсные	Свыше 85	Свыше 60
Среднедисперсные	60...85	40...60
Низкодисперсные	30...60	15...40
Грубодисперсные	Менее 30	Менее 15

Таблица 3. Минеральный состав глин месторождения Молдыагаш

Минералы, содержащиеся в глинах	Минералы, загрязняющие глины
Каолинит (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·2SiO <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O)	Кварц(SiO <sub>2</sub> )
Андалузит, дистен и силлиманит (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·SiO <sub>2</sub> )	Гипс (CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O)
Галлуазит (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·SiO <sub>2</sub> ·H <sub>2</sub> O)	Доломит (MgO·CaO·CO <sub>2</sub> )
Гидраргиллит(Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·3H <sub>2</sub> O)	Кальцит (CaO·CO <sub>2</sub> )
Диаспор (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·H <sub>2</sub> O)	Глауконит (K <sub>2</sub> O·Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·4SiO <sub>2</sub> ·10H <sub>2</sub> O)
Корунд (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	Лимонит (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·3H <sub>2</sub> O)
Монотермит (0,2[K <sub>2</sub> MgCa]0·Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·2SiO <sub>2</sub> ·1,5H <sub>2</sub> O)	Магнетит (FeO·Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )
Монтмориллонит (MgO·Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·3SiO <sub>2</sub> ·1,5H <sub>2</sub> O)	Марказит (FeS <sub>2</sub> )
Мусковит (K <sub>2</sub> O·Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·6SiO <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O)	Пирит (FeS <sub>2</sub> )
Наркит (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·SiO <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O)	Рутил (TiO <sub>2</sub> )
Пирофиллит (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·4SiO <sub>2</sub> ·H <sub>2</sub> O)	Серпентин (3MgO·2SiO <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O)
	Сидерит (FeO·CO <sub>2</sub> )

Важно отметить использование бентонитовых глин при приготовлении буровых и строительных растворов, а также в качестве сырья для производства тепло- и гидроизоляционных материалов. Из этого материала производятся буровые смеси, обладающие высокими эксплуатационными свойствами и обеспечивающие отличные результаты при вертикальном или горизонтальном бурении. Благодаря своим уникальным свойствам, бентонит нашел широкое применение при бурении скважин для удаления из забоя и из ствола скважины обломков разбурываемых пород. Физические и химические свойства бурового раствора играют важную роль в достижении успеха в буровых операциях. Эти свойства раствора являются, возможно, единственными переменными во всем процессе бурения, который можно быстро изменить для повышения эффективности бурения.

Плотность бурового раствора непосредственно связана с количеством и средним удельным весом твердой фазы в системе. Контроль плотности очень важен, потому что гидростатическое давление, создаваемое столбом бурового раствора, необходимо для противодействия пластовым давлениям и предотвращения смятия ствола.

Геология буровых растворов и связанная с ней гидравлика кольцевого пространства непосредственно связаны с тем, насколько эффективно очищается ствол и насколько он стабилен.

Выход раствора является интегральным показателем качества бентонита. Этот расходный показатель раствора зависит от минералогического состава, тонкости помола и технологии модификации. Идеальным вариантом является использование глин с высоким содержанием монтмориллонита с преобладающим содержанием в обменном комплексе ионов калия и натрия (щелочные бентониты), что достигается, как правило, технологией модификации низкокачественных глин.

При проведении предварительной разведки (по результатам минералогических исследований) глины были отнесены к классу существенно-монтмориллонитовых с примесью каолинита, гидрослюды, кварца и цеолитов[2]. Более детальными исследованиями, проведенными на стадии детальной разведки, установлено, что глины относятся к хлорит-гидрослюдисто-бейделлитовому типу и состоят из:

монтмориллонита-5-10%;

бейделлита – 10-36%;

гидрослюды – 32-35%;

хлорита - до 8%;

гидроокислов железа - до 7%.

Следует отметить, что бейделлитовые глины генетически занимают промежуточное положение между каолинитовыми и монтмориллонитовыми глинами и по химическому составу имеют черты сходства с теми и другими, а также с гидрослюдистыми глинами. В соответствии с особенностями строения бейделлит относится к минералам-сросткам и является одним из компонентов бентонитовых глин.

В соответствии с требованиями современной промышленности, к монтмориллонитовым относятся глины, в которых содержание монтмориллонита составляет более 70%. Все глины, в которых монтмориллонита менее 70 % или вместо монтмориллонита присутствует какой-либо другой минерал из группы смектитов (бейделлит и др.), следует относить к бентонитоподобным глинам или «бен-тоноидам». Следовательно глины месторождения Молдыагаш по минералогическому составу относятся к классу бентоноидов[1]. Основной вредной примесью, выявленной в составе глин месторождения, является гипс, содержание которого достигает 1-2%.

Гранулометрический состав сырья месторождения определен по результатам исследования 29 рядовых и 2-х лабораторно-технологических проб. В результате исследований установлено, что глины месторождения Молдыагаш относятся:

-по содержанию крупнозернистых включений

-по содержанию тонкодисперсных фракций

-к группе «с низким содержанием»

-к группам «низко и среднедисперсным»

По гранулометрическому составу сырье месторождения отличается высокой выдержанностью как по площади, так и по глубине. По пластичности глины месторождения относятся в основном к среднепластичным и высокопластичным. Число пластичности по рядовым пробам колеблется от 23 до 62,6.

Содержание в глинах частиц песчаной фракции колеблется от десятых долей 1-3% т. е. не превышает значений регламентируемых требованиями к сырью для производства буровых растворов. Метод определения массовой доли песчаной фракции в пробах заключался в определении фракции 0,5-0,05мм после промывки из пробы суспензии на сите 0,1 мм.

Для получения качественной глинистой суспензии используемой при буровых работах, основную роль играет минералогический состав глин и количество в них тонкодисперсных частиц. [4]. Содержание тонкодисперсных частиц с размерами менее 1,0-1,5 мк в глинах высокого качества должно составлять 98-99%. Качество щелочноземельных бентонитов может быть повышено путем обработки их натриевыми солями.

Технологические испытания лабораторных проб показали, что глины пригодны для производства керамзитового гравия марок 350-400 при добавке 0,5 % мазута, а также для буровых растворов марки Б-6. При модифицировании возможно получение раствора марки Б-8. Запасы глин составили по категории С<sub>1</sub> -2263м<sup>3</sup>.



В результате испытаний рядовых проб установлено, что выход раствора стандартной вязкости по рядовым пробам колеблется в пределах от 3,6 до 6,0 м<sup>3</sup>/т. По лабораторно технологическим пробам выход раствора составил соответственно 3,7 и 4,0 м<sup>3</sup>/т, то есть глины относятся к марке Б-6. Модификация проб путем добавления кальцинированной соды существенного эффекта в повышении выхода раствора не дает.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бетехтин А.Г. Курс минералогии.-3-е изд.- М.: «КДУ», 2007.-721с.
2. Гребенюкова Л. Крисаллография, минералогия и петрография. Астана «Фолиант» 2011.- 706с.
3. Белоусова О.Н. Михина В.В. Общий курс петрографии. М.: «Недра» 1972.-350с.
4. Соколов В.Н. Глинистые породы и их свойства. М.: «Науки о Земле» 2000.-275с.
5. Ермолов В.А. Ларичев Л.Н. Мосейкин В.В. Основы геологии (часть 1). М.: «МГУ» 2004.325с.

Курбаниязов С.К., Ходжаев Н.Т., Абдикулова З.К., Пирмаханов Ю.А., Тасболат Б., Койшиева Г. Ж.

#### **Молдыағаш бентонит саздарының геологиясы және олардың қазба ерітінділерінде қолданылуы**

**Түйіндеме.** Мақалада Молдыағаш бентонит лайының геологиялық зерттеулері (минералогиялық, гранулометриялық, силикаттық химиялық, петрографиялық) және олардың физикалық қасиеттері сипатталған. Айта кету қажет лайды құрылыс пен жылу-гидроизоляциялық материалдар ретінде қолданылуға болатыны көрсетілген. Сонымен қатар лабораториялық зертханада өткізілген технологиялық сынамалардың нәтижесі Молдыағаш лайына 0,5% мазутты қосу арқылы 350-400 маркалы керамзит алумен қатар лайды Б-6 маркалы геологиялық бұрғылау ерітіндісіне пайдалануға болатыны айтылған. Ауданда бор дәуірі көтерілу және түсумен сипатталады. Шу-Сарысу аймағы әрі қарай палеоцендік теңіздік және төменгі эоцендік құмды-лайлы жыныстардан құралған ойыстанумен жалғасады. Ортанғы эоцендік кезеңде көтерілу басталып олигоценде құрлықтық ортаға ие болатыны көрсетілген. Геологиялық барлау нәтижесі Молдыағаш бентониті кенінің қоры С<sub>1</sub>-2263 м<sup>3</sup>. санатына жатқызуға болатыны көрсетілген.

**Түйін сөздер:** Геология, пайдалы қазбалар, бентонит лайларының жаралу жағдайы, керамзит қыйыршық тасы, бұрғылау ерітіндісі.

*S.Kurbaniyazov, N.Khodzhayeva, Z.Abdikulova, Yu.Pirpakhanov, B.Tasbulat, G.Koyishiyeva*

#### **Geology of bentonites clays of moldyagash and their application in chisel solutions**

**Summary.** This article deals with geology bentonites clays of Moldyagash and their application in chisel solutions.

Technological research of laboratory tests have shown that clay are suitable for manufacture ceramzite gravel of marks 350-400 at an additive of 0,5 % of black oil. Besides, clay is suitable for chisel solutions of mark Б-6.

The cretaceous period is characterized by small lifting on amplitude and lowering. Further there was a gradual lowering of all Chu-Sarysu depressions to accumulation sea Paleocene, and then low Eocene precipitation of sandy-argillaceous structure. In the average beginning of Eocene most likely, in connection with local tectonic movements there was a rising to the subsequent washout and sedimentation in Middle Eocene time. From the end top of Eocene in described territory gradual lowering with adjournment of monotonous clay thickness of Eocene top - bottom Oligocene preceded. In the end of bottom - the average beginning Oligocene there is a general raising therefore the continental stage of development is established.

It is important to note use bentonites clay at preparation of chisel and building solutions, and also as raw materials for manufacture warmly - and waterproofing materials. From this material the chisel mixes possessing high operational properties and providing excellent results at vertical or horizontal drilling are made. Thanks to the unique properties bentonites has found wide application at drilling of chinks for removal from a face and from a trunk of a chink of fragments drillable breeds. Physical and chemical properties of a chisel solution play an important role in achievement of success in chisel operations. These properties of a solution are, probably, unique variables in all process of drilling which can be changed quickly for increase of efficiency of drilling.

**Key words:** Geology, mineral resources, the condition of the formation of bentonites clay, clay gravel, drilling mud.

О.М. Белослюдов, Н.Б. Узбеков, С.Б. Жарасова, Е.М. Мусаев,  
С.Ж.Узбекова, Б.К. Раймбеков  
(Институт сейсмологии, Алматы, Республика Казахстан)

## ГЕОМАГНИТНЫЕ АНОМАЛИИ НАКАНУНЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ В СЕВЕРНОМ ТЯНЬ-ШАНЕ

**Аннотация.** Алматинский сейсмоопасный район является одним из высокосейсмоактивных районов не только в Юго-Восточной части Казахстана, но и на всей Центральной Азии. Сейсмическая активность отдельных участков Алматинского сейсмоопасного района неоднородна. Наиболее сильные землетрясения следует ожидать в Алматинской сейсмогенной зоне и Кунгей-Заилийской мегазоне, включающие в себя Байсаурын-Чиликскую, Северо-Кунгейскую, Чилико-Кеминскую зоны. Для оценки сейсмической опасности и прогноза сильных землетрясений в Алматинском сейсмоопасном районе проводится комплексный сейсмический мониторинг. В комплекс входят наблюдения за вариациями геомагнитного поля. Основной объем геомагнитных исследований сосредоточен на территории этих зон и прилегающих к ним районов (Алматинский прогностический полигон). Приведена информация по действующим магнитовариационным станциям Алматинского прогностического полигона и методика измерения за вариациями геомагнитного поля (ГМП). Исследованы связи вариаций магнитного поля с сеймотектоническими процессами (землетрясениями). На основании теоретических и модельных исследований проявления тектономагнитного и электрокинетического эффектов в магнитном поле, предложена методика выделения локальных геомагнитных аномалий-предвестников землетрясений.

**Ключевые слова:** землетрясение, предвестники землетрясений, геофизические поля, геомагнитные аномалии, магнитовариационные станции.

Исследование связи вариаций магнитного поля с сеймотектоническими процессами (землетрясениями) проводятся во всех сейсмоопасных районах мира [1].

Физической основой изменения электромагнитных полей являются процессы разрушения (дислокация) и физико-химические явления, протекающие во флюидопроводящих системах и прилегающих породах. Их роль в формировании аномалий в вариациях электромагнитных полей неодинакова. В настоящее время получили признание два основных механизма возникновения предвестников в стационарном геомагнитном поле – тектономагнитный (пьезомагнитный) и электрокинетический эффекты [2,3]. В основе сейсмомагнитных методов прогноза положено явление изменения величины магнитной восприимчивости изверженных горных пород, богатых магнетитом, таких, как базальты, андезиты, диабазы и пр. При изменении механических напряжений в образцах этих горных пород было обнаружено явление, исследованное и описанное С.П. Капицей почти 50 лет тому назад [4]. В результате этих исследований обнаружено [4] незначительное (максимальный эффект порядка 2%) понижение магнитной восприимчивости базальтов при одностороннем сжатии образцов на прессе при изменении давления от 0 до 1 кбар. Несмотря на малые значения эффектов, исследование и даже попытки использования эффектов изменения геомагнитного поля, якобы связанных с вариацией тектонических напряжений, получили широкое развитие в мире.

Другой широко распространенный в горных породах механизм возникновения сейсмомагнитных эффектов обусловлен электрокинетическими явлениями. Вследствие перераспределения упругих напряжений перед землетрясениями возникает перепад давления поровой жидкости и ее диффузия по капиллярным трещинам. Движение раствора в системе капилляров сопровождается появлением электрического тока. Расчеты показали, что величина изменения магнитного поля обусловленного электрокинетическими явлениями могут достигать до первых единиц нТл.

Сейсмическая активность отдельных участков Алматинского сейсмоопасного района неоднородна. Наиболее сильные землетрясения следует ожидать в Алматинской сейсмогенной зоне и Кунгей-Заилийской мегазоне, включающие в себя Байсаурын-Чиликскую, Северо-Кунгейскую, Чилико-Кеминскую зоны [5]. Поэтому основной объем геомагнитных исследований сосредоточен на территории этих зон и прилегающих к ним районов (Алматинский прогностический полигон).

В настоящее время на Алматинском прогностическом полигоне (АПП) функционируют 17 магнитовариационных станций (МВС). Средние расстояния между МВС составляют 50-70 км (рис. 1). Аппаратурный парк полигона оснащен прецизионными приборами МВ-07 (модульные) и МВ-03 (компонентные). Среднеквадратическая погрешность прибора МВ-07 составляет 0.1 нТл. Системати-

ческая погрешность абсолютных измерений не более  $\pm 0.5$  нТл. С целью повышения надежности на опорной станции Курты установлены 2 прибора МВ-07.

**Компонентные геомагнитные наблюдения.** На полигоне до 1998г. наблюдения за вариациями компонент геомагнитного поля (H, Z, D) проводились относительными кварцевыми вариационными станциями "ИЗМИРАН-4" на двух станциях (Тургень и Курам). Начиная с 1998г. они заменены абсолютными прецизионными МВС МВ-03 (Курты, Кастек, Известковая и Саты). Среднеквадратическая погрешность измерений прибора МВ-03 в режиме МВС составляет по модулю - 0.1 нТл, по компонентам Z, X, Y - 1.5 нТл. Максимальное отклонение от абсолютных значений (систематическая погрешность) по модулю - не более 1 нТл, по компонентам - не более 2 нТл. Дискретность измерения - 1 мин.

Исследование метрологических параметров и оценка аппаратурно-методических погрешностей приборов показали, что как при кратковременных, так и при долговременных наблюдениях может быть реализована точность измерений на уровне первых десятых долей измеряемых величин [6, 7].

В целом методика измерения направлена на получение непрерывных рядов геомагнитного поля (ГМП) на каждом пункте наблюдения (рис. 2). К настоящему времени на АПП накоплены ряды наблюдений вариаций ГМП длительностью более 30 лет (1982-2012гг.).

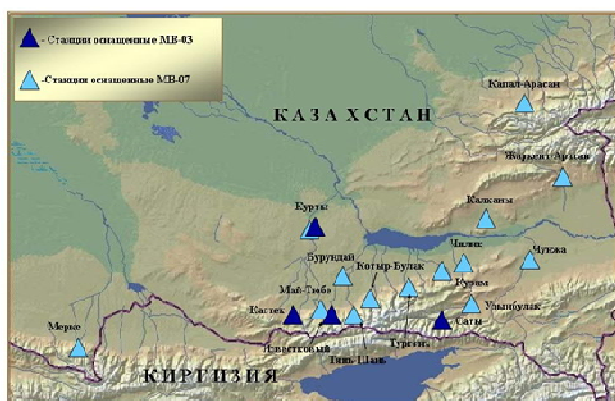


Рис. 1. Схема расположения магнитовариационных станций в Алматинском сейсмоопасном регионе

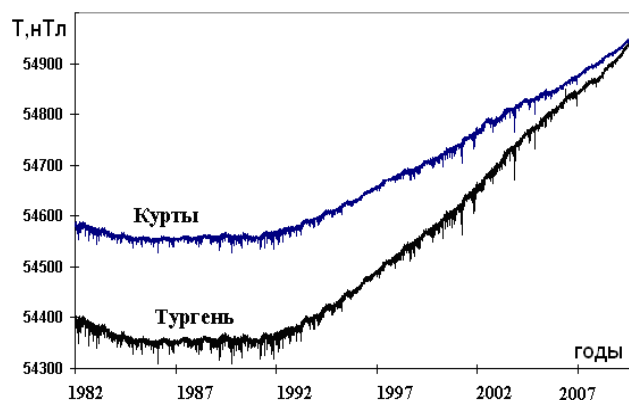


Рис. 2. Графики суточных значений наблюдаемого геомагнитного поля МВС Тургень и Курты

**Тектономагнитный эффект на МВС Алматинского полигона в периоды сильных землетрясений с  $M > 5.0$ .** Количественные оценки показали, что в условиях земной коры Северного Тянь-Шаня ожидаемая индукция магнитного поля не превышает десятых долей нТл [6], что было подтверждено нашими наблюдениями более, чем за 30-летний период наблюдений на АПП. За период существования Алматинского полигона непосредственно на его территории произошло 2 землетрясения с магнитудой 5 и более – 31.12.1982г., с  $M=5.0$ , энергетический класс  $K=13.7$ ,  $\varphi=42^{\circ}52'$  СШ,  $\lambda=77^{\circ}22'$  ВД и Байсаурынское 12.11.1990, с  $M=6.3$ , энергетический класс  $K=13.7$ ,  $\varphi=42^{\circ}56'$  СШ,  $\lambda=77^{\circ}56'$  ВД. Ближайшие к эпицентрам этих землетрясений являются МВС Саты, Чилик и Тургень, расположенные на расстоянии 45-70 км от эпицентров. На рисунке 3а,б показаны результаты выделения аномалий-предвестников сильных землетрясений, полученные в разностных значениях модуля T геомагнитного поля на МВС Чилик и Тургень, предвещающие землетрясение 31.12.1982 г. Амплитуда аномалий составляет 0.7-0.9 нТл при их общей продолжительности, при превышении доверительного интервала, 2-3 месяца. В период Байсаурынского землетрясения аномалии разностных значений магнитного поля на станциях Саты и Тургень составили величину 0.7-0.8 нТл. Знак аномалии положительный на МВС Тургень (рис. 4а) и отрицательный на МВС Саты (рис. 4б). Момент события приходится на начало фазы закрытия аномалии.

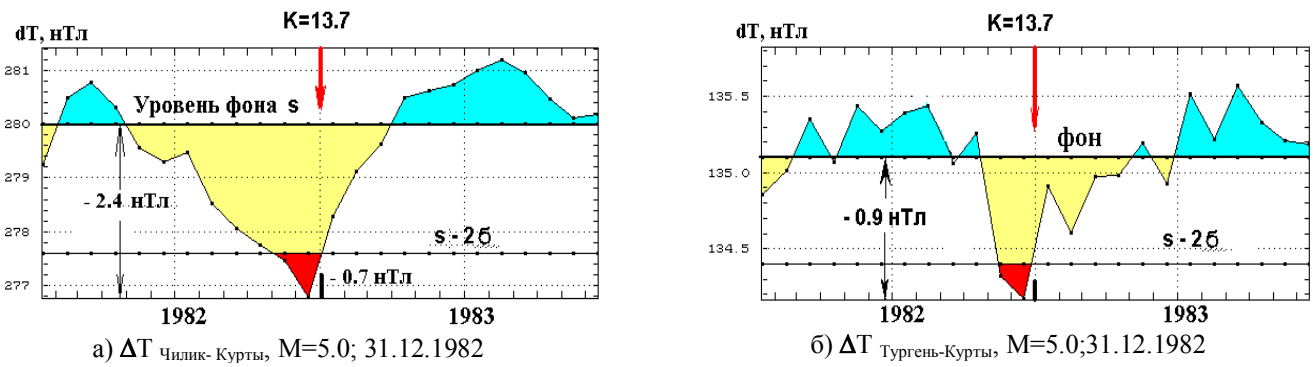


Рис. 3. Графики разностного геомагнитного поля на МВС Алматинского полигона в период землетрясения с  $M=5.0$

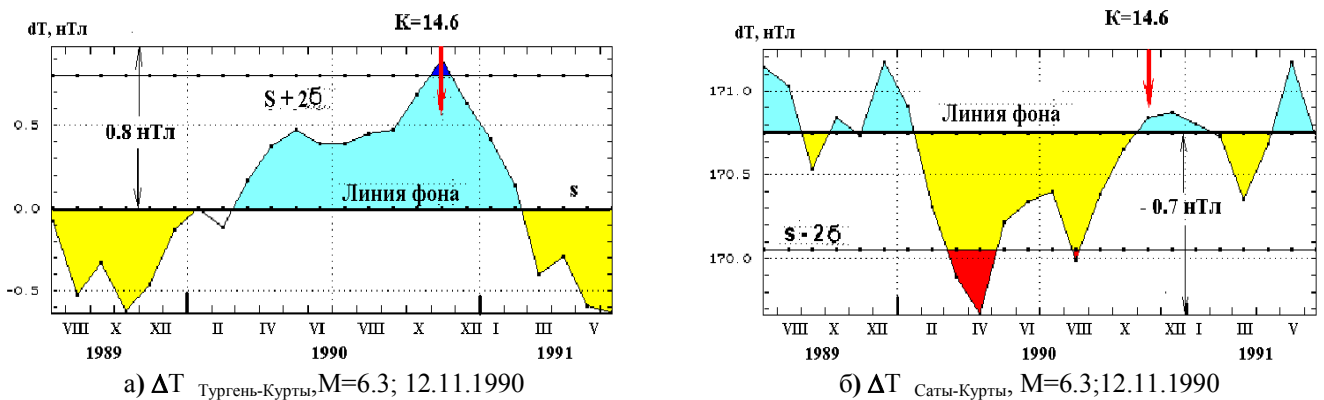


Рис. 4. Графики разностного геомагнитного поля на МВС Алматинского полигона в период землетрясения с  $M=6.3$

Результаты исследований, приведенные в [4] показали, что магнитная восприимчивость  $\kappa$  магнетита и горных пород при воздействии статической нагрузки обратимо уменьшается. На основе анализа этих исследований выведены [4] теоретические предпосылки возможных изменений  $\kappa$  под воздействием давления и представить эту зависимость уравнением:

$$\kappa(P) = \frac{\kappa_0}{1 + aP}; \quad a = \frac{3\lambda_s}{\kappa_0 I_s^2},$$

где  $I_s$  – намагниченность насыщения;  $\lambda_s$  – константа магнитострикции.

Опыты, проведенные по исследованию влияния давления на термоостаточную намагниченность, показали большую ее устойчивость. Уменьшение интенсивности  $I_{rt}$  под давлением до 9.5 кбар составляло лишь 4.9 %.

Несмотря на малые значения эффектов, исследование и даже попытки использования эффектов изменения геомагнитного поля, якобы связанных с вариацией тектонических напряжений, получили широкое развитие в мире. Накоплен значительный мировой опыт тектономагнитных исследований для интерпретации аномалий в вариациях локального геомагнитного поля и идентификации тектономагнитных эффектов в районе наблюдений, составлены представления о тектонических процессах и природе возникновения тектономагнитных эффектов, о геолого-геофизических условиях районов, о магнитометрической сети и методиках высокоточных геомагнитных наблюдений. Экспериментальные данные, полученные на многих геофизических полигонах (Гармском, Андижанском и Ферганском, Ашхабадском, Карпатском, Байкальском), позволила определить амплитудные и пространственно-временные масштабы этих эффектов [1,8,9]. Наибольшие величины тектономагнитных аномалий не превышают 8-10 нТл, редко достигая 22 нТл (перед Алайским землетрясением 1978 г. в Узбекистане). Магнитуда  $M$  и эпицентральные расстояния  $R_0$  (км) связаны между собой соотношением

$$\lg R_0 = 0.35M + 0.04.$$

Модельные оценки пьезомагнитного эффекта: для пород с намагниченностью порядка 1А/м и чувствительностью к напряжению около  $10^{-3}$  МПа<sup>-1</sup> ожидаемая аномалия магнитного поля составляет несколько нТл. Возможно, такие эффекты действительно проявляются в геологической среде, состоящей в значительной степени из базальтов, но в Северном Тянь-Шане, в районе расположения магнитовариационных станций, сильно магнито-восприимчивых пород нет, а значит, сейсмамагнитные эффекты не могут быть значительными. Обнаружение величин тектономагнитных эффектов амплитудой 8-10 нТл, даже для землетрясения с далёким эпицентром, исключает действие пьезомагнитного механизма как основного при наличии слабромагнитных пород района исследований. Здесь следует остановиться на натуральных измерениях сейсмамагнитного эффекта, проведенных Институтом сейсмологии АН Каз.ССР во время экспериментального взрыва «МАССА» 28 ноября 1981 г. в Илийской впадине [10]. Были организованы режимные магнитовариационные наблюдения по профилю I длиной 7 км, азимут профиля – СВ 45°. Приборы – квантовые магнитометры М-33 располагались на профиле на удалении 0.5 (МВС 1), 1 (МВС 2), 3 (МВС 3) и 7 км (МВС 4), измерения производились с дискретностью в 20 с. В качестве опорной МВС использовался прецизионный протонный магнитометр МПП-1 ближайшей магнитометрической станции АПП. В результате на графиках разностных значений магнитного поля, полученных на участке взрыва до и после взрыва, зафиксировано скачкообразное изменение поля  $\Delta T$  (рис. 5). Максимальные значения разностного поля  $\Delta T$  отмечены в районе МВС 1 и составляют величину 1.2 нТл. С удалением от эпицентра взрыва сейсмамагнитный эффект падает по закону, близкому к гиперболическому [10]. Исходя из полученных результатов нами предлагается физическая модель формирования аномалий тектономагнитной природы в вариациях компонент геомагнитного поля в условиях земной коры Северного Тянь-Шаня (рис. 6).

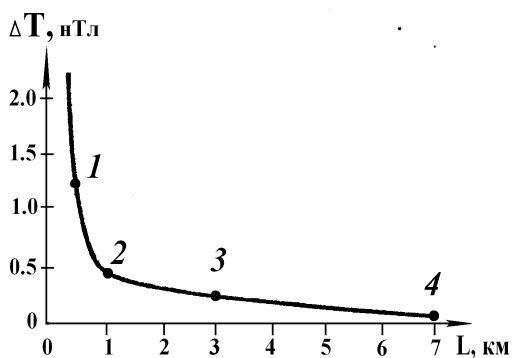


Рис. 5. Зависимость величины сейсмамагнитного эффекта от расстояния. Эксперимент «МАССА» [10]

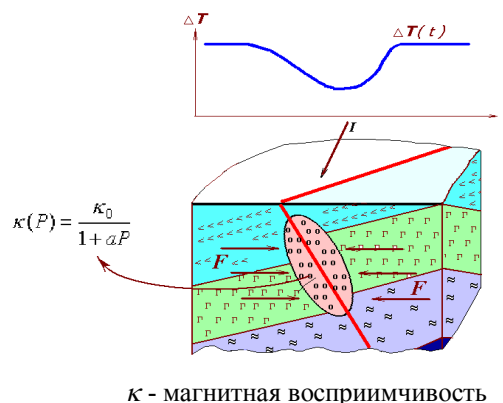


Рис. 6. Физическая модель проявления тектономагнитного эффекта при подготовке сильного землетрясения

**Проявление электрокинетического эффекта на МВС Алматинского полигона.** Изменения электропроводности  $\rho_t$  флюидосодержащей земной коры при изменении тектонических напряжений могут проявляться в изменениях соотношений амплитуд вариаций компонент геомагнитного поля, изменяя значения коэффициента A передаточной функции компонент магнитного поля:  $A = \delta Z / \delta H$ , ( $\delta Z$  и  $\delta H$  – амплитуды синхронных по всем компонентам вариаций типа «бухт»).

Коэффициент A передаточной функции имеет линейную связь с электрическим сопротивлением геологической среды в точке измерений [2]. В связи с индуцированием вихревых токов в объеме земной коры и взаимодействием индуцированного магнитного поля с внешним полем при изменении электросопротивления среды изменяется амплитуда наблюдаемых вариаций компонент поля. При увеличении проводимости среды величина коэффициента A уменьшается. В период подготовки землетрясений, в связи с изменением напряженного состояния изменяется объем флюидосодержащих пор, что и приводит к изменению электрической проводимости. Экспериментально получено [11], перед сильными землетрясениями в очаговой зоне наблюдается увеличение электрической проводимости, что находит свое отражение в уменьшении параметра A. Для возможности обработки вариаций компонент магнитного поля малых амплитуд, сравнимых с по величине с уровнем природных и аппаратных шумов, необходимо применение статистических методов анализа накопленных данных. С 1997 г. компонентные измерения на 4-х пунктах полигона производятся абсолютными про-

тонными магнитометров МВ-03, измеряющих абсолютные значения компонент: вертикальной  $Z$ , горизонтальных  $X$  и  $Y$  (полная горизонтальная составляющая  $H$  и склонение  $D$  рассчитываются) с дискретностью 1 мин. Среднеквадратичная погрешность измерений по компонентам оставляет  $\pm 0.1-0.2$  нТл.

Аномалии электропроводности горных пород, полученные при электрических зондированиях, имеют те же значения. В нашем случае землетрясения с малыми глубинами гипоцентров вызывают более короткие по времени аномалии проводимости, чем более сильные, с большими, 15-25 км, глубинами гипоцентров. Электрическое сопротивление  $\rho_\tau$  определяемое на основе измерений коэффициентов передаточной функции, как:  $\rho_\tau = \frac{2}{T} \left( \frac{\delta Z}{\delta H} \right)^2 y^2$ , где  $T$ - период вариаций,  $s$ ;  $y$  – расстояние до полярного ионосферного электроджета.

Аномалии электропроводности, предшествующие землетрясениям средней силы, имеют разный знак для разных периодов вариаций, что согласуется с представлением о глубине проникновения поля в зависимости от проводимости среды и периодом колебания магнитной компоненты электромагнитного поля [11]:  $H_i = 0.356 \sqrt{T_i}$ .

Изменения электропроводности пород очаговой зоны в период подготовки землетрясения могут быть вызваны перераспределением объема свободных пор в скелете горной породы и движением электропроводящих флюидов под воздействием тектонических сил. Предлагается физическая модель формирования аномалий в вариациях компонент геомагнитного поля в условиях Алматинского прогностического полигона (рис. 8). При приложении тектонических сил  $F$  к ослабленной зоне разлома электросопротивление  $\rho_1$  и  $\rho_2$  слоев с увеличенной открытой пористостью вследствие подтока флюидов понижается, а сопротивление  $\rho_3$  слоя с оттоком флюидов возрастает. Модель построена на основе экспериментальных результатов анализа временных вариаций компонент геомагнитного поля на Алматинском полигоне в связи с сейсмичностью и в целом соответствует описанному в [12,13].

Для выделения вариаций заданных периодов и определения их амплитуды разработан алгоритм полосовой фильтрации с использованием нерекурсивных фильтров Хэмминга 2 порядка. В пределах каждых суток полосно-пропускающий фильтр выделяет гармоники с периодами 8-10, 15, 22, 36, 80 и 120 мин. и определяет их амплитуды. Далее определяются медианные средние амплитуд за сутки по каждой из обрабатываемых компонент и рассчитывается их отношение (коэффициент  $A$  или  $B$  передаточной функции) с записью его значения и даты. Данная процедура реализована в программных средствах «КМРНАММ5» и «КМРНАММ6». В результате впервые получены результаты расчетов коэффициентов передаточной функции с дискретностью в 1 сутки. Примеры выделения аномалий в электросопротивлении, которые предвещают землетрясения 10-11 классов, происшедших вблизи компонентных МВС, показаны на рисунках 5-7. Длительность аномалий, превышающих доверительный интервал, составляет 20-45 сут., а их амплитуда достигает 30% от среднего значения [14].

На рис. 7 приведен график передаточной функции, построенный для периода 10 мин. на станции Известковый в октябре 2005 г. – январе 2006 г. Землетрясений с  $K=10.3$  происшедшее 27.12.2005 на расстоянии от станции 20 км, предвещалось понижением отношения значений  $\delta Z/\delta H$  в течение 50 суток перед землетрясением. Амплитуда аномалии составила 10% от фонового среднего.

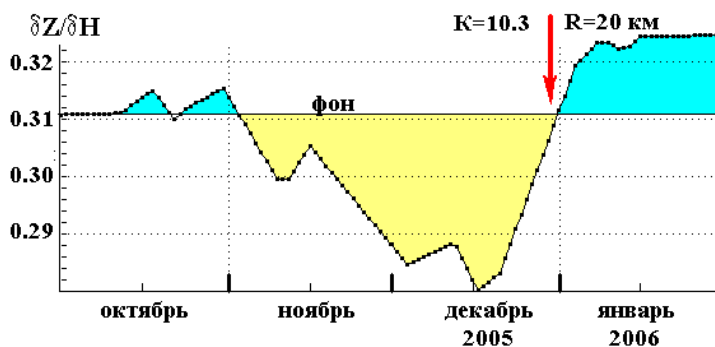


Рис. 7. Аномалия передаточной функции  $A=\delta Z/\delta H$  на станции Известковый по 1-минутным данным перед землетрясением 27.12.2006,  $K=10.3$



Перед землетрясением 26.04.1998 с  $K=10.6$  с эпицентром в 20 км от МВС Саты также были отмечены понижения суточных значений  $\delta Z/\delta H$  на периодах 10, 20 и 40 мин. (рис. 8).

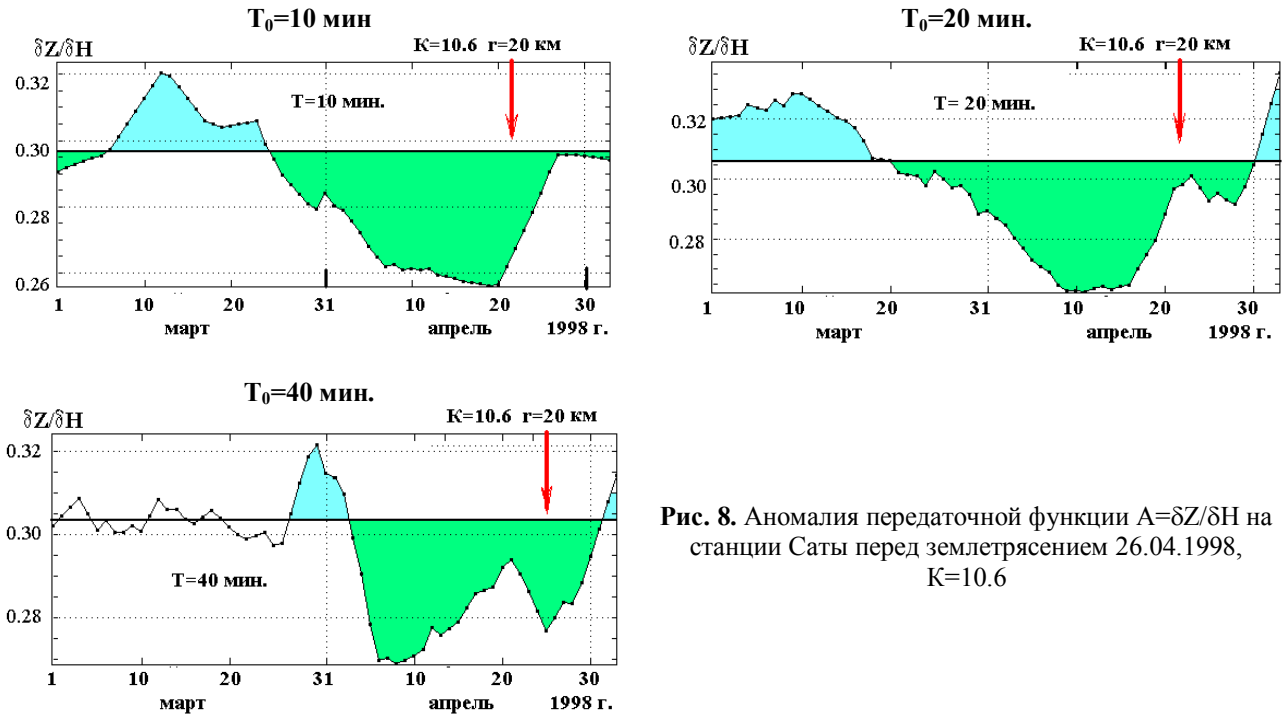


Рис. 8. Аномалия передаточной функции  $A=\delta Z/\delta H$  на станции Саты перед землетрясением 26.04.1998,  $K=10.6$

Длительность аномального периода составила около 2-х месяцев. По-иному протекают аномальные изменения коэффициента  $A=\delta Z/\delta H$  на МВС Саты перед землетрясением с  $K=10.8$ , происшедшим 07.03.2007 г. на эпицентральной расстоянии также около 20 км. На периодах 10-40 мин. отмечены уменьшения коэффициентов передаточной функции, а на периоде  $T_0=80$  минут – повышение (рис. 9). Причиной увеличения этому может стать увеличение электросопротивления пород на глубинах эффективного проникновения вариаций с периодом 40 мин.

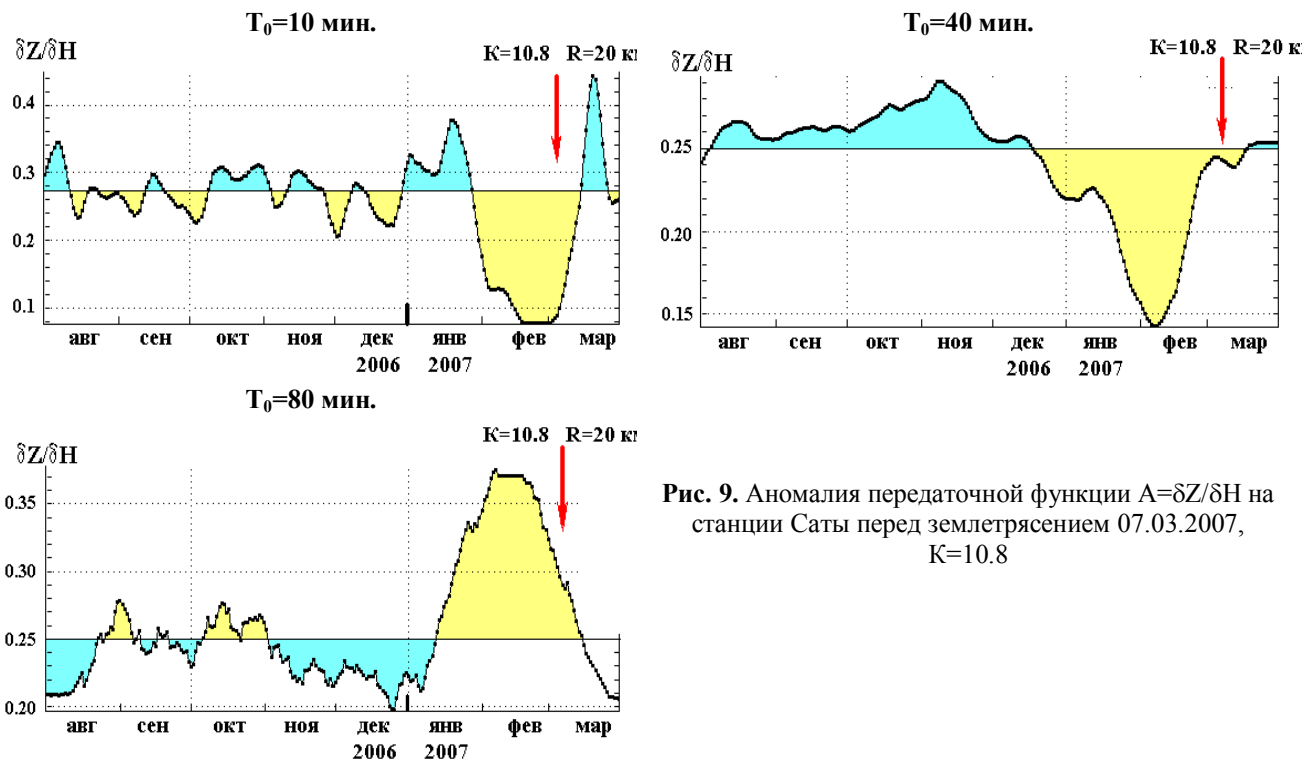
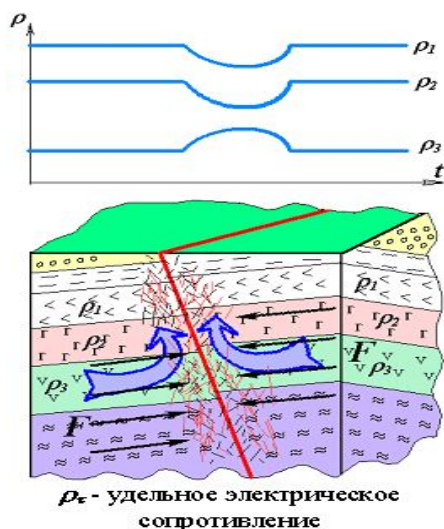


Рис. 9. Аномалия передаточной функции  $A=\delta Z/\delta H$  на станции Саты перед землетрясением 07.03.2007,  $K=10.8$

Изменения электропроводности пород очаговой зоны в период подготовки землетрясения могут быть вызваны перераспределением объема свободных пор в скелете горной породы и движением электропроводящих флюидов под воздействием тектонических сил. Предлагается физическая модель формирования аномалий в вариациях компонент геомагнитного поля в условиях Алматинского прогностического полигона (рис. 10).



**Рис. 10.** Физическая модель проявления эффекта изменения электрической проводимости геосреды в изменениях компонент геомагнитного поля при подготовке сильного землетрясения в условиях Северного Тянь-Шаня.

При приложении тектонических сил  $F$  к ослабленной зоне разлома электросопротивление  $\rho_1$  и  $\rho_2$  слоев с увеличенной открытой пористостью вследствие подтока флюидов понижается, а сопротивление  $\rho_3$  слоя с оттоком флюидов возрастает. Модель построена на основе экспериментальных результатов анализа временных вариаций компонент геомагнитного поля на Алматинском полигоне в связи с сейсмичностью.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Каталог геомагнитных предвестников землетрясений. М.: ИФЗ АН СССР, 1984. 44 с.
2. Рикитаке Т. Предсказание землетрясений. М.: «Мир», 1979. 388с.
3. Fitterman D.V. Electrokinetic and magnetic anomalies associated with dilatant region in layered earth//J.Geophys. Res. 1978. V.83(B12). P.5923-5928.
4. Капица С.П. Магнитные свойства изверженных пород при механических напряжениях // Изв. АН СССР, сер. геофиз., 1955, №6, с.489-504.
5. Ержанов Ж.С., Курскеев А.К., Тимуш А.В., Чабдаров Н.М. Земная кора в сейсмоактивных районах Казахстана. Алма-Ата: 1982, 232 с.
6. Бушуев А.В. Исследование вариаций геомагнитного поля в связи с прогнозированием землетрясений в Юго-Восточном Казахстане. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-матем. наук, М., 1982. 21 с.
7. Казаков В.В., Узбеков Н.Б. Вариации переменного геомагнитного поля на Алматинском прогностическом полигоне // Прогноз землетрясений и глубинная геодинамика. Алматы. 1997. с.258-268.
8. Сковородкин Ю.П. Явление тектономагнетизма и локальные вариации в сейсмоактивных зонах. Автореферат диссертации на соискание ученой степени докт. физико-матем. наук, М., 1980. с. 29.
9. Абдуллабеков К.Н., Максудов С.Х. Вариации геомагнитного поля, связанные с упругими напряжениями в земной коре сейсмоактивных районов. // Ташкент: ФАН, 1975, 128с.
10. Ержанов Ж.С., Курскеев А.К., и др. Краткий отчет исследования воздействия экспериментального взрыва МАССА на физические свойства пород и подземных вод. ИС АН КазССР, Алма-Ата, 1982, 37с.
11. Рокитянский И.И. Индукционное зондирование Земли. Киев: Наукова думка. 1981. 296с.
12. Ваньян Л.Л., Харин Е.П. Глубинные магнитовариационные зондирования в Прибайкалье. // Региональные геофизические исследования в Сибири. Новосибирск. Наука, 1967. с.184-193.
13. Пономарев А.В. Электрические явления при деформации и разрушении горных пород. Прогноз землетрясений. 1983. №4, с.244-256.
14. Белослюдцев О.М. Методика выделения предвестников землетрясений в вариациях геомагнитного поля. // «Теория и практика прогноза землетрясений на территории Тянь-Шаня». (тез. Докл. 3-го Каз.-Кит. Симп. 10-14 сент. 1996г. Алматы, 1996, с.41-42.



REFERENCES

1. Katalog geomagnitnykh predvestnikov zemletryaseniy. M.: IFZ AN SSSR, 1984. 44s.
2. Rikitake T. Predskazanie zemletryaseniy. M.: «Mir», 1979. 388s.
3. Fitterman D.V. Electrokinetic and magnetic anomalies associated with dilatant region in layered earth//J.Geophys. Res. 1978. V.83(B12). P.5923-5928.
4. Kapitsa S.P. Magnitnie svoystva izverzhenikh porod pri mekhanicheskikh napryazheniyakh // Izv. AN SSSR, ser. geofis., 1955, №6, s.489-504.
5. Erzhanov Zh.S., Kurskeev A.K., Timush A.V., Chabdarov N.M. Zemnaya kora v seismoaktivnykh raionakh Kazakhstana. Alma-Ata: 1982, 232 s.
6. Bushuev A.V. Issledovanie variatsii geomagnitnogo polya v svyazi s prognozirovaniem zemletryaseni v Yu-go-Vostochnom Kazakhstane. Avtoreferat dissertatsii na soiskanie uchenoi stepeni kandidata fiziko-matem. nauk, M., 1982. 21s.
7. Kazakov V.V., Uzbekov N.B. Variatsii peremennogo geomagnitnogo polya na Almatinskom prognosticheskom poligone // Prognoz zemletryaseni i glubinnaya geodinamika. Almaty. 1997. s. 258-268.
8. Skovorodkin Yu.P. Yavlenie tektonomagnetizma i lokalnye variatsii v seismoaktivnykh zonakh. Avtoreferat dissertatsii na soiskanie uchenoi stepeni dokt. fiziko-matem. nauk, M., 1980. s.29.
9. Abdullabekov K.N., Maksudov S.Kh. Variatsii geomagnitnogo polya, svyazannye s uprugimi napryazheniyami v zemnoi kore seismoaktivnykh raionov. // Tashkent: FAN, 1975, 128s.
10. Erzhanov Zh.S., Kurskeev A.K., i dr. Kratkii otchet issledovaniya vozdeystviya eksperimentalnogo vzryva MASSA na fizicheskie svoystva porod i podzemnykh vod. IS AN KazSSR, Alma-Ata, 1982, 37s.
11. Rokityanskiy I.I. Induktsionnoe zondirovanie Zemli. Kiev: Naukova dumka. 1981. 296s.
12. Vanyan L.L., Kharin E.P. Glubinnye magnitovariatsionnye zondirovaniya v Pribaikale. // Regionalnye geofizicheskie issledovaniya v Sibiri. Novosibirsk. Nauka, 1967. s.184-193.
13. Ponomarev A.V. Elektricheskie yavleniya pri deformatsii i razrushenii gornykh porod. Prognoz zemletryaseni. 1983. №4, s.244-256.
14. Beloslyudtsev O.M. Metodika vydeleniya predvestnikov zemletryaseni v variatsiyakh geomagnitnogo polya. // «Teoriya i praktika prognoza zemletryaseni na territoriy Tyan-Shanya». (tez. Dokl. 3-go Kaz.-Kit. Simp. 10-14 sent. 1996g. Almati, 1996, s.41-42.

Белослюдцев О.М., Узбекиков Н.Б., Жарасова С.Б., Мусаев Е.М., Узбекикова С.Ж., Раймбеков Б.К.

**Солтүстік Тянь-Шань жер сілкінісі қарсаңындағы геомагниттік ауытқушылықтар**

**Түйіндеме.** Мақалада Солтүстік Тянь-Шань жер сілкінісі қарсаңында Алматы болжамды полигонындағы магнитті-вариациялық станциялардың көрсеткіштеріне негізделген геомагниттік өріс ауытқушылықтарын зерттеу нәтижелері көрсетілген. Қарастырылғандар: Алматы сейсмо-қауіпті ауданының белгіленген учаскелеріндегі сейсмикалық белсенділік, магнит өрісіндегі тектономагниттік және электрокинетикалық эффектілерінің көрсетілулері, жер сілкінісінің локалды геомагниттік ауытқушылық-хабаршылары әдістемесі ұсынылды.

**Негізгі сөздер:** жер сілкінісі, жер сілкінісінің хабаршылары, геофизикалық өрістер, геомагниттік ауытқушылықтар, магнитті-вариациялық станциялар.

Белослюдцев О.М., Узбекиков Н.Б., Жарасова С.Б., Мусаев Е.М., Узбекикова С.Ж., Раймбеков Б.К.

**Геомагнитные аномалии накануне землетрясений в Северном Тянь-Шане**

**Резюме.** В статье изложены результаты исследований аномалий геомагнитного поля (ГМП) по данным магнитовариационных станций (МВС) Алматинского прогностического полигона (АПП) накануне землетрясений в Северном Тянь-Шане. Были изучены: сейсмическая активность отдельных участков Алматинского сейсмоопасного района, проявления тектономагнитного и электрокинетического эффектов в магнитном поле, с предложением методики выделения локальных геомагнитных аномалий-предвестников землетрясений.

**Ключевые слова:** землетрясение, предвестники землетрясений, геофизические поля, геомагнитные аномалии, магнитовариационные станций.

Beloslyudtsev O.M., Uzbekov N.B., Zharasova S.B., Musaev E.M., Uzbekova S.Zh., Raymbekov B.K.

**Geomagnetic anomalies on the eve earthquakes in the Northern Tien-Shan**

**Summary.** The article presents the results of investigations of anomalies geomagnetic field (GMF) at magnetic variation stations of the Almaty prognostic test site before the earthquake in the northern Tien-Shan. Were studied: the seismic activity of individual sections of the Almaty earthquake-prone area, manifestations tectonomagnetic and electrokinetic effects in a magnetic field with a proposal method of defining a local geomagnetic anomalies earthquake precursors.

**Key words:** earthquake, earthquake precursors, geophysical fields, geomagnetic anomalies, magnetic variation stations.

УДК 621.3.066.6

**А.Б. Бекбаев, Е. Жалмухамед, Р.М. Утебаев, Н.А. Колтун**  
(КазНТУ имени К.И. Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан)

## **ЛАБОРАТОРНАЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ДАТЧИКА ТЕМПЕРАТУРЫ НЕДОСТУПНОЙ ПОВЕРХНОСТИ**

**Аннотация.** Рассмотрены вопросы, связанные с определением температуры площадки касания электрического контакта методами моделирования путем решения прямой задачи теплопроводности. Изложена методика вычислений температуры недоступной поверхности с помощью применения микропроцессорной техники и интерфейса ввода коэффициентов уравнения, реализованного на мобильном компьютере. Методика испытаний включает описание лабораторной установки, алгоритм проведения испытаний и возможности получения результатов.

**Ключевые слова:** электрический контакт, температура недоступной поверхности, измерение.

### ***Методика испытаний интеллектуального датчика температуры недоступной поверхности (ИД ТНП)***

Основу описываемой лабораторной установки (рисунок 1) составляет разработанный метод определения температуры недоступной поверхности контактной площадки электрического контакта [1].

Лабораторная установка для исследования ИД ТНП состоит из четырех основных частей: мобильный компьютер, микроконтроллерный блок управления, модель контактного элемента и регулятор напряжения. Модель контактного элемента представляет собой латунный стержень, длиной 24 см. Стержень закреплен на подставке, на одном из его концов установлен нагреватель. В качестве нагревателя используется встроенное в стержень жало паяльника на композитном материале, использование которого позволило добиться необходимой для экспериментов скорости нагревания (нагрев до 100 по Цельсию градусов за 10 с.). Такая скорость нагрева стержня приближает экспериментальную установку к реальным тепловым процессам, происходящим в контактном элементе.

В качестве первичных измерителей-преобразователей в каждом канале используются термопары. Сигнал, сформированный на выходе первого канала, представляет собой физическую модель температуры доступной поверхности (ТДП), а сигнал, сформированный на выходе второго канала, представляет собой вычисленную по расчётной формуле в микроконтроллере температуру недоступной поверхности. Результатом проведения испытаний является сравнение результатов, полученных по первому и второму каналам. При проведении испытаний ИД ТНП выполняются следующие действия:

- выбор материала испытуемого стержня;
- установка начального значения средней температуры стержня, теплофизических характеристик стержня и максимально допустимой температуры нагрева;
- установка характеристик стержня, при которых на измеряемых точках заданная максимальная температура достигается за 60 с.;
- установка плотности теплового потока, проходящего через недоступную для прямых измерений температуру поверхность, и расчет соответствующей программы нагрева недоступной поверхности;
- ввод режимных параметров и программы нагрева в энергонезависимую память ИД ТНП;
- проведение натурального эксперимента.

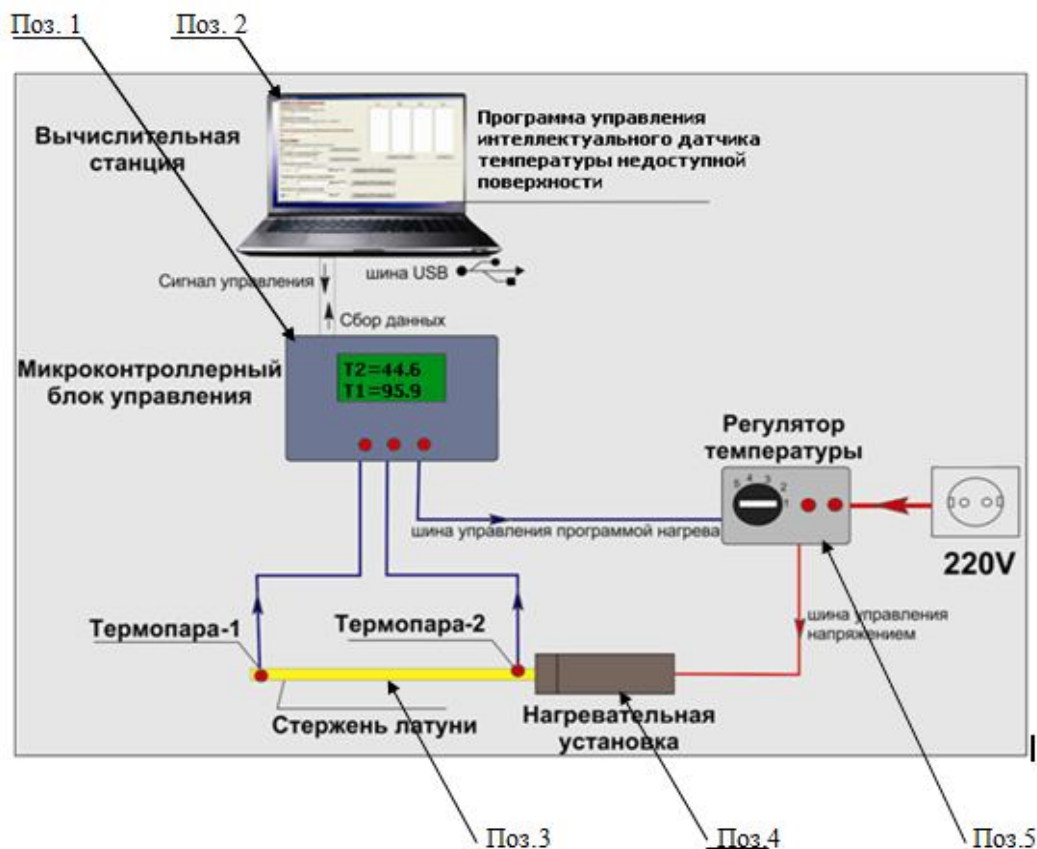


Рис.1. Лабораторная установка интеллектуального датчика температуры недоступной поверхности

**Микроконтроллерный (МК) блок управления** производит вычисление температуры недоступной поверхности по запрограммированной формуле. Основными элементами блока управления ИД ТНП являются (рисунок 2):

- U1, U2 – AD597 термопарные усилители с компенсацией температуры холодного спая
- TC1 – термопара К-типа (ТХА) UNI-T UT-T01 для измерения температуры доступной поверхности;
- TC2 - термопара К-типа (ТХА) UNI-T UT-T01 для измерения температуры псевдо-недоступной поверхности;
- BUTTON 1 (SB1), BUTTON 2 (SB2), BUTTON 3 (Reset) – кнопки управления;
- LCD1 – ЖК-дисплей LMB204BBC для отображения работы программы микроконтроллера;
- U4 – микроконтроллер (МК) PIC18F2550 – основа схемы;
- U5 – 32К 2.5В I<sup>2</sup>C последовательное ЭСППЗУ (EEPROM) 24LC32A;
- ZQ1- кварц 20МГц;
- FUSE 0.4A – предохранитель на 400 мА;
- J1 – USB – коннектор для связи МК с ПК.

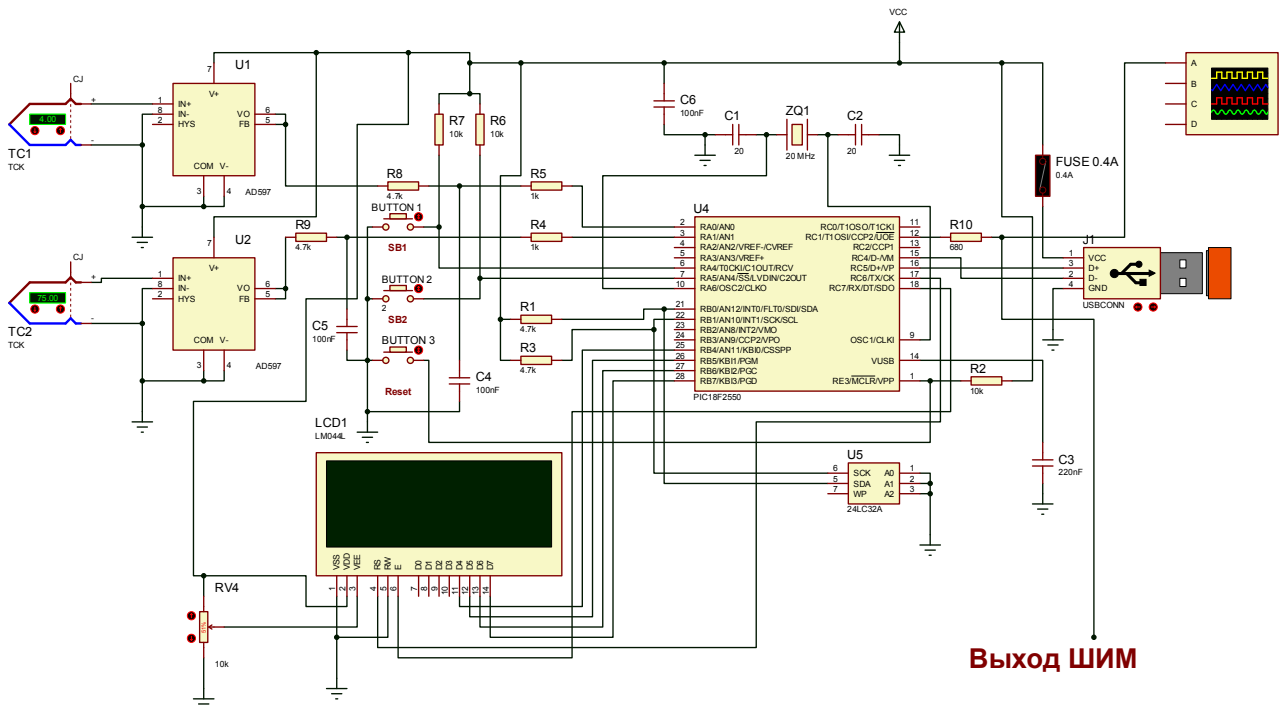


Рис. 2. Принципиальная схема микроконтроллерного блока управления. Собрана и отлажена в среде интеллектуального ввода схем ISIS Proteus [2]

Схема работает следующим образом. Сигналы с термопар поступают на термопарные усилители U1 и U2 (AD597). Это монолитный контроллер, который оптимизирован для работы при повышенных температурах. Компонент осуществляет компенсацию холодного спая и усиление входного сигнала термопары, формируя внутренний сигнал, пропорциональный температуре. Внутренний сигнал сравнивается с приложенным внешним напряжением, задающим рабочую точку, для формирования коммутируемого выходного напряжения на низкоимпедансном выходе. AD597 преобразует входной сигнал термопары в выходное напряжение с масштабом 10 мВ/°С. Далее выходные сигналы усилителей поступают на АЦП микроконтроллера для дальнейших преобразований (АЦП имеет разрядность 10 бит). Настройка датчика на конкретный режим производится вводом режимных параметров с клавиатуры мобильного компьютера с помощью программной оболочки, написанной на языке DELPHI [3]. В МК осуществляются все необходимые вычисления, результаты которых сохраняются во внешней энергонезависимой памяти и передаются компьютеру по шине USB. На экране монитора компьютера в той же оболочке (рисунок 3) отображаются результаты измерения температуры от двух термопар и результат вычисления ТНП по формуле. Результаты измерений отображаются в виде колонок (таблиц) данных (20 значений измерения) и в виде графиков.

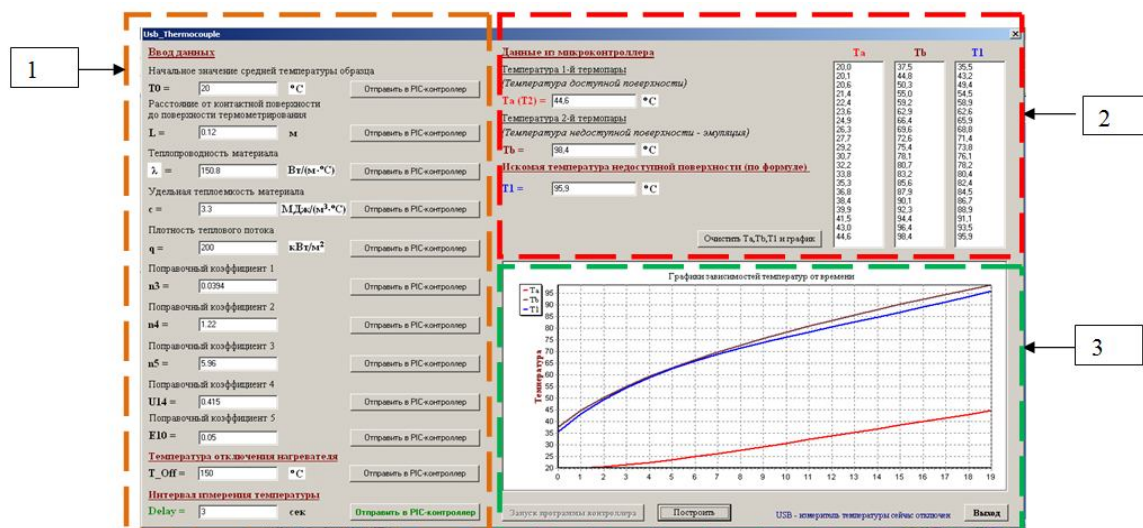


Рис. 3. Программная оболочка для ввода данных с ПК

1 – Область ВВОДА ДАННЫХ (ввод режимных параметров)

**T0** – начальное значение средней температуры образца ( $^{\circ}\text{C}$ ), до начала эксперимента вводится температура контактной системы;

**L**– расстояние от контактной поверхности до поверхности термометрирования (**м**), расстояние между термопарой 1 и термопарой 2;

**λ**- теплопроводность материала (**Вт/(м $\cdot$  $^{\circ}\text{C}$ )**);

**с** – удельная теплоемкость материала (**МДж/(м $^3$  $\cdot$  $^{\circ}\text{C}$ )**);

**q** –плотность теплового потока (**кВт/м $^2$** );

**n3** – поправочный коэффициент 1;

**n4** – поправочный коэффициент 2;

**n5** – поправочный коэффициент 3;

**U14** – поправочный коэффициент 4;

**E10** – поправочный коэффициент 5;

**T\_Off** – температура отключения нагревателя;

**Delay** – интервал измерения температуры.

2 – Область ОТОБРАЖЕНИЯ ДАННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУР (данные из микроконтроллера)

**Ta** - температура доступной поверхности (измеряется Термопарой 1);

**Tb** –температура недоступной поверхности-эмуляция (измеряется Термопарой 2);

**T1** – искомая температура недоступной поверхности, вычисляемая в МК по формуле;

3 – Область ГРАФИКОВ ЗАВИСИМОСТЕЙ ТЕМПЕРАТУР ОТ ВРЕМЕНИ

В этой области строятся графики результатов измерений и вычисления температур.

**Описание работы интерфейса пользователя.** При запуске интерфейса в полях для ввода уже содержатся значения режимных параметров, поле для графиков и колонки вывода данных пустые, кнопка «Запуск программы контроллера» не активна. В поле для ввода данных можно вводить не более 6 символов, включая точку. При подключении интеллектуального датчика температуры к компьютеру активируется кнопка «Запуск программы контроллера». Необходимо ее нажать, чтобы запустить программу микроконтроллера. После нажатия эта кнопка деактивируется. Если перед измерением (опытом) колонки данных **Ta**, **Tb** и **T1** имеют какие-то значения, то необходимо их очистить нажатием кнопки «Очистить **Ta**, **Tb**, **T1** и график». После ввода новых значений режимных параметров необходимо нажать соответствующую кнопку «Отправить в PIC-микроконтроллер». При получении данных от микроконтроллера заполняются колонки **Ta**, **Tb** и **T1**. При нажатии кнопки «Построить» строятся графики зависимостей температуры от времени. Время измеряется в

относительных единицах (20 значений от 0 до 19). При работе с графиками можно изменять масштаб (используя левую клавишу мыши) и перемещать поле графиков (удерживая правую клавишу мыши). Перед следующим измерением (опытом) необходимо очистить колонки данных T<sub>a</sub>, T<sub>b</sub> и T<sub>1</sub> нажатием кнопки «Очистить T<sub>a</sub>, T<sub>b</sub>, T<sub>1</sub> и график», при этом поля для ввода данных не очищаются. Результаты последнего измерения (опыта) сохраняются в файлах «Usb\_thermocouple\_T2.txt», «Usb\_thermocouple\_Tb.txt», «Usb\_thermocouple\_T1.txt», расположенных в одной папке с файлом исполняемой программы интерфейса пользователя «USBThermocouple.exe».

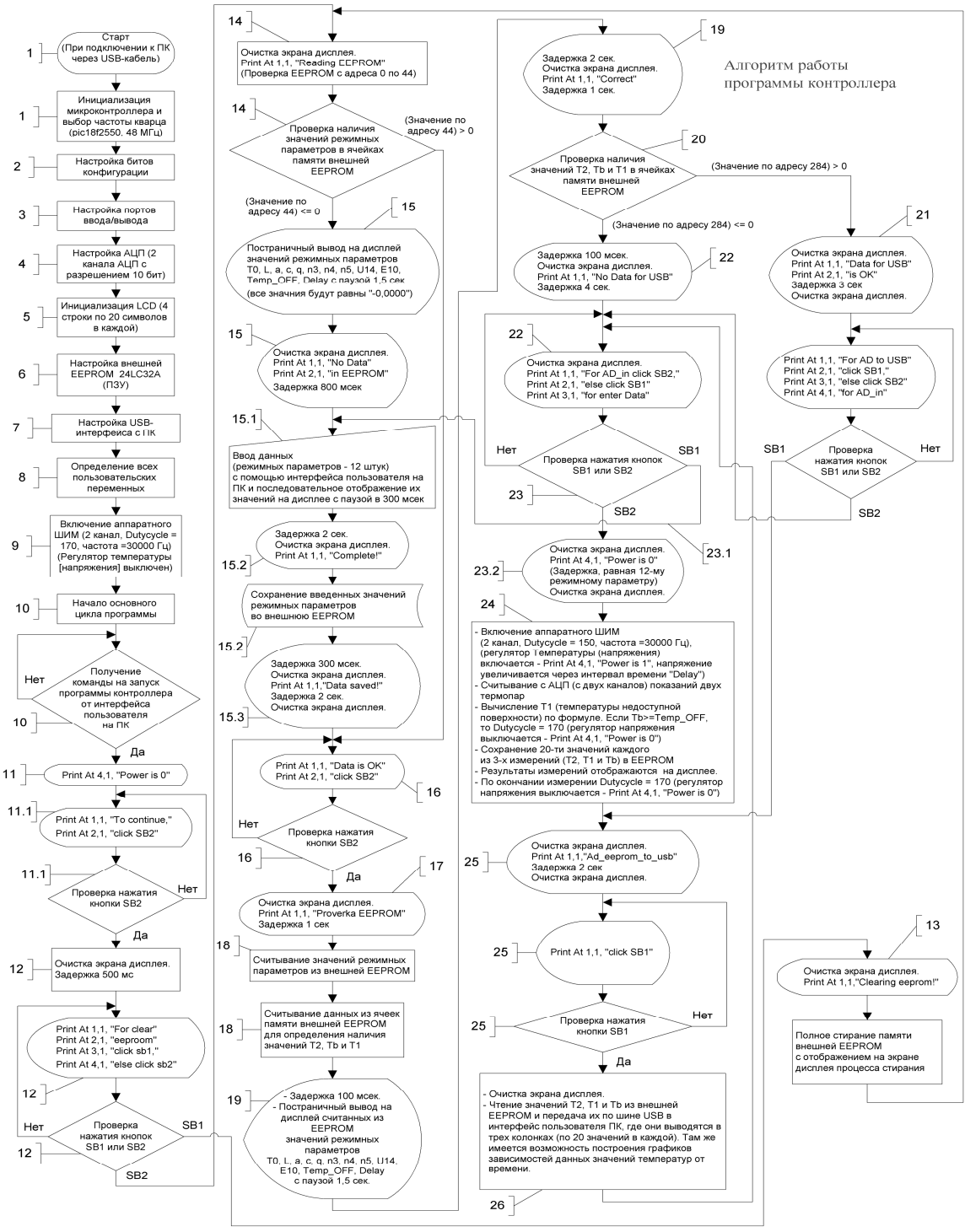


Рис. 4. Алгоритм работы программы микроконтроллера. Программа написана на языке PicBasic [4,5]



***Проведение экспериментальных работ.***

При длительном прохождении номинальных токов через электрический контакт максимальные температуры нагрева контактных соединений не должны превышать установленных значений. Под температурой контакта понимают температуру наиболее нагретого места в контактном узле (температуру площадки касания).

Площадка касания и непосредственно прилегающие к ней области обладают наибольшей температурой нагрева. В реальных конструкциях контактных систем площадка касания, как правило, недоступна для прямого измерения температуры [1].

Задачей эксперимента является, измерив температуру доступной поверхности вычислить температуру недоступной поверхности с помощью полученной расчётной формулы.

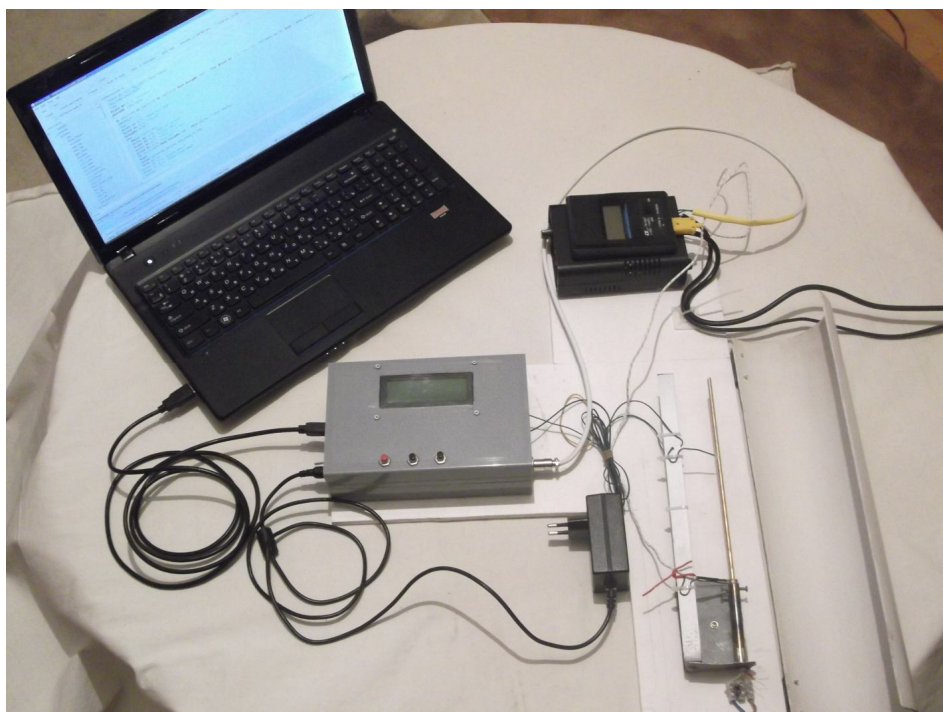
Для моделирования процесса нагрева элемента электрического контакта выбран стержень латуни длиной – 24 см, диаметром – 3мм., который нагревается с одного конца композитным материалом. На стержень установлены 2 термопары, позволяющие измерять температуру в пределах от -60С до +230С (рисунок 5).

Термопара 1 предназначена для измерения температуры доступной поверхности моделируемого контакта (срединное сечение теплоизолированного стержня). В дальнейшем это значение используется для вычисления температуры недоступной поверхности .

Термопара 2 установлена возле нагревательного элемента и измеряет температуру псевдонедоступной поверхности. Данные с термопары – 2 используются только для сравнения, вычисленного по формуле значения температуры недоступной поверхности.

Проведение эксперимента начинается с задания начальных коэффициентов. Для этого в программном интерфейсе, разработанном специально для работы пользователя с лабораторной установкой, задаются следующие параметры:

- количество измерений температуры контактов доступной поверхности за минуту;
- коэффициент теплового потока контактного материала;
- длина самого контакта;
- поправочные коэффициенты.



**Рис. 5.** Внешний вид лабораторной экспериментальной установки

Далее запускается процесс нагрева стержня и измеряется температура контактов доступной поверхности. Измерения производятся каждые 3 секунды, эксперимент длится не более минуты, общее количество измерений достигает 20 значений. Данные значения подставляются в формулу для определения ТНП. Полученные в результате значения ТНП сохраняются в памяти контроллера, для дальнейшего построения графика.

Программный интерфейс пользователя позволяет по завершению эксперимента построить график зависимости температуры, от времени используя данные сохраненные в памяти контроллера (рисунок 6).

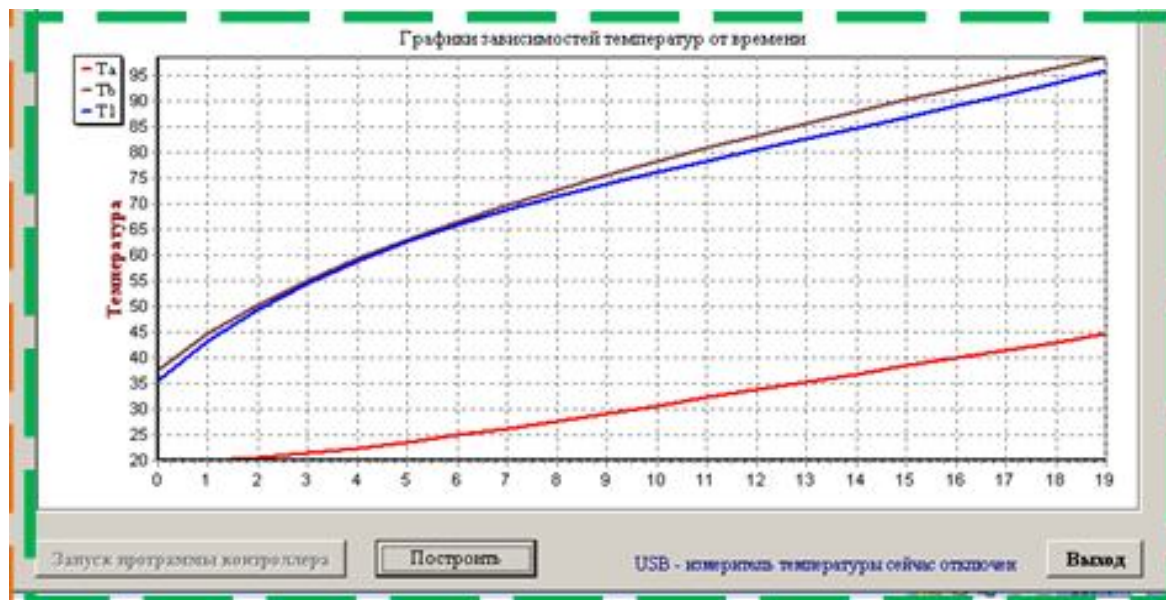


Рис. 6. График зависимости температуры от времени

На графике строятся три линии:

- Ta (красная линия) – температура доступной поверхности (измеряется Термопарой 1);
- Tb (коричневая линия) – температура недоступной поверхности-эмуляция (измеряется Термопарой 2);
- T1 (синяя линия) – искомая температура недоступной поверхности, вычисляемая по формуле.

Искомая температура недоступной поверхности, вычисляемая по формуле, сравнивается со значением Термопары 2 для выявления погрешности.

**Laboratory experimental equipment for testing intelligent sensor of temperature on inaccessible surface**

**Summary.** The article presents the results of experimental work, which previously put forward by the authors prove the theoretical assumptions about the possibility of determining the temperature of the contact surface of an electrical contact by solving the direct heat conduction problem. Justified method of calculating temperature of inaccessible surface by using microcontroller device and computer interface for enters equation coefficients. Methods of tests include a description of the laboratory device, the algorithm testing and the possibility of obtaining results.

**Key words:** electrical contact, the temperature of inaccessible surface, measurement.



УДК 539.12.04

А.С. Потанин, Г. Партизан, Б.А. Алиев

(Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Республика Казахстан)

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЯЗКОУПРУГОГО ПОВЕДЕНИЯ МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ МАТРИЧНЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ ЦЕПИ ПРОИЗВОЛЬНОЙ СТЕПЕНИ СЛОЖНОСТИ**

**Аннотация.** Предлагается метод получения связи напряжений и деформаций в случае вязкоупругого поведения материала, которая является обобщением закона Гука, и позволяет получать такие важные характеристики диссипации энергии в твердых телах, как внутреннее трение (ВТ), частотные, амплитудные и температурные его зависимости. Предложенный метод не ограничивает сложность моделей, и действует при самых разнообразных связях между узлами графа, представляющего данную модель.

**Ключевые слова:** вязкоупругость, реологическая модель, граф, механическая цепь.

**Введение.** Неупругое поведение (или вязкоупругость) определяется тем, что равновесное значение отклика достигается только по истечении достаточного времени. Для описания процесса вязкоупругого поведения часто используются реологические модели с конечным числом элементов – пружин и поршней [1], [2]. Первые (пружины) представляют собой накопление потенциальной энергии, вторые (поршни) – элементы рассеивающие энергию.

В работе рассматриваются реологические модели, построенные на основе топологической структуры механической цепи – связи узлов между собой. Такая связь задается графом цепи [5] – т.е. диаграмма механической цепи: узлы цепи, связанные отрезками - ветвями. Дальнейшее рассмотрение строится на основе модельной пассивной цепи, составленной из 4 узлов и 6 ребер (рис. 1). Это делается для упрощения изложения – построенная схема обобщается на пассивную механическую цепь любой степени сложности.

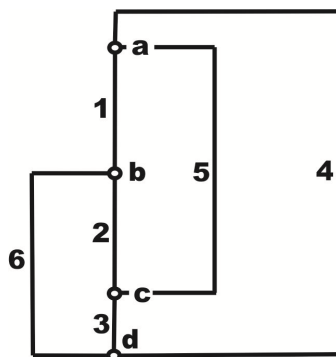


Рис. 1.

Для начало рассмотрим неориентированный граф данной цепи, поскольку для нас нет разницы между растягивающими или сжимающими напряжениями. В общем случае запасенная и рассеянная энергии имеют одинаковый знак с внешними нагрузками, и нет преимуществ при передаче энергии от одного узла цепи к другому. Граф полностью задается своей матрицей инцидентий:

$$A = \begin{matrix} & \begin{matrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 \end{matrix} \\ \begin{matrix} a \\ b \\ c \\ d \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (1)$$

В столбцах матрицы  $A$  стоят единицы, если ветвь  $i$  инцидентна (т.е. связана) с узлом  $j$ . С матрицей  $A$  связаны матрицы разрезов  $P$  и матрица контуров  $K$ . Контур и разрезы – двойственные понятия для графа, это следует из того факта, что произведения  $PK^T = 0$ .

Сохраняя нумерацию строк и столбцов, запишем матрицу разрезов так:

$$P = \begin{array}{c|cccccc} a & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ b & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ c & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ \hline & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 \end{array} \quad (2)$$

Матрица  $P$  отвечает каркасу [5], составленному из ветвей {1, 2, 3}. Её ранг  $\rho = \rho(A) = 3$ .

Чтение матрицы  $P$  по строкам даёт разрезы (т.е. удаление ветвей с данными номерами граф перестаёт быть связным): {1, 4, 5}; {2, 4, 5, 6}; {3, 4, 6}. Чтобы выяснить физический смысл разрезов, рассмотрим деформацию какой-нибудь ветви дерева.

Пусть  $\varepsilon_1 = \varepsilon_1^*$ ,  $\varepsilon_2 = \varepsilon_2^*$ ,  $\varepsilon_3 = \varepsilon_3^*$ . Чтение  $P$  по столбцам даёт (3):

$$\begin{aligned} \varepsilon_4 &= \varepsilon_1^* + \varepsilon_2^* + \varepsilon_3^* \\ \varepsilon_5 &= \varepsilon_1^* + \varepsilon_2^* \\ \varepsilon_6 &= \varepsilon_2^* + \varepsilon_3^* \end{aligned} \quad (3)$$

Действительно, деформация, например, 4-ой ветви складывается из суммарной деформации ветвей 1, 2, 3; деформация 6-ой ветви – из деформаций ветвей 2 и 3 (см. Рис 1). Заметим, что в данном тексте мы не различаем понятия «деформация» и «смещение», также «напряжение» и «сила» - здесь они синонимы. Поясним смысл термина «чтение по столбцам». Уравнения (3) можно записать в виде:

$$[\varepsilon] = P^T[\varepsilon^*], \quad (4)$$

где  $[\varepsilon] = (\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_6)^T$  – матрица – столбец ветвей;  $P^T$  – транспонированная матрица  $P$ ;

$[\varepsilon^*] = (\varepsilon_1^*, \varepsilon_2^*, \varepsilon_3^*)^T$  – матрица – столбец независимых ветвей.

«Независимость» следует понимать в том смысле, что деформация ветви 1 не вызывает деформацию ветвей 2, 3. Однако одновременно с деформацией ветвей 1, 2, 3 деформируется ветвь 4 и т.д.. Выведем ещё одно важное равенство, связанное с матрицей разрезов, для чего введём связанную с ней матрицу сечений, для чего сориентируем граф следующим образом. Пусть ветвям каркаса приписан знак «+», остальным хордам знак «-». Мы получим ориентированный граф (см. Рис.2). Его матрица инцидентий выглядит так:

$$A = \begin{array}{c|cccccc} & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 \\ a & 1 & 0 & 0 & -1 & -1 & 0 \\ b & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & -1 \\ c & 0 & -1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ d & 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & 1 \end{array}$$

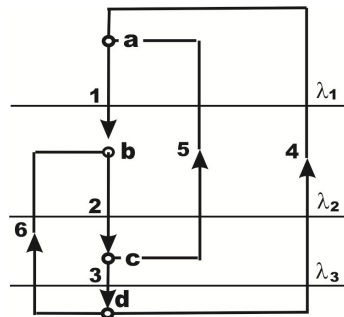


Рис. 2.

Знак выбирается по правилу: если ребро входит в узел  $a$  и выходит из узла  $b$ , то в первой строке и первом столбце – знак «+»; во второй строке первого столбца – знак «-». Матрицу разрезов можно получить по тем же правилам [4]. Ориентированную матрицу  $\tilde{P}$  разрезов назовём матрицей сечений:

$$\tilde{P} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & -1 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & -1 \end{bmatrix}$$

Это название оправдано следующими соображениями. Рассмотрим произведение  $\tilde{P}(\sigma)$ , где  $[\sigma] = [\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_6]^T$  - столбец напряжений в статически равновесной механической цепи.

$$\tilde{P}[\sigma] = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & -1 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & -1 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sigma_1 \\ \sigma_2 \\ \sigma_3 \\ \sigma_4 \\ \sigma_5 \\ \sigma_6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sigma_1 & 0 & 0 & -\sigma_4 & -\sigma_5 & 0 \\ 0 & \sigma_2 & 0 & -\sigma_4 & -\sigma_5 & -\sigma_6 \\ 0 & 0 & \sigma_3 & 0 & -\sigma_5 & -\sigma_6 \end{bmatrix} \quad (5)$$

Если рассмотреть разрезы (сечения) по ветвям  $\{1; 4; 5\}$  – сечение  $\lambda_1 - \lambda_1$ ;  $\{2; 4; 5; 6\}$  – сечение  $\lambda_2 - \lambda_2$ ;  $\{3; 5; 6\}$  – сечение  $\lambda_3 - \lambda_3$ ; то согласно принципу Сен-Венана при  $\sigma_1$ - внешней нагрузке, то (согласно методу сечений) равнодействующая внутренних сил, которые отвечают за сохранение статического равновесия, должны равняться внешней силе, действующей на сечение. Поэтому  $\sigma_1 - \sigma_4 - \sigma_5 = 0$ , а также:

$$\tilde{P}[\sigma] = 0. \quad (6)$$

Итак, основные уравнения, связывающие напряжение, деформацию с топологической структурой механической цепи, следующие:

$$\begin{aligned} [\varepsilon] &= P^T[\sigma^*]; & \tilde{P}[\sigma] &= 0; \\ [\sigma] &= K^T[\sigma^*]; & \tilde{K}[\varepsilon] &= 0. \end{aligned} \quad (7)$$

Уравнения (7) отражают топологическую структуру пассивной механической цепи. Необходимо ещё добавить положение о «правилах знаков». Здесь его следует понимать так, как это принято в сопротивлении материалов. Если силы, приложенные к элементу цепи, действуют на растяжение, приписывают знак «плюс», если на сжатие - то знак «минус».

**Уравнения вязкоупругого поведения механической цепи.** Рассматривая Ньютонов демпфер (поршень) или пружину как механические двухполюсники, т.е. передаточные звенья, опишем их как в обычных терминах, так и в терминах пространства изображений (после преобразования Лапласа).

1. Пружина – усилительное звено. Связь напряжения и деформации:

$$\sigma = M\varepsilon \text{ или } r\varepsilon = \gamma\sigma = \gamma^{-1}\sigma,$$

где  $\gamma^{-1} = M$  – податливость.

Если  $\sigma \rightarrow \hat{\sigma}$ ,  $\varepsilon \rightarrow \hat{\varepsilon}$ , где  $\hat{\sigma}(s) = \int_0^{\infty} \sigma(t)e^{-st} dt$  – изображение функции  $\sigma(t)$  после преобразования Лапласа [4], то  $\hat{\sigma} = M\hat{\varepsilon}$ ,

$$\hat{\varepsilon} = \gamma^{-1}\hat{\sigma} \quad (8)$$

Согласно преобразованию Лапласа, производная  $\dot{\sigma}$  пространства оригиналов получает изображение  $s\hat{\sigma}(s)$  в пространстве изображений, интеграл  $\int \sigma(t)dt$  получает изображение вида:

$$\frac{1}{s}\hat{\sigma}(s) \quad (9)$$

В пространстве изображений с функциями – изображениями можно производить обычные алгебраические операции, и в дальнейшем с помощью обратного преобразования Лапласа перейти к оригиналам.

2. Поршень – дифференцирующее звено, активный преобразователь механической энергии в тепло. Здесь:

$$\sigma = \eta \mathcal{D}\varepsilon, \text{ or } \varepsilon = \eta^{-1} \mathcal{D}^{-1}\sigma, \quad (10)$$

где  $\mathcal{D} = \frac{d}{dt}$ ;  $\mathcal{D}^{-1} = \int u$ , В изображениях:

$$\hat{\sigma} = \eta s \hat{\varepsilon}; \quad \hat{\varepsilon} = \eta^{-1} \frac{\hat{\sigma}}{s}. \quad (11)$$

Любую механическую цепь с конечным числом элементов можно изобразить в виде графа, в каждое ребро которого встроена либо пружина, либо поршень. Найдём форму записи связи деформации и напряжения в графе, представляющем механическую цепь. Если количество рёбер равно  $m$ , то каждое конкретное ребро имеет связь  $\hat{\sigma}$  и  $\hat{\varepsilon}$  вида (9) или (11), значит можно записать эту связь в виде диагональной матрицы:

$$\mathbf{M} = \text{diag}\{M_1, M_2, \dots, M_m\}, \quad (12)$$

$$\boldsymbol{\gamma} = \text{diag}\{M_1^{-1}, \dots, M_m^{-1}\}, \quad (13)$$

где  $\mathbf{M}$ - матрица модулей,  $\boldsymbol{\gamma}$ - матрица податливости.

В записях (12) или (13)  $M_j = \gamma_j^{-1} = M_j^0 = \text{const}$  либо  $M_j = \gamma_j^{-1}$ .

В дальнейшем мы рассматриваем все действия в изображениях Лапласа. Без учёта внутренней структуры цепи, связь напряжения в рёбрах и деформации будет иметь вид:

$$[\hat{\sigma}] = \mathbf{M}[\hat{\varepsilon}] \text{ или } [\hat{\varepsilon}] = \boldsymbol{\gamma}[\hat{\sigma}], \quad (14)$$

где  $\mathbf{M}$  – матрица (диагональная) модулей,  $\boldsymbol{\gamma}$  – диагональная матрица податливости.

Наша задача – реализовать метод получения связи  $\sigma$  и  $\varepsilon$  в случае, когда имеется механическая цепь со встроенными усилительными или дифференцирующими элементами. При одноосных напряжениях внешние нагрузки на образец прикладываются к торцам (см. Рис.3) и рассматриваются разные его сечения.



Рис.3.

В механической цепи понятие «торцы» следует заменить словами: «нагрузка между двумя какими-либо узлами». Вследствие этого появляется дополнительная ветвь, соединяющая эти узлы. Далее, внешнюю нагрузку может в модельном представлении создавать только пружина. Мы

соединяем интересующие нас узлы дополнительной ветвью, в которую встроена пружина с жесткостью  $M$ , и рассматриваем расширенную таким образом механическую цепь. Дальнейшее рассмотрение будем вести на примере это нашего графа. Пусть мы изучаем связь напряжения и деформации между узлами  $a$  и  $d$ , с добавленным ребром 7 (рис.4).

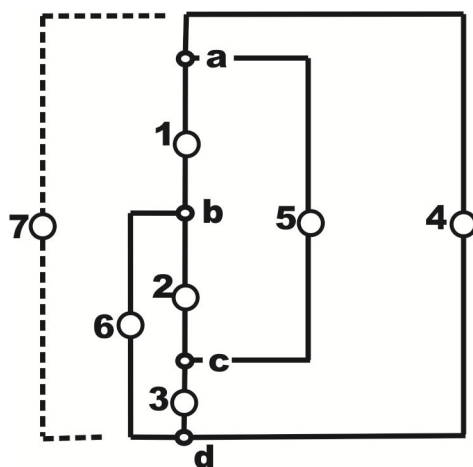


Рис.4.

В каждое ребро встроено либо усилительное, либо дифференцирующее звено  $m_i$ , а в ветвь 7 – усилительное звено с коэффициентом  $M$ . Расширенная таким образом матрица инциденций выглядит так:

$$A_* = \begin{matrix} & \begin{matrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 \end{matrix} \\ \begin{matrix} a \\ b \\ c \\ d \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (15)$$

Составляем матрицу расширенных разрезов:

$$\left[ \begin{array}{cccccc|ccc} 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \end{array} \right] \rightarrow \left[ \begin{array}{cccccc|ccc} 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \end{array} \right] = P_* \quad (16)$$

Матрица сечений:

$$\tilde{P}_* = \left[ \begin{array}{cccc|ccc} 1 & 0 & 0 & -1 & -1 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & 0 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & -1 & -1 \end{array} \right] \quad (17)$$

Уравнение статического равновесия:

$$\tilde{P}_*[\sigma] = 0 \quad (18)$$

Матрица модулей (расширенная):

$$\tilde{M} = \text{diag}\{m_1, m_2, \dots, m_6; M\} = \text{diag}\{m_1, m_2, \dots, m_6; 0\} + \text{diag}\{0, 0, \dots, M\} = M_0 + M_1 \quad (19)$$

Далее

$$[\sigma] = \tilde{M}[\varepsilon] = \tilde{M}_0[\varepsilon] + M_1[\varepsilon] \quad (20)$$

значит

$$\tilde{P}_*[\sigma] = \tilde{P}_*(\tilde{M}_0[\varepsilon] + M_1[\varepsilon]) = 0. \quad (21)$$

Отсюда

$$\tilde{P}_*\tilde{M}_0[\varepsilon] = -\tilde{P}_*M_1[\varepsilon], \quad (22)$$

Но  $[\varepsilon] = \tilde{P}_*^T[\varepsilon^*]$ . Здесь набор  $[\varepsilon^*]$  – тот же, что и в исходной цепи. Тогда уравнение, связывающее независимые деформации, будет:

$$\tilde{P}_*\tilde{M}_0\tilde{P}_*^T[\varepsilon^*] = -\tilde{P}_*M_1[\varepsilon]. \quad (23)$$

Здесь

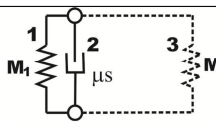
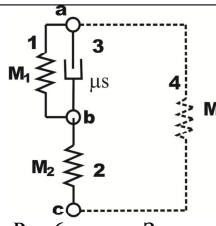
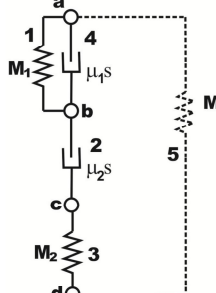
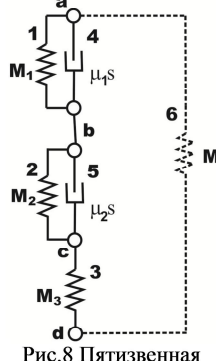
$$\begin{aligned} (m_1 + m_4 + m_5)\varepsilon_1^* + (m_4 + m_2)\varepsilon_2^* + m_4\varepsilon_3^* &= M\varepsilon_7 = \sigma \\ (m_4 + m_5)\varepsilon_1^* + (m_2 + m_4 + m_5 + m_6)\varepsilon_2^* + (m_4 + m_6)\varepsilon_3^* &= M\varepsilon_7 = \sigma \\ m_4\varepsilon_1^* + (m_4 + m_6)\varepsilon_2^* + (m_3 + m_6)\varepsilon_3^* &= M\varepsilon_7 = \sigma \end{aligned} \quad (24)$$

Кстати, заметим, что матрица  $\tilde{P}_*\tilde{M}_0\tilde{P}_*^T$  симметрична. Поскольку  $\tilde{M}_0$  – диагональная матрица, а двойное транспонирование приводит к той же матрице, действительно  $(\tilde{P}_*\tilde{M}_0\tilde{P}_*^T)^T = (\tilde{P}_*^T)^T\tilde{M}_0^T\tilde{P}_* = \tilde{P}_*\tilde{M}_0\tilde{P}_*^T$ . Уравнение (24) – линейная система относительно  $[\varepsilon^*]$ . В правой части системы мы получим столбец вида  $[M\varepsilon_7] = [\sigma]$ . Решая эту систему мы выразим все независимые деформации через активный источник напряжений  $\sigma$ . Затем, используя первое из уравнений (7), находим значения деформаций в остальных ветвях, и, в частности, необходимую нам связь напряжения и деформации в активной ветви.

**Построение и анализ простых реологических моделей.** В этом разделе мы, применяя базовые уравнения (24) и (7) предыдущих пунктов, получим дифференциальные уравнения связывающих напряжения и деформации для простых моделей Зинера, Фойгта, Максвелла, а также некоторых 4-х и 5 – звенных механических цепей. Метод построения связи  $\sigma$  и  $\varepsilon$ , предложенный выше, предполагает следующие операции:

1. Строится матрица инцидентий графа, изображающего механическую цепь с добавленными активными источниками напряжений.
2. Добавляется одно или несколько ветвей, отвечающих за внешние нагрузки (т.е. активные ветви).
3. Строится матрица разрезов и по ней – матрица сечений.
4. Используя уравнения (23), (7) находим  $[\varepsilon^*]$ , и затем находим связь напряжения и деформации в активной ветви.

Таблица 1. В приведенной таблице рассмотрены отдельные модели, матрицы инцидентов, матрицы сечений и т.д., а в последней колонке таблицы написаны дифференциальные уравнения, связывающие  $\sigma$  и  $\varepsilon$  в данной модели.

Модель	Расширенная матрица инцидентов, матрица сечений	Матрицы $\tilde{P}_*M_0\tilde{P}_*^T; -\tilde{P}_*M_1$	Уравнения связи ( $\varepsilon^*$ ) и $\sigma$ и ( $\varepsilon$ ) с ( $\varepsilon^*$ )	Связь напряжения и деформации и изображениях и оригиналах
 <p>Рис.5 модель Кельвина-Фойгта</p>	$\begin{matrix} & 1 & 2 & 3 \\ a & \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \\ b & \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \\ [1 & -1 & -1] \end{matrix}$	$\begin{matrix} [M_1 + \mu s] \\ [0, 0, M] \end{matrix}$	$\begin{matrix} (M_1 + \mu s)\varepsilon_1^* = \sigma \\ \varepsilon_1 = \varepsilon_1^* \\ \varepsilon_2 = \varepsilon_2^* \\ \varepsilon_3 = \varepsilon = \varepsilon_1^* \end{matrix}$	$\begin{matrix} (M_1 + \mu s)\dot{\varepsilon} = \dot{\sigma} \\ M_1\varepsilon + \mu\dot{\varepsilon} = \sigma \end{matrix}$
 <p>Рис.6 модель Зинера</p>	$\begin{matrix} & 1 & 2 & 3 & 4 \\ a & \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix} \\ b & \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix} \\ c & \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \\ [1 & 0 & -1 & -1] \\ [0 & 1 & 0 & -1] \end{matrix}$	$\begin{matrix} [M_2 + \mu s & 0 \\ 0 & M_2] \\ [0 & 0 & 0 & M] \\ [0 & 0 & 0 & M] \end{matrix}$	$\begin{matrix} (M_1 + \mu s)\varepsilon_1^* = \sigma \\ M_2\varepsilon_2^* = \sigma \\ \varepsilon_1 = \varepsilon_1^* \\ \varepsilon_2 = \varepsilon_2^* \\ \varepsilon_3 = \varepsilon_1^* \\ \varepsilon_4 = \varepsilon = \varepsilon_1^* + \varepsilon_2^* \end{matrix}$	$\begin{matrix} \dot{\varepsilon} = \frac{\dot{\sigma}}{M_1 + \mu s} + \frac{\dot{\sigma}}{M_2} \\ M_1M_2\varepsilon + \mu M_2\dot{\varepsilon} = \\ = (M_1 + M_2)\sigma + \mu\dot{\sigma} \end{matrix}$
 <p>Рис.7 4-х элементная модель (Бюргерса).</p>	$\begin{matrix} & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ a & \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix} \\ b & \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \\ c & \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \\ d & \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \\ [1 & 0 & 0 & -1 & -1] \\ [0 & 1 & 0 & 0 & -1] \\ [0 & 0 & 1 & 0 & -1] \end{matrix}$	$\begin{matrix} [M_1 + \mu_1s & 0 & 0 \\ 0 & \mu_2s & 0 \\ 0 & 0 & M_2] \\ [0 & 0 & 0 & 0 & M] \\ [0 & 0 & 0 & 0 & M] \\ [0 & 0 & 0 & 0 & M] \end{matrix}$	$\begin{matrix} \sigma = \varepsilon_1^*(M_1 + \mu_1s) \\ \sigma = \varepsilon_2^*(\mu_2s) \\ \sigma = \varepsilon_3^*M_2 \\ \varepsilon_1^* = \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2^* = \varepsilon_2 \\ \varepsilon_3^* = \varepsilon_3 \\ \varepsilon_4 = \varepsilon_1^* \\ \varepsilon_5 = \varepsilon = \varepsilon_1^* + \varepsilon_2^* + \varepsilon_3^* \end{matrix}$	$\begin{matrix} \dot{\varepsilon} = \frac{\dot{\sigma}}{M_1 + \mu_1s} + \frac{\dot{\sigma}}{\mu_2s} + \frac{\dot{\sigma}}{M_2} \\ M_1M_2\sigma + (M_1\mu_2 + \\ M_2\mu_1 + M_2\mu_2)\dot{\sigma} + \\ \mu_1\mu_2\ddot{\sigma} = \\ M_1M_2\mu_2\dot{\varepsilon} + \mu_1\mu_2M_2\ddot{\varepsilon} \end{matrix}$
 <p>Рис.8 Пятиэлементная модель</p>	$\begin{matrix} & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ a & \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \\ b & \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix} \\ c & \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \\ d & \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \\ [1 & 0 & 0 & -1 & 0] \\ [0 & 1 & 0 & 0 & -1] \\ [0 & 0 & 1 & 0 & 0] \end{matrix}$	$\begin{matrix} [M_1 + \mu_1s & 0 \\ 0 & M_2 + \mu_2s \\ 0 & 0 & M_3] \\ [0 & 0 & 0 & 0 & M] \\ [0 & 0 & 0 & 0 & M] \\ [0 & 0 & 0 & 0 & M] \end{matrix}$	$\begin{matrix} \varepsilon_1^* = \frac{\sigma}{M_1 + \mu_1s} \\ \varepsilon_2^* = \frac{\sigma}{M_2 + \mu_2s} \\ \varepsilon_3^* = \frac{\sigma}{M_3} \\ \varepsilon_1 = \varepsilon_1^* \\ \varepsilon_2 = \varepsilon_2^* \\ \varepsilon_3 = \varepsilon_3^* \\ \varepsilon_4 = \varepsilon_1^* \\ \varepsilon_5 = \varepsilon_2^* \\ \varepsilon_6 = \varepsilon = \varepsilon_1^* + \varepsilon_2^* + \varepsilon_3^* \end{matrix}$	$\begin{matrix} \varepsilon = \frac{\sigma}{M_1 + \mu_1s} + \frac{\sigma}{M_2 + \mu_2s} + \frac{\sigma}{M_3} \\ M_1M_2M_3 \\ + \dot{\varepsilon}_1(M_3M_2\mu_2 + \\ + \mu_1M_2M_3) + \dot{\varepsilon}_2\mu_1\mu_2M_3 \\ = \\ M_1M_2 + M_2M_3 \\ + M_1M_3 + \\ + \dot{\sigma}(M_3\mu_1 + M_3\mu_2 + \\ + M_2\mu_1 + M_1\mu_2 + \\ + \dot{\sigma}M_1\mu_2) \end{matrix}$

ЛИТЕРАТУРА

1. Richard M. Christensen Theory of Viscoelasticity. – Dover, 2003.
2. Bland D.R. Theory of Linear Viscoelasticity. – Pergamon Press, 2003.
3. Haddad Y. M. Viscoelasticity of Engineering Materials. – Springer, 1995.
4. Bansal R. K. A Textbook of Strength of Materials. – Laxmi Publications (P) ltd, 2010, 607 p.
5. Abhijit Chakrabarti Circuit Theory Analysis & Synthesis. – Dhanpat Rai Publishing Company (P) Limited, 2008.
6. Charles A., Ernest S. Basic Circuit Theory. – McGraw-Hill Education (India) Pvt Limited, 2009.

REFERENCES

1. Richard M. Christensen Theory of Viscoelasticity. – Dover, 2003.
2. Bland D.R. Theory of Linear Viscoelasticity. – Pergamon Press, 2003.
3. Haddad Y. M. Viscoelasticity of Engineering Materials. – Springer, 1995.
4. Bansal R. K. A Textbook of Strength of Materials. – Laxmi Publications (P) Ltd, 2010, 607 p.
5. Abhijit Chakrabarti Circuit Theory Analysis & Synthesis. – Dhanpat Rai Publishing Company (P) Limited, 2008.
6. Charles A., Ernest S. Basic Circuit Theory. – McGraw-Hill Education (India) Pvt Limited, 2009.

Потанин А.С., Партизан Г., Алиев Б.А.

**Күрделілігі әртүрлі деңгейдегі механикалық тізбектің матрицалық көрінісі негізінде материалдың серпімсіз қасиетін моделдеу**

**Түйіндеме.** Бұл мақалада Гук заңының жалпы түрі болып табылатын материалдың вязкосеріппелі қасиеті кезіндегі деформация мен кернеулік арасындағы байланысты алу әдістері келтірілген. Қатты денелердегі энергияның ішкі үйкеліс, жиіліктік, амплитудалық және температуралық тәуелділіктері сияқты маңызды сипаттамаларын алуға мүмкіндік береді. Бұл жұмыста ұсынылып отырған әдістер моделдің күрделілігін шектемейді және ұсынылып отырған моделдің графтың түйіндерінің арасындағы әртүрлі байланыстар кезінде дұмыс жасайды.

**Кілт сөздер:** серпімсіздік, реологиялық модель, граф, механикалық тізбек.

Potantin A.S., Partizan G., Aliyev B.A.

**Modeling of the viscoelastic behavior of a material on the basis of matrix representations of mechanical chain of degree of complexity**

**Summary.** In this paper proposes a method for obtaining relations between stress and strain in the case viscoelastic behavior of a material, which is a generalization of Hook's law. This method can obtain such important characteristics the dispersion of the energy in the solid bodies as internal friction and the dependence of temperature, amplitude, frequency. The proposed method does not limit complexity of the models and operates in a variety of connections between nodes in a graph that represents the model.

**Key words:** viscoelasticity, rheological model, the graph, the mechanical chain.

ОӘЖ 665 . 644.63

**Ж.К. Шуханова<sup>1</sup>, С.Т. Танашев<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Қ. Сәтбаев атындағы ҚазҰТУ, Алматы, Қазақстан Республикасы,

<sup>2</sup> М.Әуезов атындағы ОҚМУ, Шымкент, Қазақстан Республикасы)

**МҰНАЙ ЖӘНЕ МҰНАЙБИТУМДЫ ҚАЗБАЛАРЫНЫҢ ҚАЛДЫҚТАРЫНАН БИТУМ ӨНДІРУ**

**Аңдатпа.** Құрамында парафині көп Құмкөл мұнайынан алынған битумдар мақсаттық көрсеткіштері бойынша жол битумдарының маркасына сәйкес келмейді. Бұл битумдар тез бұзылады, морт келеді, эластикалығы аз және минералдармен бірігуі нашар болады. Құмкөл мұнайларынан алынған гудронға Мұнайбитумды қазбаларының гудронын қосу арқылы араластыру әдісімен тотықтырып, битум және гумусты заттар алудың жолын зерттедік.

**Арнайы сөздер:** мұнайбитумды, қышқылдану, гудрон, катализатор.

Зерттеу бойынша Құмкөл мұнайының гудронын тотықтыру үшін процестің температурасын  $t=250^{\circ}\text{C}$ , үрдістің ұзақтығын  $\tau=90-240$  мин, ауаны беру  $V_v=4$ л/мин және хлорлы темірді қосу 3 % масса деп алдық.

Сапалы жол битумын алу үшін Құмкөл мұнайының және Мұнай битудықазбалары гуруонының қоспасына хлорлы темірді қосып және қоспасыз тотықтыру процесіне зерттеулер жүргізілді. Мұнайбитумды қазбалары гуруонының қоспасы және Құмкөл мұнайы гудронының қатынасы 50:50-20:80 (% масс) және тотықтыру процесінің температурасы  $210^{\circ}\text{C}$ -тан  $300^{\circ}\text{C}$  аралығын құрайды.

Битумның эксплуатациялық қасиеті өңделетін мұнайдың химиялық құрамына және өндірісте өңдеу технологиясына байланысты болады. Құрамында парафині көп Құмкөл мұнайынан алынған



битумдар мақсаттық көрсеткіштері бойынша жол битумдарының маркасына сәйкес келмейді. Бұл битумдар тез бұзылып, морт келеді, эластикалығы аз және минералдармен бірігуі нашар болады.

Сондықтан Құмкөл мұнайларынан алынған гудронға Мұнайбитумды қазбаларының гудронын қосу арқылы араластыру әдісімен тотықтырып, битум және гумусты заттар алудың жолын зерттедік.

Тотықтыру үрдісінің дәлірек айтқанда, тотығу дегидроконденсациясының негізгі факторлары температура, ауа шығындары және қысым болып табылады. Тотықтыру температурасы қаншалықты жоғары болса, соншалықты үрдіс жылдам жүреді. Бірақ аса жоғары температура кезінде карбон мен карбонидтардың түзілу реакциялары да үдейді, ал бұған жол беруге болмайды.

Реакциялық ортаға ауа неғұрлым көп енгізілсе, соғұрлым тотықтыруға уақыт аз қажет болады, яғни оттегі процестің бастаушысы болып табылады [1].

Ауа шамадан тыс көп берілсе, реакциялық зонадағы температура рұқсат етілген шектен асып кетуі мүмкін. Тотығу реакциясы экзотермиялық болғандықтан, ауа шығынын өзгерту арқылы үрдіс температурасын реттеуге болады.

Қысымның жоғарылауымен реакция аумағында тотығу процесі жеделдейді де, тотыққан битум қара майлардың сапасы май буларының сұйылуының (конденсациясының) арқасында жақсартады. Оның ішінде жұмсару температурасы бірдей болып, қара май пенетрациясы артады. Әдетте қысым 0,3 - 0,8 МПа шегінде тербеледі [2].

Құмкөл мұнайы гуруонының және Мұнайбитумды қазбалары гудронының физика-химиялық сипаттамасы 1-кестеде көрсетілген.

Көрсеткіштері	Құмкөл мұнайының гудроны	Мұнайбитуды-қазбаларының гудроны
Тығыздық, $\rho$ кг/м <sup>3</sup>	928,5	988,5
Тұтқырлық, 50 <sup>0</sup> С-да	67	88
Құрамы, % масс.		
-Күкірт	0,45	2,5
-Смола	10,36	32,8
-Асфальтендер	8,4	9,4
Ашық түрде тұтануы, °С	215	280
25 <sup>0</sup> С-де регенерациясы, 0,1 мм	29	38

1-кесте. Құмкөл және Мұнайбитуды қазбалары гуруонының физика-химиялық қасиеті.

Зерттеу бойынша Құмкөл мұнайының гудронын тотықтыру үшін процестің температурасын  $t=250^{\circ}\text{C}$ , процестің ұзақтығын  $\tau=90-240$  мин, ауаны беру  $V_v=4$ л/мин және хлорлы темірді қосу 3 % масс деп алдық.

Құмкөл мұнайының тотыққан гудронының физикалық қасиеті 2-кестеде көрсетілген.

Көрсеткіштер	Тотығу процесінің температурасы 250 <sup>0</sup> С				Битум маркасы БН50/50	Хлорлы темір, % масс.
	Процестің ұзақтығы, мин					
	$\tau=90$	$\tau=150$	$\tau=210$	$\tau=240$		
Пенетрация, 250 С-0,1 мм	37	39	43	28	41-60	3,0
Созылмалығы, см	35	38	40	27		
Жұмсару температурасы (Киш) °С	46	49	52	61	>60	

2-кесте. Процестің ұзақтығына байланысты битум тотығуының физикалық сипаттамасы.

2-кестеде көрсетілгендей тотығу процесінің ұзақтығы  $\tau=210$  мин, алынған битумның сапалық көрсеткіштері БН-50/50 маркасына сәйкес келеді, яғни бұл жол битумына жатады. Сапалы жол битумын алу үшін Құмкөл мұнайының және Мұнайбитумды қазбалары гуруонының қоспасына хлорлы темірді қосып және қоспасыз тотықтыру процесіне зерттеулер жүргіздік.

## • Технические науки

Мұнайбитумды қазбалары гуронының қоспасы және Құмкөл мұнайы гудронының қатынасы 50:50-20:80 (% масс) және тотықтыру процесінің температурасы 210°C-тан 300°C аралығын құрайды.

Зерттеу нәтижесіне температураның әсері, тотығу процесінің ұзақтығы және хлорлы темірлі қоспа мөлшерінің алынған битумның физика-химиялық қасиетіне әсері 3 және 4-кестеде көрсетілген.

Көрсеткіштері	Тотығу процесінің температурасы 250°C			Ауаны беру жылдамдығы, л/мин
	50:60	40:60	30:70	
Пенетрация, 250 С·0,1мм	47	45	44	2,5
Созылмалығы, см	43	36	31	
Жұмсару Температурасы (КиШ)°С	65,5	68,0	74	

3-кесте. Құмкөл және Батыс Сібір мұнайы гудрондарының қоспасынан алынған тотыққан битумның физикалық сипаттамасы.

Көрсеткіштері	хлорлы темірлі қоспа концентрациясы, % масс			Процесс температурасы, °С	Битум, маркасы БН40/60
	С=1,0	С=3,0	С=5,0		
Пенетрация, 250 С·0,1мм	46	30	14	250	40 төмен емес 51-ден төмен емес 40-60
Созылмалығы, см	48	39	11		
Жұмсару температурасы (КиШ) °С	69	78	>100		

4-кесте. Мұнайбитуды қазбаларының гудронын және Құмкөл мұнайының гудрондарын 50:50 % масс қатынасында алғанда және хлорлы темірлі қоспа қосқанда алынған тотыққан битумның физикалық сипаттамасы.

3-кестеде көрсетілгендей, Құмкөл мұнайының гудрон мөлшері артқан сайын, тотыққан битумның жұмсару температурасы жоғарылайды, бірақ созылмалық қасиеті төмендеп, пенетрациялық қасиеті төмендейді. Бұл қасиеттердің өзгеріске ұшырауы тотығу процесінің нәтижесінде, Құмкөл мұнайының гудроны процесс кезінде құрамы бойынша өзгеріске ұшырайды, яғни процесс нәтижесінде карбонды көмірсутектер және қажетсіз құрылымдардың түзілуі, битумның сапалық қасиеттерін нашарлатады.

Олай болса, процесті жүргізудің тиімді қатынасы Мұнайбитуды қазбаларының гуроны және Құмкөл мұнайының гудрондарын 50:50% масс қатынасы болады.

4-кестеде тотыққан битумның 50:50%, масс қатынасындағы хлорлы темірлі қоспасымен алынғандағы физикалық сипаттамасы көрсетілген.

Олай болса, үрдісті жүргізу температурасы 250°C, 1кг шикізатқа МБҚГ:ҚМГ=50:50% масс, үрдісті жүргізу ұзақтығы 150 мин, ауа беру көлемі 2 л/мин және катализатор беру мөлшері 1-2%, (масс) болғанда, жоғары сапалы маркасы БНД 40/60 болатын және де МЕСТ2245-76 сәйкес келетін жол битумын және құрамында гумусты заттар бар қалдық қара соляр өнімдерін алуға болады.

### ӘДЕБИЕТТЕР

1. Гун Р. Б. Нефтяные битумы, Химия, М. Недра —1973, 429 с.
2. Абрамзон А. А., Бочаров В. В., Паевой Г. М.. Поверхностно-активные вещества. Справочник. П., Химия, М.Недра—1979, 367 с.
3. Танашев С.Т., Омаралиев Т.О.. Туранов Б.Изучение путей снижения коксоотложения на поверхности окисных катализаторов крекинга. Тезисы докладов Всесоюзной НТК, Уфа- 1991, 242 с.
4. Танашев С.Т., Капустин В.М. Омаралиев Т.О.Каталитический крекинг вакуумного газойля в присутствии смолы пиролиза. // Нефтехимия, 1988. №2. -С. 218-227.
5. Сюняев З. И.-Химия и технология топлив и масел. 1985, № 6, 2-6 с..
6. Антошкин А. С, Глаголева О. Ф.-Нефтепереработка и нефтехимия, 1984, № 3, 6-8 с.
7. Антошкин А. С, Сюняев Р. З., Хайдура Х. М.-Химия и технология топлив и масел, 1984, № 3, 35-36 с.
8. Махов А. Ф., Варфоломеев Д. Ф., Сюняев З. И. и др.-Нефтепереработка и нефтехимия, 1981, № 10, 7-с.

9. Сюняев Р. З., Сафиев О. Г. -Иzv. вузов. Нефть и газ, 1984, № 2, 50-54 с.

REFERENCES

1. Gun R.B. Nevtimei bitumi. M. Himia, M. Nedra-1973, 429 s.
2. Abramzan A. A., Bocharov V.V., Paevoi G.M.. Poverhnostno-aktivnei veshstva. Spravochnik. P, Himia, M. Nedra—1979, 367 s.
3. Tanashev S. T., Omaraliev T.O., Turanov B. Izuchenie putei snizhenia .koksootlozhenia na poverhnosti okisnih katalizatorov kretng. Tezis docladov. Vsesouzni NTK. Ufa- 1991, 242 .
4. Tanashev S.T., Kapustin V.M. Omaralier T.O. Cataliticheski kretng vakuumnogo gazoilia v prisutstvii smoli piroлиза. Nevtehimia, 1988. №2. -S. 218-227.s
5. Syniaev Zh. I.-Himia I tehnologia topliv i masel. 1985, № 6, 2-6 s.
6. Antoshkin A. S, Glagoleva O.F.- Neftepererabotka i neftehimia, 1984, № 3, 6-8 s.
7. Antoshkin A. S, Syniaev P.Z., Haidura H.. M-Himia i tehnologia topliv I masel, 1984, № 3, 35-36 s.
8. Mahov A. F., Varfolomeev D. F., Syiniev Z.I., -Neftepererabotka i neftehimia, 1981, № 10, 7-s.
9. Suniaev R. Z., Safiev O.G.-Izv. Vuzov. Neft i gaz, 1984, № 2, 50-54 s..

Шуханова Ж.К., Танашев С.Т.

**Мұнай және мұнайбитумды қазбаларының қалдықтарынан битум өндіру**

**Түйіндеме.** Мұнай және мұнайбитумды қазбаларының қалдықтарынан битум өндіру. Мұнайбитумды жыныстың шығуы мұнайдың терең жер қабатының астында орналасуына байланысты. Атмосфералық факторларға байланысты – температура, жарық, ауа, мұнайдың жеңіл компоненттері жойылып, физика және химиялық қасиеті өзгереді, осыдан келе мұнайдың тұтқырлығы артып, табиғи битумға айналады.

**Арнайы сөздер:** мұнайбитумды, қышқылдану, гудрон, катализатор.

Шуханова Ж.К., Танашев С.Т.

**Нефтебитуминозные породы – многокомпонентное сырье**

**Резюме.** Образование нефтебитуминозных пород связано с выходами нефти из глубинных пластов. Под воздействием атмосферных факторов – температуры, света, воздуха, легкие компоненты нефти испарились, физические и химические свойства изменились, что сопровождалось нарастанием вязкости нефти, ее окислением и переходом в природный битум.

**Ключевые слова:** нефтебитум, окисление, гудрон, катализатор.

Shuhanova Zh.K. Tanashev S.T.

**Neftebituminoznye breed of multi-component materials**

**Summary.** Neftebituminoznye breed of multi-component materials. Education neftebituminoznych rocks associated with the outputs of oil from deep reservoirs. Under the influence of weather conditions - heat, light, air, light oil components have evaporated, the physical and chemical properties have changed, accompanied by a buildup of oil viscosity, oxidation and its transition to natural bitumen.

**Key words:** neftebitum, oxidation, tar, catalyst.

УДК 691.332

**М.Т. Жугинисов, Е.К. Кушеков**

(Казахский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева  
Алматы, Республика Казахстан)

**ВОПРОСЫ ТЕХНОЛОГИИ СПЕЦИАЛЬНЫХ БЕТОНОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
ЖИДКОГО СТЕКЛА**

**Аннотация.** Важнейшими задачами в производстве жаростойких бетонов является увеличение сроков службы тепловых агрегатов и уменьшение себестоимости изделий за счет повышения долговечности и качества выпускаемых материалов. Обладая высокими физико-техническими и экономическими показателями, жаростойкие бетоны во многих случаях более эффективны, чем штучные огнеупорные материалы. В качестве основного вяжущего для производства кислотостойких, жаростойких и высокопрочных бетонов и композиций используют жидкие стекла. В статье представлены результаты научных исследований по разработке составов и технологии кислотостойких и жаростойких бетонов и изделий на основе природного и техногенного сырья с применением жидкого стекла. Получены кислотостойкие бетоны, которые используются для футеровки

емкостей для хранения различных кислот. Разработаны технологии жаростойких бетонов с температурой применения 800-1500 °С. Данная статья является предпосылкой по разработке составов и технологии жаростойких бетонов на основе жидкого стекла с различными природными и техногенными заполнителями, имеющимися в РК.

**Ключевые слова:** Жидкое стекло, жаростойкие бетоны, кислотостойкие бетоны, шлак.

Перспективным направлением, отвечающим возросшим эксплуатационным требованиям и повышению экономической эффективности футеровки тепловых агрегатов предприятий промышленности строительных материалов, нефтехимической промышленности, черной и цветной металлургии и др., является совершенствование жаростойких и кислотостойких бетонов, на основе которых можно изготовить сборные крупноразмерные изделия или монолитные конструкции. Применение жаростойких бетонов при строительстве и ремонте тепловых агрегатов дает возможность механизировать производство, снизить их трудоемкость, повысить срок службы и производительность самих агрегатов.

Важнейшими задачами в производстве жаростойких бетонов является увеличение сроков службы тепловых агрегатов и уменьшение себестоимости изделий за счет повышения долговечности и качества выпускаемых материалов. Обладая высокими физико-техническими и экономическими показателями, жаростойкие бетоны во многих случаях более эффективны, чем штучные огнеупорные материалы. Исключение предварительного обжига, а в некоторых случаях и специальной термической обработки дает возможность сократить топливно – энергетические и трудовые затраты на их производство.

Особенностью технологии жаростойких бетонов является то, что формирование их структуры происходит не только при твердении в период термообработки или естественного твердения, но и при нагревании до высоких температур, а также изменяется в процессе эксплуатации.

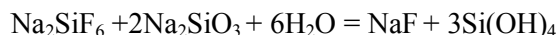
В качестве основного вяжущего для производства кислотостойких, жаростойких и высокопрочных бетонов и композиций используют жидкие стекла. Жидкое стекло представляет собой водный раствор силикатов щелочных металлов общей формулы  $Me_2O \cdot nSiO_2$ , где Me - натрий или калий, n - силикатный модуль (1,5-3,6 для натриевого и 4,0- 4,5 - для калиевого стекла). Жидкое стекло получают либо растворением кремнеземсодержащего сырья в едких щелочах при высоких температуре и давлении в течение нескольких часов, либо растворением растворимого стекла в виде силикат – глыбы в горячей воде под давлением. При изготовлении жаростойкого и кислотоупорного цемента чаще всего используется натриевое жидкое стекло с плотностью 1,38-1,42 г/см<sup>3</sup> и кремнеземистым модулем 2,2-2,8.

Одним из самых важных свойств жидкого стекла является вязущая консистенция. Именно эта особенность продукта сделала его актуальным в разных сферах труда. Подобное свойство сделало жидкое стекло самозатвердевающим, в процессе затвердевания образуется искусственный силикатный камень

Твердеет жидкое стекло только на воздухе вследствие выделения и высыхания геля кремнекислоты под действием углекислоты воздуха по реакции:



Ускоряет твердение жидкого стекла кремнефтористый натрий. В результате взаимодействия последнего с жидким стеклом быстро образуется гель кремнекислоты и фтористый натрий:



Образующийся при этом фтористый натрий мало растворим в воде, поэтому процесс расщепления силикатов жидкого стекла и выделения геля кремниевой кислоты (клеящего вещества) ускоряется, что приводит к быстрому твердению системы [1].

Первые исследования по использованию жидкого стекла в технологии строительных материалов были проведены Глуховским В.Д. [2]. В исследованиях был применен раствор жидкого стекла с силикатным модулем 2-3,5 в количестве 15-30 % по весу сухого вещества.

В качестве заполнителя автор использовал наиболее легко доступные и дешевые сырьевые материалы как лесс, супесь, овражный и речной пески. Эксперименты проводились в следующей последовательности, сначала взвешивались заполнители в определенных соотношениях и в сухую смесь добавлялась жидкое стекло, затем смесь перемешивали и формовали. Часть образцов хранилась в естественных условиях, другая часть подверглась сушке при температуре 150-200 °С. В итоге изделия, приготовленные на жидкостекольном вяжущем без добавок следует подвергать сушке, так как в процессе сушки с повышением температуры удаляется влага и изделия твердеют. Полученные образцы изделий имеют прочность при сжатии от 13 до 40 МПа.

В НИИЖБе [3] разработаны кислотостойкие бетоны на основе растворимых силикатных стекол, модифицированных неорганическими и органическими материалами, один из которых тонкодисперсная силикат-глыба. При разработке составов этих бетонов основное внимание уделялось модификации вяжущего для снижения кислотопроницаемости, повышению водощелочестойкости, прочности, снижению усадки и т.п. Бетоны на основе модифицированного жидкого стекла характеризуются прочностью на сжатие от 25-40 МПа, а высокопрочные до 120 МПа. Коэффициент стойкости их в кислотах составляет от 0,9 до 1,2.

Ганник Н.И [4] работал над созданием жаростойких вяжущих из жидкого стекла, шлака металлического марганца, электрокорундового шлама, армированных муллитокремнеземистым волокном и бетонов на их основе. Полученный бетон с плотностью 2000 кг/м<sup>3</sup> имеет прочность на сжатие 18-19 МПа, термическую стойкость - 240 воздушных теплосмен, температуру службы от 1000 до 1100 °С.

С целью повышения стойкости конструкций и изделий в кислых средах Шевчуком В.И. [5] была разработана технология получения кислотостойкой расширяющейся композиции на основе жидкого стекла. Структура разработанных композиций является аморфно-кристаллической и представлена аморфным кремнеземом и кристаллами фторидов и кремнефторидов. Введение активных добавок (глинозем, алюмотермические шлаки) приводит к повышению степени поликонденсации и молекулярной массы кремниевых кислот, увеличению содержания кристаллогидратной воды, снижению размеров новообразований, повышению плотности материалов. Наиболее эффективны добавки глиноземсодержащих веществ и каолиновой глины.

Изучением особенностей применения высокомодульного промышленного жидкого стекла для производства шлакощелочных бетонов занимался Кононов В.П. [6]. В качестве компонентов шлакощелочных вяжущих в исследованиях использовались доменные гранулированные шлаки, отличающиеся значениями модулей основности, активности, коэффициентом качества и промышленное жидкое стекло с  $M_c = 2,8$ . В качестве заполнителей использовались гранитный щебень и речной песок. Для регулирования сроков схватывания вяжущего применялись добавки ПАВ – ЛСТ и ГКЖ – 2. Установлено, что использование в качестве щелочного компонента высокомодульных жидких стекол позволяет получить высокопрочные (классов В70, В80) бетоны при условии их тепловлажностной обработки. Деформации усадки и мера ползучести этих бетонов не превышают нормативных значений усадочных деформаций для бетонов на основе портландцемента. Полученный бетон на основе жидкого стекла имеет следующие показатели: прочность при сжатии 82,5-94,5 МПа, призмная прочность 68-69,5 МПа, деформация усадки 88·10<sup>-5</sup> - 48·10<sup>-5</sup>, мера ползучести 2,8·10<sup>-5</sup>-3,9·10<sup>-5</sup> МПа.

Разработанный Приходько А.П. жаростойкий бетон на вяжущем из отработанного синтетического шлака и жидкого стекла, применяется в тепловых агрегатах с температурой 1979 К [7]. В качестве заполнителя использовался шамот и перлит. Проведенные исследования показали, что тяжелый и легкий жаростойкий бетоны можно эксплуатировать при сравнительно низких температурах (573-873 К) только после предварительной термической обработки, а при температурах выше 873 К предварительная термическая обработка не требуется. Установлено, что введение шамотного заполнителя в бетоны, сдвигает огнеупорность в зону высоких температур, чего нельзя сказать о перлите. В то же время увеличение жидкого стекла как и шлака в составах снижает огнеупорность материала. Повышение содержания жидкого стекла в вяжущем и увеличение расхода шлака с одновременным уменьшением шамота в тяжелом бетоне в оптимальных областях снижает температуру начала деформации под нагрузкой на 40 К. Увеличение расхода жидкого стекла в вяжущем и в легком бетоне увеличивает как усадку с 0,6 до 1 % при первичном нагреве так и термическое расширение с 0,6 до 0,8 % при повторном нагреве. Установлено что на основе тонкомолотых гранулированных шлаков и низкомодульного жидкого стекла можно получить

высокоактивное вяжущее. При этом в качестве заполнителей допускается использование нефракционных отходов горно-обогатительного комбината, зол ТЭЦ и других отвальных пород в основном непригодных для получения конструктивных бетонов на обычных цементах.

Исследованиями шлакощелочных бетонов и конструкций на растворимом стекле с использованием отходов горнорудной промышленности занимался Гончаров В.И. [8]. Такие бетоны по своим физико-механическим свойствам не уступают обычным тяжелым бетонам: арматурная сталь не подвергается коррозии, морозостойкость не менее 300 циклов, возможно использование мелкого заполнителя с содержанием глинистых примесей до 20 % без потери прочности, коэффициент однородности 0,75, истираемость низкая. В результате исследований получен тяжелый бетон марок 200, 300, 400 и 500 с удовлетворительной деформативностью конструкций на его основе при кратковременном и длительном действии нагрузок. Установлено, что на величину деформаций усадки и ползучести шлакощелочного бетона влияет плотность, применяемого жидкого стекла. Деформации на 25-40 %, больше, чем у соответствующих деформаций обычных бетонов.

Предложено немало других термостойких композиций из отходов, например: железохромовый шлак (37%), кварцевый песок (37%) и раствор силиката натрия (26%). Все это перемешивают, и смесь наносят на поверхность агрегата распылением. Такая футеровка работает под нагрузкой при температуре до 1270°C, выдерживая при этом 35 температурных перепадов нагрев - охлаждение.

Одним из перспективных направлений разработки составов жаростойких бетонов является замена инициатора твердения кремнефтористого натрия ( $\text{Na}_2\text{SiF}_6$ ) менее токсичными и дорогостоящими веществами. В этом направлении представляет определенный интерес исследования Тарасовой А.П. [9]. Автором разработаны жаростойкие бетоны на жидком стекле с температурой применения 1500-1600 °C и прочностью 15-20 МПа. Для получения жаростойкого бетона в качестве отвердителя были использованы нефелиновый шлак, феррохромовые и марганцевые шлаки, содержащие двухкальциевый силикат ( $\gamma\text{-}2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ ), в качестве заполнителей – магнезит, периклазошпинелид и хромагнезит.

Таким образом, в настоящее время выполнены исследования по разработке составов и технологии жаростойких бетонов на основе жидкого стекла с различными природными, искусственными и техногенными заполнителями, от огнеупорности которых зависит температура применения бетонов.

В Казахстане есть природное и техногенное сырье, пригодное для получения жаростойких бетонов на их основе. Есть значительные запасы кварцитов в Жамбылской, Карагандинской и Алматинской областях; хромитовых руд в Актюбинской области; бокситов в Павлодарской области; кварцевых песков в Алматинской, Кзылординской и Актюбинской областях.

В Жамбылской и Южно-Казахстанской областях в отвалах предприятий по производству фосфора находятся гранулированные и плотные фосфорные шлаки. В отвалах металлургических заводов Карагандинской области находятся гранулированные доменные шлаки, в г. Актюбинске на заводе ферросплавов накоплены феррохромовые шлаки.

Золы ТЭС имеются практически во всех регионах республики.

Выше изложенное является предпосылкой для разработки составов и технологии жаростойких изделий на основе местного природного и техногенного сырья.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Комар А.Г. Строительные материалы и изделия. М.: Высшая школа, 1988. 527 с.
2. Глуховский В.Д. Грунтосиликаты. Киев, 1959, 170 с.
3. Отрепьев В.А., Путляев И.Е. Кислотостойкие бетоны на активных заполнителях и модифицированном вяжущем //Бетон и железобетон, 1978, №8, С. 8-10.
4. Ганник Н.И. Жаростойкие бетоны на основе жидкого стекла, шлака. Автореф. канд. техн. наук. Днепрпетровск, 1990. 17 с.
5. Шевчук В.И. Разработка составов расширяющихся композиций на основе жидкого стекла. Автореф. канд. техн. наук: 29.04.90. Харьков: ХАДИ, 1990. 24 с.
6. Кононов В.П. Прочностные и деформативные свойства шлакощелочных высокопрочных бетонов на основе высокомодульного жидкого стекла. Автореф. канд. техн. наук: 12.04.90. Киев: КИСИ, 1990. 19 с.
7. Приходько А.П., Дибров Г.Д. Жаростойкий бетон на вяжущем из жидкого стекла и алюмокальциевого (синтетического) шлака //Тез. докл. и сообщ. Всес. конф. «Жаростойкий бетон и железобетон

на основе металлургических шлаков, вермикулита и их применение в тепловых агрегатах промышленности строительных материалов». Челябинск, 1977. - 290 с.

8. Гончаров В.И. Исследование прочностных и деформативных свойств шлакощелочных бетонов и конструкции на растворимом стекле с использованием отходов горнорудной промышленности. Дис. канд. тех. наук: 19.10.79. Киев: КИСИ, 1979. – 140 с.

9. Тарасова А.П. Жаростойкие вяжущие на жидком стекле и бетоны на их основе. М.: Стройиздат, 1982. – 133 с.

REFERENCES:

1. Komar A.G. Stroytelnye materially i izdelya M.; Vishaya shkola, 1988. 527 s.
2. Glyhovski V.D. Gruntosilikaty. Kiev, 1959, 170 s
3. Otrepiev V.A., Putliaev I.E. Kislotostoykie betony na aktivnyx zapolnitelyax i modifitsiroyanom vazhyshem// Beton i zhelezobeton, 1978, №8, С. 8-10.
4. Gannik N.I. Zharastoykie betoni na osnove zhidkogo stekla, shlaka. Avtoreph. kand. texn. nayk. Dnepropetrovsk, 1990. 17 s.
5. Sheychuk V.I. Razrabotka sostavov rashiriayshisya kompozitsii na osnove zhidkogo stekla. Avtoreph. kand. texn. nayk: 29.04.90. Xarkov: XADI, 1990. 24 s.
6. Kononov V.P. Prochnostnye i deformativnye svoystva shlakoshelochnyx visokoprochnykh betonov na osnove visokomodylnogo zhidkogo stekla. Avtoreph. kand. texn. nayk: 12.04.90. Kiev. KISI, 1990. 19 s.
7. Prikhodko A.P., Dibrov G.D. Zharastoiki beton na vazhyshem iz zhidkogo stekla i alymokalcevoogo (sinteticheskogo) shlaka. // Tez. dokl i soob. Vses. konf. “Zharostoiki beton i zhelezobeton na osnove metallurgicheskikh shlakov, vermikulita i ih priminenie v teplovykh agregatah promishlenosti stroitelnykh materialov”. Cheliabinsk, 1977. – 290 s.
8. Goncharov V.I. Issledovanie prochnostnykh i deformativnykh svoystv shlakoshelochnykh betonov i konstruyki na rostvorimom stekle s ispolzovaniem othodov gornoryudnoi promishlennosti. Dis. kand. teh. nayk: 19.10.79. Kiev: KISI, 1979. – 140 s.
9. Tarasova A.P. Zharostoikiye vazhyshie na zhidkom stekle i betony na ih osnove. M.: Stroizdat, 1982. – 133 s.

Жугинисов М.Т., Кушеков Е.К.

**Сұйық шынының арнаулы бетон технологиясында игерілу сұрағының күйі**

**Түйіндеме.** Мақалада кислотостойких және жаростойких бетонның және бұйымдардың технологиясындағы сұйық шынының игеру зерттеулердің талдағыш шолуы ұсынылған. Жаростойких және кислотостойких бетон алу үшін мынадай табиғи материалдар қолданылады: кварциттер, кварц шағылдары, хром кенні, және де шамот, динас, муллитокорунд сияқты синтетикалық материалдар, сонымен қатар қара және түсті металлургияның коқыстары қолданылады. Келтіріліп отырған ғылыми зерттемелер жаростойких бұйымдарын алу мақсатында РК ның жергілікті шикізат базасын қолдану алғышарты болып есептеледі. Қазақстанда кислотостойких және жаростойких бетонды алу, табиғи және техногенді шикізат негізінде болатын мүмкіндік бар.

**Негізгі сөздер:** Сұйық шыны, отқа төзімді бетон, қышқылға төзімді бетон, коқыс.

Жугинисов М.Т., Кушеков Е.К.

**Состояние вопроса технологии специальных бетонов с использованием жидкого стекла**

**Резюме.** В данной статье представлен аналитический обзор разработок по использованию жидкого стекла в технологии кислотостойких и жаростойких бетонов и изделий. Для получения жаростойких и кислотостойких бетонов применяются такие природные материалы как кварциты, кварцевые пески, хромитовые руды, синтетические материалы как шамот, динас, муллитокорунд, а также шлаки черной и цветной металлургии. Приведенные научные разработки являются предпосылкой для разработок жаростойких изделий с применением местной сырьевой базы РК. В Казахстане есть природное и техногенное сырье, пригодное для получения кислотостойких и жаростойких бетонов на их основе.

**Ключевые слова:** Жидкое стекло, жаростойкий бетон, кислотостойкий бетон, шлак,

Zuginisov M.T., Kushekov E.K.

**State-of special concrete technology using liquid glass**

**Summary.** This article provides an analytical overview of developments on the use of liquid glass technology acid- and heat-resistant concrete and products. For heat-resistant and acid-resistant concrete used natural materials such as quartzite, quartz sand, chromite ore, synthetic materials such as fireclay, dynasty, mullitokorund and slags of ferrous and non-ferrous metallurgy. These scientific developments constitutes prerequisite for the development of heat-resistant products with the use of local raw material base of the Republic of Kazakhstan. In Kazakhstan there are natural and man-made materials, suitable for acid-resistant and heat-resistant concrete based on them.

**Key words:** Liquid glass, heat-resistant concrete, acid-resisting concrete, slag.

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ПРОЕКТ МАЛОЭТАЖНОГО ГРАЖДАНСКОГО ЗДАНИЯ С ШАРНИРАМИ ПЛАСТИЧНОСТИ**

**Аннотация.** Приведены результаты проведенных экспериментов, а также разработанные проекты гибкого пространственно-каркасного гражданского здания с шарнирами пластичности.

**Ключевые слова.** Проект, пластичность, эксперимент. Этаж.

Применяя результаты разработанных методов стохастического расчета и результаты проведенных экспериментов, разработаны экспериментальные проекты гибкого пространственно – каркасного гражданского здания с шарнирами пластичности.

На рис. 1.1 изображен разрез схемы малоэтажного гражданского сейсмостойкого здания, на рис. 1.2 представлена расчетная схема этого здания, которое содержит пространственно гибкие этажи, образованные колоннами 1, ригелями 2, стенами 3, перекрытиями 4, покрытием 5, фундаментом 6 и шарнирами пластичности 7, размещенными между фундаментом 6, установленным на основании 8, и надземной частью здания.

Между верхними частями стен и перекрытиями (покрытием) размещена упругая прокладка 9.

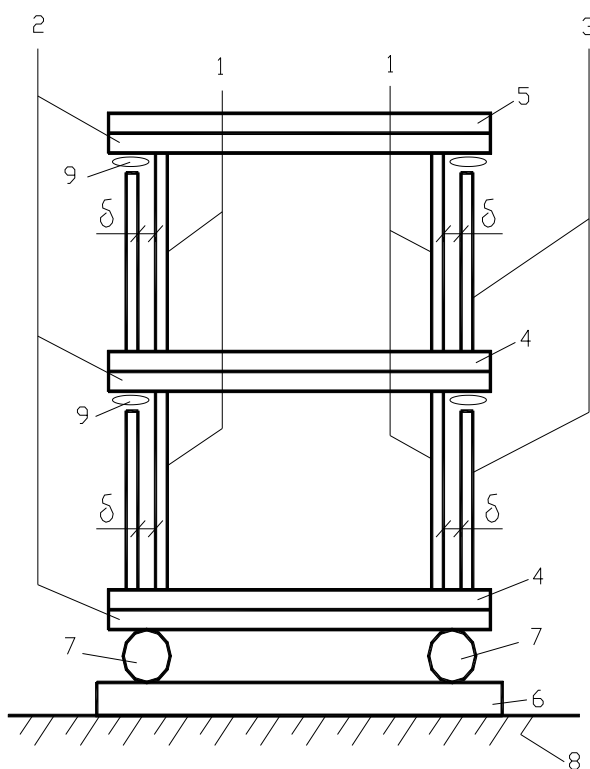


Рис. 1.1

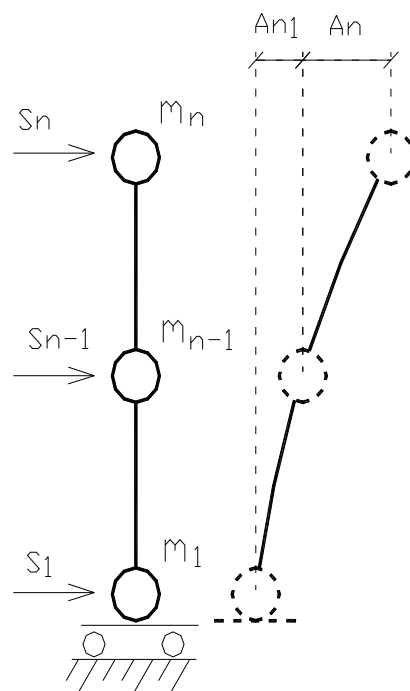


Рис. 1.2

Гражданское сейсмостойкое здание работает следующим образом.

Сейсмическая нагрузка, передаваемая на здание, благодаря устройству сейсмоизоляции 7 ограничивается в заданных пределах  $\alpha_{ог}$  при воздействии землетрясения.

Величина сейсмической нагрузки, действующей на колонны, определяется по формуле



$$S_n = \left( 1 + \frac{A_n}{A_{n-1}} \right) m_n \alpha_{ог}, \quad (1)$$

где  $A_n$  - амплитуда перемещения верха колонны n-го перекрытия;

$A_{n-1}$  - амплитуда перемещения верха колонны n-1-го перекрытия;

$m_n$  - масса груза, действующего на колонны;

$\alpha_{ог}$  - ограниченное ускорение, передаваемое на здание.

Величина зазора ( $\delta$ ) между колоннами и стенами устанавливается по формуле

$$\delta = \frac{S_n h^3}{6EI}, \quad (2)$$

где  $S_n$  - сейсмическая нагрузка, действующая на колонны n-го перекрытия;

$h$  - высота колонны;

$EI$  - жесткость колонн на изгиб.

Упругая прокладка 9 обеспечивает дополнительное снижение динамического воздействия на несущие конструкции здания.

При соблюдении расчетных значений обеспечивается несущая способность стен.

Стены гражданского здания спроектированы на основе стенового блока (рис. 1.3-1.4), изготавливаемого из пенобетона, армированного базальтовым волокном.

На рис.1.3 представлены составные части стенового блока: рис.1.3.а- виды сбоку и сверху основного блока, рис.1.3.б – виды сбоку и сверху дополнительного блока, рис.1.3.в - виды сбоку и сверху шпонки. На рис.1.4. изображена горизонтальная перевязка швов кладки при возведении стен с использованием стенового блока: рис.1.4.а – первый ряд кладки, рис.1.4.б- второй ряд кладки. На рис.1.4 изображена вертикальная перевязка швов кладки при возведении стен с использованием стенового блока.

На рисунках приняты следующие обозначения:  $h$ - высота стенового блока,  $a$  - длина стенового блока,  $D$ - диаметр сквозного отверстия в постельной грани основного блока и полукруглого выреза в тычковых гранях основного и дополнительного блоков,  $d$ -диаметр соединительной шпонки.

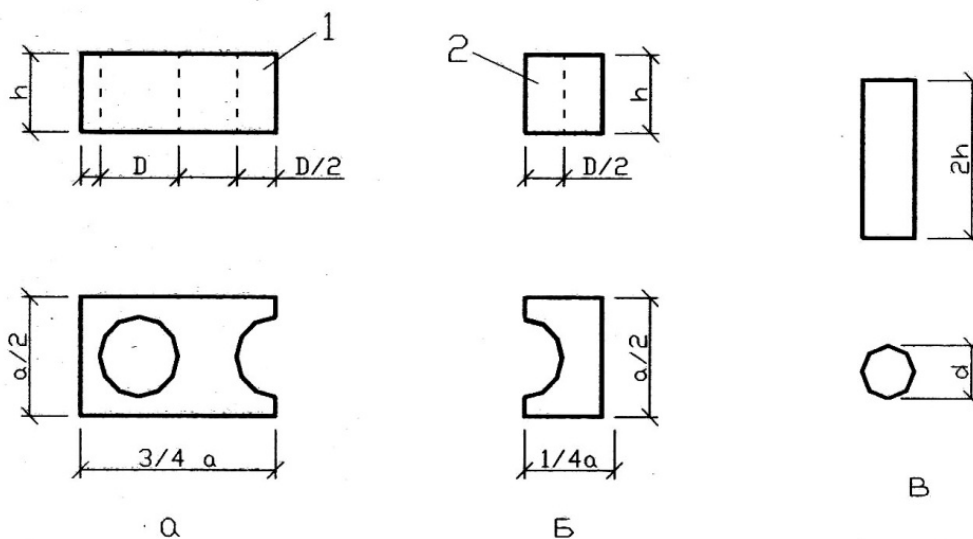


Рис. 1.3

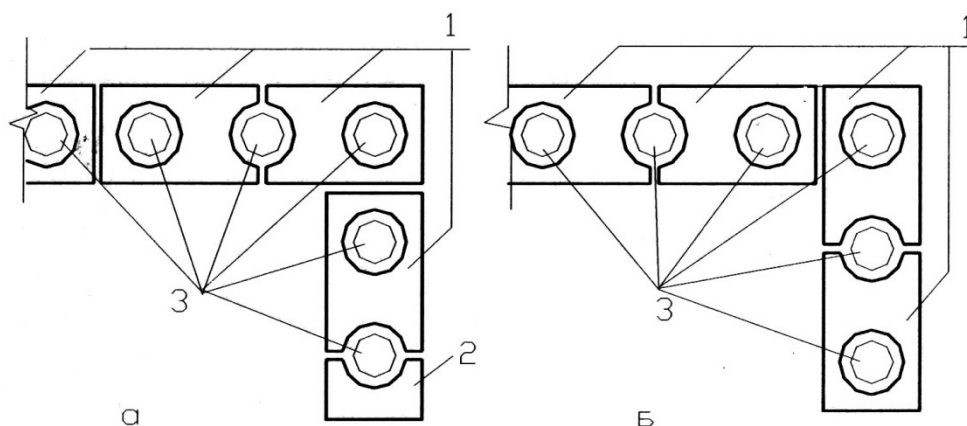


Рис. 1.4

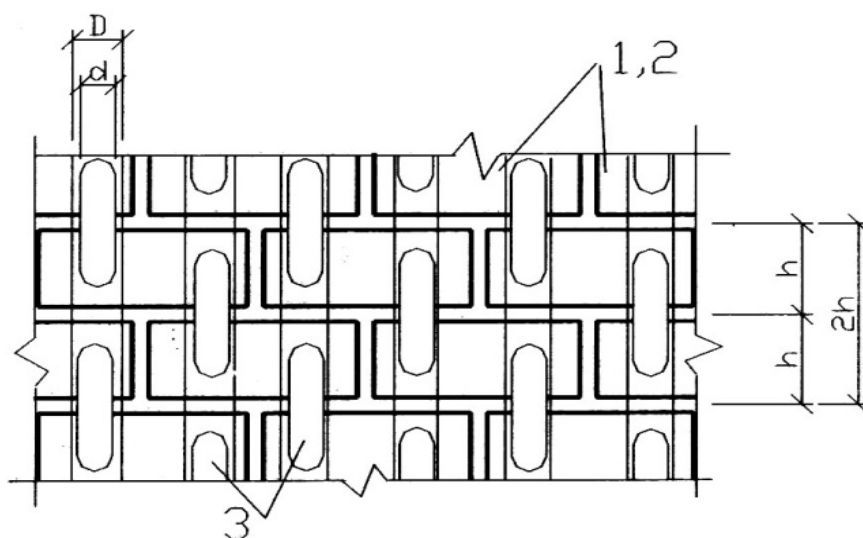


Рис. 1.5.

Стеновой блок содержит основной 1 и дополнительный 2 блоки и соединительный элемент 3, выполненный в виде шпонки. В постельной грани 4, выполненной в виде прямоугольного параллелограмма, основного блока 1 образовано сквозное отверстие 5, а в одной из тычковых граней основного 1 и дополнительного 2 блоков образованы полукруглые вырезы 6 одинакового размера с круглым отверстием 5. Соединительный элемент 3 в виде шпонки имеет высоту, равную удвоенной высоте стенового блока, и диаметр - меньший диаметра отверстия 5 и полукруглого выреза 6 для обеспечения возможности расположения в них, а дополнительный блок 2 составляет одну четвертую часть основного блока 1.

Предлагаемое техническое решение стенового блока при использовании его для возведения стен обеспечивает повышение несущей способности стены в целом за счет совместной работы на срез стеновых блоков благодаря вертикальной перевязке швов соединительной шпонкой.

Кроме того, при изготовлении стенового блока, например, из бетонной смеси применение в ней в качестве крупного заполнителя пенополистирола обеспечивает снижение веса блока более чем на 70% и повышение теплоизоляционных свойств, а добавление в бетонную смесь в качестве мелкого заполнителя базальтового волокна, выполняющего роль арматуры, повышает прочность и несущую способность стенового блока.

Шарнир пластичности будет изготовлен из алюминия.

На рис. 1.5 показан общий вид сейсмоизолирующей опоры; на рис. 1.6 показано рабочее состояние опоры под действием силы тяжести здания; на рис. 1.7 показано рабочее состояние опоры под действием силы тяжести здания и сейсмической силы.

Сейсмоизолирующая опора состоит из металлического цилиндра 1, выполненного из пластичного металла и заключенного в оболочку 2, изготовленную из фторополимера. Цилиндр 1 размещен между надземной 3 и подземной частями здания 4.

Сейсмоизолирующая опора работает следующим образом.

Под действием силы тяжести здания  $Q$  сейсмоизолирующая опора деформируется, принимая сплюснутую форму (рис.1.6). В процессе воздействия сейсмической силы  $S$  сейсмоизолирующая опора пластически деформируется в пределах амплитуды колебания основания  $A$ , а оболочка 2 из фторополимера благодаря его свойствам эластичности и малого коэффициента трения скользит по металлическому цилиндру 1 и по поверхностям надземной 3 и подземной частей здания 4. В результате повышается сейсмоизоляция, т.е. снижается до безопасной величины воздействие на здание сейсмической силы.

Таким образом, положительный эффект в повышении надежности сейсмоизоляции зданий достигается применением предлагаемой сейсмоизолирующей опоры, в конструкции которой использованы материалы, обладающие свойствами упругости, пластичности и малого коэффициента трения скольжения, работающими совместно. Кроме того, полость между металлическим цилиндром 1 и оболочкой 2 обеспечивает термостатический эффект в поддержании нормальной рабочей температуры сейсмоизолирующей опоры.

Предлагаемая сейсмоизолирующая опора конструктивно проще известных конструкций и не требует особой точности при её изготовлении и производстве строительно-монтажных работ, что обеспечивает её очевидное преимущество перед другими сейсмоизолирующими опорами.

Экономический эффект определяется по критерию:

$$\Xi = (C_9 - C_6) / C_9 * 100 \% , \quad (3)$$

где  $C_6$  – стоимость здания при 6-балльном землетрясении;

$C_9$  - стоимость здания при 9-балльном землетрясении.

Как показывают результаты эксперимента, при снижении сейсмической нагрузки до 6 баллов экономический эффект будет 12%.

Техническая эффективность шарнира пластичности определяется по формуле:

$$n = (\alpha_9 - \alpha_6) / \alpha_9 * 100 \% , \quad (4)$$

где  $\alpha_6$  – ускорение здания при 6-балльном землетрясении;

$\alpha_9$  – ускорение здания при 9-балльном землетрясении.

Ограничение ускорения здания до 6 баллов дает при 9 - балльном землетрясении 90 % эффект.

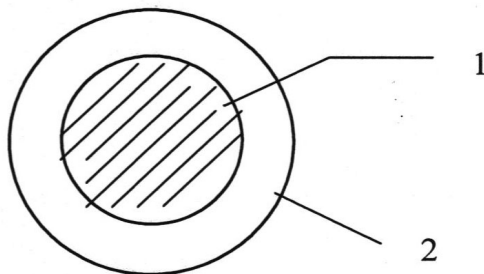


Рис. 1.6.

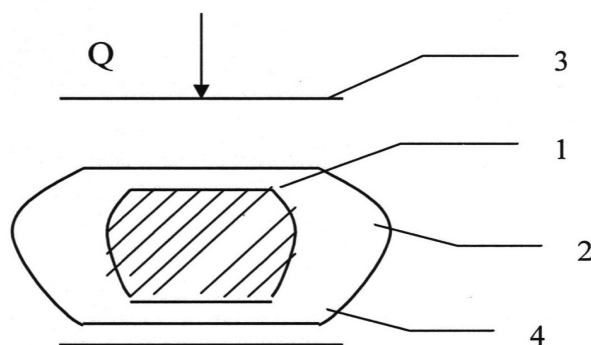


Рис. 1.7.

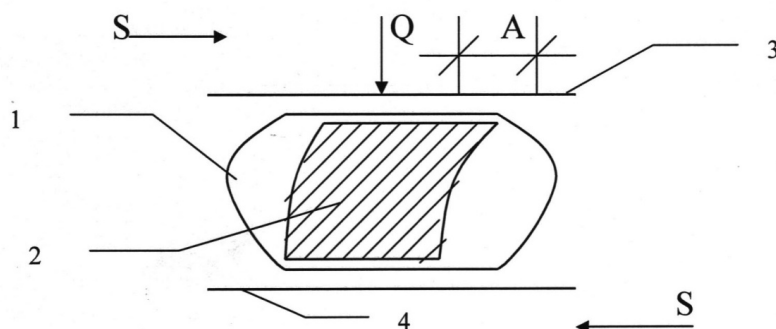


Рис. 1.8.

#### Выводы

В результате инженерного анализа существующих принципов конструирования зданий и последствий сильных землетрясений, а также на основе проведенных исследований можно сформулировать следующие принципы конструирования гражданских сейсмостойких зданий:

1. Несущая конструкция гражданского сейсмостойкого здания должна быть пространственно жесткой и симметричной.

2. В гражданских сейсмостойких зданиях должно быть предусмотрено образование шарнира пластичности, размещенного между надземной частью здания и фундаментом, и шарнир пластичности необходимо выполнять из пластичных металлов в виде сейсмоизолирующих опор.

3. Фундамент гражданского здания, размещенный в грунте категории I, должен быть ленточным монолитным.

Фундамент гражданского здания, размещенный в грунте категории II, должен быть ленточным монолитным железобетонным.

Фундамент гражданского здания, размещенный в грунте категории III, должен быть монолитным, выполненным в виде сплошной железобетонной плиты.

#### Заключение

Результаты исследования являются решением поставленных задач профессора И.Л. Корчинского и Т.Ж. Жунусова.

Таким образом, применяя в инженерной практике разработанные новые методы расчета и сформулированные принципы конструирования гражданских зданий, можно создать надежные и экономичные гражданские сейсмостойкие здания, т.е. надежные и экономичные гражданские сейсмостойкие здания должны удовлетворять следующим требованиям:

1. Во всех сейсмоопасных регионах все гражданские сейсмостойкие здания должны быть рассчитаны на 9-балльную интенсивность.

2. Несущая конструкция гражданского здания, изолированного от фундамента, должна быть пространственно жесткой и должна опираться на опоры, выполненные из пластичного металла, сейсмическую нагрузку, передаваемую на здание, ограничивающие в заданных пределах, т.е. для создания надежного, экономичного гражданского сейсмостойкого здания расчетная модель здания должна быть адекватна объемно-планировочному и конструктивному решению здания.

3. Фундамент гражданского здания, размещенный в грунте категории I, должен быть ленточным монолитным.

Фундамент гражданского здания, размещенный в грунте категории II, должен быть ленточным монолитным железобетонным.

Фундамент гражданского здания, размещенный в грунте категории III, должен быть монолитным, выполненным в виде сплошной железобетонной плиты.

4. Работоспособность несущих конструкций гражданского здания должна быть оценена по термодинамическому критерию надежности.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кутуев М.Д., Матозимов Б.С., Токтонасаров Ж.М. Теоретические исследования колебания гибкого стержня //Механика и моделирование процессов технологии. Вып. 2, Казахстан, Тараз, 2005, с.256-261.

2. Токтонасаров Ж. М., Матозимов Б.С. Кинематико-стохастический метод расчета гибкого здания, изолированного от фундамента, на сейсмостойкость //Вестник КГ УСТА, вып.2(8), 2005, Бишкек, с.20-25.

3. Токтонасаров Ж. М., Матозимов Б.С. Стохастический метод расчета гибких зданий, жестко заделанных на фундамент, на сейсмостойкость //Вестник КГ УСТА, вып.2(8), 2005, Бишкек, с.25-31.

4. Матозимов Б.С. Современное состояние сейсмостойкости //Вестник КазАТК им. М. Тынышпаева, вып.2(2), Алматы, 2005, с.11-16.

5. Матозимов Б.С. Инженерный анализ принципов конструирования гибких сейсмостойких зданий //Вестник КазАТК им. М. Тынышпаева, вып.2(2), Алматы, 2005, с.30-35.

6. Кутуев М.Д., Матозимов Б.С., Муқанбет к. Э. и др. Инженерный анализ проблемных вопросов строительной физики. Наука и новые технологии, №1, 2012; 19-14 с.

7. Матозимов Б.С., Кутуев М.Д., Муқанбет к. Э. и др. Исследования теплофизических расчетов ограждающих конструкций влияющих на микроклимат помещений. Известия Вузов, №1, 2012; 36-39 с.

8. Матозимов Б.С., Муқанбет к. Э. и др. Принципы конструирования малоэтажных сейсмостойких жилых зданий из местных материалов. -Вестник КРСУ. 2012. Том 12. №7, стр. 106-110.

9. Матозимов Б.С., Кутуев М.Д., Муқанбет к. Э. и др. Исследования теплофизических расчетов ограждающих конструкций влияющих на микроклимат помещений. Известия Вузов, №1, 2012; 36-39 с.

Муқанбетқызы Эркінай

#### **Кіші қабатты илемділіктің топсаларды азаматтық ғимараттың эксперименталді жобасы**

**Түйіндеме.** Бұл жұмыста тәжірибенің эксперименттің нәтижелері көрсетілген, сонымен қатар топсалы пластикаларымен азаматтық ғимараттарда кеңістікті-қаңқалы иілгіш жобалары әдістелінген.

Муқанбет к. Эркінай

#### **Экспериментальный проект малоэтажного гражданского здания с шарнирами пластичности**

**Резюме.** В работе приведены результаты проведенных экспериментов, а также разработанные проекты гибкого пространственно-каркасного гражданского здания с шарнирами пластичности.

Mukanbet Erkinay

#### **Eksperimentalny design of low-rise buildings with civil hinges plasticity**

**Summary.** In the pipeline presents the results of the experiments, as well as projects developed flexible space-frame building with civil hinges plasticity.

**Т.Б. Бегимов, М.С. Кушпанов**  
(Казахский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева  
Алматы, Республика Казахстан)

**ПРИБЛИЖЕННЫЙ МЕТОД КВАНТОВАНИЯ ЭНЕРГИИ ЭЛЕКТРОНА  
ВОДОРОДОПОДОБНЫХ СИСТЕМ**

**Аннотация.** Приводится приближенный метод, приводящий к оптимальному получению значений основных параметров водородоподобных образований таких как энергетические уровни, радиусы дозволённых орбит, дискретность момента импульса электрона. Он может быть использован при изложении курса физики для инженерно-технических специальностей высших учебных заведений, где проведение последовательного решения стационарного уравнения Шредингера не представляется возможным, ввиду сложности и длительности математических операций, выходящих далеко за рамки программы.

**Ключевые слова:** стационарное уравнение Шредингера, энергетические уровни, квантование энергии, радиусы дозволённых орбит электрона, момент импульса электрона, потенциальная яма.

Детальное описание основных параметров электрона водородоподобного атома, в том числе и его энергетических состояний, возможно на основе решения стационарного уравнения Шредингера

$$\Delta\Psi + \frac{2m}{\hbar^2}(E - U)\Psi = 0 \quad (1)$$

где  $\Delta$ -оператор Лапласа,  $m$ -масса электрона,  $E$ - полная энергия,  $U$ -потенциальная энергия взаимодействия электрона с зарядом ядра  $Ze$ :

$$U(r) = -\frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 r} \quad (2)$$

где  $r$ -расстояние от ядра до электрона.

Так как функция  $U(r)$  является центрально - симметричной оператор  $\Delta$  может быть выражен в сферических координатах  $r, \theta, \varphi$ . При этом, в результате перехода от пространственных координат к сферическим, после некоторых преобразований, уравнение (1) приобретает вид [1]:

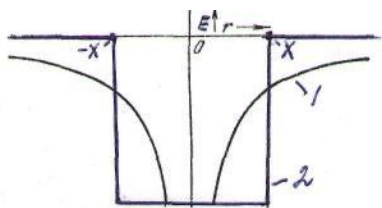
$$\frac{1}{r^2} \frac{\partial\Psi}{\partial r} (r^2 \frac{\partial\Psi}{\partial r}) + \frac{1}{r^2 \sin\theta} \frac{\partial}{\partial\theta} (\sin\theta \frac{\partial\Psi}{\partial\theta}) + \frac{1}{r^2 \sin^2\theta} \frac{\partial^2\Psi}{\partial\varphi^2} + \frac{2m}{\hbar^2} (E + \frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 r}) \Psi = 0 \quad (3)$$

Само получение уравнения (3) и его решение с разделением переменных выходит за рамки курса физики для инженерно-технических специальностей.

В этой связи предлагается различные приближенные методы квантования энергии атома водорода и водородоподобных образований [2,3].

Однако, в получаемых в них выражениях для энергии присутствуют, в том и другом случаях, характерные числовые множители, значительно снижающие точности конечного результата.

Между тем, с нашей точки зрения, результаты аппроксимируемого метода [3] могут быть существенно улучшены, если принять во внимание неограниченное уменьшение величины  $U(r)$  по мере приближения электрона к ядру. На этом основании прямоугольная потенциальная яма, выбираемая для приближенных вычислений в замен  $U(r)$ , на наш взгляд, должна иметь достаточную глубину, из которой вероятность выхода электрона за ее пределы можно было считать практически равной нулю (рис 1.)



**Рис 1.** Зависимость потенциальной энергии взаимодействия электрона с ядром-1; аппроксимируемая прямоугольная потенциальная яма-2.

Тогда, к электронной волне, распространяющейся между противоположными точками стенок такой ямы, являющейся аналогом упругой синусоидальной волны, бегущей по струне закрепленной на обоих концах, может быть применено известное волновое уравнение

$$\frac{\partial^2 y}{\partial x^2} + \frac{4\pi^2}{\lambda^2} y = 0, \quad (4)$$

где  $y$  - изменение смещения частицы по вертикали в процессе распространения волны вдоль оси  $x$ .

В любой другой по природе волне  $y$ , например, в звуковой - может быть давление, в электромагнитной - напряженности  $E$  - электрического и  $H$  - магнитного полей и.т.д.

Поэтому в общем случае за величину  $y$ , характеризующую волну, принимая функцию  $\Psi$ , называемую волновой, равенство (4) можно переписать в виде

$$\frac{d^2 \Psi}{dx^2} + \frac{4\pi^2}{\lambda^2} \Psi = 0 \quad (5)$$

Общим решением уравнения (5) является волновая функция

$$\Psi = A \cos kx + B \sin kx, \quad (6)$$

где  $k = 2\pi/\lambda$  - волновое число.

Для электронной стоячей волны, образующейся внутри потенциальной прямоугольной ямы, в точках с координатами  $x = \pm x_0$  должно иметь место  $\Psi = 0$ . Это условие, после подбора соответствующих значений  $A$  и  $B$ , приводит к следующему выражению

$$k = n \frac{\pi}{2x_0} \quad n=1,2,3,\dots \quad (7)$$

Учитывая теперь длину электронной волны (согласно де Бройлю)

$$\lambda = \frac{h}{m\nu}, \quad (8)$$

где  $m$  - масса электрона,  $\nu$  - его скорость, равенству (7) можно придать следующий вид

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{m\nu}{\hbar} = n \frac{\pi}{2x_0} \quad (9)$$

Поскольку для нерелятивистской частицы импульс  $P = m\nu$  может быть представлен в виде

$$p = \sqrt{2mE_k}, \quad (10)$$

где  $E_k$  - кинетическая энергия электрона, то из (9) и (10) имеем

$$\sqrt{2mE_k} = \frac{n\pi\hbar}{2x_0} \quad (11)$$

Негрудно заметить, что из (11) следует

$$E_k = \frac{n^2 \pi^2 \hbar^2}{2m(2x_0)^2} \quad (12)$$

То есть дискретность значений кинетической энергии.

Как это видно из рисунка  $2x_0 = L$  ширина выбранной нами одномерной прямоугольной потенциальной ямы.

В действительности, чтобы не произошло при этом столкновение электрона с ядром атома, вместо  $L$ , с нашей точки зрения, должно быть принято  $L_{эф} = \pi r$  - значение эффективного пути проходимого электроном между противоположными точками прямоугольной ямы, принимая  $x_0 = r$ , где  $r$  - радиус круговой орбиты.

Тогда из выражения (12), т.е. при замене  $L$  на  $L_{эф} = \pi r$ , получается следующее соотношение, определяющее кинетическую энергию электрона

$$E_k = \frac{n^2 \hbar^2}{2mr^2} \quad (13)$$

Если классическое выражение потенциальной энергии (2) входит в уравнение Шредингера, то в условиях квантования  $E_k$ , как это видно из (13) по-видимому, применимо для дальнейшего расчета и классическое равенство, где кинетическая энергия электрона

$$E_k = k_0 \frac{Ze^2}{2r} \quad (14)$$

Тогда из сравнения (13) и (14) следует, что

$$r = \frac{n^2 \hbar^2}{k_0 Zme^2}, \quad (15)$$

т.е. радиусы орбит электрона принимает ряд дискретных значений. Поскольку полная энергия электрона

$$E = E_k + U = k_0 \frac{Ze^2}{2r} - k_0 \frac{Ze^2}{r} = -k_0 \frac{Ze^2}{2r}, \quad (16)$$

то после подстановки значения  $r$  из (15) в выражения (16) получаем

$$E = -k_0^2 \frac{mz^2 e^4}{2\hbar^2 n^2}, \quad (17)$$

что в точности совпадает с результатом решения уравнения Шредингера (3), где волновая функция является функцией сферических координат, т.е.  $\Psi = \Psi(r, \theta, \varphi)$ .

Итак, изложенное свидетельствует:

1. Результат (17), полученный для энергетических уровней атома водорода и водородоподобных систем, исходя из приближенной теории [2], указывает на правомерность сделанных предположений и допущений. Например на то, что эффективная длина на пути электрона, при его движении между противоположными стенками эквивалентной прямоугольной потенциальной ямы, может быть принята равной  $L_{эф} = \pi r$ , где  $r$  - радиус дозированной орбиты;

2. Формула (15) радиусов допустимых орбит получается без постулирования о квантовании значения момента импульса электрона; Данный же постулат получается как следствие дискретности значений кинетической энергии электрона (14), вытекающей из решения волнового уравнения (5) применительно к электронной стоячей волне, образующейся внутри аппроксимированной прямоугольной потенциальной ямы, если принять за основу следующее равенство

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{n^2 \hbar^2}{2mr^2},$$



из которого, как это нетрудно заметить, обнаруживается кратность момента импульса постоянной Планка:  $mvr = n\hbar$ , что и является формулой известного второго постулата Бора.

Таким образом, рассматриваемый здесь приближенный метод, приводящий к оптимальному получению значений таких основных параметров водородоподобных образований, как их энергетические уровни, радиусы дозволённых орбит, дискретность момента импульса электрона, может быть использован при построении изложения курса физики для инженерно-технических специальностей высших учебных заведений, где иллюстрация последовательного решения стационарного уравнения Шредингера не представляется возможным, ввиду сложности и длительности математических операций, выходящих далеко за рамки программы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Акоста В., Кован К., Грэм Б. Основы современной физики (пер. с англ.) – М.: Просвещение, 1981. - 495с.
2. Детлаф А.А., Яворский Б.М. Курс физики: Учебные пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 1989. - 608с.
3. Орир Дж. Физика (пер. с англ.) – Т.2 - М.: Мир .1981.- 288с.

#### REFERENCES

1. Akosta V. Kovan K. Grem B. The basis modern physics – M, Education 1981. - 495p.
2. Detlab A.A., Yavorski B.M. General physics. Manual- M.: The higher school, 1989. – 608p.
3. Oryr Dzh Physics – T.2 - M.: Myr .1981.- 288p.

Бегімов Т.Б., Құшпанов М.С.

#### **Сутегі тәріздес жүйелердегі электронның энергиясының квантталуын жуықтау әдісі**

**Түйіндеме.** Бұл жұмыста сутектілі жүйелердегі электрондардың энергиясының, орбита радиустарының және импульс моментінің кванттану формулаларын жеңілдеу жолмен алу мүмкіншілігі келтіріледі. Бұл тәсілді техникалық ЖОО-да студенттерге физиканың осы мәселеге сәйкес келетін темаларын қарастырғанда пайдалануға болады деп есептейміз.

**Негізгі сөздер:** Шредингердің стационарлық теңдеуі, энергетикалық деңгейлер, энергияның квантталуы, электрон орбитасының рұқсат етілген радиусы, электронның импульс моменті, потенциалдық шұңқыр.

Begimov T.B. Kushpanov M.S.

#### **Approximate method of energy quantization of electron of the hydrogen-like systems**

**Summary.** In the work a more simple method (approximate) of obtaining the energy quantization formula of permitted orbits radiuses and impulse moment discrete of hydrogen like electron systems. The given method can be applied at setting of according theme of course of physics for engineering – technical specialties.

**Key words:** Schrodinger stationary equation, energy levels, energy quantization, the radii of permitted electron orbits, angular momentum of electron, potential well.

УДК 621.383, 621.472

**Е.С. Умбетов, Ш.К. Шоколакова**

(Алматинский университет энергетики и связи, Алматы, Республика Казахстан)

#### **АНАЛИЗ КЛАССИФИКАЦИИ КОНСТРУКЦИЙ МИКРО-ГЭС**

**Аннотация.** В работе была произведена классификация основных типов конструкций микро-ГЭС. Рассмотрены основные способы регулирования расхода воды и мощности микро-ГЭС. Предложены новые технические решения шнековых реактивных гидротурбин, адаптированных к низким напорам и расходам воды.

**Ключевые слова:** микро-ГЭС, мощность гидротурбины, автономный потребитель, конструктивные признаки гидротурбин.

В настоящее время в практике широко применяются различные конструкции микрогидроэлектростанций (далее микро-ГЭС) для электроснабжения потребителей. Однако, все они наряду со своими достоинствами имеют недостатки, и основные из них это - громоздкость, дороговизна, необходимость больших расходов и напоров воды.

Как показал анализ автономных потребителей, в условиях нашей республики значительная их часть расположена в районах, где сложно обеспечить соответствующие напоры и расходы воды, а наличие крупных габаритов, имеющих конструкции микро-ГЭС, большой вес, низкая степень автоматизации и высокая стоимость делают их непривлекательными для эксплуатации и обслуживания. В то же время автономность и маломощность потребителей делает перспективным использование локальных автономных систем, не требующих подключения к существующим сетям. Поэтому использование микро-ГЭС для электроснабжения таких потребителей должно быть автономным. В этой связи анализ конструкции, поиск и разработка новых технических решений микро-ГЭС со шнековой турбиной с небольшим напором и приемлемой ценой является весьма актуальной и важной задачей для выполнения вышеуказанных целей.

Гидротурбина, преобразующая гидравлическую энергию в механическую энергию вращающегося вала, характеризуется следующими основными энергетическими расчетными параметрами: напором (давлением) воды перед входом в турбину, частотой вращения, соответствующей оптимальному к.п.д., и расход воды, соответствующий первым двум параметрам. Мощность гидротурбины выражают через напор и расход:

$$P_T = 9,81QH\eta_T \quad (1)$$

где  $P_T$  – мощность на валу гидротурбины, кВт;  $Q$  – расходы воды, м<sup>3</sup>/с;  $H$  – напор нетто, м;  $\eta_T$  – КПД турбины при соответствующих  $H$ ,  $Q$  и частоте вращения.

Частота вращения  $n$ , соответствующая оптимальным условиям работы гидротурбины, зависит от геометрии ее проточной части (быстроходности гидротурбины) и определяется по коэффициенту быстроходности  $n_s$ .

По характеру передачи энергии потока воды рабочим органам гидравлические турбины подразделяются на *реактивные* (с избыточным давлением, т.е. напорноструйные) и *активные* (свободноструйные).

В реактивных турбинах происходит преобразование всех видов энергии потока (энергии положения  $z$ , энергии давления  $p/pg$  и кинетической энергии  $v^2/2g$ ) в механическую.

Активные турбины работают под действием свободной струи, обладающей только кинетической энергией  $v^2/2g$ .

В практике гидротурбины принято подразделять на классы, системы, типы и серии. Существует по конструктивным признакам два класса гидротурбин: активные и реактивные (см. рисунок 1).

Класс реактивных турбин объединяет следующие системы: осевые-пропеллерные и поворотнлопастные (ПЛ), диагональные, поворотнлопастные и радиально-осевые (РО) турбины. В класс активных турбин входят системы ковшовых, наклонно-струйных турбин и турбин двойного действия. Последние две системы не имеют столь широкого распространения, как ковшовые.

Радиально – осевые турбины применяются обычно при напорах от 20 до 350 м; поворотнлопастные и пропеллерные – при напорах от 2 до 40 м; ковшовые – при напорах от 20 до 1500 м.

В зависимости от расположения вала турбины делятся на вертикальные (при расположении вала вертикально) и горизонтальные (при расположении вала горизонтально).

Гидротурбины подразделяются на малые, средние и крупные.

К малым относятся гидротурбины, у которых диаметр рабочего колеса  $D \leq 0,5$  м при высоких, а мощность составляет не более 1000 кВт. К средним относятся гидротурбины, у которых  $1,2 \leq D \leq 2,5$  м при низких напорах и  $0,5 \leq D \leq 1,6$  м при высоких, мощность  $1000 \text{ кВт} \leq N_T \leq 15000 \text{ кВт}$ .

Коэффициент быстроходности отражает основные свойства каждого типа рабочего колеса и зависит от типа гидротурбины. Ограничением к применению гидротурбин высокой быстроходности является кавитация в проточной части гидротурбины и, как следствие, разрушение гидротурбины.

Для ориентировочных расчетов при отсутствии заводских характеристик гидротурбины можно пользоваться среднестатистическими зависимостями коэффициента быстроходности от напора (см. таблицу1):

$$n_s = (3200 - 4100)H^{0.5} \quad (\text{для ПЛ турбин}); \quad (2)$$

$$n_s = (2350 - 3500)H^{0.5} \quad (\text{для РО турбин}). \quad (3)$$

Таблица 1. Коэффициент быстроходности  $n_s$

Тип турбины	$n_s$
Ковшовые	10-50
Радиально-осевые:	
Тихоходные	70-150
средней быстроходности	150-250
Быстроходные	250-400
Пропеллерные и поворотные-лопастные:	
средней быстроходности	550-750
Быстроходные	750-950

В практике проектировщики чаще выбирают гидротурбину не по коэффициенту быстроходности, а по конкретным характеристикам гидротурбин производимых заводами-изготовителями.

В последние несколько лет широкое распространение получили малонапорные малые ГЭС на основе архимедова винта (см. рисунок 2), который уже на протяжении многих веков используется, прежде всего, как насос – в каждой стране мира установлены сотни тысяч таких винтов, особенно на очистных сооружениях. Несмотря на то, что изобретателем винта признан Архимед, доподлинно известно, что такие насосы еще в 250 году до нашей эры использовались в Египте для подъема воды в оросительных системах.

Принцип работы ГЭС на базе архимедова винта прямо противоположен работе насоса. Вода, поступая на турбину сверху, своей массой давит на поверхность винта. Скатываясь вниз по винту, вода заставляет его вращаться. Установив на вал шнека генератор, можно получать электроэнергию при напоре воды даже меньше метра. Однако по экономическим соображениям, не стоит использовать архимедов винт при напоре меньше 1.5 м. При напоре воды более 8 м используется несколько винтов, либо подбираются турбины более подходящей конструкции.

Максимальный расход протекаемой через турбину воды определяется диаметром шнека. Так, в малой энергетике наиболее часто используется архимедов винт диаметром 1 м, который способен пропустить 250 л/с. Шнек диаметром 5 метров пропускает до 15 куб.м/с. Практические наработки показывают, что устанавливать гидроэлектростанцию с диаметром винта больше трех метров нецелесообразно, гораздо выгоднее установить параллельно несколько турбин меньшего диаметра. Из этих соображений метровый архимедов винт способен обеспечить выработку 5кВт/ч электроэнергии. Самая крупная действующая малая ГЭС вырабатывает 500 кВт/ч.

Обычно архимедов винт вращается со скоростью 26 оборотов в минуту. Для сочленения со стандартными электрогенераторами используются передаточные коробки, увеличивающие скорость вращения ротора генератора до 1500 об/мин. С точки зрения экономической эффективности, архимедов винт устанавливается под углом 22 градуса к горизонту.

Архимедов винт предоставляет множество неоспоримых преимуществ:

- проектный срок эксплуатации гидроэлектростанции составляет не менее 30 лет! При условии капитального ремонта шнека, ГЭС может прослужить неограниченное время;
- большие размеры винта и медленная скорость его вращения позволяют рыбам и крупному мусору без ущерба для электростанции беспрепятственно преодолеть ГЭС. В отличие от других малонапорных ГЭС не требуется установки системы очистки подаваемой воды;
- поскольку рыба с легкостью и без вреда для себя преодолевает архимедов винт, такие ГЭС считаются экологически безопасными возобновляемыми источниками энергии;

## • Технические науки

- поскольку архимедов винт не имеет слива и отстойников, а на выходной стороне турбины достаточно лишь незначительного бетонирования, стоимость строительства малой ГЭС обходится достаточно дешево.

Анализ различных конструкций микро-ГЭС показывает, что минимальный ущерб экологии и возможность установки в горных реках с малой проточностью и напором обладают шнековые гидроэлектростанции. Такой вид ГЭС предусматривает использование многоступенчатых свободно-поточных турбин. Для увеличения единичной мощности низконапорных и свободно-поточных турбин применяют следующие способы:

- увеличение диаметра рабочего колеса;
- увеличение скорости потока на рабочем колесе путем применения "концентраторов" конфузорного очертания или увеличения напора;
- развитие вдоль потока лопастной системы рабочего колеса;
- применение несколько соосных рабочих колес, сидящих и работающих на одни вал.

Недостатком является низкая эффективность, связанная существенным искажением в набегающий поток первого витка шнека, и в силу этого последующие витки не приводят к заметному увеличению мощности колеса.

Известна шнековая реактивная гидравлическая турбина, в которой лопасти колеса выполнены в виде винтовой поверхности.

Недостатком является малая высота винтовой лопасти, обуславливающая низкую эффективность гидротурбин.

Известно, что энергетическая компания, эксплуатирующая ГЭС на территории РФ, ОАО «РусГидро» ведет разработки в области мини ГЭС с помощью дочернего предприятия "Научно-исследовательский институт энергетических сооружений" (НИИЭС). В НИИЭС разрабатываются технологические платформы "ортогональных гидроагрегатов". Данные разработки адаптированы к параметрам мини-ГЭС с низкими напорами (от 1 до 5 метров). Нами найдено новое техническое решение ортогональной шнековой гидротурбины, позволяющей интенсифицировать процессы появления вращательных моментов водяного потока перед турбиной.



**Рис. 1.** Классификация активных и реактивных гидротурбин по конструктивному признаку и методу регулирования расхода воды и мощности гидротурбин

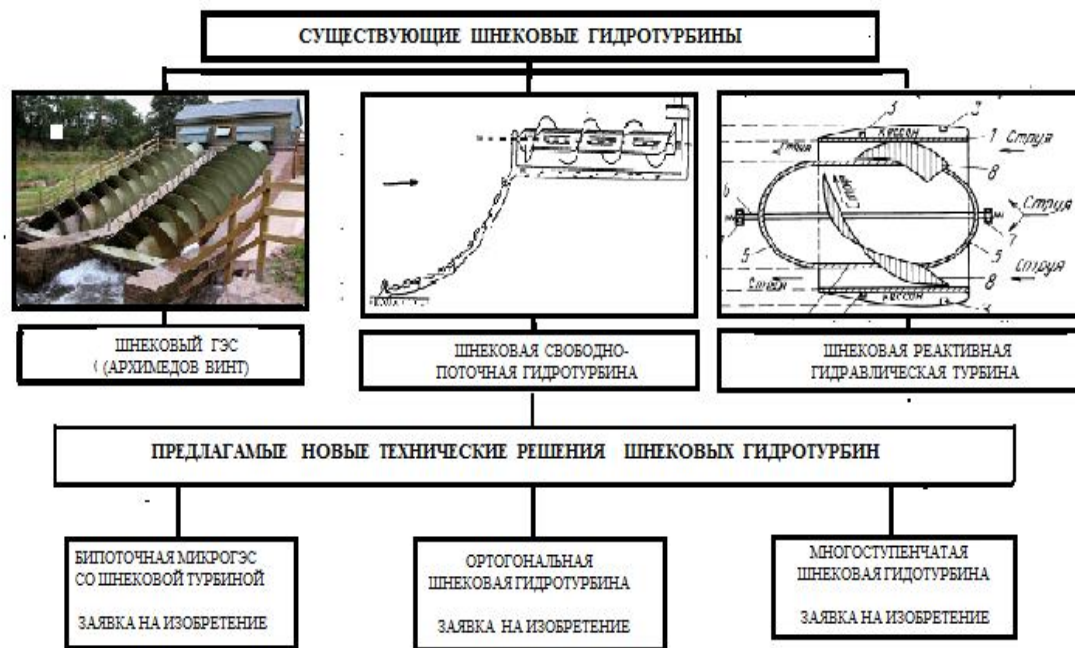


Рис. 2. Существующие и предлагаемые типы шнековых гидротурбин

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Жабудаев Т. Ж. Построение модели и алгоритма расчета параметров микроГЭС с учетом гидрологических особенностей малых водотоков // автореферат – г. Бишкек, 2013.
2. Боровков В.С., Волшаник В.В., Орехов Г.В. Опыт классификации низконапорных гидравлических двигателей. // Малая энергетика №1–2, с.28–38.
3. Трещалов Г.В. Применение гидродинамических эффектов Трещалова в свободнопоточных гидротурбинах. // Альтернативная энергетика и экология. 2013. №03/2, с.95–98.

#### REFERENCE

1. Zhabudaev T. J. Postroenie modeli i algoritma rascheta parametrov microGES s uchetom gidrologicheskikh osobennostei malyh vodotokov // autoreferat - Bishkek, 2013.
2. Borovkov V.S., Volshaniik V.V., Orechov G.V. Opyt klassifikatsii nizkonapornyh gidravlicheskih dvigatelei / Malaya energetika № 1-2, p.28-38.
3. Treshchalov G.V. Primenenie gidrodinamicheskikh effektiv Treshchalova v svobodnopotochnykh gidroturbinakh // Alternativnaya energetika i ecologiya. 2013. №03/2, p.95-98.

Умбетов Е.С., Шоколакова Ш.К.

#### Конструкциясына байланысты микро гидро электр станцияларының жіктеу анализі

**Түйіндеме.** Бұл жұмыста конструкциясына байланысты микро гидро электр станцияларының негізгі түрлері жіктеу жүргізілді. Микро су электр станцияларының судың және қуаттың шығын реттеу негізгі тәсілдер қарастырылған. Судың төмен қысымдар және шығындар байланысты шнек реактивтік гидротурбиналарға дағдырланған жаңа техникалық шешімдер ұсынған.

Умбетов Е.С., Шоколакова Ш.К.

#### Анализ классификации конструкций микро-ГЭС

**Резюме.** Работе приведен сравнительный анализ наиболее известных гидротурбин с учетом их быстроходности при работе с небольшим напором воды. На основе анализа предлагается использовать электрическую машину, основанную на принципе архимедова винта, в качестве гидротурбины. Было приведено множество неоспоримых преимуществ применения архимедова винта.

Umbetov E., Shokolakova Sh.

**Structural analysis of classification of micro hydro electrical power stations**

**Summary.** In this article, a classification of the main types of construction micro hydro electro stations is made. The main ways of controlling the flow of water and power of micro hydro electro stations are considered. New technical solutions screw jet turbines adapted to the low head and flow of water are offered.

УДК 004:338.26

**А.Ф. Цеховой, А.Т. Аяпбергенова**

(Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева  
Алматы, Республика Казахстан)

**АРХИТЕКТУРНЫЙ И ПРОЕКТНЫЙ ПОДХОДЫ К РАЗРАБОТКЕ И ВНЕДРЕНИЮ  
ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В УСЛОВИЯХ АДАПТИВНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

**Аннотация.** Сегодня требования к уровню и классам внедряемых информационных систем, прежде всего, должны определяться уровнем технологической зрелости компании. В статье отмечено, что технологическая зрелость организации, стандартизация и формализация процессов разработки и внедрения новых технологических решений, связанных с ИКТ сферой требует первоочередного внимания. А также рассматриваются два инновационных элемента, которые являются жизненно необходимыми в создании информационной системы (ИС).

**Ключевые слова:** Информационная система, проектный подход, архитектурный подход, технологическая зрелость, бизнес-среда.

Организации различных типов и сфер деятельности можно представить как бизнес-систему, в которой экономические ресурсы посредством различных организационно-технических и социальных процессов преобразуются в товары и услуги.

Современные компании является сложной искусственной системой, которые требуют постоянных и значительных усилий, касающихся ее управления.

В статье рассматриваются два инновационных элемента: архитектурный и проектный подходы. При этих подходах планирование, организация и управление – это функции, которые являются жизненно необходимыми в создании информационной системы (ИС).

1. Архитектурный подход к разработке сложных систем, который все чаще применяется при описании новых реалий организации бизнеса и его взаимодействия со сферой информационных технологий, в частности при разработки ИС, которые используются для организации управления бизнесом. Одной из важнейших функций, связанных с управлением бизнеса является обеспечение управления коммуникациями. Дело в том, что в процессе управления операционной или проектной деятельностью сегодня у топ-менеджера или менеджера проекта 90% рабочего времени должно уделяться коммуникациям, как с внешней средой, так и внутри компании. Поэтому целесообразно рассмотреть первый инновационный блок - создание ИС для обеспечения управления коммуникациями в бизнес-среде, а также для снижения степени рисков принимаемых решений. В ходе разработки такой ИС в качестве одной из основных ее функций предполагается обеспечение учета контактов руководителя и членов команды (респонденты, содержание контактов, последующие действия по итогам контактов). Суть архитектурного подхода, по нашему мнению, заключается не в разработке ИС как отдельно взятой системы, а обязательная ее синхронизация с потребностями конкретной компании, ее структурой и содержанием бизнес-направлений.

Еще один аспект, связанный с архитектурным подходом, - это синхронизация темпов обновления информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) в компании с имеющимися у нее материальными и нематериальными активами. Так как невозможно внедрять супер современные ИС в организации, не располагающей соответствующим оборудованием и персоналом, имеющим навыки работы с подобными системами.

2. Успешно реализовать сложные информационные системы, которые обеспечивают оператору связи-субъектами коммуникаций конкурентные преимущества компании, можно только при наличии

у нее общей идеологии развития ИС, применении проектного подхода, а также использовании современных методик по развитию и управлению ИТ-инфраструктурой. Сегодня можно четко говорить, что происходит смена парадигм компьютеризации бизнеса. Как в свое время процессы ERP, SRM системы пришли на смену функциям ARM, так теперь их место занимает развивающаяся бизнес-система, т.е. речь идет об адаптивном предприятии. Объектом исследования является процесс разработки ИС для обеспечения коммуникаций участников бизнес процессов операционной и проектной деятельности. Ранее подход к разработке ИС заключался в том, что со стороны операционной деятельности формировалось техническое задание, ставились задачи и потом отдельно группа программистов, системотехников разрабатывали и внедряли эту систему. Сегодня же в условиях адаптивного предприятия сам подход к разработке и внедрению ИС в принципе меняется. Это второй инновационный элемент.

Организационная и программно-техническая среда для оптимизации процессов планирования и управления проектами получила название ИСУП - информационная система управления проектами.

ИСУП обеспечивает менеджера инструментами выработки выверенных управленческих решений, охватывающих различные уровни управления проектом на всех фазах его жизненного цикла, позволяющие обеспечить эффективность управления и координацию выполнения работ по проекту.

Следует отметить необходимость использования проектного управления в ИКТ сфере любой организации – это достижение общего видения руководства и соответствующей службы. Известно, что ИТ -специалисты, обладая техническими знаниями и являясь конечным звеном при исполнении проекта, вместе с тем не всегда могут предоставить нужную руководству информацию в понятном для обеих сторон виде. Например, объясняя технические детали при принятии решения о внедрении нового программного комплекса.

Чтобы решить поставленную задачу, целесообразно использовать проектный подход. Естественно, из всех процессов стандарта РМВОК® разрабатываемая ИС должна осуществлять поддержку, прежде всего взаимодействия определенных заинтересованных сторон.

Кроме того, создание ИС - многоэтапный процесс. В разработке большой производственной ИС участвует множество специалистов разных профилей. Управление проектом ИС рассматривается как совокупность взаимосвязанных процессов. Под *процессами управления* понимаются действия, связанные с решением конкретных задач проектирования. В таблице 1 показано использование определенных процессов управления проектами на каждом этапе разработки ИС.

Таблица 1. **Использование процессов УП на этапах разработки ИС.**

Этапы жизненного цикла проекта разработки ИС	Процессы управление проектом				
	Группа процессов инициации	Группа процессов планирования	Группа процессов исполнения	Группа процессов мониторинга и управления	Группа процессов завершения
I этап — <b>предпроектный</b>	+	+			
II этап — <b>проектный</b>		+		+	
III этап — <b>внедрение</b>			+	+	
IV этап — <b>анализ функционирования</b>		+	+	+	+

При разработке ИС необходимо учитывать ряд факторов, влияющих на успех проекта, таких как:

- ▶ Требования пользователей
- ▶ Новые технологии
- ▶ Рыночная конкуренция
- ▶ Требования к безопасности и другие...

Исходя, из проектного подхода на практике выработан набор стратегий реагирования на риски проекта по разработке ИС (таблица 2).

Таблица 2. Набор стратегий реагирования на риски проекта

<b>Риски разработки</b>	<b>Стратегия реагирования</b>
Недостатки в архитектуре	Обзор, парное программирование, архитектурный прототип
Недостатки в интерфейсе	Прототип UI (дизайнерский прототип)
Непонимание требований	Функциональный прототип
Критические сбои программного и аппаратного интерфейса	Архитектурный прототип
Некорректная документация	Изучение стандартов
<b>Организационные риски</b>	<b>Стратегия реагирования</b>
Изменение требований	Утверждение всех требований до начала разработки всеми заинтересованными лицами; итерационный подход к разработке ПО
Коммуникации с Заказчиком	Регулярные запланированные встречи и демонстрации
Доступность исполнителей	Планирование, кадровый резерв
Квалифицированность и эффективность исполнителей	Тренинги, обучение
Внутрикомандные коммуникации	Team building
<b>Организационные риски</b>	<b>Стратегия реагирования</b>
Изменение требований	Утверждение всех требований до начала разработки всеми заинтересованными лицами; итерационный подход к разработке ПО
Коммуникации с Заказчиком	Регулярные запланированные встречи и демонстрации
Доступность исполнителей	Планирование, кадровый резерв
Квалифицированность и эффективность исполнителей	Тренинги, обучение
Внутрикомандные коммуникации	Team building

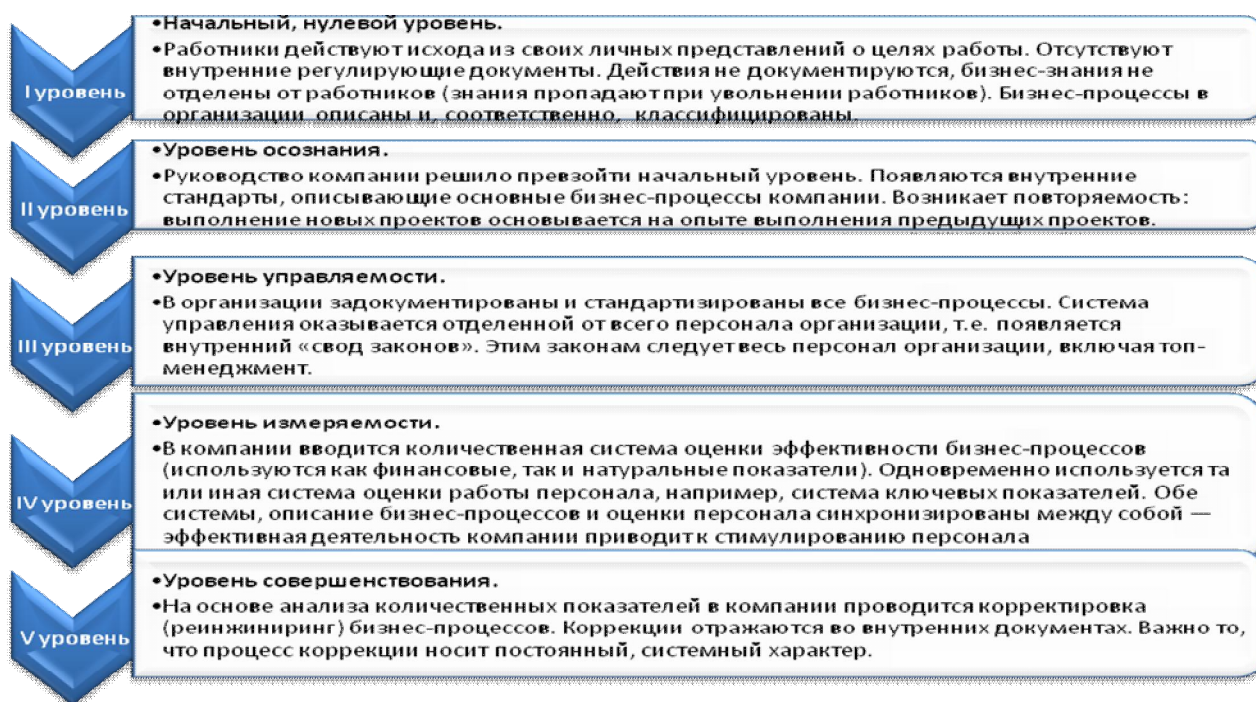
Поскольку разработка ИС должна рассматриваться как часть непрерывно развивающегося бизнес – процесса, то соответственно, и управление процессом разработки такой ИС удобнее всего осуществлять, используя стандарты проектного управления, тем более, что в сентябре 2012 году принят международный стандарт ISO 21500. Следует выделить два аспекта разработки ИС:

- ИС должна стать частью самой деловой среды;
- главным процессом в развитии бизнес-среды является процесс управления, а главным процессом самого управления являются коммуникации. Поэтому мы выбираем в качестве актуальной задачи разработку информационной системы для обеспечения коммуникации в ходе развития компаний или организаций.

В качестве «живого», реального объекта мы взяли кафедру «Компьютеризации технологических процессов и управления проектами» (КТПиУП) при КазНТУ имени К.И. Сатпаева, на которой ведется разработка аналогичной ИС. Кафедра ставит задачу в течении 2012-2015 гг. выйти на уровень технологической зрелости управления проектами развития не ниже 3-4 уровней. Эта очень сложная задача, потому что, она требует целый ряд вопросов. Уровни технологической зрелости со сводной характеристикой показаны на рисунке 1.

Если говорить об уровне технологической зрелости управления проектами на кафедре КТПиУП, то следует отметить, что сотрудники действуют исходя из её стратегических целей, из того, что бизнес-процессы в организации описаны и, соответственно, классифицированы, но в постоянной практике еще не используются. Смело можно сказать, что кафедра находится на втором уровне, где появляются внутренние стандарты, накапливается база знаний. Возникает повторяемость: выполнение новых проектов основывается на опыте выполнения предыдущих проектов.





**Рис. 1.** Сводная характеристика каждого уровня

Следует отметить, что технологическая зрелость организации, стандартизация и формализация процессов разработки и внедрения новых технологических решений, связанных с ИКТ сферой требует первоочередного внимания.

Эти вопросы актуальны для Казахстана в целом. Внедрение, каких бы то ни было ИКТ должно увязываться состоянием технологической зрелости компании и процессов управления. Очень часто предприятия расходуют достаточно большие ресурсы на внедрение ИКТ, которые позже, во-первых, не выполняют в полном объеме задуманные функции или иногда просто оказываются не востребованными на рынке.

Поэтому, сегодня назрела острая необходимость создания структур, которые будут консультировать по проектному управлению, оценивать уровень технологической зрелости и оказывать содействие по внедрению ИКТ в соответствии с достигнутым уровнем управленческой зрелости компании.

Таким образом, главный вывод заключается в том, что сегодня требования к уровню и классам внедряемых информационных систем, прежде всего, должен определяться уровнем технологической зрелости компании, а также тем, насколько регулярны основные, обеспечивающие процессы и процессы управления. Необходимо прививать культуру управления проектами, портфелями и программами на всех уровнях менеджмента компаний, для получения максимально эффективных решений в области развития и внедрения современных ИКТ.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Шатурный А.И. Проектное управление в России: прошлое, настоящее, будущее. Сборник материалов Второго Международного форума «Управление проектами в Центральной Азии». Алматы.:2012 - 30 с.
2. Верховская А.П. Внедрение информационно-аналитической системы управления проектами на предприятиях. Сборник материалов Второго Международного форума «Управление проектами в Центральной Азии». Алматы.:2012 - 33 с.
3. Голиков Ф.Н. Корпоративная система проектного управления: современное состояние, опыт внедрения, взгляд из СНГ. Сборник материалов Второго Международного форума «Управление проектами в Центральной Азии». Алматы.:2012 - 86 с.

4. Курмангалиева Б.К. Национальные и международные стандарты по управлению проектами. Сборник материалов Второго Международного форума «Управление проектами в Центральной Азии». Алматы.: 2012 - 174 с.

5. Цеховой А.Ф., Некрасова Н.А. Формирование инструментария для управления развитием консалтинговой компанией Союза проектных менеджеров Республики Казахстан как организации, ориентированной на стратегию. Сборник материалов Второго Международного форума «Управление проектами в Центральной Азии». Алматы.:2012 - 258 с.

6. Григорьев Л.Ю. Менеджмент по нотам. Технология построения эффективных компаний. М.: Альпина Паблишерз, 2010 – 692 с.

REFERENCES:

1. Shaturny A.I. Project management in Russia: Past, Present, Future. Collected materials of the Second International Forum "Project management in Central Asia". Almaty.: 2012 – 30p.

2. Verkhovskaya A.P. The introduction of information-analytical system of project management in enterprises. Collected materials of the Second International Forum "Project management in Central Asia". Almaty.: 2012 – 33p.

3. Golikov F.N. Enterprise project management system: current status, implementation experience, sight from CIS. Collected materials of the Second International Forum "Project management in Central Asia". Almaty.: 2012 – 86p.

4. Kurmangaliyeva B.K. National and international standards on project management. Collected materials of the Second International Forum "Project management in Central Asia". Almaty.: 2012 – 174p.

5. Tsekhovoi A. F., Nekrasova N.A. Forming tools for development management by Consultancy Company of project managers Union of Kazakhstan Republic as an organization focused on strategy. Collected materials of the Second International Forum "Project management in Central Asia". Almaty.: 2012 –258p.

6. Grigoriev L.U. Management on notes. Construction technology of Effective companies. M.: Alpina Publishers, 2010 – 692 p.

Цеховой А.Ф., Аяпбергенова Ә.Т.

**Адаптивтік кәсіпорындар шарттарында ақпараттық жүйелерді өңдеу мен жүзеге асырудың құрылымдық және жобалық тәсілдері**

**Түйіндемe.** Бұл мақалада екі инновациялық элемент қарастырылады: архитектуралық және жобалық тәсілдемелер. Ақпараттық жүйені (АЖ) қалыптастырудағы қажетті функциялар – жоспарлау, ұйымдастыру және басқару тәсілдемелері. Мақала авторлары Қ.И. Сәтбаев атындағы ҚазҰТУ-дың «Технологиялық үрдістерді компьютерлендіру және жобаларды басқару» (ТҮКЖЖБ) кафедрасын тірі және нақты нысана ретінде алды, ұқсас зерттеу АЖ жүргізіліп жатыр.

**Негізгі сөздер:** Ақпараттық жүйе, жобалы жақын келу, сәулетшілік жақын келу, технологиялық ержету, кәсіпкерлік – орта.

Цеховой А.Ф., Аяпбергенова А.Т.

**Архитектурный и проектный подходы к разработке и внедрению информационных систем в условиях адаптивного предприятия**

**Резюме.** В данной статье рассматриваются два инновационных элемента: архитектурный и проектный подходы. При этих подходах, планирование, организация и управление – это функции, которые являются жизненно необходимыми в создании информационной системы (ИС). В качестве «живого», реального объекта авторы данной статьи взяли кафедру «Компьютеризации технологических процессов и управления проектами» (КТПиУП) при КазНТУ имени К.И. Сатпаева, на которой ведется разработка аналогичной ИС.

**Ключевые слова:** Информационная система, проектный подход, архитектурный подход, технологическая зрелость, бизнес-среда.

Tsekhovoy A.F., Ayapbergenova A.T.

**Architectural and project approaches to development and implementation of information systems in the conditions of the adaptive enterprise**

**Summary.** Two innovative elements architectural and project approaches are considered in this article. In these approaches, planning, the organization and management are functions which are vital in information system (IS) creation. As vital, real object authors of this article took "Computerizations of Technological Processes and Projects Management" chair (СТППМ) at KAZNTU named after K.I. Satpayev where development of similar IS is conducted.

**Key words:** Information system, project approach, architectural approach, technological maturity, business environment.

УДК 628.517.2:621.317.757

**Д.М. Акубаева, В.С. Шевцова, С.Т. Калдыбаева, Ш.Б. Егемова**  
(Казахский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева  
Алматы, Республика Казахстан)

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЕЙ ВНЕШНИХ ТРАНСПОРТНЫХ ШУМОВ С ПОМОЩЬЮ ПРИБОРА «ОКТАВА–101А»**

**Аннотация.** Одним из источников шума является транспорт. Шумовое загрязнение от транспорта (автомобильный, железнодорожный) наблюдается как на дорогах, так и на производстве (транспортные машины, конвейеры). Объектом исследования выбраны транспортные потоки автомобилей и ТОО «Клиника» университета (госпиталь МЧС) г. Алматы Республики Казахстан, находящиеся на перекрестке улиц Масанчи – Абая – Курмангазы. Была поставлена задача оценить условия труда врачей этой клиники. Измерения шума транспорта на улицах проводили согласно ГОСТ 20444-85 «Шум. Транспортные потоки. Методы измерения шумовой характеристики»; с учетом Методических указаний по гигиенической оценке производственной и внепроизводственной шумовой нагрузки.

**Ключевые слова:** шум, шумовое загрязнение, транспорт, транспортные потоки, измерения шума, уровень звукового давления.

Обеспечение акустического комфорта в населенных пунктах обычно связано с определением уровней звука путем акустических измерений или расчетов. Совершенствуются эти процессы на основе специальных исследований в области шумообразования и распространения звука в городской среде.

Как показывает опыт исследования распространения шума в городской среде, правильность получаемых результатов во многом зависит от стабильности погодных условий, отсутствия высокого шумового фона в квартале (игра детей, разговоры жильцов и пр.), достаточно высокого и устойчивого уровня источника. Также следует отметить, что на качество измерений оказывает существенное влияние надежность работы аппаратуры.

Источником шума, вызываемого одиночным транспортным средством, является двигатель. Шум усиливается по мере повышения скорости движения – более 5 дБА при повышении ее 50%. Неощутимый при низких скоростях движения, он перекрывает все остальные шумы, когда скорость превышает 70 км/ч. Таким образом, на максимальной скорости движения шум создается практически только трением качения. Шум от трения качения колес тяжелых транспортных средств увеличивается, при скорости свыше 90 км/ч. Шум от одиночных двигателей, работающих в одном и том же режиме, может отличаться на 10 дБА. Такая разница объясняется различиями в конструкции двигателя. Дизельные двигатели вызывают большой шум по сравнению с двигателями, работающими на бензине.

Объектом исследования выбраны транспортные потоки автомобилей и ТОО «Клиника» университета (госпиталь МЧС) г. Алматы Республики Казахстан, находящиеся на перекрестке улиц Масанчи – Абая – Курмангазы. Была поставлена задача оценить условия труда врачей этой клиники.

Измерения шума транспорта на улицах г. Алматы проводили согласно ГОСТ 20444-85 «Шум. Транспортные потоки. Методы измерения шумовой характеристики» [1]; с учетом Методических указаний по измерению и гигиенической оценке производственных шумов 1.05.001-94 [2], а также Методических указаний по гигиенической оценке производственной и внепроизводственной шумовой нагрузки [3].

Места проведения измерений выбирали на участках улиц Абая – Масанчи – Курмангазы г. Алматы с установившейся скоростью движения транспортных средств и на расстоянии не менее 5 м от точек замера на каждой улице (рисунок 1).

Измерения проводили в летний период, когда поверхность проезжей части улиц и автомобильных дорог была чистая и сухая. Время проведения измерений выбирали в часы пик с 8.30 до 10.00 часов с максимальной интенсивностью движения транспортных потоков 60 км/час. Учитывались отсутствие выпадения осадков и скорость ветра не более 5 м/с.

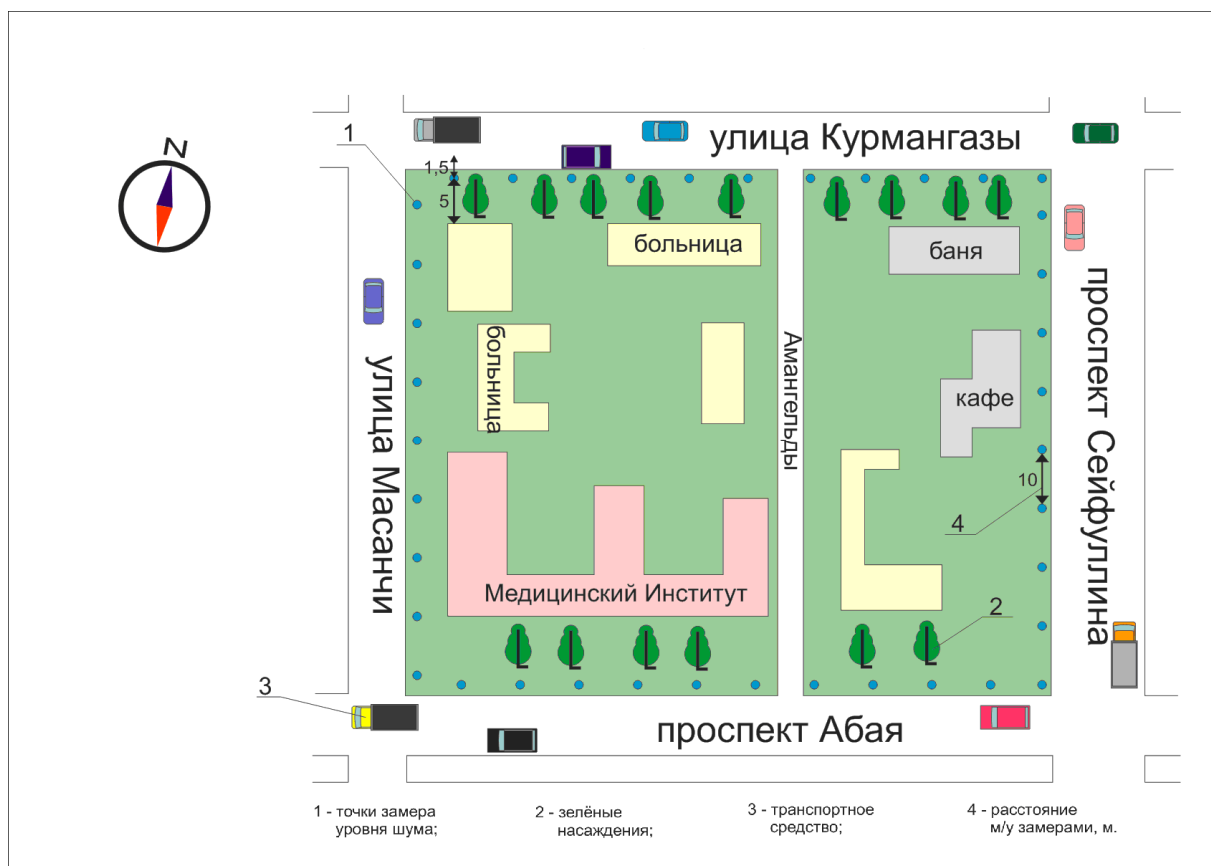


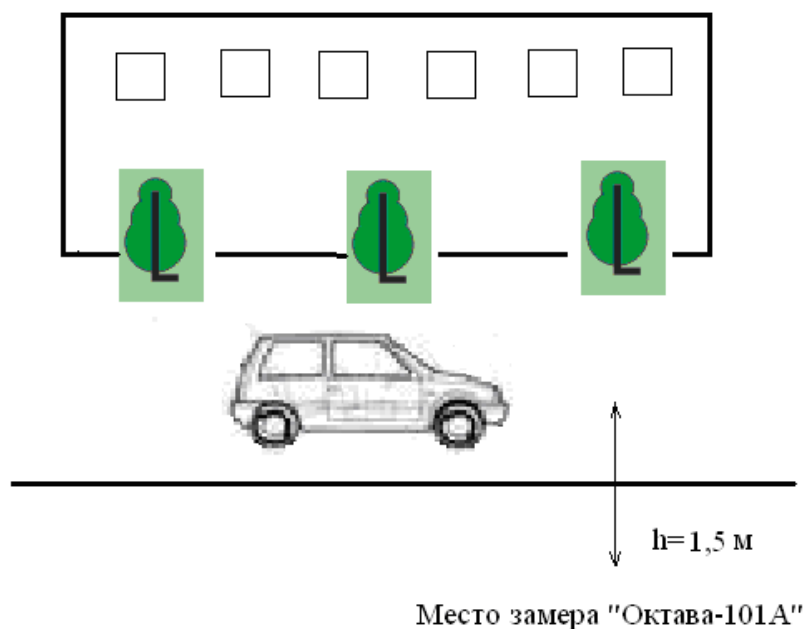
Рис. 1. Территория больничного комплекса

При проведении измерения шумовой характеристики транспортного потока, в состав которого вошли легковые и грузовые автомобили, автобусы, мотоциклы, а также троллейбусы, измерительный микрофон располагался на обочине на расстоянии  $(1,75 \pm 0,2 \text{ м})$ , рисунок 2) от оси ближней к точке измерения полосы или пути движения транспортных средств на высоте  $(1,5 \pm 0,1 \text{ м})$  от уровня покрытия проезжей части [1].



Рис. 2. Расстояние от оси дороги до ближней точки измерения полосы

Измерительный микрофон был направлен в сторону транспортного потока. Проводящий измерение находился на расстоянии не менее чем 0,5 м от измерительного микрофона (рисунок 3). Переключатель частотной характеристики измерительной аппаратуры при проведении измерения уровней звука устанавливали в положении «А», а переключатель временной характеристики – в положение согласно требованиям инструкции по эксплуатации приборов.



**Рис. 3.** Высота замера на пути транспортных средств

Период измерения шумовой характеристики транспортного потока, в состав которого входят автомобили, мотоциклы, а также троллейбусы охватывали проезд транспортных единиц в обоих направлениях.

При проведении измерения шумовой характеристики транспортного потока, при помощи шумомера с показателями уровней звука интервал между отсчетами уровней звука составлял от 3 до 5 с. Отсчет уровней звука производили как при наличии, так и при отсутствии на участке измерения движущихся транспортных средств. Значения уровней принимали по показаниям прибора в момент отсчета. Одновременно с измерением шумовой характеристики транспортного потока определяли его состав и интенсивность движения.

Шумовой характеристикой транспортных потоков является эквивалентный уровень звука  $L_{Aэк}$ , дБА.

Измерение эквивалентного уровня звука проводили интегрирующим шумомером «Октава-101А» [4]. Шумомер-анализатор спектра «Октава-101А» предназначен для измерения среднеквадратичных, эквивалентных и пиковых уровней звука, уровней звукового давления (УЗД) в октавных и третьоктавных полосах частот с целью оценки влияния звука и инфразвука на человека в жилых и общественных зданиях.

Класс точности: 1 (по ГОСТ 17187, МЭК 60824; МЭК 61260). Погрешность измерений шумомера в нормальных условиях применения для плоской волны частотой 1000 Гц и уровнем 94 дБ, распространяющейся в опорном направлении (ортогональном плоскости мембраны микрофонного капсюля), в условиях свободного акустического поля, на характеристике S не превышает 0,7 дБА.

Аппаратура, предназначенная для измерения шумовой характеристики имеет действующее свидетельство о государственной поверке. Измерения уровня шума на рабочих местах проводились в летний период. Время проведения измерений в часы пик с 8.30 – 10.00 часов при отсутствии внутренних источников шума. На непостоянных рабочих местах измерения шума проводили в точке

наиболее частого пребывания работающего. Продолжительность измерения в каждой точке 10 мин, микрофон располагался против окна посередине комнаты на высоте 1,5 м от пола.

При проведении измерений октавных уровней звукового давления переключатель частотной характеристики шумомера устанавливали в положение «Фильтр» или «Внешние фильтры», а переключатель временной характеристики прибора устанавливали в положение «медленно». Значения уровней принимали по средним показаниям стрелочного указателя шумомера. Результаты измерений считывали со шкалы прибора с точностью до 1 дБ (дБА).

Измерение уровней звука и октавных уровней звукового давления постоянного шума были проведены в каждой точке не менее трех раз. Обработка результатов измерений шума проводилась в соответствии с требованиями ГОСТ «Методы измерения шума на рабочих местах» [3].

Ниже представлены результаты исследований транспортного шума.

Уровни звукового давления (УЗД) транспортного шума представлены на рисунке 4, и определены замерами по шкале «А» (эквивалентный уровень звука); по характеристикам «быстро» (Fast), минимальный УЗД по характеристике «быстро» (Fast<sub>min</sub>) и максимальный УЗД по характеристике «быстро» (Fast<sub>max</sub>); по характеристике эквивалентный (Leq).

Представлена характеристика транспортного шума на перекрестках улиц Абая – Масанчи – Курмангазы г. Алматы. Как видно из рисунка, на фасадных зданиях со стороны магистралей эквивалентный уровень шума составляет 74 дБА, т.е. нормативный уровень для Республики Казахстан – 70 дБА – превышен, при этом акустическая дискомфортность территории, непосредственно прилегающей к жилым домам, находится в пределах 4 дБА.

В таблице 1 и рисунке 4 показаны средние значения уровней звука ( $L_A$ ) и уровней звукового давления (УЗД) на перекрестке улиц Масанчи-Курмангазы г. Алматы.

Результаты изучения транспортного шума показали, что УЗД изменяются в диапазоне 37–133 дБ на частотах 31,5–16000 Гц. Пик УЗД наблюдается на частоте 4000 Гц. Уровни звука изменяются в диапазоне 43–110 дБА. По частотам максимумы УЗ зафиксированы на частоте 31,5 Гц – Fast<sub>max</sub> (133 дБ); Leq (86 дБ), а пониженное УЗ показывает временная характеристика шумомера Fast на частоте 4000 Гц (37 дБ) и Fast<sub>min</sub> на частотах 4000 (37 дБ); 8000 (37дБ). Превышение эквивалентного уровня шума от нормативно-допустимых значений 36 дБ на частоте 2000 Гц.

Таблица 1. **Уровень транспортного шума на перекрестке улиц Масанчи-Курмангазы г.Алматы**

Характеристики шумомера	Уровни звукового давления дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц										$L_A$ , дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	
Fast	68	64	58	56	55	46	39	37	38	39	57
Fmin	45	42	40	40	39	38	37	37	37	39	43
Fmax	133	130	128	129	127	127	125	124	115	84	110
Leq	86	83	82	82	78	83	83	86	71	46	74
Норма	90	75	66	59	54	50	47	45	44	55	70
$Leq$ -H	-	8	16	23	24	33	36	41	27	-	4

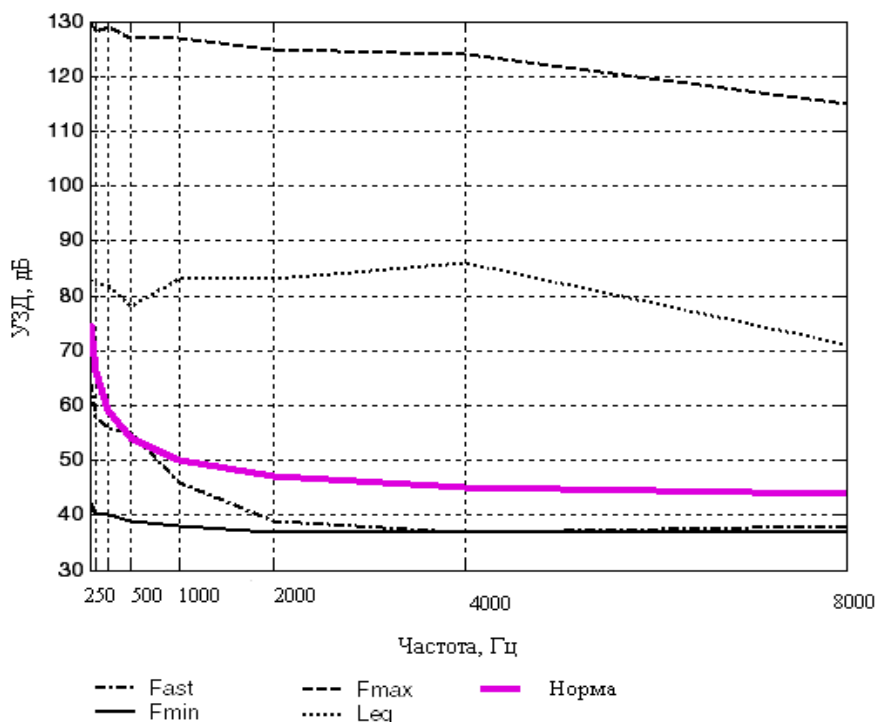


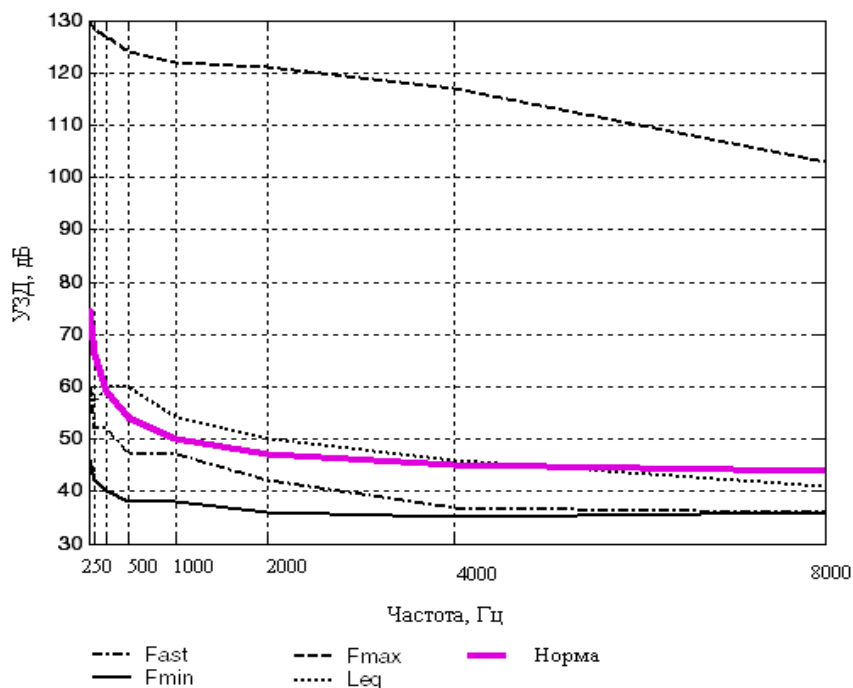
Рис. 4. Уровни звукового давления на перекрестке улиц Масанчи-Курмангазы

В таблице 2 и на рисунке 5 показаны средние значения уровней звука ( $L_A$ ) и уровней звукового давления (УЗД) в кабинете биохимической лаборатории со стороны улицы Курмангазы.

Результаты изучения транспортного шума в жилых помещениях показали, что УЗД изменяются в диапазоне 35–132 дБ на частотах 31,5–16000 Гц. Пики УЗД не наблюдаются. Уровни звука изменяются в диапазоне 41–89 дБА. По частотам максимумы УЗ зафиксированы на частоте 31,5 Гц –  $Fast_{max}$  (132 дБ), а пониженное УЗ показывает временная характеристика шумомера  $Fast_{min}$  на частоте 4000 Гц (35 дБ). Превышение эквивалентного уровня шума от нормативно-допустимых значений 26 дБ на частоте 500 Гц.

Таблица 2. Кабинет биохимической лаборатории со стороны улицы Курмангазы г.Алматы

Характеристики шумомера	Уровни звукового давления дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц										$L_A$ , дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	
Fast	64	60	52	52	47	47	42	37	36	39	50
Fmin	55	46	42	40	38	38	36	35	36	38	41
Fmax	132	130	128	127	124	122	121	117	103	69	89
Leq	65	60	57	60	60	54	50	46	41	39	60
Норма	76	59	48	40	34	30	27	25	23	35	50
$Leq-H$	-	2	9	20	26	24	23	21	18	4	10



**Рис. 5.** Уровни звукового давления в кабинете биохимической лаборатории

В таблицах 1-2 и на рисунках 4-5 приведены уровни звукового давления (УЗД) городского транспорта на территории и внутри помещения зданий больничного комплекса. Анализ приведенных данных позволяет сделать вывод о том, что превышение измеренных УЗД на территории зданий над нормативно-допустимыми эквивалентными УЗД изменяется от 8 до 36 дБ. Максимум разницы достигается на частотах 1000–8000 Гц. Этот спектр частот наиболее опасен для здоровья человека. Результаты исследования шума внутри помещения зданий больничного комплекса позволяют сделать вывод о том, что уровни звукового давления лечебного учреждения не соответствуют санитарным нормам, превышение достигает 24 дБ на высоких частотах.

Измерения уровня шума на территории и внутри помещения зданий больничного комплекса позволили выявить максимальные и минимальные уровни звукового давления в частотном диапазоне, что является необходимым для руководства больницы при планировке кабинетов врачей и планировке больничных палат. Также необходимо проведение мероприятий по снижению транспортного шума, к которым можно отнести звукоизоляцию окон, звукопоглощения внутри кабинетов больницы. Хотя самым радикальным способом снижения шума является гашение в источнике возникновения. В данном случае использование демпфирующих сплавов для шумящих деталей автомобилей (коленчатый вал, поршни, цилиндр двигателя, механизм газораспределения, клапаны и др.) позволило бы снизить шум на 4–8 дБА каждого автомобиля. Создание бесшумного автомобиля невозможно так же, как невозможно построение вечного двигателя, однако вполне возможна постановка задачи о создании автомобиля, обладающего минимальным акустическим излучением.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 20444-85 Шум. Транспортные потоки. Методы измерения шумовой характеристики. –М.: Государственный комитет СССР по делам строительства, 1985. –С. 20.
2. Методические указания по измерению и гигиенической оценке производственных шумов. 1.05.001-94. –Алматы: 1994. – 28 с.
3. Методические указания по гигиенической оценке производственной и внепроизводственной шумовой нагрузки. –М.: 1987. – 15 с.
4. Компания Октава. Приборы санитарного и экологического контроля. Каталог, 2003. – 42 с.



REFERENCES

1. GOST 20444-85 Shum. Transportnye potoki. Metody izmereniya shumovoi harakteristiki. –M.: Gosudarstvennyi komitet SSSR po delam stroitel'stva, 1985. –S. 20.
2. Metodicheskie ukazaniya po izmereniyu i gigenicheskoi otsenke. 1.05.001-94. –Almaty, 1994. –S. 28.
3. Metodicheskie ukazaniya po gigenicheskoi otsenke proizvodstvennoi i vneproizvodstvennoi shumovoi nagruzki. –M., 1987. –S. 15.
4. Kompaniya Oktava. Pribory sanitarnogo i ekologicheskogo kontrolya. Katalog, 2003. –S.42.

Акубаева Д.М., Шевцова В.С., Қалдыбаева С.Т., Егемова Ш.

**«Октава–101А» аспабының көмегімен сыртқы көліктік шудың деңгейін анықтау**

**Түйіндеме.** Дәрігерлердің жұмыс орнын зерттеуден ғимараттың ішіндегі көліктік шу санитарлық нормадан асатыны анықталған. Дәрігерлік мекемелер үшін санитарлық нормалар 50 дБА құрайды, ал нақты өлшеулер бойынша 60–63 дБА құрайды. Көліктік шулар деңгейлер төменгі жиіліктерде (31,5 Гц) максимумда және жоғарғы жиіліктерде (16000 Гц) минимум мәндерде болады.

**Түйін сөздер:** шу, шулық ластану, көлік, көліктік ағындар, шуды өлшеу, дыбыстық қысым деңгейі.

Акубаева Д.М., Шевцова В.С., Калдыбаева С.Т., Егемова Ш.

**Определение уровней внешних транспортных шумов с помощью прибора «Октава–101А»**

**Резюме.** При исследовании рабочих мест врачей установлено, что транспортный шум внутри помещения превышает санитарные нормы. Для медицинских учреждений санитарные нормы составляют 50 дБА, а по натурным измерениям составили 60–63 дБА. Уровни транспортного шума имеют максимум на низких частотах (31,5 Гц) и минимум на высоких частотах (16000 Гц).

**Ключевые слова:** шум, шумовое загрязнение, транспорт, транспортные потоки, измерения шума, уровень звукового давления.

Akubayeva D.M., Shevtsova V.S., Kaldybaeva S.T., Egemova Sh.,B.

**Definition of levels of external transport noise by means of the Octave-101A device**

**Summary.** At research of workplaces of doctors it is established that transport noise indoors exceeds sanitary standards. For medical institutions sanitary standards make 50 dBA, and on natural measurements made 60–63 dBA. Levels of transport noise have a maximum at low frequencies (31,5 Hz) and at least at high frequencies (16000 Hz).

**Key words:** noise, noise pollution, transport, transport streams, noise measurements, level of sound pressure.

УДК 53.089.68

**Б.С. Ахметов, П.Т. Харитонов, М.Ж. Айтимов**

(Казахский национальный технический университет имени К.И.Сатпаева,  
Алматы, Казахстан Республикасы)

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ЦИФРОВОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ РАДИОЧАСТОТНЫХ ДАТЧИКАХ ДЛЯ ИНВАРИАНТНЫХ СИСТЕМ ИЗМЕРЕНИЯ**

**Аннотация.** Рассматриваются методы, применяющиеся для цифровой идентификации в интеллектуальных радиочастотных датчиках для инвариантных систем измерения. Предлагается применение в ИСИ интеллектуальных радиочастотных датчиков (ИРД), выходные сигналы которых несут информацию об основной измеряемой величине и других параметрах, вносящих дополнительные погрешности в выходные сигналы датчика.

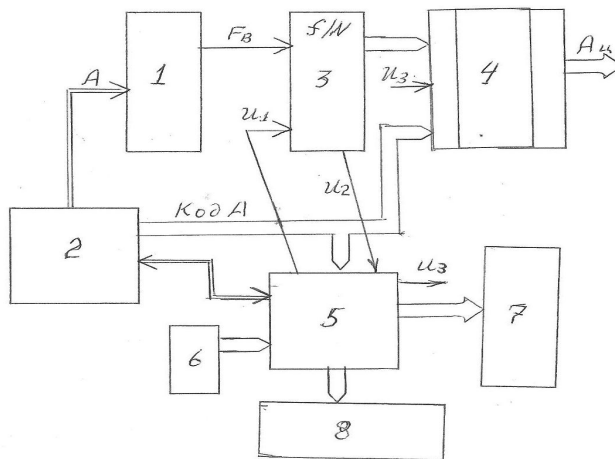
**Ключевые слова:** Интеллектуальные радиочастотные датчики (ИРД), инвариантные системы измерения (ИСИ), цифровая метрологическая идентификация датчика.

**Введение.** Первичным звеном инвариантных систем измерения (ИСИ) физических величин являются датчики, у которых уровни информационной надежности и избыточности задают потолок информационной надежности ИСИ в целом. В этом плане предпочтительно применение в ИСИ интеллектуальных радиочастотных датчиков (ИРД), выходные сигналы которых как правило несут

информацию не только об основной измеряемой величине, но и о других параметрах, вносящих дополнительные погрешности в выходные сигналы датчика. Использование ИРД в ИСИ со структурной и алгоритмической избыточностью [1] создает перспективу обеспечения высокой информационной надежности этих систем путем совместной математической обработки основного и дополнительных информационных параметров радиочастотных сигналов ИРД.

Традиционно при математической обработке основного и дополнительных информационных сигналов используют известную теоретически аналитическую зависимость значения контролируемых параметров и выходных сигналов датчиков, по которой вычисляют значение основной или влияющей физических величин, а затем по функции их корреляции уточняют значение основной физической величины. В этом способе повышения достоверности измерений имеют место специфические ограничения, присущие датчикам неэлектрических величин, в частности неизбежные неконтролируемые и неучитываемые технологические разбросы параметров воспринимающих элементов датчиков от образца к образцу. Например, упругая мембрана конкретного варианта каждого датчика давления в серийной партии имеет технологический разброс по ее толщине, жесткости материала, от которых в сильной степени зависит коэффициент преобразования давления в деформацию, а значит и фактическое значение выходного сигнала датчика будет существенно отличным от полученного путем расчета по теоретически заданной аналитической зависимости. Неизбежные для аналитических зависимостей датчиков физических величин «зоны неопределенности» сужают ужесточением технологических допусков, селективной отбраковкой, выбором дорогостоящих материалов и введением структурной избыточности в датчик. Как следствие, стоимость некоторых датчиков физических величин превышает стоимость золота и платины той же массы, что и датчик.

Вариант радикального асимметричного решения проблемы повышения информационной надежности ИРД предложен в 80-х годах прошлого века [2, 3]. Суть решения – в оцифровке выходной характеристики ИРД в процессе его метрологической идентификации или поверки. На рисунке 1 изображена упрощенная структура, реализующая метрологическую идентификацию радиочастотного датчика 1 физической величины  $A$ .



**Рис. 1.** Упрощенная структура установки для цифровой идентификации характеристики частотного датчика.

В структуре первого рисунка предусмотрен образцовый задатчик 2 физической величины  $A$ , частотно-цифровой преобразователь (ЧЦП) 3, ЦАП 4, процессор 5 с клавиатурой 6, дисплеем 7 и принтером 8. С процессора 5 в автоматическом режиме обеспечивается управление работой задатчика 2, запуском ЧЦП 3, записью информации в ЦАП 4, оформлением и распечаткой на принтере 8 протокола метрологической идентификации (поверки) датчика 1. В процессе поверки образцовый задатчик 2 формирует на входе датчика значения физической величины  $A$  с заданным шагом дискретизации. На каждое значение физической величины  $A$  поверяемый датчик 1 выдает определенное значение выходной высокой частоты  $F_{в}$ , на выходе ЧЦП 3 из этого значения

формируется цифровой эквивалент  $K_a$  частоты  $F_v$ , который используется в качестве адреса ячейки ППЗУ 4, в которую заносится цифровое значение физической величины  $A$ , заданное образцовым задатчиком 2. После формирования образцовым задатчиком 2 всех дискретных значений физической величины  $A$  в ППЗУ 4 сохраняется реальная характеристика датчика 1 со всеми ее отклонениями от идеальной аналитической зависимости, присущими поверяемому варианту датчика 1.

Рассмотрим преимущества и ограничения, присущие данному методу метрологической идентификации датчика 1, названному в свое время одним из авторов методом табличных преобразований [2, гл.4].

**ПРЕИМУЩЕСТВА:**

1. Существенное снижение требований к обеспечению стабильности свойств, технологических допусков материалов и геометрических размеров воспринимающих элементов датчиков, за исключением параметров, влияющих на долговременную стабильность датчиков.

2. Значительное удешевление стоимости ИРД по причине п.1, даже с учетом дополнения датчика его собственным ППЗУ.

3. Возможность построения простых цифровых измерителей физических величин  $A$  на основе ИРД с ППЗУ.

**ОРГАНИЧЕНИЯ:**

1. Обязательность наличия в поверочной структуре образцового задатчика физической величины  $A$ , прибора как правило достаточно дорогого.

2. Неучитываемое влияние дестабилизирующих факторов на результат измерения (вибрации, температура, влажность, старение и т.д.) в процессе эксплуатации датчика.

Примером применения метода табличных преобразований в серийных датчиках могут служить датчики и цифровые измерители абсолютного давления, выпускаемые ОАО «АЭРОВОСХОД» (Москва), в которых характеристика датчика оцифрована и хранится в ППЗУ, встроенном в структуру датчика.

Вариант устранения влияния одного из дестабилизирующих факторов был в свое время предложен авторами и реализован в ряде измерителей с радиочастотными датчиками. В этом варианте в состав поверочной структуры вводят образцовый задатчик дестабилизирующего фактора  $B$  (например - температуры), помещают датчик в среду с параметром  $B$  и формируют адрес ячейки ППЗУ по совокупности цифровых эквивалентов величине  $A$  и  $B$ . При этом емкость ППЗУ возрастает в  $N_b$  раз, поскольку кроме  $N_a$  дискретных значений физической величины  $A$  в ППЗУ должно быть  $N_b$  модулей (подмножеств) цифровых кодов  $N_a$ . Иными словами, каждое подмножество кодов  $N_a$  отражает реальную характеристику датчика при определенном значении дестабилизирующего фактора  $B$ , а ППЗУ в целом хранит в цифровом виде семейство этих характеристик. Например, в известном датчике абсолютного давления и температуры (см. а.с. СССР №1394360, 1987 г.) для диапазона входной величины  $A$  от 1 кПа до 121 кПа с дискретностью 10 Па необходимо  $N_a = 12\ 000$  ячеек в одном подмножестве. При дискретности отсчета температуры в  $1^\circ\text{C}$  в диапазоне  $(-50\dots 100)^\circ\text{C}$  потребуется  $N_b = 1500$ . Общая емкость ППЗУ при этом составит:  $N_a \times N_b = 1,8$  мегабайт. С учетом низкой стоимости и общедоступности современных ППЗУ данный вариант построения инвариантных средств измерения физических величин с использованием ИРД представляет практический интерес. Фактически в данном случае эффективно устранено влияние дестабилизирующего фактора  $B$  на результат измерения физической величины  $A$  с помощью ИРД с ППЗУ, в котором хранятся соответствующие коды физического параметра  $A$  для любой возможной комбинации величии  $A$  и  $B$ . Аналогичный алгоритм интеллектуализации ИРД реализован в известных работах авторов [3-5].

Перспективно построение ИСИ с ИРД, в которых методами табличных преобразований будет обеспечена эффективное устранение влияния нескольких дестабилизирующих факторов  $B$ ,  $C$ ,  $D$  и т.д. в любой их комбинации на результат измерения. Для этого необходима структура ИРД с датчиками подлежащих компенсации дестабилизирующих факторов  $B$ ,  $C$ ,  $D$  и т.д. Из совокупности кодов контролируемых параметров в структуре ИРД или во вторичной аппаратуре для получения достоверного результата достаточно сформировать адресный код ячейки, в которой хранится код измеряемой физической величины  $A$ .

Ограничением данного метода метрологической идентификации датчиков является существенное усложнение поверочного комплекса образцовыми задатчиками дестабилизирующих

факторов В, С, D и т.д., а также ростом времени полной цифровой идентификации каждого образца датчика. Безусловно, необходима разработка методики оценки применимости данного метода к тому или иному типу датчиков и набору исходных требований в нему. Тем не менее в ряде случаев, при серийном изготовлении датчиков неэлектрических величин, применение данного метода позволит существенно как снизить стоимость выпускаемых датчиков, так и повысить информационную надежность ИСИ в целом при контроле неэлектрических величин. К тому же, в данном варианте реализации ИСИ, пользователь получает информацию о значении дестабилизирующих факторов, воздействующих на датчик и может запоминать эти значения с привязкой либо к астрономическому времени, либо к началу того или иного переходного процесса. Этот дополнительный информационный ресурс может оказаться необходимым в ряде практических применений ИСИ с ИРД, с учетом возможности оперативного цифрового отсчета высокочастотных сигналов ИРД за время в несколько микросекунд.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Свистунов Б.Л. Классификация способов построения инвариантных средств измерения параметров электрических величин//Датчики и системы. 2003, №2, с.14-17.
2. Харитонов П.Т. Высокочастотные тензометры и частотно-цифровые преобразователи для систем управления и контроля параметров энергетических установок. Дисс. на соиск. ученой степени к.т.н. Пенза, Пензенский приборостроительный завод, гл.4., 1985,
3. Харитонов П.Т. Цифровой измеритель температуры и влажности. А.с. СССР №1429716, 1988.
4. Харитонов П.Т. Дифференциальный частотный акселерометр. Патент RU №2385463, 2010.
5. Харитонов П.Т. Частотный датчик угловых перемещений и измерительное устройство для него. Патент RU №2401461, 2010.

Ахметов Б.С., Харитонов П.Т., Айтимов М.Ж.

**Инвариантты өлшем жүйелеріне арналған интеллектуальды радиожілікті датчиктерде цифрлық идентификациялау әдісін қолдану**

**Түйіндеме.** Инвариантты өлшем жүйелеріне арналған интеллектуальды радиожілікті датчиктерде цифрлық идентификация әдістерін қолдану ерекшеліктері қарастырылған. Датчиктің шығыс сигналдарына қосымша кәтеліктер енгізетін, өлшенетін шама және өзге параметрлер туралы ақпарат тасымалдайтын шығыс сигналдары бар интеллектуальды радиожілікті датчиктерді инвариантты өлшем жүйелерінде қолдану ұсынылады.

**Түйінді сөздер:** Интеллектуальды радиожілікті датчиктер (ИРД), инвариантты өлшем жүйелері (ИӨЖ), датчикті цифрлық метрологиялық идентификациялау.

Akhmetov B.S., Haritonov P.T., Aitimov M.Zh.

**Application of digital radio frequency identification in intelligent sensor for measurement of invariant**

**Summary.** We consider the method which is applied to a digital radio frequency identification smart sensor systems for the invariant measure.

Suggested the use of intelligent radiofrequency sensors (IRS) in invariant systems of measurement (IIS), the output signals of which contain information about the main measurand and other parameters that introduce additional errors in to the sensor output signals.

**Key words:** Intelligent RFID sensors (IRD), the invariant measurement system (IRS), digital metrology sensor identification.

**Б.Р. Касимова, Д.Е. Баксултанов**

(Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан Республикасы)

### **LabVIEW БАҒДАРЛАМАСЫ АРҚЫЛЫ АТМОСФЕРАЛЫҚ АУА ЛАСТАНУЫНЫҢ АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕСІН ҚҰРАСТЫРУ**

**Аңдатпа.** Өндіріс орындарында ауа ластану көрсеткіштерінің барлық кешенін есетеуге мүмкіндік беретін LabVIEW бағдарламалық ортасында мониторингін жүргізетін бағдарлама құрастырылған. Бағдарлама қауіпсіздік класын және атмосфералық ауаның тәуліктік орташа шекті концентрациясын есептейді, сонымен қатар алынған мәндердің статистикасын жасайды. Берілген бағдарламада алынған есептеулер, сүзгілеу құрылғылардың жұмыс режимін реттеу арқылы дер кезінде ауаның құрамын бақылауға мүмкіндік береді.

**Кілтті сөздер:** сүзгілеу құрылғылары, атмосфералық шектік рұқсат етілетін концентрация, атмосфера ластануының индексі, LabVIEW.

Қазіргі кезеңдегі ғылыми-техникалық прогресс пен өнеркәсіп өндірісінің қарқынмен дамыған жағдайда қоршаған ортаны қорғау проблемасы өте өзекті мәселеге айналып отыр. Қоршаған ортаның негізгі компоненттерінің бірі – атмосфералық ауаның ластануы қоршаған ортаға әсер ететін, халықтың денсаулығына теріс ықпал жасайтын жетекші алғы шарттардың бірі болып қалып отыр. Көптеген зерттеушілер атмосфералық ауа және оның құрамындағы ластағыштар урбанизацияланған аймақтарда тұратын тұрғындардың денсаулығына жоғары деңгейде қауіп-қатер туғызатын «бірінші дәрежелі фактор» деп бағалайды.

Астана қаласының атмосфералық жағдайы өндіріс орындарының шығарылымдардың көлемімен және ластаушы заттардың бөлшектерімен анықталады. Қалада 600–ден астам істеп жатқан өндіріс орындары бар. Мысалы, жылуэнергетика, машинақұрылысы, металл өндіру, сонымен қатар құрылыс материалдары өндіріс орындары, айналадағы ортаға әсерін тигізіп жатқан ТЭЦ, құрылыс материалдар өндірісі мен жолкөліктері және жылуэнергетика.

Атмосфералық ауа жағдайы – Қазақстан Республикасының елді – мекендеріндегі атмосфералық ауа ластануының бақылау жүйесі.

Атмосфералық ауа жағдайының мониторингін Қазақстан Республикасы қоршаған орта жөніндегі Министрліктің «Қазгидромет» РМК арқылы жүзеге асырылады. Қазақстанның ірі 19 қалаларындағы атмосфералық ауаның ластану жағдайы «Қазгидромет» РМК-ның бақылауларының негізінде сипатталады.

«Қазгидромет» ҚР қоршаған ортаның ластануы туралы мерзімді (айына, тоқсан сайын, жарты жылына және жылына) бюллетендер жариялайды. Осы бюллетендер арқылы қоршаған орта жағдайын бағалауға болады.

«Мониторинг» термині алғаш рет 1972 ж. БҰҰ-ның қоршаған орта жөніндегі Стокгольмдегі конференциясының ұйымдастырылуының алдында «бақылау» ұғымына толықтыру ретінде пайда болды.

Ең басынан бастап мониторинг терминінің түсіндірмесінде екі көзқарас қалыптасқан. Көптеген шетел зерттеушілері берілген мақсатпен және арнайы құрастырылған бағдарлама бойынша қоршаған ортаның бір немесе бірнеше компоненттерінің үздіксіз бақылаулар жүйесін жүргізуді ұсынған. Басқа көзқарас [Израэль, 1974] мониторинг ретінде антропогендік іс-әрекеттің әсерінен орын алатын бисосфера күйінің жиіліктік өзгерісін сипаттайтын бірігей бақылаулар жүйесі ретінде қарастыру. Бұл көзқарас қазіргі кезде көптеген елдерде кең қолданылады.

Қазіргі таңда көптеген ғылым салаларында ақпараттық технологиялардың алатын орны ерекше. Ауа ластану мәселесіне көп көңіл бөлгеніне байланысты, біздің елмізде атмосфералық ауа ластануының автоматтандырылған ақпараттық жүйесін құру қажет. Берілген мақалада атмосфералық ауа ластану ақпараттық жүйесінің визуализациясы жасалынған.

**Атмосфералық ауаның ластану көрсеткішін есептеу.** Атмосфералық ауаны нормалаудың ерекшелігі ретінде ауа құрамындағы ластаушы заттардың тұрғындардың денсаулығына тек қана концентрация мөлшерінің тәуелділігіне ғана емес, сонымен қатар адам дем алатын уақыт интервалының ұзақтығына тәуелді.

## • Технические науки

Атмосфералық ауаның ластануын зерттегенде он алтыдан аса қоспалар анықталады, олардың ішінде: шаң, күкірт диоксиді, ергіш сульфаттар, көміртек оксиді, азот диоксиді, фторлы сутек, күкіртсутек және ауыр металдар кіреді.

Ластануға қарсы күресу үшін ауа сапасының стандарты қажет (біздің елімізде - шектік рұқсат етілетін концентрация ШРК), оның негізінде қоршаған орта тазалығын сақтау бойынша барлық іс-шаралар жүргізіледі. Ауа сапасының стандарттарының көмегімен ауа ластану деңгейі шектік рұқсат етілетін концентрациядан асатын аймақтарда атмосфералық ауаны тазарту бойынша жұмыстарды жеткілікті рационалды түрде жүргізуге мүмкіндік береді.

Зиянды заттардың классификациясы, олардың уландырғыштық және қауіптілік дәрежесі бойынша атмосфералық ластағыштар төрт класқа жіктеледі:

1-ші класс – төтенше зиянды (бензапирен, қорғасын және оның қоспалары);

2-ші класс – жоғары зиянды ( $\text{NO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{HNO}_3$ );

3-ші класс – жеткілікті зиянды (бейорганикалық шаң,  $\text{SO}_2$ );

4-ші класс – аз зиянды (бензин,  $\text{CO}$ ).

Кесте 1. Елді мекендердің ауа құрамындағы ластаушы заттардың шектік рұқсат етілетін концентрациялары

Қоспалар атауы	ШРК мәндері, мг/м <sup>3</sup>		Қауіп класы
	максимально разовая	Орта-тәуліктік	
Көміртек оксиді	5,0	3	4
Азот оксиді	0,4	0,06	3
Азот диоксиді	0,085	0,04	2
Взвешенные вещества	0,5	0,15	3
Фенол	0,01	0,003	2
Формальдегид	0,035	0,003	2
Қорғасын	0,001	0,0003	1
Аммиак	0,2	0,04	4
Күкірт диоксиді	0,5	0,05	3
Күкіртсутек	0,008	-	2
Хлор	0,1	0,03	2
Фторлы сутек	0,02	0,005	2
Озон	0,16	0,03	1
Хлорлы сутек	0,2	0,1	2
Хром (VI)	-	0,0015	1
Кадмий		0,0003	1
Мышьяк		0,003	2
Хром		0,0015	1
Мыс		0,002	2
Көмірсутектер	1,0	-	3

Атмосфералық ауа сапасының көрсеткіші нақты өлшенген концентрацияның ШРК шамасымен салыстыруына негізделген.

Әдетте тәжірибе бойынша ауа құрамында бірнеше ластаушы заттар бар. Сондықтан ауа сапасының көрсеткіші ретінде кешенді көрсеткіш  $I$  – атмосфераның ластану индексі қолданылады (АЛИ). Атмосфераның ластану индексі - ол барынша үлкен мәндері бар бес зат бойынша есептелетін атмосфера ластануының кешенді индексінің шамасы.

Кесте 2. Атмосфераның ластану индесінің деңгейін бағалау

Градациялар	Атмосфераның ластану деңгейі	Атмосфера ластануының көрсеткіші	Баға
I	Төмен	АЛИ	0–4
II	Жоғарланған	АЛИ	5–6
III	Жоғары	АЛИ	7–13
IV	Өте жоғары	АЛИ	≥ 14

Бірнеше ластаушы заттар үшін АЛИ келесі формуладай анықталады:

$$I = \sum_{i=1}^n I = \sum_{i=1}^n \left( \frac{q_i}{ПДК_{cc}} \right)^{k_i}$$

мұндағы  $q_i$  -  $i$ -ші қоспаның айлық (жылдық) орташа концентрациясы, мг/м<sup>3</sup>;  $ПДК_{cc}$  -  $i$ -ші қоспаның орта тәуліктік шектік рұқсат етілген концентрациясы, мг/м<sup>3</sup>;  $k_i$  - қоспаның қауіпсіздік класына тәуелді дәреже көрсеткіші.

Атмосфераның экологиялық күйінің класы төртбалдық шкаласы бойынша анықталады (кесте 2), мұндағы норма класы шкала бойынша ортаңғыдан төменгі ластану деңгейіне сәкес келеді, тәуекел класы ортаңғы деңгейге, ал дағдарыс класы ортаңғыдан жоғары деңгейге сәкес келеді.

**Астана қаласы ластануының мониторингі.** Астана қаласында атмосфералық ауа жағдайы бойынша бақылаулар 7 бақылау орындарында жүргізіледі (сурет 1): 4 стационарлы орында (№ 1 - Жамбыл көшесі; № 2 - Әуезов - Сейфуллин көшелерінің қиылысы; № 3 - Ташкет көшесі және № 4 - «Шапағат» рыногі, Бөгенбай көшесінің бұрышы), 3 автоматты орындарында жүргізіледі (№ 7 - «Достар» тұрғын үй ауданы; № 6 - Можайский көшесі; № 5 - Тұран проспекті)

Бақылаулар келесі қоспалардың концентрацияларын өлшеуге негізделген: күкірт диоксиді, еріген сульфаттар, көміртек оксиді, азот диоксиді, азот оксиді және фторлы сутек.



1-сурет. Астана қаласының атмосфералық ауа ластануының бақылау орындары

«Қазгидромет» РМП-ның 2013 жылдың жартыжылдығына арналған ақпараттық бюллетеньдеріне сәйкес Астана қаласында атмосфералық ауа ластануы төменгі деңгейде.

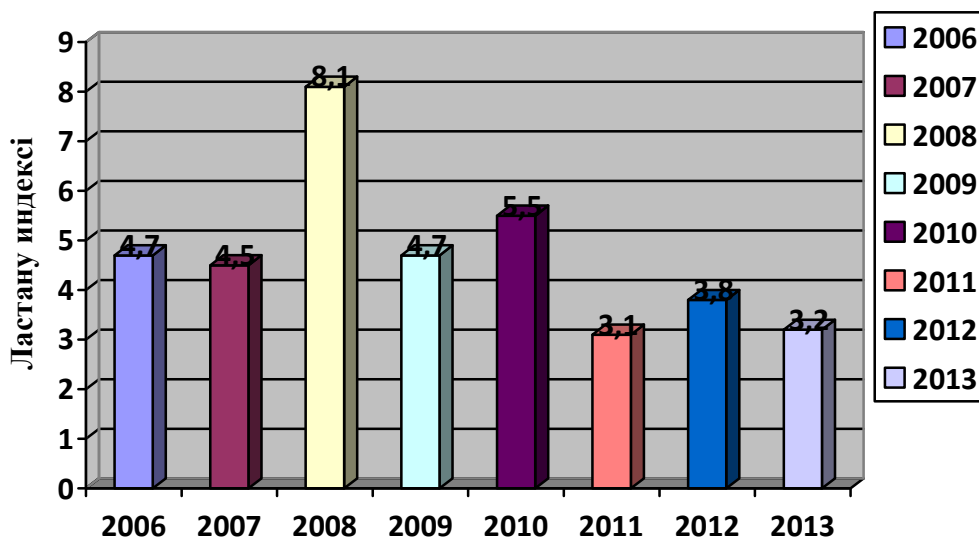
## • Технические науки

Атмосфераның ластану индексі 3,2 құрайды. Азот диоксидінің орташа концентрациясы – 1,6 ШРК құрады.

Максималды бір реттік концентрациялардан азот диоксиді 7,4 ШРК, ал көміртек оксиді мен фторлы сутек – 1,2 ШРК құрады. 2013 жылдың бірінші жарты жылдығында 2012 жылдың бірінші жарты жылдығымен салыстырғанда Астана қаласында атмосфераның ластану деңгейі өзгермеді.

Кесте 3. 2013 жылдың 1 жарты жылдық бойынша Астана қаласының ауа бассейнінің ластануы

АЛИ <sub>5</sub>	ШРК-ны асатын қоспалар атауы	Орташа концентрация,		Максималды концентрация		ШРК-ны асатын Қоспалар концентрациялардың қайталануы, %
		мг/м <sup>3</sup>	ШРК-ны асу еселігі	мг/м <sup>3</sup>	ШРК-ны асу еселігі	
3,2	Взвешенные	0,1831	1,2207	2,2	4,4	4,3
	Күкірт диоксиді	0,0017	0,0331	0,038	0,076	
	Көміртек оксиді	0,4438	0,1479	6	1,2	0,1
	Азот диоксиді	0,0624	1,5595	0,63	7,4118	27,8
	Фторлы сутек	0,0002	0,0362	0,024	1,2	0,1

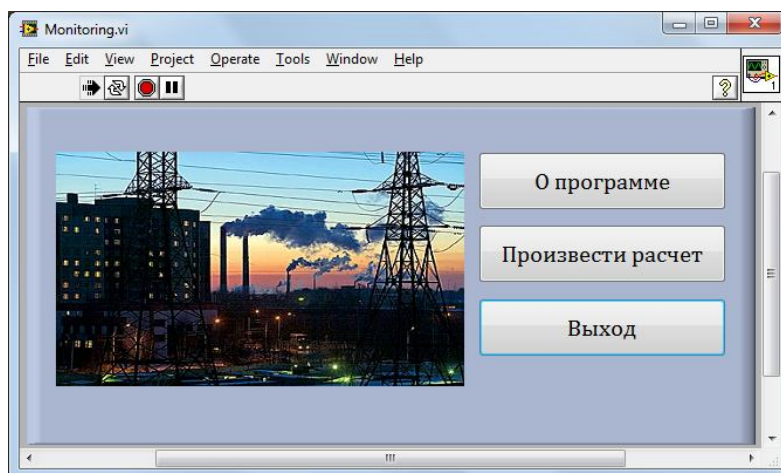


2-сурет. 2006-2013 жылдар аралығында Астана қ. атмосферасының ластану көрсеткіштері

Астана қалаласының ауа бассейнінің ластануына жүргізілген бақылау нәтижелері бойынша ең жоғары ластану деңгейі 2008 жылы байқалды (АЛИ<sub>5</sub> – 8,1), ал 2010 жылы бұл көрсеткіш жоғарланған деңгейде болды (сурет 2). Берілген сурет бойынша 2006-2013 аралығында Астана қаласында атмосфераның ластану динамикасының өзгеруін байқауға болады.

Астана қаласында ауаның ластану индексінің құрамына ауадағы қалқыған шаң бөлшектерінің үлесі басқа да зерттелініп отырған бөлшектермен салыстырғанда жоғары болды. Осыған байланысты, біз ҚР қалаларындағы қалқыған бөлшектердің жиынтық концентрацияларын бағалау қажет деп есептейміз.

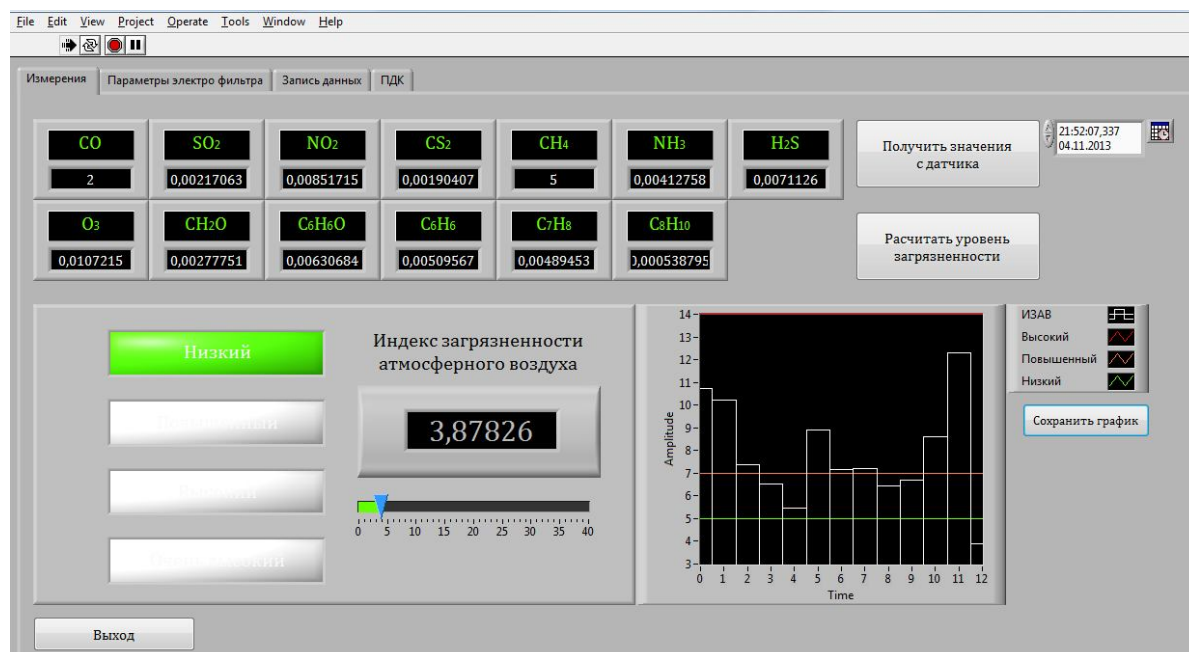




**3-сурет.** Бағдарламаның негізгі беті

Біздің еліміміз үшін атмосфералық ауа ластануы және оның мониторингін жүзеге асыру мәселесі өзекті мәселелерінің бірі екені айтылған. Осы мақсатпен National Instruments фирмасының LabVIEW графикалық бағдарламалау ортасында атмосфералық ауа құрамының мониторингін жүргізетін бағдарлама жасалынды.

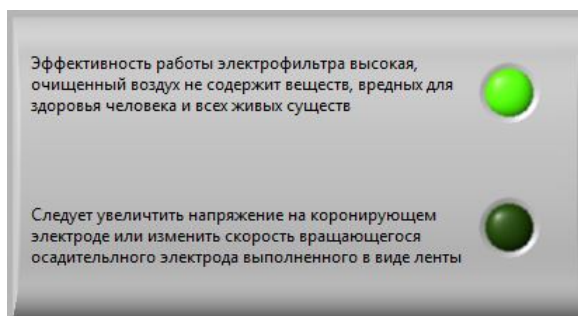
Бағдарламадағы есептеулер Қазақстан Республикасының 11.03.2002N302-2 «Атмосфералық ауаны қорғау туралы» заңына негізделген.



**4-сурет.** Өлшеу нәтижелері

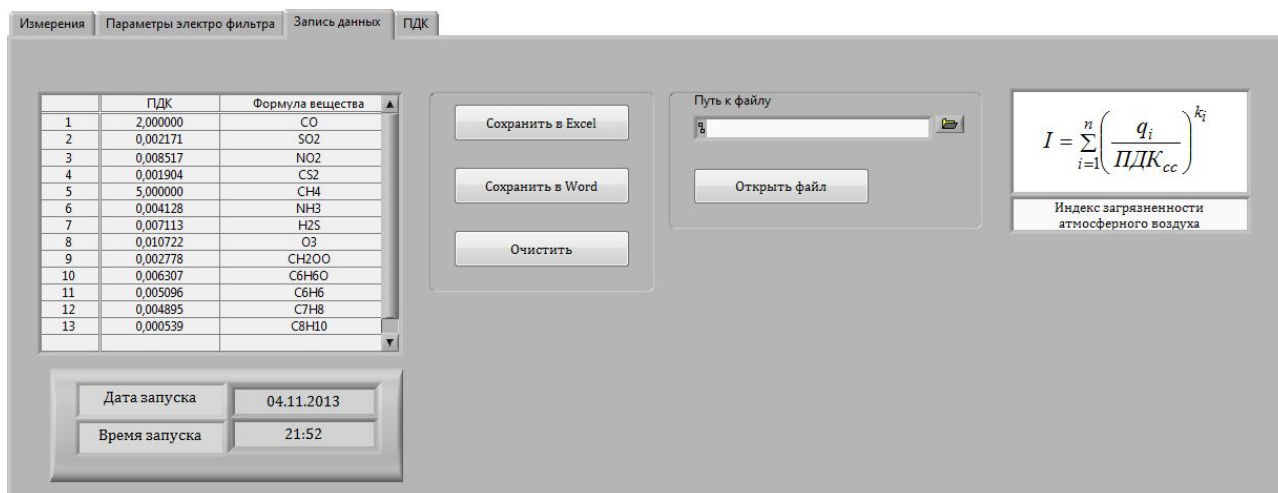
Өлшеу нәтижелерінен атмосфераның ластану индексінің шамасы 3,88 тең екенін байқауға болады. Бағдарламадағы көрсеткіштер нақты нәтижелерге сәйкес негізделіп анықталады. Берілген бағдарлама мониторинг жүйесінің визуализациясы болып табылады.

Бағдарламалық ортаны жүзеге асыру LabVIEW 10 графикалық бағдарламалау ортасында іске асырылған. LabVIEW графикалық бағдарламалау ортасы автоматтандырылған жүйелер мен виртуалды құрылғыларды құруға мүмкіндік беретін көптеген құрал саймандарға ие. Бұл бағдарламаның артықшылығы графикалық бағдарламалау концепциясы болып табылады.



5-сурет. Электрсүзгінің жұмыс параметрлерін өзгерту

Бағдарлама өлшеуіш құрылғылардан алынған мәліметтерді тіркеп, атмосфераның ластану индексін есептейді. Атмосфераның ластану индексін есептегеннен кейін, бағдарлама қауіпсіздік класын есептептейді және сүзгілеу құрылғылардың жұмыс режимінің параметрін өзгерту туралы шешімін қабылдап хабарлама береді. Әрбір есептеулерден кейін бағдарлама алынған нәтижелердің мәндерін сақтайды және статистикалық есептеме жүргізуге мүмкіндік береді.



6-сурет. Алынған нәтижелерді сақтау

**Қорытынды**

Астана қаласының атмосфералық ауа ластану деңгейі бойынша динамикасына талдау жасалынды. Сапаның негізгі критерийі ретінде елді-мекеннің ауасындағы ластаушы заттардың шектік рұқсат етілген концентрацияның мәнін анықтаудың әдістемесі мен қаладағы негізгі ластауыш заттардың мөлшері қарастырылған.

LabVIEW 10 бағдарламалық ортасында қауіпсіздік класын және барлық ластаушы көрсеткіштер бойынша атмосфералық ауа құрамындағы газдардың орташа тәуліктік мүмкін шектік концентрациясын есептеуге мүмкіндік беретін атмосфералық ауа ластану мониторингінің визуализациясы жүзеге асырылды.

Алынған нәтижелердің статистикасын жүргізу сүзгілеу құрылғылардың жұмыс параметрлерін өзгерту арқылы ауа құрамын шапшаң түрде басқаруға мүмкіндік береді. Бұл бағдарлама атмосфералық ауаны ластанудан қорғау мақсатында әртүрлі өндіріс орындарында қолданылуы мүмкін.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды Республики Казахстан. Министерство охраны окружающей среды Республики Казахстан. РГП «Казгидромет». Выпуск №1 (21), 2013. – 197 с.
2. Якунина И.В., Попов Н.С. Методы и приборы контроля окружающей среды. Экологический мониторинг // Издательство Тамб. гос. техн. ун-та, 2009. – 188 с.
3. Закон Республики Казахстан от 11.03.2002 N 302-2 «ОБ ОХРАНЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА»
4. Мониторинг качества атмосферного воздуха для оценки воздействия на здоровье человека. Всемирная организация здравоохранения, Европейская серия, № 85. 2001. – 316 с.

REFERENCES

1. Newsletter on a state of environment of the Republic of Kazakhstan. The Ministry of Environment of the Republic of Kazakhstan. RSE «Kazgidromet». Issue №1 (21), 2013. - 197 p.
2. Yakunina, I.V., Popov, N.S. Methods and devices of the control of environment. Environmental monitoring // Tamb. state tech. university publisher, 2009. - 188 p.
3. The Law of the Republic of Kazakhstan from 11.03.2002 N 302-2 «ABOUT PROTECTION of ATMOSPHERIC AIR»
4. Monitoring of quality of atmospheric air for an assessment of impact on human health. World Health Organization, European series, №85. 2001. – 316 p.

Касимова Б.Р., Баксултанов Д.Е.

**LabVIEW бағдарламасы арқылы атмосфералық ауа ластануының ақпараттық жүйесін құрастыру**

**Түйіндеме.** Мақалада атмосфералық ауа ластануын есептеудің әдістемесі және ластануға қарсы күресу жолдары секілді сұрақтары қарастырылған. Қазіргі таңда экология, энергетика және т.б. салаларда ақпараттық және телекоммуникациялық технологиялар кеңінен қолданылады. Осы мақсатпен LabVIEW графикалық бағдарламалау ортасында атмосфералық ауаның ластануының мониторингісінің тиімділігі мен шешім қабылдау үшін ақпараттық-аналитикалық жүйесі әзірленді.

**Кілтті сөздер:** сүзгілеу құрылғылары, атмосфералық ауа құрамының шекті мүмкін концентрациясы, атмосфера ластануының индексі, LabVIEW.

Касимова Б.Р., Баксултанов Д.Е.

**Разработка информационной системы загрязнения атмосферного воздуха в среде LabVIEW**

**Резюме.** В статье рассмотрены вопросы методики расчета загрязнения атмосферного воздуха и пути борьбы с загрязнением. На сегодняшний день информационно-телекоммуникационные технологии получили широкий спектр применений, в таких отраслях, как экология, энергетика и т.д. С этой целью для мониторинга загрязнения атмосферного воздуха была разработана информационная система в среде LabVIEW.

**Ключевые слова:** фильтрующие устройства, предельно допустимая концентрация атмосферного воздуха, индекс загрязнения атмосферы, мониторинг состава воздуха, LabVIEW.

Kasimova B.R., Baxultanov D.Y.

**Development of information system air pollution by using LabVIEW**

**Summary.** For the Republic of Kazakhstan air pollution problems were and remain relevant and therefore carrying out the monitoring is one of the most important tasks. For this purpose has been developed a software program for monitoring of atmospheric air composition in the LabVIEW graphical programming environment, which provides a solution to this problem.

**Key words:** electric precipitator, the maximum permissible concentration of air, monitoring of air.

**С.С. Омаров, С.К. Нысанбаева, М.А. Тукибаева, Г.Т. Алджамбекова**  
(Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева,  
Алматы, Республика Казахстан)

**РАСЧЕТ ДЕФЕКТОВ В КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ РЕШЕТКЕ ПРИ (P,Г)  
ЯДЕРНОЙ РЕАКЦИЯХ**

**Аннотация.** В работе сделан расчет радиационных дефектов, образуемых при ядерных превращениях на узлах кристаллической решетки, путем облучения их протонами высокой энергии. Цель исследования заключается во внедрении примесного атома в кристаллическую решетку путем замены ядра узла на новое ядро, с другим химическим знаком, так как  $\gamma$ -квант, испущенный из составного ядра не уносит заряда.

При взаимодействии потоков радиации с веществом, дефект в кристаллической решетке металлов может возникнуть в результате  $(p,\gamma)$ , либо  $(\alpha,\gamma)$  ядерной реакции. Как известно, ядро представляет собой замкнутую компактную систему из плотно упакованных частиц. Попавшая в ядро заряженная частица испытывает столкновения, теряет свою первоначальную энергию, и в дальнейшем, преодолеть кулоновский потенциальный барьер практически не может. Такое составное возбужденное ядро по теории Бора забывает о способе своего возбуждения. В дальнейшем остаточное возбуждение снимается либо вылетом нуклона, преодолевшем кулоновский барьер (например, путем просачивания), либо испусканием нейтронов или  $\gamma$ -квантов, для которых такой барьер не существует. В обоих последних случаях заряд ядра (атома) меняется, изменяется химический знак узла в кристаллической решетке. При достаточном количестве таких дефектов в кристаллической решетке изменяются физико-механические свойства материала мишени.

В работе рассматривается возможность появления таких дефектов в результате ядерной реакции  $(p,\gamma)$ . Сечение образования составного, в общем виде зависит от вероятности того, что протон с моментом количества движения  $\frac{hl}{2\pi}$ , попадет в область действия ядерных сил. Данная частица, попавшая на ядро проникает через кулоновские и центробежные барьеры, и в конечном итоге есть вероятность того, что она взаимодействует с данным ядром. Тогда сечение процесса образования составного ядра можно представить в виде произведения таких вероятностей [1]:

$$\sigma = \sum S_i P_i \zeta_i \quad (1)$$

где  $S_i$  – вероятность попадания нуклона в область действия ядерных сил;  $P_i$  – вероятность проникновения нуклона через кулоновский и центробежный барьеры;  $\zeta_i$  – вероятность взаимодействия нуклона с ядром (вероятность прилипания).

Для того, чтобы ядро поглотило падающую частицу, прицельный параметр  $b$  не должен превышать  $R$ . Из условия  $b \approx \frac{h \cdot l}{2\pi}$ , где  $l$  – момент падающей частицы, следует, что при  $b \leq R$ .

Поглощаются могут лишь частицы с  $l \leq R \frac{\lambda}{2\pi}$ . Суммируя сечения попадания всех таких частиц, получаем [1]:

$$\sum S_i = \pi \left(\frac{\lambda}{2\pi}\right)^2 \cdot \sum_0^{R\lambda/2\pi} (2l + 1) \text{ – геометрическое сечение } S_i. \quad (2)$$

Сечение образования составного ядра  $\sigma_a$ , тогда определится как [1]:

$$\sigma_a = \pi \left(\frac{\lambda}{2\pi}\right)^2 \cdot \sum_0^{R\lambda/2\pi} (2l + 1) P_i \zeta_i = \pi \left(R + \frac{\lambda}{2\pi}\right) P_i \zeta_i \quad (3)$$

Из возбужденного состояния ядро переходит в основное состояние с меньшей энергией возбуждения с испусканием  $\gamma$ -квантов, либо нейтронов, либо других частиц. Ширину возбужденного уровня рассматривают как вероятность распада ядра, выраженную в энергетических единицах  $\Gamma = \hbar \cdot W/2$ .

Различные способы распада конкурируют между собой. Число реализаций некоторого способа  $W_b$  определяется из соотношения:

$$W_b = \Gamma_b / \Gamma,$$

где  $\Gamma$  – полная ширина уровня.

Полная ширина энергетического уровня может быть представлена в виде суммы парциальных величин  $\Gamma_\gamma, \Gamma_n, \Gamma_p, \Gamma_d$ :

$$\Gamma = \Gamma_\gamma + \Gamma_n + \Gamma_p + \Gamma_d + \dots = \Sigma \Gamma_i \quad (4)$$

При малых энергиях отлична от нуля только ширина  $\Gamma_\gamma$ , так как вылет нуклона из-за малой энергии возбуждения невозможен.

В данной работе для расчетов сечений неупругого взаимодействия, например, протона в веществе массивной конструкции использовалась эмпирическая формула, справедливая для ядер с атомным весом  $Z > 10$ , основанной на расчетах по оптической модели ядра [2]:

$$\sigma_c^0 = \pi R^2 [1 + (1 + 10/Z)(a/E_p)^{1.5}] \exp[-(a/E_p)^{1.5}] \quad (5)$$

где  $a = [1,5 \pm 0,298]/Z$ ,  $E_p$  – энергия падающего протона.

Тогда  $\Sigma_{ne}(E_p, Z) = \sigma_c^0 N_0$  – макроскопическое сечение взаимодействия, где  $N_0$  – число ядер на  $cm^3$ . Расчет проводился для протонов с энергией 3÷60 МэВ. Для протонов с энергией выше ~50 МэВ сечение неупругого взаимодействия остается практически постоянным.

Вероятность ядерного взаимодействия протонов  $W$  в веществе массивной конструкции можно определить из следующего выражения:

$$W = \int_{E_{нач}}^{E_{кон}} \Sigma_{ne}(E_p, Z) \left[ -\frac{dE_p}{dx}(Z) \right]^{-1} dE_p, \quad (6)$$

где  $E_{нач}$  – начальная энергия протона до взаимодействия,  $E_{кон}$  – конечная энергия протона после взаимодействия;  $\Sigma_{ne}(E_p, Z)$  – макроскопическое сечение неупругого взаимодействия протона с ядром  $Z$  – вещества;  $E_p$  – энергия падающего протона;  $-\frac{dE_p}{dx}$  – удельные потери энергии протона в веществе мишени [5].

Результаты зависимости вероятности ядерного взаимодействия протонов от заряда ядра металлов и энергии падающих протонов представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Z	Вероятность ядерного взаимодействия W									
	3 МэВ	5 МэВ	7 МэВ	10 МэВ	15 МэВ	20 МэВ	30 МэВ	40 МэВ	50 МэВ	60 МэВ
Al	$9 \cdot 10^{-5}$	$2 \cdot 10^{-4}$	$7 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-3}$	$7 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-2}$	$3 \cdot 10^{-2}$	$5 \cdot 10^{-2}$	$6 \cdot 10^{-2}$
Bi	-	$2 \cdot 10^{-8}$	$8 \cdot 10^{-7}$	$4 \cdot 10^{-5}$	$6 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$6 \cdot 10^{-3}$	$6 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-2}$
Fe	$10^{-6}$	$7 \cdot 10^{-5}$	$3 \cdot 10^{-4}$	$9 \cdot 10^{-4}$	$4 \cdot 10^{-3}$	$6 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-2}$	$5 \cdot 10^{-2}$
Cd	$10^{-8}$	$6 \cdot 10^{-6}$	$6 \cdot 10^{-5}$	$5 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-3}$	$8 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-2}$	$3 \cdot 10^{-2}$	$5 \cdot 10^{-2}$
Co	$10^{-6}$	$7 \cdot 10^{-5}$	$3 \cdot 10^{-4}$	$9 \cdot 10^{-4}$	$4 \cdot 10^{-3}$	$6 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-2}$	$5 \cdot 10^{-2}$
Si	$9 \cdot 10^{-5}$	$2 \cdot 10^{-4}$	$7 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-3}$	$7 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-2}$	$3 \cdot 10^{-2}$	$5 \cdot 10^{-2}$	$6 \cdot 10^{-2}$
Mg	$9 \cdot 10^{-5}$	$2 \cdot 10^{-4}$	$7 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-3}$	$7 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-2}$	$3 \cdot 10^{-2}$	$5 \cdot 10^{-2}$	$6 \cdot 10^{-2}$
Cu	$10^{-6}$	$7 \cdot 10^{-5}$	$3 \cdot 10^{-4}$	$9 \cdot 10^{-4}$	$4 \cdot 10^{-3}$	$6 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-2}$	$5 \cdot 10^{-2}$
Mo	$10^{-8}$	$6 \cdot 10^{-6}$	$6 \cdot 10^{-5}$	$5 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-3}$	$8 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-2}$	$3 \cdot 10^{-2}$	$5 \cdot 10^{-2}$
Ni	$10^{-6}$	$7 \cdot 10^{-5}$	$3 \cdot 10^{-4}$	$9 \cdot 10^{-4}$	$4 \cdot 10^{-3}$	$6 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-2}$	$5 \cdot 10^{-2}$
Nb	$10^{-7}$	$2 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$8 \cdot 10^{-4}$	$3 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-3}$	$9 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-2}$	$4 \cdot 10^{-2}$	$5 \cdot 10^{-2}$
Sn	$10^{-8}$	$6 \cdot 10^{-6}$	$6 \cdot 10^{-5}$	$5 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-3}$	$8 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-2}$	$3 \cdot 10^{-2}$	$5 \cdot 10^{-2}$
Pb	-	$2 \cdot 10^{-8}$	$8 \cdot 10^{-7}$	$4 \cdot 10^{-5}$	$6 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$6 \cdot 10^{-3}$	$8 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-2}$	$4 \cdot 10^{-2}$
Cr	$10^{-6}$	$7 \cdot 10^{-5}$	$3 \cdot 10^{-4}$	$9 \cdot 10^{-4}$	$4 \cdot 10^{-3}$	$6 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-2}$	$5 \cdot 10^{-2}$
Zr	$10^{-7}$	$2 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$8 \cdot 10^{-4}$	$3 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-3}$	$9 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-2}$	$4 \cdot 10^{-2}$	$5 \cdot 10^{-2}$

Для протонов с энергией выше ~50 МэВ практически остается постоянным  $\sim \pi R^2$  (R).

Число протонов, участвующих во взаимодействии с ядрами мишени можно оценить, зная ядерную плотность вещества, которую вычисляют по формуле:

$$N_j = N_A \rho_j / M_j \quad (7)$$

где  $N_j$ —ядерная плотность  $j$ -го нуклида,  $N_A$ —число Авогадро;  $\rho_j$ —плотность вещества,  $M_j$ —атомная масса;

Для проникновения протона в ядро, ему необходимо преодолеть кулоновский барьер отталкивания. Приведем величину кулоновского барьера отталкивания [5] для некоторых веществ: алюминий—8,67 МэВ; железо—13,58 МэВ; кремний—9,21 МэВ; медь—14,5 МэВ; никель—14,4 МэВ; хром—12,87 МэВ. Следовательно, для проникновения в ядро указанных элементов протон должен иметь энергию не меньше 15 МэВ (с учетом вклада центробежного барьера ядра). Выход реакции  $Y$  равной доле частиц, вступающих в реакцию с ядрами мишени, можно определить в виде (см. табл.2):  $Y_i = \sigma_i N_A \rho_i / M_j$

Таблица 2.

Z	Оценка выхода ядерной реакции (p,γ)						
	10 МэВ	15 МэВ	20 МэВ	30 МэВ	40 МэВ	50 МэВ	60 МэВ
Al	$1,2 \cdot 10^{23}$	$3 \cdot 10^{23}$	$4,2 \cdot 10^{23}$	$0,6 \cdot 10^{24}$	$1,8 \cdot 10^{24}$	$3 \cdot 10^{24}$	$3,6 \cdot 10^{24}$
Fe	-	$2,4 \cdot 10^{23}$	$4,8 \cdot 10^{23}$	$0,8 \cdot 10^{24}$	$1,6 \cdot 10^{24}$	$1,6 \cdot 10^{24}$	$4 \cdot 10^{24}$
Si		$2,4 \cdot 10^{23}$	$8,4 \cdot 10^{23}$	$1,1 \cdot 10^{24}$	$3,6 \cdot 10^{24}$	$5,6 \cdot 10^{24}$	$6,7 \cdot 10^{24}$
Cu	-	$3,6 \cdot 10^{23}$	$5,6 \cdot 10^{23}$	$0,9 \cdot 10^{24}$	$1,8 \cdot 10^{24}$	$1,8 \cdot 10^{24}$	$4,5 \cdot 10^{24}$
Ni	-	$3,6 \cdot 10^{23}$	$2,4 \cdot 10^{23}$	$0,9 \cdot 10^{24}$	$1,8 \cdot 10^{24}$	$1,8 \cdot 10^{24}$	$4,5 \cdot 10^{24}$
Cr	$0,2 \cdot 10^{24}$	$3,2 \cdot 10^{23}$	$3,2 \cdot 10^{23}$	$0,8 \cdot 10^{24}$	$1,6 \cdot 10^{24}$	$1,6 \cdot 10^{24}$	$4,0 \cdot 10^{24}$

Вероятность ядерного взаимодействия  $\alpha$ -частицы в веществе мишени можно вычислить аналогичным способом. Испускание  $\gamma$ -квантов конкурирует с нейтронным излучением. Дозы измеренного вторичного  $\gamma$ -излучения можно представить в виде [3]:

$$D = \frac{\kappa \langle E_p \rangle}{4\pi R^2} \int_0^E EN(E) dE \quad (8)$$

где  $N(E)$  – дифференциальный спектр  $\gamma$ -гамма квантов, нормированный на 1 протон с размерностью [квант/МэВ];  $E$ —энергия  $\gamma$ -квантов;  $\langle E_p \rangle$ —сечение поглощения энергии  $\gamma$ -квантов в веществе;  $\kappa$ —переходный коэффициент от поглощенной энергии к дозе;  $R$ —расстояние от мишени до точки наблюдения.

Сечение поглощения определяется по формуле:

$$\langle E_p \rangle = \frac{\int E_p N(E) dE}{\int N(E) dE} \quad (9)$$

Дозы вторичного гамма-излучения можно рассчитать или измерить. В работе [3], были измерены дозы вторичного гамма- излучения  $D_\gamma$ , инжектированные из мишеней с  $Z=3 \div 92$  и толщиной, равной  $\sim 1-1,5$  длин ионизационных пробегов протона с энергией  $E_p=10,5$  МэВ и  $E_p=21$  МэВ. Угловые распределения доз вторичных  $\gamma$ -квантов измерялись на циклотроне (Обнинск ФЭИ). Также были измерены дозы вторичного  $\alpha$ -излучения при (p,γ) ядерной реакции из алюминиевой мишени, бомбардируемой протонами с энергией  $E_p=660$  МэВ. Алюминиевая мишень в данном случае имела толщину до 0,1 пробега протона с энергией  $E_p=660$  МэВ. Измерения проводились на синхроциклотроне (Дубна. ОИЯИ). В данных расчетах были использованы результаты, полученные в работе [3]. По полученным результатам можно определить количество (p,γ) и (p,n) событий, и следовательно, количество изменений в узлах решетки, откуда ориентировочно оценить количество появившихся дефектов в кристаллических решетках.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ракобольская И.В. Ядерная физика. Уч. пособие. Изд. МГУ. М.1981. с.163–165.
2. Beard D., McLellan, Nucl/Rev/, 140, b/888 (1965)
3. Омаров С.С., Даруга В.К., Матусевич Е.С., Прохоров С.С. Гамма– излучение из Li-, C-, Al-, Cu-, Nb-, Cd-, Ta-, Pb- мишеней, бомбардируемых протонами с энергией 21 МэВ. Ж. Атомная энергия, т.26. вып.4. апрель 1969, с.338-339.
4. Омаров С.С., Бегимов Т.Б., Калымбетова М.А. Средняя энергия  $\gamma$ -квантов, инжектируемых при неупругом взаимодействии протонов и  $\alpha$ -частиц в веществе. Сб. трудов межд. научн. конференции «Высокие технологии – залог устойчивого развития» Алматы. Май.2011. с.201–204.
5. Защита ядерных реакторов. Атомиздат. //Пер. с англ. Под ред. С.Г. Цыпина. М.1958.

REFERENCES

1. Rakobolskaya I.B. Yadernaya fizika. Uch. Posobie. Izd. MGU. M.1981. s.163-165.
2. Beard D., McLellan, Nucl/Rev/, 140, b/888(1965)
3. Omarov S.S., Daruga V.K., Matusevich E.S., Prohorov S.S. Gammaizluchenie iz Li-, C-, Al-, Cu-, Nb-, Cd-, Ta-, Pb- micheneiy, bombardiruemyh protonami s energiei 21 MeV. J. Atomnaya energiya, t.26. vyp.4. aprel 1969, s.338-339.
4. Omarov S.S., Begimov T.B., Kalymbetova M.A. Sredniyaya energiya  $\gamma$ -kvantov, injektiruemyh pri neuprugom vzaimodeystvii protonov i  $\alpha$ -chastits v veshestve. Sb. Trudov mejd. Nauch. Konferentsii «Vysokie tehnologii – zalog ustoiyчивого razvitya» Almaty. May.2011.s.201-204.
5. Zachita yadernyh reaktorov. Atomizdat. //Per. S angl. Pod red. S.G. Tsypina M.1958.

Омаров С.С., Нысанбаева С.К., Түкібаева М.А., Алджамбекова Г.Т.

**(p, $\gamma$ ) ядролық реакция кезінде пайда болатын кристаллдык тордағы ақауды есептеу**

**Түйіндеме.** Бұл жұмыста (p, $\gamma$ ) ядролық реакция нәтижесінде пайда болатын кристаллдык тордағы радиациялық ақаудың санын бағалау әдісі ұсынылады.

Омаров С.С., Нысанбаева С.К., Тукибаева М.А., Алджамбекова Г.Т.

**Расчет дефектов в кристаллической решетке при (p, $\gamma$ ) ядерной реакции**

**Резюме.** В данной работе предлагается метод оценки количества радиационных дефектов в кристаллической решетке, возникающих в результате (p, $\gamma$ ) ядерной реакции.

Omarov S.S., Nysanbayeva S.K., Tukibayeva M.A., Aldzhambekova G.T.

**Calculation of defects in crystal lattice at the (p, $\gamma$ ) nuclear reactions**

**Summary.** In this paper we propose the estimation method of a number of radiation defects in crystal lattice, resulting from the (p,  $\gamma$ ) nuclear reaction.

УДК 351.852.11(574)

**М.К. Баймульдин, Г.Б. Абилдаева, М.К. Сагатбекова, А.С. Смагулова**

(Карагандинский государственный технический университет, Караганда, Республика Казахстан)

**АВТОМАТИЗАЦИЯ БИБЛИОТЕКИ ВУЗОВ КАЗАХСТАНА**

**Аннотация.** Анализируется библиотека университета как объект автоматизации. Рассмотрен опыт России в разработке библиотечных информационных систем. Сформулированы основные принципы проектирования библиотечных информационных сетей университета. КАБИС – Казахская Автоматизированная Библиотечно-Информационная Система.

Компьютерные технологии и Интернет открыли новую страницу в развитии библиотек. Ее сотрудники не вправе отставать от уровня знаний пользователей в освоении новых информационных технологий. Современные средства автоматизации позволяют найти кратчайший путь к содержанию книги, сделать ее более доступной для чтения и как следствие эффективнее использовать заложенные в ней знания.

Автоматизация библиотеки ВУЗа – это не только создание электронного каталога, но и обеспечение всех производственных процессов компьютерами и соответствующими программами.

Библиотеки, начинающие внедрение новых технологий, должны учитывать, что насыщение рабочих мест библиотекарей компьютерами с отдельными, не связанными между собой АРМ – это не автоматизация, а скорее механизация работы. Данные должны вводиться один раз и затем многократно использоваться, что экономит материальные ресурсы и время библиотекарей. Прежде чем выбирать программное обеспечение, необходима единая компьютерная сеть. Если такая база создана, можно смело строить планы на будущее.

Библиотеки ВУЗов должны учитывать тенденции развития высшего образования и занимать активную позицию в этом процессе.

Казахстан в разработке библиотечных информационных систем и автоматизации [1].

Применение Российских библиотечных систем в Казахстанских ВУЗах:

1. Научная библиотека Павлодарского государственного университета приступила к созданию электронного каталога в январе 1999 года. На тот момент была приобретена программа «Библиотека 4.02», разработанная специалистами МГУ им.М.Ломоносова. Созданы электронные базы данных «Книги», «Труды ученых ПГУ», «УМКД». Частично автоматизирована работа с фондом, издаются библиографические пособия, подписка на периодические издания. Разработана и функционирует полнотекстовая база данных «Электронная библиотека».

На сегодняшний день программа «Библиотека 4.02» устарела. Возможности работы в сети ограничены. При увеличении АРМ в сети идет сбой программы.

Сознавая необходимость ускорения процесса внедрения в практику новейших информационных технологий на методическом совете научной библиотеки было принято решение о замене устаревшей библиотечной программы на более совершенную.

Были изучены отечественные и зарубежные автоматизированные библиотечно-информационные системы. В результате выбор был сделан в пользу ИРБИС.

В Казахстане на сегодняшний день программа ИРБИС используется научно-техническими библиотеками и рядом вузовских библиотек Алматы, Караганды, Актобе, Чимкента, Павлодара.

Популярность системы в библиотечном сообществе основывается на следующих факторах:

- система разработана и поддерживается такими известными организациями, как Государственная публичная научно-техническая библиотека России (ГПНТБ России) и Международная ассоциация пользователей и разработчиков электронных библиотек и новых информационных технологий (Ассоциация ЭБНИТ). Это обеспечивает высокие гарантии уверенного существования и развития.

- программа ИРБИС позволяет реализовать все основные библиотечные технологии, включая технологии комплектования, систематизации, каталогизации, читательского поиска, книговыдачи и администрирования.

- многоязычие на основе UNICODE. Средства для перевода пользовательских интерфейсов на другие языки. В т.ч. на казахский.

- система позволит стать участниками корпоративной библиотечной сети.

- система имеет удобный и наглядный интерфейс; обладает широкими возможностями при адаптации к конкретным условиям в соответствии с требованиями пользователя.

Система отвечает требованиям, предъявляемым современной библиотеке, и в какой-то степени программирует перспективы ее развития, позволяет обслуживать читателей на качественно новом уровне – уровне технологий нового тысячелетия [2].

2. Научная библиотека КарГУ входит в число крупнейших вузовских библиотек города. С 2001 г. НБ КарГУ занимается развитием и продвижением Системы автоматизации библиотек ИРБИС в регионе.

В настоящее время среди наших партнёров 41 организация – пользователь этой системы; из них 13 – библиотеки вузов Караганды.

В практику взаимодействия с библиотеками-партнёрами кроме консультирования, поставки/обновления дистрибутивов и прочего входит организация и проведение анкетных опросов, последний из которых был в сентябре – октябре 2012 г. Предмет исследования – анализ внедрения системы ИРБИС в работу вузовских библиотек Караганды как на технологическом, так и на документационном уровне. Данные 2012 г. сопоставлялись с результатами предыдущего анкетирования, проведённого в 2009 г.



Как показало исследование, все респонденты используют второе поколение системы ИРБИС – ИРБИС64

Если оценивать, как организована работа с серверной частью системы ИРБИС, то вне библиотеки, т.е. в одном из структурных подразделений вуза, расположены серверы семи организаций (53,8%). В такой ситуации библиотеке приходится согласовывать свою работу с внутренними службами вуза, что не всегда может гарантировать оптимальную работу. У шести библиотек (46,2%) – собственные серверы.

Среди перемен, произошедших в структуре библиотек за последние три года, можно выделить следующие тенденции. Сбор данных о книгообеспеченности учебного процесса в автоматизированном режиме, внедрение электронной книговыдачи, в том числе для удалённых пользователей, внесли свои коррективы в технологические процессы библиотек. Они переводятся на технологию, поддерживаемую специально созданными АРМами, что обусловило изменение структуры и штатного расписания библиотек. Например

Основные количественные изменения за последние три года касаются увеличения числа рабочих мест для сотрудников и пользователей.

Таким образом, библиотеки меняют свою структуру, с одной стороны, под влиянием внешних факторов (необходимость предоставления данных по книгообеспеченности для аккредитации и лицензирования вуза), с другой, – в связи с переводом традиционного процесса книговыдачи в электронную форму.

При эксплуатации любого программного продукта возникают проблемы как технологического, так и организационного характера. Среди первых наши коллеги назвали: «некорректное снятие статистики и проведение сортировки в АРМ «Каталогизатор», «следование инструкции в АРМе «Каталогизатор» не приводит к необходимому результату», «замедление работы книговыдачи», «получение статистических данных».

Некоторые вузы просто указали АРМы, работа с которыми не всегда проходит без сбоев, не называя при этом конкретные проблемы, – это «Книгообеспеченность» и «Книговыдача».

Среди организационных проблем пользователи называли: отсутствие подробной инструкции по АРМу «Книгообеспеченность», «сложно выбрать время для глобальной корректировки баз, невозможно корректировать во время работы электронной книговыдачи. АРМ «Книгообеспеченность» достаточно трудоёмкое и требует хороших пользовательских навыков и внимания».

Из полученных ответов мы можем сделать вывод, что самым сложным для освоения в вузовских библиотеках, как и три года назад, остается АРМ «Книгообеспеченность». На втором месте – АРМ «Каталогизатор»: его указывают те библиотеки, которые недавно стали работать в системе ИРБИС64. На третьем месте – АРМы «Книговыдача» и «Комплектатор» [3].

Освоение и эксплуатация развивающейся системы требуют постоянного повышения квалификации персонала. Каждая библиотека при этом выбирает свой подход к обучению сотрудников. Половина опрошенных указали «Посещение обучающих семинаров».

При приёме новых сотрудников возникает необходимость их обучения работе в системе ИРБИС. И здесь каждая организация также выбирает свой подход. Самый распространённый – индивидуальные консультации или занятия/обучение. Процессом обучения руководит либо заведующий отделом, либо сотрудник, хорошо знающий ИРБИС. В трёх вузах при обучении дополнительно используют презентационные материалы; в 33,3% ответов отмечено, что консультации проводятся параллельно с изучением документации; в одной из библиотек для коллектива проводятся тренинги.

К вспомогательным инструментам для изучения АРМов «Каталогизатор» и «Комплектатор» относятся электронные пособия «ИРБИС в примерах. Комплектатор» и «ИРБИС в примерах. Каталогизатор». В настоящее время ими пользуются 8 из 13 опрошенных организаций.

Стремясь максимально полно раскрыть свой фонд для пользователей и расширить спектр предоставляемых информационных ресурсов, библиотеки создают собственные на основе ИРБИС. Встроенный в систему «Календарь знаменательных дат»; каталог периодических изданий с аналитической росписью. Популярна среди вузовских библиотек и БД, в которой отражаются работы сотрудников вуза. созданы также БД «Редкий фонд», «Информационно-библиографическая база

данных»; КарГУ ведётся БД «Методика библиотечной работы», – «Краеведение», «История Отечества», «Организационно-технологическая документация».

Можно сделать вывод, что создаваемые библиотеками информационные ресурсы достаточно традиционны – зачастую они являются продолжением тех тематических и специальных картотек, которые изначально велись в карточной форме.

Система ИРБИС предоставляет своим пользователям ряд сервисных функций, предполагающих выход в Интернет. Работа в Сети предусматривает и использование форумов, ведущихся на сайте Ассоциации ЭБНИТ. В настоящее время у библиотек уже не возникает проблем с доступом к Интернету. Сотрудники всех библиотек-респондентов имеют на своих рабочих местах возможность выходить в Сеть [4].

Итак, по результатам проведённого исследования можно констатировать: в библиотеках сложилась чёткая структура распределения трудовых ресурсов по автоматизированным технологическим процессам, поэтому создание новых отделов и секторов носит единичный характер. В то же время перевод технологических процессов в автоматизированный режим приводит к организации новых рабочих мест для персонала и пользователей библиотек.

Состояние автоматизации библиотечных работ в ВУЗах Казахстана характеризуется в основном использованием локальных автоматизированных систем каталогизации новых поступлений. Сформированные базы электронных каталогов в ВУЗах чаще всего используются библиотекарями только для учета и обработки книжного фонда.

Исходя из актуальности данного направления, с 2001 года в Учебно-вычислительном центре Казахского национального университета (КазНУ) имени аль-Фараби вводятся научно - исследовательские работы с целью создания телекоммуникационной системы централизованного доступа к информационным ресурсам библиотек вузов Казахстана, включая построение сетевой архитектуры системы, разработку решений по техническому и программному обеспечению.

В настоящее время не все библиотеки ВУЗов имеют технические и финансовые возможности держать собственного Web-сервера. Поэтому создание объединенного, т. е. сводного электронного каталога на сервере сети библиотек, в котором объединятся электронные каталоги нескольких библиотек вузов, представляется целесообразным. Другая причина - удобство поиска литературы для читателя, которому не будет необходимости заходить в Интернет на различные сайты библиотек, а будет возможность заходить один раз на сервер электронных каталогов (СЭК) и производить поиск по базам данных всех библиотек [5].

Система состоит из двух частей: программа администрирования баз данных и Web-система поиска литературы по запросу с Web-страниц. Программа администрирования запускается администратором и выполняется только на сервере.

Статистика. В данный момент на Web-сервере размещены электронные каталоги пяти вузов:

- 1) Казахский Национальный университет им. аль-Фараби (КазНУ);
- 2) Казахский Национальный Технический Университет им. К.Сатпаева (КазНТУ);
- 3) Казахская Головная Архитектурно-Строительная Академия (КазГАСА);
- 4) Казахская Академия Транспорта и Коммуникаций (КазАТК);
- 5) Казахская Государственная Академия Управления (КазГАУ).

Проблемы ведения и перспективы развития СЭК вузов. Проанализировав уровень развития библиотечных электронных каталогов в России и за рубежом, можно сделать вывод, что их результаты находятся на более высоком месте, чем современное состояние работ по созданию электронных каталогов в Казахстане.

По результатам анализа состояния проблемы в Казахстане можно сделать выводы, что для создания единого информационного пространства библиотек необходима реализация государственной программы по поддержке библиотек всех уровней и, решать следующие глобальные задачи:

- 1) обеспечение библиотек компьютерами, средствами телекоммуникационной связи и прикладными программами АБИС;
- 2) разработка и принятие коммуникативного формата для обмена библиографическими записями с учетом региональных особенностей;

3) разработка технологии и внедрение системы корпоративной каталогизации для сети библиотек;

4) освоение и внедрение международных телекоммуникационных и других стандартов в области библиографии;

5) осуществление переподготовки библиотекарей, работающих с автоматизированными системами электронного каталога.

*Система КАБИС.* Система КАБИС (Казахская автоматизированная библиотечно-информационная система) разработана компанией «Kazakh Soft» (Казах Софт) и используется во многих библиотеках Казахстана. В качестве основных отличительных характеристик системы можно отметить следующие: возможность быстрого освоения; удобство интерфейса; относительно низкая стоимость; поддержка казахского языка, вплоть до сортировки каталога по казахскому алфавиту и проверки орфографии на казахском языке; наличие программного интерфейса (API); надежность кода; простота настройки и администрирования. В данном документе приводятся основные сведения о библиотечной системе КАБИС.

*Общие сведения.* Система КАБИС предназначена для комплексной автоматизации библиотечных процессов и создания электронных каталогов, а также полнотекстовых баз данных.

Система реализована с соблюдением действующих стандартов Республики Казахстан по библиотечному делу, таких как ГОСТ 7.1-2003, ГОСТ 7.82-2001, ГОСТ 7.35-81, ГОСТ 7.51-84, ГОСТ 7.12-93 и т.д.

Система КАБИС одобрена Ассоциацией вузов Республики Казахстан для создания Республиканской межвузовской электронной библиотеки (РМЭБ), согласно приказу Министра образования и науки №260 от 03.06.2009 года. Ассоциация ВУЗов РК для эффективной автоматизации библиотечных процессов ВУЗа и для обеспечения лучшей совместимости с РМЭБ рекомендует «Систему автоматизации библиотек - КАБИС» в качестве наиболее лучшего решения для казахстанских библиотек.

Для эксплуатации системы требуется обычный персональный компьютер с операционной системой Windows XP/2000/2003/Vista/7+MSOffice. Распечатка карточек и выходных документов рассчитана для печати на лазерных и матричных принтерах [6].

*Модули системы.* Система КАБИС имеет все необходимые модули для автоматизации библиотечных процессов. Поставка осуществляется в двух вариантах комплектации [7-8]:

1) КАБИС.Standard - включает самые необходимые модули для начала работы: Администрирование, Комплектование, Каталогизация, Заказ и регистрация периодики, Картотека статей, Читательский поиск;

2) КАБИС.Full - включает почти все модули: Администрирование, Комплектование, Каталогизация, Заказ и регистрация периодики, Картотека статей, Читательский поиск, Картотека читателей, Книговыдача, Электронная библиотека, Поддержка штрих-кодирования, Электронная библиотека.

Одним из преимуществ данной программы является то, что она позволяет внедрить технологию штрих-кодирования без использования специальных принтеров, программ и этикеток штрих-кода. Не требует дополнительных затрат, кроме сканера штрих-кода, так как штрих-коды можно распечатать на обычных бумагах формата А4.

*Пользователи.* Система КАБИС используется в библиотеках разного уровня. Большинство библиотек, работающих в КАБИС, раньше не использовали библиотечные программы и только начали создавать электронные каталоги. Но некоторые пользователи перешли с других библиотечных систем, таких как РАБИС, ИРБИС и Библиотека-4, при этом было сконвертировано в КАБИС, в общей сложности, более 2,5 млн. записей. На данный момент система КАБИС внедрена и используется в более чем 390 библиотеках, среди которых, высшие учебные заведения [9-10]:

- Казахский национальный университет им. аль-Фараби (перешли с РАБИС);
- Евразийский национальный университет им.Л.Н.Гумилева, (перешли с «Библиотека-4»);
- Семипалатинский государственный университет им. Шакарима;
- Казахская академия транспорта и коммуникаций (перешли с РАБИС);
- Костанайский государственный пединститут (перешли с «Библиотека-4»)
- Джезказганский государственный университет (перешли с «Библиотека-5»);

- Казахский юридический университет;
- Университет «Туран»;
- Академия гражданской авиации;
- Академия Комитета Национальной Безопасности;
- Центрально-Азиатский Университет;
- Академия бизнеса моды «Сымбат»;
- Казахский университет путей сообщения;
- Университет имени Д.А. Кунаева (перешли с «Библиотека-4»);
- Академия экономики и права им. Джолдасбекова, г. Талдыкорган;
- Институт международного права и бизнеса "Данекер", г.Астана;
- Университет иностранных языков и деловой карьеры;
- Казахская Национальная консерватория им. Курмангазы;
- Университет «Кайнар-Семей»;
- Казахстанско-Американский Свободный Университет, г.Усть-Каменогорск (перешли с Ирбис на КАБИС);
- Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати (перешли с «Библиотека-4»);
- Казахстанский инженерно-технологический университет (КазИТУ);
- Университет «КАЙНАР», г.Алматы (перешли с ИРБИС на КАБИС);
- Казахский университет международных отношений и мировых языков (перешли с Ирбис на КАБИС);
- Жетысуский государственный университет, г. Талдыкорган (перешли с РАБИС);
- Университет «Алтын Казык», г. Талдыкорган;
- Академия банковского дела;
- Западно-Казахстанский инженерно-технологический университет (ЗКИТУ);
- Таразский государственный педагогический институт (перешли с Библиотека-4);
- ИПК Костанайской области;
- Каспийский государственный университет технологии и инжиниринга (перешли с «Библиотека-4»), г.Актау;
- Международный университет информационных технологий, г.Алматы;
- Казахский национальный аграрный университет (перешли с Amlib), г.Алматы;
- Техничко-Экономическая Академия Кино и Телевидения;
- Казахский национальный университет искусств (перешли с Ирбис), г.Астана;
- Гуманитарно-технический институт «Акмешит», г.Кызылорда;
- Западно-Казахстанский инженерно-гуманитарный университет, г.Уральск;
- Казахстанский университет «Алатау», г.Алматы;
- Финансовая академия, г.Астана;
- Академия регионального финансового центра города Алматы (РФЦА).

Анализ промышленной эксплуатации Web-сервера сводного электронного каталога библиотек вузов показывает, что пользователи проявляют большой интерес к системе удаленного поиска литературы. Так, например, с начала 2003 года сервер выполнил несколько тысяч поисковых запросов пользователей. Многие пользователи стали регулярно использовать СЭК при поиске технической литературы. В библиотеках участниц СЭК читатели стали приходить и заказывать книги, найденные с Web-сайта. Преподаватели и студенты оперативно могут получать список учебников по любой дисциплине. Все это говорит о перспективности данного направления информационно-библиотечного обслуживания образования.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Справочник библиотекаря. / Науч. ред. А.Н. Ванеев, В.М. Минкина. – Изд. 3-е. перераб. и доп. – СПб.: Профессия, 2005.
2. Маклаков С.В. ВРwin и ERwin. CASE – средства разработки информационных систем. – М.: Диалог-МИФИ, 1999.
3. Воройский Ф.С. Основы проектирования автоматизированных библиотечно-информационных систем. – М.: Физматлит, 2002.

4. Федоров Н.В. Проектирование информационных систем на основе современных CASE-технологий. – М.: МГИУ, 2008.
5. Нормативно-правовые документы по деятельности библиотек. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.obllib.mv.ru/page\\_normdoc1.htm](http://www.obllib.mv.ru/page_normdoc1.htm)
6. Грекул В.И., Денищенко Г.Н., Коровкина Н.Л. Проектирование информационных систем. Интернет-университет информационных технологий. / В.И. Грекул, Г.Н. Денищенко, Н.Л. Коровкина // ИНТУИТ.ру. – 2008.
7. 12. Маклаков С.В. Создание информационных систем с All Fusion Modeling Suite. / С.В. Маклаков – М.: Диалог-МИФИ, 2003.
8. . Справочник библиотекаря. / Науч. ред. А.Н. Ванеев, В.М. Минкина. – Изд. 3-е. перераб. и доп. – СПб.: Профессия, 2005. – С. 184-186.
9. Маклаков С.В. ВРwin и ERwin. CASE – средства разработки информационных систем. – М.: Диалог-МИФИ, 1999. – 256 с.
10. Воройский Ф.С. Основы проектирования автоматизированных библиотечно-информационных систем. – М.: Физматлит, 2002. – 384 с.

Баймульдин М.К., Абилдаева Г.Б., Сағатбекова М.К., Смағұлова А.С.

#### **Қазақстан ЖОО кітапханаларын автоматтандыру**

**Түйіндеме.** ЖООлардың кітапханасы жоғары білім даму үрдісін ескеруі және бұл процесте белсенді позиция орынына ие болуы керек.

Кітапханалардың автоматтандыруы кітапханалық саланың қызметкерлеріне мүмкіндік береді, яғни жылдан жылға ақпараттың көбеюіне байланысты қолданушыларын өте шапшаң, толық және сапалы қызмет етумен қамтамасыз етеді. Кітапхананы автоматтандыру бұл электрондық каталогты енгізу емес, сонымен қатар барлық компьютерлік процесстерді прогрессімен қамтамасыз ету

Бұл мақалада көптеген елдердің және Қазақстан жоғарғы оқу орындарындағы кітапханаларына енгізілген Ресейде жасалған ИРБИС жүйесін қолдануды қарастырады. Сонымен бірге ЖООлардың ЭКС енгізілуі, даму перспективасы мен жүргізу мәселері. Және КАБИС жүйесінің қолдануылуы қарастырылған.

**Кілттік сөздер.** Автоматтандыру, Кітапхана, ЖОО, ИРБИС, КАБИС, ЭКС

Баймульдин М.К., Абилдаева Г.Б., Сағатбекова М.К., Смағұлова А.С.

#### **Автоматизация библиотеки ВУЗов Казахстана**

**Резюме.** Библиотеки ВУЗов должны учитывать тенденции развития высшего образования и занимать активную позицию в этом процессе.

Автоматизация библиотек позволила работникам библиотечной сферы избавиться от многих рутинных процессов, что обеспечило наиболее быстрое, полное и качественное обслуживание пользователей информацией, потоки которой с каждым годом увеличивается. Автоматизация библиотеки это не только создание электронного каталога, но и обеспечение всех производственных процессов компьютерами и соответствующими программами.

Данная статья рассматривает использование системы ИРБИС, которая была разработана в ГПНТБ России и внедрена во многие библиотеки страны, в том числе и в некоторых Казахских ВУЗах. Также рассматривается внедрение СЭК, проблемы ведения и перспективы развития СЭК ВУЗов. И использование системы КАБИС.

**Ключевые слова.** Автоматизация, Библиотеки, ВУЗ, ИРБИС, КАБИС, СЭК

Baymuldin M.K., Abildaeva G.B., Sagatbekova M.K., Smagulova A.S.

#### **Automation libraries of Kazakhstan's universities**

**Summary.** Libraries of universities should take into account trends in higher education and take an active role in this process.

Library automation has allowed workers library sphere rid of many routine processes, ensuring the most rapid, complete and high quality service to the users of information, the flow of which is increasing every year. Library automation is not only the creation of an electronic catalog, but also the provision of all production processes computers and related programs.

This article examines the use of IRBIS, which was developed in the Russian National Public Library and implemented in many libraries in the country, including in some Kazakh universities. We also consider the introduction of Server e-catalogs, the problems of management and prospects of SEC universities. And the use of the system KALIS.

**Key words.** Automation, libraries, Universities, IRBIS, KALIS, Server e-catalogs

<sup>1</sup>Б.Р. Ракишев, <sup>2</sup>З.Б. Ракишева, <sup>3</sup>А.М.Ауэзова, <sup>1</sup>А.Н.Дауренбекова  
 (<sup>1</sup>Казахский национальный технический университет имени К.И.Сатпаева  
<sup>2</sup>Казахский национальный университет имени Аль-Фараби  
<sup>3</sup>Алматинский университет энергетики и связи,  
 Алматы, Республика Казахстан)

### РЕГРЕССИОННЫЕ МОДЕЛИ РАЗНОБЛОЧНЫХ МАССИВОВ ПОРОД

**Аннотация.** В статье по материалам ряда карьеров цветной металлургии Казахстана найдены соответствующие зависимости процентного содержания естественных отдельностей в массиве, линии регрессий, коэффициенты детерминации по каждой категории блочности массива. Предложена методика определения гранулометрического состава массивов пород в зависимости от среднего размера естественной отдельности.

**Ключевые слова:** массив пород, расстояние между трещинами, средний размер естественной отдельности, гранулометрический состав.

В массиве горных пород отмечаются трещины трех порядков. Трещины первого и второго порядков определяют сопротивляемость пород бурению и измельчению в дробилках.

Трещины третьего порядка наиболее существенно влияют на эффективность взрывания массива горных пород. К ним относятся эндогенные трещины, возникающие при метаморфизации пород за счет уменьшения объема пород. Кроме того, к ним принадлежат тектонические трещины, развивающиеся в горных породах под влиянием тектонических сил, искусственные трещины, образующиеся в породах при ведении горных работ, и трещины выветривания. Все трещины третьего порядка имеют значительное простирание, измеряемое сантиметрами, метрами и даже километрами. Величина их раскрытия изменяется от  $10^{-6}$  до  $10^{-1}$  м. Эти трещины могут заполняться другими породами или оставаться незаполненными. Для трещин третьего порядка характерно то, что они делят массив на структурные элементы – отдельности [1].

Таким образом, трещиноватый массив состоит из естественных отдельностей разного размера и содержания. На основе большого количества исследований межведомственной комиссией по взрывным работам была принята единая классификация горных пород по степени трещиноватости в массивах (табл.1) [2,3]. В результате исследований, проведенных под руководством В. В. Ржевского эта классификация была дополнена еще одним важным параметром – акустическим показателем трещиноватости, равным отношению квадратов скоростей продольных волн в массиве и образце данной породы [4].

Таблица 1. **Классификация горных пород по степени трещиноватости**

Категория трещиноватости пород	Степень трещиноватости (блочности) массива	Средние расстояния между естественными трещинами всех систем, м	Акустический показатель	Содержание (%) в массиве отдельностей крупнее		
				0,3 м	0,7 м	1,0 м
I	Чрезвычайно трещиноватые (мелкоблочные)	до 0,1	0,1–0,01	до 10	0	0
II	Сильнотрещиноватые (среднеблочные)	0,1–0,5	0,25–0,10	10–70	до 30	до 5
III	Среднетрещиноватые (крупноблочные)	0,5–1,0	0,40–0,25	70–100	30–80	5–40
IV	Малотрещиноватые (весьма крупноблочные)	1,0–1,5	0,60–0,40	100	80–100	40–100
V	Практически монолитные (исключительно крупно-блочные)	более 1,50	1,00–0,60	100	100	100

Для детализации содержания естественных отдельностей в массиве пород были проведены целенаправленные исследования на карьерах цветной металлургии Казахстана. Блочность массивов Коунрадского, Акжалского и Саякского месторождений измерялась на обнажениях непосредственно и фотопланиметрическим способом. Для этого в нижней части подобранного от предыдущего взрыва забоя выделялась полоса шириной 2,0 м. Вдоль нее протягивалась лента с делениями и подсчитывалось число естественных трещин, пересекающих ленту. Одновременно с этим, по методу П. Э. Зуркова, определялся гранулометрический состав отдельностей массива [1,5,6]. Суммарная длина обследованных участков по каждому типу пород составляла не менее 5км. Данные по гранулометрическому составу естественных отдельностей массива и классификация массива горных пород по блочности приведены в табл.2. Они графически представлены на рис. 1.

Таблица 2. **Классификация массивов горных пород по блочности**

Категория блочности массивов	Блочность массива (степень трещиноватости)	Содержание в массиве (%) отдельностей размером (м)							Средний диаметр отдельности, м
		<0,20	0,21–0,40	0,41–0,60	0,61–0,80	0,81–0,100	1,01–1,20	>1,21	
I	Мелкоблочные (чрезвычайно трещиноватые)	$\frac{82,0}{73,0}$	$\frac{10,3}{16,3}$	$\frac{7,0}{3,6}$	$\frac{0,5}{0,8}$	$\frac{0,2}{0,2}$	-	-	0,15
II	Среднеблочные (сильнотрещиноватые)	$\frac{48,0}{43,9}$	$\frac{27,0}{24,1}$	$\frac{10,5}{13,2}$	$\frac{6,0}{7,3}$	$\frac{4,2}{4,0}$	$\frac{3,3}{2,2}$	$\frac{1,0}{1,2}$	0,31
III	Крупноблочные (Среднетрещиноватые)	$\frac{29,5}{26,9}$	$\frac{20,2}{20,7}$	$\frac{14,0}{16,0}$	$\frac{11,8}{12,3}$	$\frac{10,6}{9,5}$	$\frac{8,7}{7,3}$	$\frac{5,2}{5,6}$	0,50
IV	Весьма крупноблочные (малотрещиноватые)	$\frac{17,5}{16,5}$	$\frac{16,1}{15,6}$	$\frac{14,6}{14,7}$	$\frac{13,2}{13,8}$	$\frac{12,7}{13,0}$	$\frac{12,9}{12,3}$	$\frac{13,0}{11,5}$	0,69
V	Исключительно крупноблочные (практически монолитные)	-	$\frac{3,0}{4,2}$	$\frac{8,0}{6,6}$	$\frac{13,0}{10,3}$	$\frac{18,0}{16,1}$	$\frac{26,0}{25,3}$	$\frac{32,0}{39,5}$	1,00

Примечание. В числителе приведено фактическое, а в знаменателе - расчетное содержание естественных отдельностей.

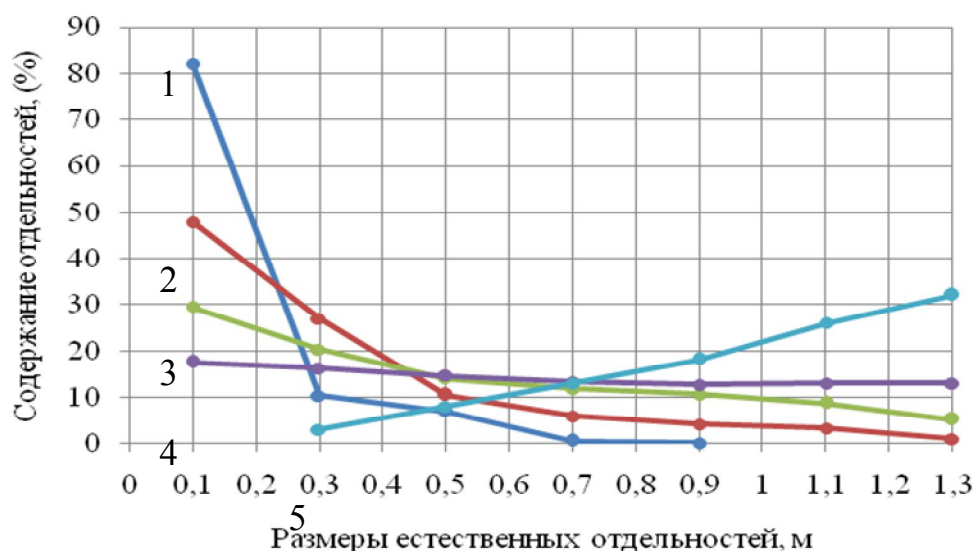


Рис. 1. Характеристики блочности массивов пород (1 – мелкоблочные, 2 – среднеблочные, 3 – крупноблочные, 4 – весьма крупноблочные, 5 – исключительно крупноблочные).

К среднеблочным отнесены интенсивно дробленные вторичные кварциты из эффузивных порфиров (f=8) Коунрадского месторождения, диорит-порфиры, бугристый известняк (f=8-10) Акжалского месторождения.

К крупноблочным отнесены вторичные кварциты из гранодиорит-порфиров (f=8-10), эффузивных порфиритов (f=8-12) Коунрадского месторождения, известняк мраморизованный, известняк крупнозернистый (f=10-14) Акжалского месторождения, ороговикованный песчаник, туфопесчаник, диабазовые и диоритовые порфириты, гранодиориты (f=14-18) Саякского месторождения.

К весьма крупноблочным отнесены вторичные кварциты из гранодиорит-порфиров (f=12-14), эффузивных порфиров плотные (f=12) Коунрадского месторождения, известняк скарнированный (f=14-16) Акжалского месторождения, актинолит-гранатовые, эпидот-пироксеновые, оруденелые скарны (f=14-18), массивный известняк (f=10) Саякского месторождения.

К исключительно крупноблочным отнесены мраморы (f=8) Саякского месторождения.

Анализ этих данных показывает, что на разных месторождениях содержание естественных отдельностей в массиве по некоторым типам пород совпадает довольно близко. В то же время в пределах даже одного месторождения (за исключением Акжалского) не наблюдается какая-либо четкая связь между крепостью пород и блочностью массива. Породы с одинаковой крепостью могут иметь различный гранулометрический состав естественных отдельностей. Мало того, более крепкие породы могут иметь меньший средний размер блока, чем менее крепкие породы. Все это в явной форме выражает сложную роль трещиноватости при оценке массива как объекта разрушения.

По данным табл. 2 нетрудно найти соответствующие зависимости процентного содержания естественных отдельностей в массиве, линии регрессии, показатели достоверности аппроксимации (коэффициент детерминации) по каждой категории блочности массива.

Поиск линии регрессии и ее формализация легко осуществимы, если воспользоваться средствами табличного редактора MS Excel. Для этого в MS Excel необходимо построить диаграмму, отражающую зависимость процентного содержания естественных отдельностей. Затем по этой диаграмме выбрать линию регрессии [7].

Для оценки соответствия полученных линий регрессий фактически измеренным вычисляется коэффициент детерминации  $R^2$ , т. е.:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum (y - \bar{y})^2}{(\sum y_i^2) - \frac{(\sum y_i)^2}{n}} \quad (1)$$

где  $y_i$  – фактическое содержание естественной отдельности,  $\bar{y}$  – расчетное значение,  $n$  – количество наблюдений.

Данный показатель является статистической мерой согласия, с помощью которой можно определить, насколько уравнение регрессии соответствует фактическим данным. Изменение  $R^2$  в пределах от 0,8 до 1,0 указывает на высокое соответствие кривой фактически данным.

Для иллюстрации реализуемости принятой методики на рис. 2 представлены зависимости процентного содержания естественных отдельностей и линии регрессий в мелкоблочных (рис.2, а) и среднеблочных (рис.2, б) массивах.



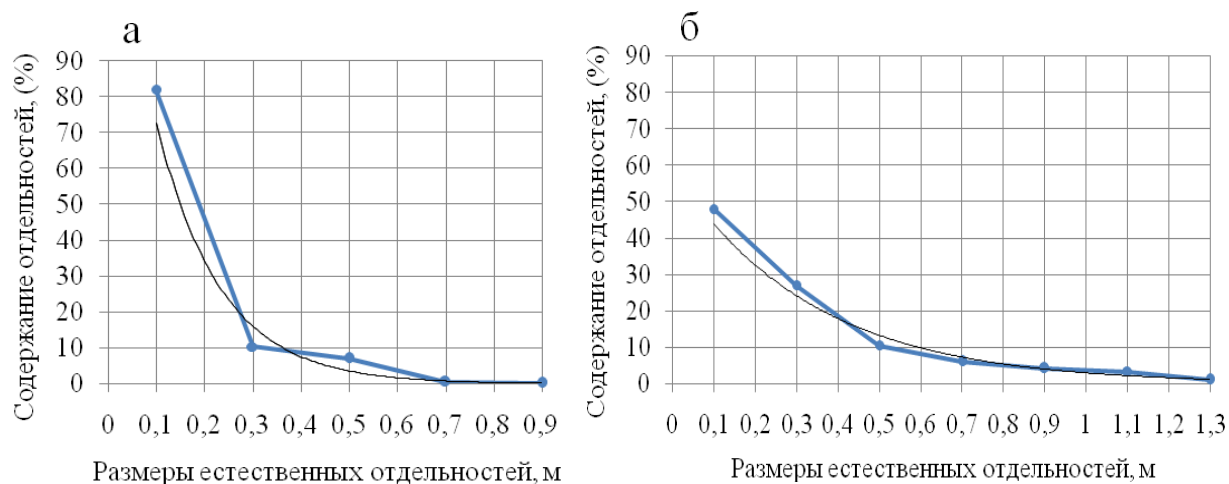


Рис. 2. Зависимости процентного содержания естественных отдельных и линии регрессий для мелкоблочных (а) и среднеблочных массивов (б)

Уравнения регрессий для мелкоблочных и среднеблочных массивов соответственно представлены в следующем виде:

$$y = 154,6e^{-7,5x}, \quad y = 59,32e^{-3x}, \quad (2)$$

где  $x$  – размер естественной отдельности,  $y$  - процентное содержание в массиве данной отдельности,  $e$  – основание натурального логарифма.

Приведенные на рис. 3 зависимости процентного содержания естественных отдельных и линии регрессий представляют характеристики крупноблочных (рис.3,а) и весьма крупноблочных (рис.3,б) массивов пород.

Уравнения регрессий для крупноблочных и весьма крупноблочных массивов соответственно имеют вид:

$$y = 30,58e^{-1,3x}, \quad y = 17,05e^{-0,3x} \quad (3)$$

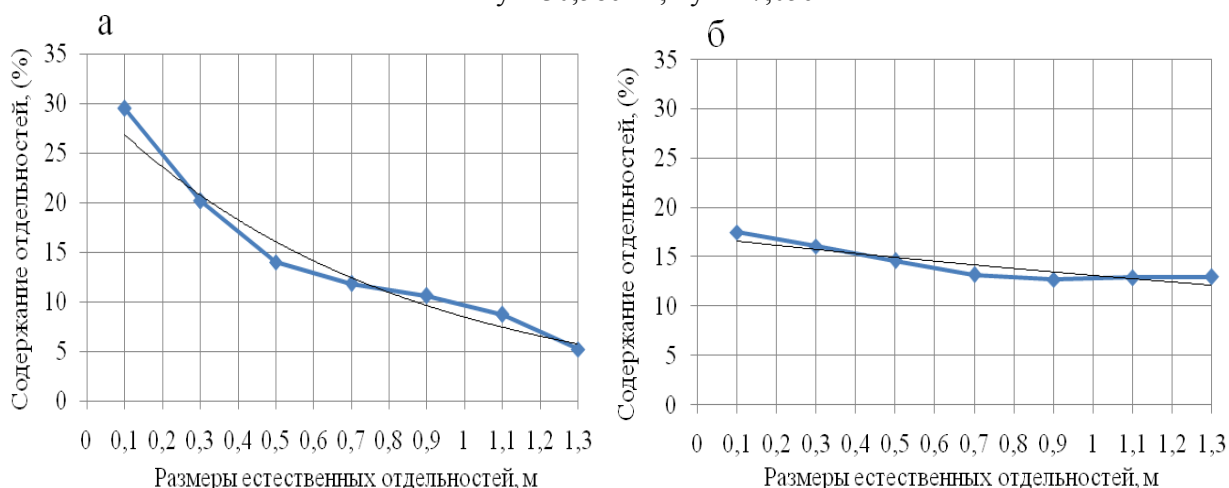
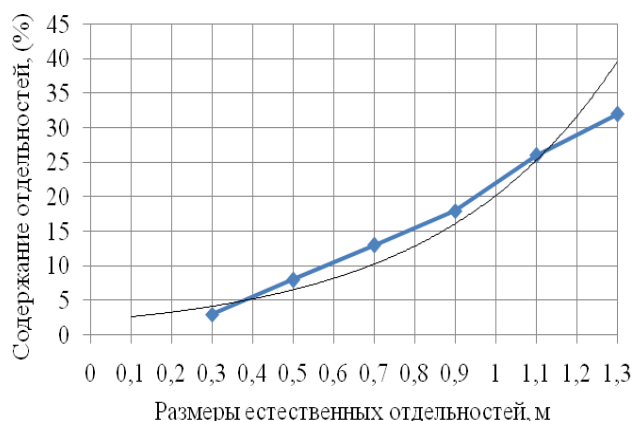


Рис. 3. Зависимости процентного содержания естественных отдельных и линии регрессий для крупноблочных (а) и весьма крупноблочных массивов (б)

На рис. 4 приведены зависимость процентного содержания естественных отдельных и линия регрессии в исключительно крупноблочных массивах.



**Рис. 4.** Зависимость процентного содержания естественных отдельностей и линия регрессии для исключительно крупноблочных массивов

Линия регрессии описывается уравнением:

$$y = 2,15e^{2,24x} \quad (4)$$

Как видно, содержание естественных отдельностей в массивах пород различной блочности в общем случае изменяется по экспоненциальному закону:

$$y = ae^{bx} \quad (5)$$

Здесь «а», «b» - константы для каждой категории блочности.

Значения констант и коэффициентов детерминации сведены в табл.3.

**Таблица 3. Константы и коэффициенты детерминации R<sup>2</sup>**

Блочность массива	Константы		Коэффициент детерминации R <sup>2</sup>
	a	b	
Мелкоблочные (d <sub>c</sub> = 0,15м)	154,6	-7,5	0,96
Среднеблочные (d <sub>c</sub> = 0,31м)	59,32	-3	0,96
Крупноблочные (d <sub>c</sub> = 0,50м)	30,58	-1,3	0,96
Весьма крупноблочные (d <sub>c</sub> = 0,69м)	17,05	-0,3	0,82
Исключительно крупноблочные (d <sub>c</sub> = 1,00м)	2,15	2,24	0,93

По данным табл. 3 построены графики зависимости постоянных «а» и «b» от среднего размера естественной отдельности (d<sub>c</sub>). Они показывают, что постоянная «а» с увеличением размера естественной отдельности уменьшается, а постоянная «b» (по абсолютной), наоборот, увеличивается.

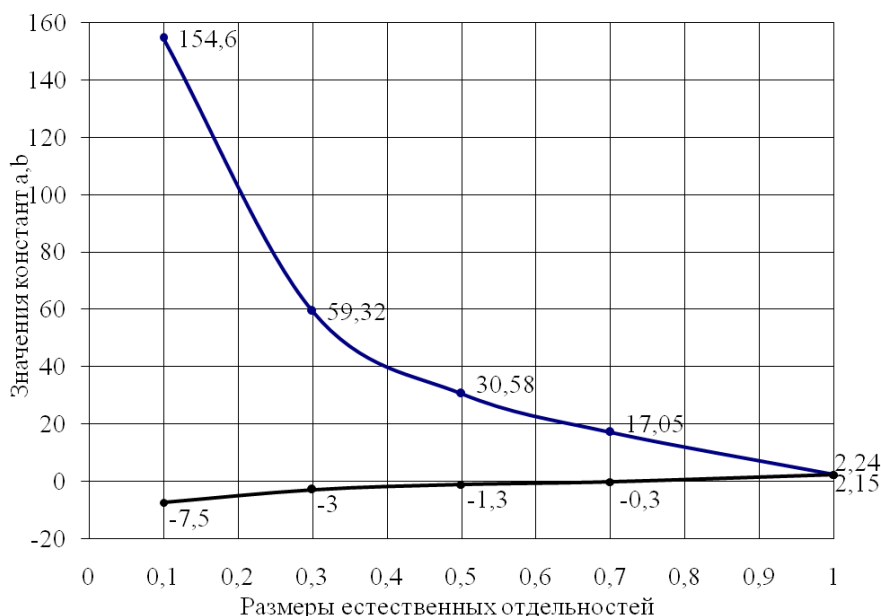


Рис. 5. Зависимости постоянных a и b от средних размеров естественных отдельностей

Таким образом, по среднему размеру естественной отдельности можно установить значения «а» и «b», следовательно, процентное содержание естественных отдельностей в массиве горных пород. Поскольку в геологических отчетах и другой технической документации горных предприятий обычно указывается лишь расстояние между естественными трещинами всех порядков (т.е.  $d_c$ ), то разработанная методика служит надежным инструментом для определения процентного содержания естественных отдельностей в массиве горных пород [8,9]. Последняя характеристика необходима для проектирования параметров технологических процессов горных работ.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ракишев Б.Р. Энергоемкость механического разрушения горных пород. – Алматы: Баспагер, 1998. – 210с.
2. Кутузов Б.Н. История горного и взрывного дела: Учебник для вузов. – М.: Горная книга, 2008. - 414с.
3. Кутузов Б.Н. Разрушение горных пород. М.: Недра 1992. - 448с.
4. Ржевский В.В., Новик Г.Я. Основы физики горных пород – М.: Недра, 1984. - 285с.
5. Парамонов Г.П., Господариков А.П., Ковалевский В.Н. Влияние трещиноватости горного массива на выбор технологии добычи блоков природного камня. Взрывное дело. Выпуск № 104/61. – М.: «МВК по взрывному делу при АГН», 2010. – С. 74-81.
6. Ракишев Б.Р., Ауэзова А.М., Саменов Г.К. Изучение трещинообразования взрывом в прозрачных блоках. Взрывное дело. Выпуск № 102/59. – М.: «МВК по взрывному делу при АГН», 2009. – С. 17-26.
7. Айвазян С.А., Енюков И.С., Мешалкин Л.Д. Прикладная статистика. Исследование зависимостей. - М.: Финансы и статистика, 1985. – 487с.
8. Фокин В.А., Тарасов Г.Е., Тогунов М.Б., Данилкин А.А., Шитов Ю.А. Способ расчетной оценки гранулометрического состава взорванной породы при скважинной отбойке уступов. Взрывное дело. Выпуск № 98/55. – М.: «МВК по взрывному делу при АГН», 2007. – С. 38-45.
9. Викторов С.Д., Закалинский В.М. Взрывное разрушение горных массивов в России. Взрывное дело. Выпуск № 107/64. – М.: «МВК по взрывному делу при АГН», 2012. – С. 181-190.

#### REFERENCES:

1. Rakishev B.R. Jenergoemkost mehanicheskogo razrushenija gornyh porod. – Almaty: Baspager, 1998. – 210s.
2. Kutuzov B.N. Istorija gornogo i vzryvnogo dela: Uchebnik dlja vuzov. – M.: Gornaja kniga, 2008. - 414s.
3. Kutuzov B.N. Razrushenie gornyh porod. M.: Nedra 1992. - 448s.
4. Rzhhevskij V.V., Novik G.Ja. Osnovy fiziki gornyh porod – M.: Nedra, 1984. - 285s.
5. Paramonov G.P., Gospodarikov A.P., Kovalevskij V.N. Vlijanie treshhinovatosti gornogo massiva na vybor tehnologii dobychi blokov prirodnoho kamnja. Vzryvnoe delo. Vypusk № 104/61. – M.: «MVK po vzryvnomu delu pri AGN», 2010. – S. 74-81.

6. Rakishev B.R., Aujezova A.M., Samenov G.K. Izuchenie treshhinoobrazovaniya vzryvom v prozrachnyh blokah. Vzryvnoe delo. Vypusk № 102/59. – М.: «МVK po vzryvnomu delu pri AGN», 2009. – S. 17-26.

7. Ajvazjan S.A., Enjukov I.S., Meshalkin L.D. Prikladnaja statistika. Issledovanie zavisimostej. - М.: Finansy i statistika, 1985. – 487s.

8. Fokin V.A., Tarasov G.E., Togunov M.B., Danilkin A.A., Shitov Ju.A. Sposob raschetnoj ocenki granulometricheskogo sostava vzorvannoj porodы pri skvazhinnoj otbojke ustupov. Vzryvnoe delo. Vypusk № 98/55. – М.: «МVK po vzryvnomu delu pri AGN», 2007. – S. 38-45.

9. Viktorov S.D., Zakalinskij V.M. Vzryvnoe razrushenie gornyh massivov v Rossii. Vzryvnoe delo. Vypusk № 107/64. – М.: «МVK po vzryvnomu delu pri AGN», 2012. – S. 181-190.

Рақышев Б.Р., Рақышева З.Б., Аuezova A.M., Дауренбекова А.Н.

#### **Әртүрлі блоқты жыныс массивінің регрессиялық моделдері**

**Түйіндеме.** Мақалада Қазақстанның түсті металлургиясының бірқатар карьерлерінің материалдары бойынша массив блоқтылығының әр бір категориясы бойынша массивтегі табиғи жеке бөліктердің пайыздық мөлшерінің тәуелділіктері, регрессия түзуі, детерминациялық коэффициенттері анықталған. Табиғи жеке бөліктің орташа өлшеміне байланысты жыныс массивінің гранулометриялық құрамын анықтау әдістемесі ұсынылған.

**Негізгі сөздер:** жыныс массиві, жарықшақтар арасындағы арақашықтық, табиғи жеке бөліктердің орташа өлшемдері, гранулометриялық құрам.

Ракишев Б.Р., Ракишева З.Б., Аuezova A.M., Дауренбекова А.Н.

#### **Регрессионные модели разноблочных массивов пород**

**Резюме.** В статье по материалам ряда карьеров цветной металлургии Казахстана найдены соответствующие зависимости процентного содержания естественных отдельностей в массиве, линии регрессий, коэффициенты детерминации по каждой категории блочности массива. Предложена методика определения гранулометрического состава массивов пород в зависимости от среднего размера естественной отдельности.

**Ключевые слова:** массив пород, расстояние между трещинами, средний размер естественной отдельности, гранулометрический состав.

Rakishev B.R., Rakisheva Z.B., Auezova A.M., Daurenbekova A.N.

#### **Regression models of the rock massif with different blocs**

**Summary.** The article is based on data of a number of the Kazakhstan non-ferrous metal quarries. The corresponding dependences on the percentage of natural jointings in the massif, the regression lines, and the coefficients of determination for each category of the massif block structure were found. The technique is suggested for determining the granulometric composition of rock massifs depending on the average size of a natural jointing.

**Key words:** rock massif, the distance between the cracks, an average size of a natural jointing, granulometric composition.

ӘОЖ621.865.8

**Қ.С. Шоланов, А. Хабай**

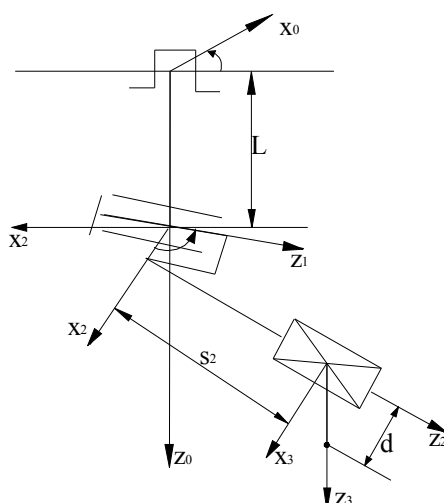
(Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы)

### **АДЫМДАУШЫ РОБОТ АЯҒЫНЫҢ ҚЫЗМЕТІН АТҚАРАТЫН МАНИПУЛЯТОРДЫ ЖОБАЛАУ, БАСҚАРУДЫ НЕЙРО ТОРЫ АРҚЫЛЫ ҚҰРУ**

**Аңдатпа.** мақалада адымдаушы робот аяғының қызметін атқаратын екі айнымалы бір ілгерілемелі қозғалыс жасайтын үш кинеметикалық жұптан тұратын манипулятордға талдау жасап, оның математикалық моделін құрып, оны нейрондық желілер арқылы басқарылатын күйге келтіру.

**Кілтсөз:** манипулятор кинеметикалық жұптар адымдаушы роботты басқаруды нейрондық желі

Манипулятордың әрбір кинеметикалық жұптары үшін біртекті түрлендіру матрицасы және қозғалыс матрицасы құрылды. Қозғалыс нүктесінің үдеуі, жылдамдықтары есептелініп дифференциалдық теңдеуі құрылды, сол арқылы алынған нақты нәтижелер бойынша, "Matlab" программасының ортасында нейрондық оқыту жүзеге асырылды.



1-сурет. Манипулятордың механизмінің сұлбасы

Манипулятордың біртекті түрлендіру матрицасын құрамыз.

1-ші кинеметикалық жұп үшін z өсі арқылы x0 өсіне жататындай z өсін  $\varphi_1$  бұрышымен бұрылу матрицасы A1

$$A_1 = \begin{pmatrix} \cos(\varphi_1) & 0 & \sin(\varphi_1) & 0 \\ \sin(\varphi_1) & 0 & -\cos(\varphi_1) & 0 \\ 0 & 1 & 0 & l_1 \end{pmatrix}$$

2-ші кинеметикалық жұп үшін x1 және x2 осьтерінің бағыттары беттескенше  $\varphi_2$  бұрышына z өсін айнала бұрылу матрицасы A2,

$$A_2 = \begin{pmatrix} \cos(\varphi_2) & 0 & \sin(\varphi_2) & 0 \\ \sin(\varphi_2) & 0 & -\cos(\varphi_2) & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

3-ші кинеметикалық жұп үшін z өсі бойымен d шамасымен ығысу матрицасы A3

$$A_3 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & S_2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

түрлендіру матрицаларына сәйкес біртекті қозғалыс матрицасын құрамыз

$$T = A_1 A_2 A_3 =$$

$$\begin{bmatrix} 0 & \cos(\varphi_1)\sin(\varphi_2) + \sin(\varphi_1) & \cos(\varphi_1)\cos(\varphi_2), (\cos(\varphi_2)\sin(\varphi_2) + \sin(\varphi_1))s_2 & 0 \\ 0 & \sin(\varphi_1)\sin(\varphi_2) - \cos(\varphi_1) & \sin(\varphi_1)\cos(\varphi_2), (\sin(\varphi_1)\sin(\varphi_2) - \cos\varphi_2)s_2 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & s_2 + l_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

(1.1)

Манипулятордың соңғы буын базалық координаталар жүйесіне қатысты M нүктенің сипаттамалық жалпыланған векторлық теңдеуін анықтаймыз.

$$r_m = T r_m^3 \quad (1.2)$$

мұндағы  $r_m = (x_m, y_m, z_m, 1)^T$ -базалық координаталар жүйесіне қатысты M нүктесінің біртекті координатасының кеңейтілген векторы;

$r_m^3 = (x_m^3, y_m^3, z_m^3, 1)^T$  3-буынмен байланысқан  $O_3, X_3, Y_3, Z_3$  координаталар жүйесін қатысты M нүктесінің біртекті координаталар жүйелерінен құралған вектор.

$r_m$  векторы келесі мәнге ие болады (1-суретке сәйкес),  $r_m^3 = (0 \ 0 \ d \ 1)^T$  орындарына қоямыз,  
 $r_m = T r_m^3, \gg r3=[0;0;d;1]; \gg M=T*r3$

$$x_m = \cos(\varphi_1)\cos(\varphi_2) + (\cos(\varphi_1)\sin(\varphi_2) + \sin(\varphi_1))s_2, \quad (1.2a)$$

$$y_m = \sin(\varphi_1)\cos(\varphi_2)d + (\sin(\varphi_1)\sin(\varphi_2) - \cos(\varphi_1))s_2, \quad (1.2b)$$

$$z_m = s_2 + L_1, \quad (1.2b)$$

Біз мұнда шығыс буын М нүктесінің координаталарын таптық. Манипулятордың буындарының жылдамдықтары мен үдеулерін табамыз.

Жоғарыда алынған түрлендіру матрицаларын және жалпыланған координаталары теңдігін қолдану арқылы базалық жүйедегі буынының кез келген нүктесінің жылдамдығын және үдеуін анықтауға болады. Буынның қайсысының болса да жылдамдық үдеу векторлары үшін  $\vec{v}_{oi}, \vec{a}_{oi}$  белгілеулерін енгізсек, онда жылдамдық үдеулер келесі түрге ие болады.

$$\dot{r}_0 = \begin{pmatrix} \vec{v}_{oi} \\ 0 \end{pmatrix}, \ddot{r}_0 = \begin{pmatrix} \vec{a}_{oi} \\ 0 \end{pmatrix} \quad (1.3)$$

Мұнда  $r_i$  векторы кезкелген буынмен қатаң байланысқан координаталар жүйесінде кезкелген буындағы бізге қажетті нүктенің орнын анықтайды. Осы нүктенің орны кезкелген буынының координаталар жүйесіне қатысты орын өзгерісіз. Сондықтан, осыны ескере отырып, 1.2 теңдікті уақыт бойынша дифференциалдап мынаны аламыз

$$\dot{r}_0 = \dot{T}_1 r_1; \ddot{r}_1 = \ddot{T}_1 r_1 \quad (1.4)$$

1.3 және 1.4 өрнектерін салыстыра отырып, абсолютті жылдамдықты және үдеуді  $\vec{v}_{oi}, \vec{a}_{oi}$ , есептеу үшін түрлендіру матрицасынан бірінші және екінші туындысын білу жеткілікті екенін көреміз. Қосымша матрица енгіземіз.

Координатадан екпінді ескерсек, түрлендіру матрицасының белгілеуінде жоғарғы индекстері түсіндіріледі, жалпытүрде екпін жалпыланған координата q1 бойынша біртекті түрлендіру матрицасының туындысы, осыған сәйкес  $U_{ij}$  үшін өрнекті былай жазуға болады:

$$U_{ij} = A_1 A_2 \dots A_{j-1} \frac{dA_j}{dq_j} \dots A_{i-1} A_i.$$

Дифференциалдасак:

$$\ddot{T} = \sum_{j=1}^i U_{ij} \dot{q}_j; \ddot{T}_i = \sum_{j=1}^i \sum_{k=1}^i V_{ijk} \dot{q}_j \dot{q}_k + \sum_{j=1}^i U_{ij} \ddot{q}_j$$

Теңдеудің шешімін Matlab программасының көмегімен шешеміз. Манипулятордың механизмінің түрлендіру көрсеткіштері  $L_1=0,5 \quad \omega_1=90 \quad \omega_2=0 \quad S_2=0,3 \text{ м} \quad d=0.5 \text{ м}$ . 3-реттік мәнін алу арқылы программалық оқытуға дайындық

$$p_1(1)=[90^0], p_1(2)=[90^0], p_1(3)=[0.3], p_1(4)=[0.5];$$

$$p_2(1)=[45^0], p_2(2)=[45^0], p_2(3)=[0.3], p_2(4)=[-0.5];$$

$$p_3(1)=[0^0], p_3(2)=[0^0], p_3(3)=[0.3], p_3(4)=[-0.5]$$

$$q1=90; q2=90; s2=0.3; L1=0.5 \quad d=0.3;$$

$$\gg A1=[\cos(q1) \ 0 \ \sin(q1) \ 0; \sin(q1) \ 0 \ -\cos(q1) \ 0; 0 \ 1 \ 0 \ L1; 0 \ 0 \ 0 \ 1];$$

$$\gg A2=[\cos(q2) \ 0 \ \sin(q2) \ 0; \sin(q2) \ 0 \ -\cos(q2) \ 0; 0 \ 0 \ 1 \ 0; 0 \ 0 \ 0 \ 1];$$

$$\gg A3=[0 \ 0 \ 1 \ 0; 0 \ 0 \ -1 \ 0; 0 \ 1 \ 0 \ s1; 0 \ 0 \ 0 \ 1];$$

$$\gg T=A1*A2*A3$$

$$T =$$

$$0 \ 0.4934 \ 0.2008 \ 0.1480$$

$$0 \ 1.2473 \ -0.4006 \ 0.3742$$

$$0 \ 0.4481 \ 0.8940 \ 0.6344$$

$$0 \ 0 \ 0 \ 1.0000$$

Объектіні басқару математикалық шешім негізінде нейронды желі арқылы оқыту программасын құрамыз.

Төменде орындалып жатқан үрдіс, қатені кері тарату әдісін қалыптастру оның айырмашылығы келесіге негізделеді, үйрететін нейрон тор векторлары тор кірісіне бір уақытта келіп түспейді, кезектесіп бір-бірден келіп түседі, келесі вектор көрсетілгеніне кейін салмағы және

ығысуды түзету жүзеге асырылады және тор сұранысы орындалады, осылайша барлығы қайтадан қайталанады.

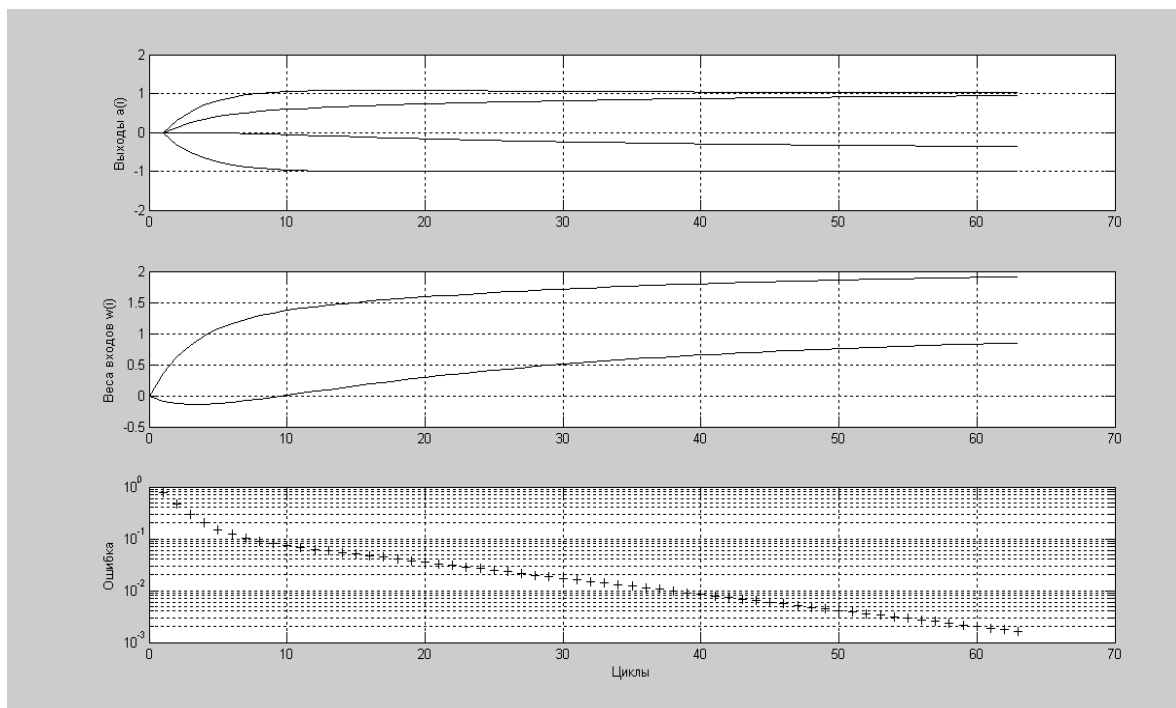
```

q1=90;q2=90;s2=0.3;L1=0.5 d=0.3;
>> A1=[cos(q1) 0 sin(q1) L1;sin(q1) 0 -cos(q1) 0;0 1 0 L1;0 0 0 1];
>> A2=[cos(q2) 0 sin(q2) 0;sin(q2) 0 -cos(q2) 0;0 0 1 0;0 0 0 1];
>> A3=[0 0 1 0;0 0 -1 0;0 1 0 s1;0 0 0 1];

>> T=A1*A2*A3
0 0.4934 0.2008 0.1480
0 1.2473 -0.4006 0.3742
0 0.4481 0.8940 0.6344
0 0 0 1.0000
ans =
1.9114 0.8477

>> cell2mat(a(63))
EE = mse(e{63})
mse(e{1})
subplot(3,1,1)
plot(0:63,[zeros(1,4); cell2mat(a)],'k')
xlabel("", ylabel('Выходы a(i)'),grid
subplot(3,1,2)
plot(0:63,[[0 0]; W],'k') % Рис.3.2,б
xlabel("", ylabel('Весавходов w(i)'),grid
subplot(3,1,3)
semilogy(1:63, ee,'+k') % Рис.3.2,в
xlabel('Циклы'), ylabel('Ошибкa'),grid
ans =
-1.0030 -0.3624 1.0172 0.9426
EE =
0.0016
ans =
0.7934

```



2-сурет. Катені кері тарату әдісі бойынша оқытылған басқару графигі

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Микони СВ., Баушев А.Н. Методы и алгоритмы принятия решений: Учеб. пособие. - СПб.: ПГУПС, 1996. - Ч. 2.
2. . А.Н. Балухто. Нейросетевые системы обработки информации и их применение в космической технике. - М.: СИП РИА, 2000. - 152 с.
3. А.А. Ежов, С.А. Шуйский. Нейрокомпьютинг и его применение в экономике и бизнесе. Москва, 1998. – 222 с.
4. В.А. Терехов, Д.В. Ефимов, И.Ю. Тюкин, В.Н. Антонов. Нейросетевые системы управления. - СПб.: Издательство С.-Пб университета, 1999. - 256
5. Қ.С. Шоланов, Ж.Т. Жұмашева. Механизмдермен манипуляторлар механикасы 2005. -135б

REFERENCES

1. Mikohn S V., Baushev A.N. Methods and algorithms of making decision : Studies. manual. it is 1996. - C. 2.
2. A.N. Baluhto. Neiron systems of treatment of information and their application in kosmin-combing to the technique. - m.: ASiprira, 2000. - 152 p.
3. A.A. Ejov, S.A. Chuski. Neurocomputing and his application is in an economy and business. Moscow, 1998. - 222 p.
4. Terehov V.A., Epimov D.B., Toikin I.Y., Antonov, B.N. Neirons control system. it is Publishing house C.-cp university, 1999. - 256
5. Sholanov K.S, Jumasheva J.T. By mechanics of manipulators by mechanisms 2005. -135p

Шоланов Қ.С Хабай А.

**Адымдаушы робот аяғының қызметін атқаратын манипуляторды жобалау, басқаруды нейро торы арқылы құру**

**Түйіндеме.** Мақалада адымдаушы робот аяғының қызметін атқаратын екі айнымалы бір ілгерілемелі қозғалыс жасайтын үш кинематикалық жұптан тұратын манипуляторға талдау жасап, оның математикалық моделін құрып оны нейрондық желілер арқылы басқарылатын күйе келтіру.

**Кілтсөз:** Манипулятор кинематикалық жұптар адымдаушы роботты басқаруды нейрондық желі

Шоланов Қ.С Хабай А.

**Проектирование манипулятора служащий ногой шагающего робота, разработать управление с помощью нейросетей.**

**Резюме.** Заключение: для ноги двуногого шагающего аппарата, составленного из двух вращательных и одной поступательной кинематических пар, составлена программа кинематического управления с помощью нейросетей.

Для каждой кинематической пары составлена однородная матрица. Определены скорость, ускорение точки и на этой основе в среде Matlab составлена программа обучения для решения задачи кинематического управления.

**Ключевые слова:** манипулятор, шагающий робот, управление, нейросеть, кинематическая пара.

Sholanov K.S, Habay.A

**Planning of manipulator office worker by the leg of stepping robot, to work out a management by means of нейросетей**

**Summary.** Conclusion: for the leg of the two-legged stepping vehicle made from two rotatory and one forward kinematics steam, the program of kinematics management is made by means of neuron.

For every kinematic pair of составлена there is a homogeneous matrix. Speed, acceleration of point, is certain and on this basis the program of educating for the decision of task of kinematics management is made in the environment of Matlab .

**Key words:** manipulator, stepping robot, management, neuron set, kinematics pair.



ӘОЖ 574.24(574)

**А.Н. Саңқабаева, Н.С. Ахмад, Г.В. Құрбанова, Г.Х. Керейбаева, З.Ж. Сақиева, А.М. Қалыбаева**

(Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті  
Алматы, Қазақстан Республикасы)

### **АЛМАТЫ ҚАЛАСЫНДАҒЫ ТЕХНОГЕНДІ ФАКТОРЛАРДЫҢ МЕКТЕП ОҚУШЫЛАРЫНЫҢ БОЙЫ МЕН ДЕНЕ САЛМАҒЫНЫҢ ӨСУІНЕ ӘСЕРІ.**

**Андатпа.** Алматы қаласында атмосфералық ауасы әртүрлі гигиеналық аймақта тұратын («таза» және «лас» аймақ) 8-17 жастағы 2603 мектеп оқушылары антропометриялық әдіспен тексерілді.

«Лас» аймақта тұратын екі этникалық топтағы мектеп оқушыларының бойының ұзындығы мен дене салмағының өсуі, кеуде жасушасының маңы тарылғаны байқалды. Қоршаған ортасы зиянды заттармен ластанған аймақтарда тұратын балаларды астенизацияға алып келеді.

**Түйін сөздер:** техногенді факторлар, атмосфералық ауа, «лас» аймақ, «таза» аймақ, анатомды-физиологиялық ерекшеліктер, астенизация.

Ғылыми техникалық прогресстің дамуы урбанизацияға алып келді. Қаланың дамуы өнеркәсіптердің дамуына, қала халқының өсуіне себеп болды.

Алматы қаласы Қазақстан Республикасының ең адам көп шоғырланған қаласы болып табылады. Алматы қаласының экологиялық жағдайы өте нашар. Қаладағы қаптаған автокөліктер, автобус, әсіресе ескі көліктер, қаланың ішінде орналасқан кішігірім өнеркәсіптер, кәсіпорындар, ЖЭО-1, ЖЭО-2 т.б. қаланы күннен күнге ластауда. Бұның бәрі техногенді ластануға жатады. Техногенді факторлардың адам денсаулығына, соның ішінде жасөспірім мектеп оқушыларының денсаулығына тигізетін кері әсері көп.

Біздің мақаламыздың мақсаты, Алматы қаласындағы техногенді факторлардың мектеп оқушыларының бойы мен денесінің өсуіне тигізетін әсерін зерттеу. Алматы үлкен мегаполис болғандықтан, қаланың әр ауданының экологиялық жағдайы әр түрлі. Ол әрине қаладағы ластаушылардың орналасуына байланысты.

Жасөспірім балалардың бойының, денесінің қалыпты өсуі физикалық өсуіне арналған спорттық шараларға қатысу үшін, әскер қатарына өту үшін аса маңызды [1,2,3].

Қоршаған ортаның антропогенді ластануы оқушылардың физикалық өсуіне әсер ету механизмі әлі толығымен зерттелмеген. Кейбір авторлардың болжамы бойынша ол эндокриндік жүйе бойынша іске асады.

Атмосфераға түсетін зиянды қалдықтардың жоғары деңгейі оқушылардың өсу деңгейін төмендетіп, сезімталдыққа алып келеді [4,5].

Атмосфераны ластаушылар бала денсаулығына ол туылмай тұрып әсер етеді. Ана ағзасының сезімталдығы токсинді қосылыстарды тез қабылдайды. Ластанған аудандарда жүктілік пен босану таза аудандармен салыстырғанда қатерлі болады. Адам мүшелерінің мысалы, өкпеге, бүйрекке, т.б. зиянды әсерін тигізеді [6].

Жасөспірім кезінде анатомды-физиологиялық ерекшеліктері әсіресе қоршаған ортаға тигізетін факторларға сезімтал болады [7]. Көптеген клиникалық және тәжірибелік зерттеулер бала организмінің химиялық заттардың әсеріне өте сезімтал болатынын дәлелдеді [8].

Біз Алматы қаласының таза аймағы мен ластанған аймағының 8-17 жас аралығындағы 2603 мектеп оқушыларының бойларының, дене салмақтарының өлшемін алдық.

Зерттеу Алматы қаласының 6 мектебінде жүргізілді. Ластанған ауданнан № 52, № 90, № 91, № 147 мектептер оқушыларының, таза ауданнан № 30, № 131 мектеп оқушыларының бойларының өлшемдері алынды.

• **Технические науки**

1 кесте. Алматы қаласындағы өлшемдері алынған оқушылардың тізімі

Жасы (жылмен)	қазақтар	Орыстар	«Таза» аймақ	«Ластанған» аймақ	Барлығы
8	211	146	176	181	357
9	152	150	141	161	302
10	161	143	125	179	304
11	146	125	132	139	271
12	179	143	154	168	322
13	139	159	137	161	298
14	109	104	111	102	213
15	128	109	98	139	237
16	81	84	76	89	165
17	72	62	57	77	134
Всего	1378	1225	1207	1396	2603

2-кесте. Зерттелген аймақ ауасының ластануы

Аймақ	Өсу еселігі мг/м					
	Шаң	Көміртек тотығы	Азот диоксиді	Күкіртті газ	Формальдегид	қорғасын
«Таза»	0,2-1,2	0,6-0,9	0,7-0,9	0,01	-	0,10-0,12
«Лас»	0,4-1,9	1,0-1,8	1,2-2,2	0,01-0,2	0,07-1,94	3,14-4,71

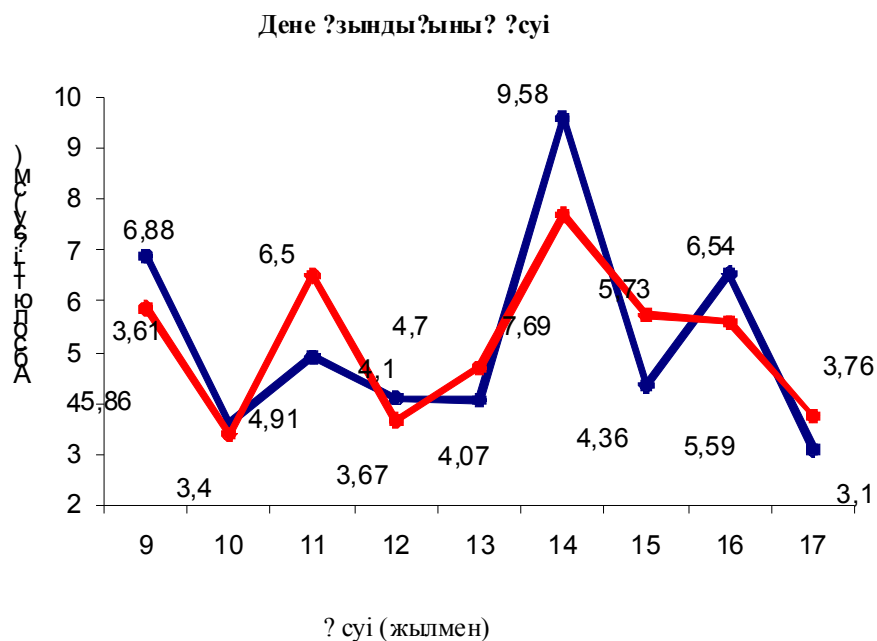
Қаланың орналасуындағы климотогеографиялық ерекшеліктер, метеорологиялық жағдайы, температураның жиі өзгеруі, желдің соқпауы атмосфера ауасының ластануын ұзақ уақытқа сақтап тұрады [9].

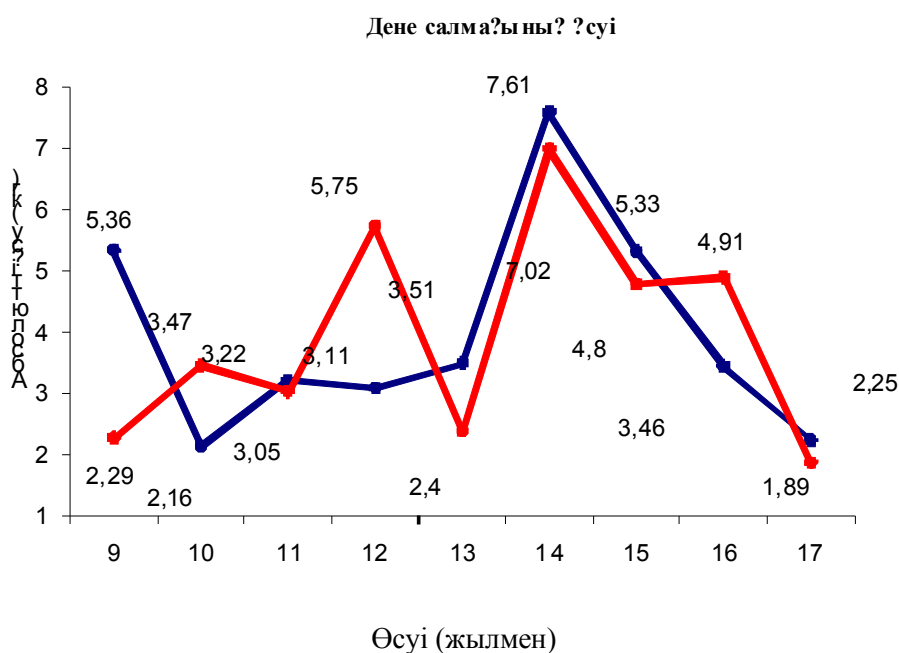
3-кесте. Алматы қаласының таза және лас аймақтарында тұратын 8-17жас аралығындағы қазақ ұлдарының денесінің абсолютті және салыстырмалы өсу өлшемі.

жасы	«Таза» аймақ				«Лас» аймақ				t	P
	M±m	Өлшем өсуі		Өсу жылдамдығы (%)	M±m	Өлшем өсуі		Өсу жылдамдығы (%)		
		Абс. (см,кг)	сал. (%)			Абс. (см,кг)	Отн. (%)			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Дене ұзындығы (см)										
8	124,54±0,50				126,91±0,54				3,24	0,001
9	131,42±0,83	6,88	5,23	14,59	132,77±0,58	5,86	4,41	12,40	1,33	0,10
10	135,03±0,99	3,61	2,67	7,65	136,17±0,61	3,40	2,49	7,24	0,97	0,20
11	139,94±0,71	4,91	3,50	10,40	142,67±0,92	6,50	4,55	13,80	2,36	0,01
12	144,04±0,89	4,10	2,80	8,69	146,34±0,69	3,67	2,50	3,82	2,04	0,02
13	148,11±0,96	4,07	2,74	8,63	151,04±0,94	4,70	3,11	10,02	2,18	0,02
14	157,69±1,25	9,58	6,07	20,30	158,73±1,52	7,69	4,84	16,43	0,53	0,50
15	162,15±1,25	4,36	2,69	9,24	164,46±0,93	5,73	3,48	12,20	1,54	0,10
16	168,59±1,26	6,54	3,87	13,80	170,05±1,33	5,59	3,28	11,90	0,8	0,20
17	171,69±1,09	3,10	1,80	6,57	173,81±1,54	3,76	2,16	8,01	1,14	0,20
		47,15	31,37			46,90	30,82			

Дене салмағы (кг)										
8	24,38±0,40				27,00±0,45				4,73	0,001
9	29,74±0,80	5,36	18,00	14,8	29,29±0,41	2,29	3,81	6,47	0,53	0,50
10	31,90±0,82	2,16	6,77	5,99	32,76±0,44	3,47	10,5	9,80	0,92	0,20
11	35,12±0,66	3,22	9,16	8,94	35,81±0,56	3,05	8,51	8,62	0,8	0,20
12	38,23±0,80	3,11	8,13	8,63	41,56±0,76	5,75	13,8	16,2	1,02	0,001
13	41,74±1,02	3,51	8,40	9,74	43,96±0,94	2,40	5,45	6,78	1,6	0,10
14	49,35±1,35	7,61	15,40	21,1	50,98±1,41	7,02	13,70	19,8	0,83	0,20
15	54,68±1,61	5,33	9,74	14,8	55,78±0,92	4,80	8,60	13,5	0,59	0,50
16	58,14±1,16	3,46	5,95	9,60	60,49±1,41	4,91	7,78	13,3	1,29	0,50
17	60,39±1,30	2,25	3,72	6,24	62,38±1,29	1,89	3,02	5,34	1,09	0,20
		36,01	81,27			35,38	79,17			

1-сурет. 8-17 жас аралығындағы қазақ баларының абсолютті жылдық өсу қарқыны.





Қарастырып отырған екі аймақта да 17 жасқа келгенде өсу қарқыны төмендейді.

Зерттеу нәтижелеріне талдағанда, «таза аймақта» тұратын қазақ ұлдарының бойының өсу қарқыны 9 жасында (6,88 см – 5,23%), 14 жасында (9,58 см – 6,07%) және 16 жасында (6,54 см – 3,87%) байқалады. Сонымен қатар 10 жастан 13 жасқа дейін жылдық өсу бірқалыпты, мысалы, 3,61см, 4,91см, 4,10см и 4,07 см немесе 2,67%, 3,5%, 2,8% и 2,74%. 17 жастағы бойдың жылдық өсуі алдыңғымен салыстырғанда, екі есеге кемігені (17 жаста 3,10 см болса 16 жаста 6,54 см) бой өсуінің жылдамдығының азайғанын көрсетеді. Гигиеналық ластанған аймақта тұратын ұлдардың бойларының өсуі жылдамдығы толқын тәріздес болады. 8 жастан 14 жас аралығындағы өсуді алып қарасақ, 9 жаста (5,86 см – 4,41%), 11 жаста (6,50 см – 4,55%), 14 жаста (7,69 см – 4,84%); ал 15-16 жас аралығында өсу қарқыны 5,73 см – 3,48% және 5,59 см – 3,28%.

Дене салмағының өсуі, яғни бұлшық еттердің өсуі тері астындағы май жасушалардың өсуі адамның тамақтануына байланысты. Ол балалардың бойының, дене салмағының өсуіне тікелей әсер етеді. Зерттеуіміз бойынша балалардың салмақтарының абсолютті және салыстырмалы өсуінде көп айырмашылықтар байқалмайды. Сонда да "таза" аймақта жылдық абсолютті өсудің сенситивті деңгейлері бар. Мысалы, 9 жаста (5,36 кг – 18,0%), 14 жаста (7,61 кг – 15,4%), 15 жаста (5,33 кг – 9,74%), 11, 12, 13 жастарда өсу қарқыны бірқалыпты (3,22кг; 3,11кг; 3,51 кг), ал 10 және 17 жаста минималды өзгерістер бар (2,16 кг -6,77% и 2,25 кг – 3,72%).

Ал, гигиеналық "ластанған" аймақта тұратын оқушылардан дене салмағының жылдық абсолютті өзгерістер байқалады. Бірінші өзгеріс 12 жаста (5,75 кг – 13,8%), екіншісі 14 жаста (7,02 кг – 13,7 %) сосын 15, 16 жаста (4,80кг және 4,91 кг немесе 8,60% және 7,78% ).

8-12 жастағы оқушылардың дене салмақтарының орташа көрсеткіші бойынша қаладағы екі гигиеналық аймақтардың қарастырылған "лас" аймақта тұратын 8,10,12 және 16 жастағы балалар өз құрдастарынан 1,5-2 кг артық. Бірақта ол статистиалық мәліметтерге сүйенсек, 8 және 12 жаста байқалады.

Орыс балаларының бойы мен салмақ өлшемдері қазақ балаларымен салыстырғанда үлкен болып келеді. Алматы қаласында бірдей экологиялық жағдайда өмір сүретін 8-17 жастағы қазақ және

орыс балаларының өлшемдерін салыстырсақ, «таза» аймақта тұратын 8 жастағы орыс ұлдарының өзімен жасты қазақ ұлдарының бойының ұзындығынан 4,40 см-ге ұзын ( $P < 0,001$ ), 11,12,13 және 14 жасында да осы жағдай қайталанады ( $P < 0,01-0,001$ ). Бірақта «таза» аймақта 8-17 жаста жалпы бойдың өсуі қазақ ұлдарының өсуі орыс ұлдармен салыстырғанда, 2,65 см көп. Экологиялық жағдайы нашар «лас» аймақ орыс балалардың өсіп дамуының бейімделу механизміне әсер етеді. 8 жаста бойлары бірдей болған қазақ балаларымен салыстырғанда, орыс балаларының жалпы өсімі 2,53см артық болады ( $126,60 \pm 0,57$ см және  $126,91 \pm 0,54$ см).

**Қорытынды:** Атмосфера ауасының ластануы мектеп оқушыларының бойының, дене салмағының өсуіне мектеп жасындағы барлық уақытында әсер етеді (8-18жас). Бірақ, әсер ету деңгейі әр жаста әр түрлі. Лас аймақтарда кеуде жасушаларының өсуімен қатар бойының өсуін байқаймыз. Бұл астенизацияға алып келеді, яғни әлсіздікке, физикалық қозғалысының, адам ағзасының, ми жұмысының әлсізденуіне алып келеді. Астенизация қоршаған ортаның экологиялық жағдайының бұзылуынан пайда болады.

#### ӘДЕБИЕТТЕР

1. Кульниязова Г.М. Анатомо-физиологические особенности и состояние здоровья детей школьного возраста (7-15 лет) г. Актобе: автореф. ... канд. мед. наук : 14.00.02.- Актобе,2001.-31с.
2. Кенесариев У.И. Физическое развитие детей населенных пунктов, прилегающих к Карашыганакскому нефтегазоконденсатному месторождению // Вест. КазНМУ. -2002. -№4 (18). -С.36-42.
- 3.Бапаева Г.Б. Влияние неблагоприятных факторов фосфорного производства на физическое и половое развитие девочек- подростков: автореф. ... канд. мед. наук : 14.00.01.- Алматы,2001.-25с.
4. Froment A., Heirnaux J. Ann. Yum.Biol.- 1996.- Vol.11. –P. 189 – 200.
- 5.Shtrimshaw N., Oslo T. Nutrition and in Lektion. Prak. O th. Int. Congres Kyoto. – 1996. – P. 325 – 366.
6. Измеров М.Ф., Волкова З.А. Профессиональные вредности как фактор риска перинатальной патологии // Вестник АМН СССР.– 1990. -№7.– С. 26 – 28.
7. Беляков В.А., Васильев А.В. Влияние загрязнения атмосферного воздуха на физическое развитие детей // Гигиена и санитария. – 1999. -№4. – С. 33 – 37.
8. Хачатарян Т.С. Методические подходы к изучению комплексного влияния факторов на состояние здоровья детей // Гигиена и санитария. -1992.- №2. – С. 48- 50.
9. Неменко Б.А., Абдразакова С.У., Арынова Г.А., Оспанова Г.К. Южная столица Казахстана в экологическом и биогеохимическом аспектах // Медицинский журнал Казахстана. - 2000.- №3. – С. 6 – 8.

#### REFERENCES

1. Kulniazova G.M. Anatomno-fiziologicheskie osobennosti i sostoianie zdorov'e detei shkolnogo vozrosta (7-15 let) g. Aktobe: avtoref. ... kand. med. nauk : 14.00.02.- Aktobe, 2001.-31s.
2. Kenesariyev U.I. Fizicheskoe rasitie detei naselelnkh punktov, prilgayushchikh k Karashganakskomu neftegazokondensatnomu mestorozhdeniyu // Vect. KazNMU. -2002. -№4 (18). -S.36-42.
3. Bapaeva G.B. Vlianie neblogopriatnykh faktorov fosfornogo proizvodstvo na fisicheskoe i polovoe rasvitie devochek- podroskov: aftoref. ... kand. med. nauk : 14.00.01.- Almaty, 2001.-25s.
4. Froment A., Heirnaux J. Ann. Yum.Biol.- 1996.- Vol.11. –P. 189 – 200.
- 5.Shtrimshaw N., Oslo T. Nutrition and in Lektion. Prak. O th. Int. Congres Kyoto. – 1996. – P. 325 – 366.
6. Izmerov M.F., Volkova Z.A. Professionalnye vrednosti kak faktor riska perinatal'noi potologii // Vestnik AMN SSSR.– 1990. -№7.– S. 26 – 28.
7. Belyakov V.A., Vasilev A.V. Vlianie zagryazneniya atmosfernogo vosdukha na fizicheskoe razvitie detei // Gigiena i sanitariya. – 1999. -№4. – S. 33 – 37.
8. Khachatariyan T.S. Metodicheskoe podkhody k izucheniyu kompleksnogo vliyaniya faktorov na sostoifnie zljrov'ya detei // Gigiena i sanitariya.. -1992.- №2. – S. 48- 50.
9. Nemenko B.A., Abdrazakova S.U., Arynova G.A., Ospanova G.K. Yuzhnaya stolitsa Kazakhstana v ekologicheskom i biogeokhimicheskom aspektakh // Vtditsinskiy zhurnal Kazakhstana. - 2000.- №3. – S. 6 – 8.

Санкабаева А.Н., Ахмад Н.С., Курбанова Г.В., Керейбаева Г.Х., Сакиева З.Ж., Калыбаева А.М

**Алматы қаласындағы техногенді факторлардың мектеп оқушыларының бойы мен дене салмағының өсуіне әсері**

**Түйіндеме.** Алматы қаласында атмосфералық ауаның ластану деңгейі әр түрлі екі гигиеналық аймақта тұратын 8-17 жас аралығындағы 2306 мектеп оқушылары зерттелді.

«Лас» аймақта тұратын ұл балалардың бойының ұзындығы мен дене салмағының орташа өлшемі өсу кезінде «таза» аймақта тұратындарға қарағанда едәуір жоғары екені анықталды. «Таза» аймақтағы мектеп

оқушыларының сезімталды өсу кезі 14 жаста, ал экологиялық жағдайы қолайсыз ортада әртүрлі кезде, яғни 12,14,15 және 16 жаста.

Әртүрлі этникалық топтағы ұл балалардың өсуі мен дамуындағы өзіндік өсудің өзгерісі көп жағдайда қоршаған орта факторларына қарағанда тұқым қуалау әсерінен болады

**Түйін сөздер:** техногенді факторлар, атмосфералық ауа, «лас» аймақ, «таза» аймақ, анатомды-физиологиялық ерекшеліктер, астенизация.

Санкабаева А.Н., Ахмад Н.С., Курбанова Г.В., Керейбаева Г.Х., Сакиева З.Ж., Калыбаева А.М.

**Влияние техногенных факторов г.Алматы на рост и на массу тела школьников**

**Резюме.** Обследованы 2603 школьника г.Алматы в возрасте 8-17 лет, проживающих в двух гигиенических зонах с разным уровнем загрязнения атмосферного воздуха («чистая» и «грязная» зоны).

Установлено, что средняя величина длины и массы тела у мальчиков «грязной» зоны достоверно выше, чем у мальчиков «чистой» зоны в большинстве возрастных периодов. Сенситивным (чувствительным) периодом развития для школьников «чистой» зоны является 14-летний возраст, а в экологически неблагоприятной среде происходит разброс его в 12,14,15 и 16 лет.

В процессе роста и развития мальчиков различных этнических групп детерминированность признаков соматического развития в большей мере обусловлена наследственными влияниями, чем факторами окружающей среды.

**Ключевые слова:** техногенные факторы, атмосферный воздух, «чистая» зона, «грязная» зона, анатомно-физиологические особенности, астенизация.

Sankabayeva A.N., Akhmad N.C., Kurbanova G.V., Kereibayeva G.H., Sakiyeva Z.J., Kalybayeva A.M.

**Dependence of the length and body weight of children upon technological factors of Almaty**

**Summary.** 2603 schoolchildren of Almaty, aged 8-17 years, resided in two zones with different levels of atmospheric air pollution (clean and dirty) have been inspected

It was found that the average length and weight of boys living in dirty zone was significantly higher than that of the boys living in clean zone in most age periods. Sensitive period of development for students of a clean area is 14 years old and in ecologically dirty zone it varied from 12 to 16 years old.

In the process of growth and development of boys of different ethnic groups the somatic development is due to hereditary influences not to environmental factors.

**Key words:** technogenic factors, atmospheric air, "clean" zone, "dirty" zone, anatomy-physiological features, asthenia.

УДК 681.518.5:004.81:159.953.52

**Б.А. Сулейменов<sup>1</sup>, Л.А. Сугурова<sup>1</sup>, В. Войцик<sup>2</sup>, А.Б. Сулейменов<sup>1</sup>**

(<sup>1</sup>Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева,  
Алматы, Республика Казахстан)

(<sup>2</sup>Люблинский технический университет, Польша. Г.Люблин)

**КОНЦЕПЦИЯ СОЗДАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И  
ОПЕРАТИВНОЙ ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО  
ОБОРУДОВАНИЯ**

**Аннотация.** Предложена концепция создания автоматизированной системы контроля и оперативной диагностики состояния основного технологического оборудования. Система контроля и диагностики должна действовать совместно автоматизированной системой управления. При этом эффекты от оптимального управления и оперативного прогнозирования состояния технологического оборудования будут дополнять друг друга и повышать общую эффективность работы системы. Предлагается методика создания алгоритмов диагностики с использованием интеллектуальных технологий, что значительно ускорит их разработку и повысит точность прогноза.

**Ключевые слова:** диагностика, автоматизированная система управления, интеллектуальная система, алгоритм, технологический объект.

На первом этапе развития промышленного производства обеспечение эксплуатационной надежности или исправного технического состояния технологического оборудования (ТО)

осуществлялось «до отказа» [1]. Во второй половине прошлого столетия возникло и успешно применяется до настоящего времени, другое направление – планово-предупредительные ремонты (ППР).

Однако в рыночных условиях становится очевидным – необходимо переходить к более прогрессивной стратегии обеспечения эксплуатационной надежности ТО – «по его фактическому состоянию» [1]. Переход к этой стратегии вызывает необходимость создания автоматизированной системы контроля и оперативной диагностики технического состояния ТО (АСКиОД).

Применение систем оценки ТО по его фактическому состоянию позволяет повысить эффективность производства за счет снижения времени простоев оборудования в ремонте, снизить себестоимость продукции за счет снижения затрат на ремонты и послеаварийное восстановление оборудования (см. таблицу 1) [1].

Таблица 1. Практическая значимость применения АСКИОД

Затраты	Экономия
Предварительные исследования, выбор точек мониторинга, определение предельных значений. Создание единой базы отказов оборудования. Разработка АСКИОД	Увеличение среднего времени между ремонтами (рост производительности и снижение затрат на техническое обслуживание). Фактическое устранение непредвиденных отказов (повышение надежности и производительности). Устранение излишнего расхода деталей (замена исправных деталей). Уменьшение объема запасных частей (выдача предупреждения о необходимости заказа запасных частей). Повышение безопасности (снижение вероятности непредвиденных отказов). Повышение производительности производственных процессов.

Затраты на создание АСКИОД существенно снизятся, если она будет включена в структуру действующей АСУТП в качестве подсистемы. В этом случае будет использоваться информационное обеспечение действующей АСУТП, что значительно снижает затраты на ее разработку и внедрение. При этом эффект от внедрения расширенной АСУТП значительно возрастет, так как помимо эффектов от оперативного и оптимального управления процессами будет достигаться и эффект от оперативной диагностики ТО (см. таблицу 1). Кроме того, при этом возможно ожидать возникновения так называемого *синергетического* эффекта – когда эффекты от АСУТП и АСКИОД не просто суммируются, а умножаются. Это происходит от взаимовлияния управления процессами и диагностики ТО: с одной стороны оперативное и оптимальное ведение процесса благоприятно воздействует на ТО, а с другой - оперативная диагностика позволяет сохранять состояние ТО на должном уровне, тем самым улучшая его управляемость.

Функции диагностики АСКИОД позволяют на ранней стадии зафиксировать начало деструктивных процессов в ТО. Такие процессы необратимы, но их развитие можно контролировать и прогнозировать, применяя метод упреждающей многопараметрической диагностики (МПД), который в каждый момент времени производит совокупную оценку трендов контролируемых параметров [2]. Функция прогнозирования состояния относит МПД к упреждающей диагностике, которая через выдачу управляющего воздействия способна предотвратить нежелательное развитие событий на объекте управления. В качестве управляющих воздействий используются сообщения эксплуатационному персоналу о необходимых действиях и сигналы регулирования рабочего режима, вплоть до отключения ТО для упреждения разрушительных процессов [2].

Существующие способы контроля эксплуатационных характеристик ТО заключаются в трудоемкой периодической проверке их величин при плановых отключениях с привлечением квалифицированного персонала. Эти методы относятся к *тестовой диагностике*. При таком контроле, в случае появления недопустимых значений параметров исключена возможность

своевременного принятия предупредительных мер, предотвращающих снижение эксплуатационных ресурсов ТО. В тоже время системы непрерывного компьютерного контроля позволяют следить за скоростью изменения эксплуатационных характеристик ТО, прогнозировать время наступления необходимых ремонтных работ для продления его безопасной эксплуатации и предотвращать неминуемый отказ оборудования.

Таким образом, совместное функционирование АСУТП и АСКиОД позволяют вести процессы не только оперативно и оптимально, но и безопасно для ТО.

Одним из важных этапов разработки АСКиОД являются работы по определению диагностических признаков, объем и информативность которых, должны учитывать особенности принятых на стадии проектирования и монтажа, опыт эксплуатации объектов-прототипов и особенности условий эксплуатации объектов диагностики [1].

Диагностический признак (ДП) – это признак объекта диагностирования, используемый в установленном порядке для определения состояния объекта. Для каждого типа системы определенного вида можно указать множество признаков, характеризующих ее состояние. Большинство ДП по своему назначению могут являться одновременно диагностическими и признаками функционального использования. Именно эти признаки чаще всего поддаются непосредственному измерению, и для них проще всего установить нормы и допуски, выход за пределы которых характеризует отказ или дефект в функционировании системы [1].

Закономерности изменения ДП во времени, как правило, аналогичны закономерностям изменения параметров технического состояния объекта. В процессе работы ДП изменяются от начального значения до предельно допустимого за некую наработку. Измеряя текущее значение ДП, и сравнивая его с признаками эталонного состояния объекта, можно установить техническое состояние объекта в данный момент и прогнозировать его последующее состояние. Номенклатуру ДП, допустимые и предельные значения устанавливают заводы-изготовители и указываются в технической документации. Обычно для диагностического заключения требуется анализировать большое количество ДП [2].

В общем случае для создания АСКиОД необходимо решить следующие взаимосвязанные задачи. Разработать математическую модель функционирования объекта диагностирования, позволяющую проверить работоспособность и правильность функционирования по совокупности ДП. Создать математическую модель повреждений и отказов, дающую возможность обнаруживать повреждения и отказы, выявлять причины их возникновения. Построить алгоритмы диагностирования, что достигается выбором такой совокупности элементарных проверок, по результатам которых можно: в задачах обнаружения повреждений и отказов отличить исправное или работоспособное состояние либо состояние правильного функционирования от его неисправных состояний, а в задачах поиска повреждений и отказов различать неисправные и неработоспособные состояния между собой [2].

Для решения перечисленных задач применяют различные математические модели. Так, при создании моделей, позволяющих проверить работоспособность и правильность функционирования, используют системы линейных и нелинейных уравнений. Для построения моделей повреждений и отказов используют топологические модели в виде деревьев отказов и графов причинно-следственных связей между техническими состояниями и ДП. Модели объектов диагностирования являются основой для построения алгоритмов диагностирования. Построение алгоритмов диагностирования состоит в выборе такой совокупности проверок, по результатам которых можно отличить исправное, работоспособное состояние или состояние функционирования от им противоположных состояний, а также различать виды дефектов между собой [2].

Состояние системы описывается совокупностью определяющих ее признаков (параметров). Разумеется, множество определяющих признаков может быть различным, в первую очередь, в связи с самой задачей распознавания. Распознавание состояния системы – отнесение к одному из возможных диагнозов (классов). Число диагнозов зависит от особенностей задачи и целей исследования [1].

В большинстве задач технической диагностики диагнозы устанавливаются заранее, и в этих условиях задачу распознавания часто называют задачей классификации. Совокупность последовательных действий в процессе распознавания называется алгоритмом распознавания. Существенной частью процесса распознавания является выбор диагностирующих признаков (ДП),



описывающих состояние системы. Они должны быть достаточно информативны, чтобы при выбранном числе диагнозов процесс распознавания мог быть осуществлен. По мере сбора статистических данных перечень ДП должен уточнять и совершенствовать решающие правила распознавания дефектов [3].

Существуют два основных подхода к задаче распознавания: вероятностный и детерминированный. Вероятностные методы требуют большой объем предварительной информации. Детерминированные подходы более кратко описывают существенные стороны процесса распознавания, меньше зависят от избыточной, малоценной информации, больше соответствуют логике мышления человека. Однако детерминированный подход требует знание качественных и количественных закономерностей, протекающих в ТО физико-химических явлений, что не всегда возможно. Одной из важнейших особенностей технической диагностики является распознавание неисправностей в условиях ограниченной информации, когда требуется руководствоваться определенными приемами и правилами для принятия обоснованного решения.

В этих условиях наиболее перспективным подходом может быть использование в задачах распознавания современных интеллектуальных технологий (ИТ), в настоящее время на практике наиболее часто используются следующие ИТ: нечеткая логика, нейронные сети и нейро-нечеткие сети. В работе [4] нами была предложена методика применения интеллектуальных технологий при создании систем управления технологическими процессами. Однако считаем, что эту методику можно применять и при создании систем диагностики состояния технологического оборудования, так как при исследовании, разработке и реализации процессов диагноза технического состояния объектов необходимо решать те же задачи, которые возникают при исследовании, разработке и реализации процессов управления вообще [5].

Кафедра автоматизации и управления КазНТУ имени К.И. Сатпаева достаточно активно занимается разработкой и исследованием гибридных и интеллектуальных систем управления различными технологическими процессами, например [4-8]. Проведенные на кафедре многочисленные исследования, а также анализ последних публикаций на эту тему показал, что ИТ можно использовать при разработке непосредственно *модели оптимального управления процессом*, а не модели самого технологического процесса. То есть рассматриваемые технологии позволяют разрабатывать сразу же алгоритмы управления, в отличие от традиционной цепочки: *разработка структуры модели процесса → проведение экспериментальных исследований на объекте → идентификация модели → формулирование оптимизационной задачи → подбор метода оптимизации → разработка алгоритма оптимального управления*. Традиционный подход предполагает длительный (порой несколько лет), дорогостоящий и не всегда успешный путь создания системы оптимального управления.

Использование ИТ позволяет решать аналогичные задачи сразу же, и как показал опыт достаточно успешно. Дело в том, что методы искусственного интеллекта предполагают использование знаний, опыта и интуиции людей-экспертов, хорошо знакомых с предметной областью. То есть здесь используется так называемый эффект «готовых знаний». В отличие от этого разработка математической модели (основного компонента системы) является процессом создания «новых знаний», и поэтому требует достаточно длительного времени на проведение теоретических исследований, а также больших материальных и трудовых затрат для проведения экспериментальных исследований и идентификации модели.

К тому же опытные операторы-технологи за время длительной работы научились вести технологический процесс в оптимальных режимах при различных исходных ситуациях (и у них зачастую это получается). Передача «готовых знаний» от людей-экспертов в базу знаний интеллектуальной системы значительно упрощает создание интеллектуальных систем, а их эксплуатация позволяет исключить эффект «человеческого фактора» при управлении процессом (это такие свойства человеческого организма как: усталость, недостаточно быстрая реакция, недостаточная психологическая устойчивость, сонливость при монотонной работе, незначительный опыт работы молодых операторов и другие причины).

Используя основную идею работы (разработка вместо модели технологического процесса модели процесса управления им) и развивая имеющиеся методы ИТ, мы предлагаем следующую трехэтапную процедуру создания систем оптимального управления технологическими процессами.

На *первом этапе* производятся априорные исследования технологических особенностей объекта управления по литературным источникам, публикациям в периодических изданиях и заводской технической документации. Как правило, действующие технологические процессы должны были пройти длительный этап научных исследований, опытно-промышленных и промышленных испытаний, прежде чем они были внедрены в производство. Наверняка остались материалы этих исследований, а также попытки создания математических моделей данного процесса. Необходим тщательный анализ всей этой информации с тем, чтобы использовать ее при разработке интеллектуальных систем управления. Особенно это важно при возможном создании гибридных систем управления (ГСУ).

На этом же этапе необходимо проанализировать исследуемый процесс как объект управления с выявлением входных и выходных, контролируемых и неконтролируемых, управляемых и неуправляемых переменных. При этом необходимо оценить инерционность объекта по различным каналам, класс объекта (непрерывный или дискретный), степень полноты информации о переменных объекта, рабочий диапазон изменения переменных объекта и т.д.

После тщательного анализа имеющейся информации необходимо составить структуру будущей системы управления, что значительно облегчит дальнейшую работу.

На *втором этапе* разрабатывается модель процесса управления. С помощью опытных экспертов (операторы-технологи, либо ИТР цеха или завода) определяется основная цель управления (аналог целевой функции в оптимизационных задачах), которая, как правило, известна и которую обычно стремятся достичь опытные операторы. Затем методом ранжирования из общего перечня всех типов переменных определяются те, которые, по мнению экспертов, являются основными для данного объекта (процесса).

Основной задачей второго этапа является составление матрицы планирования полного факторного эксперимента (ПФЭ). С помощью матрицы ПФЭ создается модель управления объектом (процессом). При этом, например, для трехуровневых факторов полное число возможных сочетаний числа факторов при двух входных переменных равно  $N=3^2=9$ , для трех переменных –  $3^3=27$  и т.д.

Например, при двух входных переменных составляется матрица планирования ПФЭ, приведенная в таблице 2. Таблицы вида 2 являются основой для разработки интеллектуальных систем, так как в них сосредоточен многолетний опыт, знания и интуиция людей-экспертов в конкретной предметной области. От качества матрицы ПФЭ будет зависеть эффективность работы всей системы управления.

Величины: 0,0; 0,5; 1,0 означают минимальное, среднее и максимальное значения входных переменных  $X_1$  и  $X_2$ . Эксперту остается лишь с учетом своего опыта, знаний и интуиции проставить значения выходной переменной  $Y^3$  (управляющего воздействия) в диапазоне от 0,0 до 1,0. Нормализация в диапазоне от 0 до 1 входных и выходных переменных производится по формуле:

$$\bar{x} = \frac{x - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}}, \quad (1)$$

где:  $\bar{x}$  - нормализованное (от 0 до 1) значение входной или выходной переменной;  $x$  – текущее значение переменной;  $x_{\min}$ ,  $x_{\max}$  – минимальное и максимальное значение переменной.

Таблица 2. Матрица планирования ПФЭ

№ эксперимента	$X_1$	$X_2$	$Y^3$ оценка эксперта
1	0,0	0,0	
2	0,0	0,5	
3	0,0	1,0	
4	0,5	0,0	
5	0,5	0,5	
6	0,5	1,0	
7	1,0	0,0	
8	1,0	0,5	
9	1,0	1,0	

Составление матрицы планирования экспериментов гораздо более удобно для экспертов, нежели рекомендуемое во всех учебниках и публикациях составление правил нечетких продукций. При этом эксперту нет необходимости выдумывать бесконечные термы: («очень много», «очень-очень мало», «вполне нормально» и т.д.) – он просто ставит значение выходной (управляющей) переменной в диапазоне от 0,0 до 1,0. При этом матрица планирования ПФЭ может быть использована для четырех разных методов создания модели управления: планирования эксперимента, экспертные системы, нейронные сети, нейро-нечеткие алгоритмы.

В отличие от хорошо известного классического метода планирования эксперимента составление матрицы планирования ПФЭ с помощью экспертов значительно ускоряет и удешевляет эту процедуру. Эксперты проводят так называемые «мысленные эксперименты» вместо дорогостоящих, реально проводимых активных экспериментов. Кроме того, нужно учитывать, что проведение активных экспериментов в условиях действующего производства нереально из-за возможного возникновения аварийных ситуаций при изменении переменных процесса от минимальных их значений к максимальным значениям, и обратно. К тому же на многих предприятиях просто нет возможности изменять переменные, согласно матрице планирования ПФЭ.

Необходимо подчеркнуть, что выходные значения  $Y_i$  являются на самом деле управляющими переменными, поэтому матрица планирования отображает модель управления процессом для всех запланированных экспертами сочетаний входных переменных. Для расчета значений в промежуточных сочетаниях входных переменных (например, для  $X_1=0,21$  и  $X_2=0,74$ ) необходимо синтезировать модель управления процессом, что является главной задачей второго этапа.

Необходимо отметить, что наиболее эффективно совместно с интеллектуальными моделями использовать известные математические зависимости, выявленные на первом этапе исследований. При этом необходимо быть уверенным в том, что такие зависимости адекватно отражают те или иные физико-химические закономерности конкретного процесса.

На *третьем этапе* производится исследование созданных моделей управления. При этом производятся следующие мероприятия.

Полученные модели подвергаются тщательному исследованию и анализу их чувствительности, устойчивости, однозначности. Для чего проводится моделирование процесса управления при различных изменениях входных переменных, строятся кривые изменения выходных переменных при изменении входных переменных, и производится их анализ совместно с экспертами.

После завершения исследования моделей, полученных разными методами, производится сравнительный анализ на их адекватность. Для чего с помощью моделей рассчитываются выходные переменные при значениях входных переменных, взятых из матрицы планирования ПФЭ, и сравниваются с оценками эксперта. После чего формируется матрица сравнения, которая позволяет рассчитать величину ошибки моделирования различными способами. Например, абсолютная ошибка в процентах рассчитывается по формуле:

$$\delta = 100 \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N |Y^e - Y^p|, \quad (2)$$

где  $Y^e$  и  $Y^p$  - соответственно экспериментальные и расчетные значения выходных переменных.

Абсолютная ошибка рассчитывается для моделей, полученных четырьмя разными способами, а затем производится их сравнительный анализ. Модель с наименьшей абсолютной ошибкой считается наиболее адекватной.

Наиболее адекватная модель должна пройти имитационные испытания в условиях действующего производства. При этом на вход модели подают действительные входные переменные, снятые с измерительной аппаратуры промышленного агрегата, а результаты моделирования (выходная управляющая переменная) сравнивается со значением управления, реально осуществляемым опытным оператором-технологом. В случае удовлетворительного результата имитационных испытаний производится интеграция модели в промышленный контроллер. В противном случае, все начинается сначала – возврат к первому этапу, и уточнение всех параметров модели.

Как уже отмечалось, предложенную выше методику применения интеллектуальных технологий для создания систем управления технологическими процессами можно использовать и для задач

## • Технические науки

распознавания неисправностей ТО. Рассмотрим применение интеллектуальных технологий на примере формирования матрицы планирования ПФЭ для идентификации неисправностей ТО, обеспечивающих производство желтого фосфора в условиях Новоджамбульского фосфорного завода (НДФЗ).

В технологических инструкциях НДФЗ по производству желтого фосфора рассмотрено достаточно много вариантов возможных неполадок в работе ТО и способы их ликвидации. Рассмотрим лишь некоторые из них (см. таблицу 3).

Таблица 3. Возможные неполадки в работе и способы их ликвидации

№	Вид или признак неполадки	Возможные причины неполадок	Действия персонала и способ устранения неполадки
...	...	...	...
5	Увеличение температуры под крышкой электропечи	1. Зависание шихты в загрузочных течках 2. Передержка шлака 3. Короткие электроды 4. Избыток кокса в шихте 5. Облом электрода	1. Выявить течку с зависшей шихтой и «пробить» ее согласно инструкции 2. Слить шлак с максимальным удалением кокса 3. Перепустить электроды 4. Дать «промывку» шихтой, обедненной коксом 5. Действовать по распоряжению технолога цеха
6	Температура под крышкой печи ниже предельно допустимой	1. Высокое содержание $P_2O_5$ в шлаке 2. Низкая мощность электропечи	1. Откорректировать шихту 2. По возможности поднять мощность. В случае необходимости перекрыть секторные затворы течек, не нарушая равномерной динамической нагрузки шихты на электроды
...	...	...	...
10	Снижение уровня воды в баке «умягченной» воды	1. Утечка воды в результате прогара одного или нескольких охлаждаемых элементов	1. Отключить электропечь 2. Определить место прогара и заменить или отглушить соответствующий элемент
...	...	...	...

Различают три состояния технической системы [9]:

1. Работоспособное – это состояние, при котором система способна выполнять заданные функции с параметрами, значения которых установлены технической документацией.

2. Работоспособное, но неисправное – это состояние технической системы, когда она хотя и может выполнять свои основные функции, но не отвечает всем требованиям технической документации.

3. Отказ – это событие, заключается в нарушении работоспособности системы, т.е. состояние, когда она не может выполнять заданные функции.

В соответствии с этой классификацией неполадку №6, скорее всего, можно отнести ко второй группе состояний технических систем – «работоспособное, но неисправное». Неполадку №10 можно отнести к третьей группе – «отказ». Неполадка №5 ближе всего относится к группе отказов, но она имеет и некоторые признаки второй группы.

Наиболее опасными для ТО являются отказы, поэтому рассмотрим более подробно третью группу состояния технической системы. Отказ – это основное понятие теории надежности. Отказ происходит в результате действия на объект множества как объективных, так и субъективных факторов. Эти факторы довольно трудно полностью учесть [9].

### *Классификация отказов*

1. По причинам возникновения различают отказы:

- *конструкционные*, вызванные недостатками конструкции;
- *технологические*, вызванные несовершенством или нарушением технологии изготовления;
- *эксплуатационные*, вызванные неправильной эксплуатацией.

2. По влиянию на работоспособность технической системы отказы делятся:

- на отказы элементов системы, вызывающие ее неисправность;
- на отказы элементов системы, вызывающие ее отказ.

3. По связям с отказами других элементов:

- на *зависимые* отказы;
- на *независимые* отказы.

4. По случайности возникновения:

- на *случайные* (внезапные);
- на *постепенные* (систематические).

Конечно, предложенная в [9] классификация (как и любая классификация), носит условный характер, так как иногда неисправность можно отнести сразу к нескольким ее видам. Например, неполадку №5 можно отнести одновременно к группе «отказы» и к группе «работоспособное, но неисправное», она может быть вызвана как конструкционными, так и эксплуатационными причинами, а возникнуть она может как случайно, так и постепенно.

Необходимо отметить также, что все перечисленные выше неполадки носят «уведомительный об аварийной ситуации» характер, т.е. констатируют уже возникшую аварийную ситуацию, но не позволяют спрогнозировать ее наступление. Качественные (не количественные) оценки признаков и причин неполадок не позволяют «просчитать» оценку близости конкретной ситуации к аварийной. Для расчета такой оценки (как отмечено во всех учебниках по технической диагностике, а также авторами [2]) необходимо: разработать математическую модель функционирования объекта диагностирования, создать математическую модель повреждений и отказов и построить алгоритмы диагностирования.

Однако (как уже отмечалось в п.2 данной статьи) такой подход предполагает длительный, дорогостоящий и не всегда успешный путь создания системы оперативной диагностики. Воспользуемся тем же приемом, что и при создании систем управления – т.е. вместо создания математических моделей объектов диагностирования и моделей отказов сразу же приступать к разработке алгоритма диагностирования с использованием современных интеллектуальных технологий. Использование ИТ позволяет решать аналогичные задачи сразу же, и как показал опыт (например, [4-8]), достаточно успешно. То есть в данном случае будет использоваться эффект «готовых знаний» полученных от людей-экспертов.

Основу предлагаемой методики разработки алгоритмов диагностирования составляют (см. п.2 настоящей статьи) матрицы планирования ПФЭ вместо традиционных правил продукций. Рассмотрим методику формирования матрицы планирования ПФЭ на примере диагностирования неполадки №5.

Изменение температуры в печи вполне «штатная» ситуация, которая регулируется с помощью поднятия или заглубления электродов «тонкая регулировка» или переключением ступеней трансформатора «грубая регулировка» и объясняется неравномерностью химического и физического свойств загружаемой шихты. Однако, если температура превысит некоторый пороговый уровень и не удастся ее снизить с помощью системы управления, то это говорит о возникновении аварийной ситуации по перечисленным пяти причинам. То есть можно сказать, что если изменение температуры в определенных пределах компенсируется с помощью управляющего воздействия, то техническое состояние печи считается нормальным и она находится в сфере действия системы управления (АСУТП). В тоже время, если даже температура еще не вышла за допустимые границы, но не «подчиняется» системе управления, которая дает команду на ее снижение, то это говорит о том, что ситуация близка к аварийной, и необходимо перейти в сферу влияния подсистемы диагностики - АСКиОД.

В работе [10] нами была сделана попытка оценки качества вновь создаваемой технической системы с помощью оценки ее управляемости. Здесь можно использовать этот же критерий для оценки действующей технической системы с точки зрения текущего состояния ТО. То есть в качестве диагностического признака (ДП) использовать показатель текущей управляемости технологического оборудования. Это возможно сделать при наличии АСУТП, позволяющей контролировать и оценивать входные, выходные переменные и управляющие воздействия на ТО.

Таким образом, определение степени управляемости ТО позволит на ранней стадии оценить возможность наступления аварийной ситуации. В соответствии с определением Калмана [11] под управляемостью (ликвидацией начального рассогласования) понимают свойство системы иметь управляющие воздействия, которые позволяют перевести ее из заданного начального состояния в

требуемое за конечный отрезок времени. В [10] дан глубокий анализ многочисленных методов определения управляемости ТО, однако все они достаточно сложны и требуют знание статических и динамических характеристик объекта управления, что не всегда возможно. Мы в [10] привели методику оценки степени управляемости ТО с использованием знаний, опыта и интуиции операторов-технологов с помощью современных интеллектуальных технологий.

Для определения степени текущей управляемости ТО предлагается использовать следующие критерии: статическая оценка каналов управления, оценка инерционности ТО, оценка помехоустойчивости ТО и оценка измеряемости ТО. Так как критерии помехоустойчивости и измеряемости ТО слабо изменяются во времени, то их можно не учитывать в оценке общей управляемости ТО.

В качестве примера рассмотрим методику оценки степени управляемости ТО для неполадки №5.

При этом под статической оценкой понимаются следующие переменные:

- температура под крышкой электропечи ( $X_1$ );
- величина заглибления электродов ( $X_2$ );
- факт переключения ступеней трансформатора с момента начала повышения температуры ( $X_3$ ).

В качестве динамических оценок примем следующие показатели:

- скорость повышения температуры ( $X_4$ );
- инерционность объекта ( $X_5$ ) по каналу «глубина погружения электрода – температура в печи»,

это время реакции ТО (температура в печи) на управляющее воздействие (глубины погружения электрода).

Выходной переменной будем считать общую оценку управляемости ( $Y$ ).

Все эти переменные (кроме факта переключения ступеней трансформатора) можно нормализовать с помощью формулы (1), которая позволяет оценивать изменение их значений от минимального до максимального в диапазоне  $[0 - 1]$ . Переменная  $X_3$  может принимать лишь два значения: 1 (переключение ступеней было) и 0 (переключение ступеней не было).

Необходимо также учесть, что практически все критерии и статические и динамические оценки каналов управления будут изменяться в зависимости от мощности печи. Поэтому необходимо формировать матрицу планирования ПФЭ для каждого значения мощности  $W_i$  отдельно.

Теперь можно приступить к самому главному – составлению правил продукции или формирование базы знаний опытных операторов-технологов или ИТР цеха производства желтого фосфора НДФЗ. Например, правила могут иметь следующий вид:

**Правило 1:** «ЕСЛИ ТЕМПЕРАТУРА МИНИМАЛЬНА» И «ЗАГЛУБЛЕНИЕ МИНИМАЛЬНО» И «ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ НЕ БЫЛО» И «СКОРОСТЬ ПОВЫШЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ МИНИМАЛЬНА» И «ИНЕРЦИОННОСТЬ ОБЪЕКТА НИЗКАЯ» ТО «УПРАВЛЯЕМОСТЬ ВЫСОКАЯ»;

**Правило 2:** «ЕСЛИ ТЕМПЕРАТУРА МАКСИМАЛЬНАЯ» И «ЗАГЛУБЛЕНИЕ МАКСИМАЛЬНО» И «ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ БЫЛО» И «СКОРОСТЬ ПОВЫШЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ МАКСИМАЛЬНА» И «ИНЕРЦИОННОСТЬ ОБЪЕКТА ВЫСОКАЯ» ТО «УПРАВЛЯЕМОСТЬ НИЗКАЯ»;

**Правило 3:** «ЕСЛИ ТЕМПЕРАТУРА СРЕДНЯЯ» И «ЗАГЛУБЛЕНИЕ СРЕДНЕЕ» И «ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ НЕ БЫЛО» И «СКОРОСТЬ ПОВЫШЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ СРЕДНЯЯ» И «ИНЕРЦИОННОСТЬ ОБЪЕКТА СРЕДНЯЯ» ТО «УПРАВЛЯЕМОСТЬ СРЕДНЯЯ»;

и т.д.

Гораздо удобнее эти правила продукции формировать в виде матрицы планирования ПФЭ, проведя с экспертами так называемые «мысленные эксперименты», тогда матрица планирования для этих трех правил будет иметь вид (см. таблицу 4).

Таблица 4. Матрица планирования ПФЭ для оценки степени управляемости для мощности  $W_i$

№ эксперимента	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$Y$
1	0	0	0	0	0	1
2	1	1	1	1	1	0
3	0,5	0,5	0	0,5	0,5	0,5

Для обеспечения проведения полного факторного эксперимента при трехуровневой оценке переменных: 0, 0.5 и 1.0 количество экспериментальных точек будет равно:  $N=3^5=153$ . Но желательно применять пятиуровневую оценку: 0.0, 0.25, 0.5, 0.75 и 1.0, тогда количество точек будет равно  $N=5^5=2625$ . Однако такое большое количество экспериментов трудно реализовать, в этом случае можно осуществить дробный факторный эксперимент (ДФЭ) с меньшим количеством экспериментальных точек [4]. При этом необходимо помнить, что точность интеллектуальных моделей для систем управления должна быть гораздо выше, чем для подсистемы диагностики. Поэтому количество точек при ДФЭ для системы диагностики может быть значительно меньше, чем требуется для управления печью. Но в любом случае, чем больше будет проведено «мысленных экспериментов», тем точнее интеллектуальная модель алгоритма диагностирования.

Матрицу планирования ПФЭ можно использовать для синтеза одной из трех видов интеллектуальных моделей: нечеткой, нейросетевой или нейро-нечеткой. Далее проводятся исследования полученных интеллектуальных моделей на чувствительность, устойчивость, однозначность и адекватность. Лучшую из этих трех моделей можно использовать при создании подсистемы диагностики - АСКиОД.

Далее можно принять, например, следующую градацию оценки степени близости текущего состояния ТО к аварийной ситуации (для неполадки №5) в зависимости от оценки степени управляемости:

- а) если значение  $Y$  лежит в пределах от 0 до 0,25 – аварийная ситуация возникла;
- б) если значение  $Y$  лежит в пределах от 0,26 до 0,5 – это предаварийная ситуация;
- в) если значение  $Y$  лежит в пределах от 0,51 до 0,75 – аварийная ситуация возможна;
- г) если значение  $Y$  лежит в пределах от 0,76 до 1,0 – печь находится в нормальном состоянии.

В зависимости от величины оценки степени управляемости печи АСКиОД может принять одно из следующих решений:

в случае (г) – ничего не предпринимать;

в случае (в) – проанализировать возможные причины снижения управляемости: зависание шихты в загрузочных течках; передержка шлака; короткие электроды; избыток кокса в шихте; облом электрода;

в случае (б) – в зависимости от результатов анализа произвести одно из следующих действий: выявить течку с зависшей шихтой и «пробить» ее согласно инструкции; слить шлак с максимальным удалением кокса; перепустить электроды или дать «промывку» шихтой, обедненной коксом;

в случае (а) - действовать по распоряжению технолога цеха.

Аналогично можно сформировать матрицу планирования ПФЭ и для оценки степени управляемости печи при неполадке №6. Неполадку №10 по классификации [9] можно отнести к группе случайных (внезапных), причины возникновения которых невозможно заранее спрогнозировать. Неполадки такого класса фиксируются соответствующими датчиками, а реакция на них оговаривается в технологических инструкциях и может быть продублирована на экране монитора с помощью подсистемы АСКиОД.

Таким образом, предложенная методика оценки степени управляемости ТО позволяет уже на ранней стадии прогнозировать возникновение аварийных ситуаций и предотвращать их.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. М.В. Ионов, М.Н. Краснянский. Автоматизированные системы технической диагностики химико-технологического оборудования // Вопросы современной науки и практики №2 (40). 2012. – Тамбов: Университет имени В.И. Вернадского, с. 66-73..
2. А.Р. Титов, Д.Н. Коркушев, А.В. Широков. Разработка и внедрение интеллектуальной системы диагностики мощных силовых трансформаторов. – Казань: филиал ОАО «Сетевая компания».
3. А.В. Андрейченков. Интеллектуальные информационные системы. – М.: Финансы и статистика, 2006. – 424 с.
4. Б.А. Сулейменов, Г.М. Мутанов, А.Б. Сулейменов. Интеллектуальные системы управления: теория, методы, средства. – Алматы: Казак университеті, 2012. - 223 с.
5. П.П. Пархоменко. Основы технической диагностики. Кн. I. Модели объектов, методы и алгоритмы диагностики. – М.: Энергия, 1976. – 464 с.

6. B. Suleimenov, B. Muhanov. Development of an optimal control system for smelting process in the molten-pool // *Elektrotechnichnyy. No/vol:11b/2012*, p 124-130.
7. Сулейменов Б.А. Интеллектуальные и гибридные системы управления технологическими процессами. - Алматы : Шикла, 2009, - 320 с.
8. Б.А. Сулейменов, Д.Ж. Хамметов. Разработка MES-технологии для для агломерационного отделения НДФЗ // *Инженерно-технический журнал «Вестник автоматизации», №33, 2011 г.*, с. 10-13.
9. А.Н. Тихонов. Основы теории надежности и диагностики. – Барнаул: АлтГТУ, 2008, - 226 с.
10. Б.А. Сулейменов, Г.М. Мутанов. Управление технологическими процессами в цветной металлургии. – Алматы: Гылым, 1997, - 279 с.
11. Kalman R.T. *Topics in Mathematical System Theory*. Mc Graw-Hill, New York, 1969.

#### REFERENCES

- [1] M.V. Ionov, M.N. Krasnyanskiy. *Automated systems for technical diagnostics of chemical process equipment* // *Problems of modern science and practice № 2 (40)*. , 2012. - Tambov University named after V.I. Vernadsky, p. 66-73 ..
- [2] A.R. Titov, D.N. Korkushev, A.V. Shirokov. *Development and implementation of an intelligent system diagnostics of large power transformers*. - Kazan: branch of JSC "Grid Company".
- [3] A.V. ANDREICHENKO. *Intelligent information system*. - Moscow: Finance and Statistics, 2006. - 424 p.
- [4] B. A. Suleimenov, G.M. Mutanov, A.B. Suleimenov. *Intelligent control systems: theory, methods, tools*. - Almaty: Kazak universiteti, 2012. - 223 p.
- [5] P.P. Parkhomenko. *Fundamentals of technical diagnostics of. Book I. Models of objects, methods and algorithms of diagnostics*. - Moscow: Energiya, 1976. - 464.
- [6] B. Suleimenov, B. Muhanov. Development of an optimal control system for smelting process in the molten-pool // *Elektrotechnichnyy. No/vol:11b/2012*, p 124-130.
- [7] Suleimenov B. A. *Intelligent and hybrid process control system*. - Almaty: Shikula, 2009, - 320 p.
- [8] B. A. Suleimenov, D.Zh. Hammettov. *Development of MES-technology for the Department of agglomeration of NDPP* // *Engineering and technical journal "Bulletin of automation"*, № 33, 2011, p. 10-13.
- [9] A. N. Tikhonov. *Fundamentals of the theory of reliability and diagnostics*. - *Barnaul Altai State Technical University*, 2008 - 226 p.
- [10] B. A. Suleimenov, G.M. Mutanov. *Process Control in non-ferrous metallurgy*. - Almaty: Gylym, 1997, - 279 p.
- [11] Kalman R.T. *Topics in Mathematical System Theory*. Mc Graw-Hill, New York, 1969.

Сулейменов Б.А, Сугурова Л., Войцик В., Сулейменов А.Б.

#### **Технологиялық жабдықтардың жағдайын бақылау және жедел диагностикалау интеллектуалды жүйесін құрудың концепциясы**

**Түйіндеме.** Мақалада технологиялық объектінің басқару дәрежесін бағалау негізінде жедел диагностика интеллектуалды алгоритмдерін құру әдістемесі ұсынылған. Бұл әдіс толық факторлық эксперимент (ТФЭ) жоспарлау матрицасы түрінде ұсынылған, операторлар-технологтардың көкейкөздерін, тәжірибесін және білімін қолдану қарастырылады. Және де тәжірибелі технолог-операторлар ТФЭ жоспарлау матрицасын “ойдағы эксперимент” режимінде қалыптастырады, бұл анағұрлым еңбектік шығындарды және материалдық қорлардағы шығындарын қысқартады.

**Негізгі сөздер:** диагностика, автоматтандырылған басқару жүйелері, интеллектуалды жүйе, алгоритм, технологиялық объект.

Сулейменов Б.А, Сугурова Л., Войцик В., Сулейменов А.Б.

#### **Концепция создания интеллектуальной системы контроля и оперативной диагностики состояния технологического оборудования**

**Резюме.** Предложена оригинальная методика разработки интеллектуальных алгоритмов оперативной диагностики на основе оценки степени управляемости технологического объекта. Данная методика предусматривает использование знаний, опыта и интуиции операторов – технологов, представленных в форме матрицы планирования полного факторного эксперимента (ПФЭ). Причем матрицу планирования ПФЭ опытные операторы – технологи формируют в режиме “мысленного эксперимента”, что значительно сокращает трудозатраты и материальные ресурсы.

**Ключевые слова:** диагностика, автоматизированная система управления, интеллектуальная система, алгоритм, технологический объект.



Suleimenov B., Sugurova L., Waldemar Wójcik, Suleimenov A.

**Concept of creating an intelligent system for control and operational diagnostics of technological equipment condition**

**Summary.** Proposed is a concept for creation a system of an automated monitoring and on-line diagnostics of main technological equipment conditions. Monitoring and diagnostics system should work together with the automated control system. In this case, the effects of the optimal management and operational forecasting of the process equipment will complement each other and enhance the overall efficiency of the system. Proposed is the technique for creating diagnostic algorithms with the use of intelligent technologies that will speed up their development and improve the accuracy of the forecast.

**Key words:** diagnostics, automated control system, intelligent system, algorithm, technological object .

УДК [621.946:621.391.3]:004.42

**Е.А. Алтай, А.К. Азелханов**

(Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева,  
Алматы, Республика Казахстан)

**ФОРМИРОВАНИЕ И ОБРАБОТКА НАВИГАЦИОННОГО СИГНАЛА**

**Аннотация.** Сформулирована и обработана модель навигационного сигнала. С помощью программы MatLab, выполнена процедура перекодировки навигационного сигнала по алгоритмам и сравнены с результатом осциллограммы.

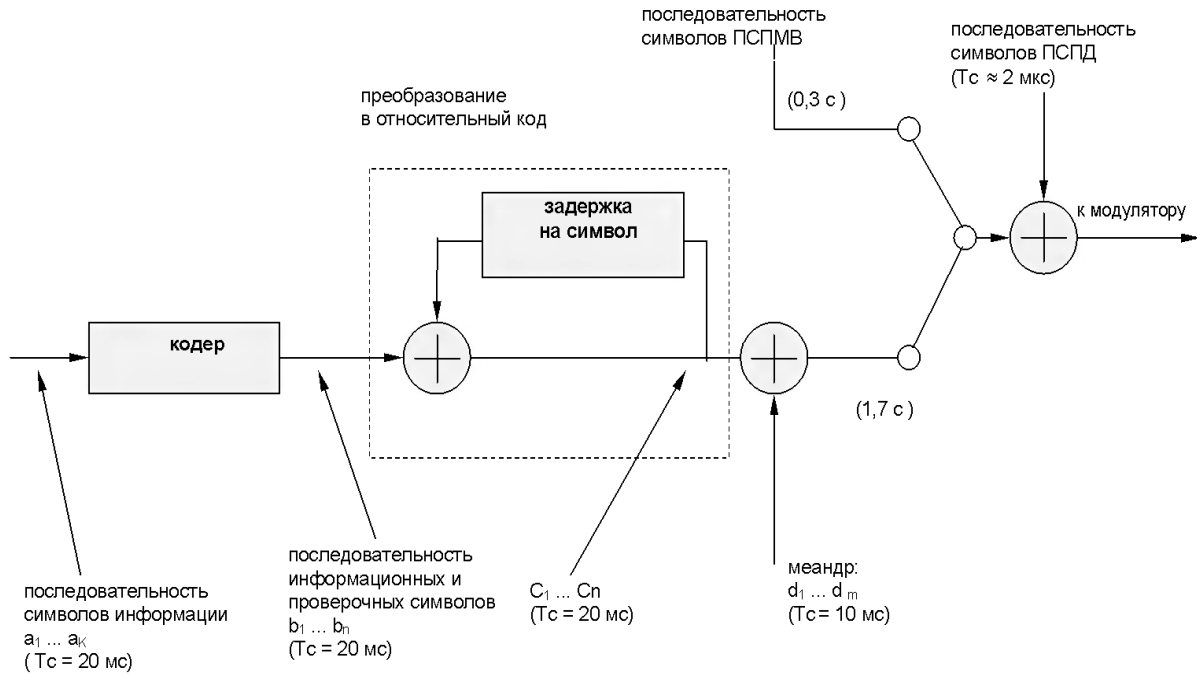
**Ключевые слова:** моделирование, обработка навигационного сигнала, алгоритмы перекодировки, псевдослучайный код, кодировка.

Формирование навигационного сообщения формируется в виде непрерывно следующих строк длительностью 2 с. В первой части каждой строки в течение 1,7 с передается информация навигационного сообщения, во второй части каждой строки в течение 0,3 с – двоичный код метки времени.

Двоичная последовательность информации навигационного сообщения образуется в результате сложения по модулю двух двоичных последовательностей: последовательности символов цифровой информации навигационного сообщения в относительном коде с длительностью символов 20 мс; последовательности меандра с длительностью символов 10 мс.

Двоичный код метки времени представляет собой укороченную двоичную псевдо случайную последовательность длиной 30 символов с длительностью символов 10 мс, которая описывается образующим полиномом  $g(x) = 1 + x^3 + x^5$  и имеет вид 111110001101110101000010010110.

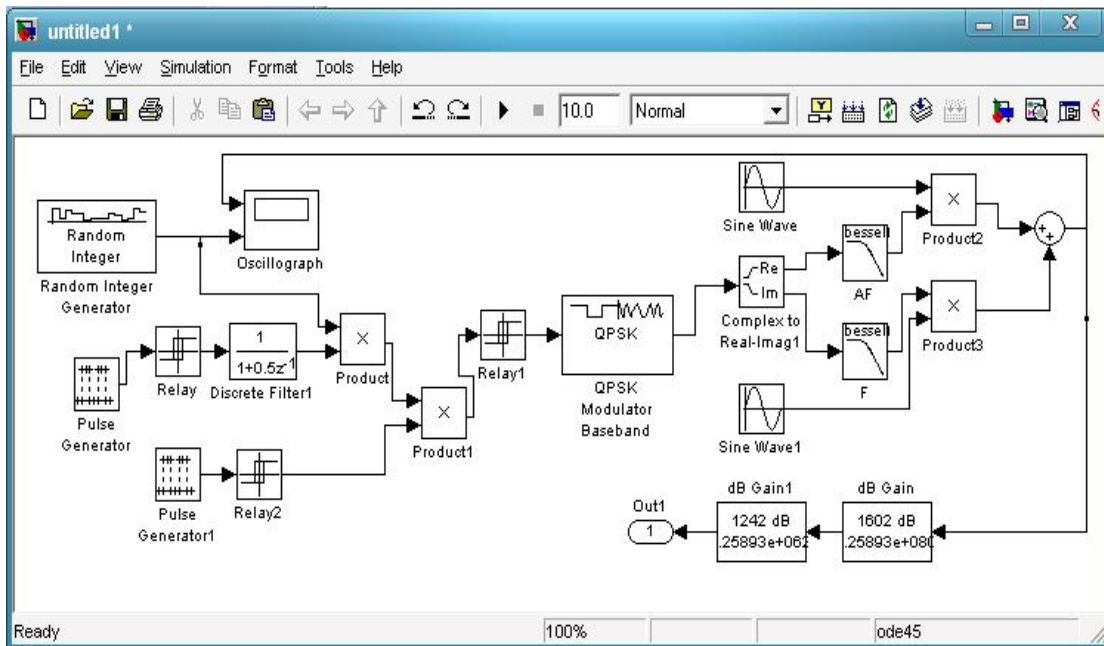
Первый символ цифровой информации в каждой строке всегда "0". Он является "холостым" и дополняет укороченную псевдо случайную последовательность предыдущей строки до полной (не укороченной) псевдо-случайную последовательности. На рисунке 1 показано упрощенная схема формирования навигационных данных [1,3].



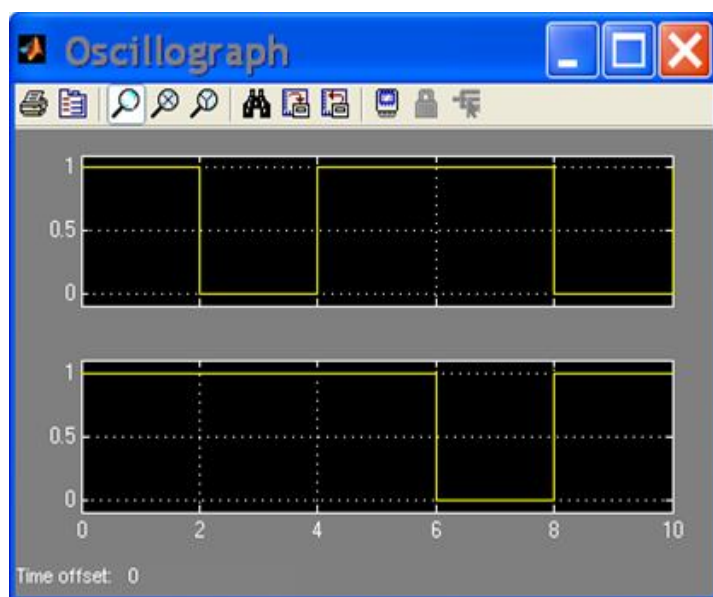
**Рис. 1.** Упрощенная структурная схема формирования навигационных данных

**Формирование навигационного сигнала в MatLab.**

В блок-схеме формирования и обработки навигационного сигнала (НС) с борта навигационного спутника связи (НСС) (рис. 2) навигационный сигнал формируется из навигационных данных (блок Random Integer Generator), псевдослучайного дальномерного кода (последовательность кода задается блоком Discrete Filter) и меандра (блок Pulse Generator 1). После формирования навигационный сигнал модулирует несущую частоту (блок QPSK Modulator Baseband 2). Полученный сигнал поэтапно усиливается (блоки dB Source и Antenna gain), после чего поступает, минуя линию связи, на приемник. Можно сказать, что навигационный сигнал формируется из навигационных данных.



a)



б)

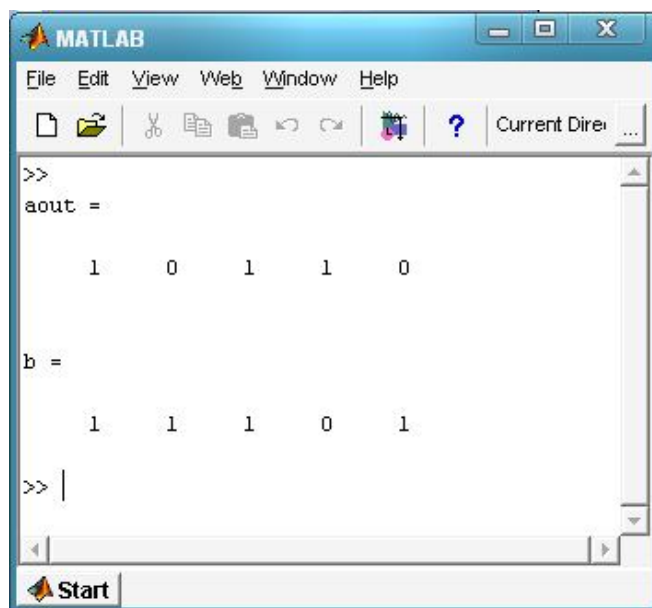
Рис. 2. Формирование навигационных сигналов – а) блок-схема навигационного сигнала; б) результат моделирования блок-схемы

В блок Random Integer Generator мы ввели символы [1 1 1 0 1] в сигнальной форме. Вышло два результата сигналы в виде [1 0 1 1 0] и [1 1 1 0 1] при моделировании блок-схемы. Процедура перекодировки по алгоритмам [2]:

```

C:\Documents and Settings\Admin\Мои документы\cod.m
File Edit View Text Debug Breakpoints Web Window Help
1 % m - файл
2 %Алгоритм
3 % входная последовательность
4 - a=[1 1 1 0 1]; % выходная последовательность
5 - aout(1)=a(1); i = 1; for i = 2 : 5
6 - aout(i)=xor(a(i),aout(i-1)); end
7 - aout %вывод выходной последовательности в командное окно
8 % Алгоритм
9 - b(1) = aout(1);
10 - for i = 2 : 5
11 - b(i) = xor(aout(i-1), aout(i)); end
12 - b %вывод обратного преобразования в командное окно
script Ln 12 Col 54
    
```

а)



б)

**Рис. 3.** Результаты перекодировки алгоритмов – а) скриншот программы перекодировки в виде m- файла; б) результат перекодировки алгоритмов

По результатам осциллограммы и перекодировки алгоритмов основной кодируемый алгоритм [1 1 1 0 1] перекодировается [1 0 1 1 0] и [1 1 1 0 1] сигналов. Результат одинаковый, навигационные сигналы формировались правильным.

В заключение следует отметить, что с помощью программного продукта Matlab формировался навигационный сигнал и обрабатывался в виде алгоритмов. Решена задача, которую нельзя эффективно решить известными криптографическими методами.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Конин В. В., Кони́на Л. А. Спутниковые системы навигации. – Киев: 2010. – 225с.
2. Дьяконов В. П. MATLAB 6. 5, Simulink 5/6. Обработка сигналов и проектирование фильтров. – М.: СОЛОН Пресс, 2005. – 576с.
3. Соловьев Ю. А. Системы спутниковой навигации. – М.: ЭКО – ТРЕНДЗ, 2000. – 268 с.

#### REFERENCES

1. Konin V.V., Konina L.A., Sputnikovye sistemy navigatsii. –Kiev: 2010.-225s.
2. Dyakonov V.P. MATLAB 6.5, Simulink 5/6. Obrabotka signalov i proektirovanie filtrov. -M.: Solon Press, 2005.-576s.
3. Solovev Yu.A. Sistemy sputnikovoy navigatsii. –M.: EKO –Trendz, 2010. -268s.

Алтай Е.А., Азелханов А.К.

#### **Навигациялық сигналдың қалыптасу және өңделуі**

**Түйіндеме.** Мақалада арнайы MatLab бағдарламасының көмегімен навигациялық сигналдардың қалыптасуы және өңделуі, навигациялық сигналдың қайта кодталуы да қарастырылды.

**Түйін сөздер:** модельдеу, навигациялық сигналды өңдеу, кодтау алгоритмдері, жалған-кездейсоқ код, кодтау.

Altai E.A., Azelhanov A.K.

#### **Formation and navigation signal surfacing**

**Summary.** Formulated and processed model of the navigation signal. With the program MatLab procedure performed by a navigation signal recoding algorithms and was compared with the result of oscillograms.

**Key words:** modeling, Surfacing navigation signal conversion algorithms, pseudo-random code, encoding.

УДК 681.513.5

Wójcik W.<sup>1</sup>, Сулейменов Б.А.<sup>2</sup>, Шадрин Г.К.<sup>3</sup>, Шадрин М.Г.<sup>3</sup>, Порубов Д.А.<sup>2</sup>,

<sup>1</sup>Люблинский политехнический университет, Польша, г. Люблин.

<sup>2</sup>Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева,  
Алматы, Республика Казахстан.

<sup>3</sup>Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д.Серикбаева,  
Усть-Каменогорск, Республика Казахстан)

## **СИСТЕМА ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ДИЗЕЛЬНОЙ АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКОЙ НА ПРИМЕРЕ КАРЬЕРНОГО АВТОТРАНСПОРТА**

**Аннотация.** Рассматривается оптимальное управление процессом движения автотракторной техники с применением комплексного критерия, зависящего от путевого расхода топлива и времени движения, с изменяемыми коэффициентами математической модели физического процесса, учитывающих влияние воздействий возмущающих факторов. Данный принцип управления позволяет экономить путевой расход топлива, уменьшить воздействие транспорта на окружающую среду и снизить влияние человеческого фактора на управление автотранспортом.

**Ключевые слова:** оптимальное управление, потребление топлива, автомобильный транспорт карьера, карьерный автомобильный транспорт, мобильное управление ресурсом, контроль за транспортным средством.

Принятая в Казахстане Транспортная стратегия Республики Казахстан (далее Стратегия) до 2015 года [1] имеет общегосударственное значение, что нашло свое отражение в Послании Президента Республики Казахстан народу Казахстана от 1 марта 2006 года "Казахстан на пороге нового рывка вперед в своем развитии". Разработчиком является Министерство транспорта и коммуникаций Республики Казахстан. Целью Стратегии является «Опережающее развитие транспортно-коммуникационного комплекса, способного в полном объеме удовлетворять потребности экономики и населения в транспортных услугах». Одними из основных стратегических задач и принципов Стратегии являются:

- достижение наибольшей эффективности транспортных процессов и снижение доли транспортной составляющей в стоимости конечной продукции во внутреннем, транзитном и экспортно-импортном сообщении;
- повышение конкурентоспособности транспортной системы Казахстана за счет инновационных технологий и кластерного развития инфраструктуры;
- обеспечение безопасности транспортных процессов, снижение количества и тяжести происшествий на транспорте; обеспечение экологической безопасности и рационального использования энергетических ресурсов.

Как известно [2,3], автомобиль является одним из распространённых видов транспорта, в структуре транспортного цикла, применяемых при разработке месторождений. Проведение горных работ и увеличение глубины разработки карьеров ведет к увеличению объема транспортировки горных пород, но вместе с тем приводит к ухудшению дорожных условий, что сказывается на снижении технико-экономических показателей транспортирования горной массы [4]. Помимо этого происходит ухудшение экологической ситуации, при эксплуатации дизельных автосамосвалов, сопровождающая выбросами в атмосферу токсичных веществ [5].

Анализ результатов обработки данных [6] по надежности карьерного автотранспорта на предприятиях горнодобывающей промышленности показывает, что около 32 % всех отказов приходится на двигатель и его системы. Причинами являются, как увеличение пробега автомобиля, и связанное с этим ухудшение технического состояния (старение, износ трущихся деталей и т.д.), так и недостатки в работе технической службы, по поддержанию его работоспособности.

Помимо этого, при проведении горнодобывающих работ, происходят различного рода аварийные ситуации [7], которые можно условно разделить на четыре основные группы: неудовлетворительные горнотехнические и дорожные условия, нарушение правил движения, нерациональная организация работы автотранспорта, технические неисправности автосамосвалов. Помимо этого, как показывает статистический анализ [7], около 20% водителей, совершивших

аварии, являлись водителями 1-го класса, более трети – водителями второго класса, а почти 50% – водителями 3-го класса, что говорит от необходимости повышать классификацию водителей. Так же большое количество аварий совершается при работе в ночную смену, что связано с необходимостью повышенного напряжения водителей и сказывается на снижении его работоспособности вследствие переутомления. С увеличением грузоподъемности, размеров карьерного автотранспорта и усложнением транспортных коммуникаций вопрос обеспечения безаварийного движения становится одним из основных.

Помимо этого, возникает необходимость в обеспечении не только безопасности движения автотранспорта, но и в оптимальном режиме его работы по расходу топлива и по скорости движения [7,8]. Оптимальное управление движением автотранспорта должен обеспечивать водитель, но в связи с человеческим фактором, такими как его квалификация, утомляемость, невнимательность и т.д. сделать это не всегда удастся в полной мере.

В результате проведенного анализа, и исходя из цели и задач Стратегии, в целях улучшения показателей работоспособности карьерного автотранспорта, в процессе его эксплуатации, определена цель работы: снижение влияния человеческого фактора на управление автомобилем, в процессе его эксплуатации в горнодобывающей отрасли. Поставленная цель может быть достигнута решением следующей задачи: разработка математической модели и системы оптимального управления дизельной автотракторной техникой в процессе ее эксплуатации.

Разработанная система реализует оптимальное управление с применением улучшаемой модели физического процесса. Она состоит из трех уровней: I – верхний, II – средний и III – нижний (рисунок 1). Верхний уровень хранит параметры автомобиля и данные о маршруте движения. Средний уровень осуществляет поиск оптимальных оборотов коленчатого вала (КВ), угла опережения подачи топлива (УОПТ) и передачи, в соответствии с заданным критерием оптимальности. Нижний уровень осуществляет автоматическое управление топливной рейкой, поддерживая оптимальные обороты на каждом участке маршрута движения.

Рассмотрим структуру системы управления подробнее.

Верхний уровень I включает в себя следующие структурные блоки:

- блок 1 содержит заданные параметры для каждой марки автомобиля, такие как минимальная частота вращения КВ  $n_{e \min}$  и максимальная частота вращения КВ  $n_{e \max}$ ; масса автомобиля  $G_a$ ; КПД трансмиссии  $\eta_{tr}$ ;  $k$  – коэффициент сопротивления воздуха;  $F$  – лобовая площадь автомобиля;  $r_k$  – радиус ведущего колеса;  $i_k$  – передаточные числа коробки переключения передач (КПП) и др.;

- в блоке 11 содержится математическая модель автомобиля и двигателя;

- в блоке 12 осуществляется уточнение параметров модели по результатам измерений;

- в блоке 13 реализована целевая функция оптимального управления;

- в блоке 14 хранится память маршрута, которая включает в себя минимальную  $\mathcal{G}_{a \min}$  и максимальную  $\mathcal{G}_{a \max}$  скорости движения на разных участках маршрута движения. Предел скоростей задается в связи с безопасностью движения, соответственно правилам дорожного движения и дорожными условиями. Кроме того, в блоке хранится коэффициент дорожного сопротивления  $\psi$ , для каждого участка маршрута. Опытный водитель (эксперт) может скорректировать скорости движения, не выходя при этом за заданный диапазон. В таком случае необходимо скорректировать данные в блоке 14.



$n_e$  – частота вращения КВ;  
 $i_k$  – передаточное число коробки передачи;  
 $i_o$  – передаточное число главной передачи;  
 $0,377$  – коэффициент пересчета скорости в км/ч.

Математическую модель путевого расхода топлива автомобиля можно определить по следующему уравнению [11]:

$$Q_p = \frac{g_e \cdot (G_a \cdot \psi + 0,077 \cdot k \cdot F \cdot \mathcal{G}_a^2)}{0,36 \cdot 10^5 \cdot \eta_{TP} \cdot \rho_T} \quad (3)$$

где  $g_e$  – удельный расход топлива;  
 $G_a$  – расчетный вес автомобиля;  
 $\psi$  – коэффициент дорожного сопротивления;  
 $k$  – коэффициент сопротивления воздуха;  
 $F$  – лобовая площадь автомобиля;  
 $\mathcal{G}_a$  – скорость автомобиля;  
 $\eta_{TP}$  – коэффициент полезного действия трансмиссии;  
 $\rho_T$  – плотность топлива;

Уравнение (3) является приближенным, т.к. не учитывает следующие переменные: перемещение рейки, передаточные числа КПП и главной передачи, радиус колеса и нагрузки на двигатель. Для устранения данных недостатков, используя (1) и (2) на основании (3) и в результате соответствующих преобразований получаем улучшенную математическую модель путевого расхода топлива, учитывающую перечисленные выше переменные:

$$Q_p = \frac{g_e \cdot \left( G_a \cdot \psi \cdot i_k^2 \cdot i_o^2 + 0,011 \cdot k \cdot F \cdot r_k^2 \cdot \left( \frac{K_{d1} \cdot h - K_{d2} \cdot N}{T_d \cdot p + 1} \right)^2 \right)}{0,36 \cdot 10^5 \cdot \eta_{TP} \cdot \rho \cdot i_k^2 \cdot i_o^2} \quad (4)$$

где  $Q_p$  – путевой расход топлива;  
 $r_k$  – радиус ведущего колеса;  
 $i_k$  – передаточное число коробки передачи;  
 $i_o$  – передаточное число главной передачи;  
 $N$  – нагрузка на двигатель;  
 $h$  – перемещение рейки;  
 $g_e$  – удельный расход топлива;  
 $G_a$  – расчетный вес автомобиля;  
 $\psi$  – коэффициент дорожного сопротивления;  
 $k$  – коэффициент сопротивления воздуха;  
 $F$  – лобовая площадь автомобиля;  
 $\eta_{TP}$  – коэффициент полезного действия (КПД) трансмиссии;  
 $\rho$  – плотность топлива.

На основании (1,2,4) было выполнено имитационное моделирование зависимостей путевого расхода топлива ( $Q_p$ ), частоты вращения КВ ( $n_e$ ) и скорости движения автомобиля ( $\mathcal{G}_a$ ) от времени при фиксированном положении топливной рейки и передачи. Результаты представлены на рисунке 2.



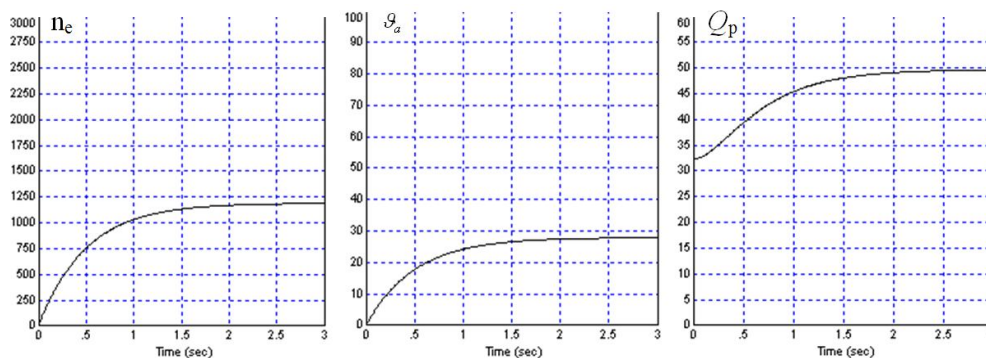


Рис.2. Результаты моделирования

Разработка системы оптимального управления.

Система оптимального управления включает математическую модель физического процесса объекта управления, выбор целевой функции и ограничения на управляющие и управляемые переменные.

Получим математическую модель путевого расхода топлива дизельного двигателя и автомобиля в процессе их эксплуатации.

Путевой расход топлива можно определить следующей формулой [12]:

$$Q_p = \frac{g_e \cdot N_e}{10000 \cdot g_a \cdot \rho} \quad (5)$$

где  $g_e$  – удельный расход топлива кг/(л.с.·ч);

$N_e$  – используемая эффективная мощность двигателя;

$g_a$  – скорость движения;

$\rho$  – плотность топлива.

Эффективная мощность двигателя находится по следующей формуле [11]:

$$N_e = G_a \cdot \psi \cdot g_a + 0,077 \cdot k \cdot F \cdot g_a^3 \quad (6)$$

где  $G_a$  – вес автомобиля;

$\psi$  – суммарное сопротивление дороги [13];

$k \cdot F$  – фактор обтекаемости автомобиля [11].

С учетом КПД трансмиссии формула (6) примет следующий вид:

$$N_e = \frac{G_a \cdot \psi \cdot V_a + 0,077 \cdot k \cdot F \cdot g_a^3}{\eta_{TP}} \quad (7)$$

При работе двигателя при изменениях значений УОПТ и частоты вращения КВ удельный расход топлива меняется, что можно наблюдать по внешней скоростной характеристике [8,11,12,13,14]. Зависимость удельного расхода топлива обычно представляется либо при разных частотах вращения КВ, либо при разных УОПТ и определенных частотах вращения КВ. Аппроксимируя данные полным квадратичным полиномом с помощью программного обеспечения CurveExpertPro, построим интерполяционную зависимость (рисунок 3) удельного расхода топлива от частоты вращения КВ и УОПТ, что позволяет вычислить удельный расход при их любых значениях:

$$g_e = a + b \cdot n_e + c \cdot \varphi + d \cdot n_e^2 + e \cdot \varphi^2 + f \cdot n_e \cdot \varphi \quad (8)$$

где:  $a, b, c, d, e, f$  – коэффициенты, значение которых зависит от типа двигателя;

$\varphi$  – угол опережения подачи топлива;

$n_e$  – частота вращения КВ.

На основании зависимостей путевого расхода топлива автомобиля (5), эффективной мощности (7), скорости движения автомобиля (2) и зависимости удельного расхода топлива (8) получена математическая модель путевого расхода топлива:

$$Q_p = \frac{G_a \cdot \psi}{10000 \cdot \eta_{\text{дд}} \cdot \rho} \cdot (a + b \cdot n_e + c \cdot \varphi + d \cdot n_e^2 + e \cdot \varphi^2 + f \cdot n_e \cdot \varphi) + \frac{0,077 \cdot k \cdot F \cdot r_k^2}{10000 \cdot \eta_{\text{дд}} \cdot \rho \cdot (i_k \cdot i_0)^2} \cdot (a + b \cdot n_e + c \cdot \varphi + d \cdot n_e^2 + e \cdot \varphi^2 + f \cdot n_e \cdot \varphi) \cdot n_e^2 \quad (9)$$

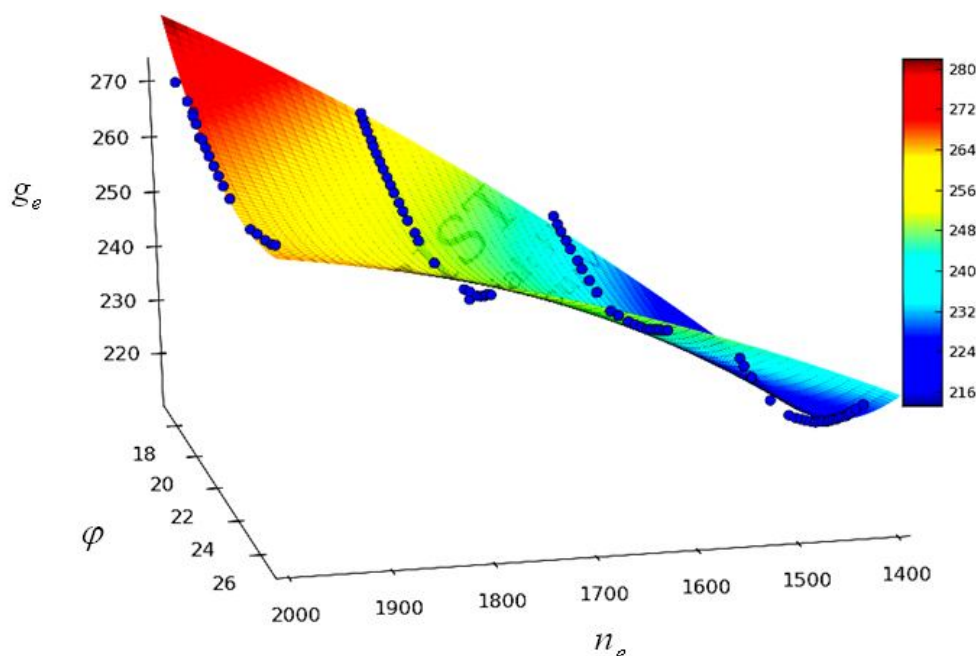


Рис. 3. Зависимость удельного расхода топлива от УОПТ и частоты вращения КВ

Зависимость (9) представляет собой зависимость путевого расхода топлива от УОПТ и частоты вращения КВ, передаточных чисел КПП, веса автомобиля, дорожных условий и от других параметров.

Следующий этап разработки системы оптимального управления состоит в выборе целевой функции (критерия оптимальности). Оптимизация осуществляется по минимуму расхода топлива и минимуму времени перевозки. Причем эти параметры взаимоисключающие, т.е. минимум времени перевозки достигается при минимуме расхода топлива и наоборот. Исходя из принципа однозначности [15], критерием оптимальности будет являться линейная комбинация двух целевых функций:

1. критерий минимума расхода топлива  $Q_p = f(n_e, \varphi) = \min$ ;
2. критерий минимума времени движения  $t = f(g_a) = \min$ .

При объединении этих критериев, получен следующий критерий:

$$Cf = p_1 \cdot Q_p + p_2 \cdot t \quad (10)$$

где  $p_1$  и  $p_2$  – веса важности критериев оптимальности. Принято:  $p_1 + p_2 = 1$ .

Достижение минимума времени движения достигается увеличением скорости движения.

Таким образом, оптимальное управление можно представить как задачу оптимизации:

$$Cf = p_1 \cdot Q_p + (1 - p_1) \cdot \frac{1}{g_a} = \min \quad (11)$$

при соблюдении следующих условий:

1. математическая модель путевого расхода топлива представлена зависимостью (9);

2. математическая модель скорости движения автомобиля представлена зависимостью (2); и следующих ограничений:

1.  $n_{e\min} < n_e < n_{e\max}$  ;
2.  $\varphi_{\min} < \varphi < \varphi_{\max}$  .

Решая поставленную задачу, получаем оптимальные значения УОПТ и частоты вращения КВ при определенной передаче. На рисунке 4 приведен пример зависимости целевой функции от частоты вращения КВ при фиксированном значении УОПТ  $\varphi$  и веса важности  $p_l$  для разных передач  $i_k$ .

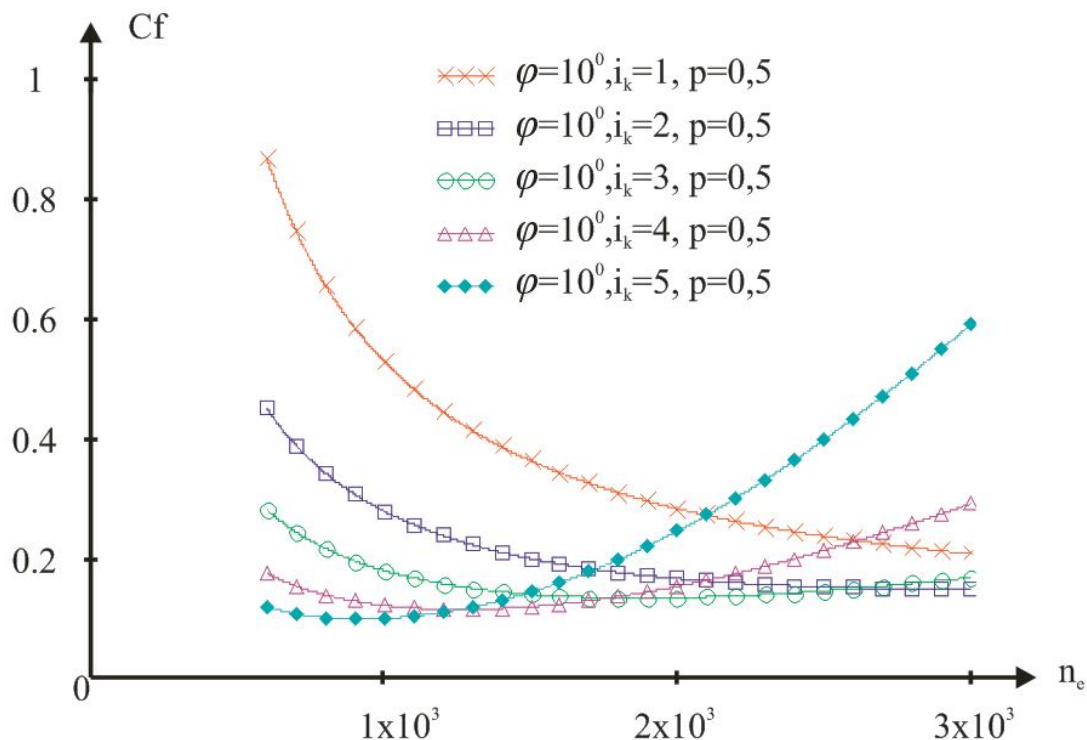


Рис. 4. Зависимость целевой функции от значений УОПТ, частоты вращения КВ и определенной передаче

Как видно из рисунка 1 система оптимального управления позволяет производить оценку технического состояния ТА дизельного двигателя (блоки 8,9,10). В процессе эксплуатации автотранспорта происходит износ деталей ТА, что вызывает отклонение его параметров от нормальных значений. Оценивая эти отклонения можно определить степень износа ТА. Для проведения оценки был выбран УОПТ. Оценка технического состояния ТА вычисляется по следующей формуле:

$$Z = \frac{|\varphi_{opt} - \varphi_{izm}|}{\Delta\varphi_{max}} \cdot 100\% \quad (12)$$

- где  $Z$  – оценка технического состояния ТА;  
 $\varphi_{opt}$  – оптимальное значение УОПТ;  
 $\varphi_{izm}$  – измеряемое значение УОПТ;  
 $\Delta\varphi_{max}$  – максимальное допустимое отклонение УОПТ от номинального значения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственные программы развития РК. Транспортная стратегия Республики Казахстан до 2015 года.
2. Мариев П.А., Кулешов А.А., Егоров А.Н., Зырянов И.В. Карьерный автотранспорт стран СНГ в XXI веке. СПб.: Наука, 2006.
3. Саменов Г.К., Джумагулов М.Ж. Исследование влияния дорожных условий на производительность автосамосвалов. Алматы: Вестник КазНТУ №2 (84) 2011. <http://vestnik.kazntu.kz/?q=en/newspaper/33>

4. Бахтурин Ю. А. Современное состояние карьерного транспорта. <http://www.masters.donntu.edu.ua/2007/fema/doroshenko/library/article1.htm>
5. Шешко О. Е. Перспективы снижения негативного воздействия карьерного автомобильного транспорта на окружающую среду//Научный вестник МГГУ. - 2012. - № 4 (25). С. 96-101
6. Ибатов М. К., Пак И. А., Аскарлов Б. Ш., Сарсембаев Т. У., Шалаев В. В. Совершенствование методов снижения загрязнения атмосферы вредными выбросами автотранспорта // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 3 <http://www.science-education.ru/109-9282>
7. Яковлев В. Л., Могилат В. Л., Тарасов П. И. Причины аварийности на технологическом автотранспорте карьеров и пути ее снижения // Горный информационно-аналитический бюллетень. - 2009. - № 1. - С. 211 - 217.
8. Грехов Л.В., Иващенко Н.А., Марков В.А. Топливная аппаратура и системы управления дизелей: Учебник для вузов.-М.:Легион-Автодата, 2004.-344 с., ил.
9. Крутов В.И. Автоматическое регулирование двигателей внутреннего сгорания. М.: Машиностроение, 1989 г.,-416 с., ил.
10. Березин С.В. Справочник автомеханика. Ростов на Дону:Феникс, 2008.-346 с., ил.
11. Говорущенко Н.Я. Экономия топлива и снижение токсичности на автомобильном транспорте. – М.: Транспорт, 1990. – 135 с., ил., табл.
12. Пузанков А.Г. Автомобили: Конструкция, теория и расчёт. Учебник для студ. учреждений сред. проф. Образования. М.: Издательский центр «Академия», 2007.-544 с., ил.
13. Федотов А.И., Заршиков А.М. Конструкция, расчет и потребительские свойства автомобилей. Учебное пособие. Иркутск, 2007.-333 с., ил.
14. Селифонов В.В., Хусаинов А.Ш., Ломакин В.В. Теория автомобиля: Учебное пособие.-М.: МГТУ «МАМИ», 2007.-102 с., ил.
15. Ли Т.Г., Адамс Г.Э., Гейнз У.М. Управление процессами с помощью вычислительных машин. Моделирование и оптимизация. Нью-Йорк, 1968 г. Пер. с англ., под ред. В.И. Мудрова. М., изд-во «Советское радио», 1972.-312 с., ил.

REFERENCES:

1. Gosudarstvennyye programmy razvitiya RK. Transportnaya strategiya Respubliki Kazakhstan do 2015 goda.
2. Mariyev P.A., Kuleshov A.A., Yegorov A.N., Zyryanov I.V. Karyernyy avtotransport stran SNG v XXI veke. SPb.: Nauka, 2006.
3. Samenov G.K., Dzhumagulov M.Zh. Issledovaniye vliyaniya dorozhnykh usloviy na proizvoditelnost avtosamosvalov. Almaty: Vestnik KazNTU №2 (84) 2011. <http://vestnik.kazntu.kz/=en/newspaper/33>
4. Bakhturin Yu. A. Sovremennoye sostoyaniye karyernogo transporta. <http://www.masters.donntu.edu.ua/2007/fema/doroshenko/library/article1.htm>
5. Sheshko O. Ye. Perspektivy snizheniya negativnogo vozdeystviya karyernogo avtomobilnogo transporta na okruzhayushchuyu sredy//Nauchnyy vestnik MGGU. - 2012. - № 4 (25). С. 96-101
6. Ibatov M. K., Pak I. A., Askarov B. Sh., Sarsembayev T. U., Shalaye V. V. Sovershenstvovaniye metodov snizheniya zagryazneniya atmosfery vrednymi vybrosami avtotransporta // Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya. – 2013. – № 3 <http://www.science-education.ru/109-9282>
7. Yakovlev V. L., Mogilat V. L., Tarasov P. I. Prichiny avariynosti na tekhnologicheskom avtotransporte karyerov i puti yeye snizheniya // Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten. - 2009. - № 1. - С. 211 - 217.
8. Grekhov L.V., Ivashchenko N.A., Markov V.A. Toplivnaya apparatura i sistemy upravleniya dizeley: Uchebnik dlya vuzov.-M.:Legion-Avtodata, 2004.-344 s., il.
9. Krutov V.I. Avtomaticheskoye regulirovaniye dvigateley vnutrennego sgoraniya. M.: Mashinostroyeniye, 1989 g.,-416 s., il.
10. Berezin S.V. Spravochnik avtomekhanika. Rostov na Donu:Feniks, 2008.-346 s., il.
11. Govorushchenko N.Ya. Ekonomiya topliva i snizheniye toksichnosti na avtomobilnom transporte. – М.: Transport, 1990. – 135 s., il., tabl.
12. Puzankov A.G. Avtomobili: Konstruktsiya, teoriya i raschet. Uchebnik dlya stud. uchrezhdeniy sred. prof. Obrazovaniya. М.: Izdatelskiy tsentr «Akademiya», 2007.-544 s., il.
13. Fedotov A.I., Zarshchikov A.M. Konstruktsiya, raschet i potrebitelskiye svoystva avtomobiley. Uchebnoye posobiye. Irkutsk, 2007.-333 s., il.
14. Selifonov V.V., Khusainov A.Sh., Lomakin V.V. Teoriya avtomobilya: Uchebnoye posobiye.-M.: MGTU «МАМИ», 2007.-102 s., il.
15. Li T.G., Adams G.E., Geynz U.M. Upravleniye protsessami s pomoshchyu vychislitelnykh mashin. Modelirovaniye i optimizatsiya. Nyu-York, 1968 g. Per. s angl., pod red. V.I. Mudrova. M., izd-vo «Sovetskoye radio», 1972.-312 s., il.

Wójcik W.<sup>1</sup>, Сулейменов Б.А.<sup>2</sup>, Шадрин Г.К.<sup>3</sup>, Шадрин М.Г.<sup>3</sup>, Порубов Д.А.<sup>2</sup>,

**Карьер автокөліктің мысалында дизельдік автотракторлық техниканың тиімді басқару жүйесі**

**Түйіндеме.** Мақалада тиімділік критерийіне сәйкес автотранспорттың басқару процессін автоматтандыруға мүмкіндік беретін басқарудың тиімді жүйесі құрылды. Ол тек қана автокөліктің басқару процессіне адами факторының әсер тигізуді азайтып қана қоймай, сондай ақ қоршаған ортаға автокөліктің кері әсерін төмендетіп, жолдық отынды төмендетуге мүмкіндік береді. Және де автомобильдің дизельдік қозғалтқышының КА техникалық жағдайын жуықтап бағалайды.

**Негізгі сөздер:** тиімді басқару, отынды тұтыну, карьера автомобильдік көлік, карьералық автомобильдік көлік, ресурспен мобильді басқару, көліктік құралға бақылау.

Wójcik W.<sup>1</sup>, Сулейменов Б.А.<sup>2</sup>, Шадрин Г.К.<sup>3</sup>, Шадрин М.Г.<sup>3</sup>, Порубов Д.А.<sup>2</sup>,

**Система оптимального управления дизельной автотракторной техникой на примере карьерного автотранспорта**

**Резюме.** Рассматривается разработанная система оптимального управления позволяет автоматизировать процесс управления автотранспортом, в соответствии с критерием оптимальности, что позволяет не только уменьшить влияние человеческого фактора на процесс управления автотранспортом, снизить путевой расход топлива, тем самым снижая отрицательное влияние автотранспорта на окружающую среду, но и проводить приближенную оценку технического состояния ТА дизельного двигателя автомобиля.

**Ключевые слова:** оптимальное управление, потребление топлива, автомобильный транспорт карьера, карьерный автомобильный транспорт, мобильное управление ресурсом, контроль за транспортным средством.

Wójcik W.<sup>1</sup>, Сулейменов Б.А.<sup>2</sup>, Шадрин Г.К.<sup>3</sup>, Шадрин М.Г.<sup>3</sup>, Порубов Д.А.<sup>2</sup>,

**Optimal control system of diesel automotive engineering by example of open pit motor transport**

**Summary.** So developed optimal control system allows automating of motor transport control process in accordance with optimality criterion, thus allowing not only reducing of human factor influence for the process of motor transport driving, but also reducing of fuel consumption, not only reducing the negative influence of motor transport for environment, but also performing approximate evaluation of fuel equipment technical condition of truck diesel engine.

**Key words:** optimal control, fuel consumption, quarry road transport, career road transport, mobile resource management, vehicle control.

УДК 621.668 (088.8)

**В.Г. Кушнир**

(Костанайский государственный университет имени А.Байтурсынова  
Костанай, Республика Казахстан)

**ОБОСНОВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВНОЙ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ВОДОПОДЪЕМНОГО АГРЕГАТА**

**Аннотация.** Подъем воды механизированными средствами на пастбищах в нашей стране получило широкое распространение, начиная с 70-х годов нашего столетия. И в настоящее время для обводнения пастбищ применяется большое количество водоподъемных средств, которые различаются по принципу действия, конструктивному исполнению, виду рабочих органов, технико-экономическими показателями. Применяющееся на пастбищах многообразие различных конструкций средств механизации подъема воды объясняется различными типами водозаборных сооружений, глубиной колодцев до дна, дебитом водоисточника, а также поисками эффективных конструкций водоподъемников, которые наиболее полно отвечали бы все возрастающим зоотехническим и технико-экономическим требованиям.

**Ключевые слова:** водоподъемник, лента, барабан, производительность, слой воды, ролик, диаметр, скольжение.

На пастбищах республики Казахстан, Российской Федерации и республик Средней Азии применяются модернизированные ленточные водоподъемные установки. Данные водоподъемники рекомендованы к использованию для фермерских хозяйств различной специализации и пастбищного животноводства.

Водоподъемники ленточные предназначены для подъема воды из шахтных колодцев, наиболее эффективны при установке на стационарных водопойных пунктах. Состоят из рабочего органа в виде бесконечной гладкой или шероховатой прорезиненной ленты, приводимой в движение ведущим (верхним) барабаном, на котором эта лента подвешена. В нижней части лента свободно опущена под уровень воды и натянута благодаря собственному весу и весу натяжного устройства – нижний (ведомый) барабан с грузом. Ведущий барабан находится в водоприемном корпусе, который имеет откидную крышку, дно с карманами и сливной патрубком. Водоподъемник устанавливается на одной раме с двигателем внутреннего сгорания, электродвигателем или ветродвигателем. Привод осуществляется клиноременной передачей. Для последовательного запуска двигателя внутреннего сгорания и водоподъемника на ведущем валу имеется муфта сцепления. С целью съема не сбросившейся части воды с нисходящей ветви ленты, на верхней части кармана установлен водосъемный элемент.

Технологический процесс подъема воды водоподъемником осуществляется следующим образом. При вращении ведущего барабана лента за счет сил трения приводится в движение и, пробегая под водой, смачивается и, выходя из воды, удерживает на своей поверхности некоторый ее слой благодаря силам молекулярного сцепления. В результате того, что скорость движения ленты превосходит скорость стекания воды по ней, этот слой поднимается вверх. При пробегании ленты по верхнему ведущему барабану часть воды за счет центробежной силы отрывается от поверхности ленты, не оторвавшаяся часть воды снимается водосъемным элементом и попадает в водоприемный корпус, откуда по сливному патрубку вода поступает в емкость или непосредственно в групповые поилки или корыта. Регулирование подачи воды осуществляется путем изменения частоты вращения ведущего вала водоподъемника с помощью различных устройств в зависимости от рода привода.

Ленточные водоподъемники в процессе работы выполняют следующие операции: захват и подъем воды рабочим органом и отвод воды с поверхностей ленты в водоприемный корпус. Основной и наиболее ответственной операцией является отвод поднятой воды с ленты, так как от этого зависит величина подачи водоподъемника и потребляемой энергии.

Анализ механики отвода поднятой воды показал, что при работе водоподъемника лента, выходя из воды, удерживает слой жидкости как внешней, так и внутренней поверхностью. Слой воды с внешней поверхности ленты сбрасывается в водоприемный корпус за счет центробежных сил. Слой воды, удерживающийся на внутренней поверхности водонесущей ветви ленты при набегании ее на ведущий шкив, накапливаясь, образует водяной клин между внутренней поверхностью ленты и ведущим шкивом. Рабочая поверхность последнего имеет форму сплошного цилиндра. По мере увеличения водяного клина под действием сил тяжести малая часть воды попадает в водоприемный корпус, большая часть воды через карман возвращается в водоисточник. При набегании ленты на ведущий барабан, слой воды, который находится на внутренней стороне ленты, сталкивается с основанием барабана при огибании его лентой. Здесь и происходит сброс этого слоя воды вниз. Во время работы ленточного водоподъемника лента со слоем воды подходит к ведущему барабану и набегает на него. Между основанием барабана и лентой находится слой жидкости, который увеличивает буксование ленты, так как слой воды выступает в роли смазки, при этом уменьшается скорость и уменьшается, соответственно производительность самого водоподъемника.

Таким образом, в конструкции серийно выпускаемых ленточных водоподъемников до набегания или при огибании лентой ведущего шкива отвод воды с внутренней поверхности ленты не предусмотрен, что нарушает их технологический процесс и ухудшает технико-экономические показатели.

Объемная подача водоподъемника является основным показателем его работы. Установлено [1], что увеличение подачи водоподъемника при постоянной ширине ленты непосредственно связано с увеличением скорости ленты, следовательно, и с увеличением тягового усилия на ведущем барабане. Также известно, что увеличение тягового усилия можно добиться следующими способами:

- повышением коэффициента трения скольжения ленты по барабану;
- увеличением угла обхвата барабана лентой;
- увеличением веса шкива-балласта.

Нетрудно убедиться в том, что увеличение веса шкива-балласта вызывает увеличение металлоемкости, коэффициент трения скольжения зависит от многих факторов, в том числе и от

наличия между соприкасающимися телами инородных веществ, в данном случае воды, являющейся смазкой. Следовательно, необходимо максимально уменьшить влияние этого фактора, что позволит одновременно улучшить условия трения и осуществить отвод воды с внутренней поверхности водонесущей ветви ленты. Это достигается установкой поджимного ролика на восходящей ветви ленты различной конструкции.

Исходя из вышеизложенного, с учетом анализа существующих конструкций и исследований ленточных водоподъемников с целью повышения их подачи предлагается, применить усовершенствованный ленточный водоподъемник. Новизна его конструкции подтверждена патентом РК №12018. Производительность является одним из основных показателей работы ленточного водоподъемника. В работах В.Н. Машкова [2] экспериментальные значения толщины слоя жидкости на ленте определены не непосредственным путем, а по производительности ленточного водоподъемника и скорости движения ленты.

На основании выше изложенного и полученных результатов следует, что с повышением скорости движения ленты производительность водоподъемника должна возрастать, так как с увеличением скорости толщина слоя жидкости тоже увеличивается. Вместе с тем из практики эксплуатации ленточных водоподъемников известно, что при повышении числа оборотов ведущего блока сверх определенного предела их производительность уменьшается. Это связано с проскальзыванием ленты. Следовательно, один из путей повышения производительности ленточного водоподъемника заключается в устранении проскальзывания ленты.

Коэффициент трения скольжения ленты по ведущему барабану является основным показателем тяговой способности ведущего барабана водоподъемника. Поэтому важно знать его количественные значения при различных режимах работы агрегата.

В технической литературе коэффициент трения скольжения мокрых лент, что имеет место при эксплуатации ленточных водоподъемников, освещен совершенно недостаточно. Здесь отсутствует реальная оценка условий работы ленточных водоподъемников; при тяговых расчетах значения коэффициентов трения, принимаемых по таблицам, неопределенны, в частности, не указывается влажность соприкасающихся поверхностей, режимы работы и т.д.

Впервые закон передачи усилия гибким органам посредством силы трения был выведен в 1775 г. членом Петербургской Академии наук Л.Эйлером для невесомой, абсолютно гибкой нерастяжимой нити, перекинутой через неподвижный барабан с углом обхвата  $\alpha$ . Возникли дискуссии о применимости закона Л.Эйлера к приводу гибкой связи. Попытки внести поправки в уравнение Л.Эйлера оказались необоснованными. Поэтому для практического использования для привода с гибкой связью ныне применяется уравнение Л.Эйлера.

По форме А.Фридерехом [3] были определены коэффициенты сухого трения в функции скорости скольжения. Испытательная установка А.Фридериха состояла из шкива и перекинутого через него ремня, нагруженного с одной стороны грузом, а с другой стороны прикрепленного к неподвижному записывающему динамометру.

В результате экспериментов А.Фридерех установил, что величина коэффициента трения, подсчитанная по формуле Л.Эйлера, возрастает с увеличением скорости скольжения кожаного ремня по шкиву и падает по мере увеличения давления ремня на шкив и повышения температуры.

Определение коэффициента трения по формуле Л.Эйлера было предпринято В.Адамчуком [4]. Опыты проводились на экспериментальной установке, состоящей из барабана и перекинутой на него ленты. Набегающие и сбегающие ветви на концах были соединены динамометром.

В.Адамчуку не удалось установить функциональной зависимости коэффициента трения от скорости скольжения и какой-либо зависимости между коэффициентом трения и удельным давлением ленты на барабан. Весьма важным в его работе является выбор расчетного значения коэффициента трения различных футеровок.

В технической литературе имеются работы по нахождению зависимости коэффициента трения от скорости скольжения. В XX столетии ряд таких исследований применительно к ремненным передачам провели Скуч, Куцбах, Штиль, Стефан, Шульце-Пилот и др. Вопрос этот достаточно подробно освещен в работе В.Добровольского [5].

Существенным недостатком вышеперечисленных работ является отсутствие влияния давления на коэффициент трения. Кроме того, эти формулы получены при сухом трении.

Известно, что с повышением скорости движения ленты производительность ленточного водоподъемника должна возрастать. Однако у серийного водоподъемника наибольшая производительность достигается при скорости около 6 мсек<sup>-1</sup> и с дальнейшим увеличением числа оборотов ведущего блока начинает уменьшаться. Это связано с проскальзыванием ленты. Наиболее простой способ устранения данного явления – установка поджимного ролика перед ведущим барабаном, что позволяет увеличить угол обхвата ведущего барабана лентой и за счет чего происходит уменьшение проскальзывания ленты.

В существующих схемах ленточных водоподъемников, поджимной ролик устанавливается на нисходящей ветви рабочего органа - ленты и служит только для увеличения обхвата - уменьшение проскальзывания ленты. В данной схеме ленточных водоподъемников сьем поднятой воды происходит с одной стороны ленты, а именно с внешней стороны за счет центробежных сил, возникающих при огибании лентой ведущего барабана. Вода, поднимаемая внутренней стороной ленты, в основном вытесняется при встрече ленты с ведущим барабаном, обратно вниз.

В нашей конструкции ленточного водоподъемника нами установлен поджимной ролик на восходящей ветви ленты. Поэтому возникла гипотеза, что сьем поднятой воды, осуществляется с двух сторон ленты. Сьем воды с внутренней стороны ленты происходит на поджимном ролике за счет центробежных сил, а вода, поднятая внешней стороной ленты, проходя между лентой и поджимным роликом, за счет конструкции барабана, снимается на ведущем барабане так же за счет центробежных сил.

Для полного съема поднятой воды с двух сторон рабочего органа – ленты, необходимо определить оптимальный диаметр поджимного ролика. Так как сьем воды с внутренней стороны ленты осуществляется на поджимном ролике, за счет центробежных сил, следовательно, чем больше центробежная сила, тем меньше объемные потери.

Центробежная сила определяется по формуле:

$$F_u = \frac{m \varrho^2}{r}, \quad (1)$$

Следовательно, при  $F_u \rightarrow \max$ ,  $r \rightarrow \min$ .

Наш ленточный водоподъемник можно сравнить с ременными передачами, а поджимной барабан играет роль натяжного ролика. Натяжные ролики в основном применяют в плоскоремённых передачах с большими передаточными отношениями и малыми расстояниями между осями. Передачи выполняются с неподвижными осями шкивов и удобны в эксплуатации, так как в них облегчено надевание ремня на барабан. Зато ремень имеет меньший ресурс, чем на рабочих шкивах, так как он изгибается на ролике в другую сторону; при этом сильно повышаются требования к соединениям концов ремней (лент). Исходя из вышеизложенного, рассмотрим рисунок 1 и определим оптимальные кинематические параметры поджимного ролика.

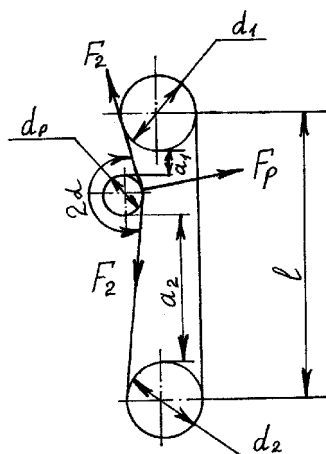


Рис. 1. Кинематическая схема водоподъемника



Для увеличения угла обхвата на ведущем барабане ролик ставят ближе к барабану. Однако во избежание понижения долговечности ленты расстояние между роликом и барабаном рекомендуется принимать:

$$a_1 \geq 0,5d_1, \quad (2)$$

Угол обхвата ремнем ролика  $\alpha_p$  не должен быть слишком мал для большего постоянства натяжения ленты при вытяжке. Рекомендуется принимать угол около  $60^\circ$ .

Сила нажатия между ремнем и роликом определяется:

$$F_p = 2F_2 \cos \alpha, \quad (3)$$

Причем  $a_2 > a_1$  и угол  $2\alpha \geq 120^\circ$ .

При этом в меньшей степени снижается долговечность ленты от дополнительных перегибов на ролике, и сам ролик получается легче.

Исходя из этого, определяем диаметр поджимного ролика:

$$d_p = (0,333...0,5)d_1, \quad (4)$$

Диаметр ведущего барабана базового ленточного водоподъемника равен:

$$d_1 = 230 \text{ мм}$$

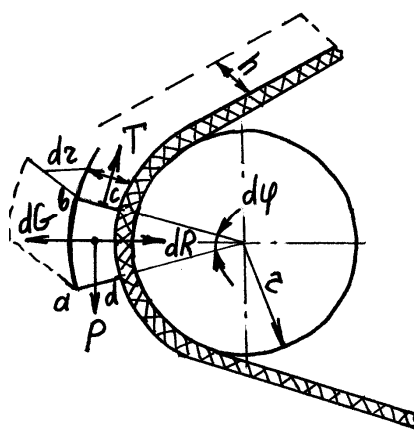
Следовательно, диаметр поджимного ролика принимаем в пределах:

$$d_p = 76...115 \text{ мм}$$

Принимаем диаметр поджимного ролика  $d_p = 80 \text{ мм}$ .

При данном диаметре поджимного ролика происходит наибольший сьем, поднятой воды с внутренней стороны ленты, за счет возникновения центробежных сил, а так же происходит минимальный износ рабочего органа – ленты.

Рассмотрим схему взаимодействия поджимного ролика и рабочего органа – ленты со слоем поднятой воды при огибании его (рисунок 2). Примем к элементу  $abcd$  водного слоя принцип отвердевания и рассмотрим силы, действующие на него:  $dG$  – сила инерции (центробежная сила);  $dR$  – радиальная сила, удерживающая элемент на ленте, для данного случая сила поверхностного натяжения;  $T$  – окружная сила, действующая на элемент и зависящая от вязкости жидкости;  $P$  – сила тяжести, зависящая от плотности жидкости.



**Рис. 2.** Кинематическая схема взаимодействия поджимного ролика и ленты

Равновесие элемента на ленте выполняется при условии:

$$dG + dR + T + P = 0, \quad (5)$$

Определим условия, при которых возможно отделение элемента  $abcd$  от ленты под действием центробежных сил, возникающих на криволинейном участке траектории. Для упрощения будем считать толщину ленты равной нулю, что не меняет рассуждений.

Легко видеть, что работу по отрыву элемента производит сила инерции  $dG$ , силы  $T$  и  $P$ , перпендикулярные радиусу поджимного ролика, работы не производят и изменяют только толщину слоя воды  $dr$ . Граничное условие, отвечающее моменту отрыва элемента от ленты, наступает при равенстве сил  $dG$  и  $dR$ .

С учетом этих допущений условие равновесия элемента перепишем в виде:

$$dG + dR = 0, \text{ или в скалярной форме: } dG - dR = 0, \quad (6)$$

$$\text{учитывая, что } dG = \frac{\rho g^2 h dr d\varphi}{r}; \quad dR = 2\alpha h d\varphi, \quad (7)$$

где  $2hd\varphi$  - длина контура элемента;

$h$  - ширина ленты;

$\alpha$  - коэффициент поверхностного натяжения;

$\rho$  - плотность воды.

Из уравнения (7) следует, что:

$$dG = dR \text{ или } \frac{\rho g^2 h dr d\varphi}{r} = 2\alpha h d\varphi, \quad (8)$$

Таким образом, условие съема воды не зависит от угла охвата ролика лентой и ширины ленты.

Линейная скорость движения ленты, при которой начинается съем воды определяется:

$$g = \sqrt{\frac{2r\alpha}{\rho dr}}, \quad (9)$$

Понятно, что чем радиус ролика меньше, тем съем воды будет происходить интенсивнее, так как такое уменьшение, увеличивает силу инерции, действующую на элемент жидкости.

Анализ результатов исследований ленточных водоподъемников позволяет отметить, что имеется возможность повысить производительность ленточного водоподъемника путем введения в конструктивную схему поджимного ролика, установленного на восходящей ветви рабочего органа – ленты, это позволит снимать поднятую воду не только с наружной стороны ленты, но и с внутренней стороны ленты за счет центробежных сил, возникающих при огибании поджимного ролика и уменьшить проскальзывание ленты на ведущем барабане.

Решение поставленных задач осуществлялось в лабораторных и производственных условиях. В лабораторных условиях изучены зависимости производительности от различных факторов и определены оптимальные параметры ленточного водоподъемника, для чего были изготовлены специальные установки и различные вспомогательные приспособления.

В производственных условиях испытан образец ленточного водоподъемника с конструктивными оптимальными параметрами.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кульпин П.И., Исаев В.А., Нечаев Б.В. Экспериментальные исследования водоподъемника с повышенной скоростью движения ленты. Механизация работ в животноводстве // Сб.науч.работ. Саратовский СХИ. - Саратов, 1975. – 245 с.
2. Машков В.Н. Исследование ленточных водоподъемников и некоторые вопросы их эксплуатации на шахтных колодцах в пустынях Средней Азии. Автореф. Дис. к.т.н. - Ташкент, 1958. – 18 с.
3. Freiderich A. Versuche liber die grosse der wirksamen kraftswisohen treibriemen and scheibe // Z.d.v.d.y. - №59. – 68 с.
4. Адамчук В.И. Исследование тяговых способностей футерованных различными материалами приводных барабанов. Труды ВНИИПТМАШ «Конвейеры», №9(20), 1964. – 279 с.
5. Добровольский В.А. Ременная передача. - М.: Колос, 1954. – 261 с.

#### REFERENCES

1. Kulpin P.I., Isaev V.A., Nechaev B.V. Eksperimentalnye issledovaniya vodopodmnika s povyshennoi skorostyu dvizheniya lenty. Mekhanizatsiya rabot v zhivotnovodstve // Sb.nauch.rabot. Saratovskiy SKhI. - Saratov, 1975. – 245 s.
2. Mashkov V.N. Issledovanie lentochnykh vodopodemnikov i nekotorye voprosy ikh ekspluatatsii na shakhtnykh kolodtsakh v pustynyakh Srednei Azii. Avtoref. Dis. k.t.n. - Tashkent, 1958. – 18 s.

3. Freiderich A. Versuche liber die grosse der wirksamen kraftswisehen treibriemen and scheinbe // Z.d.v.d.y - №59. – 68 с.
4. Adamchuk V.I. Issledovanie tyagovykh sposobnostei futerovannykh razlichnymi materialami privodnykh barabanov. Trudy VNIPTMASH «Konveiry», №9(20), 1964. – 279 s.
5. Dobrovolskiy V.A. Remennaya peredacha. - M.: Kolos, 1954. – 261 s.

Кушнир В.Г.

**Су көтергіш агрегаттың келешектегі құрылымдық – технологиялық сұлбасының негіздемесі**

**Түйіндеме.** Жұмыста суды ленталық су көтергіш арқылы көтерудің технологиялық үдерісі ұсынылған. Лента – жұмыс құралының сырғып жылжу ықпалдары анықталды. Су көтергіштің сырғып жылжуын азайтуға және өнімділігін арттыруға арналған жағдайлар анықталды. Құрылымдық сұлбада қыспа аунақшасын қолдану ескертілген. Қыспа аунақшасының тиімді кинематикалық параметрлері анықталды. Қыспа аунақшасы мен лента – жұмыс құралының оны айналдыру кезінде көтерілген су қабатымен әрекеттесуінің сұлбасы қарастырылды.

**Түйінді сөздер:** су көтергіш, лента, барабан, өнімділік, су қабаты, аунақша, диаметр, сырғып жылжу.

Кушнир В.Г.

**Обоснование перспективной конструктивно-технологической схемы водоподъемного агрегата**

**Резюме.** В работе представлен технологический процесс подъема воды ленточным водоподъемником. Определены факторы проскальзывания рабочего органа – ленты. Определены условия для уменьшения проскальзывания и повышения производительности водоподъемником. Обусловлено применение поджимного ролика в конструктивной схеме. Определены оптимальные кинематические параметры поджимного ролика. Рассмотрена схема взаимодействия поджимного ролика и рабочего органа – ленты со слоем поднятой воды при огибании его.

**Ключевые слова:** водоподъемник, лента, барабан, производительность, слой воды, ролик, диаметр, скольжение.

Kushnir V.G.

**Justification promising structural and technological scheme of water-lifting machine**

**Summary.** This paper presents a process of lifting water by the belt water-lifting machine. It were detected the factors slip working body - the tape. It were detected the conditions to reduce slippage and improve the performance of the water-lift machine. It due to the application of the pressure roller in the design scheme. Optimal kinematic parameters of pressure roller were determined. It was determined the scheme of interaction between the pressure roller and the working body (the tape) with a layer of elevated water when it bends around roller.

**Key words:** water-lifting machine, tape, drum, productivity, a water layer, the roller, diameter, slipping.

УДК 004.423

**K.T. Kozhakhmet, L.B. Atymtayeva**

(Kazakh British Technical University, Almaty)

## **CORE METHODS OF DEVELOPMENT PLATFORM FOR EXPERT SYSTEM FOR AUDIT OF INFORMATION SECURITY**

**Annotation.** This paper shows the main methods and techniques for the development of a platform for expert systems in the field of information security audit (ESISA). One of the major decisions in this area is to use PHP to develop back-end solutions with threshold and reliable security issues. And as an alternative to the use of a scripting language technology Javascript (Front end programming) Nodejs Model View View Model (MVVM) methodology and paradigm which performance works more smoothly than Model View Controller (MVC). This article describes, this framework is different fault-tolerant, modular, as well as good performance and also time consuming programming tool.

**Key words.** BACK END PROGRAMMING, PHP, Expert system, MVVM Nodejs

On the main popular methods of developing web applications for the front-end (front-end) and a tank - ends (back-end) are PHP, MySQL, JavaScript. Initially, the project can be created from open-source libraries and various sources. Where is the main engine in PHP, MySQL database and the JS front-end.

At first, the decision may well be justified. The first few months, while attendance is less than 200 people per day, the project can easily cope with the load, even with a very bad hosting and server. But over time, if the load will grow a web service can start to work less. At first, it may manifest itself in slower performance, and eventually just giving up work (504 error).

The first step is to choose technology or back-end's server technology. The step of selecting server technology is considered very important and at the moment there are dozens of fast growing and popular languages.

To date, the most popular language programming is PHP. Where the number of frameworks and solutions for the language incomparably more than any other. And, in principle, with the right approach it is able to withstand all conditions. And as an example of this - Facebook or Twitter page. But they have spent on the development of their systems of millions, have created their own compilers, PHP, etc. But in spite of this most vulnerable PHP programming language. [1]

But for scalable systems are well-suited programming languages in a series of Python / Ruby. Python with Django, Ruby with Ruby on Rails and Javascript c Node.js [2].

In the case of Python, and Ruby, it's been two related C-like language, which differ in their speed, security, and ease of development of web applications. On the other side was the Javascript and Node.js. Javascript - the most popular programming language in the world. Its compiler is built into all modern browsers. But before Node.js, it was not used to create server-side applications. More precisely attempts have been, but a large spread they had not received.

In Python, with its popular framework Ruby on Rails (RoR) of the equally famous company 37signals is a good solution. Here there is a large amount of learning material, active community, user-friendly package manager and plugin (RoR they are called Gem), and a large number of the very Gem'ov. This approach can be a good solution for all tasks in Web applications.

Another good solution for Web applications, you can call the language JS. You can start out with the fact that the language itself - Javascript (JS) - almost over all other languages, but now he is going through the second rebirth. Its speed is constantly growing, with the help of IT-giants (Google, Microsoft, Apple), and the popularity of off scale. He has recently moved from a small environment add-ins for browsers on the most spoken language in the world. JS wrote on web applications, web games, mobile applications, desktop programs and even operating systems. At the moment, we can say that the most promising JS, pragmatic and interesting language. As for Node.js, it is simply «turned the world» of web development. Ability to write complex web applications in the same language as the server side and the client side has attracted so many developers on the side of Node.js. And because it is open-source project, the development of its gone leaps and bounds. In the end, after weighing all the pros and cons, I decided to choose as a server technology that is Node.js.

### **Node.JS**

Information from the official website says - Node.js is a server platform is built on Google's V8 engine and is designed for easy development of fast, scalable web applications. Node.js uses the Event-driven system, ie system built on the events, as well as the asynchronous model I/O, which allows you to create "light" and efficient distributed systems [3]. To understand what this means in practice, one can imagine a small piece of code:

```
var http = require('http');
http.createServer(function(req, res) {
  res.writeHead(200, {
    'Content-Type': 'text/plain'
  });
  res.end('Hello World\n');
}).listen(1337, '127.0.0.1');
console.log('Server running at http://127.0.0.1:1337/');
```

Figure 1. A simple example of Nodejs

Furthermore, by running this script, we get the simplest, yet the Web server that any request to a local address will be given to the text : "Hello World". This simple example shows what may be some effect on Node.js.

• Node.js - a modular system. Number of built-in modules is growing. At this point, one of the most powerful modules are as follows:

• File system - allows you to work with the server's file system, and in a very convenient format . For example there is a terrific function watch, which immediately report changes in the file.

• HTTP \ HTTPS - you can work with these protocols. The area of application is incredibly large. From simple web servers to complex distributed systems.

• Stream - one of the most powerful modules Node - to transmit data from one to another EventHandler'a . That is, for example, we may ask for a remote file using the module HTTP, and then "stream" it to a file on our server using the module file system.

• Child Processes - allows you to create new node processes for certain tasks, thereby offloading the primary . The most interesting is that these processes can be created for example on another server, thus obtained easily scalable.

This is just a small list of built-in modules , a more detailed description can be found on the website. It is important to understand that in the first place Node.js is a completely different architecture - asynchronous . Less common model , rather than multi-threaded, but has no fewer opportunities . The asynchronous model is built on the order of events (event-loop). If there is an event ( making the request , read the file , the answer came from a database ) , it is placed in the queue . The thread that processes the queue , takes the event from the queue and executes associated with the event code . Until the queue is empty processor will be busy with work . According to this scheme works Node.js. We have a single thread that handles all events ( with the module cluster - the thread will have more than one) . Almost all non-blocking operations .

Blocking is also available, but their use is not recommended. Take the example of a query 1 +2 +1 ms : taken from the message queue event associated with the arrival of the request. We will process the request, spend 1ms . What follows is a non-blocking asynchronous database query and control immediately passed on. We can take the next event from the queue and execute it. For example, we 'll take one more request , carry out treatment, send a request to the database, refund management, and do the same thing one more time. And here comes the answer to the very first database query. Event associated with it is placed in the queue . If the queue was nothing - it is immediately executed , the data is displayed , and give them back to the client . If the queue is something there - will have to wait for the processing of other events. Typically, the processing speed of a single request will be comparable with that of multi-threaded processing system and blocking operations. In the worst case - waiting for the processing of other events to take the time and the request is processed more slowly. But at a time until the system with blocking operations just waiting to 2ms response system with a non-blocking operations had time to do more of the 2 x 2 other requests.

Each request can be made a bit slower in general, but at a time we can process more requests. Overall performance will be higher. The processor is always busy with useful work . In this case, the processing queue and going from event to event spent far less time than switching between threads in a multithreaded system. Therefore, asynchronous systems with non-blocking operations should have no more threads than the number of cores in the system. Node.js initially generally worked only in a single-threaded mode , and to make full use of the processor to manually raise a few copies of the server and distribute the load between them, for example, using nginx. Now to work with multiple cores appeared module cluster. Multi-threaded system with blocking operations is of great downtime. Excessive number of threads can create a lot of overhead , lack the same amount can slow down the large number of slow queries .

Asynchronous application uses non-blocking operations of the CPU time efficiently , but more difficult in the design. This is especially affected by the memory leak - the process of Node.js can handle very large amount of time and if the programmer does not care about cleaning up the data after processing each request , we get a leak, which will gradually lead to the need to reboot the server.

It is also worth mentioning the incredible speed with which you are developing node. New versions are released constantly, and recently released a major release 0.8.0 , which marked a new leap in performance node.

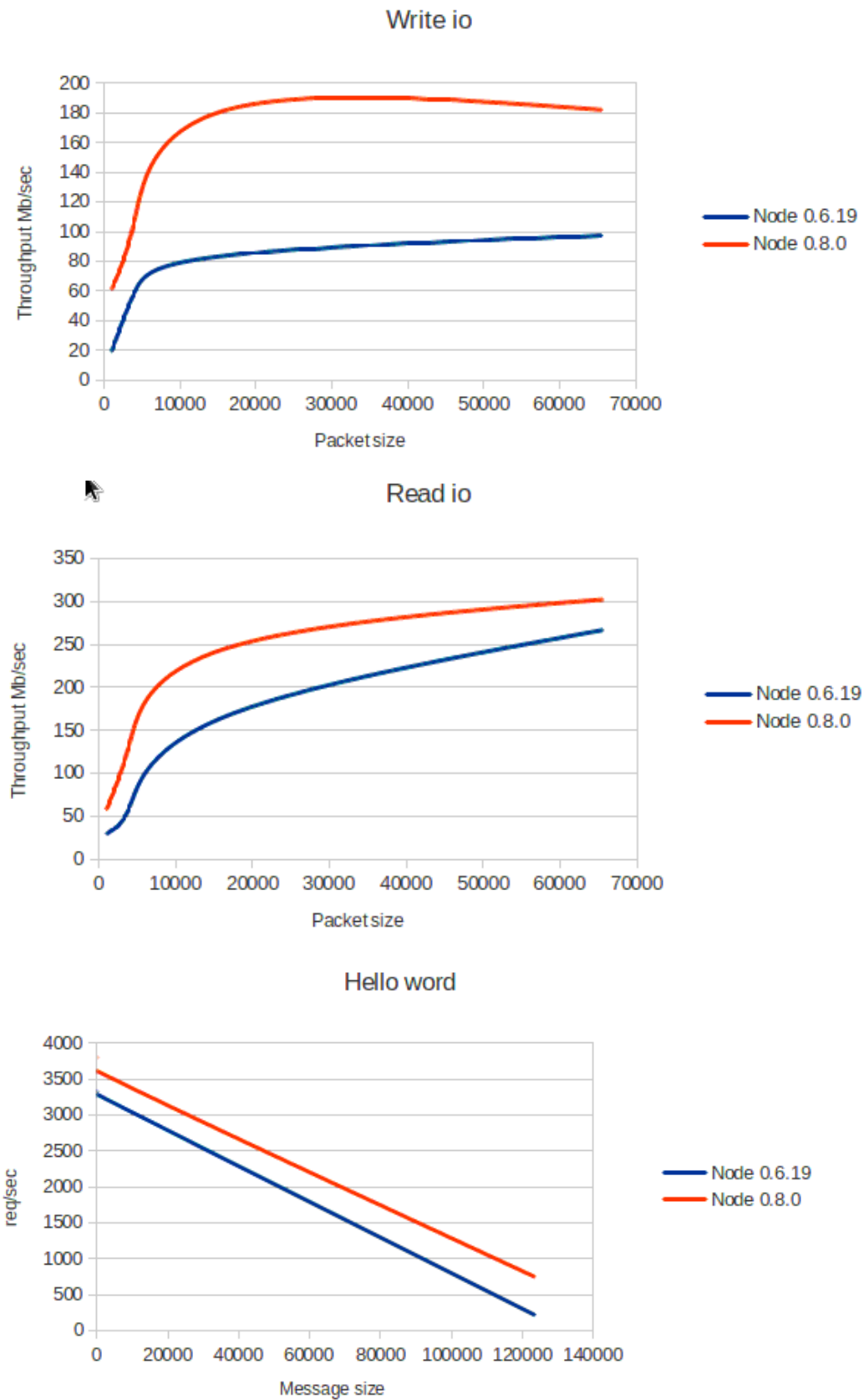


Figure 2. Arrangements of input and output data for use Nodejs

As seen in the chart speed of the basic operations has increased considerably. It was also announced that a number of other improvements, such as improving the stability and release of a new version of the module cluster.

### **NPM**

As mentioned above, Node - a modular system. In addition to the built-in modules, there are so many custom modules, the vast majority of them - open-source. To help sort through all this variety was created utility NPM - Node Package Manager. In fact it is the modules database, with the ability to install, update, add, and other activities. NPM comes with Node. It is possible to search through the site and modules through the utility. You need to go through the terminal to the project folder and type:

```
npm install # module name
```

NPM does the rest for you even install all the dependencies. Just as easily, you can update all the modules, only one team. But the most interesting thing is absolutely free to keep his own modules written in this database, and install them at any time.

The only thing that they will be in the public domain and anyone can install them.

We can assume that one of the main reasons for the success of his Node is a convenient and easy-manager modules. As a result, the installation of all the necessary modules for the project may not take more than a few minutes.

### **Express**

The first step is to choose a basis for the project. And then you can pay attention to the Express - a web framework module for Node.js.[4] it is characterized by simple concept. As stated on the home page of the project (<http://expressjs.com/>), Express - is a minimalistic and flexible web-based framework, created in the image of Sinatra for Ruby, which provides a lot of opportunities to create a one-page, multi-paged and mashups. Its main feature are:

Routes - the entire process of building an application based on the tracks. You specify the path and the appropriate action to be performed by the server in response to the request of the way. For example:

```
app.get('/', function (req, res) {  
  res.send ('Hello World');  
});
```

This code gives the text "Hello World" on the main page request (/). As you can see, it's much simpler and easier to understand than the same implementation for the native Node. The concept is used in many ways to modern frameworks and is considered the most convenient during development.

Middleware – “middle layer”. A unique feature of the concept of Express. Allows you to "wedge" in the process of the server, thus changing the request or the server's response. For example, you can insert a function in a way which will skip to the path is limited to authorized users, and the rest were sent to the login page. Most interesting is that this middle layer is created on the basis of the stack, i.e. layer is one element after another, for transferring the initial request queue.

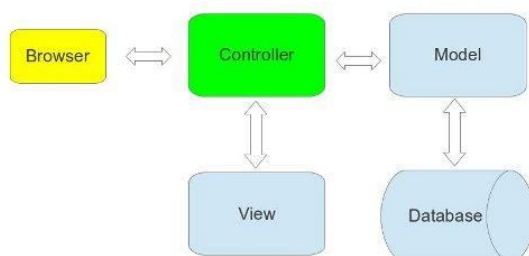
As in the case of the Node, Express has gained much popularity, and thus enhanced. A plurality of modules based on the Express, which in turn is based on the Node.

It is also the core capacity Express include:

1. flexible routing requests
2. redirection
3. dynamic Views
4. clarification of content
5. special performance
6. treatment and support for partial representations of patterns
7. support configurations based environments
8. alerts, integrated with sessions
9. maximum test coverage
10. tools for rapid generation of core applications

11. Customization of application-level
12. In addition :
13. support sessions
14. cache API
15. support for mime
16. ETag support
17. constant alert
18. support cookies
19. JSON RPC
20. logging

As it is necessary, that it represents the typical architecture of web-applications at the highest level of abstraction. The most popular architectural pattern today is the model-view-controller (MVC), the general meaning of the pattern is to separate the business logic of the application ( it is tied to the models ), and reporting - view. In addition, models to implement the interface library . The controller acts as a mediator between the model and the view. In the case of web-applications - it looks like this: the user's browser sends a request to the server, the controller processes the request , receive the necessary data from the model and sends them to the view. View receives data from the controller and turns them into a beautiful HTML page, in which the controller sends the result to the user. Express uses the MVC[5].



**Figure 3.** Structure of the MVC approach

As a result, analyzing the documentation outlined above can build your application into this framework. This will not only save you time in the original design, but also help in the further development of the service, as using this framework support code becomes much easier task.

#### REFERENCE

1. Website for Beginners programming <http://nodebeginner.ru/>
2. Frolov, The practice of Perl, PHP, Apache, MySQL for active Web-sites. - Moscow: Publishing House of the "Russian Edition", 2002. - 534 p.,
3. Turtlenecks V. Efficient: PHP 4. - St. Petersburg.: Peter, 2002. - 416 p..
4. Garnaev A., S. Garnaev Web-programming in Java and JavaScript. A series of "Master". - St. Petersburg.: BHV-Petersburg, 2002. - 1040 s
5. Hugh E. Kingsley, Kingsley Hugh K. JavaScript 1.5: Training Course. - St. Petersburg.: Peter, 2001. - 272 p.

#### REFERENCE

1. Sayt dlya nachinayuschih programmirovaniya <http://nodebeginner.ru/>
2. Frolov A., Frolov G. Praktika primeneniya Perl, PHP, Apache, MySQL dlya aktivnyih Web-saytov. - M.: Izd-vo "Russkaya Redaktsiya", 2002. - 534 s.,
3. Vodolazkiy V. Effektivnaya rabota: PHP 4. - SPb.: Piter, 2002. - 416 s.:
4. Garnaev A., Garnaev S. Web-programmirovaniye na Java i JavaScript. Seriya "Master". - SPb.: BHV-Peterburg, 2002. - 1040 s.
5. Kingsli-Hyu E., Kingsli-Hyu K. JavaScript 1.5: uchebnyiy kurs. - SPb.: Piter, 2001. - 272 s.



Кожухмет Қ.Т., Атымтаева Л.Б.

**Ақпараттық қауіпсіздіктің аудитының облысында сараптамалық жүйенің тұғырнамасы үшін Front-end programming технологиялардың тандауы**

**Түйіндеме.** Айтылмыш жұмыста негізгі әдіс және тұғырнаманың зерттемесінің әдіс-айлалары сараптамалық жүйе үшін ақпараттық қауіпсіздіктің аудитының облысында көрсетілген. Бір негізгі тынымдардан осы облыста PHP қолданысы үшін back-end зерттемесінің тынымдарды болып табылады Сондай баламаларды Javascript Nodejs программалауының тілінің скрипттік технологиясының игерушілігі ретінде көрсетілген. Айтылмыш мақалада суретте-, айтылмыш фреймворк тоқтамаушылықпен, модулдікпен, ал олай ғой жақсы өндірімділікпен ажыратылады.

**Түйін сөз.** BACK END PROGRAMMING, PHP, Expert system, MVVM Nodejs, эксперттік жүйе

Кожухмет К. Т., Атымтаева Л.Б.

**Основные методы разработки платформы для экспертной системы в области аудита информационной безопасности**

**Резюме.** В данной работе показаны основные методы и способы разработки платформы для экспертной системы в области аудита информационной безопасности. Одним из основных решений в этой области является применение PHP для разработки back-end решений. И как альтернативы использование скриптовой технологии языка программирования Javascript Nodejs. В данной статье описаны, данный фреймворк отличается отказоустойчивостью, модульностью, а так же хорошей производительностью.

**Ключевые слова.** BACK END PROGRAMMING, PHP, Expert system, MVVM Nodejs

Kozhakhmet K.T., Atymtaeva L.B.

**Core methods of development platform for expert system for audit of information security**

**Summary.** This paper shows the main methods and techniques for the development of a platform for expert systems in the field of information security audit. One of the major decisions in this area is to use PHP to develop back-end solutions. And as an alternative to the use of a scripting language technology Javascript Nodejs. This article describes, this framework is different fault-tolerant, modular, as well as good performance.

**Key words.** BACK END PROGRAMMING, PHP, Expert system, MVVM Nodejs

ЖОК 621.8

**Е. Шакіржан**

(Қ.И.Сатпаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті  
Алматы, Қазақстан Республикасы)

**МҰНАЙ-ГАЗ КЕНОРЫНДАРЫН ИГЕРУ БАРЫСЫНДА ЭКОЛОГИЯЛЫҚ-ГЕОЛОГИЯЛЫҚ  
(ЭКОЛОГИЯЛЫҚ-ГЕОФИЗИКАЛЫҚ) ЗЕРТТЕУЛЕР ЖҮРГІЗУ**

**Аңдатпа.** Әлемде игеріліп жатқан мұнай-газ кенорындарының геологиялық ортаға зиянды әсері жылдан-жылға артып келеді. Сондықтан, мақала кенорынды іздеуден оны игеруге дейінгі әрбір кезеңіндегі қоршаған ортаға тигізетін кері әсерін, негізгі сатыларға бөліп қарастырады. Мұнай-газ кешендері орналасқан аудандардың экологиялық мәселелерін шешуде, мақала өз септігін тигізеді.

**Негізгі сөздер:** экологиялық геология (экологиялық геофизика), мұнай газ кенорындары, табиғи ландшафтардың өзгеруі, жер бетінің төмен шөгуді, экологиялық ластану мәселелері.

Бүгінгі таңда мұнай-газ ресурсы Қазақстанның экономикалық маңызды салаларының дамуының негізгі факторларының бірі болып саналады. Соңғы жылдары Қазақстан жерінде бірнеше ірі мұнай және газ кенорындары ашылды, оларды қарқынды игеру барысында ауқымды экологиялық апаттардың орын алуы ықтимал. Әлемде игеріліп жатқан ірі мұнай-газ кенорындарында геологиялық ортаның келесідей өзгерістері орын алуда:

2. Гидрогеологиялық жағдайының өзгеруі. Мұнайдың ілеспе сулары әсерінен жерасты суларының ластануы.

3. Литосфера және гидросфераның ластануы. Ілеспе минералдық сулар әсерінен топырақтың тұздануы.

4. Табиғи ландшафтың өзгеруі. Кенорынды жайластыру барысында табиғи ландшафт күрт өзгеріске ұшырайды, жол үйінділері, сүзілу өрістері, траншеялар, құбыр жүйелерімен көптеген жолдар және тағы басқалар пайда болады. Сонымен қатар, қоршаған ортаның жалпы күкірт-сутегімен, сульфат йондарымен, азот қосылыстарымен ластануы байқалады.

Т.Т.Махмутов, М.А.Мұхаметжанов [1,2] және басқа да авторлардың мәліметтері бойынша, Оңтүстік Ембі, Кенқияқ, Қаратон-Теңіз, Жаңажол және т.б. мұнай өндірісі аймақтарында экологиялық жағдайдың нашарлауы байқалады. Игеріліп жатқан кенорындарда 90 пайызға дейін мұнай қабаттарына су немесе су буын айдау қолданылады. Геологиялық ортаның ілеспе мұнай суларымен ластануы, топырақтың тұздануы, инженерлік коммуникациялардың, құбыр жүйелерінің және де басқа өндірістік нысандардың жай-күйлерінің нашарлауы байқалады. Бірқатар өндірістік игеру ұңғымаларында сульфат және карбонаттық тұздардың жиналуы, мұнай шығымының азаюына және сорғы-компрессорының, құрылғылардың істен шығуына алып келуі мүмкін. Тұзасты кешендерімен байланысты Теңіз және Қарашығанақ кенорындарында мұнай өндіру, өздерінің күкірт сутегі мөлшерінің жоғарылығымен, аномальді қысым және температурасымен ерекшеленетін болғандықтан, айырықша алаңдаушылық туғызады. Бұл кенорындардан апаттық жағдайлар мен қауіпті өндірістік су ағындарының қоршаған ортаға төгілуі орын алған.

Геологиялық катердің өте маңызды факторларының бірі болып тектоникалық жарылымдар саналады. Олардың әсері кенорын аймағын игерудің әртүрлі сатыларында (іздеу-барлау, барлау ұңғымаларына бұрғылау) білінуі мүмкін. Мәселен, В.И.Яковецкийдің мәліметтері бойынша Қарашығанақ кенорнында орын алған бұрғылау мұнарасының жерге шөгуінің басты себебі, бұрғылау ұңғымасының жарылымға тура келуінде болған, ал Теңіз кенорнының 37-ші ұңғымасында орын алған өрттің шығу себебі де осы геологиялық жарылыммен байланысты.

**Жер астынан флюидтерді өндіру нәтижесінде пайда болатын жер бетінің деформациялануы және оның салдары**

Жер бетінің деформациялануы жер астынан флюидтерді (мұнай, газ, су) қарқынды өндіруден, жер асты қабаттарының қысымының төмендеуінен болады. Тәжірибелік деректерге сүйенсек, максималды төмендеу (шөгу) көрсеткіші 12 м-ге (Техастағы мұнай кенорнында) болған. Жер бетінің шөгуінің басты себебі – таужыныстар құрамынан сұйық және газды өндіру нәтижесінде қабатаралық қысымның төмендеуінен болады. Мұндай құбылыс нығаймаған шөгінді таужыныстарының (саздар, саздақтар, лай, гипстер, леспе таужыныстары) нығыздалуынан пайда болады.

Флюидтерді қарқынды өндіру салдарынан болатын жер бетінің төмен шөгу мысалдары [3]

Орналасқан жері	Байқау мерзімі	Максималды төмендеуі, м	Төмендеу жылдамдығы, см/жыл	Мульда ауданының төмендеуі, км <sup>2</sup>	Геологиялық қиманың ерекшеліктері	Өнімді қабаттың тереңдігі
<b>Газ өндіруден</b>						
Тиба, Жапония		2	5-20			
Ниагата, Жапония			50			
По өзенінің атырауы, Италия			30	730	600 м тереңдікке дейін құмдардың, қиыршық тастар мен малтатастардың, саздардың торф қабатшаларымен бірге қатқабаттасуы	

Хьюстон-Галвестен, АҚШ		0,9		1800	Тұзды тектоника	
Солтүстік Ставрополь		0,92				
<b>Мұнай өндіруден</b>						
Улимингтон, Лонг-Бич, АҚШ	1937-1958	9,5	30-75	Эллипс 10*60 км	Мұнай, қалыңдығы 300 м болатын құмтастар арасында орналасқан	1000-2700
Лаур-Лейк, Техас		12				
Маракаибо, Венесуэла	1926-1954	3,3				
Сурахан, Азербайжан	1912-1928 1910-1963	0,61- 0,76 1,8	4,3			
Балахан, Азербайжан	1940-1970	0,4-1,5 15 жыл бойынша	10 дейін			150-1500
Гус-Крик, Техас	1925	0,9		12		
<b>Су өндіруден</b>						
Мехико	1890-1940 1960 1978	1,8 7 9				
Токио, Жапония		7,0	19	390		
Осака, Жапония		7,2	20	90	Қиыршық тас пен құм, саздардың қатқабаттасуы	
Амангасаки, Жапония		3,1				
Лонг-Бич, АҚШ		7,6				
Саванна, АҚШ		0,1				
Уайракей, Жаңа-Зеландия		4,0				

Мульда – синклин пішінді тектоникалық ойыстардың жалпылама атауы

Кейбір зерттеушілер пікірінше, жер бетінің деформациялану деңгейі мұнай өндіруге қарағанда, газ жатындарын игеру кезінде жоғары болатындығын көрсетеді.

Жер бетін қалпына келтіру шаралары ретінде жер бетін тегістеу жұмыстары, сулардан қорғау мақсатында бөгеттер құрылысы және жерасты қабаттарына су айдау жұмыстары жүргізіледі. Мәселен, Уильмингтон кенорында болған осындай құбылысқа күніне 300 ұңғымадан 100000 м<sup>3</sup> су айдалған, оның өзіндік құны 10 млн доллардан асып түскен.

Жер астына жоғары қысыммен су айдау жергілікті техногендік жерсілкіністерін туындатуы мүмкін. Осындай жұмыстар нәтижесінде, Лак (Франция) газ кенорнында 1000-нан астам жерсілкінісі тіркелген, олардың 44-інің магнитудасы үштен, ал төртеуінікі - төрт *баллдан* асқан [4].

Татарстандағы Альметевск, Старногрозенск, Дағыстанда, Батыс Сібірдегі Нефтеюганск мұнай кенорындарын игеру барысында күші 3-4 *баллға* дейін жететін әлсіз сілкіністер тіркелген.

Техногендік жерсілкіністер, сонымен қатар іс жүзінде пайдаланған өндірістік суларды жер қыртысының терең қабаттарына жоғары қысыммен айдаумен байланысты болатыны да белгілі [8]. Мұндай жерсілкіністерді мұнай кенорындарында қабаттық қысымды қалыпты ұстау үшін жер қыртысына су айдау әсерінен болатын жерсілкіністерімен салыстыруға болады. Мәселен, Денверде (АҚШ, Колорода штаты) өндірістік суларды жер астына айдау ұңғымасының тереңдігі 3671 м болған. Ұңғымада су айдау жұмысы 1962 жылдан басталып, 1977 жылға дейін жалғасқан. Өндірістік суларды жер астына айдаудың орташа шығыны айына 21 млн. құраған. Осы ауданға жақын орналасқан сейсмикалық станция 1,5 айдан кейін әлсіз жерсілкіністерін тіркей бастаған. Зерттеу жұмыстарының нәтижесінде техногендік жерсілкінісі эпицентрлері ұзындығы 10 км, ені 3 км, тереңдігі 4,5-5,5 км болатын аумақты қамтып, өндірістік қалдық суларды айдау бөлікшесіне сәйкес келгені анықталған. Кейбір жерсілкіністерінің күші 3-4 *балл* болып, іргелес жатқан елді мекендерде анық сезілген [5].

### **Көмірсутек кенорындарын игерудің әртүрлі кезеңдеріндегі экологиялық-геологиялық жағдайлары**

Мұнай-газ кенорындарын іздеу мен барлау, өндіру, тасымалдау және өңдеу кезеңдерінде мұнай-газ кешенінің геологиялық ортаға әсері әртүрлі болады.

Мұнай-газ кенорындарын геофизикалық әдістерімен іздеу кезеңінде бұл жұмыстардың геологиялық ортаға әсері минималды болады, ал іздеу-барлау ұңғымаларын бұрғылау кезеңінде экологиялық әсер белгілі бір кішігірім (локалдық) белдемдердің санаулы бөлікшелерінде ғана білінеді. Игеру ұңғымаларын бұрғылау барысында алдын-ала анықталған территорияның контурында геологиялық ортаға әсері өседі. Ал, ұңғыманы игеру және қабаттарында қысымды бірқалыпты ұстау үшін қолданылатын жүйелердің жұмысы кезінде, геологиялық ортаға әсер күрт өседі. Ең соңғы, яғни мұнай өңдеу зауытының құрылысы мен оның іске қосылған кезеңінде, қосымша жаңа нысандар пайда болып, кейін олар қоршаған ортаға өздерінің кері әсерін тигізеді.

Міне, осыған байланысты, кенорынды іздеуден оны игеруге дейінгі әрбір кезеңде экологиялық-геологиялық зерттеулердің мақсаты мен олардың құрамы бірдей болмайды, зерттеу жұмыстарының күрделілігі геологиялық ортаға түсірілетін кері әсердің ұлғаюына байланысты арта түседі. Сондықтан да іс жүзінде, геологиялық ортаға түсірілетін техногендік әсер негізгі сатыларға бөлініп қарастырылады.

1-саты – белгіленген аудан көлемінде жүргізілетін геофизикалық зерттеулерге сәйкес келеді (сейсмикалық барлау әдістеріне).

2-саты – іздеу-барлау ұңғымаларын бұрғылау.

3-саты – ұңғымаларды сынауға, игеру ұңғымаларын бұрғылауға және қажет болғанда, қысымды бірқалыпты ұстап тұруға арналған ұңғымаларды бұрғылауға сәйкес келеді.

4-саты – кенорын игеру және оны жайластыру.

5-саты – өңдеу зауыттарының құрылысы мен іске қосылуы.

Аталмыш кезеңдерді экологиялық-геологиялық тұрғыдан толық сипаттау, бір мақаланың аумағында мүмкін емес. Сондықтан, осы кезеңдердің біріншісіне, яғни сейсмикалық барлау жұмыстарына толығырақ тоқталайық. Бұл сатыда геологиялық ортаға байланысты маңызды өзгерістер болмағанымен, сейсмикалық барлау жұмыстары жүргізілмес бұрын, қоршаған ортаға экологиялық мониторинг жасау қажет. Ол үш кезеңге бөлінеді:

I кезең – қоршаған ортаны ластаушы нысандарды анықтап, құжаттау және далалық лагерь орналасатын орынды тиімді таңдау үшін «Қоршаған Орта Әсерін Бағалау» тақырыбына арнайы жоба жасалады. Жасалған жоба экологиялық мониторингтің бірінші сатысы болып саналады.

II кезең – сейсмикалық жұмыстар кезінде қоршаған ортаны ластау салдарын алдын алуға және төмендетуге негізделген.

III кезең – сейсмибарлау жұмыстары аяқталғаннан кейін жүргізіледі.

Сонымен, экологиялық мониторинг сейсmobарлау жұмыстарының басынан аяғына дейінгі аралықта үздіксіз жүргізіледі. Оның нәтижесінде қоршаған ортаға әсер ету түрлері бақыланып, бағаланады. Мұнда, негізгі топыраққа, өсімдікке, жерасты және жербетілік сулардың жәй-күйіне көңіл бөлінеді.

Экологиялық мониторинг осы жұмыстардың нәтижелері Қазақстанның қоршаған ортаны қорғау нормаларына сәйкестігін қамтамасыз ету үшін жүргізіледі.

Қорыта айтқанда, мұнай-газ кешендердегі орналасқан аудандардың қоршаған ортасын қорғау стратегиясы келесі мәселелерді шешуі қажет:

а) мұнай-газ кенорындарын игеру қарқындылығын табиғи байлықтарды тиімді пайдалану принциптеріне, минералдық шикізат ресурстарының сарқылатындығын ескере отырып, арттыру қажет;

б) қоршаған ортаның экологиялық және санитарлық-эпидемиологиялық сапасын жоғары деңгейде сақтауды;

в) табиғи-антропогендік шөлдену процестерінің алдын алу бағытында қоршаған ортаны қорғау талаптарын сақтау.

Жоғарыда келтірілген деректер Қазақстан жерінде мұнай-газ кенорындарын қарқынды игеру нәтижесінде жүріп жатқан экологиялық мәселелердің біржақты шешімін табуға септігін тигізеді деп ойлаймыз.

#### ӘДЕБИЕТТЕР

1. Махмутов Т.Т. и др. Изучение изменений геологической среды при разработке рудных, нефтяных, угольных и нерудных полезных ископаемых Казахстана. В кн.: Проблемы изучения геологии, гидрогеологии и тектоники районов интенсивной инженерной нагрузки и охрана геологической среды. Киев, 1989, т.3, с. 157-159.

2. Мухамеджанов М.А. и др. Подземные воды – основной компонент изменения геологической среды при разработке нефтяных и газовых месторождений Прикаспийской впадины. В кн.: Проблемы изучения геологии, гидрогеологии и тектоники районов интенсивной инженерной нагрузки и охрана геологической среды. Киев, 1989, т.3, с.159-161.

3. Новикова С. В. Эколого-геологическое обеспечение нефтегазоносных территорий (на примере Жирновского нефтегазоносного района). Канд.диссертация. Волгоград. 1999. 144 с.

4. Maury V.M.R. e.a. Monitoring of Subsidence and Induced Seismicity in the Lasq Field (France): the Consequences of gas production and field operation. Eng.geol. 1992.C.123-135.

5. Плотников Н.И. Техногенные изменения гидрогеологических условий. М.Недра. 1989. 268 с.

6. Сериков Ф.Т. Экологический мониторинг в нефтегазовых регионах Каспийского моря и его побережья. // Нефть и газ Казахстана, 1999, №1.

7. Абрахманов Р.Ф. и др. Изменение геологической среды в нефтедобывающих районах Башкирского Предуралья. В 159Н.: Проблемы техногенного изменения геологической среды и охрана недр в горнодобывающих регионах. Пермь, 1991, с.56-57.

8. Нурмагамбетов А. Техногенные сейсмические явления, связанные с разработкой и эксплуатацией месторождений твердых полезных ископаемых, нефти и газа. Журнал «Геология и охрана недр». 2010. № 1(34). С.71-77.

Шакіржан Е.

**Мұнай-газ кенорындарын игеру барысында экологиялық-геологиялық (экологиялық-геофизикалық) зерттеулер жүргізу**

**Түйіндеме.** Мақалада мұнай-газ кенорындарын игеру барысында туындайтын экологиялық-геологиялық (экологиялық-геофизикалық) зерттеулер жайлы деректер келтірілген. Мұнай-газ кенорындарын іздеу мен барлау, өндіру, тасымалдау және өңдеу кезеңдерінде мұнай-газ кешенінің геологиялық ортаға әсері қарастырылған.

**Негізгі сөздер:** экологиялық геология (экологиялық геофизика), мұнай-газ кенорындары, табиғи ландшафтардың өзгеруі, жер бетінің төмен шөгуі, экологиялық ластану мәселелері.

Шакиржан Е.

**Проведение эколого-геологических (эколого-геофизических) исследований при эксплуатации нефтегазовых месторождений**

**Резюме.** В статье рассматриваются эколого-геологические (эколого-геофизические) проблемы, возникающие при эксплуатации нефтегазовых месторождений. Анализируются негативное влияние нефтегазового комплекса на окружающую среду на стадии поиска и разведки нефтегазовых месторождений, а также добыче и транспортировке нефти.

**Ключевые слова:** экологическая геология (экологическая геофизика), нефтегазовые месторождение, изменение природных ландшафтов, оседание поверхности, проблемы загрязнения экологии.

Shakirzhan Y.

**Carrying out ecological and geological (ecological and geophysical) survey in the operation of oil and gas field**

**Summary.** In the article were carried out ecological and geological (ecological and geophysical) survey caused during operation of oil and gas field. Considered a negative effect of the oil and gas industry environment during prospecting and exploration of oil and gas fields, also in production and transportation of oil.

**Key words:** oil and gas field, changing landscapes, surface subsidence, the problems of environmental pollution.

УДК 517.977.54:004:423(045)

**А.А. Көлдеева, А.Ж. Кинтонова**

(Л.Н. Гумилева атындағы Евразия ұлттық университеті,  
Астана, Қазақстан Республикасы)

### **ЗИЯТКЕРЛІК ОҚЫТУ БАҒДАРЛАМАСЫ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ САПА КРИТЕРИЙЛЕРІ**

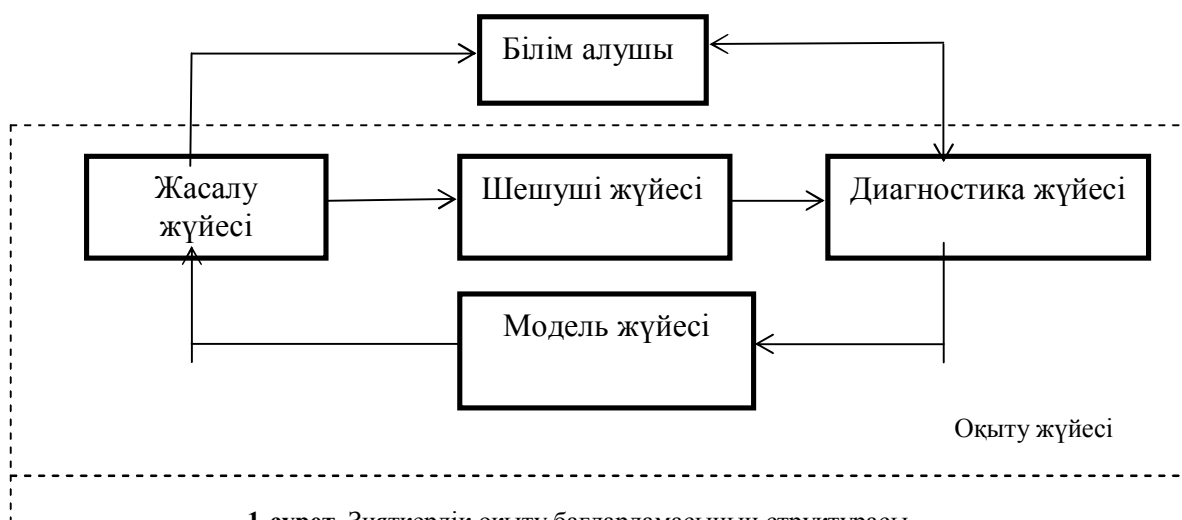
**Андатпа.** Бұл мақалада электрондық үйретуші жүйелердің білім сапасын бағалаудағы мәселе көрсетілген. Мұндай үйретуші жүйелердің қорытындысы көбінесе осы жүйелердің сапасына тәуелді болады. Сол себепті, осы облыстағы ең маңызды мәселелердің бірі оқушыларды сапалы оқу материалдарымен қамтамасыз ету үшін электронды оқулықтың сапасын бағалауға мүмкіндік беретін құралды құру болып табылады.

**Негізгі сөздер:** зияткерлік оқыту бағдарламасы, оқыту жүйесі, білім алушы, көрсеткіштер.

Электрондық оқыту қазіргі білім беру жүйесінің бөлінбейтін саласы ретінде әлемдек тәжірибеге енген. Қазақстанда электрондық оқытудың енгізілуімен байланысты ХХІ ғ. ЮНЕСКО-да жарияланған «барлығына бірдей білім» және «өмір бойы білім алу» - «Life Long Learning (LLL)» атты білімнің басты ұстанымы бойынша толыққанды жүзеге асырылуда. Электрондық оқыту (e-learning)[1] жүйесін алғашқы рет енгізу тапсырмасы Қазақстан Республикасының президенті Н.Н. Әбішұлының мемлекеттік білімді дамыту бағдарламасымен бекітілген бұйрығы анықтайды. «Электрондық оқыту жүйесі (e-learning)» платформасының әзірленуі сандық білім беру ресурстарымен (ЦББР) байланысты. Осыған байланысты электрондық білім беру жүйесінің ауқымды мәселесі ретінде оқыту бағдарламасын құру және оның сапасын бағалау болып табылады.

Зияткерлік оқыту бағдарламасында білімді өзін-өзін оқыту бағдарламасының басқару қорытындысы нәтижесінде анықталады. Бұл жерде оқыту сценарий динамикалық ағымдағы мәселенің дәлме-дәл келуімен құрылады. Бұл бағдарламаның жұмыс барысы пән саласы, оқу үрдісі, дәріс алушы білімінің негізінде жасалынады. Пәндік бағыттың кемшілігі белгілі бір пәндік салаға тәуелді болуы. Айтылған оқу бағдарламасын келесі схема (1-сурет) арқылы көруге болады.

Мәселені шешуші. Оның тағайындалуы – генерирілген(автоматты түрде пайда болған) тапсырманы шешу. Бұл бағдарлама тапсырмалардың алдын-ала жасалуымен, сонымен қатар эталондық жауаптардан бас тартуға мүмкіндік береді. Дегенмен, кез-келген білім саласына жарамды шешушіні жасау мүмкін емес.

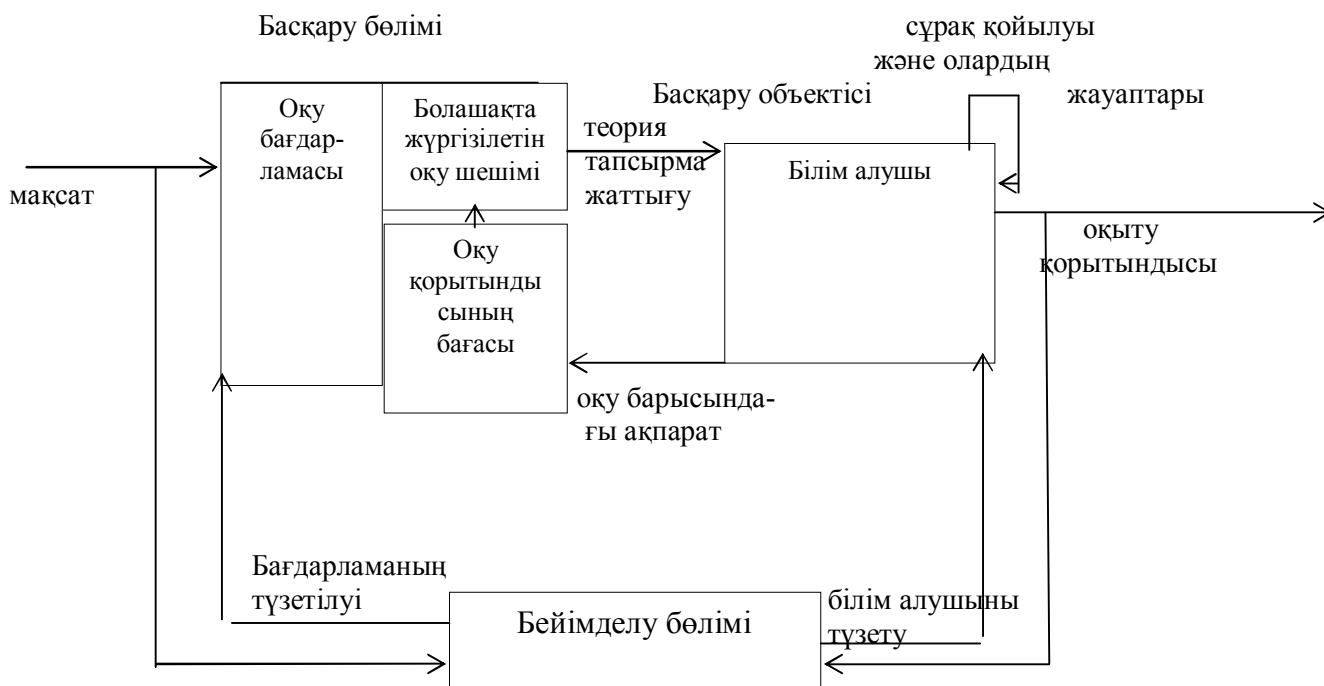


1-сурет. Зияткерлік оқыту бағдарламасының структурасы.

Білім алушының танымдық бағытын басқаруы оқыту бағдарламасының негізгі функциясының бірі болып табылады. Ол үшін бағдарлама оқыту процесінің барысы жайында, білім алушының оқыту материалдарын толық игеруі жөнінде тест тапсырмалардың қорытындысы және тәжірибелік жұмыстардың орындалғандығы жайында мағлұмат алуы қажет. Яғни, бағдарламада “білім алушы – оқыту бағдарламасында” кері байланыс болуы керек[2].

Кері байланыс 2 түрде болады: ішкі және сыртқы.

Ішкі кері байланыс – бұл білім беретін бағдарламадан, білім алушының тапсырманы орындау барысында жауап ретінде берілетін ақпарат. Кеңес беру және нәтижелік ішкі кері байланысты айырады. Сыртқы кері байланыс – білім беруші бағдарламадан мұғалімге түсіретін ақпарат. Оның көмегімен білім алушының білім алу жүйесіне түзетулер енгізіп, сонымен қатар оқыту сценариіне түзету енгізе алады. Кері байланыстың өзара іс-әрекет байланысы келесі схемада(2-сурет) көрсетілген.

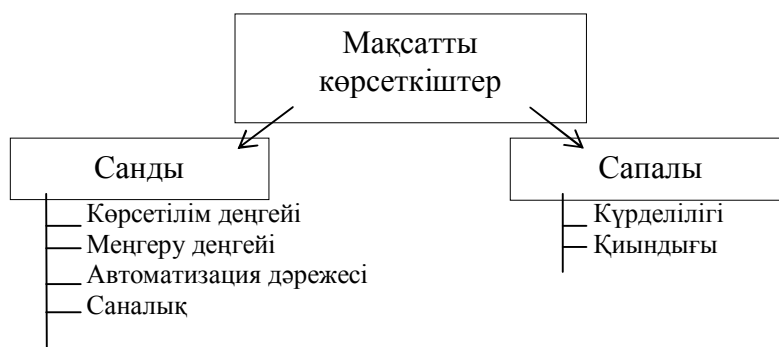


2-сурет. Кері байланыс бағдарламасының оқытылу схемасы

Схемада көрсетілгендей, білім беру мақсаты білім беруші бағдарламаға түседі. Осы мақсатқа сәйкес бағдарлама білім алушыға теориялық материал береді, мысалы: оқыту бағытын басқаратын ақпарат және білім (мысалы: навигация кезіндегі оқыту бағдарламасындағы көмек). Білім алушы теорияны оқиды, тапсырманың шешімін шешеді, содан кейін оның жұмысының нәтижесі раммаға түседі. Қорыта келе білім алушыда белгілі бір білім дағдысы қалыптасады. Сонымен қатар адаптациялық бөлім кіреді. Оның мақсаты – білім беру барысында түзетулер енгізу және т.с.с., яғни оны нақты бір білім алушыға арнап жөндеу керек. Ол оқытудың мақсаты және нәтижесі жайында ақпарат алып, білім беруші бағдарламасының жұмысын және білім алушының танымдық қызметінің барысы жайында түзету енгізіп, оларды салыстырады. Осылайша, білім алу және түзету функциясы арқылы оқыту нәтижесінің бар екенін айтуға болады.

Оқыту сапасының баға критериесі. Әдістемелік көрсеткіштердің көпшілігін көрсету үшін, оқытудың мақсатылы көрсеткіштерімен материалдың мазмұндамасы енгізіледі.

Барлық көрсеткіштер екі топқа бөлінеді: санды және сапалы (сурет 3).



3-сурет. Мақсатты көрсеткіштер

Осы көрсеткіштерді қарастырайық.

1. Абстракциялық сипаттамадағы түрлі деңгейлерге сәйкес берілген оқу материалдардың төрт формасын ажыратады:

Феноменологиялық деңгей – жай табиғи тілді қолдана отырып, тек қана деректерді, құбылыстарды, процесстерді суреттеп олардың жіктелуін көрсетеді.

Аналитико-синтетикалық деңгей – теориялық және дара құбылыстарды табиғи-логикалық тілде мазмұндайды. Бұлай жасау процесстердің сапалы деңгейде және құбылыстардың аяқталуын болжау үшін алғышарттар дайындайды.

Математикалық деңгей – жеке дара құбылыстардың теориясын математикалық тілде мазмұндайды. Математикалық модельдерді қолдану құбылыстардың аяқталуы мен сапалы деңгейдегі үрдістерді болжауға мүмкіндік береді.

Аксиоматикалық деңгей – пәнаралық ортаққа ие заңдарды қалыптастырады. Мұндай сипаттамаларды кибернетика, философияда кездестіруге болады.

Бірден төртке дейін сәйкесінше өзгеріп, ұсынылған деңгей  $b$  символымен сипатталады.

2. Оқу материалдарын игеру деңгейі. Бұл оқытылатын оқу материалының сапалы игеруін сипаттайтын көрсеткіш. Мұндай жіктеуіш (классификация) дидактикалық мақсаттар кезінде оқу бағдарламасын жобалауда және солардың негізінде оның құрамын анықтап айқын қалыптастыруына мүмкіндік береді. Оқу материалдарын игерудің 4 деңгейін ажыратады.

Нөлдік деңгей (түсінушілік) – білім алушының өзіне керек жаңа ақпаратты қабылдап алуы, яғни өзінің саналы түрде ақпаратты қабылдап алу. Нақ айтқанда, бұл жай оқу материалын игеру деңгейі деп айтуға болмайды, себебі, шын мәнінде оған жаңа оқу материалын игеруге мүмкіндік беретін білім алушының бұдан бұрынғы дайындығы жайында болып отыр.

Бірінші деңгей (тану) – бұрын олармен бірге немесе олар жайлы қабылдап алған ақпаратты қайта игеру кезіндегі үрдістер мен объектілердің танылуы.

Екінші деңгей (қалпына келтіру) – типтік жағдайларға қолдану алдында игерілген білімді қалпына келтіру. Мысалы: есте сақтауға байланысты ақпаратты қалпына келтіру, типтік бағдарламалар шешімін шешу (алдыңғы игерілген жоба бойынша).



Үшінші деңгей (қолдану) – танымал объектілерді талқылау және олардың типтік емес түрлі бейнелік жағдайларға қолданылуы үшін игерілген ақпаратты білім алушы өз еркімен жаңғырту және жаңадан іске қосуға мүмкіндігі бар. Оқытылатын объектілер және олардың әрекеттерінің жаңа ақпараттарды дамытуға білім алушының қабілеттілігі. Мысалы: типтік емес тапсырмаларды шешу, нақты бір тапсырманы шешу үшін, бұрынғы алгоритмдердің ішінен көрнекті алгоритмді таңдауы.

Төртінші деңгей (шығармашылық қызмет) – бұрын соңды ешкімге белгісіз жаңа ақпаратты қалыптастыра алатын, оқу материалдарының тақырыптарын білу деңгейі[3].

Осылайша, зияткерлік электронды оқу жүйесінің жүзеге асыру тәсілі және оның сапасын бағалау критеріі негізгі өзекті мәселе болып табылады, сонымен қатар жүзеге асыру кезіндегі үрдіс нәтижесінің көзқарасымен алып қарағанда, сапаны басқаруға мүмкіндік береді.

#### ӘДЕБИЕТТЕР

1. Нурғалиева Г.К., e-Learning– платформа новой парадигмы обучения и условие массового качественного образования. <http://www.nci.kz/ru/content/e-learning>
2. Галеев И.Х. О систематизации учебных компьютерных средств. <http://www.dupliksv.hut.ru/pauk/liter.html>
3. С.В. Дуплик. Разработка дистанционной обучающей системы по основам теории вероятностей (дипломная работа на степень бакалавра в 1999г.). <http://www.dupliksv.hut.ru/pauk/liter.html>

#### REFERENCES:

1. Nurgalieva G. K., e-Learning– platform novoi paradigm obucheniya I usloviya massovogo kachestvennogo obrazovaniya. <http://www.nci.kz/ru/content/e-learning>
2. Galeev I.Kh. O sistematizatsiya uchebnyh kompyuternyx sredstv. <http://www.dupliksv.hut.ru/pauk/liter.html>
3. С. V. Duplik. Razrabotka distantsionnoi obuchayushchei sistemy po osnovam teorii veroyatnostei (diplomnaya rabota na stepen bakalavra v 1999г.). <http://www.dupliksv.hut.ru/pauk/liter.html>

Көлдеева А.А., Кинтонова А.Ж.

#### **Зияткерлік оқыту бағдарламасы және олардың сапа критерийлері**

**Түйіндеме.** Бұл мақалада электрондық үйретуші жүйелердің білім сапасын бағалаудағы мәселе көрсетілген. Мұндай үйретуші жүйелердің қорытындысы көбінесе осы жүйелердің сапасына тәуелді болады. Сол себепті, осы облыстағы ең маңызды мәселелердің бірі оқушыларды сапалы оқу материалдарымен қамтамасыз ету үшін электронды оқулықтың сапасын бағалауға мүмкіндік беретін құралды құру болып табылады.

**Негізгі сөздер:** зияткерлік оқыту бағдарламасы, оқыту жүйесі, білім алушы, көрсеткіштер.

Кулдеева А.А., Кинтонова А.Ж.

#### **Интеллектуальные обучающие программы и критерии качества.**

**Резюме.** Электронные обучающие системы широко применяются в образовании. Результат обучения с помощью таких систем в большой степени зависит от качества этих систем. Поэтому, одной из важнейших задач в данной области является создание средств, которые бы позволили оценить качество электронного обучения для того, чтобы обеспечить обучаемых качественными учебными материалами.

**Ключевые слова:** Интеллектуальные обучающие программы, обучающая система, обучаемый, показатели.

A.A. Kuldeeva, A.J. Kintonova

#### **Intellectual training programs and quality criteria.**

**Summary.** E-learning systems are widely used in education. Result learning using these systems heavily depend on the quality of these systems. Therefore, one of the major problems in this area is to create tools that would allow to assess the quality of e-learning in order to provide students with quality learning materials.

**Key words:** Intellectual tutorials, training system, the learner, the indicators.

**А.А. Генбач, Г.Ж. Жамбыл**

(Алматинский университет энергетики и связи, Алматы, Республика Казахстан)

### **ПРЕДЕЛЬНЫЕ ТЕРМИЧЕСКИЕ НАПРЯЖЕНИЯ ПРИ ПЕРЕХОДНЫХ РЕЖИМАХ ТУРБИН ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ**

Для расчета термических напряжений при пуске и останове в теле ротора и статора турбины вычисляют температурные поля. Используются методы моделирования и прямого эксперимента [1, 2].

Как и в случае определения температурных полей, аналитический расчет напряжений значительно затрудняется из-за неправильной геометрической формы обогреваемых деталей.

В наиболее тяжелых условиях при прогреве находится внутренняя поверхность стенки. Наличие внутреннего давления несколько уменьшает термические напряжения от сжатия, однако его влияние незначительно, так как во время прогрева турбоагрегата давление пара внутри корпуса турбины или паропровода невелико. Зато эти напряжения могут резко возрасти при быстром изменении температуры (тепловой удар) [3].

Если принять в первом приближении коэффициенты линейного расширения  $\beta$ , модуля упругости  $E$  и коэффициент поперечного сжатия  $\mu$  не зависящими от температуры, напряжения в стенке корпуса, фланце или паропроводе будут зависеть только от разности температур по толщине стенки. Величина этой разности зависит от скорости прогрева, толщины стенки и качества тепловой изоляции. Поэтому турбины высокого давления должны иметь качественную изоляцию и строго рассчитанную скорость прогрева. Толщины стенок корпусов турбины, фланцев и трубопроводов выбиваются из условий механической прочности. Применение в турбинах толстостенных конструкций усложнило условия работы различных элементов турбоагрегата. В установках высокого и сверхкритического давления пуск проводится с термическими напряжениями, превышающими предел текучести. Из всех элементов, испытывающих термические напряжения, в наиболее тяжелых условиях находятся фланцевые соединения корпусов турбин высокого давления. Из-за большой металлоемкости они прогреваются очень медленно, вследствие чего в этих элементах наблюдаются наибольшие разности температур.

При нормальных температурных расширениях абсолютное удлинение ограничений по пуску турбины не вызывает. Однако, если свободное расширение корпусов турбины чем-то ограничивается (заклинивание в шпоночных соединениях, отсутствие необходимых зазоров между скользящими опорами и болтами), то в корпусе возникают дополнительные напряжения и деформации, которые могут вызвать нарушение соосности агрегата и появление вибрации. Эти явления задерживают пуск турбины [4].

При пуске турбин необходимо учитывать изменение осевых зазоров в проточной части и уплотнениях вследствие разности тепловых расширений ротора и статора.

Осевые зазоры между соплами и рабочими лопатками в проточной части турбины устанавливаются из конструктивных соображений с учетом наибольшей экономичности. При этом учитывается, что при стационарном режиме работы зазоры несколько изменятся за счет разности коэффициентов линейного расширения ротора и статора. Для неустановившегося термического состояния величина зазоров будет зависеть от режима прогрева или охлаждения турбины.

При прогреве турбоагрегата ротор, имея значительно меньшую массу и большую поверхность, чем корпус, нагревается быстрее и приобретает более высокую температуру, чему способствует также более высокий коэффициент теплоотдачи к вращающимся дискам ротора.

Это приводит к разным по величине тепловым расширениям ротора и статора турбины и соответствующему изменению осевых зазоров в проточной части.

Одновременно с этим происходит изменение и радиальных зазоров, однако вследствие сравнительно небольших размеров турбины в радиальном направлении изменение радиальных зазоров в процессе прогрева особых опасений не вызывает.

При большой длине турбоагрегата абсолютная величина осевого зазора изменяется весьма сильно, и при неправильном режиме прогрева может произойти задевание вращающихся частей о неподвижные.

В особенно неблагоприятных условиях находятся многоцилиндровые турбины, упорный подшипник которых расположен в переднем стуле. В этом случае изменение осевых зазоров в проточной части и лабиринтных уплотнениях ЦНД особенно велико, поскольку при таком расположении упорного подшипника относительные изменения осевых размеров ротора по цилиндрам суммируются [5].

В современных турбоагрегатах упорный подшипник расположен между цилиндрами высокого и среднего давлений. Такая компоновка уменьшает суммарное относительное удлинение вращающихся элементов турбомашин и облегчает их пуск. Однако в случае турбин с несколькими ЦНД каждый из них имеет свою мертвую точку, что приводит также к очень большому изменению осевых зазоров.

В эксплуатационных условиях относительное удлинение или укорочение ротора контролируется с помощью штатных указателей, установленных на крышках подшипников. В мощных турбоустановках применяются дистанционные указатели, вторичные приборы которых выведены на блочный щит управления.

При прогреве насадных дисков и втулок уплотнений тепловой поток направлен от периферии к центру, и имеется значительное термическое сопротивление в местах посадки. Температура их может оказаться существенно выше температуры вала, вследствие чего произойдет ослабление посадки этих деталей, и натяг их может исчезнуть. В этих случаях диски хотя и предохраняются от проворачивания на валу шпоночным соединением, однако такой режим не может считаться безопасным, поскольку он вызовет радиальное смещение дисков и связанную с ним сильную вибрацию турбины [6].

При частых теплосменах в шпоночных пазах как местах концентрации напряжений с течением времени могут развиваться трещины. Их возникновение связано с количеством и режимом теплосмен, а также с величиной начального натяга.

Таким образом, нарушения при пуске и останове турбин снижают выработку электрической мощности и отбор теплоты турбины, снижают ее экономичность. В настоящее время в Республике Казахстан проводится широкомасштабная модернизация турбин, информация о которой широко освещается в технических журналах. Например, на турбине ПТ-80/100-130/3 предлагается замена узлов:

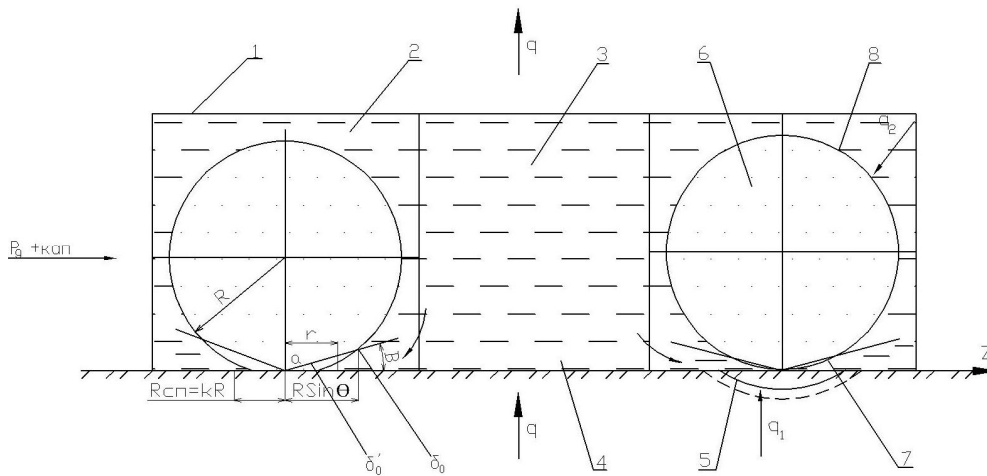
1. Сотовых надбандажных уплотнений 1-17 ступеней ЦВД (цилиндров высокого давления).
2. Направляющего аппарата ЦСНД (цилиндров среднего и низкого давления).
3. Седла регулирующего клапана части среднего давления (ЧСД) большего пропускного сечения с доработкой паровых коробок верхней половины корпуса ЧСД под установку новых крышек.
4. Регулирующих клапанов СД и кулачково-распределительного устройства.
5. Диафрагм 19-27 ступеней ЦСНД, укомплектованных надбандажными сотовыми уплотнениями и уплотнительными кольцами с витыми пружинами.
6. Ротора СВД с установленными новыми рабочими лопатками 18-27 ступеней ЦСНД с цельнофрезерованными бандажами.
7. Обойм диафрагм №1, 2, 3.
8. Обойм передних концевых уплотнений и уплотнительных колец с витыми пружинами.

В результате модернизации:

1. Увеличивается максимальная электрическая мощность турбины до 110 МВт и мощность теплофикационного отбора до 168,1 Гкал/ч. за счет сокращения промышленного отбора.
2. Обеспечивается надёжность и маневренность работы турбоустановки на всех эксплуатационных режимах работы, в том числе при минимально возможных давлениях в промышленном и теплофикационном отборах.
3. Повышаются показатели экономичности турбоустановки.
4. Обеспечивается стабильность технико-экономических показателей в течение межремонтного периода.

К. п. д. ЧСД увеличивается до 1,6%, а ЦВД- до 2%. Модернизация турбины требует вложения больших средств. Однако аварии, происходящие при нарушениях переходных режимов, могут быть столь разрушительными, что турбину потребуется отправлять на завод-изготовитель, либо она окажется не ремонтпригодной [6].

Опасность появления предельных термических напряжений при пусках и остановках турбин следует ожидать в местах концентраторов. Они являются центрами зарождения активной паровой фазы либо образования капель конденсата, поскольку происходит прогрев корпуса и ротора, и металл существенно недогрет относительно поступающего в турбину рабочего потока пара. Следует рассмотреть как естественно образованную на турбинных деталях капиллярно-пористую структуру, в виде солевых отложений и других налетов, так и искусственно создаваемую структуру, выполняющую функцию системы охлаждения (лопаток сопловых и рабочих, диафрагм, дисков и других теплонапряженных элементов по проточной части турбины). Подобные исследования нами уже проводятся и требуют дальнейшего развития [7-12].



**Рис. 1.** Модель соприкосновения паровых пузырей с парогенерирующей поверхностью в ячейках генерации пара пористой структуры: 1- скелет пористой структуры; 2- ячейка генерации пара; 3- ячейка питания жидкостью; 4- парогенерирующая поверхность; 5- фронт распространения температурной волны в объеме теплогенерирующей поверхности, выполненной из нержавеющей стали и меди ( пунктирная линия); 6-пар; 7-«сухое» пятно; 8- фронт распространения легкой (паровой) фазы.

На рис. 1 представлена модель зарождения паровых пузырей в местах концентрации напряжений при проведении переходного режима турбины. Питание жидкостью 3 с капиллярно-пористой структуры осуществляется за счет действующего напора  $\Delta P_{g+kan}$ , представляющего комбинацию массовых и капиллярных сил. Растущий паровой пузырь радиусом  $R$  зародился спонтанно (взрывообразно), имея критический зародыш радиусом  $R_{кр}$  [7]. В центре соприкосновения пузыря с теплонагруженной поверхностью детали турбины (они же - парогенерирующая поверхность) за счет тепловой нагрузки  $q$  устанавливается некоторое «сухое» пятно радиусом  $R_{с.п.}=k \cdot R$ , которое изменяется в зависимости от нагружения турбины по координате  $r$  [10]. За зоной «сухого» пятна образуется микрослой конденсата, граничные размеры которого составляют толщины  $\delta_0'$  и  $\delta_0$ , причем,  $\delta_0' < \delta_0$ . Угол смачивания составляет величину  $\theta$ . Коэффициент  $k$  может зависеть от многих величин, в т.ч.  $q$ , времени роста  $\tau$ , теплофизических свойств жидкости и стенки, величины  $\Delta P_{g+kan}$ .

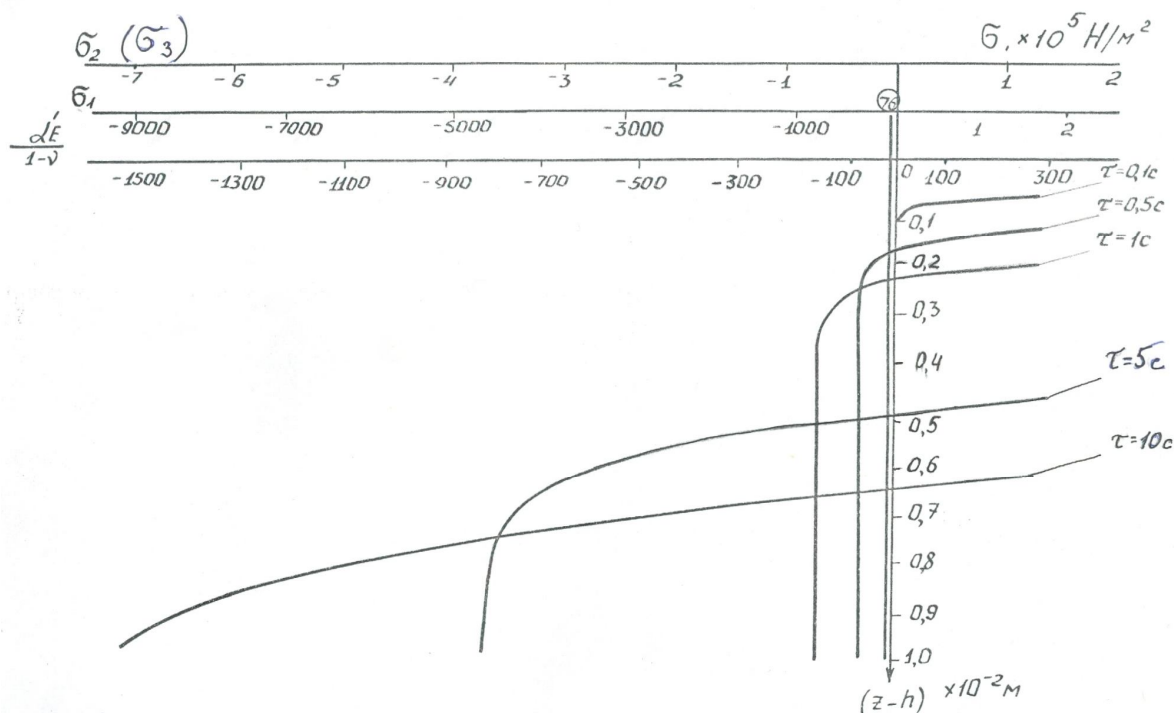
Удельный тепловой поток  $q$ , подводимый к поверхности детали, складывается из потока  $q_1$ , идущего в пузырь со стороны стенки, и  $q_2$  – со стороны перегретой жидкости, окружающей пузырь [11].

Рост парового пузыря сопровождается распространением температурной волны в стенку, причем более теплопроводная стенка будет иметь большую глубину проникновения (см. пунктирную линию на рис. 1)[10-11].

Коэффициент  $k$  должен учитывать свойства поверхности нагрева, ее шероховатость, смачиваемость и углубления (рельеф) концентратора напряжений.

Представляет особый интерес произвести расчет предельных термических напряжений в окрестности «сухого» пятна парового пузыря, возникшего в результате прогрева паровой турбины. Для этого эффективно использовать теорию термоупругости, записав уравнение теплопроводности для массива (поверхности нагрева) [7,8,12].

Решение представлено через удельные тепловые потоки плавления  $q_1$ , сжатия  $q_2$  и растяжения  $q_3$ , а через них произведен пересчет на соответствующие термические напряжения  $\sigma_1$ ,  $\sigma_2$  и  $\sigma_3$  (рис. 2). Моделирующим материалом послужило тешениновое пористое покрытие, которое имеет в 5 раз больший коэффициент линейного расширения, в 10 раз более низкий коэффициент теплопроводности, примерно одинаковую температуру плавления по сравнению с турбинными сталями, является вязким с пористостью до 30%. Удельные тепловые потоки  $q_1=6,6 \cdot 10^6$  Вт/м<sup>2</sup> и  $q_2=1 \cdot 10^4$  Вт/м<sup>2</sup>, соответственно, являются предельными и обозначают верхнюю и нижнюю границы разрушения пористого покрытия без плавления, в основном напряжениями сжатия.



**Рис. 2.** Эпюры напряжений по толщине тешениновой пористой пластины (покрытия) при различных величинах  $q$  и  $\tau$ :  $q_1=6.6 \cdot 10^6$  Вт/м<sup>2</sup>;  $q_2=1 \cdot 10^4$  Вт/м<sup>2</sup>; 76 – предел прочности на растяжение,  $\times 10^5$  Н/м<sup>2</sup>. Величины  $q_1$  и  $q_2$  создают в покрытии критические (предельные) значения. Максимальная толщина частиц покрытия  $(z-h)=0.22 \cdot 10^{-2}$  м при  $\tau = 1$  с, когда их отрыв происходит под действием сил сжатия («+»  $\sigma_2$ ). Таким образом, силы сжатия разрушительны на малой глубине покрытия за весьма короткий промежуток времени действия теплового потока ( $\tau < 1$  с), в диапазоне (0.1-1)с. При  $q \leq q_2$  разрушение покрытия наблюдается силами растяжения.

При термических напряжениях  $\sigma_1$  происходит разрушение покрытия плавлением и «+»  $\sigma_2$  - сжатием и «-»  $\sigma_3$  - растяжением.

Координатная ось  $\frac{\alpha' E}{1-\nu}$  представляет собой характерный комплекс термомеханических величин по оценке упругости  $E$ , расширения  $\alpha'$  и поперечного сжатия  $\nu$  покрытия.

Из рис.2 также видно, что, начиная с  $\tau \leq 0,1c$ , в некоторой области  $\Delta(Z_i - h)$  напряжения сжатия переходят в напряжения растяжения, причем для различных интервалов времени  $\tau$  напряжения находятся на различной глубине от поверхности пористого покрытия. Следует ожидать, что в области перехода напряжения сжатия в напряжение растяжения будут наблюдаться наибольшие сдвиговые напряжения пористой пластины. Каждой толщине  $\sigma_i$  отрывающихся частиц от пористого покрытия под действием сил сжатия соответствуют свои предельные значения тепловых потоков и своя глубина проникновения температурной волны  $z$ .

Особо отметим, что авторы [1-6] рассматривают разрушающие напряжения в турбинных установках без учета времени, и поэтому главную роль они отдают разрушающим напряжениям растяжения.

При рассмотрении причин разрушения турбинной детали важно исследовать предысторию развития турбины в концентраторе напряжения (релаксационную зону), которую следует обеспечивать от времени взрывообразного возникновения парового зародыша (интервал времени от  $10^{-8}$  с до  $10^{-3}$ с). В такой релаксационной зоне энергия спонтанного появления парового пузырька является величиной, близкой к постоянной (инвариантной) ко времени его роста. Она затрачивается на поддержание зародыша радиусом  $R_{кр}$  и предотвращает его схлопывание (удельные тепловые потоки могут достигать до  $10^8$  Вт/м<sup>2</sup>). Также в данный промежуток времени устанавливается термодинамическое равновесие для перехода от микропроцесса (микрочастиц и кластеров) отдельных (единичных) (индивидуальных) пузырей к процессам, описываемым поведением большого количества пузырей, т.е с помощью интегральных характеристик.

Наличие концентраторов напряжений, в которых зарождается активная паровая фаза, значительно снижает отношение  $b_{пр.сж.}/b_{пр.раст.}$  и эта величина может быть всего около двух даже для пористых покрытий, а для турбинных сталей – еще ниже.

Разрушительные напряжения растяжения  $b_{пр.р.}$  в пористых структурах в общем случае в 10-20 раз меньше, чем напряжения сжатия  $b_{пр.сж.}$ , а в металлических турбинных деталях – всего в 3-4 раза. Однако, если учесть наличие концентраторов напряжений, циклические нагрузки при пуске и останове турбин, приводящие к усталостным напряжениям, то оказывается, что по мере прогрева и в зонах, находящихся в глубине материала, разрушительные напряжения сжатия могут быть соизмеримы и даже наступить раньше, чем  $b_{пр.р.}$

Например, для турбинных сталей предел прочности на растяжения  $b_b$  может составлять (400-1000) МПа. Предел текучести при рабочей температуре (400-550<sup>0</sup>С) понижается до величины 200-900 МПа при деформации на 0,2%. Пределы длительной прочности снижаются до (70-260) МПа. При больших значениях деформации в 10-20%, величина  $b_b$  уменьшается до (40-120)МПа, т.е. на порядок от исходных значений. Основная же оценка прочности при пусках и остановах турбин должна производиться по напряжениям усталости, которые составляют всего лишь 0,45 от  $b_b$ .

Поэтому для переходных режимов работы турбины весьма вероятно, что величины  $b_{пр.р}$  и  $b_{пр.сж}$  могут оказаться одинаковыми. Более того, для турбинных сталей разрушительные напряжения на растяжения снижаются до значения 10МПа, которые станут одного порядка с величиной  $b_{пр.р}$  пористых материалов.

Поэтому проведенные расчеты для пористых покрытий (рис. 2), могут описывать разрушительные процессы для турбинных сталей в циклически действующих режимах работы турбин (режимах пуска и останова), т. е. для малоциклового термической усталости сталей в турбиностроении.

Более того, проведение процессов моделирования между пористыми и турбинными сталями весьма полезно и эффективно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Плоткин Е. Р., Трубилов М. А. К вопросу о пуске паровых турбин паром номинальных и скользящих параметров. — «Теплоэнергетика», 1963, № 9, с. 6—8.
2. Третьяков П. Г. Определение коэффициента теплоотдачи в турбинах по данным замеров. — «Теплоэнергетика», 1967, № 4, с. 48—52.
3. Капелович Б. Э. Эксплуатация паротурбинных установок. М., «Энергия», 1975. 288 с. с ил.
4. Влияние режимов пуска на коробление цилиндров турбины ЛМЗ типа К-200-130. — «Теплоэнергетика», 1968, № 12, с. 6—13. Авт.: Трубилов М.А., Шварц А.В., Карпов Б.П., Солнышкин Б.Г.
5. Трухний А. Д., Ломакин Б. В. Теплофикационные паровые турбины и турбоустановки. -М.:МЭИ, 2002.-540с.
6. Костюк А. Г., Фролов В. В., Булкин А. Е., Трухний А. Д. Паровые и газовые турбины для электростанций.- М.:МЭИ, 2008.-556с.
7. Поляев В. М. Генбач А. Н., Генбач А. А. Предельное состояние поверхности при термическом воздействии//ТВТ.-1991.-Т.29,№5.-С.932-934.
8. Генбач А. А., Генбач Н. А. Применение капиллярно-пористых систем в тепловых энергетических установках электростанций//Вестник АУЭС.-2011.-№3(14).-с. 4-11.
9. Генбач А. А., Бурмистров А. В. Исследование теплового состояния цилиндров паровых турбин//Промышленность Казахстана.-2011.-№2(65).-с. 91-93.
10. Поляев В. М. Генбач А. А. Скорость роста паровых пузырей в пористых структурах//Известия вузов. Машиностроение.-1990.-№10.-с.61-65.
11. V. Polyayev, A. Genbach, A. Genbach. Control of Heat Transfer in a Porous Cooling System// Second world Conference on experimental heat transfer, fluid mechanics and thermodynamics. Dubrovnik, Yugoslavia, (23-28 June),1991.- P.639-644.
12. Генбач А. А., Жамбыл Г. Ж. Расчет переходных процессов паровой турбины// Поиск.-2012.-№4(2).-с.91-95.

Генбач А. А., Жамбыл Г. Ж.

**Электростанциялардағы турбинаның ауыспалы режиміндегі межелі кернеулер**

**Түйіндеме.** Электростанциялардағы турбинаның ауыспалы режиміндегі кернеу концентраторларында жіктің пайда болуы қарастырылған. Бу ұрығының  $10^{-8}$ - $10^{-6}$  сек. уақытта пайда болу механизімі көрсетілген. Межелі термиялық кернеулердің болпылдақ жабындының (табиғи капилляр құрылымы) және жасанды капилляр жабындының (суыстықтың жүйелері) бетінде үркіншілік шақыратындығы қарастырылған. Межелі термиялық кернеудің ең ықтимал кернеудің көрінісі айқындалды.

Генбач А. А., Жамбыл Г. Ж.

**Предельные термические напряжения при переходных режимах турбины электростанций**

**Резюме.** Рассмотрена модель возникновения трещин в концентраторах напряжений при переходных режимах турбин электростанций. Показан механизм возникновения парового зародыша путем взрыва за  $10^{-8}$ - $10^{-6}$  с. Рассмотрены предельные термические напряжения, вызывающие разрушение пористого покрытия (естественную капиллярную структуру) и искусственного капиллярного покрытия (системы охлаждения). Раскрыт механизм действия предельных термических напряжений и выявлен вид наиболее вероятных напряжений.

Genbach A., Zhambyl G.

**Limiting thermal stresses during transients turbine power plants**

**Summary.** A model of the formation of cracks in the hubs transient voltages at power plant turbines. The mechanism of a steam explosion embryo by  $10^{-8}$ - $10^{-6}$  s. The limiting thermal stresses, causing the destruction of the porous coating (natural capillary structure) and artificial capillary coatings (cooling system). The mechanism of action of limiting thermal stresses and identified the most likely type of stress.

**Б. Дуаметұлы, С.Қ. Құсайынов**  
(Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті  
Алматы, Қазақстан Республикасы)

### **ДЕНЕЛЕРДІҢ ҚОЗҒАЛЫСЫН МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУ**

**Аннотация.** Бұл жұмыста көкжиекке көлбей лақтырылған денелердің қозғалыс заңдылықтары математикалық модельдеу әдісі арқылы қарастырылған. Физиканың механика бөлімінде көкжиекке көлбей лақтырылған денелердің қозғалыс заңдылықтары негізінен қарастырылмайды. Қарастырылған күннің өзінде көкжиекке көлбей лақтырылған денелердің көтерілу биіктігі мен түсу қашықтығын сипаттайтын өрнектер ғана көрсетіліп, олардың қайдан келіп шыққандығы туралы баяндалмайды. Өрнектердің қайдан келгендігі баяндалмағандығы себепті, оларды жадымызда сақтау да қиын болады. Егер көкжиекке көлбей лақтырылған денелердің қозғалысын математикалық модельдеу әдісі арқылы қарастырсақ, онда көкжиекке көлбей лақтырылған дененің көтерілу биіктігі, түсу қашықтығы және траектория теңдеулерін теориялық жолмен оңай қорытып шығаруға болады.

**Түйін сөздер:** механика, көкжиек, көтерілу биіктігі, түсу қашықтығы, траектория теңдеуі, математикалық модельдеу.

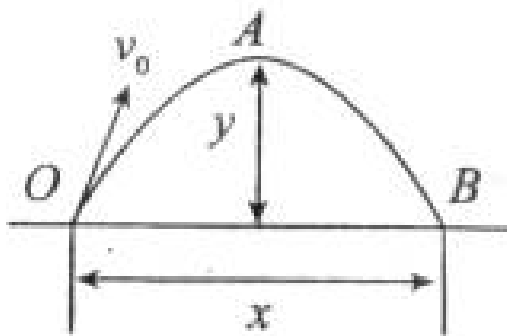
Физиканың механика бөлімінде денелер қозғалысын қарастырғанда, кейбір маңызды сұрақтар жеткілікті түрде ескерілмейді [1-2]. Мәселен, көкжиекке көлбей лақтырылған денелердің қозғалыс заңдылықтарын қарастырған кезде, қозғалыстағы денелердің ең жоғары көтерілу биіктігін және түсу қашықтығын есептейтін өрнектер мүлдем көрсетілмейді. Көкжиекке көлбей лақтырылған денелердің ең жоғары көтерілу биіктігі мен түсу қашықтығын есептейтін өрнектері берілген күннің өзінде ол өрнектерді жадымызда сақтау қиынға түседі. Сондықтан, қажет кезінде оларды математикалық модельдеу арқылы теориялық жолмен қорытып шығару ол өрнектерді жаттағаннан оңай болар еді. Бұл мәселелер [3,4] жұмыстарда бұрын қаралған.

Физикалық үрдістерді зерттегенде физикалық шамалардың бір-біріне тәуелділігін көрсететін теңдеулерден тұратын математикалық модель құрастырылады. Бұл жұмыс дене қозғалысын математикалық модельдеуге арналған.

#### **Көлбей лақтырылған дененің қозғалысы және ерекшелігі**

##### **1. Көлбей лақтырылған дененің қозғалысы және ерекшелігі.**

Дененің белгілі бастапқы жылдамдықпен көкжиекке көлбей лақтырылғаннан кейінгі қозғалысын көкжиекке көлбей лақтырылған дененің қозғалысы деп атайды. Ауаның қарсылық күші ескерілмеген кезде көлбей лақтырылған денеге тек ауырлық күші әсер етеді. Сондықтан, көлбей лақтырылған дененің қозғалысы жылдамдығы бірқалыпты өзгеріп отыратын қисық сызықты қозғалыс болып табылады.



**1-сурет.** Көкжиекке көлбей лақтырылған дененің қозғалыс траекториясы



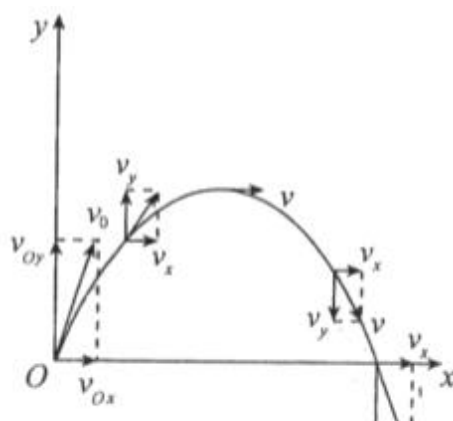
Қозғалыс траекториясының ерекшелігі: алғашында қисық сызық бойымен жоғары көтеріліп, ең жоғарғы нүктеге жеткеннен кейін дене қисық сызық бойымен төмен түседі. 1-суретте көрсетілген, қисық сызық  $OAB$  көлбей лақтырылған дененің қозғалыс траекториясын көрсетеді.

2. Көлбей лақтырылған дене қозғалысын зерттеу әдісі

Қозғалысты қосу және жіктеу әдісін қолдану

Көлбей лақтырылған дененің қозғалыс барысында ауаның қарсылық күші ескерілмейтіндіктен, тек ауырлық күшінің әсеріне ұшырайды, сондықтан оның қозғалысын бірнеше түрлі әдіспен зерттеуге болады.

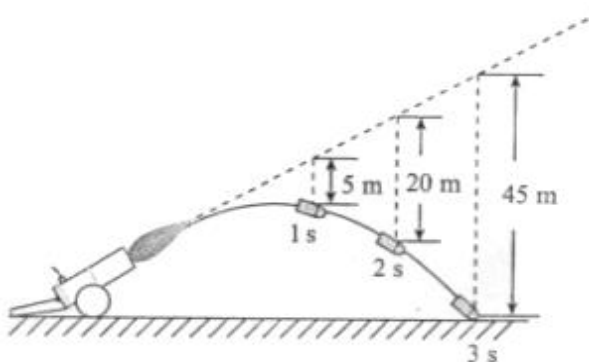
*Бірінші әдіс:* Ілгерілемелі қозғалысты зерттеу әдісі сияқты лақтырылған нүктені координаттың бас нүктесі етіп алып, тік бұрышты координаттар жүйесін тұрғызамыз. Жылдамдықтың өсі бойынша проекциясын  $v_x$  және  $y$  өсі бойынша проекциясын  $v_y$  деп жіктейміз. Осылайша, 2-суретте көрсетілгендей, көлбей лақтырылған дененің қозғалысын горизонтал бағыттағы бірқалыпты түзу сызықты қозғалыс пен тік бағыттағы бірқалыпты кемімелі түзу сызықты қозғалысқа жіктеуге болады.



2-сурет. Көлбей лақтырылған дененің жылдамдығын екі бағытта жіктеу

*Екінші әдіс:* 3-суретте көрсетілгендей, бастапқы жылдамдық бағыты бойынша бірқалыпты түзу сызықты қозғалыс және тік төмен бағытталған еркін түскен дененің қозғалысына жіктейміз. Әрбір секунд уақыттағы дененің бастапқы жылдамдық бағыты бойынша жүріп өткен жолы бірдей болады, ал тік төмен бағыттағы қозғалысы еркін түскен дененің қозғалысы заңдылығы бойынша түсетіндіктен, 1 сек., 2 сек., 3 сек., ..... ішіндегі түскен биіктіктерінің қатынасы 1: 4: 9 ..... қатынастарына тең болады.

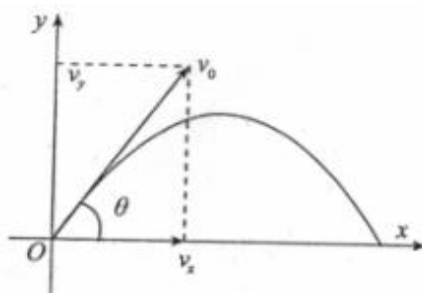
Жоғарыдағы анықтама бойынша көлбей лақтырылған дененің қозғалыс траекториясын төмендегі 3- суреттегідей көрсетуге болады.



3-сурет. Көлбей лақтырылған дененің уақыт мен орнының байланысы

**Көлбей лақтырылған дененің қозғалыс заңдылығы**

4- суретте материалдық нүктенің бастапқы  $v_0$  жылдамдықпен көкжиекке  $\theta$  бұрыш жасай лақтырылған кездегі қозғалысының кескіні көрсетілген.



4- сурет. Көлбей лақтырылған дене қозғалысының кескіні

Бастапқы жылдамдықтың  $x$  өсі бойынша проекциясы  $v_x$  бірқалыпты түсу сызықты қозғалыс болғандықтан, оны төмендегідей етіп жазуға болады

$$v_x = v_0 \cos \theta. \tag{1}$$

Бастапқы жылдамдықтың  $y$  өсі бойынша проекциясы  $v_y$  тік жоғары бағытталған бірқалыпты кемімелі қозғалыс болғандықтан, кинематиканың заңдарына сәйкес оны төмендегідей бейнелеуге болады

$$v_y = v_0 \sin \theta - gt. \tag{2}$$

Жоғарыдағы жылдамдықтарға сәйкес келетін  $x$  және  $y$  өсі бойынша орын ауыстырудың проекцияларын төмендегідей жазып аламыз

$$x = v_0 \cos \theta \cdot t \tag{3}$$

$$y = v_0 \sin \theta \cdot t - \frac{1}{2} g t^2. \tag{4}$$

(3)- өрнектегі уақыттың  $t = \frac{x}{v_0 \cos \theta}$  мәнін (4)- өрнекке қоятын болсақ

$$y = \frac{v_0 \sin \theta \cdot x}{v_0 \cos \theta} - \frac{1}{2} g \frac{x^2}{v_0^2 \cos^2 \theta} = x \cdot \operatorname{tg} \theta - \frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \theta} x^2. \tag{5}$$

Бұл формула көкжиекке көлбей лақтырылған дененің траектория теңдеуі және дене траекториясының математикалық моделі болып табылады.

Енді көкжиекке көлбей лақтырылған дененің ең жоғары көтерілу биіктігі мен түсу қашықтығын есептеу өрнегін қорытып шығарайық. Түсу қашықтығы дегеніміз көлбей лақтырылған денелердің  $x$  өсі бойынша ең үлкен орын ауыстыруы, ал ең жоғары көтерілу биіктігі дегеніміз – көлбей лақтырылған денелердің  $y$  өсі бойынша ең үлкен орын ауыстыруы болып табылады.

Көкжиекке көлбей лақтырылған дененің ең жоғары биіктікке көтерілген кездегі  $y$  өсі бойынша жылдамдықтың проекциясы нөлге тең болады, яғни,  $v_y = 0$ . Мұны (2)- өрнекке қою арқылы көлбей лақтырылған дененің ең жоғары көтерілу биіктігіне жету үшін кеткен уақытты есептеп шығаруға болады

$$t_H = \frac{v_0 \sin \theta}{g}. \tag{6}$$

(6)- өрнекті, яғни, ең жоғары көтерілу биіктігіне жету үшін кеткен уақытты (4)- өрнектегі уақыттың орнына қою арқылы ең жоғары көтерілу биіктігінің өрнегін қорытып шығаруға болады

$$y_{\max} = H = v_0 \sin \theta \cdot \frac{v_0 \sin \theta}{g} - \frac{1}{2} g \left( \frac{v_0 \sin \theta}{g} \right)^2 = \frac{v_0^2 \sin^2 \theta}{2g}. \tag{7}$$

Бұл өрнек – дененің ең жоғары көтерілу биіктігінің математикалық моделі.

Енді түсу қашықтығын есептейік. Түсу қашықтығы дегеніміз – көлбей лақтырылған денелердің  $x$  өсі бойынша ең үлкен орын ауыстыруы болғандықтан, ең әуелі жалпы ұшу уақытын тауып алуымыз керек. Жалпы ұшу уақыты ең жоғары биіктікке жету үшін кеткен уақыттың екі есесіне тең болады. Өйткені, жоғары лақтырылған денелердің көтерілу уақыты мен түсу уақыты әрқашан да бірдей болады.

$$\text{Сондықтан, жалпы ұшу уақыты: } t = 2t_H = \frac{2v_0 \sin \theta}{g} \quad (8)$$

болады. (8)- өрнекті (3)- формулаға қою арқылы түсу қашықтығын есептеп шығаруға болады:

$$x_{\max} = v_0 \cos \theta \frac{2v_0 \sin \theta}{g} = \frac{v_0^2 2 \sin \theta \cos \theta}{g} = \frac{v_0^2 \sin 2\theta}{g}. \quad (9)$$

(9)- өрнекте  $2 \sin \theta \cos \theta = \sin 2\theta$  байланысы қолданылды. Міне, бұл (9)- формула көзжиекке көлбей лақтырылған денелердің түсу қашықтығын есептеу өрнегі болып табылады, және де ол дененің түсу қашықтығының математикалық моделі болып табылады. Осы өрнек арқылы бастапқы жылдамдығы  $v_0$  белгілі болған жағдайда  $\theta = 45^\circ$  кезінде түсу қашықтығының ең алыс болатындығын біле аламыз:

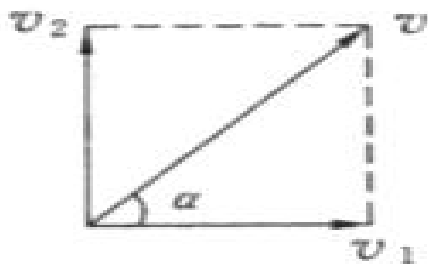
$$x_{\max} = \frac{v_0^2}{g}. \quad (10)$$

Сондықтан, зеңбірек оғын ең алысқа жеткізу үшін көлбеу бұрышы үнемі  $45^\circ$  болу керек.

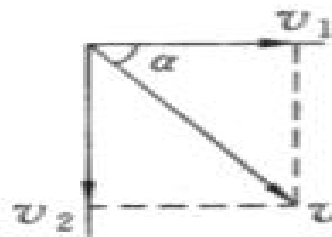
Жоғарыда тоқталған мәселелер бойынша мынадай жағдайларға назар аудару керек:

- (1) Көлбей лақтырылған денелердің қозғалысының симметриялылығы.
- (2) Жылдамдықты тік және горизонтал бағытта жіктеудің керектігі.

Мысал үшін, төмендегі 5-суретте көлбей лақтырылған дененің жоғары бағытталған кездегі жылдамдығын тік жоғарыға лақтырылған дене қозғалысы мен горизонтал бағыттағы бірқалыпты түзу сызықты қозғалыстарға жіктеуге болатындығы көрсетілген. Ал, 6-суретте көлбей лақтырылған дененің ең жоғары биіктікке жетіп, төмен түсіп бара жатқан кездегі жылдамдығын тік төмен лақтырылған дененің қозғалысы мен горизонтал бағыттағы бірқалыпты түзу сызықты қозғалыстарға жіктеуге болатындығы көрсетілді.



5- сурет. Көлбей лақтырылған дененің жоғарылаған кездегі жылдамдығын жіктеу.



6- сурет. Көлбей лақтырылған дененің төмендеген кездегі жылдамдығын жіктеу.

Бұл жұмыста көзжиекке көлбей лақтырылған денелердің қозғалыс заңдылықтарын жоғарыдағыдай математикалық модельдеу әдісі арқылы есептегенде, денелердің қозғалыс траекториясы, ең жоғары көтерілу биіктігі мен түсу қашықтығын есептейтін өрнектерді оңай қорытып шығаруға болатыны көрсетілді.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Савельев И. В. Курс физики, том 1. Механика. Молекулярная физика. –М.: Наука, 1989. -352 с.
2. Трофимова Т. И. Курс физики –М.: Академия, 2010. -557 с.
3. Дуаметұлы Б. Жалпы физика курсының негіздері. Оқу құралы. – Алматы: ҚазҰТУ, 2012.-217б.
4. Дуаметұлы Б., Құсайынов С.Қ. Көкжиекке көлбей лақтырылған денелердің қозғалысын зерттеу//Қазақстан мектебі. -2013.-N2(1046). -Б.34-36.

REFERENCES

1. Savelev I. V. Kurs fiziki, tom 1. Mehanika. Molekulyarnaya fizika. –M.:Nauka, 1989. -352 s.
2. Trofimova T.I. Kursfiziki –M.: Akademiya, 2010. -557 s.
3. Duametuly B. Zhalpy fizika kursynyn negizderi. Oku kuraly. – Almaty: KazUTU, 2012.-217b.
4. Duametuly B., Kussainov S.K. Kokzhiekke kolbeylaktyrylgandenelerdinkozgalysyn zertteu //Kazakstanmektebi. -2013.-N2(1046). -B.34-36.

Дуаметұлы Б., Кусаинов С. К.

**Математическое моделирование движения тела**

**Резюме.** В работе методом математического моделирования рассмотрены движения тела, брошенного под углом к горизонту, изучены закономерности его движения, выведены формулы, позволяющие рассчитать максимальную высоту подъема и дальность броска, определены уравнения траектории тела и их математические модели.

**Ключевые слова:** механика, горизонталь, максимальная высота, дальность броска, уравнение траектории, математическая модель.

Duametuly B., Kusainov S.K.

**Mathematical models the movement of objects**

**Summary:**The motions of a body, thrown under an angle to the horizon with mathematic models are considered, as well the laws of body motion are studied, the equations to calculate the maximum high of rise, and throw distance are derived, and the body trajectory equationswith mathematic models are defined in this work.

**Key words:** mechanics, horizontal, maximum height, throw distance, trajectory equation, mathematic models.

УДК.378(075.8):625

**Ж.Ж. Бәзілов, О.Ғ. Ғазизов, А.Т. Жүсіпов**

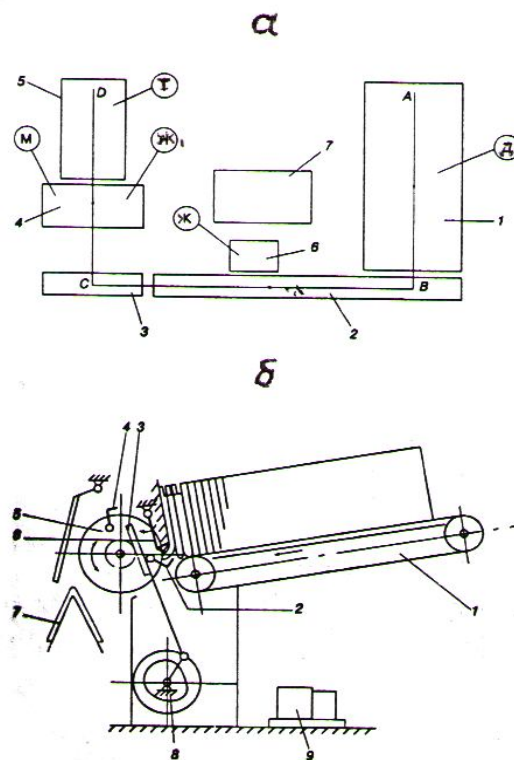
(Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті,  
Алматы, Қазақстан Республикасы)

**ЖІППЕН ТІГУ МАШИНАСЫНЫҢ ДӘПТЕРДІ АЛЫП БЕРУ ҚҰРЫЛҒЫСЫ**

**Өзектілігі:** Мақалада кітап блоктарын жіппен тігу машинасының негізгі құрылғысы дәптерді шығарып, ашып - салу құрылғысының өндірісте қолданылатын екі түрі қарастырылған.

Кітап блоктарын жіппен тігу машинасының негізгі бөлігі дәптерді топта-масынан алып беру құрылғысы. Дәптерді алып беру құрылғысының негізгі арналуы дәптерді топтамасынан шығарып алып тасымалдау құрылғысына ашып салу болады. Дәптерді алып беру құрылғысының бірнеше түрлері бар. Дәптерді шығарып, ашып - салу құрылғысының өндірісте 2 түрі қолданылады: тісті рейкалы, планетарлы [6]. Моделі БНШ-6А жіппен тігу машинасының дәптерді алып беру механизмі жұмыс істеу кезінде көп шуыл шығарады. Бұл машина тісті рейкалы механизмдер көмегімен жұмыс істейді.

Оның технологиялық сұлбасы және жіппен тігу машиналарының бөліктері мен құрылғылары 1-суретте көрсетілген [1].



**1-сурет.** Жіппен тігу машиналарының бөліктері мен құрылғылары және технологиялық сұлбасы  
 а)жіппен тігу машинасының қағидалы - құрылымдық сұлбасы;  
 б) және дәптерді шығарып, ашып - салу технологиялық линиясы.

1- суретте жіппен тігу машинасының қағидалы - құрылымдық сұлбасы көрсетілген (а) мұндағы: 1 - дәптерді шығарып, ашып - салу құрылғысы; 2-тасымалдау жүйесі; 3 - теңселмелі стол; 4 - тігін құрылғысы; 5 - қабылдау үстелі; 6 - желім құрылғысы; 7 - басқару ;

Сұлбада көрсетілген негізгі бөліктерінен басқа жетекші механизмі, вакуум жүйесі, бақылау - тосқауылдау құрылғысы, басқа да механизмдері бар. Машинаның құрылымдық сұлбасында жіппен тігу автоматында қолданылатын шикізаттар да көрсетілген: Д - дәптерлер (самонакладқа келеді); Ж - желім (желім аппаратына беріледі); Ж - жіптер; М - дәке (тігін аппаратында қолданылады); Т - қабылдау столындағы дайын өнім - тігілген кітап топтамалары.

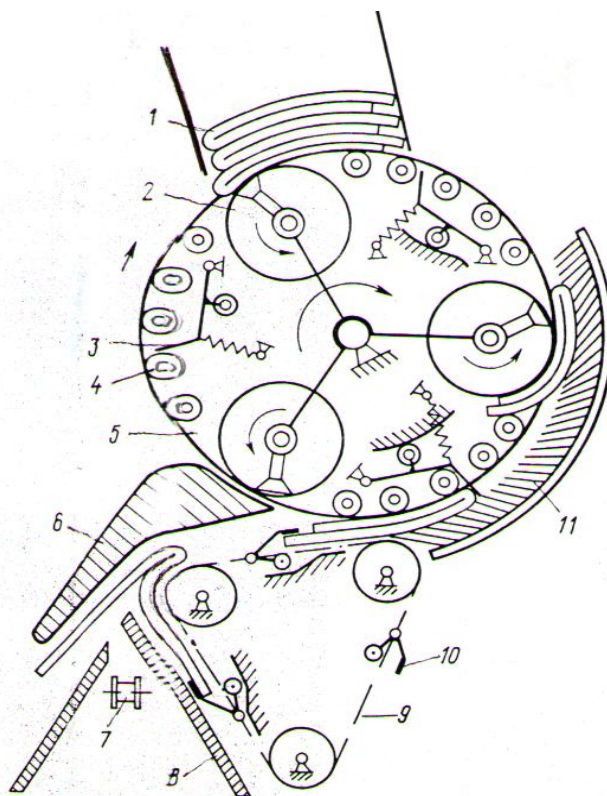
Дәптерді шығарып, ашып - салу құрылғысының технологиялық сұлбасы 1-суретте көрсетілген (б).

Шлейфті дәптерлер көлденең типтес магазинге алдыңғы жағы тік қабырғаға, түп жағы тасымалдауыштың (1) таспасына тіреле тиеледі. Алдыңғы дәптерді түп жағынан сорғыш (6) барабанға (5) қарай қайырады. Қармауыштар (2) дәптердің түбінен қысып алып барабан (5) оңға қарай айналғанда дәптер магазиннен шығарылады. Сол кезде екінші қатарлы қармауыштар (4) дәптердің шлейфінен тісті рейкалы беріліс (3) арқылы барабан (5) солға қарай айналғанда дәптер ортасынан ашылып тізбекті тасымалдауышқа (7) беріледі. Ашып - салу құрылғысының барлық механизмдері негізгі білікте орналасқан жұдырықшалар арқылы қозғалыс алады. Арнайы сорап (9) құрылғыны вакууммен қамтамасыз етеді. [3] Магазинге дәптерлер қолдан толықтырылады.

Мұндай реверсивті типтес дәптер салу құрылғысы Киев полиграфия машиналары зауыты шығаратын жіппен тігу автоматтарында 10 жылдан астам қолданылып келеді. Оның артықшылығы: реверс кезінде дәптерді өз қармауыштарымен сенімді түрде алуы, дәптер шығару жылдамдығының біртіндеп өсуі, дәптерлерді ашу үшін арнайы құрылымды қажет етпеуі (дәптердің шлейфінен басқа) [5].

Бірақ оның өте бір тиімсіз кемшілігі—барабанның реверсивті қозғалысы ауыспалы жоғары инерциялық жүктемелер тудырады. Оларды азайту үшін барабанның біраз бөліктері пластмассадан жасалады, ал механизмі артық моменттік күштерді теңестіретін және барабанның клапандарының жабылу кезін нақтылайтын арнайы құрылыммен жабдықталады [4].

Жіппен тігу машиналарында планетарлы типтес дәптерді шығарып, ашып - салу құрылғысының қағидалы сұлбасы 2 - сурет көрсетілген [8].



**2-сурет.** Дәптерді планетарлық - орамалау тәсілімен шығарып ашып - салатын құрылғының (самонаклад) қағидалы сұлбасы

Мұнда дәптерлер (1) магазинге салынады, астыңғы дәптерлер үлкен дискілерге (5) орналасқан роликтердің (4) үстіне жатады. Үлкен дисклерде (5) сорғыштармен жабдықталған шағын дисклер (2) орналасқан. Үлкен дисклер (5) оңға қарай айналса шағын дисклер (2) солға қарай айналады. Шағын дисклер (2) өздерінің сорғыштарымен астыңғы дәптердің түп жақ шетін сорып алып оны өз бетіне орап алады да магазиннен шығарады. Әрі қарайғы қозғалыста дәптер шөтке (11) келгенде сорғыштарға вакуум беру тоқтатылып олар дәптерді босатады, сол кезде кезекті тірек (3) (үлкен дискде ондай тіректер үшеу), шлейфі алға қарай бағытталған дәптерді тізбекті тасымалдауышқа (9) қарай итереді. Ол кезде дәптерді бір жағынан роликтер (4), екінші жағынан щетка (11) демеп тұрады. Тізбекті тасымалдауыштың (9) кезекті қармауыштары (10) дәптерді шлейфінен алып жанама тасымалдауыштың (7) үстеліне (8) бағыттайды. Дәптердің қысқа жағының серпімдік күші оның ашылуын қамтамасыз етеді. Үстіңгі бағыттауыш (6) дәптердің шамадан тыс ашылуын тежейді.

Планетарлық самонакладтар әмбебап келеді. Онда реверсивті типтес самонакладтардағыдай ауыспалы инерциялық күштер жүктемесі болмайды. Бұл самонакладтарда дәптердің шығарылуы ыңғайлы шешімін тапқан. Мұнда дәптер суырылып шығарылмайды, айналып тұрған дискіге оралып шығарылады, сондықтан дәптерлер бір - біріне үйкелмейді, ластанбайды [9].

Дәптерді шығарып, ашып – салу құрылғысының жұмысын жақсарту мақсатында Қ.И Сәтбаев атындағы ҚазҰТУ-інің “Полиграфия өндірісінің технологиясы мен машиналары” кафедрасында ғылыми зерттеу жұмыстары жүргізілуде.

#### ӘДЕБИЕТТЕР

1. Ананьина Е.В., Мордовин Б.М. «Брошюровочно - переплетные машины». - М.: Книга, 1974. Часть 1, 356 с.
2. Коцарь Ю.Н., Мордовин Б.М. «Брошюровочно - переплетные машины». М.: Книга, 1975. Часть 2, 364 с.
3. Кошелев Е.И., Пергамент Д.А., Филиппов В.П. «Брошюровочно - переплетные машины». М.: Книга, 1986, 256 с.
4. Пергамент Д.А «Брошюровочно - переплетные машины ». - М.: МПИ, 1990,265 с.

5. Хведчин Ю.И. «Послепечатное оборудование» МГУП - 2003, 254 с.
6. А.Қасенұлы «Кітапшалау - түптеу жабдықтары» Алматы. 2008, 198 б.
7. <http://nigma.ru>. <http://apoprint.ru/publ/2-1-0-13>
8. [http://www.publish.ru/articles/200203\\_4045599](http://www.publish.ru/articles/200203_4045599)
9. <http://www.oriental-print.ru/>
10. <http://www.poligrafkniga.ru/>

REFERENCES

1. Anan'ina E.V., Mordovin B.M. « Vroshyurovochno – perepletnye mashiny ». – М.: Kniga, 1974. Chast 1, 356 s.
2. Kotsar YU.N., Mordovin B.M. « Vroshyurovochno – perepletnye mashiny ». – М.: Kniga, 1975. Chast 1, 364 s.
3. Koshelev E.I., Pergament D.A., Filippov V.P. « Vroshyurovochno – perepletnye mashiny ». – М.: Kniga, 1986, 256 s.
4. Pergament D.A. «Vroshyurovochno – perepletnye mashiny». – М.:MPI, 1990, 265 s.
5. Khvedchin YU.I. «Poslepechatnoe oborudovanie». – MGUP – 2003, 254s.
6. A. Qasenuly « Kitapshalau – tupteu zhabdyktary ». Almaty. 2008, 198 b.
7. <http://nigma.ru>. <http://apoprint.ru/publ/2-1-0-13>
8. [http://www.publish.ru/articles/200203\\_4045599](http://www.publish.ru/articles/200203_4045599)
9. <http://www.oriental-print.ru/>
10. <http://www.poligrafkniga.ru/>

Бәзілов Ж.Ж., Ғазизов О.Ғ., Жүсіпов А.Т.

**Жіппен тігу машинасының дәптерді алып беру құрылғысы.**

**Түйіндеме:** Мақалада кітап блоктарын жіппен тігу машинасының негізгі құрылғысы дәптерді шығарып, ашып - салу құрылғысының өндірісте қолданылатын 2 түрі қарастырылған.

Базылов Ж.Ж., Газизов О.Г., Жусупов А.Т.

**Самонаклад - раскрыватель тетрадей ниткошвейной машины.**

**Резюме:** В статье рассмотрены конструкции и принцип работы самонакладов тетрадей применяемых на производстве двух типов: зубчато - реечный и планетарный.

Bazylov ZH.ZH., Gazizov O.G., Zhusupov A.T.

**Feeder - a disclosure notebooks Sewing machine.**

**Summary:** The article deals with the design and operation of feeders notebooks used in the production of two types of rack - pinion and the planet.

ӘОЖ 622.281.424

**Т.М. Алменов, Е.Б. Абшаяков, Ө. Баймолла**  
(Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті,  
Алматы, Қазақстан Республикасы)

**ЖЕРАСТЫ ҒИМАРАТТАРЫН САЛУДА ҚОЛДАНЫЛАТЫН БҮРІКПЕБЕТОН  
БЕКІТПЕСІНІҢ САПАЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРІН ЖЕТІЛДІРУ ЖОЛДАРЫ**

**Аңдатпа.** Мақалада бекітпе құрамына КРДф-2 қоспасы қосылған бүрікпебетонның сапалық көрсеткіштерін және беріктік қасиеттерін зерттеу нәтижелері келтірілген. Осы құрамдағы бүрікпебетонмен бекітпелеудің мүмкіншіліктері анықталған.

**Негізгі сөздер:** адгезия, бүрікпебетон, бүрікпе құрамдары, жерасты ғимараттары, үдеткіш қоспалар, толтырма материалдар.

Таужыныстары сілемдерінде салынатын жерасты ғимараттарының бекітпелері қазбаны қоршаған таужыныстарының қазба кеңістігіне қарай опырылып құлап түспеуінен қорғауы қажет және осы қазбаның өлшемдері бүкіл пайдалану мерзіміне дейін өзгермеуі тиіс. Сондықтан да,

олардың материалдары мен құрылымдарына қойылатын талаптар да жоғары. Бекітпенің түрі мен құрылымы сілемдегі таужыныстарының физика-механикалық қасиеттеріне сәйкес қазбаға түсетін тау қысымының мөлшеріне және бағытына, қазбаның көлденең қимасының пішіні мен ауданына, қазбаны салудың технологиялық әдістеріне және т.б. факторларға байланысты.

Жерасты ғимараттарын салудағы бекіту жұмыстары көп материалдарды және еңбек шығындарын талап ететін қымбат үрдістердің бірі болып саналады. Сондықтан да, қазіргі кезде бекітпенің жобаланған сапалық және сенімділік деңгейіне байланысты құрылымдары әртүрлі бекітпе түрлері, бекітпелеу тәсілдері мен бекітпе материалдары қолданылады.

Жерасты ғимараттарын салуға жұмсалатын технологиялық материалдарды және қаржы қорларын үнемдеу үшін бекітпелердің қымбат әрі көп мөлшерде қол еңбегін қажет ететін конструкцияларының орнына бекітпелердің жеңілдетілген әрі орнатылуын жоғарғы дәрежеде механикаландыруға мүмкіндік тудыратын тиімді түрлерін (анкер, болатполимер, бүрікпобетон, құранды бекітпелер және т.б.) пайдалануға болатыны зерттеулерден және нақтылы тәжірибелерден белгілі. Бұл ретте жерасты ғимараттарын салу кезінде уақытша және тұрақты бекітпе ретінде кеңінен қолданылып жүрген бүрікпобетон бекітпесін айтуға болады.

Бүрікпобетон бекітпесі өзінің орнатылуының технологиялық ерекшелігіне байланысты, жоғарғы адгезиялық, тығыздылық және беріктілік сияқты қасиеттерге ие. Көптеген зерттеушілердің келтірген дәлелдері бойынша, бүрікпобетон бекітпесінің беріктігі қалыппен құйылатын тұтас бетонға қарағанда 1,5-2 есеге жоғары [1].

Бүрікпобетон бекітпесінің негізгі сапалық көрсеткіштеріне: сығылуға және созылуға беріктігі, таужынысымен ұстасу қасиеттері, қатаю жылдамдығы және жүккөтергіштік қасиеттері жатады.

Сонымен қатар, жерасты ғимараттарын өтуде көп жағдайларда тау қысымының қарқынының жылдам өсуі және су келімінің жоғарылауы сияқты жағымсыз сипаттамалар қазбаны өту үрдістеріне кері әсерлерін тигізіп жатады. Осындай шарттарда қазбаны өтуде қолданылатын бүрікпобетон бекітпесінің жылдам қатып қалуын, таужынысымен жылдам ұстасуын және су келіміне тұрақтылығын қамтамасыз ету қажеттілігі туындайды. Ол үшін жылдам қататын арнайы цементтерді, тығыздалуды қамтамасыз ететін сулы цементті қатынасы аз қатты қосындыларды (металл ұнтақтарды, доменді шлактарды, арнайы капронды және болат сымды талшықтарды) және арнайы химиялық үдеткіш қоспаларды пайдалануға болады [1, 2].

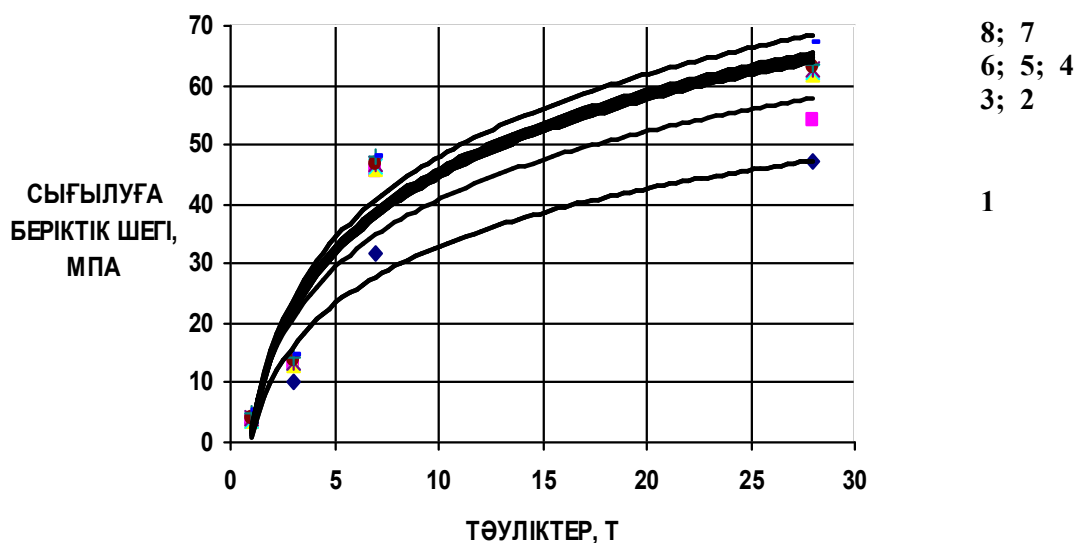
Зерттеу жұмыстарымызда бекітпе сапасына әсер ететін факторларды ескере отырып, бүрікпобетон бекітпесінің қосынды құрамына жаңа үдетпе – қоспаны қолдануды ұсынып отырмыз. Яғни, шартты түрде алғанда бетонды жылдам қатыруға арналған үдеткіш қоспалардың әрбірінің өзінің қолданылу аймағы бар. Бұл ретте аса назар аударатын мәселе қоспаларды бетон құрамына қосқанда оның бағасының қымбаттауы негізгі кері факторлардың бірі болып табылады. Яғни, бүрікпобетонды орнату жұмыстарында да үдеткіш қоспаларды қосу материалдар шығындарын жоғарылатуы мүмкін. Осы себепті, біз зерттеп қабылдаған бүрікпе құрамына қосылатын КРДф-2 үдеткіш қоспасының тиімді болатын мөлшерін анықтап қабылдау үшін зертханалық жағдайларда тәжірибелік зерттеулер жүргізілді.

Зерттеу барысында екікомпонентті (Ц:Қ=1:3; С/Ц = 0,3÷0,45 аралығы) қоспа құрамы алынды және де оның құрамына КРДф-2 үдеткіш қоспасы цемент массасынан 2%, 3%, 4%, 5%, 7%, 10%, 12%, 15% мөлшерінде қабылданып, бетон үлгілері алынды. Үлгі сынақтары өлшемдері 10×10×10 см қабырғалы формада дайындалып орындалды. Сонымен қатар, шартты жағдайда үлгі түрінде есептегенде бетондағы цементтің мөлшері Ц=300÷360кг/м<sup>3</sup> шамасын құрады. Бетон үлгілерінің тәуліктік өсімдері бойынша, сығылуға беріктігі тексерілді және оған қосымша эталонды Кашкаров балғасы қолданылды. Зерттеулер нәтижелері 1-кестеде және 1-сурет гафигінде келтірілді.



1-кесте. КРДф-2 үдеткіш қоспасының тиімді болатын мөлшерін зерттеу нәтижелері

Сынақ номерлері	Бүрікпедегі КРДф-2 үдеткіш қоспасының мөлшері, %	Бетон үлгілерінің тәуліктер өсіміндегі сығылуға беріктік шегі, МПа ( $\sigma_{сығ.}$ )			
		1	3	7	28
1	2	3,1	10,3	31,6	47,1
2	3	3,6	12,9	45,6	54,2
3	4	3,7	13,0	46,1	62,0
4	5	3,8	13,32	46,3	62,3
5	7	3,9	13,46	46,8	62,5
6	10	4,1	13,9	47,0	62,9
7	12	4,73	14,1	47,9	63,4
8	15	5,1	14,8	48,2	67,3



1-бүрікпедегі КРДф-2 үдеткіш қоспасының мөлшері - 2% қосылғанда; 2 - 3%; 3 - 4%; 4 - 5%; 5- 7%; 6 - 10%; 7- 12%; 8- 15% болғанда;

**1-сурет.** Құрамы екікомпонентті бүрікпебетонға КРДф-2 үдеткіш қоспасын 2%-дан 15% аралығында қосқандағы бекітпе беріктігінің тәуліктер бойына өсуінің көрсеткіштері

Бүрікпебетон құрамына қосылатын КРДф-2 үдеткіш қоспасының тиімді болатын мөлшерін анықтау үшін жүргізілген зерттеу нәтижелеріне келетін болсақ, 1÷8 аралығындағы зерттеу сынақтарының нәтижелерін салыстырғанда қоспа қосылған бетон беріктігінің тез өсетіндігін көреміз. Мысалы: 1-тәуліктен кейінгі 1-ші сынақ пен 5-ші сынақтың беріктік нәтижелерін салыстырғанда, бетонның беріктігі сәйкесінше 3,1 МПа және 3,9МПа аралығында болды, яғни 2% қоспа қосылған бетон беріктігінен (1-сынақ) 7% қоспа қосылған бетон беріктігі (5-сынақ) 1,3 есе яғни, 20%-ға жоғары. Ал, 28 тәуліктен кейін 1-ші сынақ пен 5-ші сынақтардың беріктік нәтижелерін салыстырғанда да бетонның беріктігі 1,3 есе (20%) жоғары екендігін көреміз. Сонымен қатар, 3-ші сынақ пен 8-ші сынақтардың 28 тәуліктен кейінгі беріктік көрсеткіштерін салыстырғанда 4% қоспа қосылған бетон беріктігінен (3-сынақ), 15% қоспа қосылған бетон беріктігі (8-сынақ) 1,08 есе яғни, 8%-ға ғана жоғары (1-кесте және 1-сурет). Осыдан байқағанымыздай бүрікпебетон құрамына үдеткіш қоспаның мөлшерін жоғары қосқанда да бетонның беріктігі аса жоғарыламайтындығы анықталды. Яғни, бүрікпебетон құрамына үдеткіш-қоспаның мөлшерін өте ұлғайта берудің де тиімділігі жоқ екендігін көруге болады.

Осындай жолдармен барлық сынақтардың беріктік көрсеткіштеріне салыстырмалы талдаулар жүргізілді және экономикалық тұрғыдан салыстырылып зерттелді. Зерттеу нәтижесінде бүрікпебетон

құрамына КРДф-2 үдеткіш-қоспасын цемент массасынан 4% етіп қосудың (3-сынақ) тиімді болатындығы анықталды.

Жүргізілген зерттеулердің нәтижесінде жерасты ғимараттары салынатын таужыныстары сілемдерінің нақтылы тау-кен геологиялық шарттарына қарай, жерасты ғимараттарын бүрікпебетонмен бекітуге қолдануға тиімді болатын жаңа бүрікпебетон құрамы жасалды. Ол, цемент, құм (3мм-ге дейінгі), КРДф-2 үдеткіш-қоспасы (цемент массасынан 4%) және судың өзара арақатынастарынан тұрады, **Ц:Қ:Кф:С=1:3:0,04:035**.

Қорыта келгенде, жерасты ғимараттарын бүрікпебетондау әдісімен бекітпелеудің технологиялық өзіндік ерекшеліктеріне байланысты бекітпенің жүккөтергіштік қасиеттері мен оның сапасы бетон құрамындағы цементтің маркасына (түріне) және мөлшеріне, құрғақ толтырма материалдарының физика-механикалық қасиеттеріне, түрлеріне және олардың өлшемдеріне, су мен цементтің, толтырмалардың өзара массалық ара қатынастарына, сонымен қатар, бүрікпе құрамына қосылатын үдеткіш қоспалардың қосылатын мөлшеріне де тікелей байланысты болатындығы анықталды.

#### ӘДЕБИЕТТЕР

1. Алменов Т.М. «Жерасты қазбаларын бүрікпебетонмен бекітпелеудің технологияларын жетілдіру» Диссертация, Алматы, ҚазҰТУ, 2009ж. Б. 149.
2. Заславский И.Ю., Быков А.В., Компанец В.Ф. Набрызгбетонная крепь. М.: Недра, 1986 – 197 с.

#### REFERENCES

1. Almenov TM "Improving technology attachment shotcrete underground construction" Thesis, Almaty, KazNTU, 2009. B. 149.
2. Zaslavsky IJ, Bykov AV, VF Kompanets Shotcrete lining. Moscow: Nedra, 1986 - 197 p.

Алменов Т.М., Абшаяков Е.Б., Баймолла Ө.

**Жерасты ғимараттарын салуда қолданылатын бүрікпебетон бекітпесінің сапалық көрсеткіштерін жетілдіру жолдары**

**Түйіндеме.** Мақалада бекітпе құрамына КРДф-2 қоспасы қосылған бүрікпебетонның сапалық көрсеткіштерін және беріктік қасиеттерін зерттеу нәтижелері келтірілген. Жаңа құрамдағы бүрікпебетонмен бекітпелеудің мүмкіншіліктері жан-жақты анықталған.

**Кілтті сөздер:** адгезия, бүрікпебетон, бүрікпе құрамдары, жерасты ғимараттары, үдеткіш қоспалар, толтырма материалдар.

Алменов Т.М., Абшаяков Е.Б., Баймолла О.

**Пути повышения качества и эффективности применения набрызгбетонной крепи при строительстве подземных сооружений**

**Резюме.** В статье приведены результаты исследования по повышению эксплуатационных и прочностных свойств набрызгбетонной крепи при добавлении добавки КРДф-2. Определены рациональные составы набрызгбетонной крепи.

**Ключевые слова:** адгезия, набрызгбетон, состоявшееся набрызга, подземные сооружения, усилитель смеси, материал заполнитель.

Almenov T.M., Abshayakov E.B., Baimolla O.

**Ways to improve the quality and efficiency of shotcrete lining in the construction of underground structures**

**Summary.** The results of studies to increase performance and strength properties of the shotcrete lining with additions to its composition as KRDF-2. The rational compositions shotcrete lining.

**Key words:** adhesion, shotcrete, sostovlyayushee spraying, underground structures, power mix, aggregate material.

УДК 004.89

**И.М. Увалиева, С.С. Смаилова, Е.М. Турганбаев**  
(ВКГТУ им. Д.Серикбаева, Усть-Каменогорск, Республика Казахстан)

## **РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ АНАЛИЗА ДАННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СТАТИСТИКИ ДЛЯ МОНИТОРИНГА КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАНИЯ**

**Аннотация.** В соответствии с Государственной программой развития образования в Республике Казахстан на 2011-2020 годы, с целью унификации информационно-технологической основы системы оценки качества образования, на республиканском уровне создана единая «База данных образовательной статистики» [1]. В статье описана модели анализа данных образовательной статистики для мониторинга качества образования, которая позволит повысить эффективность процессов мониторинга и управления качеством образования.

**Ключевые слова:** образовательная статистика, качество образования, показатели качества образования, информационно-аналитическая система, мониторинг качества образования.

### **Введение**

Эффективное управление образовательным процессом ставит перед системой образования РК задачи разработки и использования информационно-аналитической системы, которая включает в себя современные технологии сбора и организации разнообразных данных, предобработки и подготовки данных для анализа, современные методы анализа и моделирования данных, методы прогнозирования и выработки управляющих решений. Перечисленные задачи предполагается решать с помощью модели анализа данных образовательной статистики, которая включает методы и алгоритмы описательной статистики, корреляционно-регрессионного анализа, Olap-анализа и интеллектуального анализа данных.

Целью данного исследования является повышение эффективности процессов мониторинга качества образования в Республике Казахстан за счет создания информационно-аналитической системы образовательной статистики.

### **Функциональная модель мониторинга и анализа данных образовательной статистики**

Разработка модели мониторинга и анализа данных образовательной статистики позволит создать наиболее эффективное управление системой образования, а также статистическо-информационное обеспечение органов управления образованием и образовательных учреждений.

Оперативный анализ данных образовательной статистики решает следующие общие задачи образования:

- выработка практико-ориентированных механизмов анализа и оценки системы образования.
- анализ результатов, выявление тенденций, разработка прогнозов развития системы образования.
- проведение целевых исследований по отдельным аспектам функционирования и развития системы образования.
- анализ данных государственного статистического наблюдения, касающихся образования и образовательной статистики.
- обеспечение аналитическими данными органы, других групп пользователей.

Основным механизмом, обеспечивающим анализ данных образовательной статистики, является централизованное создание и поддержка непрерывного и однородного (по элементам и по времени) информационного пространства в условиях территориально-распределенной сети образовательных учреждений с иерархизированной системой управления.

Основной целью анализа данных образовательной статистики является обеспечение регулярного глубокого и разностороннего анализа процессов и результатов системы образования.

Результаты анализа данных образовательной статистики необходимы для следующих категорий:

- руководители и специалисты республиканских и областных органов управления образованием;

## • Технические науки

- руководители, педагогические работники образовательных учреждений;  
- родители, работодатели, потенциальные социальные партнеры, представители органов общественно-государственного управления (попечительские, школьные и др. советы), представители благотворительных и общественных организаций.

Анализ данных образовательной статистики позволяют решить ряд задач мониторинга качества образования, перечисленных в таблице 1.

Таблица 1. Схема задач образовательной статистики

Группа задач	Задачи
Непрерывный мониторинг качества образования	Оперативный мониторинг показателей;
	Оперативный мониторинг индикаторов;
	Обобщенное значение признака;
Снижение размерности статистических данных образования	Снижение количества показателей;
	Снижение количества индикаторов;
Прогнозирование показателей качества образования	Прогнозирование показателей;
	Прогнозирование индикаторов;
Визуализация данных образовательной статистики	Прогнозирование показателей;
	Отображение данных образования на картах;
	График изменения показателей;
	Гистограмма сравнения показателей;
Выявление проблемных зон в данных образовательной статистики	Выявление некорректных и пропущенных значений показателей и индикаторов;
	Расчет пропущенных значений показателей и индикаторов;
Выявление зависимостей в образовательных процессах	Нахождения зависимостей в больших наборах образовательной статистики;
	Выявления причинно-следственные отношения между образовательными явлениями;
	Выявление групп признаков в исследуемой совокупности объектов;
	Выявления факторов аномального развития (изменения) показателей, индикаторов;
Разделение объектов на кластеры	Разделения образовательных учреждений на кластеры;
	Разделения областей на кластеры по данным образовательной статистики;

Функциональная модель информационной системы анализа данных образовательной статистики представлена на рисунке 1.

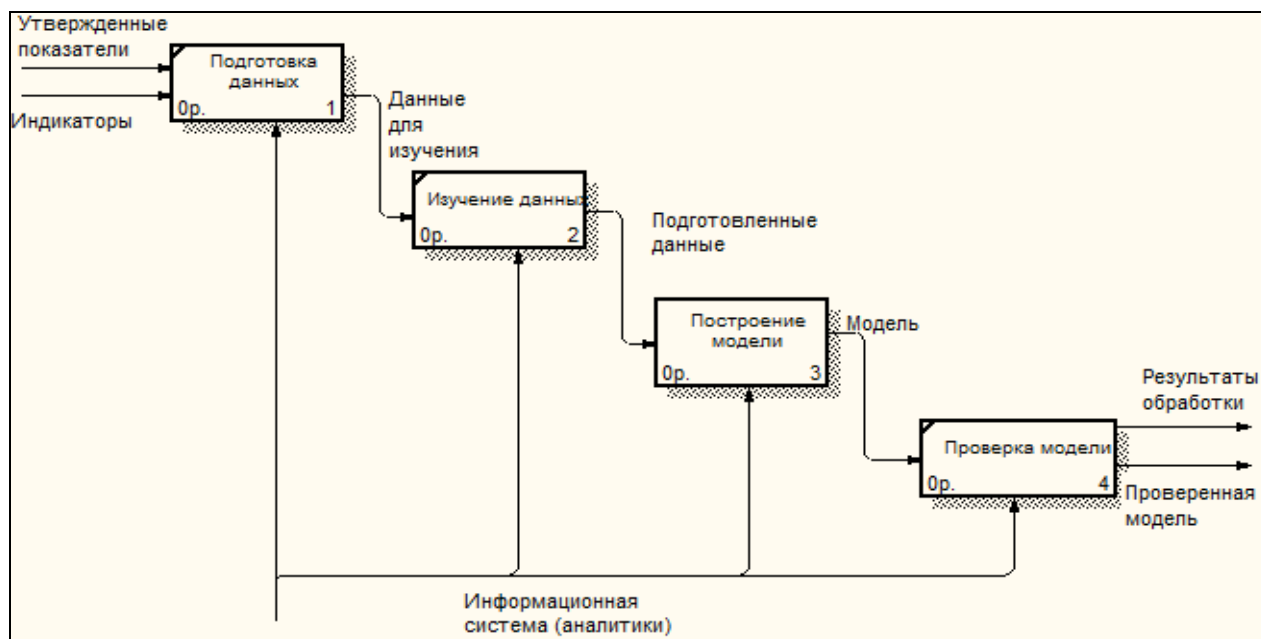


Рис. 1. Функциональная модель информационной системы анализа данных образовательной статистики

Декомпозиция процесса «Построения модели» представлена на рисунке 2.

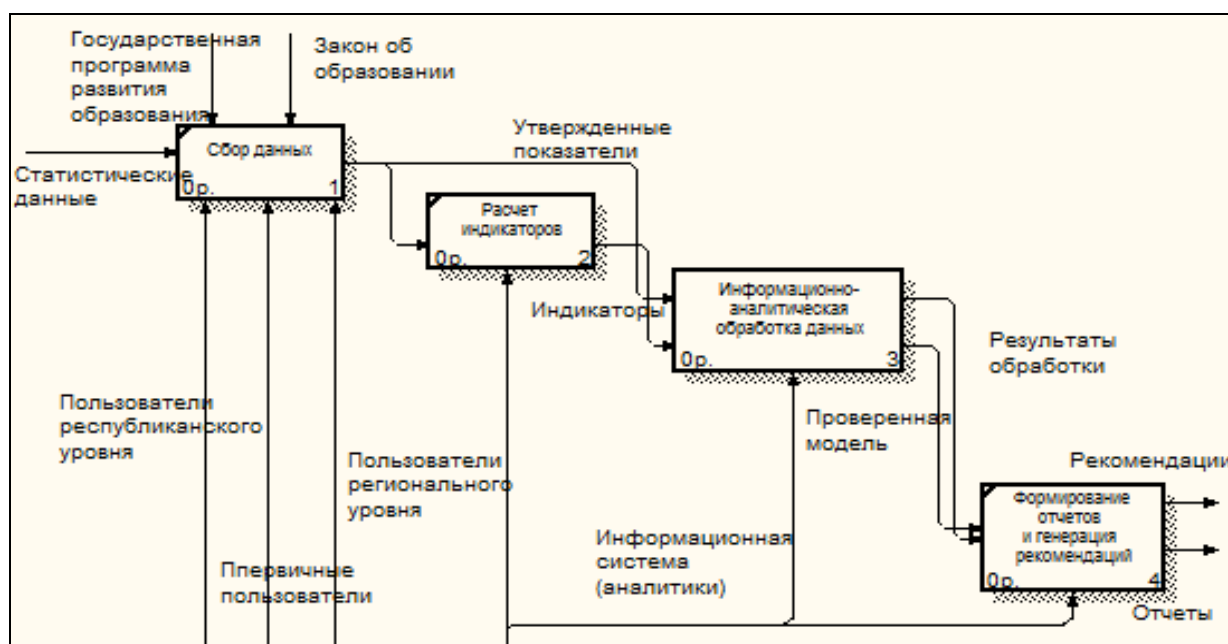


Рис. 2. Функциональная модель «Построения модели информационной системы интеллектуального анализа данных»

### Методы анализа данных образовательной статистики

Для мониторинга данных образовательной статистики предложено использовать следующие виды анализа:

- 1) Анализ на основе индикаторов:
  - сопоставительный анализ;
  - динамический анализа;

- 2) Описательная статистика;
- 3) Корреляционно-регрессионный анализ;
- 4) ОIар-анализ;
- 5) Интеллектуальный анализ:
  - анализ ключевых факторов;
  - факторный анализ;
  - кластерный анализ.

1) Анализ на основе индикаторов. Для качественной оценки образовательной системы необходимо использовать динамический и сопоставительный анализы. Динамический анализ позволяет оценить изменения образовательных показателей во времени, а сопоставительный – сравнить характеристики системы с аналогичными характеристиками других образовательных систем.

Динамический анализ качества образовательной системы отслеживает изменения произошедших внутри системы, а также позволяет:

- дать оценку образовательной системе;
- оценку результативности целенаправленного управленческого воздействия на те или иные характеристики системы;
- выявить связи и зависимости результатов от ресурсов, условий и внесистемных факторов;
- идентифицировать сложившиеся тенденции, модели и соотношения;
- выявить отклонения от сложившихся тенденций и соотношений и на этой основе (идентифицировать сильные и слабые стороны территориальной образовательной системы);
- определить целевые значения индикаторов [2].

При сопоставительном анализе (межрайонном, межобластном, межорганизационном) анализируемая система рассматривается в сравнении с другими образовательными системами, близкими по структуре и масштабам к анализируемой, или имеющими характеристики, которые представляются желательными. Сопоставительный анализ позволяет, например, выявлять наиболее отклонения от средних значений по группам территорий (учебных заведений) как в лучшую, так и в худшую сторону для последующего анализа причин этих отклонений и принятия решений об использовании удачного опыта или разработке мер по улучшению положения в «отстающих» образовательных системах.

2) Применение методов описательной статистики для анализа данных образовательной статистики. При статистической обработке данных образовательной статистики используются различные виды средних:

Средняя арифметическая:

$$M_i = \frac{\sum_{j=1}^k x_{ij}}{k}, \quad (1)$$

Медиана:

$$X_i^{med} = X\left(\frac{n+1}{2}\right), \quad , - \text{при } n - \text{нечетном}, \quad (2)$$

$$X_i^{med} = \frac{X\left(\frac{n}{2}\right)_i + X\left(\frac{n}{2} + 1\right)_i}{2} - \text{при } n - \text{четном}, \quad (3)$$

Мода:

$$X_i^{mod} = X_i | p \rightarrow \max, \quad (4)$$

где  $X_i^{mod}$  – мода,  $p$  – частота встречаемости значения в выборке.

3) Корреляционно-регрессионный анализ данных образовательной статистики.

В процессе статистического исследования зависимостей данных образовательной статистики вскрываются причинно-следственные отношения между явлениями, что позволяет выявлять факторы (признаки), оказывающие основное влияние на вариацию изучаемых явлений и процессов. Корреляционная связь является частным случаем стохастической связи. Для выявления наличия связи, ее характера и направления в образовательной статистике используются методы: приведения параллельных данных; аналитических группировок; графический; корреляции [3].

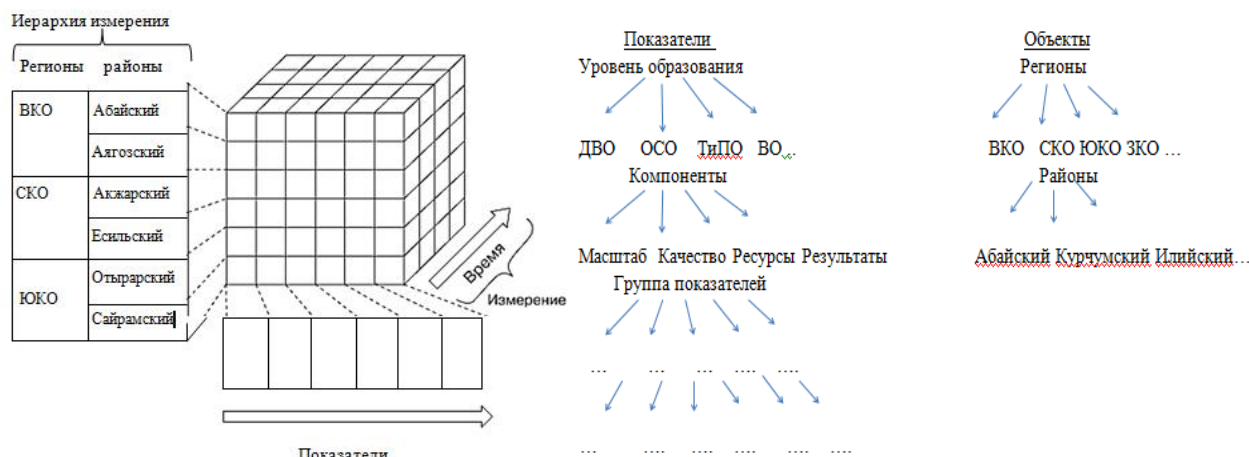
Регрессионный анализ является одним из наиболее распространенных методов обработки результатов наблюдений при изучении зависимостей в области образовательной статистики. В аналитических технологиях DataMining элементы регрессионного анализа широко используются для решения задач прогнозирования, оценивания, классификации, выявления зависимостей между показателями

4) OLAP-анализ данных образовательной статистики.

Решение на базе OLAP позволяет реализовать быстрые операции агрегирования/детализации данных по произвольному набору показателей, предоставляя таким образом аналитику детализированную либо обобщенную оперативную информацию по интересующим его показателям образовательного процесса [4]. Для нашего анализа в качестве измерений, в разрезах которых будет анализироваться данные, могут выступать:

- показатели образовательной статистики;
- период (в зависимости от степени детализации год, квартал, месяц, неделя);
- район;
- уровень агрегации (район, область, республика).

Многомерная модель визуально представляется с помощью куба (или в случае более трех измерений — гиперкуба). Рассмотрим пример. Пусть значения показателей образовательной статистики есть функция от переменных "Показатели", "Время" и "Регионы". Тогда в качестве измерений будут выступать " Показатели ", " Время " и "Объекты". На рисунке 3 приведен многомерный куб данных для представления данной функции, а также иерархии данного куба.



**Рис.3.** Куб данных и его иерархии

Многомерное моделирование является основным методом логического проектирования ХД для OLAP-приложений. Для таких приложений типично выполнение операций свертывания и развертывания данных.

Результаты OLAP-анализа позволяют принимать своевременные и обоснованные решения для управления качеством образовательного процесса, что является гарантией успеха деятельности ВУЗа.

5) Применение методов интеллектуального анализа данных.

Обоснованное управленческое решение невозможно принять без достоверных и нетривиальных знаний о предметной области. Источником таких знаний являются данные, описывающие свойственные ей процессы и явления. Основным инструментом поиска знаний в базах

данных предприятий и организаций является интеллектуальный анализ данных (DataMining), в основе которого лежит использование интеллектуальных моделей, основанных на обучении, которые позволяют в автоматическом режиме обнаруживать в данных скрытые зависимости, закономерности и структуры. Их интерпретация и осмысление, позволяют специалисту предметной области ему генерировать выводы и суждения, на основе которых могут быть приняты качественные управленческие решения.

Интеллектуальный анализ – это совокупность технологий (средств) обнаружения в данных ранее неизвестных, нетривиальных, практически полезных и доступных для интерпретации знаний, необходимых для принятия решений в различных сферах человеческой деятельности [5].

Задачи интеллектуального анализа данных при обработке данных образовательной статистики:

- выявлять закономерности и тренды, существующие в системах данных образования;
- отображать такие закономерности в диаграммах и интерактивных средствах просмотра;
- формировать отчеты для презентаций и бизнес-аналитики;
- анализировать корреляции и формировать прогнозы для данных образовательной статистики.

Для интеллектуального анализа данных образовательной статистики используются следующие методы:

-алгоритм деревьев принятия решений (DecisionTrees). Позволяет находить показатели образования, которые наилучшим образом позволят прогнозировать значение результатов образования;

-алгоритм NaiveBayes позволяет быстро строить модели интеллектуального анализа данных, которые можно использовать для классификации и прогнозирования данных образовательной статистики;

-алгоритм кластеризации (Clustering) использует итеративный процесс для группировки записей из набора данных в кластеры, содержащие объекты со сходными характеристиками. Используя кластеры, можно исследовать исходные образовательные показатели для нахождения в них взаимосвязей. Также на основе кластерной модели можно строить прогнозы;

-алгоритм поиска ассоциаций (Association) обеспечивает эффективный метод нахождения зависимостей в больших наборах образовательной статистики. Данный алгоритм находит значения показателей, которые с наибольшей вероятностью появятся вместе. Такие элементы группируются в наборы элементов, и на их основе генерируются правила, которые затем можно использовать для прогнозирования индикаторов и показателей образования;

-алгоритм последовательной кластеризации (SequenceClustering) позволяет строить модели, в которых отражены зависимости между последовательными и непоследовательными данными образовательной статистики;

-алгоритм временных рядов (TimeSeries) создает модели, которые могут использоваться для прогнозирования одной или нескольких образовательных показателей и индикаторов.

-алгоритм нейронной сети (NeuralNetwork), как и алгоритмы деревьев принятия решений и NaiveBayes, в основном используется для исследования данных, классификации и прогнозирования образовательных данных. [5]

Алгоритм MicrosoftClustering (Кластеризация Microsoft) является алгоритмом сегментации, используемым при группировании набора данных в сегменты (или кластеры) на основе определенных характеристик. Алгоритмы кластеризации применяются при анализе зависимостей в определенном наборе данных. Алгоритм MicrosoftClustering уникален, поскольку он является масштабируемым и не зависит от объема набора данных. В отличие от алгоритмов DecisionTrees и NaiveBayes, алгоритм MicrosoftClustering не требует указывать зависимый атрибут.

Задача кластеризации является одной из основных задач DataMining, относящейся к стратегии обучения без учителя. Сущность кластеризации заключается в разделении объектов на кластеры на основе близости их свойств. Каждый кластер должен состоять из похожих объектов, а объекты разных кластеров должны существенно отличаться. Процедура кластеризации ставит любому объекту  $x \in X$  в соответствие метку кластера  $y \in Y$  [6].



В образовательной статистике кластеризация используется для исследования данных, облегчения анализа, сжатия данных, прогнозирования и обнаружения аномалий.

**Алгоритм анализа данных образовательной статистики**

Основным требованием к информационной системе, ориентированной на анализ данных, является своевременное обеспечение аналитика всей информацией, необходимой для принятия решения. Для реализации предложенных видов анализа в качестве первичных данных выступают образовательные показатели и индикаторы, источником которых является база данных образовательной статистики Республики Казахстан.

Алгоритм анализа данных образовательной статистики графически представлен на рисунке 4.

Собранные данные, как правило, нуждаются в дополнительной обработке, называемой очисткой. В процессе очистки при необходимости может производиться удаление "выбросов" (нехарактерных и ошибочных значений), обработка отсутствующих значений параметров, численное преобразование (например, нормализация) и т.д. Таким образом, первым шагом анализа являются сбор и очистка данных образовательной статистики. Вторым шагом предлагаемого подхода является изучение данных, которое позволит понять, насколько адекватно подготовленный набор представляет состояние образования. Здесь может проводиться поиск минимальных и максимальных значений параметров, анализ распределений значений и других статистических характеристик, сравнение полученных результатов с представлениями о состоянии образования.

Далее выбирается вид анализа: OLAP-анализ или интеллектуальный анализ данных.

Кроме OLAP-анализа данная система позволяет реализовать интеллектуальный анализ, который включает следующие этапы: анализ влияния факторов, факторный анализ, кластерный анализ.

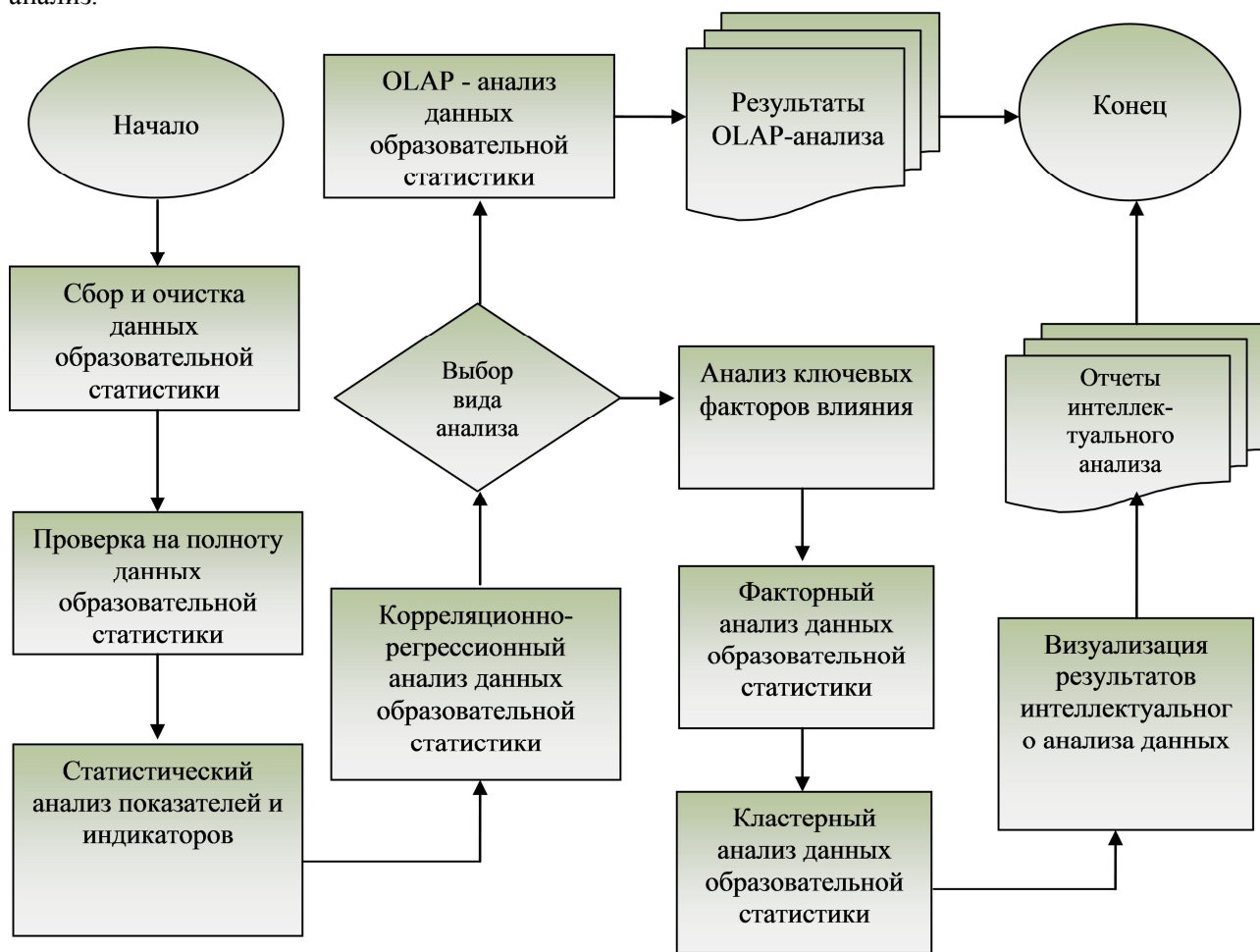


Рис. 4. Алгоритм анализа данных образовательной статистики

## • Технические науки

Анализ влияния факторов позволяет определить, как зависит результат образовательного процесса от других параметров (факторов обучения). В данном исследовании был проведен анализ влияния факторов на экзаменационную оценку по дисциплинам. Таким образом, данный этап позволяет оценить степень влияния разных параметров образовательного процесса друг на друга, при этом следует убрать из рассмотрения полностью независимые и наоборот, полностью зависимые факторы.

Обобщенная структура аналитической системы образовательной статистики представлена на рисунке 5.

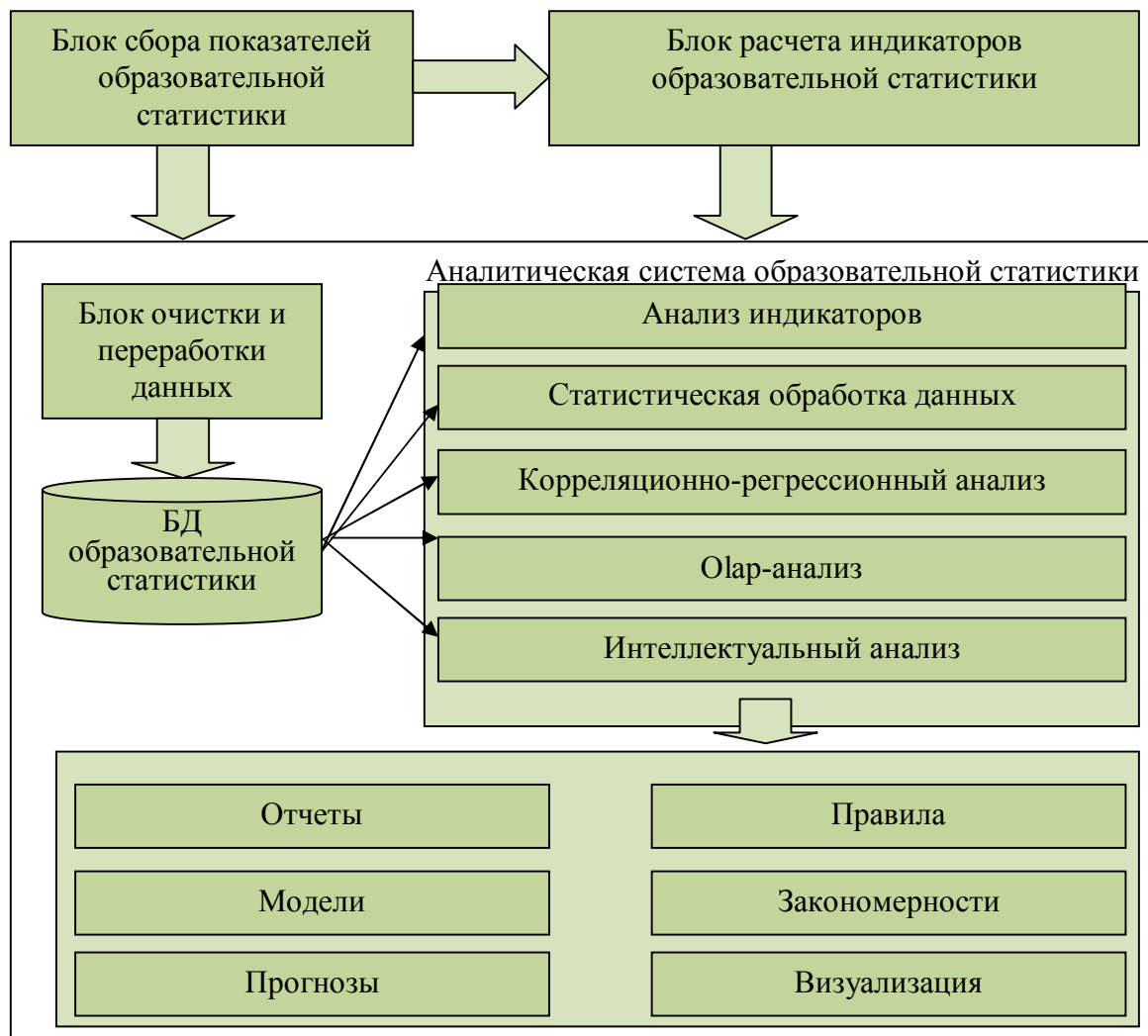


Рис. 5. Обобщенная структура аналитической системы образовательной статистики

Таким образом, для анализа данных образования предложены несколько подходов, которые решают различные задачи образовательной статистики и позволяют выявить неочевидные закономерности в сфере образования и способствующие принятию более обоснованных управленческих решений.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Государственная программа «Образование» от 30 сентября 2000 г., № 448.
2. Методические рекомендации по применению системы показателей и индикаторов для управления качеством образования на региональном и муниципальном уровнях. М.: Прометей: МПГУ, 2006
3. В.Н. Клячкин. Статистические методы в управлении качеством: компьютерные технологии./В.Н. Клячкин. М.: Финансы и статистика, 2007. – 304 с.

4. Вахитов, А.Р., Новосельцев, В.Б. OLAP-технология как способ обработки данных / А.Р. Вахитов, В.Б. Новосельцев // Современные техника и технологии СТТ 2007: Материалы XIII Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых: Томск, 2007. – С. 342-344

5. Барсегян А.А., Куприянов М.С. и др. Методы и модели анализа данных: OLAP и DataMining. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. –336 с.

6. Григорий Пятецкий-Шапиро, DataMining и перегрузка информацией // Вступительная статья к книге: Анализ данных и процессов / А. А. Барсегян, М. С. Куприянов, И. И. Холод, М. Д. Тесс, С. И. Елизаров. 3-е изд. перераб. и доп. СПб.: БХВ-Петербург, 2009. 512. – С.13.-14

#### REFERENCES

1. Gosudarstvennaja programma «Образование» ot 30 sentjabrja 2000 g., № 448.

2. Metodicheskie rekomendacii po primeneniju sistemy pokazatelej i indikatorov dlja upravlenija kachestvom obrazovanija na regional'nom i municipal'nom urovnjah. M.: Prometej: MPG U, 2006

3. V.N. Kljachkin. Statisticheskiemetodyupravleniikachestvom: komp'juternyetehnologii:/V.N. Kljachkin. M.: Finansyistatistika, 2007. – 304 s.

4. Vahitov, A.R., Novosel'cev, V.B. OLAP-tehnologijakakspodobrabotkidannyh / A.R. Vahitov, V.B. Novosel'cev // SovremennyetehnikaitehnologiiSTT 2007: MaterialyXIIIМеждународнонаучно-практическойконференциистudentovimolodyhuchenyh: Tomsk, 2007. – S. 342-344

5. Barsegjan A.A., Kuprijanov M.S. i dr. Metody i modelianalizadannyh: OLAP i Data Mining. – SPb.: BHV-Peterburg, 2004. –336 s.

6. GrigorijPjateckij-Shapiro, Data Mining i peregruzkainformaciej // Vstupitel'najastat'ja k knige: Analizdannyh i processov / A. A. Barsegjan, M. S. Kuprijanov, I. I. Holod, M. D. Tess, S. I. Elizarov. Z-e izd.pererab. idop. SPb.: BHV-Peterburg, 2009. 512. – S.13.-14

Увалиева И.М., СмаиловаС.С., Турганбаев Е.М.

**Білім беру сапасын мониторингтеуге арналған білім статистикасының деректерін өңдеу үлгісін жасақтау**

**Түйіндеме.** Бұл мақалада білім беру сапасын мониторингтеуге арналған білім статистикасының деректерін өңдеу үлгісіпатталған. Бұл үлгі білім беру сапасын жоғарлатуға мүмкіндік беретін деректерді жылдам және интеллектуалды талдау элементтері бар ақпараттық – аналитикалық жүйені жасақтауға негізделген. Қойылған мақсатқа жету үшін деректер базаларында деректер қоймалары, көпөлшемді деректер базалары, деректерді жылдам және интеллектуалды талдау технологиялары сияқты білімді айқындау технологиясын (Knowledge Discovery in Databases, KDD) қолдану ұсынылған.

**Негізгі сөздер:** білім беру статистикасы, білім беру сапасы, білім беру сапасының көрсеткіштері, ақпараттық – аналитикалық жүйе, білім беру сапасын бақылау.

Увалиева И.М., СмаиловаС.С., Турганбаев Е.М.

**Разработка модели анализа данных образовательной статистики для мониторинга качества образования**

**Резюме.** В данной статье описана модель анализа данных образовательной статистики для мониторинга качества образованияна основе создания информационно-аналитической системы образовательной статистики, со встроенными элементами оперативного, интеллектуального анализа данных, позволяющих повысить его качество. Для этих целей предлагается использовать технологии обнаружения знаний в базах данных (KnowledgeDiscoveryinDatabases, KDD), к которым можно отнести технологии хранилищ данных, многомерных баз данных, технологии оперативной и интеллектуальной обработки данных.

**Ключевые слова:** образовательная статистика, качество образования, показатели качества образования, информационно-аналитическая система, мониторинг качества.

Uvalieva I.M., Smailova S.S., Turganbaev E.M.

**Development of models for education statistics data mining to monitor the quality of education**

**Summary.**This paper describes a model of data analysis of educational statistics formonitoring the quality of education on the creation of information-analytical system of education statistics, with built-in elements of the operational, data mining can take to improve its quality.For these purposes are encouraged to use technology knowledge discovery in databases (Knowledge Discovery in Databases, KDD), which include data warehousing, multidimensional databases, operational and mental processing technologies.

**Keywords:** educational statistics, the quality of education, quality of education indicators, information-analytical system, quality monitoring.

ЖОК 621.039

**С.Қ. Құсайынов, Б. Дуаметұлы**  
(Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті,  
Алматы, Қазақстан Республикасы)

### **ЯДРОЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР**

**Аннотация.** Бұл жұмыста әртүрлі ядролық технологияларды қолдану қарастырылған. Атом реакторы, белсендірулік талдау, нейтрондық физика, белгіленген атом, зарядталған бөлшектердің үдеткіштері, Мёссбауэр спектроскопиясы, ядролық магниттік резонанс, басқарылатын термоядролық синтез, нанодиагностикада нейтрондарды қолдану, ядролық сәулеленулердің ғылым мен техникада, шаруашылықтың әртүрлі салаларында қолдану ядролық технологияларға жататыны белгілі. Атом энергетикасының дамуы техникалық прогреске орасан зор әсер етті, ол үшін жоғары сапалы материалдар, жаңа құралдар, жетілдірілген жаңа технология мен ақау көру қажет болды. Атом ядросы шексіз энергия көзі болып табылады. Ғылымның көптеген салалары – геология, астрофизика, қатты дене физикасы, химия мен биология, медицина – ядролық ғылымның жетістіктері нәтижесінде қарыштап дамыды. Шаруашылықтың көптеген салаларында, өндірісте, құрылыста, мұнай мен газ өндірісінде, ауылшаруашылығында, металлургия мен машина жасауда ядролық энергия кеңінен қолданыс тапты. 2011 жылы дүниежүзіндегі энергияның 12,3 пайызы атом электрстансаларында алынған. Термоядролық синтез жұмыстары бойынша халықаралық термоядролық тәжірибелік реактор салыну үстінде, бұл салада айтарлықтай жетістіктер бар. Термоядролық Токамак реакторында плазма 2019 жылдың қараша айында алынады деп жоспарлануда. Қатерлі ісік пен жүрек-қан тамырлары ауруларын емдеуде мамандар үлкен жетістіктерге жеткен.

**Түйін сөздер:** атом электрстансалары, ядролық технологиялар, атом энергетикасы, Токамак, ядролық медицина.

Қазіргі ядролық технологиялар ядролық физиканың жетістіктерін пайдаланып, ядроның бөлінуі мен синтезін, ядролық сәулеленуді ғылым мен техниканың және шаруашылықтың әртүрлі саласында қолданудан тұрады. Академик А.Лейпунский әртүрлі ғылым салаларында ядролық техникасын пайдаланудың жолдарын айтқанда, оған нейтрондар көмегімен заттардың құрылысын зерттеуді, радиациялық ақауларды, ү-сәулелерінің резонансты шашырауын (Мёссбауэр эффекті), өте төмен температураларды алуды, ядролық физикалық зерттеулерді, активациялық талдауды, химиялық реакциялар механизмін, геологиялық және геохимиялық зерттеулерді және биологиядағы әртүрлі қолдануларды жатқызды[1]. Бұдан басқа ядролық технологияларға ядролық энергетика мен ядролық қару-жаракты өндіруді жатқызуға болады. Ядролық техникада қолданылатын изотоптық және медициналық құралдар мен материалдарды залалсыздандыру, тамақ өнімдерін консервілеу, медицинада ауруларды диагностикалау мен емдеу, жер жұмыстарындағы жарылыстар, полимерлену, теңіз суын тұщыландыру, ғарыш пен көлік энергетикасы, алыс ауылдар үшін кіші энергетика – міне осының бәрі ядролық технологияларда қолданылады.

XX ғасырда атом энергетикасының дамуы техникалық прогреске орасан зор әсер етті. Ол үшін жоғары сапалы материалдар, жаңа құралдар, жетілдірілген жаңа технология мен ақау көру қажет болды. Сонымен бірге, атом техникасы есептеу техникасы, есептеу математикасы және информатиканың өркендеуіне үлкен әсер етті. Ғарыштық атом энергетикасы үшін изотоптық қыздырғыш батареялар, термобатареялармен және турбогенераторлармен бірге болатын реакторлар, сутектік реактивтік қозғалтқышты реакторлар қарастырылады. Атом энергетикасының көлікте қолдануында бұрын КСРО-да болған атомдық әскери-теңіз флотын айтуға болады – олар атом мұзжарғыштары “Ленин”, “Ермак”, “Сибирь” және т.б.

Атом ядросын зерттеу біздерге табиғаттың негізгі заңдары бойынша әмбебап білім береді. Атом ядросы іс жүзінде шексіз энергия көзі болып табылады. Ғылымның көптеген салалары – геология, астрофизика, қатты дене физикасы, химия мен биология – ядролық ғылымның нәтижелері арқасында қарыштап дамыды.

Табиғат заңдарын зерттейтін әмбебап ғылымдар көптеген жағдайларда тәжірибемен, шаруашылық салаларымен ұштасады. Мәселен, ядролық энергия жаңа сала – ядролық медицинаның, оның ішінде радиологияның тууына ықпал жасады, ол заманымызда кездесетін өте қауыпты ауруларды – рак пен жүрек-қан тамырлары ауруларын нәтижелі түрде диагностикалап, емдеуге зор мүмкіндік берді. Радионуклидтерді қолдану қатерлі ісіктерді тікелей тауып және бір орынға “бекітіп”

емдеуге болатынына қол жеткізді. Зарядталған бөлшектердің үдеткіштері негізінде жоғары энергетикалық протондармен сәулелендіруді клиникалық процедураларда қолданылатын болды.

Шаруашылықтың көптеген салаларында, өндірісте, құрылыста, мұнай мен газ өндірісінде иондаушы сәулелену көздері кеңінен қолданылады. Нейтрондарды қолданып жұмыс істейтін активациялық талдау тәсілі үлкен сезімталдықпен өндірістің әртүрлі саласында орасан көп қолданыс тапты.

Иондаушы сәулеленуді ғылымда, медицинада, биологияда қолдану – ядролық ғылым мен техниканың маңыздылығын дәлелдейді. Сонымен бірге, атом ғылымы мен техникасы әлі ашылмаған құпияларға ие екеніндігі білгілі. Оларды тауып, адамзат үшін пайдалану кезек күттірмейтін мәселе болып табылады.

Атом энергиясы өте үлкен мөлшерде көлік энергетикалық қондырғыларында қолданылады. Атом энергиясының таптырмайтын мүмкіншіліктері оның су үсті және су асты флотында және ядролық қаруда қолданылуы. Бастапқы кезде қырып-жоятын қару – ядролық және сутегі бомбаларды қолданғанын білеміз.

Қазіргі кезде атом энергиясын қолданудың ең басты маңызды саласының бірі – ядролық энергетикалық реакторлар көмегімен атомдық электр стансаларында (АЭС) электр энергиясын алу. Дүние жүзінде бірінші атом электрстансасы КСРО-да 1954 жылы Обиниск қаласында іске қосылып, оның электр қуаты 5000 кВт болды.

Чернобыль мен Фукусимада болған апаттар атом энергиясының болашағына біраз күмән туғызғанын білеміз. Алайда, 2011 жылы дүние жүзіндегі электр энергиясының 12,3 пайызы атом электрстансасынан алынғаны белгілі. Сондықтан, атом электрстансалары болашақтың негізгі энергия көздеріне айналатынына күмән келтіруге болмайды. Оған дәлел ретінде 2013 жылдың 13 наурызында Еуропалық Одаққа кіретін 12 елдердің министрлерінің Лондонда болған кездесуінде ол мемлекеттер (Болгария, Ұлыбритан, Венгрия, Испания, Литва, Польша, Румыния, Словакия, Финляндия, Франция және Чехия) үшін ядролық энергетиканы дамытудың маңызы зор екенін айтып, оны өздерінің стратегиясының маңызды элементі деп қорытындылады[2].

Дүниежүзілік атом энергиясы агенттігі (МАГАТЭ) жылда осы саладағы жетістіктерді қамтитын ядролық технологияларды шолу еңбегін шығарып отырады, онда энергетикалық қолданулар, жетілдірілген ядролық және термоядролық жүйелер, атомдық және ядролық нәтиже-мағлұматтар, үдеткіштер мен ғылыми-зерттеу реакторларын пайдалану, тамақ өнеркәсібі мен ауылшаруашылығындағы ядролық технологиялар, адамдар денсаулығы, қоршаған орта, су ресурстары, радиоизотоптарды өндіру және радиациялық технология туралы маңызды мәліметтер беріледі[3,4]. 2010 жылдың ақпараттарына сүйенетін болсақ, бұл жылы дүние жүзінде 16 жаңа ядролық энергетикалық реактордың құрылысы басталған. Энергия жүйесіне осы 2010 жылы (5 жаңа реактордың іске қосылуын ескере отырып) 441 ядролық-энергетикалық реактор жұмыс істеп тұрғанын және дүние жүзіндегі АЭС-тердің жалпы қуаты 375 ГВт(эл)-қа дейін өскенін айтуға болады. Ядролық энергетиканың қуаттарының өсуі мен дамуы негізінен Азия құрлығында орын алған. Азияда дүние жүзінде салынып жатқан реакторлардың 2/3 бөлігі орналасқан, және де осында құрылысы енді ғана басталатын дүние жүзіндегі 16 реактордың 13-і орналасқан, мұның 10 реакторын Қытай салып жатыр.

Қазақстан уран қоры мен оны өндіру жөнінде дүние жүзінде ең алдыңғы орында орналасқан ел, осы өндірістің бізде өсуі дүниежүзілік өндіріске әсер етті. Қазір радиоактивті қалдықтарды көмудің варианттары қарастырылып жатыр. Қытайда 2010 жылдың 21-шілдесінде CEFR бассейні типті тәжірибелік жылдам реактор бірінші болып сынақ деңгейіне жетті.

МАГАТЭ мәліметтері бойынша, 2011 жылдың соңында дүние жүзінде 672 ғылыми-зерттеу реакторы бар, оның 232-і жұмыс істейді. 2010 жылы Халықаралық термоядролық тәжірибелік ИТЭР реакторының құрылысы басталды. Бірінші плазма термоядролық реакторда 2019 жылдың қараша айында болады деп жоспарланып отыр.

АҚШ-та 2010 жылдың қаңтарында термоядролық жағу Ұлттық қондырғысында (НИФ) үлкен жетістікке ие болды – энергиясы 1 МДж болатын импульс алынды.

Ядролық технологиялар бойынша басқа да үлкен ауқымды жұмыстар істеліп жатыр – Аргентинада бруцеллезге қарсы вакцина жасалынып жатыр. Иракта балық паразиттерімен күрес жүріп жатыр. Ауылшаруашылық өнімдердің өнімділігін арттыру мақсатында ауылшаруашылық зиянкестеріне қарсы жұмыстар жасалып жатыр.

2010 жылғы мағлұматтар бойынша, онкология саласында мамандар үлкен жетістіктерге жеткен, емдеу мәселелері жетілдірілген, ісік формасы мен сәулелендірілген көлемді үлкен дәлдікпен беттестірген. Медицина саласындағы жетістіктер ретінде сканирлеу мен сәулелену доза уақытының қысқартылғандығын айтуға болады. Ұзақ өмірсүруші радиоизотоптар теңіз ресурстарын алу үшін және теңізбен байланысты ортаны ластауды бағалауға пайдаланылды. Орнықты және радиоактивті изотоптар жерасты суларын зерттеуге пайдаланылды. Өндіріс саласында радиациялық технологияларды кешенді пайдалануға радиоизотоптық индикаторларды, радиоактивті қалдықтарды жер астына көмуге құраушыларды модельдеуде қолданады.

Қазақстан жерінде 1949 жылдан 1964 жылға дейін Семей ядролық полигон жұмыс істеді, біздің жеріміз көп жылдарға атом және термоядролық қаруларының сынағына айналды. Қазақстанда дүниежүзіндегі бірінші жылдам нейтронды БН-350 реакторы Маңғыстауда жұмыс істеді. Ол электр энергиясын берумен қатар Каспий теңізінің суын тұщыландыруға пайдаланылды. Болашақта Семей полигоны негізінде материалтану ТОКАМАК(КТМ) реакторы құрылмақ. Курчатов қаласында ядролық технологиялар паркінде атомдық жылу стансасы мен үдеткіш кешені болады. Алматы түбінде арнаулы экологиялық зона құру мақсатымен Ақпараттық технологиялар Паркі ҚР Ұлттық ядролық орталығының ядролық физика институты негізінде Алатау кентінде жұмыс істеп жатыр, мұнда жоғары технологияны қолданбалы ядролық технологияларда радионуклидтерді медицина мен өндірісте қолдану жоспарланған.

Сонымен, ядролық технологияларға ядролық сәулеленудің ғылым мен техникада, шаруашылықтың әртүрлі салаларында қолдану жатады. Атом реакторы мен зарядталған бөлшектердің үдеткіштері және олардан алынған бөлшектерді пайдаланып істелініп жатқан жұмыстар, термоядролық синтез, активациялық талдау, нейтрондық физика, Мёссбауэр ядролық гамма-резонанс спектроскопиясы, ядролық-магниттік резонанс, белгіленген атомдарды пайдаланып орындалатын жұмыстар, нанодиагностика мен наноматериалдарда нейтронды қолдану – міне осының барлығы ядролық технологияларды қолдану жолдарын айқындайды.

#### ӘДЕБИЕТТЕР

1. Лейпунский А.И. Применение ядерной физики в смежных областях науки и народном хозяйстве. //УФН -1968- т. 95.-вып. 1. -С.15-23.
2. Курсив kz. 12 государств Евросоюза подтвердили важность развития ядерной энергетики. (<http://www.kursiv.kz>)
3. Обзор ядерных технологий-2011-IAEA. (<http://www.iaea.org>)
4. Обзор ядерных технологий-2012-IAEA (<http://www.iaea.org>)

#### Reference:

1. Leipunski A.I.Primeneniye yadernoi fiziki v smezhnich oblastiach nauki i narodnom chozjaistve //UFN-1968-T.95-vyp1-C.15-23
2. Kursiv kz. 12 gosudarstv Evrosoyusa podtverdili vazhnost razvitia yadernoi energetiki (<http://www.kursiv.kz>)
3. Obzor yadernich technology -2011-IAEA
4. Obzor yadernich technology -2012-IAEA

Құсаинов С. К., Дуаметұлы Б.

#### Ядерные технологии

**Резюме.** В работе рассмотрены различные применения ядерных технологий. К ядерным технологиям относятся применение атомной энергии в науке и технике, различных отраслях хозяйства. Ядерная физика оказала большое влияние техническому прогрессу, к ним можно отнести ядерную энергетику. В мире выполнены значительные работы по управляемой реакции термоядерного синтеза и ядерной медицине.

**Ключевые слова:** ядерная технология, атомная энергетика, токамак, ядерная медицина.

Kussainov S. K., Duametuly B.

#### Nuclear Technology

**Summary.** In the given work describes the various applications of nuclear technology. Nuclear technology included in all areas of science, technology and production in the use of nuclear energy. Nuclear power proved that the development of nuclear physics to technical progress has a big role. In order to obtain nuclear fusion reactions are doing a lot of work in the whole world.

**Key words:** nuclear technology, atomic power engineering, Tokamak, nuclear medicine.

**К.Т. Кожахмет**

(Казахстанско-Британский технический университет, Алматы, Республика Казахстан)

## **РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ В ОБЛАСТИ АУДИТА ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

**Аннотация.** Для обеспечения хорошего уровня безопасности любой организации необходимо проводить регулярный аудит информационной безопасности. Этот процесс является высоко затратным как в отношении времени и стоимости, так и по вовлеченности человеческих ресурсов. Автоматизация процесса аудита путем разработки программного обеспечения может стать хорошей альтернативой, которая позволит снизить затраты, ускорить процесс аудита и улучшить его качество за счет приведения его в соответствие с международными стандартами в области информационной безопасности.

Мы также полагаем, что автоматизация процесса аудита должна происходить при помощи разработки экспертных систем с нечеткой логикой, которые предлагают значительные преимущества при применении в этой области. Данная статья предлагает пути разработки нечетких экспертных систем в области аудита информационной безопасности (ESISA).

**Ключевые слова.** Экспертная система, аудит информационной безопасности, ESISA

### **Процесс аудита информационной безопасности**

В связи с развитием информационных технологий организации все чаще сталкиваются с широким кругом потенциальных угроз информационной безопасности (ИБ), и как следствие, все больше заинтересованы в обеспечении высокого уровня ее защиты. Один из лучших способов оценки, обеспечения и поддержания безопасности информации проведение ее регулярного аудита. Аудит безопасности (в широком смысле слова) представляет собой сложный, многоступенчатый и трудоемкий процесс с участием высококвалифицированных специалистов (экспертов), что делает его довольно дорогой услугой. Существует большое многообразие типов аудита. В частности, один из них - на соответствие определенным стандартам безопасности (например, ISO 27000).

Как правило, аудит информационной безопасности состоит из следующих шагов [1]:

1. Оценка и предварительное исследование вопросов аудита: определение основных направлений деятельности, установление целей аудита.
2. Планирование и подготовка: создание плана аудита / перечень мероприятий.
3. Реализация работы: сбор информации путем опроса сотрудников и руководителей, анализа документов, распечатки данных, наблюдения за действующим процессом и т.д.
4. Анализ: сортировка, анализ и оценка в зависимости от объемов накопленной информации .
5. Отчет: обзор всех предыдущих этапов, нахождение отношений в собранной информации и составление письменного отчета.
6. Закрытие.

Каждый из этапов сопровождается большим количеством информации, которая должна быть собрана, отсортирована и проанализирована.

Одной из мер, предпринимаемых для сокращения расходов и облегчения процесса аудита, является использование специальных инструментов, таких как вопросники и анкетирование, для выявления несоответствий между некоторыми стандартами безопасности и существующей практикой безопасности в организации.

Например, вопросник стандарта ISO 17799 ([2]) дает некоторое число аудиторских вопросов (таких как, например, "Определены ли четко обязанности по защите отдельных активов и для проведения конкретных процессов безопасности в организации?"). Каждый из вопросов соответствует определенной части стандарта (например, 4.1.3 в предыдущем примере). Инструменты аудита информационной безопасности в стандарте ISO IEC 27002 2005 (17799), описанные в [3], предлагают несколько сотен вопросов аудита, изложенные в форме «да-нет» ответов. Например, "Снижен ли риск кражи, мошенничества, злоупотреблений за счет того, что всем потенциальным сотрудникам перед тем, как их наняли на работу, объяснили их ответственность и обязательства?" При этом указываются лучшие практики по безопасности, которые должны быть реализованы, и

действия, которые должны быть приняты, в случае ответа "нет" на вопрос. Таким образом, аудит представляет собой процесс постановки вопросов, анализа ответов и получения рекомендаций.

Все вышеуказанные инструменты являются очень полезными для аудиторов и персонала по безопасности. Но, к сожалению, анкеты не дают общего впечатления об уровне безопасности в организации, в целом. Вопросники носят слишком общий характер, не связанный с фактической политикой конкретной организации, ее процедурами и т.п. Поэтому необходимо рассматривать специальный круг вопросов с введением дополнительных измерений безопасности.

Еще одним эффективным инструментом аудита является формирование базы знаний, которая обеспечит информацией главных должностных лиц по информационной безопасности и поможет находить правильные управленческие решения по политике информационной безопасности [4].

Ключевыми компонентами базы знаний являются: "Объект", "Источник" (стандарт), "Уязвимость", "Шаг" (усовершенствование «Директив» в специальном разделе стандарта).

Каждый "Шаг" связан с защищаемыми объектами, типом уязвимости, против которой он направлен, а также с перекрестными ссылками на другие сохраняемые «Директивы». Предлагаемый инструмент обеспечивает поиск в базе знаний руководящих директив стандартов, анализа их компонентов и выдачу рекомендаций. В итоге, образуется, так называемая, мета-модель рекомендаций стандартов безопасности.

Аудит информационной безопасности является высоко затратным процессом, так как использует множество разных ресурсов (время, люди, финансы). Снижение затрат на процесс аудита является одной из приоритетных задач любой организации. Автоматизация процесса аудита путем создания интеллектуального программного обеспечения (экспертной системы) позволяет значительно сократить расходы, так как основная работа по принятию решений проводится автоматически, на основе компьютерного анализа ситуаций и директив и выдачи рекомендаций (принятия решений).

### **Основы разработки экспертной системы аудита информационной безопасности**

Как известно, экспертной системой (ЭС) является компьютерная система, которая позволяет имитировать процесс принятия решений человеком-экспертом. (Jackson 1998). Знания в экспертных системах могут быть представлены некоторой информацией, обычно реализуемой в виде правил ЕСЛИ-ТО (IF-THEN) [5].

В системе аудита информационной безопасности, наравне с использованием живого опыта и знаний человека, экспертная информация также может быть извлечена из рекомендаций, предлагаемых в стандартах по безопасности (таких как, например, ISO / IEC, COBIT и ITIL). Этот источник знания должен быть переведен на язык правил. В основе формирования правил заложен принцип анкетирования, как процесс взаимодействия между пользователем и системой.

Процедуры аудита, реализуемые в экспертной системе, могут состоять из следующих этапов:

1. Сбор информации: определение объектов, подлежащих защите (оборудование, данные, программы и т.д.). На данном этапе система предлагает некоторые общие вопросы.
2. Процесс получения системой информации от сотрудников, при этом задаются соответствующие вопросы для получения сведений об обстановке по безопасности в организации.
3. Логический вывод информации.
4. Получение результатов, формируемых системой, в виде списка рекомендаций.

По сравнению с процессом аудита, описанного в предыдущем разделе, данная схема аудита формируется гораздо проще путем автоматизации отдельных этапов аудиторской проверки. К тому же, разработка экспертных систем в области информационной безопасности имеет много достоинств. Приведем некоторые из преимуществ использования экспертных систем аудита информационной безопасности (в соответствии с [5]):

- Снижение стоимости. Разработка экспертной системы является относительно недорогим, по сравнению с самим процессом аудита, проектом. Принимая во внимание возможность повторного использования системы несколькими организациями, стоимость услуг для каждого клиента значительно снижается.

- Повышение степени доступности. Разработка Web-ориентированных экспертных систем открывает возможность доступа к экспертным данным из любого подключенного к Интернету



устройства. Поскольку, в некотором смысле, «экспертная система представляет собой массовое производство знаний» (Giarratano & Riley 1998), теперь оно становится доступным через любое подходящее устройство, в любое время суток.

- Использование разных видов множественных экспертиз. Использование знаний из различных источников повышает общий уровень знаний о системе. В случае информационной безопасности, сочетание рекомендаций стандартов безопасности и экспертных знаний нескольких независимых специалистов, могут улучшить экспертные оценки.

- Экономия времени. Аудит информационной безопасности является трудоемким и продолжительным процессом. Использование экспертных систем на некоторых этапах аудита (анализа и сбора данных, формирования отчетности) могут сократить продолжительность процесса путем более быстрого реагирования на запросы (по сравнению с ответами живого эксперта), уменьшить количество бумажной работы.

- Получение постоянного устойчивого, беспристрастного и наиболее полного ответа. При помощи автоматизации процесса влияние человеческого фактора снижается.

По нашему мнению, разработка Web-ориентированной экспертной системы в сфере аудита информационной безопасности, с практической стороны, является хорошим решением для компаний, позволяющим экономить время и деньги, а с научной точки зрения, имеет фундаментальную основу для дальнейшего развития методологии применения искусственного интеллекта в области информационной безопасности.

Обращаясь к практике создания экспертных систем в области безопасности, отметим, что существуют и реализованы некоторые экспертные системы по аудиту компьютерной безопасности. Так, например, экспертная система по аудиту безопасности (AUDES), предназначенная для автоматизации некоторых аудиторских процедур, таких как выявление потенциальных нарушений безопасности путем тщательного изучения системных журналов, описана в [6]. Но применение методологии экспертных систем в области аудита информационной безопасности в широком смысле (а не только по отношению компьютерной безопасности), (что на самом деле мы хотели бы реализовать) остается в значительной степени неисследованным. Наша задача изучить и решить проблемы разработки экспертных систем в широкой области аудита информационной безопасности, включающей аспекты компьютерной безопасности.

Информационная безопасность обычно разделяется на административную, физическую и компьютерную безопасность. Мы планируем использовать каждый из этих типов в нашей системе. Основываясь на семействе стандартов ISO 2700x, можно выделить некоторые аспекты по безопасности, такие как: управление активами (соответствует разделу 7 стандарта ISO), безопасность человеческих ресурсов (соответствие разделу 8 ISO), связь и управление операциями (раздел 10), контроль доступа (раздел 11), управление инцидентами (раздел 13) и др. Используя подходы управления неопределенностью путем применения теории нечетких множеств и логики, можно расширить и улучшить разрабатываемую экспертную систему аудита информационной безопасности. Ведь, как известно, в основе замечательной способности человека принимать рациональные решения в условиях неопределенности лежит терпимое отношение к ней [7].

### **Обработка неопределенности**

Мы считаем, что задача по разработке экспертных систем аудита ИС в широких масштабах требует использования методов, более сложных, чем классический подход экспертных систем. Классический подход не охватывает всех аспектов сложных процедур, одной из которых является оценка безопасности с использованием множества факторов влияния.

В реальной жизни люди часто не думают о проблемах, с точки зрения четкого представления информации (например, только имя и телефонный номер). Они постоянно имеют дело с широким диапазоном неопределенности. Это также применимо и к специалистам, в момент, когда они решают разные проблемы [8]. Как известно на практике, субъективные суждения экспертов дают лучшие результаты, чем объективная манипуляция неточными данными [9].

Эксперты в области информационной безопасности обычно работают с нечеткими условиями, такими как "чувствительность" (применительно к информации), "полнота" (например, по отношению к резюме соискателя) и т.д. Чтобы справиться с неопределенностью, по нашему мнению, необходимо

применить один из подходов теории искусственного интеллекта – теорию нечетких множеств и логики, как наиболее эффективный инструмент для приближенных рассуждений в сравнении с традиционными методами.

Нечеткие методы используются в области оценки рисков (как это описано в [10]), имеющих много неопределенностей. Поэтому использование теории нечетких множеств может быть оправданно в случае рассмотрения процесса аудита для обеспечения информационной безопасности при управлении рисками.

В области информационной безопасности, когда имеет место вовлечение людей, разного вида пользователей, понятие «восприятия информации» является основополагающим. Например, аудитор может запрашивать пользователя(клиента) информацию о пароле вопросом "Как часто Вы меняете свой пароль?" Он не ждет таких ответов, как "часто", "редко", потому что восприятие этих значений, как правило, у разных пользователей разное. Более того, пользователь может иметь искаженное понятие об информационной безопасности. В данном случае, восприятие аудитора более адекватно, чем восприятие проверяемого. Поэтому числовое значение (например, количество изменений пароля в месяц) было бы абсолютным, независимым и, следовательно, более удовлетворительным ответом в данном случае. Преобразование нечеткой информации, такой как «часто», «редко» и т.п., происходит со стороны эксперта (он решает, имеет ли ответ значение «часто», «редко», и т.п.).

В дальнейшем можно показать, что использование теории нечетких множеств и логики является наиболее выгодным для создания экспертных систем аудита информационной безопасности.

### Методология Системы

Выделим условия, которые играют ключевую роль в организации оценки информационной безопасности [1, 4, 11]:

- уязвимость: любые недостатки в системе управления, которые могут быть использованы угрозами;
- угрозы: как правило, субъекты, объекты или ситуации, которые потенциально могут привести к потерям;
- последствия: что произойдет (в худшем случае), если некоторые из угроз на самом деле реализуются.

В целях выполнения квалифицированной оценки безопасности, аудитор должен подумать о каждой из перечисленных категорий. Мы решили последовать их модели мышления и определить активы организации, уязвимости, которые могут существовать, угрозы, наносящие особый вред, а также рассмотреть последствия этих угроз.

На приведенной ниже схеме (рис. 1) можно увидеть эти категории, организованные в 3 слоя. Несколько примеров каждой из них будут обсуждаться далее.

Существует два типа активов: материальные активы (например, компьютеры, серверы и т.д.) и информация (например, данные сотрудников, клиентов, хранящиеся в базе данных), которые должны быть защищены ( см. стандарт ISO / IEC 27002, раздел 7.1.1, «Инвентаризация активов").

Каждый из активов соответствует одному или нескольким уязвимостям, которые он может иметь. Уязвимости зависят от нескольких факторов (см рис.1 – блоки во 2-м слое) и могут вызвать особые угрозы с возможностью материализации. Например, слабость физической безопасности, такая как, слабый контроль физических входов (см. ISO / IEC 27002, 9.1.2, «Контроль физических входов") зависит от того, насколько правильно используют контроль аутентификации и соответствующий мониторинг, которые, в свою очередь, зависят от текучести кадров на должностях охранников и проверки их соответствия. Этот недостаток может стать причиной физического повреждения активов, кражи важной информации и т.п.

Вследствие того, что точно оценить возможность осуществления неблагоприятных ситуаций очень трудно, необходимо использовать нечеткие термины для представления данных и учитывать воздействие всех возможных факторов и правил.

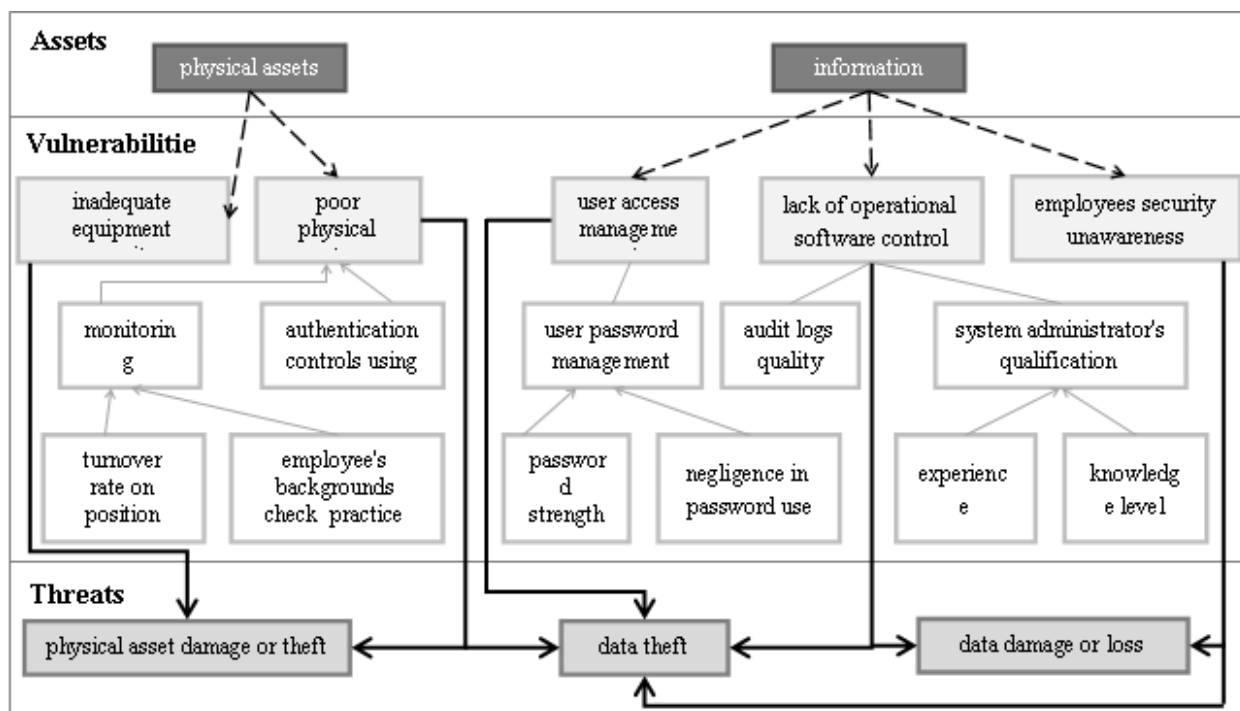


Рис.1. Онтология Информационной безопасности

Воздействие уязвимости от конкретной угрозы находит свое отражение в правилах, имеющих следующую схему:

*ЕСЛИ уязвимость очень серьезная, ТО возможность осуществления угроз НИЗКАЯ / СРЕДНЯЯ / ВЫСОКАЯ (представления нечетких значений).*

Например (по стандарту ISO / IEC 27002, 9.2, "Безопасность оборудования", 9.1, "Области безопасности"):

*ЕСЛИ оборудование для обеспечения безопасности НЕДОСТАТОЧНО, ТО физическое повреждение или кража активов НЕЗНАЧИТЕЛЬНО увеличивается.*

*ЕСЛИ контроль физических входов СЛАБЫЙ, ТО физические повреждения или кража активов ЗНАЧИТЕЛЬНО увеличиваются.*

Согласно этому принципу, количество правил будет зависеть от количества уязвимостей, дифференцированных по степени тяжести, находящихся под влиянием данной угрозы. Для получения одного принципиального значения для данной угрозы, соответствующие значения нечетких параметров суммируются и делятся на максимальное число из всего количества чисел \* (например, максимальное значение из диапазона нечетких множеств).

Можно также рассмотреть вопрос о последствиях материализации угроз в денежном эквиваленте, для того, чтобы выполнить некоторую оценку рисков.

Как известно, не существует такого понятия, как «точное» значение риска. Оценка риска базируется на определении нечеткой информации на входе, такой как, например, вероятность угроз, отнесенных к определенным уязвимостям, и влияние на результат успешного компромиссного решения. Например, в [10], надежность системы управления безопасностью (со значениями недостаточно, хорошо и отлично) и рядом последствий (категория вреда здоровью в диапазоне от 1 до 5), имеющих место на производстве, принимаются в качестве входного значения, а категории риска (незначительный, низкий, средний, высокий и неприемлемый) являются выходным значением.

В разрабатываемой нами экспертной системе риск может быть рассчитан таким же образом, т.е. как функция от вероятности угроз, вызванных уязвимостями, влияние которых суммируется и выражается в денежном эквиваленте. В соответствии с этим, риски, имеющие факторы низкого

уровня безопасности, могут быть отсортированы, а соответствующие рекомендации могут быть помечены специальным уровнем требований.

Согласно [12], в рекомендациях экспертной системы можно использовать ключевые слова "ДОЛЖЕН", "НЕ ДОЛЖЕН", "ТРЕБУЕТСЯ", "БУДЕТ", "НЕ БУДЕТ", "СЛЕДУЕТ", "НЕ СЛЕДУЕТ", "РЕКОМЕНДУЕТСЯ", "МОЖНО" и "ДОПОЛНИТЬ", которые могут быть реализованы в нечетких переменных. Эти ключевые слова довольно глубоко и ясно показывают приоритет рекомендаций и способы уведомлений.

Теперь поскольку общая методология определена, необходимо остановиться на способах перевода рекомендаций стандартов в правила, и определить, какие виды входных данных будет собирать система.

### **Приобретение и сбор знаний, интерпретация входных данных**

Для приобретения и сбора знаний и интерпретации входных данных необходимо иметь определенную схему.

Так, простейший случай интерпретации входных данных это числовые значения: например, текучесть кадров (в процентах от количества сотрудников, замещающих определенные должности, в течение года), опыт работы сотрудника (в годах).

Приведем пример. В соответствии с ISO 27002 "Контроль оперативного программного обеспечения" рассмотрим "шаг" в разделе 12.4.1- "обновление оперативного программного обеспечения, приложений и программных библиотек должны выполняться только квалифицированным администратором с соответствующим уровнем разрешения (авторизации)". В данном случае необходимо непосредственно определить, достаточно ли сотрудник обучен, имеет ли он квалифицированные знания и навыки. Квалификация администратора зависит от его / ее опыта и знаний. Для моделирования системы опыт может быть определен как числовое значение.

Сложнее обстоит дело со знаниями. Естественно, знание человека, даже в ограниченной области, не может быть оценено по одному вопросу. В данном случае необходимо использовать не только прямые вопросы, но и косвенные, определяющие навыки администратора. В некоторых тестовых вопросах можно предоставлять специфические детали (формировать специальный вопрос), например:

*1. При установке разрешений NTFS для индивидуальных сетевых дисков, какой из следующих вариантов необходимо дать пользователю по умолчанию?*

*Ответы:*

*Полный доступ / изменить / Чтение и выполнение / чтение / запись.*

*2. Какими символами всегда заканчиваются общие имена административных папок?*

*Ответы:*

*# / \$ / @ / % / ~*

*3. Чему равен 1 килобайт (КБ)?*

*Ответы:*

*512 байт / 1000 байт / 1024 байт / 1028 байт / 2048 байт.*

*и т.д.*

Каждый из вопросов и ответов имеет свой вес (в%) и определяется нечеткой переменной (входит в диапазон значений).

Приведем пример формирования правил для отображения опыта, уровня знаний и квалификации системного администратора:

*ЕСЛИ работник ДОСТАТОЧНО опытный и оценка ОЧЕНЬ ВЫСОКАЯ, ТО работник квалифицированный.*

Использование тестов существует во многих аспектах, например, для оценки осведомленности пользователей по вопросам безопасности (раздел 8.2.2, «Осведомленность, образование и обучение по информационной безопасности»).

В данном случае каждому члену определенной группы пользователей может быть предложено, ответить на некоторые вопросы, например, закрытого типа с выбором единственного правильного ответа:

1. Что из предложенного является верным:

- Не выйти из сеанса, оставить терминал открытым, после того, как вошли в систему - это плохая практика безопасности; (правильный)
- Частые входы и выходы из системы приводят к быстрому компьютерному устареванию;
- Осуществление выхода из системы при уходе с рабочего места является хорошим индикатором корпоративной культуры;
- Постоянный вход в систему и выход из нее занимает много времени.

2. Используете ли Вы Ваш личный ноутбук на работе? Если нет, то желаете ли Вы его использовать?

- Нет, я думаю, что это разумный выход для безопасности; (правильный)
- Нет, я не хочу использовать свой собственный компьютер;
- Да, это удобно;
- Да, личный ноутбук является надежным решением.

Все результаты могут быть сгруппированы в одно значение (средний балл, например), которое выражается либо в %, либо в числах диапазона от 0 до 1.

Некоторые ответы на вопросы могут иметь взвешенные коэффициенты, помогающие определить степень соответствия их значениям «правда/ложь». В этом случае ответ может быть представлен в виде списка ситуаций (значений).

В качестве примера рассмотрим один из аспектов управления доступом пользователей - управление паролями. Согласно стандарту ISO / IEC 27002 "Использование паролей" (раздел 11.3.1):

"Всем пользователям должно быть рекомендовано:

- а) хранить пароли в секрете;
- б) не допускать ведения учета паролей (например, в записях, в компьютерном файле или на ручных устройствах), если они не могут надежно храниться, и способ хранения заранее не одобрен и не утвержден;
- в) изменять пароли всякий раз, когда система указывает это сделать или в случае сохранения компромисса паролей;
- г) выбирать качественный пароль достаточной минимальной длины, который удовлетворяет требованиям:
  - он легко запоминаем;
  - он не имеет оснований, когда кто-то другой может легко угадать его или получить доступ к нему, используя информацию о пользователе, такую как, имена, номера телефонов, даты рождения и т.д.;
  - он не уязвим для словарных атак (т.е не состоит из слов, входящих в словарь);
  - он не содержит последовательных идентичных, всех цифровых или все буквенных символов;
- д) менять пароли через регулярные промежутки времени или в зависимости от количества обращений (пароли для привилегированных учетных записей следует менять чаще, чем обычные пароли), а также избегать повторного использования или цикличности старых паролей;
- е) менять временный пароль при первом вхождении в систему;
- ж) не включать пароли в любой автоматизированный процесс входа, например, в хранимые макро- или функциональные ключи;
- з) не использовать совместные индивидуальные пароли пользователей;
- и) не использовать один и тот же пароль для связанных и не связанных с работой целей "

Эти руководящие принципы можно четко разделить на две части, касающиеся пользовательской халатности и степени защищенности пароля. Переменная безопасности пароля (которая будет вычисляться) содержит в себе возможность потенциальной кражи пароля (число в диапазоне от 0 до 1) и принимает значения в виде высокий, средний или низкий. Кроме того, на значение переменной влияют руководящие принципы, указанные выше.

Сначала мы попытаемся составить некоторые вопросы для пользователей о том, как они управляют своим паролем: один вопрос соответствует одной переменной:

## • Технические науки

Вопрос 1. Отметьте ситуации, которые являются наиболее подходящими для вас:

- Мои коллеги / родственники / друзья или кто-то еще знает мой пароль : 0.2
- Я считаю, что записи логинов и паролей на бумаге, сохранение их в файлы, или подсказки браузером моих паролей является очень удобным способом не забывать свои пароли : 0.15
- Если происходит что-то подозрительное, я не считаю, что необходимо немедленно сменить пароль. : 0.25
- Я не меняю свой пароль без уважительной причины, моя память не так хорошо запоминает все эти вещи: 0.25???

• Я использую пароль по умолчанию и думаю, что он достаточно сильный : 0.25

• Я выступаю за использование одного и того же пароля в разных услугах: 0.15

Точное значение уровня халатности по отношению к паролям рассчитывается как сумма коэффициентов для всех точек, которые соответствуют значению истина (значение от 0 до 1).

Вопрос 2. Мой пароль обычно:

- трудно запомнить
- является паролем по умолчанию, как пароль, по умолчанию, для администратора, гостя, и т.д.: 0.2
- содержит словарные слова, такие как как хамелеон, RedSox, мешки с песком, сделай bunnyhop, IntenseCrabtree и т.д.: 0.1

• состоит из слов с цифрами содержания: password1, deer2000, john1234 и т.д.: 0.15

• является одним из общих последовательностей, набранных с клавиатуры строк: QWERTY, 12345, asdfgh, Фред и т. д.: 0.3

• содержит личную информацию, такую как имя, дата рождения, номер телефона или адрес. : 0.15

• содержит символы, такие как (отметьте каждый вариант):

o Строчные буквы (26)

o Заглавные буквы (26)

o номера (10)

o Знаки препинания (5)

• имеет среднюю длину: (указать число символов)

• (не вариант: с помощью 2-х предыдущих вариантов число возможных комбинаций символов рассчитывается как (суммарное число символов) ^ (длина), коэффициент за этот вопрос 0.1, если комбинация больше, чем  $10^{12}$ , а число комбинаций /  $10^{12} * 0.1$  иначе)

Значение коэффициента для вопроса рассчитывается как сумма коэффициентов всех записей.

Эти два значения (значение уровня халатности и сила пароля) являются субъектами для преобразования нечеткой информации в нечеткие множества, такие как слабый, хороший, сильный для пароля и низкий, средний, высокий для халатности (образец нечетких множеств можно увидеть на рисунке 2).

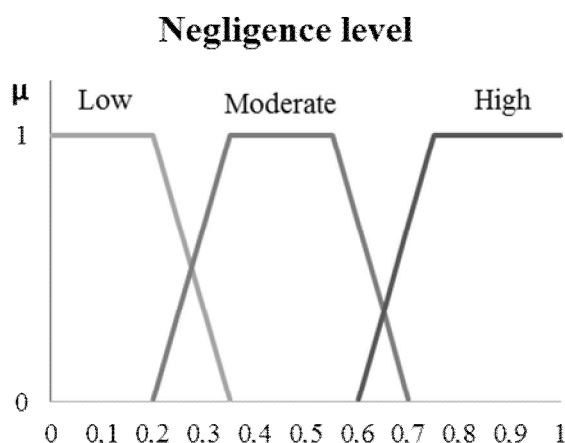


Рис.2. Пример нечетких множеств для определения уровня халатности

Безопасность пароля также может быть высокой (Н), низкой (L) и умеренной (М), что отображено в таблице 1.

Халатность \ сила	слабый	хороший	сильный
низкий	М	Н	Н
умеренный	L	М	Н
высокий	L	L	М

Таблица 1: Вероятность взлома учетной записи пользователя

На основе этой таблицы нечеткие правила могут быть представлены в следующей редакции:

ЕСЛИ халатность НИЗКАЯ и пароль СИЛЬНЫЙ, то безопасность пароля является ВЫСОКОЙ.

ЕСЛИ халатность НИЗКАЯ и пароль ХОРОШИЙ, то безопасность пароля является ВЫСОКОЙ.

ЕСЛИ халатность НИЗКАЯ и пароль СЛАБЫЙ, то безопасность пароля является УМЕРЕННОЙ.

ЕСЛИ халатность УМЕРЕННАЯ и пароль СИЛЬНЫЙ, то безопасность пароля является ВЫСОКОЙ.

ЕСЛИ халатность УМЕРЕННАЯ и пароль ХОРОШИЙ, то безопасность пароля является УМЕРЕННОЙ.

ЕСЛИ халатность УМЕРЕННАЯ и пароль СЛАБЫЙ, то безопасность пароля является НИЗКОЙ.

ЕСЛИ халатность ВЫСОКАЯ и пароль СИЛЬНЫЙ, то безопасность пароля является УМЕРЕННОЙ.

ЕСЛИ халатность ВЫСОКАЯ и пароль ХОРОШИЙ, то безопасность пароля является НИЗКОЙ.

ЕСЛИ халатность ВЫСОКАЯ и пароль СЛАБЫЙ, то безопасность пароля является НИЗКОЙ.

Подводя итоги, можно отметить, что посредством компьютера данные от пользователей могут быть получены различными способами, в том числе непосредственно через точные значения с помощью "выпадающих списков" и тестов.

Все вышеперечисленное относится к получению числовых данных. Однако, по нашему мнению, в некоторых случаях более эффективным будет применение нечетких множеств.

Так, возможные потери организации в случае осуществления конкретной угрозы ввода могут служить хорошим примером. При качественном анализе рисков влияние в денежном эквиваленте, как правило, рассматривается в градации низкий, средний и высокий. Этот показатель может также рассматриваться приблизительно, в районе 10000\$, например, т.е. более точнее, чем перечисленные три уровня, но менее точный, чем конкретное числовое значение.

Методология нечеткой логики дает возможность охарактеризовать неточно заданные переменные, которые определяют экспертные знания человека и используют их для расчета результатов [10]. Кроме того, одним из преимуществ нечетких экспертных систем является то, что правила могут быть записаны на естественном языке, а не в компьютерных терминах. Как следствие, связь между экспертом в области знания и инженером значительно облегчена [8].

### **Заключение**

Чем ближе к человеческому поведению получается экспертная система, тем более эффективно она способна выполнять предназначенные для нее задачи. Нечеткая экспертная система, применяемая в информационном поле безопасности, достаточно хорошая технология для моделирования способности принятия решений специалиста.

Отметим, что текущая работа является частью исследовательского проекта разработки и внедрения экспертной системы аудита безопасности. Данный проект "Разработка интеллектуальных систем для управления и аудита информационной безопасности" в настоящее время финансируется Министерством образования и науки Республики Казахстан на 2012-2014 годы. Теоретическая значимость данного проекта представлена в публикациях [13, 14]. Эта статья фактически является частью научного исследования, касающегося подходов и ряда вопросов применения нечеткой логики в задачах аудита информационной безопасности и разработки нечетких экспертных систем.

Можно отметить тот факт, что данные исследования также направлены на области реализации нечетких нейронных сетей и алгоритмов нейронных самообучаемых экспертных систем. Мы можем утверждать, что имеется достаточное количество нетронутых областей и пересечений в реализации экспертных систем для аудита безопасности, их разработки на основе нечеткой базы знаний, интеграции нечетких коэффициентов в разработке рекомендаций для аудита безопасности и т.п. Мы полагаем, что исследуемое научное направление может стать хорошей фундаментальной базой в области искусственного интеллекта.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Hinson, G. 2008. Frequently Avoided Questions about IT Auditing. Available: [http://www.isect.com/html/ca\\_faq.html](http://www.isect.com/html/ca_faq.html)
2. Val Thiagarajan, B.E. 2002. BS 7799 Audit Checklist. Available: [www.sans.org/score/checklists/ISO\\_17799\\_checklist.pdf](http://www.sans.org/score/checklists/ISO_17799_checklist.pdf)
3. ISO IEC 27002 2005 Information Security Audit Tool. Available: <http://www.praxiom.com/iso-17799-audit.htm>
4. Stepanova, D., Parkin, S. and Moorsel, A. 2009. A knowledge Base For Justified Information Security Decision-Making. In 4th International Conference on Software and Data Technologies (ICSOFT 2009), 326–311.
5. Giarratano, J., and Riley, G. eds. 2002. Expert Systems: Principles and Programming. Reading, Mass.: PWS Publishing Company.
6. Tsudik, G. and Summers, R. 1990. AudES - an Expert System for Security Auditing. IBM Los Angeles Scientific Center.
7. Zadeh, L. 1994. Fuzzy Logic, Neural Networks, and Soft Computing.
8. Siler, W., Buckley, J. eds. 2005. Fuzzy Expert Systems and Fuzzy Reasoning. Reading, Mass.: Wiley-interscience.
9. Borjadziev, G., Borjadziev, M. eds. 1997. Fuzzy Logic for Business, Finance, and Management. Reading, Mass: World Scientific.
10. Mahant, N. 2004. Risk Assessment is Fuzzy Business—Fuzzy Logic Provides the Way to Assess Off-site Risk from Industrial Installations. Bechtel Corporation.
11. Elky, S. 2006. An Introduction to Information Security Risk Management. SANS Institute.
12. Bradner, S. 1997. Key words for use in RFCs to Indicate Requirement Levels. IETF RFC Repository. Available: <http://www.ietf.org/rfc/rfc2119.txt?number=2119>
13. L. Atymtayeva, A. Akzhalova, K.Kozhakhmet, L. Naizabayeva. 2011. Development of Intelligent Systems for Information Security Auditing and Management: Review and Assumptions Analysis. Proceedings of the 5th International Conference on Application of Information and Communication Technologies, October 12-14, 2011, Baku, Azerbaijan, pp.87-91
14. K. Kozhakhmet, L. Atymtayeva. 2011. Creation of Concept an Innovative universal platform of virtual computing systems for scientific problems solving. Proceedings of the 9th INTERNATIONAL CONFERENCE: INFORMATION TECHNOLOGIES AND MANAGEMENT 2011, April 14-15, 2011, Information Systems Management Institute, Riga, Latvi, p.96



REFERENCES

1. Hinson, G. 2008. Frequently Avoided Questions about IT Auditing. Available: [http://www.isect.com/html/ca\\_faq.html](http://www.isect.com/html/ca_faq.html)
2. Val Thiagarajan, B.E. 2002. BS 7799 Audit Checklist. Available: [www.sans.org/score/checklists/ISO\\_17799\\_checklist.pdf](http://www.sans.org/score/checklists/ISO_17799_checklist.pdf)
3. ISO IEC 27002 2005 Information Security Audit Tool. Available: <http://www.praxiom.com/iso-17799-audit.htm>
4. Stepanova, D., Parkin, S. and Moorsel, A. 2009. A knowledge Base For Justified Information Security Decision-Making. In 4th International Conference on Software and Data Technologies (ICSOFT 2009), 326–311.
5. Giarratano, J., and Riley, G. eds. 2002. Expert Systems: Principles and Programming. Reading, Mass.: PWS Publishing Company.
6. Tsudik, G. and Summers, R. 1990. AudES - an Expert System for Security Auditing. IBM Los Angeles Scientific Center.
7. Zadeh, L. 1994. Fuzzy Logic, Neural Networks, and Soft Computing.
8. Siler, W., Buckley, J. eds. 2005. Fuzzy Expert Systems and Fuzzy Reasoning. Reading, Mass.: Wiley-interscience.
9. Borjadziev, G., Borjadziev, M. eds. 1997. Fuzzy Logic for Business, Finance, and Management. Reading, Mass: World Scientific.
10. Mahant, N. 2004. Risk Assessment is Fuzzy Business—Fuzzy Logic Provides the Way to Assess Off-site Risk from Industrial Installations. Bechtel Corporation.
11. Elky, S. 2006. An Introduction to Information Security Risk Management. SANS Institute.
12. Bradner, S. 1997. Key words for use in RFCs to Indicate Requirement Levels. IETF RFC Repository. Available: <http://www.ietf.org/rfc/rfc2119.txt?number=2119>
13. L. Atymtayeva, A. Akzhalova, K.Kozhakhmet, L. Naizabayeva. 2011. Development of Intelligent Systems for Information Security Auditing and Management: Review and Assumptions Analysis. Proceedings of the 5th International Conference on Application of Information and Communication Technologies, October 12-14, 2011, Baku, Azerbaijan, pp.87-91
14. K. Kozhakhmet, L. Atymtayeva. 2011. Creation of Concept an Innovative universal platform of virtual computing systems for scientific problems solving. Proceedings of the 9th INTERNATIONAL CONFERENCE: INFORMATION TECHNOLOGIES AND MANAGEMENT 2011, April 14-15, 2011, Information Systems Management Institute, Riga, Latvi, p.96

Кожухмет Қ.Т.

**Ақпараттық қауіпсіздіктің аудитының облысында сараптамалық жүйенің зерттемесі.**

**Түйіндеме.** Бұл жұмыста ақпараттық қауіпсіздік аудитіне арналған сарап жүйесінің процесі және ғылыми негіздеуі суреттелінген. Жүйені өңдеу барысында математикалық аппарат ретінде көмескілік логиканың қолдануы есептелді. Сонымен қатар аудит процесінің автоматизациясы, осы салада қолдану үшін бірталай артықшылық ұсыныс беретін, сарап жүйесінің көмескілік логикамен бірге өңдеуі арқылы жасалуы белгіленген. Осы бап ақпараттық қауіпсіздік аудит (ESISA) саласында көмескілік сараптық жүйелердің өңдеу жолдарының ұсынысын береді.

**Түйін сөздер.** FRONT END PROGRAMMING, HTML5, CSS3, эксперттік жүйе

Кожухмет К.Т.

**Разработка экспертной системы в области аудита информационной безопасности.**

**Резюме.** В данной работе описывается процесс разработки экспертной системы для аудита информационной безопасности, а так же описывается научное обоснование данной работы. При разработке системы учитывается использование нечеткой логики как математического аппарата. Так же отмечено то что автоматизация процесса аудита должна происходить при помощи разработки экспертных систем с нечеткой логикой, которые предлагают значительные преимущества при применении в этой области. Данная статья предлагает пути разработки нечетких экспертных систем в области аудита информационной безопасности (ESISA).

**Ключевые слова.** Экспертная система, аудит информационной безопасности, ESISA

Kozhakhmet K.T.

**Development of expert system in the area of audit of informational safety**

**Summary.** This paper describes the process of developing an expert system for information security audit, as well as describes the scientific basis of this work. In developing the system takes into account the use of fuzzy logic as a mathematical tool. It is also noted that that the automation of the audit process should take place through the

development of expert systems, fuzzy logic , which offer significant advantages when used in this area. This article suggests ways to develop fuzzy expert systems in the field of information security audit (ESISA).

**Key words.** Expert System, information security audit, ESISA

УДК 628.517.2

**Д.М. Акубаева, В.С. Шевцова, С.Т. Калдыбаева**  
(Казахский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева  
Алматы, Республика Казахстан)

### **СПОСОБЫ СНИЖЕНИЯ ШУМА ЗА СЧЕТ СПЕЦИАЛЬНЫХ ПОЛОС ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ**

**Аннотация.** Одним из источников шума является транспорт. В статье показаны исследования транспортных потоков автомобилей и дан принцип для выбора ассортимента шумозащитных полос зеленых насаждений г. Алматы Республики Казахстан. Наиболее эффективны шумозащитные полосы из растений крупномерных, быстрорастущих пород с густоветвящейся, низкоопущенной плотной кроной.

**Ключевые слова:** шум, шумовое загрязнение, транспорт, транспортные потоки, измерения шума, зеленые насаждения, уровень звукового давления.

Зеленые насаждения в городах могут использоваться как в качестве самостоятельного средства шумозащиты, так и наряду с другими инженерными шумозащитными сооружениями. При этом нельзя не учитывать комплексный характер их защитного действия, каким не обладает ни один вид шумозащитных сооружений, а именно – защиту от шума, выхлопных газов автотранспорта, абсорбирующее действие на пыль и загрязняющие компоненты воздуха, улучшение ряда микроклиматических показателей городской среды, положительное психологическое и эстетическое воздействие на население. Все это значительно повышает социальную значимость озеленения как градостроительного средства шумозащиты. В основу проведения экспериментальных исследований в области снижения шума полосами зеленых насаждений, прежде всего были учтены те факторы среды, которые в наибольшей степени связаны с такими явлениями, как рассеивание, поглощение и диффракция звуковых волн.

Зеленая масса кроны деревьев, состоящая из листы различной конфигурации, плотности и ориентации, представляет собой переменную-контрастную физическую среду, где непрерывно меняются местами акустические непрозрачные и прозрачные элементы среды. Звуковая энергия, попадая из воздуха в пространство, заполненное кронами деревьев, переходит в другую среду со взвешенными в воздухе листьями, которые обладают способностью рассеивать и поглощать звуковую энергию. Эти свойства проявляются тем заметнее, чем большую плотность имеет среда. С другой стороны, зеленые насаждения плотной посадки в некоторой степени можно рассматривать как экранирующий барьер на пути распространения звуковых волн, как полупрозрачный экран, за которым образуется более или менее плотная звуковая тень.

Внешний вид и долговечность деревьев и кустарников в шумозащитной полосе во многом зависит от влияния внешней городской среды. Поэтому, при подборе ассортимента в схеме насаждений необходимо использовать породы, устойчивые к выхлопным газам автотранспорта. Следует ограничиться применением кустарников всех 3-х классов высоты: мелкой, средней (1–2 м) и крупной (3–4 м). В последующих рядах необходимо применять деревья высотой от 5 до 10 м и более. Расстояние между рядами до 4 м, с последующей подсадкой кустарника.

Исходя из проведенных исследований, предлагается расчетная формула для определения уровня шума за полосой зеленых насаждений [1]:

$$L_{Атер} = \frac{rL_{Аэкр}}{K_{дн} K_K b_{расч} L_{Аэкр} (r - 7,5) + 7,5},$$

где  $L_{Азкв}$  – исходный уровень шума на расстоянии 7.5 м от источника, дБА;  $r$  – расстояние от источника шума до искомой точки за полосой зеленых насаждений, м;  $b_{расч}$  – коэффициент, характеризующий эффективность полосы зеленых насаждений по снижению уровня шума;  $K_{дн}$  – коэффициент, учитывающий дендрологический состав (независимо от конструкции посадок, для лиственных пород  $K_{дн}$  равен 1, для хвойных пород – 1.2);  $K_k$  – коэффициент, характеризующий конструкцию посадок в полосе зеленых насаждений (для рядовой посадки независимо от дендрологического состава равен 1, для шахматной посадки – 1.05).

Принципом для выбора ассортимента шумозащитных полос зеленых насаждений является оценка их биологических и экологических свойств по устойчивости в городских условиях. При остром дефиците городских территорий вопросы ширины полос зеленых насаждений занимают одно из первых мест. В таблице 1 приведены данные снижения уровня шума за полосой зеленых насаждений на магистральных улицах.

Наиболее эффективны шумозащитные полосы из растений крупномерных, быстрорастущих пород с густоветвящейся, низкоопущенной плотной кроной. Структура полос должна быть плотной, обязательны кустарники в подлеске, закрывающем подкронное пространство, в ближайшей по отношению к источнику шума части полосы – живая изгородь (лучше двухъярусная). Наиболее эффективной формой поперечного профиля шумозащитной полосы следует считать форму треугольника с более пологой стороной по отношению к источнику шума (таблица 1).

Таблица 1. Снижение уровня шума различными видами зеленых насаждений

Ширина полосы, м	Конструкция и дендрологический состав полосы	Снижение уровня шума, дБА
9	Три ряда лиственных деревьев	3-6
14	Четыре ряда лиственных деревьев	4-7
21	Пять рядов лиственных деревьев	5-8
23	Шесть рядов лиственных деревьев	7-9
31	Семь рядов лиственных деревьев	8-11
5	Один ряд хвойных деревьев	7-9
9	Два ряда хвойных деревьев	8-11
11	Три ряда хвойных деревьев	10-12

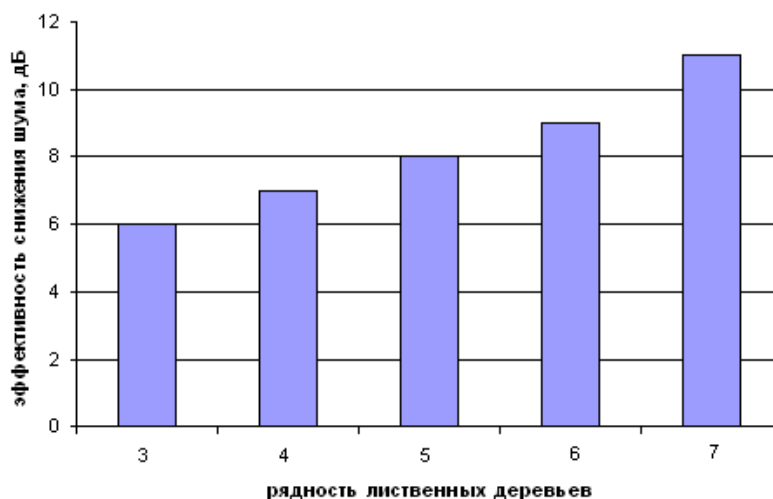
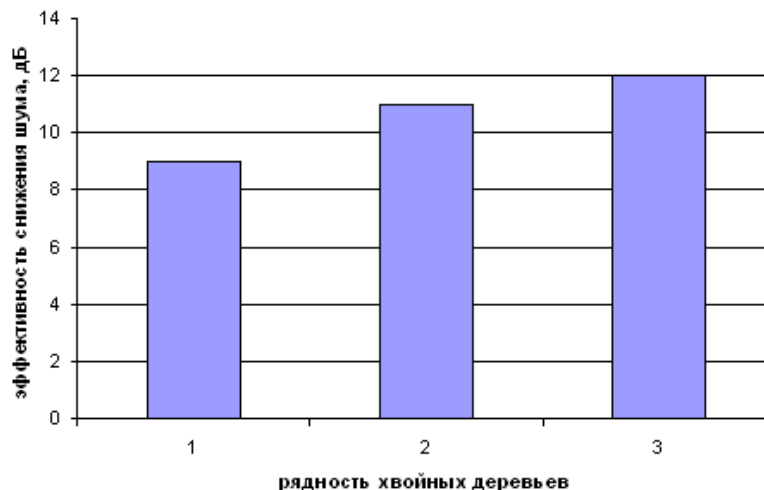


Рис. 1. Снижение уровня шума от рядности лиственных деревьев

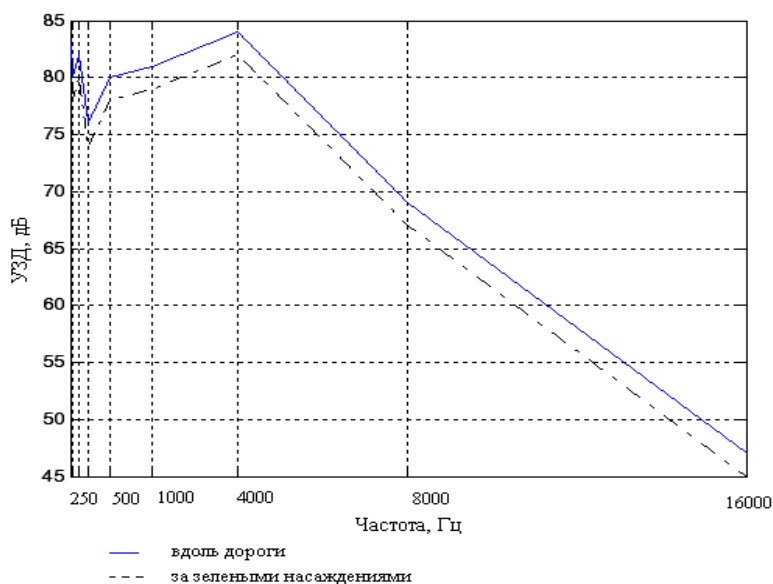


**Рис. 2.** Снижение уровня шума от рядности хвойных деревьев

В таблицах 2–4 и на рисунках 3–5 показана зависимость шумозащитной эффективности зеленых насаждений от некоторых конструктивных особенностей посадок.

**Таблица 2. Уровень транспортного шума на улице Курмангазы г. Алматы (точка 1)**

Место замера	Уровни звукового давления дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц										$L_A$ , дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	
Вдоль дороги	87	83	80	82	76	80	81	84	69	47	75
За зелеными насаждениями	83	80	75	78	73	76	77	80	66	44	72



**Рис. 3.** Уровни звукового давления вдоль дороги и за зелеными насаждениями

Таблица 3. Уровень транспортного шума на улице Курмангазы г. Алматы (точка 2)

Место замера	Уровни звукового давления дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц										$L_A$ , дБА
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	
Вдоль дороги	85	82	80	81	77	82	82	84	69	46	73
За зелеными насаждениями	84	80	78	80	73	79	80	82	69	45	72

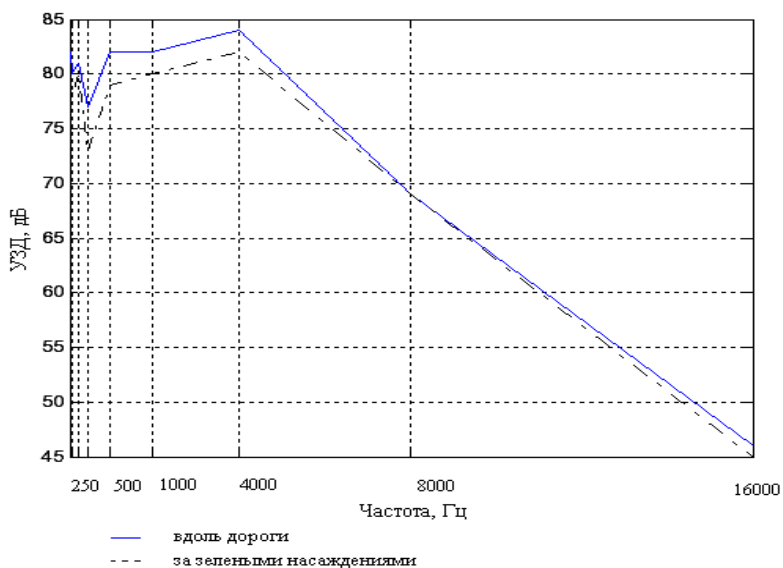
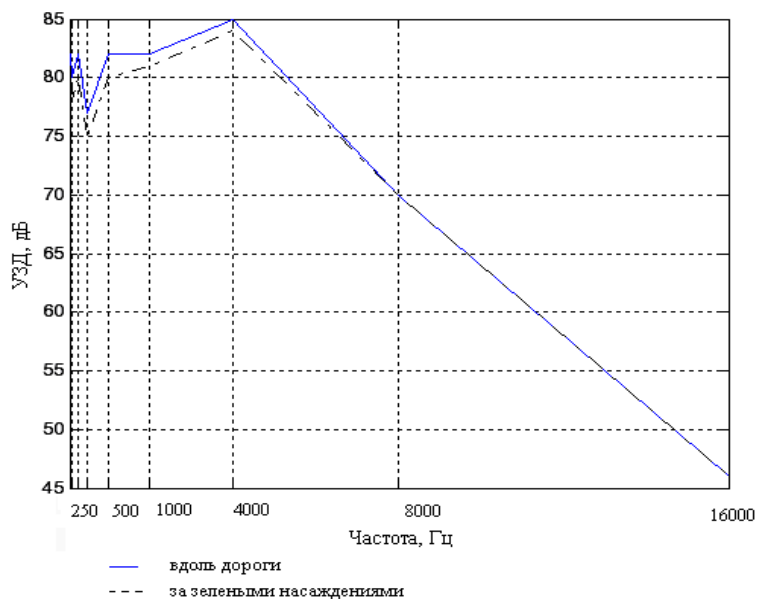


Рис. 4. Уровни звукового давления вдоль дороги и за зелеными насаждениями

Таблица 4. Уровень транспортного шума на улице Курмангазы г. Алматы (точка 3)

Место замера	Уровни звукового давления дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц										$L_A$ , дБА
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	
Вдоль дороги	85	82	80	82	77	82	82	85	70	46	67
За зелеными насаждениями	83	81	78	80	75	80	81	84	70	46	66



**Рис. 5.** Уровни звукового давления вдоль дороги и за зелеными насаждениями

На рисунках 3–5 видно, что шумозащита практически отсутствует, так как под кронами деревьев создается звуковой коридор, в котором шум с увеличением расстояния от источника может затухать даже медленнее, чем на открытой ровной территории из-за многократных отражений и сложения звуковых колебаний. Частотная характеристика снижения уровней звука полосами зеленых насаждений во многом зависит от их дендрологического состава и плотности. При этом наибольшая эффективность снижения уровня звукового давления проявляется в диапазоне высоких частот. Это свойство характерно для всех исследованных пород: лиственных, смешанных, хвойных. У хвойных пород наблюдается активное снижение уровня звукового давления также и на средних частотах (500 Гц) и оно более интенсивное в диапазоне высоких частот, чем у других. Уровни низких частот спектра транспортного шума не поддаются заметному снижению, но под влиянием полос зеленых насаждений эти шумы воспринимаются человеческим ухом не так резко вследствие смягчения и некоторой трансформации уровней шума древесно-кустарниковыми насаждениями. На частоте 500 Гц и выше обнаруживается заметное активное поглощение уровня звука. Акустический эффект снижения уровня звука, как показали исследования, главным образом достигается такими факторами как ширина полосы, дендрологический состав и конструкция посадок.

Поэтому, для определения шумового режима в городской застройке необходимо располагать сведениями о закономерностях снижения шума при его распространении от источников в приземном слое атмосферы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Болховитина М.М. Применение зеленых насаждений для снижения шума в крупных городах. –М.: ГОСИНТИ, 1979, –Вып. 17.
2. Сильянов В.В. Теория транспортных потоков в проектировании дорог и организации движения. –М.: Транспорт, 1977. –С. 43.
3. Толин В.Н. Введение в теорию излучения и рассеяние звука. –М.: Наука, 1976. –287 с.
4. ГОСТ 20444-85 Шум. Транспортные потоки. Методы измерения шумовой характеристики. –М.: Государственный комитет СССР по делам строительства, 1985. –С. 20.
5. Яковлев Е.В., Воробьев Ю.А. Исследования автотранспортного загрязнения на физический износ зданий и сооружений селитебных территорий. Воронеж, 2005. – С. 17.
6. Справочник проектировщика. Защита от шума в градостроительстве. –М.: Стройиздат, 1993. –186 с.

REFERENCES:

1. Bolhovitina M.M. Primenenie zelenyh nasazhdenii dlya snizheniya shuma v krupnyh gorodah. –M.: GOSINTI, 1979, –Вып. 17.
2. Sil'yanov V.V. Teoriya transportnyh potokov v proektirovanii dorog i organizatsii dvizheniya. –M.: Transport, 1977. –S.43.
3. Tolin V.N. Vvedenie v teoriyu izlucheniya i rasseyaniye zvuka. –M.: Nauka, 1976. –287 s.
4. GOST 20444-85 Shum. Transportnye potoki. Metody izmereniya shumovoi harakteristiki. –M.; Gosudarstvennyi komitet SSSR po delam stroitel'stva, 1985. –S. 20.
5. Yakovlev E.V., Vorob'ev U.A. Issledovaniya avtotransportnogo zagryazneniya na fizicheskii iznos zdaniy i sooruzhenii selitebnyh territorii. Voronezh, 2005. –С. 17.
6. Spravochnik proektirovshika. Zashita ot shuma v gradostroitel'stve. –M.: Stroizdat, 1993. –186 с.

Акубаева Д.М., Шевцова В.С., Қалдыбаева С.Т.

**Арнайы жасыл желектер арқылы шудың деңгейін төмендету тәсілдері**

**Түйіндеме.** Қалалардағы жасыл желектерді шудан қорғанудың өзіндік құралы ретінде қолдануға болады. Оларды қолдану нәтижесінде шуды төмендеуі 3 дБ-ден 12 дБ-ға дейін жасыл желектердің қатарлығына байланысты өзгереді, сонымен бірге жапырақты желектермен салыстырғанда қылқан жапырақты желектер шуды 7-12 дБ жұтады екен.

**Түйін сөздер:** шу, шулы ластану, көлік, көліктік ағындар, шуды өлшеу, жасыл желектер, дыбыстық қысым деңгейі.

Акубаева Д.М., Шевцова В.С., Калдыбаева С.Т.

**Способы снижения шума за счет специальных полос зеленых насаждений**

**Резюме.** Зеленые насаждения в городах могут использоваться в качестве самостоятельного средства шумозащиты. В результате их применения эффективность снижения шума изменяется от 3 дБ до 12 дБ в зависимости от рядности зеленых насаждений, при этом хвойные зеленые насаждения поглощают звук на 7-12 дБ больше, чем лиственные насаждения.

**Ключевые слова:** шум, шумовое загрязнение, транспорт, транспортные потоки, измерения шума, зеленые насаждения, уровень звукового давления.

Akubayeva D.M., Shevtsova V.S., Kaldybaeva S.T.

**Ways of decrease in noise at the expense of special strips of green plantings**

**Summary.** Green plantings in the cities can be used as independent means protection noise. As a result of their application efficiency of decrease in noise changes from 3 dB to 12 dB depending on a lane of green plantings, thus coniferous green plantings absorb a sound 7-12 dB bigger, than deciduous plantings.

**Key words:** noise, noise pollution, transport, transport streams, noise measurements, green plantings, level of sound pressure.

УДК 539.3

**В.Н. Украинец, С.Р. Гирнис, М.М. Ахметжанова**  
(Институт математики и математического моделирования МОН РК)

**ВЛИЯНИЕ РАДИУСА ТОННЕЛЯ МЕЛКОГО ЗАЛОЖЕНИЯ НА ДИНАМИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ МАССИВА ПРИ ДЕЙСТВИИ ТРАНСПОРТНЫХ НАГРУЗОК**

**Аннотация.** При фиксированном отношении глубины заложения кругового тоннеля к его радиусу методом математического моделирования исследовано влияние последнего на напряженно-деформированное состояние контура поперечного сечения тоннеля и земной поверхности при действии транспортных нагрузок (нагрузок от движущегося внутритоннельного транспорта). Установлено, что, рассчитав экстремальные значения компонент напряженно-деформированного состояния земной поверхности при двух различных радиусах тоннеля, те же значения для любого промежуточного радиуса можно получить при помощи линейной интерполяции.

**Ключевые слова:** туннель, напряженно-деформированное состояние.

1. Используя для исследований модельный подход, представим тоннель как бесконечно длинную круговую цилиндрическую полость радиусом  $r = R$ , расположенную в линейно-упругом, однородном и изотропном полупространстве. Пусть в декартовой системе координат ось  $z$  совпадает с осью полости, параллельной свободной от нагрузок плоской границе полупространства (земной поверхности), а ось  $x$  перпендикулярна к этой границе:  $x \leq h$ , где  $h$  – расстояние от оси тоннеля до земной поверхности.

По поверхности полости в направлении оси  $z$  с постоянной скоростью  $c$ , меньшей, чем скорость распространения волн сдвига в среде (характерный для внутритоннельного транспорта дозвуковой случай движения), движется нагрузка интенсивностью  $P$ :

$$\sigma_{rj} \Big|_{r=R} = P_j(\theta, \eta), \quad j = r, \theta, \eta, \quad (1)$$

где  $\sigma_{rj}$  – компоненты тензора напряжений в среде,  $P_j(\theta, \eta)$  – составляющие интенсивности нагрузки в подвижной цилиндрической системе координат  $(r, \theta, \eta = z - ct)$ .

Так как граница полупространства свободна от нагрузок, то при  $x = h$

$$\sigma_{xx} = \sigma_{xy} = \sigma_{x\eta} = 0. \quad (2)$$

Для описания движения упругого полупространства используем динамическими уравнениями теории упругости в подвижной системе координат

$$\left( \frac{1}{M_p^2} - \frac{1}{M_s^2} \right) \text{grad div } \mathbf{u} + \frac{1}{M_s^2} \nabla^2 \mathbf{u} = \frac{\partial^2 \mathbf{u}}{\partial \eta^2}. \quad (3)$$

Здесь  $\mathbf{u}$  – вектор смещения упругой среды;  $M_p = c/c_p$ ,  $M_s = c/c_s$  – числа Маха,  $c_p = \sqrt{(\lambda + 2\mu)/\rho}$ ,  $c_s = \sqrt{\mu/\rho}$  – скорости распространения волн расширения-сжатия и сдвига в среде,  $\lambda = 2\mu\nu/(1-2\nu)$ ,  $\mu$  – модуль сдвига,  $\nu$  – коэффициент Пуассона,  $\rho$  – плотность;  $\nabla^2$  – оператор Лапласа.

Выражая  $\mathbf{u}$  через потенциалы Ламе [1]:

$$\mathbf{u} = \text{grad } \varphi_1 + \text{rot}(\varphi_2 \mathbf{e}_\eta) + \text{rot rot}(\varphi_3 \mathbf{e}_\eta), \quad (4)$$

преобразуем уравнения (3) к виду

$$\nabla^2 \varphi_j = M_j^2 \frac{\partial^2 \varphi_j}{\partial \eta^2}, \quad j = 1, 2, 3. \quad (5)$$

Здесь  $M_1 = M_p$ ,  $M_2 = M_3 = M_s$ .

Рассмотрим вначале действие на тоннель подвижной нагрузки с произвольной зависимостью от угловой координаты и изменяющуюся вдоль оси  $\eta$  синусоидально:

$$P(\theta, \eta) = p(\theta) e^{i\xi\eta}, \quad p(\theta) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} P_n e^{in\theta}, \quad j = r, \theta, \eta. \quad (6)$$

Так как рассматривается установившийся процесс, потенциалы  $\varphi_j$  также представимы в виде (6):

$$\varphi_j(r, \theta, \eta) = \Phi_j(r, \theta) e^{i\xi\eta}. \quad (7)$$

Из (5) и (7) следует:

$$\nabla_2^2 \Phi_j - m_j^2 \xi^2 \Phi_j = 0, \quad j = 1, 2, 3, \quad (8)$$

где  $\nabla_2^2$  – двумерный оператор Лапласа,  $m_j^2 = 1 - M_j^2$ ,  $m_1 \equiv m_p$ ,  $m_2 = m_3 \equiv m_s$ .

Выразив компоненты напряжённо-деформированного состояния (НДС) среды через потенциалы Ламе с учётом (7) можно получить выражения для компонент перемещений  $u_l^*$  и



напряжений  $\sigma_{lm}^*$  от синусоидальной нагрузки в декартовой ( $l=x,y,\eta, m=x,y,\eta$ ) и цилиндрической ( $l=r,\theta,\eta, m=r,\theta,\eta$ ) системах координат как функции от  $\Phi_j$ .

В дозвуковом случае  $M_s < 1$  ( $m_2 = m_3 = m_s > 0$ ) и решения уравнений (8) можно представить через суперпозиции поверхностных цилиндрических  $\Phi_j^{(1)}$  и плоских  $\Phi_j^{(2)}$  волн

$$\Phi_j = \Phi_j^{(1)} + \Phi_j^{(2)}, \quad (9)$$

$$\text{где } \Phi_j^{(1)} = \sum_{n=-\infty}^{\infty} a_{nj} K_n(k_j r) e^{in\theta}, \quad \Phi_j^{(2)} = \int_{-\infty}^{\infty} g_j(\xi, \zeta) \exp\left(iy\zeta + (x-h)\sqrt{\zeta^2 + k_j^2}\right) d\zeta.$$

Здесь  $K_n(kr)$  – функции Макдональда,  $k_j = |m_j \xi|$ ;  $g_j(\xi, \zeta)$ ,  $a_{nj}$  – неизвестные функции и коэффициенты, подлежащие определению.

Как показано в статье [2] представление потенциалов в форме (9) приводит к следующим выражениям для  $\Phi_j$  в декартовой системе координат:

$$\Phi_j = \int_{-\infty}^{\infty} \left[ \frac{e^{-xf_j}}{2f_j} \sum_{n=-\infty}^{\infty} a_{nj} \Phi_{nj} + g_j(\xi, \zeta) e^{(x-h)f_j} \right] e^{iy\zeta} d\zeta, \quad (10)$$

$$\text{где } f_j = \sqrt{\zeta^2 + k_j^2}, \quad \Phi_{nj} = \left( \frac{\zeta + f_j}{k_j} \right)^n, \quad j = 1, 2, 3.$$

Функции  $g_j(\xi, \zeta)$  выражаются через коэффициенты  $a_{nj}$  из граничных условий (2), переписанных для  $\sigma_{xj}^*$  с учётом (10). Для этого следует выделить коэффициенты при  $e^{iy\zeta}$  и приравнять, в силу произвольности  $y$ , их нулю. Тогда

$$g_j(\xi, \zeta) = \sum_{k=1}^3 \frac{\Delta_{jk}^*}{\Delta_*} e^{-hf_k} \sum_{n=-\infty}^{\infty} a_{nk} \Phi_{nk}. \quad (11)$$

$$\text{Здесь } \Delta_* = (2\rho_*^2 - \beta^2)^2 - 4\rho_*^2 \sqrt{\rho_*^2 - \alpha^2} \sqrt{\rho_*^2 - \beta^2},$$

$$\alpha = M_p \xi, \quad \beta = M_s \xi, \quad \rho_*^2 = \xi^2 + \zeta^2,$$

вид алгебраических дополнений  $\Delta_{jk}^*$  определён в [2]. Там же показано, что определитель Рэлея  $\Delta_*(\rho_*)$  не обращается в ноль на действительной оси если  $M_R < 1$ , или  $c < c_R$ . Здесь  $M_R = c/c_R$  – число Маха,  $c_R$  – скорость поверхностной волны Рэлея ( $c_R < c_s$ ) в данной среде. В этом случае для вычислений интегралов (10) можно воспользоваться одним из численных методов интегрирования, предварительно определив коэффициенты  $a_{nj}$ .

Для дорэлеевской скорости движения нагрузки соотношения (10) переписутся в виде

$$\Phi_j = \int_{-\infty}^{\infty} \left[ \frac{e^{-xf_j}}{2f_j} \sum_{n=-\infty}^{\infty} a_{nj} \Phi_{nj} + e^{(x-h)f_j} \sum_{k=1}^3 \frac{\Delta_{jk}^*}{\Delta_*} e^{-hf_k} \sum_{n=-\infty}^{\infty} a_{nk} \Phi_{nk} \right] e^{iy\zeta} d\zeta.$$

$$\text{Если воспользоваться разложением } e^{ikr \cos \theta} = \sum_{n=-\infty}^{\infty} i^n J_n(kr) e^{in\theta}, \text{ то можно представить (9),}$$

используя соотношения (11), в цилиндрической системе координат для  $c < c_R$ :

$$\Phi_j = \sum_{n=-\infty}^{\infty} (a_{nj} K_n(k_j r) + b_{nj} I_n(k_j r)) e^{in\theta},$$

$$\text{где } b_{nj} = \sum_{k=1}^3 \sum_{m=-\infty}^{\infty} a_{mk} A_{nj}^{mk}, \quad A_{nj}^{mk} = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\Delta_{jk}^*}{\Delta_*} \Phi_{mk} \Phi_{nj} e^{-h(f_k+f_j)} d\xi.$$

Коэффициенты  $a_{nj}$  находятся из переписанных для  $\sigma_{rj}^*$  с учётом (6) граничных условий (1).

При приравнивании коэффициентов рядов Фурье-Бесселя при  $e^{in\theta}$  получается бесконечная система линейных алгебраических уравнений, решение которой позволяет определить реакцию полупространства на движущуюся синусоидальную нагрузку. Причём, как показывают исследования, определитель данной системы может обращаться в ноль только при  $c \geq c_R$ .

Зная решение задачи для синусоидальной нагрузки, реакцию полупространства на движущуюся с дорэлеевской скоростью аперiodическую (локальную) нагрузку, характерного для транспортных средств типа  $P(\theta, \eta) = p(\theta)p(\eta)$ , можно получить при помощи суперпозиции, используя представление нагрузки и компонент НДС среды в виде интегралов Фурье

$$P(\theta, \eta) = p(\theta)p(\eta) = p(\theta) \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} p^*(\xi) e^{i\xi\eta} d\xi, \quad p^*(\xi) = \int_{-\infty}^{\infty} p(\eta) e^{-i\xi\eta} d\eta;$$

$$u_l(\eta) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} u_l^*(\xi) p^*(\xi) d\xi, \quad \sigma_{lm}(\eta) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \sigma_{lm}^*(\xi) p^*(\xi) d\xi.$$

2. Рассмотрим тоннель глубиной заложения  $h=2R$  в массиве алевролита ( $\nu=0,2$ ,  $\mu = 2,532 \cdot 10^3$  МПа,  $\rho = 2,5 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>,  $c_s = 1006,4$  м/с,  $c_R = 917$  м/с) при воздействии осесимметричной нормальной нагрузки давления, равномерно распределённой в интервале  $|\eta| \leq 0,2$  м и движущейся с постоянной скоростью  $c = 100$  м/с. Интенсивность нагрузки подбираем таким образом, чтобы общая нагрузка по всей длине участка нагружения равнялась сосредоточенной кольцевой нагрузке интенсивностью  $P^\circ$ . Введём следующие обозначения для компонент НДС массива:  $u_r^\circ = u_r \mu / P^\circ$  (м),  $\sigma_{\theta\theta}^\circ = \sigma_{\theta\theta} / P^\circ$ ,  $\sigma_{\eta\eta}^\circ = \sigma_{\eta\eta} / P^\circ$ ,  $u_x^\circ = u_x \mu / P^\circ$  (м),  $u_y^\circ = u_y \mu / P^\circ$  (м),  $\sigma_{yy}^\circ = \sigma_{yy} / P^\circ$ .

Сравнивая данные таблиц 1, 2, где помещены результаты расчётов напряжённно-деформированного состояния контура поперечного сечения тоннеля и земной поверхности для разных  $R$ , заключаем, что при увеличении радиуса от одного метра до двух и трёх метров, происходит следующее:

- на контуре поперечного сечения тоннеля наибольшее радиальное перемещение соответственно возрастает в 1,2 и 1,3 раза, экстремальное осевое нормальное напряжение увеличивается приблизительно в 1,2 раза, тангенциальные нормальные напряжения меняют знак и имеют несколько иной характер изменения по контуру – максимальны по абсолютной величине при  $\theta = 0$  (при  $R = 1$  м  $\sigma_{\theta\theta}$  здесь минимальны) и минимальны при  $\theta = \pm 80^\circ$  (при  $R = 1$  м  $\sigma_{\theta\theta}$  здесь максимальны);

- на земной поверхности происходит уменьшение максимальных значений перемещений и напряжений:  $u_x, u_y$  – соответственно в  $k_u(2) = 1,4$  и  $k_u(3) = 1,8$  раз,  $\sigma_{\eta\eta}^\circ$  – в  $k_{\sigma\eta}(2) = 2,1$  и  $k_{\sigma\eta}(3) = 3,4$  раз,  $\sigma_{yy}$  – в  $k_{\sigma y}(2) = 2,4$  и  $k_{\sigma y}(3) = 4,4$  раз.

Таблица 1. Компоненты НДС контура поперечного сечения тоннеля ( $\eta = 0$ )

R, м	Комп. НДС	$\theta$ , град									
		0	20	40	60	80	100	120	140	160	180
1,0	$u_r^{\circ}$	0,56	0,55	0,52	0,49	0,48	0,48	0,48	0,49	0,51	0,51
	$\sigma_{\theta\theta}^{\circ}$	0,21	0,25	0,33	0,39	0,40	0,37	0,33	0,29	0,26	0,25
	$\sigma_{\eta\eta}^{\circ}$	-2,08	-2,04	-1,97	-1,91	-1,87	-1,87	-1,87	-1,87	-1,88	-1,88
2,0	$u_r^{\circ}$	0,67	0,66	0,64	0,62	0,61	0,61	0,61	0,62	0,63	0,63
	$\sigma_{\theta\theta}^{\circ}$	-0,30	-0,29	-0,26	-0,24	-0,24	-0,25	-0,26	-0,28	-0,29	-0,29
	$\sigma_{\eta\eta}^{\circ}$	-2,46	-2,45	-2,42	-2,39	-2,38	-2,37	-2,37	-2,37	-2,38	-2,38
3,0	$u_r^{\circ}$	0,71	0,70	0,69	0,68	0,67	0,67	0,67	0,67	0,68	0,68
	$\sigma_{\theta\theta}^{\circ}$	-0,51	-0,50	-0,49	-0,48	-0,48	-0,49	-0,49	-0,50	-0,50	-0,50
	$\sigma_{\eta\eta}^{\circ}$	-2,53	-2,52	-2,50	-2,49	-2,48	-2,48	-2,48	-2,48	-2,48	-2,48

Таблица 2. Компоненты НДС земной поверхности в поперечном сечении  $\eta = 0$

R, м	Комп. НДС	y, м									
		0,0	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6
1,0	$u_x^{\circ}$	0,32	0,29	0,23	0,17	0,11	0,08	0,05	0,04	0,03	0,02
	$u_y^{\circ}$	0,0	0,06	0,09	0,11	0,11	0,09	0,07	0,06	0,04	0,03
	$\sigma_{yy}^{\circ}$	0,48	0,40	0,22	0,07	-0,02	-0,08	-0,09	-0,08	-0,06	-0,05
	$\sigma_{\eta\eta}^{\circ}$	0,54	0,49	0,38	0,26	0,17	0,11	0,07	0,05	0,03	0,02
2,0	$u_x^{\circ}$	0,23	0,23	0,21	0,19	0,17	0,14	0,12	0,10	0,08	0,06
	$u_y^{\circ}$	0,0	0,02	0,05	0,06	0,07	0,08	0,08	0,08	0,07	0,06
	$\sigma_{yy}^{\circ}$	0,20	0,19	0,16	0,12	0,08	0,05	0,02	-0,01	-0,02	-0,03
	$\sigma_{\eta\eta}^{\circ}$	0,26	0,26	0,24	0,22	0,18	0,15	0,13	0,10	0,08	0,07
3,0	$u_x^{\circ}$	0,17	0,17	0,16	0,16	0,15	0,13	0,12	0,11	0,09	0,08
	$u_y^{\circ}$	0,0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05	0,05	0,06	0,05
	$\sigma_{yy}^{\circ}$	0,11	0,10	0,10	0,08	0,07	0,06	0,04	0,03	0,02	0,01
	$\sigma_{\eta\eta}^{\circ}$	0,16	0,16	0,15	0,15	0,14	0,12	0,11	0,10	0,09	0,07

Уменьшение компонент НДС земной поверхности при увеличении радиуса и заданном отношении  $h/R = 2,0$  связано с тем, что перемещения и напряжения на поверхности тоннеля возрастают не намного (порядка 20 ÷ 30 %), тогда как земная поверхность удаляется от него в 2 – 3 раза.

Таким образом, увеличение радиуса тоннеля при фиксированном параметре  $h/R$  ведёт к небольшому возрастанию перемещений и напряжений на его поверхности и уменьшению компонент напряжённо-деформированного состояния земной поверхности.

Введенные выше обозначения  $k_u(R)$ ,  $k_{\sigma\eta}(R)$ ,  $k_{\sigma y}(R)$  будем рассматривать как коэффициенты подобия для определения максимальных значений компонент НДС земной поверхности при  $R = 2\text{м}$ ,  $R = 3\text{м}$ . Исходными данными в этом случае являются значения максимальных перемещений и напряжений на земной поверхности, полученные при расчёте тоннеля с радиусом  $R = 1\text{м}$  ( $k_u(1) = k_{\sigma\eta}(1) = k_{\sigma y}(1) = 1,0$ ).

Как следует из графиков  $k_u(R)$ ,  $k_{\sigma\eta}(R)$ ,  $k_{\sigma y}(R)$  (рисунок 1) все три характерные точки лежат на одной прямой, поэтому для нахождения коэффициентов подобия при любом радиусе тоннеля из интервала  $1,0\text{м} \leq R \leq 3,0\text{м}$  можно пользоваться линейной интерполяцией, используя только две точки с координатами  $R = 1,0\text{м}$  и  $R = 3,0\text{м}$ . Определив коэффициенты и разделив на них исходные данные, вычисляем искомые перемещения и напряжения на земной поверхности.

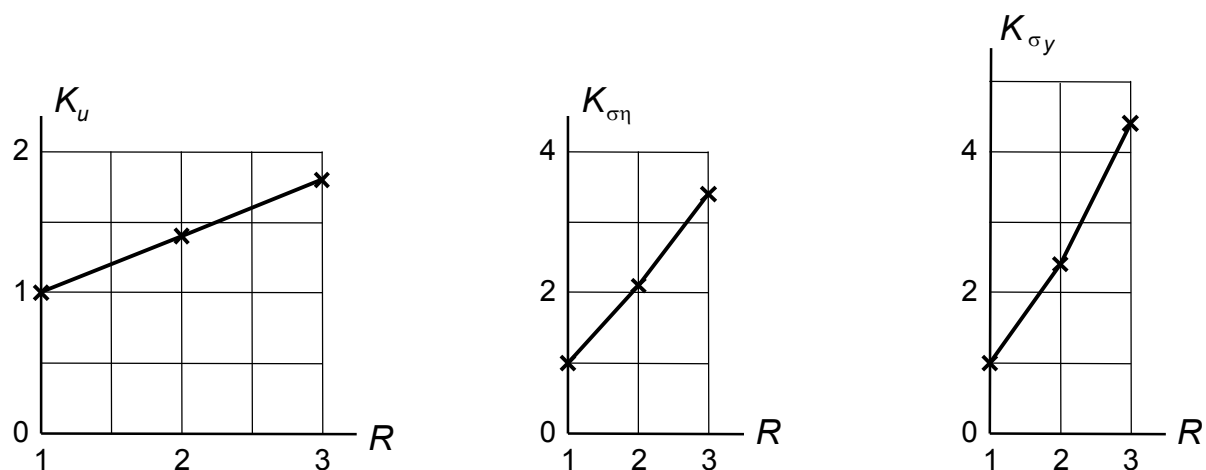


Рис. 1

ЛИТЕРАТУРА

1. *Новацкий В.* Теория упругости. М., 1975. 872 с.
2. *Украинец В.Н.* Реакция упругого полупространства на бегущую вдоль оси периодическую нагрузку // Математический журнал. 2005, № 3. – С. 96-102.

REFERENCES

1. *Novacki B.* Theory of elasticity. M.:Mir, 1975. – 96 – 102 s (in Russ.)
2. *Ukraineec B.N.* The elastic half-space reaction at periodic load running along the axis // Mathematical Journal. – 2005, №3. – S.96-102.

Работа выполнена при поддержке гранта 0898/ГФ2, 0112РК02221 МОН РК.

Украинец В.Н., Гирни С.Р., Ахметжанова М.М.

**Көлік жүктеме қызметі кезінде динамикалық аумақ тәртібінде таяз орналасқан туннель аумағының әсері**

**Түйіндемe.** Көлік жүктемелері әсер еткенде (ішкітоннельдің жылжымалы көлігінің жүктемесінен) жер беті және тоннельдің көлденең қимасындағы контурының кернеу-деформациялық күйіне (КДК) әсері шеңбер тоннельдің орналасу тереңдігі оның радиусына қатынасы тұрақты болғанда математикалық модельдеу әдісімен зерттеленді. Тоннельдің екі түрлі радиусы жер бетінің КДК компоненттерінің шеткі өлшемдерін есептеп, сол өлшемдері әр арадағы радиустарға сызықтық интерполяциямен алуға болады деп анықталды.

Украинец В.Н., Гирни С.Р., Ахметжанова М.М.

**Влияние радиуса тоннеля мелкого заложения на динамическое поведение массива при действии транспортных нагрузок**

**Резюме.** При фиксированном отношении глубины заложения кругового тоннеля к его радиусу методом математического моделирования исследовано влияние последнего на напряжённо-деформированное состояние контура поперечного сечения тоннеля и земной поверхности при действии транспортных нагрузок (нагрузок от движущегося внутритоннельного транспорта). Установлено, что, рассчитав экстремальные значения компонент напряжённо-деформированного состояния земной поверхности при двух различных радиусах тоннеля, те же значения для любого промежуточного радиуса можно получить при помощи линейной интерполяции.

Ukraineets V., Girni S., Akhmetzhanova M.

**Influence of subsurface of tunnel radius on dynamic behaviour of massid at the influence of transportation loads**

**Summary.** At the fixed relation of depth of a location of a circular tunnel to its radius the method of mathematical modeling investigated influence of the last on the tense-deformed condition (TDC) of a contour of cross section of a tunnel and a terrestrial surface at action of transport loadings (loadings from moving intra tunnel transport). It is established that, having calculated extreme values the TDC component of a terrestrial surface at two various radiuses of a tunnel, the same values for any intermediate radius can be received by means of linear interpolation.

УДК.656.224/225

**В.К. Кубекова**

(Казахская академия транспорта и коммуникаций имени М. Тынышпаева,  
Алматы, Республика Казахстан)

## **СОЗДАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ОПОРНО-ИНФОРМАЦИОННОГО ЦЕНТРА НА ОСНОВЕ АЦУП**

**Аннотация.** На сегодняшний день уровень информатизации не дает возможности для внедрения новых информационных технологий по управлению перевозочным процессом, инфраструктурой, экономикой и финансами железнодорожного транспорта. И для решения данной проблемы государство разработало Программу по информатизации, которая включает в себя разработку и внедрение новых информационных систем управления всеми сферами деятельности железнодорожного транспорта (перевозки, маркетинг, экономика, финансы, персонал) и развитие телекоммуникационной инфраструктуры.

В статье рассмотрена разработка и внедрение новой АСУ, которая даст полное управления грузовыми перевозками от согласования заявок клиентов на перевозку грузов до организации перевозочного процесса на всех его этапах, включая нормирование, оперативное планирование, регулирование, учет и анализ выполненной работы.

**Ключевые слова:** автоматизированная технология, опорно-информационный центр, информатизация, перевозочный процесс, центр управления перевозками

Организация перевозочного процесса должна обеспечить выбор оптимального варианта общесетевой технологии освоения планируемых грузопотоков (организации вагонопотоков, разработки графика движения поездов, увязки локомотивов и локомотивных бригад и т.д.), обеспечивающего минимальные эксплуатационные затраты. Эффективное управление перевозочным процессом должно быть направлено на минимизацию отклонений от разработанного графика при осуществлении реального перевозочного процесса.

Существующий сегодня уровень информатизации не дает возможности для внедрения новых информационных технологий по управлению перевозочным процессом, инфраструктурой, экономикой и финансами железнодорожного транспорта.

Программа по информатизации включает в себя разработку и внедрение новых информационных систем управления всеми сферами деятельности железнодорожного транспорта (перевозки, маркетинг, экономика, финансы, персонал) и развитие телекоммуникационной инфраструктуры.

Новая АСУ перевозочным процессом будет представлять собой единую систему, интегрирующую все информационные технологии управления грузовыми перевозками от согласования заявок клиентов на перевозку грузов до организации перевозочного процесса на всех его этапах, включая нормирование, оперативное планирование, регулирование, учет и анализ выполненной работы [1].

Стратегический курс Республики Казахстан направлен на переход к устойчивому и долгосрочному экономическому росту и развития железной дороги, что неразрывно связано с решением ключевой макроэкономической задачей - развитием высоких технологий и повышением эффективности производства. Решение этих задачи во многом связано с внедрением автоматизированного центра управления перевозками (далее АЦУП).

Основной составной частью АЦУП является автоматизированная система диспетчерской централизации (АСДЦ), оснащенная автоматизированными рабочими местами (АРМ) для обеспечения организации перевозочного процесса на поездных участках (АРМ дежурных по станциям, отделений, поездных диспетчеров и диспетчеров служб сигнализации и связи, энергетики пути, локомотивных и вагонных и др.). На основе оптимизационных расчетов информационной загруженности участников управления перевозками с учетом специфики полигонов железной дороги и других характеристик будут созданы региональные центры управления перевозками (РЦУП). В свою очередь, для АСДЦ главной элементной базой является электрическая централизация (ЭЦ) - система для автоматического управления и контроля перевода стрелок, сигнализации и блокировки на станции и отдельных пунктах.

Современные модели АСДЦ вместе с ЭЦ, по сути, являются автоматизированным комплексом диспетчерского управления и регулирования движения поездов, который позволяет:

1) контролировать телесигналы диспетчеров и управляющие команды -телеуправления; накапливать данные о состоянии и диагностике всех линейных устройств, подключенных к ним, т.е. формировать базу данных о состоянии поездного положения на участках и поездного состава;

2) мобильно и оперативно переносить центральный пульт управления АСДЦ в любой железнодорожный пункт Казахстана;

3) масштабировать полигоны (оперативное регулирование длины обслуживаемого участка);

4) передавать управление над малоделятельными поездными участками и отдельными пунктами в незагруженных сменах диспетчерам узловых станций [2].

Таким образом, основной задачей в плане улучшения координации процесса перевозок железнодорожным транспортом является создание интегрированной информационной среды, на всех уровнях которой будут функционировать системы автоматизированного управления движением.

Развитая инфраструктура требует постоянного совершенствования организации этого процесса, улучшения работы всех подразделений, эффективной организации вагонопотоков, рационального использования достижений современной науки и техники. Скорейшее внедрение передовых технологий управления движением позволит значительно поднять эффективность производственно-экономической деятельности железных дорог Казахстана и еще больше укрепит позиции одной из ведущих отраслей хозяйственного комплекса нашей страны [3].

Характерно, что расположение ведущих сортировочных станций, таких как Караганда-Сортировочная, Астана, Павлодар, Шу, Арысь, Кандыагаш, основывается на принципе равномерной концентрации сортировочной работы по регионам республики. Коллективы этих станций производят основную часть переработки вагонопотоков, занимаются формированием сквозных, участковых, сборных и передаточных поездов. Сортировочные устройства станций оснащены горочной автоматической централизацией стрелок, устройствами автоматического регулирования скорости скатывания отцепов, оборудованы тормозными позициями. Однако в целом техническое оснащение сортировочных станций не отвечает современным требованиям. Главные из них – наличие автоматизированных систем погрузки, единой базы данных, автоматизация рабочих мест диспетчеров и других работников, деятельность которых связана с регулированием движения поездов и производством маневровой работы, наличие на станциях самых современных видов связи.

При существующей структуре управления движением и технической оснащенности диспетчерских и других служб эксплуатации достичь поставленных целей вряд ли возможно. Сыгравшие положительную роль в прошлые десятилетия, многие подходы к организации движения в современных условиях теряют свою значимость. Особенно это касается оперативного управления.

Поэтому уже сейчас, в меру финансовых возможностей, на железной дороге внедряются современные системы управления движением и использования подвижного состава. Первым важным шагом в этом направлении стала разработка концепции централизованного управления перевозками (АЦУП), внедрение которой позволяет максимально сократить расходы и снизить сроки доставки грузов к месту назначения при надежном обеспечении безопасности движения поездов.

С внедрением АЦУП появится возможность осуществлять оперативное планирование вагонопотоков по всем направлениям, контролировать выполнение заданий по передаче поездов и вагонов на межгосударственных стыковых пунктах, реализовывать заказы локомотивов и локомотивных бригад, проводить организацию и планирование транзитных вагонопотоков, составлять наиболее рациональное расписание движения поездов, анализировать и исправлять недостатки графика исполненного движения составов.

Таким образом, основной задачей в плане улучшения координации процесса перевозок железнодорожным транспортом является создание интегрированной информационной среды, на всех уровнях которой будут функционировать системы автоматизированного управления движением [4].

В связи с этим управление перевозочным процессом должно осуществляться на основе трехуровневой вертикали центров управления: сетевой центр управления перевозками (ЦУП), региональный центр диспетчерского управления (РЦДУ), опорный центр управления линейным районом (ОЦ).

Центр управления перевозками предназначен для организации и оперативного руководства перевозочным процессом на сети железных дорог РК в целях максимального удовлетворения платежеспособного спроса на пассажирские и грузовые перевозки с обеспечением высокого качества предоставляемых транспортных услуг при достижении необходимой для развития отрасли рентабельности. ЦУП должен возглавлять и координировать работу РЦДУ, также всех отраслевых предприятий, причастных к перевозочному процессу.

Региональные центры создаются в соответствии с территориальным разделением Казахстана на регионы. До организации РЦДУ его функции выполняют дорожные единые центры диспетчерского управления, существующие на железных дорогах РК.

Региональный центр диспетчерского управления должен быть информативно и технологически связан с ЦУПом, соседними региональными центрами и опорными центрами своих линейных районов, со всеми отраслевыми предприятиями, обеспечивающими работу инфраструктуры железнодорожного транспорта в регионе управления, крупными отправителями и получателями грузов.

На РЦДУ возлагается реализация технологий управления перевозочным процессом в пределах региона, являющихся естественным продолжением единых баз данных и сетевых технологий ЦУПа с их детализацией (вплоть до управления движением каждого поезда) и дополнением управления местными для региона перевозками.

Опорный центр является удаленным подразделением РЦДУ, расположенным, как правило, на опорной станции линейного района. Работа ОЦ существенно зависит от особенностей опорной станции и линейного района в целом. Предполагаются следующие типы ОЦ:

- примыкающие к районам массовой погрузки грузов на подъездных путях;
- с крупной грузовой станцией в качестве опорной; для пограничных переходов;
- с сортировочной или технической станцией в качестве опорной.

Основные задачи ОЦ:

- взаимодействие с отправителями и получателями грузов на территории линейного района, в том числе на основе единых технологических процессов;
- управление местной работой линейного района с обеспечением установленных нормативов времени оборота местных вагонов;
- переработка транзитного вагонопотока с его обеспечением локомотивами и локомотивными бригадами, технический и коммерческий осмотр поездов;
- организация передачи грузов между государствами и другими видами транспорта, взаимодействие с портами, таможенными органами и др.;
- взаимодействие с вагонными депо и его подразделениями по неисправным вагонам, организация подготовки вагонов и составов под погрузку.

Оперативно-диспетчерский персонал опорного центра обеспечивает руководство работой всех подразделений самой опорной станции и прикрепленных станций линейного района. К нему относятся дежурные по станциям и паркам, агенты центров фирменного технологического обслуживания, станционных технологических центров, дежурные по горке и т.п. Опорный центр включает в себя подразделения других служб, непосредственно участвующих в перевозочном процессе: пункты технического и коммерческого обслуживания, вагонные участки, дистанции сигнализации и связи и др.

Управление перевозочным процессом строится по принципу сквозных информационно-управляющих технологий, направленных от ЦУП через РЦДУ и ОЦ до рабочих мест работников линейных районов или устройств железнодорожной автоматики, исполняющих те или иные операции перевозочного процесса.

Сквозные информационно-управляющие технологии должны обеспечить единство управления перевозочным процессом сверху вниз, с соблюдением условий заказа на перевозки и минимизацией эксплуатационных затрат на их выполнение [5].

Вывод: Создание опорного центра позволит полностью и своевременно удовлетворить потребности предприятий, организаций, учреждений и населения в перевозках грузов и пассажиров, в том числе во взаимодействии с другими видами транспорта, при полной их безопасности, высоким

уровне обслуживания, установленных сроков доставки и сохранности грузов и минимальных расходов на выполнение требуемых объемов перевозок.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кобдиков М.А. Пути совершенствования управления перевозочным процессом на железнодорожном транспорте Республики Казахстан. – Алматы, 2005. – 256с.
2. Типовой технологический процесс опорного центра управления местной работой (Утв. МПС РФ 10.07.2001).
3. <http://www.kazpravda.kz/print/1096383287> (Дата обращения: 8.03.2013).
4. Кобдиков М.А., Изтелеуова М.С., Бейсембаев Н.И. Пути совершенствования перевозочным процессом на железнодорожном транспорте Республики Казахстан. – Алматы, 2005. – 294с.
5. <http://www.kazedu.kz/referat/100357> (Дата обращения: 25.03.2013).

#### REFERENCES

1. Kobdikov M.A. Puti sovershenstvovaniya upravleniya perevozochnym protsessom na zheleznodorozhnom transporte Respubliki Kazakhstan. – Almaty, 2005. – 256 s.
2. Tipovoy tekhnologicheskiy protsess opornogo thentra upravleniya mestnoy rabotoy (Utv. MPS RF 10.07.2011)
3. <http://www.kazpravda.kz/print/1096383287> (Data obrashcheniya: 8.03.2013)
4. Kobkikov M.A., Izteleuova M.S., Beysembayev N.I. Puti sovershenstvovaniya perevozochnym protsessom na zheleznodorozhnom transporte Respubliki Kazakhstan. – Almaty, 2005. – 294 s.
5. <http://www.kazedu.kz/referat/100357> (Data obrashcheniya: 25.03.2013).

Кубекова В.К.

#### **АТБО негізінде сүйену-ақпараттық орталықтың автоматтандырылған технологиясын құру**

**Түйіндеме.** Мақалада қазіргі кезеңде Қазақстан Республикасының халық шаруашылығының түрлі салаларында, көршілес мемлекеттердің темір жол жүйелерінде және көптеген компанияларда әртүрлі басқару орталықтары бар болған себепті стратегиялық болып табылатын АТБО жобасы АҚ «ҰК «ҚТЖ» ақпараттандырудың жалпы мәселесінде қарастырылған. АТБО-ты енгізу поездардың қозғалыс қауіпсіздігін сенімді қамтамасыз ете отырып шығынды мейлінше азайтуға және жүкті тиісті орындарға жеткізу мерзімдерін қысқартуға мүмкіндік береді.

**Негізгі сөздер:** автоматтандырылған технология, сүйену-ақпараттық орталық, ақпараттандыру, тасымалдау процесі, тасымалдауды басқару орталығы.

Кубекова В.К.

#### **Создание автоматизированной технологии опорно-информационного центра на основе АЦУП**

**Резюме.** В статье рассмотрен проект АЦУП в общей проблеме информатизации АО «НК «КТЖ», который является стратегическим, в силу того, что в данное время в различных ключевых отраслях народного хозяйства Республики Казахстан, на железнодорожных системах сопредельных государств и множества компаний имеются различные автоматизированные центры управления. Внедрение АЦУП позволит максимально сократить расходы и снизить сроки доставки грузов к месту назначения при надежном обеспечении безопасности движения поездов.

**Ключевые слова:** автоматизированная технология, опорно-информационный центр, информатизация, перевозочный процесс, центр управления перевозками.

Kubekova V.K.

#### **Creation of the automated technology of supporting information centre on the basis of the ACCT**

**Summary.** This article is looking at the ACCT project in the context of informatisation of joint-stock company NC «KTZH». This project is considered to be strategic due to the fact that currently railway systems of the neighbouring countries and set of companies have various automated control centres in different key industries of national economy of the Republic of Kazakhstan. Implementation of ACCT will allow cutting down expenses and lowering terms of cargo delivery to destination providing reliable safety of trainservices.

**Key words:** the automated technology, supporting information centre, informatisation, transportation process, transportation control centre.



УДК 628.336

**М.М. Мырзахметов, К.Т. Оспанов, Б. Халхабай**  
(Казахская академия транспорта и коммуникаций им.М.Тынышпаева  
Алматы, Республика Казахстан)

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ВЛИЯНИЯ ИЛОВЫХ ПЛОЩАДОК СТАНЦИЙ АЭРАЦИИ Г.АЛМАТЫ НА ПРИЛЕГАЮЩИЕ ТЕРРИТОРИИ**

**Аннотация.** На сегодняшний день на очистных сооружениях канализации Казахстана ежедневно образуется несколько тонн осадка. Основная масса осадков складывается на иловых площадках. Для многих городов и населенных пунктов Казахстана весьма острой является проблема обработки и утилизации осадков сточных вод очистных сооружений. В статье приведены результаты исследований влияния иловых площадок станций аэрации г.Алматы на прилегающие территории. Результаты показали, что грунтовые воды прилегающих территорий иловых площадок станций аэрации г.Алматы содержат повышенные концентрации по железу, фосфату, магнию, цинку превышающие предельно допустимые концентрации для рыбохозяйственных водоемов. А также, по лабораторным данным, вода реки Большая-Алматинка после иловых площадок имеет некоторые повышенные концентрации тяжелых металлов, например: железа и цинка, чем вода реки Большая-Алматинка до иловых площадок. Это говорит о том, что дренажная вода с иловых площадок в некоторой степени загрязняет воду реки Большая-Алматинка различными химическими элементами. В целом, осадки сточных вод, которые хранятся на иловых площадках, превращают их в очаг бактериологической и токсикологической опасности. При этом безвозвратно теряются содержащиеся в осадках полезные компоненты. Данная статья нацелена на выявление экологических проблем обработки и утилизации осадков сточных вод в г.Алматы.

**Ключевые слова:** осадки, канализационные очистные сооружения, иловая площадка, обработка, дренажная вода

Канализация Алматы работает по неполной раздельной системе, одна из них ливневая (арычная) – с отводом воды в малые реки, другая общегородская – для промышленных и хозяйственно-бытовых стоков. Стоки города, поступившие в общегородскую канализацию, подвергаются очистке на станции аэрации, в состав которой входят три цеха: механической очистки, биологической очистки и цех по отводу сточных вод. Проектная производительность станции аэрации - 640 тыс. м<sup>3</sup> в сутки.

Сырой осадок из первичного отстойника и избыточный ил из вторичного отстойника откачиваются насосами на иловые площадки. Средняя влажность осадка из первичных отстойников составляет 97%. Влажность активного ила из вторичных отстойников после аэротенков составляет 99,2 – 99,7%.

В настоящее время на станции аэрации г. Алматы для обработки и утилизации осадков сточных вод используются только иловые площадки.

Иловые площадки станции аэрации предназначены для естественного обезвоживания, складирования, утилизации этих осадков, а также приема небольших объемов сточной воды и загрязнений при опорожнении отдельных очистных сооружений станции во время проведения необходимых технологических переключений, профилактических и ремонтных работ.

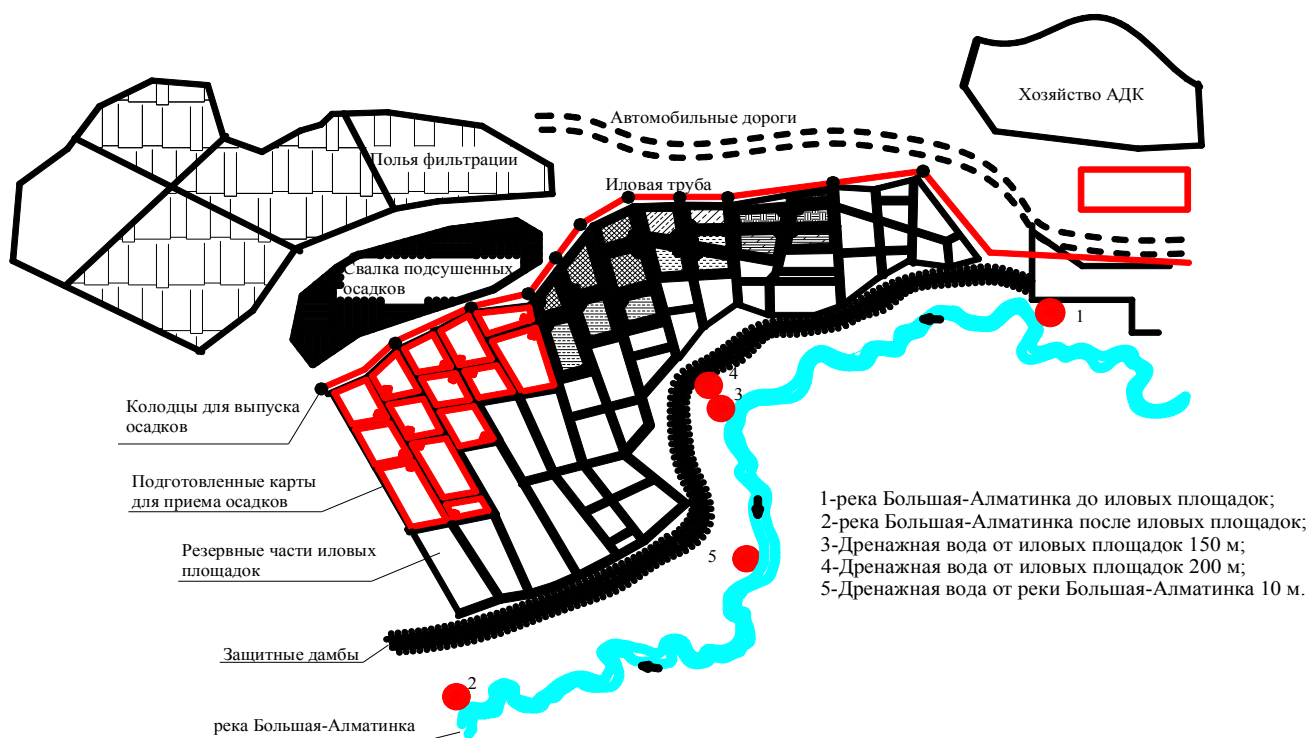
Иловые площадки с резервными аварийными площадками расположены на правом берегу долины реки Большая Алматинка в Илийском районе. Они находятся в 10 км севернее станции аэрации с восточной стороны. Ранее рядом с иловыми площадками находились поля фильтрации, которые на сегодняшний день используются как иловые площадки. Это связано с тем, что общая площадь иловой площадки не обеспечивает приток ила с очистного сооружения.

Согласно календарного плана работ по теме №753.МОН.ГФ.13.3 «Разработка комплексной технологии обработки и утилизации осадков сточных вод, учитывающей природно-климатические условия Республики Казахстан» нами было обследовано влияние иловых площадок станций аэрации г.Алматы на прилегающие территории.

В связи с этим, были отобраны пробы воды на анализ в пяти местах, прилегающих к территории иловых площадок станций аэрации г. Алматы. Точки отбора проб прилегающих к территории иловых площадок показаны на рисунке 1: 1точка - река Большая-Алматинка до иловых

## • Технические науки

площадок; 2 точка - река Большая-Алматинка после иловых площадок; 3 точка - дренажная вода на расстоянии 150 м от иловых площадок; 4 точка - дренажная вода на расстоянии 200 м от иловых площадок; 5 точка - дренажная вода на расстоянии 10 м от реки Большая-Алматинка.



**Рис. 1.** Точки отбора проб прилегающих к территории иловых площадок станций аэрации г. Алматы

Результаты анализов лабораторных исследований основных показателей качества воды приведены в таблице 1.

**Таблица 1. Обобщенные результаты анализов воды реки Большая-Алматинка и дренажных вод с иловых площадок**

№	Показатели	Содержание в пробах, мг/л				
		№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5
1	2	3	4	5	6	7
1.	Взвешенные вещества	5,0	5,0	50,0	80,0	10,0
2.	БПК	3,0	3,0	2,7	2,4	2,7
3.	ХПК	4,0	4,0	10,0	10,0	4,5
4.	Нитриты	0,36	0,11	0,04	0,112	0,168
5.	Нитраты	33,5	24,0	8,5	20,0	10,0
6.	Кальций	34,0	24,0	96,0	56,0	56,1
7.	Магний	1,2	7,3	77,0	81,5	81,5
8.	Фосфаты	0,8	0,7	8,5	8,2	3,8
9.	Нефтепродукты	0,06	0,06	0,6	0,8	0,03
10.	Аммиак	не. об.	не. об.	2,0	3,25	0,25

11.	Хлориды	10,6	11,5	24,0	28,0	8,0
12.	Сульфаты	28,8	17,0	120,0	427,0	103,0
13.	Фториды	0,8	0,8	1,2	0,9	0,07
14.	Детергенты	0,04	0,04	1,2	1,3	0,08
15.	Общая жесткость, мг/экв	1,8	1,8	11,2	9,5	4,7
16.	Гидрокарбонаты	109,8	134,2	274,5	750,0	463,6
17.	Медь	0,06	0,06	0,46	0,39	0,09
18.	Железо	0,3	0,42	0,31	4,2	0,5
19.	Цинк	0,06	0,06	0,46	0,39	0,9
20.	Бром	0,08	0,12	0,21	0,29	0,07
21.	Стронций	0,44	0,54	5,85	6,95	1,02
22.	Марганец	не.об.	не.об.	2,35	1,73	не.об.

Из результатов анализа видно, что дренажные воды с иловых площадок имеют высокий уровень содержания ионов металлов, фосфатов и низкое содержание БПК, нитритов. Однако следует отметить, что пробы дренажных вод отбирались с глубины 1,6 – 1,8 м, а около реки Большая-Алматинка с глубины 1,0-1,4 м.

Также нами проведенные инженерно-геологические изыскания показали, что между дном иловых площадок и грунтовыми водами находится грунт, который слабо препятствует проникновению дренажных иловых вод в грунтовые воды. В настоящее время между рекой и иловыми площадками образовано искусственное болото, в воде которого содержатся повышенные концентрации металлов, сульфатов, нитритов, нитратов, фосфатов и других элементов, что происходит за счет дисбаланса фильтрации.

Далее нами было проведено сравнение результатов исследований с предельно допустимыми концентрациями (ПДК) предъявляемыми водоемам.

Сравнивая показатели таблицы 1 с показателями ПДК для рыбохозяйственных водоемов, можно отметить, что грунтовые воды содержат повышенные концентрации по железу, фосфату, магнию, цинку превышающие ПДК для рыбохозяйственных водоемов. Если сравним показатели воды реки Большая-Алматинка после иловых площадок, с показателями ПДК для рыбохозяйственных водоемов то получим, что по они всем контролируемым параметрам удовлетворяют требованию, кроме магния, железа и цинка.

По лабораторным данным, вода реки Большая-Алматинка после иловых площадок имеет некоторые повышенные концентрации тяжелых металлов, например: железа и цинка, чем вода реки Большая-Алматинка до иловых площадок. Это говорит о том, что дренажная вода с иловых площадок в некоторой степени загрязняет воду реки Большая-Алматинка различными химическими элементами. Но основные показатели, кроме железа и цинка, воды реки Большая-Алматинка после иловых площадок по нормативным требованиям - «Правила охраны поверхностных вод Республики Казахстан», удовлетворяют нормам ПДК для рыбохозяйственного водоема [1].

Обнаружено, что в осадках сточных вод присутствует множество различных болезнетворных микроорганизмов, представляющих опасность для здоровья населения. Возможным осложнением, связанным с наличием в осадке органических веществ, является прямое попадание их с пищей в организм животных, пасущихся на участках (полях), на которых размещен осадок. Большая часть органических веществ концентрируется в тканях (жирах) и жидкостях (молоко) животных. Поэтому необходимо создать в таких зонах запретные полосы вокруг иловых площадок, которые только по решению соответствующих органов Республики Казахстан можно использовать в качестве пастбищ для животнических ферм.

В целом, осадки сточных вод, которые хранятся на иловых площадках, превращают их в очаг бактериологической и токсикологической опасности. При этом безвозвратно теряются содержащиеся в осадках полезные компоненты. Эта проблема с каждым годом обостряется и требует безотлагательного решения.

Выход из сложившейся экологической ситуации связан с экологизацией хозяйственной деятельности, внедрением малоотходных или безотходных технологий. На данный момент оптимальный метод по обработке осадков сточных вод, позволяющий максимально уменьшить его объемы, подготовить к последующему размещению, использованию или утилизации, не найден, а существующие технологии требуют усовершенствования. Эта проблема весьма актуальна для большинства очистных сооружений Казахстана.

#### ЛИТЕРАТУРА

РНД 1.01.03-94. Правила охраны поверхностных вод Республики Казахстан. – Алматы, 1994.- 16 с.

#### REFERENCES

РНД 1.01.03-94. Rules of surface waters of the Republic of Kazakhstan. – Almaty, 1994.- 16 с.

Мырзахметов М.М., Оспанов Қ.Т., Халхабай Б.

**Алматы қаласы аэрация бекетіндегі тұнба алаңының жанындағы аймаққа әсерін зерттеу нәтижелері**

**Түйіндемe.** Бұл мақалада Қазақстан Республикасындағы Алматы қаласының сарқынды суын тазарту кезінде пайда болатын тұнбаларды өндеудің қазіргі жағдайы қарастырылған. Сонымен қатар, Алматы қаласы аэрация бекетіндегі тұнба алаңының жанындағы аймаққа әсерін зерттеу нәтижелері берілген. Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, тұнбаларды өндеу және утилизациялау жұмыстарының әліде талаптарға сай келмейтіні талданылып, ол жұмыстарды дамыту қажеттілігі анықталды.

**Негізгі сөздер:** тұнбалар, канализациялық тазарту ғимараттары, тұнба алаңы, өндеу, дренажды су.

Мырзахметов М.М., Оспанов К.Т., Халхабай Б.

**Результаты исследований влияния иловых площадок станций аэрации г.Алматы на прилегающие территории**

**Резюме.** В статье рассмотрено современное состояние обработки осадков образующихся при очистке сточных вод города Алматы Республики Казахстан. А также приведены результаты исследований влияния иловых площадок станций аэрации г.Алматы на прилегающие территории. Проведённые результаты исследований показали, что обработка и утилизация осадков не соответствуют современным требованиям и требуют развития данной работы.

**Ключевые слова:** осадки, канализационные очистные сооружения, иловая площадка, обработка, дренажная вода

Myrzakhetov M. M., Ospanov K. T., Khalkhabay B.

**Results of studies of the effect of sludge beds aeration stations in Almaty on adjacent territories**

**Summary.** In article the current state of processing of a precipitation being formed at sewage treatment of the city of Almaty of the Republic of Kazakhstan is considered. And also results of researches of influence of fir-tree platforms of stations of aeration of Almaty on adjacent territories are given. The carried-out results of researches showed that processing and utilization of a precipitation doesn't conform to modern requirements and demands development of this work.

**Key words:** rainfall, sewage treatment plants, sludge drying beds, treatment, drainage water

УДК 628.517

**Е.Б. Утепов<sup>1</sup>, Д. Копычински<sup>2</sup>, А.Т. Маджанова<sup>1</sup>, М.К. Малгаждарова<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Казахский национальный технический университет им. К.И.Сатпаева, Казахстан, Алматы

<sup>2</sup>Wydział Odlewnictwa Akademia Gorniczo-Hutnicza (AGH), Польша, г. Краков)

## **ВЛИЯНИЕ КОВКИ И НОРМАЛИЗАЦИИ НА ЗВУКОИЗЛУЧЕНИЕ СТАЛЕЙ**

**Аннотация.** Ударный механический шум отрицательно влияет на организм человека и на производительность труда. Поэтому актуальным является снижение производственного механического шума ударного происхождения за счет использования стальных труб с демпфирующими свойствами. Проводили термическую обработку трубной стали (нормализация) и математическую обработку результатов эксперимента.

**Ключевые слова:** стальные трубы, механический шум, демпфирующие свойства, термическая обработка, обработка материалов давлением.

Механический шум ударного происхождения является распространенным вредным фактором современного производства.

В деталях машин и механизмов зачастую используют стальные трубы или детали трубчатой формы. Эти детали во время работы нередко оказываются в режиме соударений (направляющие трубы токарных автоматов, карданные валы, высокопрочные трубы, фланцы и другие). Вызываемый этими соударениями шум имеет высокие значения (102-118 дБ). В справочной литературе по маркам сталей и сплавов имеется достаточно информации по механическим, прочностным, пластическим, упругим, технологическим и экономическим характеристикам, однако нет сведений о демпфирующих и акустических свойствах этих материалов. У разработчиков конструкций машин и механизмов нет возможности оценить демпфирующие и акустические свойства сталей, используемых при изготовлении труб.

Оборудование, генерирующее шум ударного происхождения, характерно для многих видов производств, а особенно для металлургической (молотковая дробилка, пластинчатый конвейер, ковочный молот, блюминг, трубозаготовочный стан, рольганг, дисковая пила, летучие ножницы, ножницы холодной резки, приемные карманы стальных труб, правильная машина, агрегаты поперечной и продольной резки, листоукладчик, делительный ролик, дрессировочный стан и др.), машиностроительной (кузнечно-прессовое оборудование, зубчатые передачи, редукторы, кулачковые механизмы, цепные передачи, металлообрабатывающие станки и др.), горнорудной (горная машина, погрузочная машина, машина ударного действия для разрушения горных пород, перфораторы, дробильно-измельчительная вибрационная горная машина, пневматический бурильный молоток, вибрационное обогатительное оборудование, грохот, добычная машина с вибрационными рабочими органами, конусные и щековые вибрационные горные дробилки, горные виброударные устройства и др.).

Решению проблемы производственного шума ударного происхождения посвящены труды известных ученых: Заборова В.И., Клячко Л.Н., Росина Г.С., Фавстова Ю.К., Злобинского Б.М., Бринзы В.Н., Сулеева Д.К., Утепова Е.Б., Хакдодова М.М. и др. В этих работах освещены вопросы снижения шума горнорудного, металлургического, машиностроительного оборудования, но отсутствуют исследования по снижению шума стальных труб.

Поэтому весьма актуальным является снижение производственного механического шума ударного происхождения за счет использования стальных труб с повышенными демпфирующими свойствами.

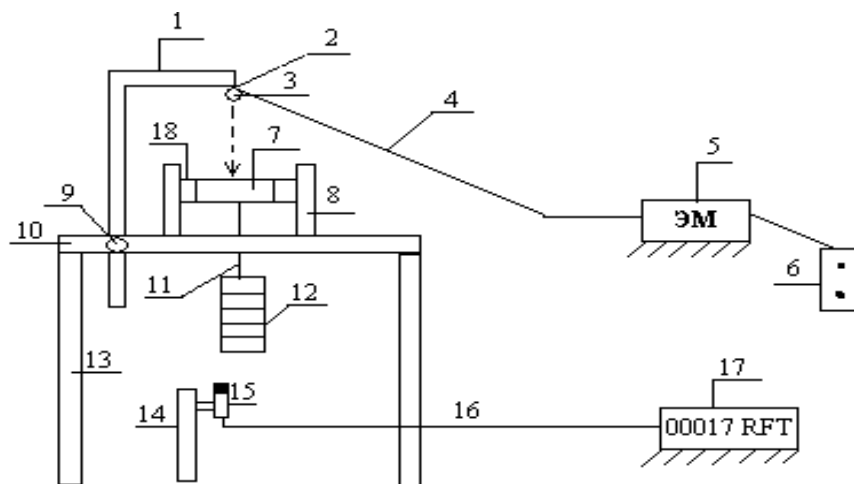
Целью работы является снижение производственного шума ударного происхождения, создаваемого стальными трубами за счет виброизоляции и вибропоглощения (за счет сплавов высокого демпфирования).

Обзор литературы и патентный поиск по проблеме «Производственный шум, его влияние на организм человека и методы его исследования и гашения» позволил выявить актуальность, современные способы снижения шума и ударного происхождения, недостатки методов исследования и наметить новые задачи на пути решения этой проблемы.

Производственный шум в тяжелой промышленности существенно превышает допустимые значения. Машин и механизмы при работе генерируют интенсивный шум. Многие детали машин и

оборудования изготовлены из труб или имеют трубчатые формы (валы, шатуны, карданные валы, цилиндры, муфты, прокатные валки и др.). Стальная труба является резонатором и поэтому при соударении труб создаются вредные импульсные шумы. Является актуальным исследовать шум соударения металлических труб и разрабатывать способы его снижения.

Исследование акустических (уровень звука, уровень звукового давления) и вибрационных (уровень виброскорости, уровень виброускорения) свойств сплавов проводили на установке (рис. 1).



1 - кронштейн; 2 - электромагнит; 3 - шар; 4 - провод электромагнита; 5 – блока электромагнита; 6-пульт электромагнита; 7 – образец (пластина 50x50x5 мм); 8 - стойка; 9 - регулятор высоты; 10 - стол; 11 - нить подвеса груза; 12 - груз; 13 - стойка стола; 14 - штатив; 15 - микрофон; 16 - провод микрофона; 17 – шумомер марки 00017 (RFT); 18 – капроновые нити

**Рис. 1.** Установка для измерения акустических и вибрационных параметров образцов

Установка работает следующим образом. Ударник (шар) 3 устанавливается на конце кронштейна 1 и закрепляется в висячем положении за счет электромагнита 2. Образец 7 (пластина 50x50x5 мм) закрепляется между капроновыми нитями 18 (защемляется). При отключении электромагнита 2 с помощью пульта 6, ударник (шар) свободно падает вниз на образец 7.

Расстояние между образцом 7 и микрофоном 15 также можно изменять с помощью штатива 14.

Масса шара, плотность образца, расстояние от точки соударения до края образца, толщина образца взаимосвязаны формулой Х. Кремера [1]:

$$m < 4,6 \cdot \rho \cdot \ell \cdot h^2, \quad (1)$$

где  $m$  - масса шара-ударника, г;

$\rho$  - плотность материала пластины - образца, г/см<sup>3</sup>;

$\ell$  - расстояние от точки соударения до ближайшего края пластины-образца, см;

$h$  - толщина пластины - образца, см.

После расчетов очевидно, что 4,056 г < 22,4 г.

При этом ширина и длина пластины - образца должны быть не менее чем в 5 раз больше его толщины.

Исследуемая пластина размерами 50x50x5 мм и ударник-шар диаметром 10,3 мм удовлетворяют этим требованиям. Материал шара-ударника – сталь ШХ-15.

Уровни звукового давления исследовали в октавных полосах частот в диапазоне 250-16000 Гц. Уровень звука - по шкале "А".

Звуковой импульс фиксировали микрофонным капсюлем МК-102. Этот импульс преобразуется в электрический сигнал, усиливается предусилителем МК-102 подается на вход точного импульсного шумомера 00017 фирмы RFT (Германия) или шумомера Октава-101А (РФ). Индикатор шумомера позволяет регистрировать уровни звукового давления от 30 до 130 дБ с точностью до 0,5 дБ. Для измерения частотного спектра звукового сигнала предназначен блок октавных фильтров OF-101. С

помощью самописца типа PSG-101 осуществляли запись звукового импульса во времени. Запись производили на бумажную ленту сапфирной иглой. Скорость затухания звуковых колебаний определяли по формуле [2]:

$$\vartheta = \frac{L_1 - L_2}{\tau}, \text{ дБ } \cdot \text{с}^{-1} \quad (2)$$

где  $\vartheta$  - скорость затухания звуковых колебаний, дБ  $\cdot$  с<sup>-1</sup>;

$L_1$  - максимальный уровень звука, дБ;

$L_2$  - уровень звука через время  $\tau$ , дБ.

Звуковой генератор ЗГ-10 использовали для калибровки производимых измерений звукового сигнала. Поправку на изменение звукового сигнала от атмосферного давления осуществляли при помощи пистонфона марки PF-101. Температура воздуха и влажность в лаборатории поддерживались постоянными. Акустические измерения находили как среднее значение десяти измерений.

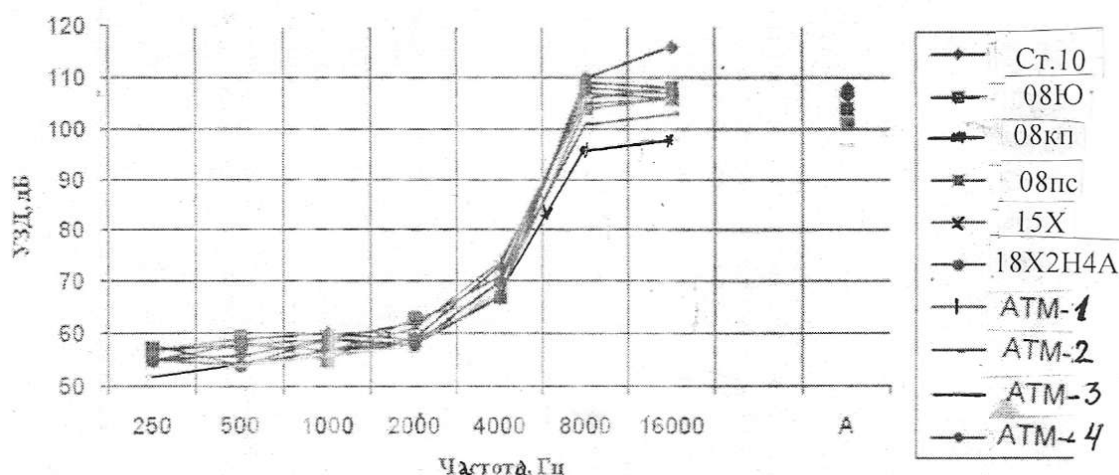
Проводили также математическую обработку результатов эксперимента и определение доверительных интервалов в соответствии с методикой [3]. Перед началом работы настройку измерительного тракта осуществляли проверкой уровней звукового давления эталонного образца.

Шум ударного происхождения является характерным для металлургического производства и обуславливает высокие значения уровня звукового давления. Изучение ударных процессов относится к числу наиболее актуальных проблем, связанных с оценкой поведения различных конструкций в условиях воздействия интенсивных импульсных нагрузок, которые возникают при эксплуатации многих современных машин и механизмов. К настоящему времени исследователи обратили на преимущества моделирования ударных процессов в лабораторных условиях с целью разработки материалов и конструкций с повышенными демпфирующими свойствами. Методы, использующие звукоизлучение в качестве критерия при оценке демпфирующих свойств сталей и сплавов, позволяют наиболее адекватно воссоздать картину шумообразования, имеющие место в реальных условиях при наличии ударных взаимодействий.

На рисунке 2 и в таблице 1 представлены уровни звука и уровни звукового давления исследованных сталей 10, 08Ю, 08пс, 08кп, 15Х, 12Х2Н4А, АТМ-1, АТМ-2, АТМ-3, АТМ-4 послековки. Максимумы УЗД приходятся на частоты 8000 и 16000 Гц. Минимумы – на частотах 250-500 Гц (51-59 дБ). Минимальные уровни звука характерны для сплавов АТМ-3 (57 дБА) и АТМ-2 (59 дБА).

**Таблица 1. Среднее значения уровней звука и уровней звукового давления исследованных сталей послековки**

Марка сталей	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	A
10	53	55	52	58	71	103	104	105
08Ю	58	55	51	59	62	103	102	105
08кп	55	50	54	55	67	104	115	107
08пс	57	53	55	52	62	102	102	104
15Х	51	57	54	55	61	102	103	105
12Х2Н4А	55	52	67	52	62	104	104	106
АТМ-1	56	55	59	52	69	101	100	102
АТМ-2	58	51	57	55	75	97	96	98
АТМ-3	57	58	54	51	62	93	92	94
АТМ-4	59	57	52	59	61	103	102	104



**Рис. 2.** Уровни звука и уровни звукового давления исследованных сталей после ковки

На рисунок 3 и в таблице 2 представлены уровни звука и уровни звукового давления исследованных сплавов после нормализации. Как видно, минимальный уровень звука зафиксирован у сплава АТМ-3 (52 дБА), максимальный УЗД наблюдается у сплава АТМ-4 (110 дБА). В целом нормализация повысила звукоизлучение исследованных сплавов.

Нормализационный отжиг (или просто нормализация) заключается в нагреве доэктоидной стали до температуры превышающей точки  $A_{c3}$  на 40-50 $^{\circ}C$ , в непродолжительной выдержке для прогрева и завершения фазовых превращений и охлаждения на воздухе. Нормализация вызывает полную фазовую перекристаллизацию стали и устраняет крупнозернистую структуру, полученную при литье и ковке. Нормализацию широко применяют для улучшения свойств стальных отливок вместо закалки и отпуска.

Нормализация приводит к распаду аустенита при более низких температурах, что повышает дисперсность ферритно-цементитной структуры и увеличивает количество перлита.

Нормализация горячекованой стали повышает ее сопротивления хрупкому разрушению, что характеризуется снижением порога хладноломкости и повышением работы развития трещины.

Назначение нормализации различно в зависимости от состава стали. Для низкоуглеродистых сталей нормализацию применяют вместо отжига.

**Таблица 2.** Среднее значение уровней звука и уровней звукового давления исследованных сталей после нормализации

Марка сталей	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	А
10	57	59	60	59	73	104	105	106
08Ю	57	59	55	63	67	104	106	104
08кп	55	54	59	58	69	107	108	106
08пс	57	58	57	59	67	109	108	107
15X	55	58	59	62	71	107	106	108
12X2H4A	55	54	59	58	70	108	107	109
АТМ-1	55	54	57	61	74	105	106	106
АТМ-2	58	54	57	58	70	101	103	104
АТМ-3	52	54	56	58	68	96	98	99
АТМ-4	55	56	59	58	67	110	116	110



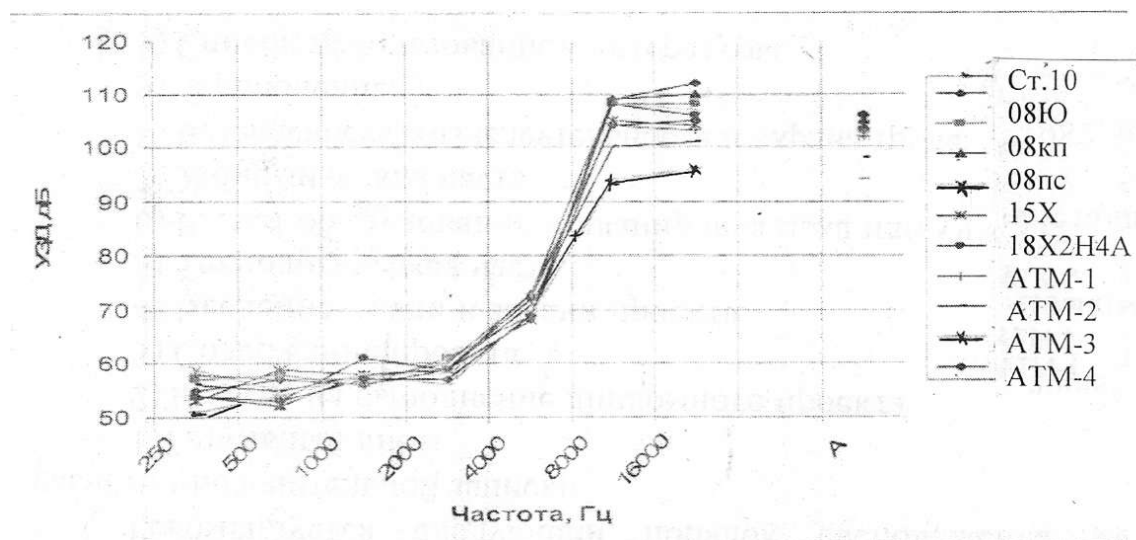


Рис. 2. Уровни звука и уровни звукового давления исследованных сталей после нормализации

В работе дано решение актуальной научно-технической задачи снижения шума в источнике возникновения за счет создания демпфирующих сплавов на основе железа, виброизоляции стальных трубчатых конструкций.

Основные результаты выполненных исследований заключаются в следующем:

- разработанные демпфирующие сплавы АТМ-3 (0,15% С; 0,20% Si; 0,38% Mn; 4,8% Cr; 0,45% Се; остальное - железо) и АТМ-2 (0,20% С; 0,16% Si; 0,28% Mn; 0,24% Ni; 0,22% Се; 0,38% Мо; остальное - железо) обладают оптимальным сочетанием демпфирующих, акустических и физико-механических характеристик, обеспечивающие достаточные условия для изготовления из них стальных труб с повышенными демпфирующими свойствами;

- нормализация после горячейковки снижает напряженность структуры сталей, что уменьшает количество дислокаций и тем самым повышает уровень звукоизлучения (шума) при соударениях, что ухудшает условия труда работающих.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Cremer H., Cremer L. Theories der entstehung des klopfschalls. Frequenz, 1948, Bd.2, №3. s 61-71.
2. Утепов Е.Б., Сулеев Д.К., Бисакаев С.Г. и др. Акустическая экология: демпфирующие материалы и конструкции. – Алматы: ТОО «Принт», 2000. – 330 с.
3. Большев Л.Н., Смирнов К.В. Таблицы математической статистики. - М.: Наука, 1968. - 464 с.

#### REFERENCES

1. Cremer H., Cremer L. Theories der entstehung des klopfschalls. Frequenz, 1948, Bd.2, №3. s 61-71.
2. Utepov E. B., Suleev D.K., Bisakaev S.G. Akusticheskaya ekologiya: demfiryushchie materialy I konstuktsti. – Almaty: TOO «Print», 2000. s 330.
3. Bolshev L.N., Smirnov K.V. Tablitsy matematicheskoi statistiki. - M.: Nauka, 1968. s 464.

Өтепов Е.Б., Копычински Д., Маджжанова А.Т., Малғаждарова М.К.

#### Болаттардың дыбыстық шағылысуына соғу мен біртектендірудің ықпалы

**Түйіндеме.** Құбырлы болаттардың дыбыстық сәулелену сипаттамалары зерттелді. Соғылысуға жұмыс істейтін құндырғы қолданылды. Соғысу кезінде дыбысты төмендететін цериймен легіріленген болаттар алынды.

**Түйін сөздер:** болат құбырлары, механикалық шу, демпфирлеуші қасиеттер, термиялық өңдеу, материалдарды қысыммен өңдеу.

Утепов Е.Б., Копычински Д., Мадижанова А.Т., Малгаждарова М.К.

**Влияниековки и нормализации на звукоизлучение сталей**

**Резюме.** Исследованы характеристики звукоизлучения трубных сталей. Использовали установку, работающая на соударения. Получены стали легированные церием обладающие пониженным звучанием при соударениях.

**Ключевые слова:** стальные трубы, механический шум, демпфирующие свойства, термическая обработка, обработка материалов давлением.

Uteпов E.B., Kopychinsky D., Madizhanova A.T., Malgazhdarova M.K.

**Influence of forging and normalization on sound generation of the staly**

**Summary.** Characteristics of sound generation pipe are investigated by the staly. Used the installation, working for impacts. Became received alloyed by cerium possessing the lowered sounding at impacts.

**Key words.** Steel pipes, the mechanical noise, damping properties, heat treatment, processing of materials by pressure.

УДК 628.517

**Е.Б. Утепов<sup>1</sup>, Д. Копычински<sup>2</sup>, А.Т. Мадижанова<sup>1</sup>, М.К. Малгаждарова<sup>1</sup>**  
(<sup>1</sup>Казахский национальный технический университет им. К.И.Сатпаева,  
Алматы, Республика Казахстан  
(<sup>2</sup>Wydział Odlewnictwa Akademia Gorniczo-Hutnicza (AGH), Польша, г. Краков)

**ХАРАКТЕРИСТИКИ ВНУТРЕННЕГО ТРЕНИЯ ДЕМПФИРУЮЩИХ СПЛАВОВ**

**Аннотация.** Шум является одним из наиболее распространенных и агрессивных факторов среды, воздействующих на здоровье человека. Одним из эффективных методов снижения вредных шумов и вибраций на производстве является применение демпфирующих материалов. Исследованы характеристики внутреннего трения сталей в зависимости от амплитуды.

**Ключевые слова:** демпфирующие сплавы, производственный шум, внутреннее трение, конструкционные стали.

Снижение производственного шума до санитарных норм обеспечивает как социальный, так и экономический эффект. Эти причины обусловили решение проблемы производственного шума, вообще и ударного шума в частности. Следует отметить, что наиболее рациональным методом борьбы с шумом является снижение шума его в источнике возникновения, что достигается применением материалов с повышенными демпфирующими свойствами. Решение проблемы шума при использовании сплавов высокого демпфирования возможно осуществить лишь в том случае, если опираться на конкретные результаты исследований, так как для различных классов материала формирование способности поглощать энергию звуковых колебаний самой структурой зависит от множества факторов, таких как соотношение структуры, вид технологической обработки и т.д. Данные о влиянии химического состава сплавов на их демпфирующие свойства, позволяет сделать предположение о возможности разработки составов низколегированных сталей с высокими демпфирующими свойствами

Целью работы являлось исследование характеристик внутреннего трения широко используемых сталей и вновь созданных (АТМ-1, АТМ-2, АТМ-3, АТМ-4) сталей.

Задачи исследования:

- оценить акустические и демпфирующие свойства стандартных трубных сталей (стали 18ХГТ, 08Ю, 15, 40Х, 20);
- разработать новые составы сталей для стальных труб, обладающие повышенными демпфирующими свойствами;
- разработать методы снижения шума стальной трубы при соударении;

- рекомендовать разработанные и исследованные стали к использованию на производстве.

Предметом исследования являются: конструкционные стали для изготовления труб.

Объектом исследования являются отрасли промышленности, характеризующиеся повышенным уровнем шума от соударений деталей машин и механизмов.

В работе использована методика исследований, включающая аналитический обзор литературы, патентный поиск, обобщение международного опыта создания демпфирующих сплавов в технике борьбы с шумом; физическое моделирование, экспериментальное исследование, применение методов математической статистики.

Практическая значимость работы заключается в оценке акустических и диссипативных характеристик известных марок стальных труб, создании новых марок сталей для труб и определении механических воздействий на стальную трубу с целью снижения шума и вибрации при соударении.

Повышенный шум отрицательно влияет на нервную и сердечно-сосудистую системы человека, вызывает утомление, раздражение, нарушение сна, агрессивность, способствует психическим заболеваниям. Шум отрицательно влияет на производительность труда. Специалисты утверждают, что за счет негативных акустических воздействий заболеваемость, например, в городах возрастает на 30%.

Ударный шум оказывает негативное влияние на органы уха. Ухо человека обладает свойствами частотного анализатора, дискретным восприятием по частотному и динамическому диапазонам (аналоговый звуковой сигнал превращается в последовательность электрических импульсов двоичного типа). Все эти операции осуществляются во внутреннем ухе, в так называемой улитке [1-3].

Шум является одним из наиболее распространенных и агрессивных факторов среды, воздействующих на здоровье человека. Процесс урбанизации, рост городов, развитие транспорта, концентрация промышленных и коммунальных предприятий ведут к увеличению числа источников шума и росту его интенсивности.

Одним из эффективных методов снижения вредных шумов и вибраций на производстве является применение демпфирующих материалов (сплавов).

При этом сложной задачей при создании демпфирующих сплавов является измерение характеристик демпфирования.

Звуковой импульс от соударения исследуемого образца с ударником (шарик) фиксировали не только шумомером, но и регистрировали с помощью запоминающего осциллографа. Зафиксированный сигнал фотографировали и далее определяли характеристики демпфирования: логарифмический декремент, скорость затухания звука. Относительное рассеяние и внутреннее трение определяли расчетным путем.

На рисунке 1 показан сфотографированный звуковой импульс стали АТМ-2.



**Рис. 1.** Осциллограмма затухания звукового импульса от соударения стали АТМ-2 (ковка)

Логарифмический декремент этого сплава АТМ-2 определяли следующим образом:

$$\delta = \frac{l}{n} \ln \frac{A_0}{A_n}, \quad (1)$$

где  $A_0$  - начальная, максимальная амплитуда звукового импульса, мм;

$A_n$  - конечная, минимальная амплитуда звукового импульса, мм;

$n$  - число импульсов на экране осциллографа.

Относительное рассеяние:  $\psi = 2 \cdot \delta$

$$\text{Внутреннее трение: } Q^{-1} = \frac{\delta}{\pi} = \frac{\psi}{2\pi},$$

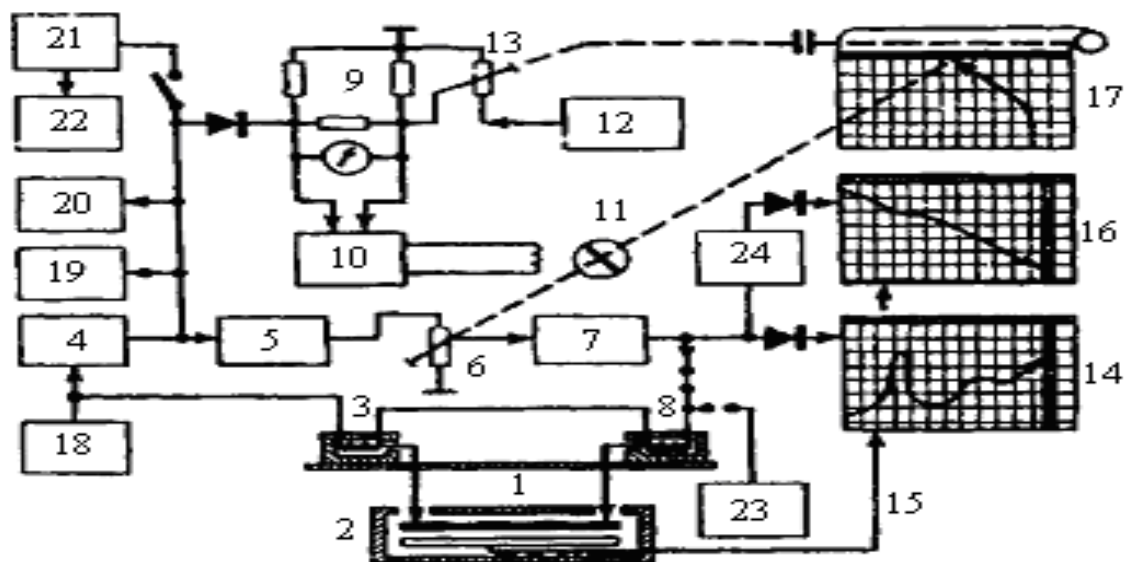
Скорость затухания звука:  $V$ , дБА/с.

Временной интервал экрана осциллографа составляет 0,005 секунды. Весь интервал делится на  $9 \times 5 = 45$  подинтервалов. Таким образом, цена деления временного интервала осциллографа составляет 0,00011 секунды.

Внутреннее трение определяли не только расчетным методом. Учитывая то, что в пластине при ударе возбуждаются в основном изгибные волны, внутреннее трение разработанных сплавов исследовали методом изгибных колебаний. Использовали автоматический прибор для непрерывной регистрации внутреннего трения при изгибных колебаниях стержней с электромагнитным возбуждением в диапазоне высоких частот (950-1000 Гц), амплитуд  $10^4$  и температур 20-600°C [4].

Блок-схема прибора приведена на рисунке 2. Сигнал датчика колебаний образца 2 усиливается предусилителем 4. Для контроля амплитуды колебаний имеется вольтметр 18. Усиленный сигнал через фазовращатель и фильтр 5, регулятор усиления и усилитель мощности 7 поступает на возбудитель колебаний. Контроль за сдвигом фаз производят по осциллографу 19. Период колебаний контролируют частотомером 20.

Электрические колебания, поступающие от звукового генератора, преобразуются в механические и подаются на образец через тонкую вольфрамовую проволочку. Механические колебания с помощью аналогичной проволочки снимаются и подаются на электромагнитный преобразователь, где они преобразуются в электрические сигналы.



1 - нагревательное (охлаждающее) устройство; 2 - образец; 3 - датчик колебаний; 4 - усилитель; 5 - фильтр; 6 - потенциометр; 7 - усилитель мощности; 8 - возбудитель колебаний; 9 - блок сравнения; 10 - сервоусилитель (от КСП-4); 11 - серводвигатель; 12 - стабилизирующий блок напряжений; 13 - потенциометр; 14 - самописец; 15 - термопара; 16 - самописец; 17 - потенциометр; 18 - ламповый вольтметр; 19 - осциллограф; 20 - частотомер; 21 - дискриминатор; 22 - счетчик импульсов; 23 - генератор; 24 - блок: ограничитель амплитуды - частотная цепь - детектор

**Рис. 2.** Блок-схема автоматической установки для непрерывной регистрации внутреннего трения и модуля упругости [4]

Поддержание амплитуды колебаний на одном уровне обеспечивается с помощью электронно-моторной следящей системы, изготовленной на базе самопишущего потенциометра 17 типа КСП-4. Сигнал с предварительного усилителя через выпрямитель поступает на вход блока сравнения 9, где сравнивается с постоянным напряжением от блока 12. Величина разбаланса подается в сервоусилитель 10, который управляет работой сервоэлектро-двигателя 11. Двигатель 11 изменяет

коэффициент усиления  $K$  с помощью потенциометра 6, в качестве которого использован реохорд того же КСП-4. Величина амплитуды деформации измерения задается и регулируется потенциометром 13. В такой системе затухание колебаний пропорционально коэффициенту усиления  $K$  или напряжению  $U_B$ .

Исследования амплитуднозависимого демпфирования показали, что высокое рассеяние энергии при значительных амплитудах напряжений обусловлено перемещением относительно легкоподвижных линейных и поверхностных дефектов типа дислокаций и двойников.

Анализ опубликованных данных по дислокационному демпфированию позволил установить определенную закономерность изменения его величины от амплитуды. До амплитуд напряжений, близких к пределу упругости, дислокационное демпфирование связано в основном только с обратимым перемещением дислокаций и по абсолютной величине невелико (относительное затухание не превышает 0,1-0,2%). Только тогда, когда перемещение дислокаций приводит к появлению микропластических деформаций и происходит генерирование дислокаций, а следовательно, изменяется и сама дислокационная структура, демпфирование может возрасти до нескольких процентов. Генерирование дислокаций приводит к увеличению уровня демпфирования во всем диапазоне амплитуд, начиная с самых малых (область амплитуднонезависимого демпфирования). Однако это увеличение нестабильно и может быть полностью устранено естественным старением.

Поскольку уровень амплитуд напряжений, обеспечивающий высокое дислокационное демпфирование, близок к пределу усталости, а иногда и превышает его, дислокационное демпфирование не может быть принято в качестве основного механизма при разработке сплавов высокого демпфирования, тем более, что, как правило, последние предназначаются для работы в условиях циклического нагружения.

Вместе с тем, рассеяние энергии вследствие локальной пластической деформации может быть с успехом использовано в сплавах с резко выраженной гетерогенной структурой, состоящей из относительно прочной матрицы и мягких, пластичных включений избыточной фазы. В этом случае пластическая деформация более мягкой фазы при циклическом нагружении не снижает общей прочности сплава, а приводит только к значительному рассеянию энергии для сплавов высокого демпфирования.

К легкоподвижным двумерным дефектам в металлах и сплавах, которые могут быть причиной высокого уровня демпфирования, относятся упругие двойники, межфазные когерентные границы при обратимых мартенситных превращениях, границы доменов в ферромагнетиках и антиферромагнетиках.

Во-первых, рассеяние энергии, вызванное движением этих дефектов, в связи с тем что их смещение охватывает значительный объем металла, должно быть большим, во-вторых, из-за обратимости этого движения оно не приведет к разрушению металла и его усталостному разрушению вследствие образования скоплений дефектов.

Для демпфирования, обусловленного движением двумерных дефектов, характерно низкое, стремящееся к нулю демпфирование при малых амплитудах колебаний и резкое увеличение уровня демпфирования с ростом амплитуды напряжений до некоторой критической величины последней. При превышении этой критической величины амплитудой колебаний уровень демпфирования с дальнейшим увеличением амплитуды не изменяется или даже уменьшается.

Анализируя результаты эксперимента, видно что с изменением структуры сплавов тангенсы углов наклона кривых мы увидели, различные значения. В эвтектоидных сталях переход в амплитудно-зависимую область характеризуется малым  $\text{tg } \alpha$ . Стали с ферритной структурой, и чем крупнее зерно, имеют больший  $\text{tg } \alpha$ , что свидетельствует о более спонтанном срыве дислокаций. Вероятно, в этом интервале амплитуд деформаций, рассеяние энергии колебаний также связано с освобождением дислокаций от атмосфер из атомов внедрения под действием приложенного напряжения. Наши предположения подтверждаются данными работы, в которой проведен расчет энергии активации процесса взаимодействия дислокаций с примесными атомами и дана характеристика внутреннего трения в зависимости от амплитуды деформации.

В работе установлена зависимость уровня звукового давления от внутреннего трения, определенного методом крутильных колебаний в низкочастотном диапазоне (4 Гц) и методом изгибных колебаний. Представленная зависимость еще раз подтверждает полученные ранее результаты, что с увеличением внутреннего трения возрастает способность материала к релаксации

## • Технические науки

энергии звуковых волн. Изменение внутреннего трения от 0,5 до  $1,7 \times 10^{-3}$  вызывает изменение уровня звука на 10 дБА (таблица 1). Результаты измерения внутреннего трения представлены в таблице 2.

Таблица 1. Характеристики внутреннего трения в зависимости от амплитуды деформации

Номер сплава	Амплитуда деформации, $10^{-4}$	Внутр. трение, $Q^{-1} \times 10^3$	Дисперсия $S^2 \times 10^3$	Номер сплава	Амплитуда деформации	Внутр. трение, $Q^{-1} \times 10^3$	Дисперсия $S^2 \times 10^3$
1	2	3	4	5	6	7	8
Ст.20	6,9	3,30	0,013	АТМ-3	6,9	3,88	0,022
	9,2	3,49	0,016		9,2	3,75	0,151
	11,5	3,81	0,315		11,5	4,11	0,333
	13,8	4,05	0,115		13,8	3,85	0,015
	16,1	4,25	0,114		16,1	4,18	0,065
	18,4	4,42	0,025		18,4	4,36	0,072
	20,7	5,15	0,252		20,7	4,12	0,022
	23,0	5,32	0,224		23,0	4,22	0,069
	25,3	5,45	0,111		25,3	4,25	0,024
	27,6	5,61	1,323		27,6	4,85	0,265
	29,9	5,41	1,625		29,9	6,12	0,555
	32,2	5,43	0,112		32,2	5,89	0,626
	34,5	5,61	1,625		34,5	6,33	1,245
Ст. 15	6,9	2,27	0,112	АТМ-2	6,9	2,91	0,517
	9,2	2,28	0,115		9,2	2,86	0,917
	11,5	2,29	0,323		11,5	2,85	0,224
	13,8	2,26	0,444		13,8	2,84	0,245
	16,1	2,58	0,159		16,1	3,02	0,255
	18,4	2,48	0,127		18,4	3,17	0,368
	20,7	2,68	0,135		20,7	3,26	0,285
18ХГТ	6,9	2,11	0,153		6,9	3,99	0,111
	9,2	2,75	0,048		9,2	4,00	0,251
	11,5	2,76	0,056		11,5	4,12	0,383
	13,8	2,78	0,32		13,8	5,51	0,445
	16,1	2,88	0,105		16,1	5,62	0,615
	18,4	2,44	0,356		18,4	5,75	0,912
	23,0	2,98	0,041		20,7	5,81	0,124
	25,3	3,16	0,181		23,0	6,03	0,025
	27,6	3,28	0,196		25,3	6,36	1,837
	29,9	3,58	0,144		27,6	7,07	0,149

1	2	3	4	5	6	7	8	
	32,7	2,62	0,068		29,9	7,48	1,031	
	34,5	2,60	0,053		32,2	8,14	2,042	
	40,25	2,82	0,066		34,5	6,85	0,720	
	46,0	2,84	0,088		40,25	7,68	8,295	
20X	6,9	4,32	0,34	АТМ-1	46,0	8,22	3,55	
	9,2	4,32	0,063		6,9	3,18	0,111	
	11,5	4,86	0,151		9,2	3,28	0,225	
	13,8	4,97	0,347		11,5	4,29	0,354	
	16,1	5,22	0,188		13,8	3,98	0,085	
	18,4	6,31	1,439		16,1	4,31	0,088	
	20,7	6,45	0,011		18,4	4,68	0,192	
	23,0	6,48	0,025		20,7	4,88	0,252	
	25,3	6,75	0,112		23,0	5,55	0,611	
	27,6	6,88	0,118		25,3	5,56	0,118	
	29,9	7,22	0,225		27,6	6,32	0,269	
	32,2	7,44	0,165		29,9	6,42	0,255	
	34,5	7,55	0,175		32,2	6,85	0,119	
	40,25	8,12	0,162		-	-	-	
	46,0	8,66	0,155		-	-	-	
	АТМ-4	6,9	5,77		0,075	13,8	8,32	0,125
		9,2	7,11		0,112	16,1	8,44	0,069
11,5		7,22	0,344	18,4	8,89	0,226		

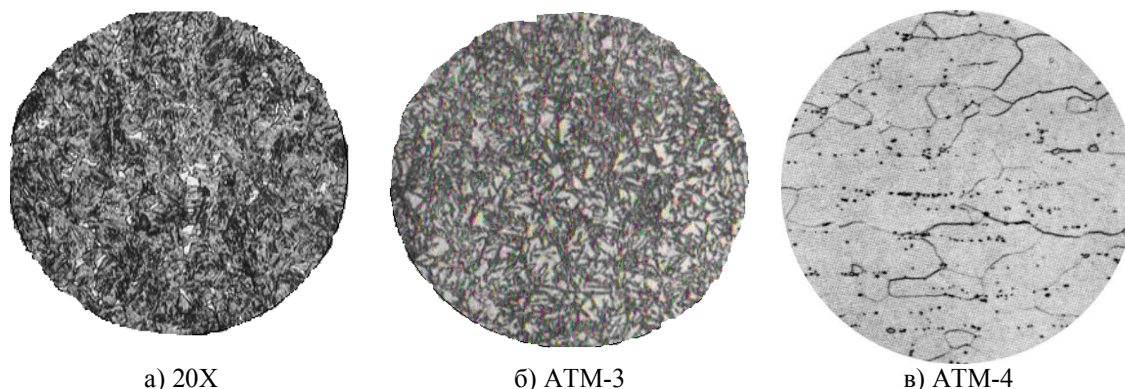
Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод о том, что данные о внутреннем трении вполне могут быть использованы для оценки демпфирующей способности исследуемых сталей. Между уровнем звука и внутренним трением существует тесная корреляционная связь (табл. 2).

Авторами были исследованы демпфирующие свойства металлических материалов [5-7].

Микроструктура сталей 20X, АТМ-4 и АТМ-3 представлены на рис.3.

Таблица 2. Уровни внутреннего трения и дисперсия опыта сплавов в исходном состоянии

Номер сплава	Вн. трение, $Q^{-1} \times 10^3$	Уровень звука, дБА
Ст.20	3,30	82
Ст.15	2,28	85
АТМ-3	3,88	78
20X	1,32	90
АТМ-2	2,91	83
18ХГТ	2,11	88
АТМ-4	5,77	75
АТМ-1	3,18	80



**Рис. 3.** Микроструктура трубных сталей,  $\times 500$

#### **Заключение**

- высокое амплитуднонезависимое демпфирование обусловлено внутренними напряжениями, вызванными несовершенствами (дефектами кристаллической решетки);
- причиной высокого уровня демпфирования в исследованных сплавах относятся двойники, межфазные границы, границы доменов;
- амплитуднозависимое демпфирование звукоизлучения (АЗДЗ), наблюдаемое в исследованных сплавах, заключается в том, что при соударениях испытуемого образца с ударниками разной массы, происходит излучение звуковых колебаний разной интенсивности в зависимости от степени диссипации, эффект АЗДЗ достигает 8-12 дБ, что обеспечивает комфортность условий труда;
- амплитуднозависимое демпфирование вибрации (АЗДВ) наблюдаемое в исследуемых сплавах, заключается в том, что при соударении испытуемого образца с ударниками различной массы происходит генерирование уровней виброускорения разной интенсивности, при этом ударник меньшей массы генерирует уровень вибрации выше, чем при соударении с ударником большой массы, эффект АЗДВ в исследованных образцах достигает 18-22 дБ.

#### **ЛИТЕРАТУРЫ**

- 1 Раздражающие свойства шума. The nuisance of noise // Tehnol/ irel/ - Англ. 1992-23, №8. – С. 42-44
- 2 Умирбаева Р.С., Ширтиев С.Ш., Сыдыгалиева Л.С. Шумобезопасность труда. // Пятая Международная научно-техническая конференция «Новое в охране труда, окружающей среды и защите человека в чрезвычайных ситуациях». - Алматы: КазНТУ, 2002., Ч.1. – С. 228-230.
- 3 Юдин Е.Я. Борьба с шумом. – М.: Стройиздат, 1964. – С. 689.
- 4 Утепов Е.Б., Сулеев Д.К., Бисакаев С.Г. и др. Акустическая экология: демпфирующие материалы и конструкции. - Алматы: ТОО «Принт», 2000. – С. 330.
- 5 Мадиджанова А.Т. Повышение точности измерения ударного шума. Труды XIV Международная научно-техническая конференция «Безопасность техносферы» (охрана труда, защита в ЧС, БЖД, экология, материаловедение демпфирующих сплавов, общетехнические вопросы, экономические и юридические аспекты БЖД). –М.:НИТУ МИСиС, 2012. –Т.1. – С. 36.
- 6 Мадиджанова А.Т. Снижение шума соударений за счет термической обработки сталей. Труды XIV Международная научно-техническая конференция «Безопасность техносферы» (охрана труда, защита в ЧС, БЖД, экология, материаловедение демпфирующих сплавов, общетехнические вопросы, экономические и юридические аспекты БЖД). –М.:НИТУ МИСиС, 2012. –Т.1. – С. 33.
- 7 Утепов Е.Б., Малгаждарова М.К., Егемова Ш.Б., Мадиджанова А.Т. Исследование акустических свойств при соударениях образцов из углеродистых и легированных сталей. Химический журнал НТО КАХАК №2, 2012. – С.123.



REFERENCES

- 1 Razdrzhayushchie svoystva shuma. The nuisance of noise // Tehnol/ irel/ - andl. 1992-23, №8. s 42-44
- 2 Umirbaeva R.S., Shirtiev S.Sh., Sydygalieva L.S. Shumobezopasnost truda. // Pyataya Mezhdunarodnaya nauchno-tehnicheskaya konferentsiya «Novoe v okhrane truda, okruzhayushchei srede i zashchite cheloveka v chrezvychainykh situatsiyakh». - Almaty: KazNTU, 2002., Ch.I. s 228-230.
- 3 Yudin E.Ya. Borda s shumom. – M.: Stroizdat, 1964. s 689.
- 4 Uteпов E. B., Suleev D.K., Bisakaev S.G. Akusticheskaya ekologiya: demfiruyushchie materialy i konstuktsti. – Almaty: TOO «Print», 2000. s 330.
- 5 Madizhanova A.T. Pobyschenie tochnosti izmereniya udarnogo shuma. Trudy XIV Mezhdunarodnaya nauchno-tehnicheskaya konferentsiya «Bezopasnost tekhnosfery» (okhrana truda, zashchita v ChS, BZhD, ekologiya, materialovedenie demfiruyushchikh splavov, obshchetekhnicheskije voprosy, ekonomicheskie i yuridicheskie aspekty BZhD). –M.:NITU MISiS, 2012. –T.1. s 36.
- 6 Madizhanova A.T. Snizhenie shuma soudarenii za schet termicheskoi obrobotki stalei. Pobyschenie tochnosti izmereniya udarnogo. Trudy XIV Mezhdunarodnaya nauchno-tehnicheskaya konferentsiya «Bezopasnost tekhnosfery» (okhrana truda, zashchita v ChS, BZhD, ekologiya, materialovedenie demfiruyushchikh splavov, obshchetekhnicheskije voprosy, ekonomicheskie i yuridicheskie aspekty BZhD). –M.:NITU MISiS, 2012. –T.1. s 33.
- 7 Uteпов E.B., Malgazhdarova M.K., Egemova Sh.B., Madizhanova A.T. Issledovanie akusticheskikh svoystv pri soudareniiyakh obraztsov iz yglerodistykh i legirovannykh stalei. Khimicheskii zhurnal NTO KAKAK №2, 2012. s 123.

Өтепов Е.Б., Копычински Д., Мадижанова А.Т., Малғаждарова М.К.

**Демпфирлеуші қорытпалардың ішкі үйкеліс сипаттамалары**

**Түйіндеме.** Мақалада өндірістік шудың мәселесін әр түрлі қорытпаларды қолдану арқылы шешу қарастырылған. Құбыр дайындауға арналған конструкциялық болаттар зерттелген. Техникада шумен күресуге арналған демпфирлеуші қорытпаларды зерттеу және табу әдістемелері қолданылған.

**Түйін сөздер:** демпфирлеуші қорытпалар, өндірістік шу, ішкі үйкеліс, конструкциялық болаттар.

Утепов Е.Б., Копычински Д., Мадижанова А.Т., Малғаждарова М.К.

**Характеристики внутреннего трения демпфирующих сплавов**

**Резюме.** В статье исследованы характеристики внутреннего трения сталей в зависимости от амплитуды. Использована методика изгибных колебаний. Получены сплавы с высоким уровнем демпфирования.

**Ключевые слова:** демпфирующие сплавы, производственный шум, внутреннее трение, конструкционные стали.

Uteпов E.B., Kopychinsky D., Madizhanova A.T., Malgazhdarova M.K.

**Characteristics of internal friction of damping alloys**

**Summary.** In article characteristics of internal friction staly in a zavistimost from amplitude are investigated. The technique of flexural fluctuations is used. Alloys with high level of damping are received.

**Key words.** Damping alloys, production noise, internal friction, constructional became.

УДК 621.165.001.1

**А.А. Генбач, Ф.А. Исламов**

(Алматынський университет енергетики и связи, Алматы, Республика Казахстан)

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЗАДЕВАНИЯ РОТОРА ТУРБИНЫ**

Концентраторы напряжений в турбомашине являются источником аварий и несчастных случаев персонала на электростанциях [1].

Особое внимание должно быть обращено на устранение концентраторов напряжений, при ремонте которые приводят к усталости металла (снижают предел усталости) и служат первоисточником появления усталостных трещин и изломов. Примерами концентраторов служат плохая обработка поверхности (шероховатость, риски, забоины и др.), резкие изменения формы или размеров (отверстия, выточки и т.п.), неправильные переходы от одного диаметра к другому (острые углы или недостаточные радиусы закруглений), действие внешней среды (коррозия) [2].

С целью уменьшения напряжений и повышения предела усталости все уступы и переходы должны выполняться с закруглениями или переходами по плавной кривой (галтели) валов, дисков и других напряженных деталях. Повышение предела усталости достигается шлифованием, полировкой деталей.

Для деталей, работающих продолжительное время при постоянном напряженном состоянии, особенно в области высоких температур, проявляется свойство металла медленно и непрерывно пластически деформироваться – «ползти», даже в тех случаях, когда рабочие напряжения лежат значительно ниже предела текучести при данной температуре. В зависимости от температуры и нагрузки деформация ползучести может продолжаться вплоть до разрушения.

При производстве ремонтных работ после очистки ротор осматривается оптическими приборами, особенно в зонах с концентраторами напряжений. Напряжения возникают в кольцевых выточках, галтелях, переходах сечений от одного диаметра ротора к другому, в шпоночных канавках, отверстиях, резьбовых соединениях, на кромках без достаточных радиусов закругления, а также в деталях при их горячей посадке с завышенными натягами, вызывающими большие удельные давления. Концентраторами напряжений могут быть дефекты, возникающие в процессе эксплуатации и ремонта: насечки, риски, пробоины, наклеп, разъедания поверхности. Причиной появления этих дефектов могут быть грубая обработка и повреждения поверхностей (удары), износ от попадания твердых частиц, паразитные токи, эрозия, коррозия, вибрация.

Обработка рабочих поверхностей для горячей посадки деталей на вал (диски, втулки, центрирующие кольца) должна проводиться с частотой, соответствующей 6-8-му классу. Чистота поверхности повышает длительную прочность и коррозионную стойкость. Поэтому после обработки производят полировку мест горячей посадки до полного удаления следов реза. Натяг горячей посадки должен быть рассчитан на сохранение плотной посадки при пуске турбины, когда диски прогреваются быстрее вала, при числе оборотов, когда срабатывает предохранительный выключатель; ослабление посадки между сопрягаемыми деталями может привести к наклепам, контактной коррозии и опасным напряжениям, связанным с вибрацией [1,2].

Галтели, углы, кромки и другие переходные места должны быть обработаны с требуемыми радиусами закруглений и с последующей шлифовкой. Сверловка отверстий, нарезки резьбы, обработка и устройство новых шпоночных канавок, кольцевых выточек и других углублений могут быть допущены только в особых случаях, с обеспечением необходимой прочности деталей и с принятием мер для устранения очагов концентрации напряжений.

Оставление трещин во вращающихся деталях при таких условиях не может быть допущено; расчистка трещин должна производиться до полного их удаления, с закруглением краев образующейся канавки. Если обработка трещины приводит к недопустимому ослаблению детали, то она бракуется.

Повреждение вала в виде царапин, задигов, рисок (особенно опасны глубокие, идущие вдоль шейки), а также коррозионные повреждения (ржавление) и шероховатости рабочих поверхностей устраняются в зависимости от величины дефекта и его направления проточкой с последующей шлифовкой или только шлифовкой.

Различные дефекты на поверхности лопаток в виде рисок, царапин, шероховатостей и плохой полировки, а также выточки, резкие переходы сечений, надрезы и наклеп в местах расклепки бандажа являются очагами местных напряжений, способствующих разрушению лопаток. Чаще всего в зонах концентрации напряжений при определенных условиях начинается и развивается разрушение рабочих лопаток, дисков и других деталей турбины.

Для изучения концентраторов напряжений рассмотрим выделение теплоты, имеющее место при задеваниях ротора турбины. Моделирование произведем для случая имитации процесса задевания тремя гребнями лабиринтовых уплотнений. Для этих целей исследуемая модель содержит три термоэлемента, соединенных параллельно, а концы спиралей заделываются в медные электроды, размещенные в торце (малой вертикальной грани). Образец имел размеры 90x60x25 мм. Просверливалось три отверстия перпендикулярно поверхности грани 60x25 мм на глубину 12 мм диаметром 6 мм. Провода термоэлементов выводились на ту же грань.

Исследования проводились с применением голографии, когда регистрация интерферограмм осуществлялась в реальном масштабе времени. Изучались напряжения в предельном состоянии материала, создаваемого термоэлементами. Мощность определялась с точностью  $\pm 1,6\%$  [3].

Метод голографической интерферометрии позволяет изучать напряженное и деформированное состояние материала и измерять достаточно малые деформации, имеющие место в концентраторах напряжений.

Деформации регистрировались на поверхности образцов в реальном масштабе времени. Также фиксировались картины полей тепловых напряжений и места их концентраций.

Изменяя диаметр сверления отверстий от 3 до 6 мм и подводимую мощность от 7 до 30 Вт, можно было получать удельные тепловые потоки, равные  $(0,25 \div 4,2) \cdot 10^6$  Вт/м<sup>2</sup>.

Анализ интерферограмм показал следующее (рис. 1). Расширение образца наблюдается вначале вокруг источника тепла, а затем во всем объеме. Деформация объема образца зависит от распределения температурного поля, создаваемого источниками тепла, и возникающих термических напряжений на поверхности и в объеме тела.

Сравнение картин деформаций голографических интерферограмм и термических напряжений на интерферограммах, полученных оптико-поляризационным методом [3], выявило их аналогию, что указывает на взаимосвязь поверхностных и глубинных процессов.

Обнаружено, что образцы с малой пористостью  $\epsilon = (5 \div 20\%)$  находятся в более напряженном состоянии по сравнению с вязкими и пористыми средами  $\epsilon = (40 \div 90\%)$ . Увеличение мощности теплового потока в два раза приводило у них рост деформации на поверхности до трех раз, тогда как у образцов с большой пористостью – лишь в полтора раза.

Число интерференционных полос на единицу длины выше у пород с низкими значениями пористости, что означает наличие в них больших термических напряжений, скорость роста которых увеличивается с ростом тепловой нагрузки.

Интерферограммы позволили обнаружить дефекты и трещины, непросматриваемые визуально, а также крупные включения, в области которых линии равных деформаций имели изломы.

Расшифровка голографических интерферограмм производилась по методике [4]. Определялось направление вектора смещения  $\vec{d}$ . Величина  $\vec{d}$  находилась по фотографии интерференционной картины:  $|\vec{d}| = N \cdot \lambda / (1 + \cos \varphi)$  где N – измеренное число полос между исследуемой точкой и полосой нулевого порядка;  $\lambda$  – длина волны;  $\varphi$  – угол между направлением освещения  $\vec{\tau}_0$  исследуемой точки и наблюдения  $\vec{\tau}_n$  этой точки на голограмме, т.е.  $\vec{\tau}_n \wedge \vec{\tau}_0$ .

Градиент перемещений, определяющий величину деформаций для одного теплового источника, имел наибольшее значение в области нагревателя радиусом до  $10 \cdot 10^{-3}$  м и возрастал с увеличением времени теплового воздействия (рис. 2). В случае трех одновременно действующих источников тепла, каждый из них создавал независимое поле перемещений, которое с ростом времени нагрева приводило к простой суперпозиции на поверхности образца (рис. 3). Это явление имело место как для полей перемещений вдоль плоскости, проходящей через центры источников, так и для плоскостей, отстоящих от них на расстоянии  $6 \cdot 10^{-3}$  м.

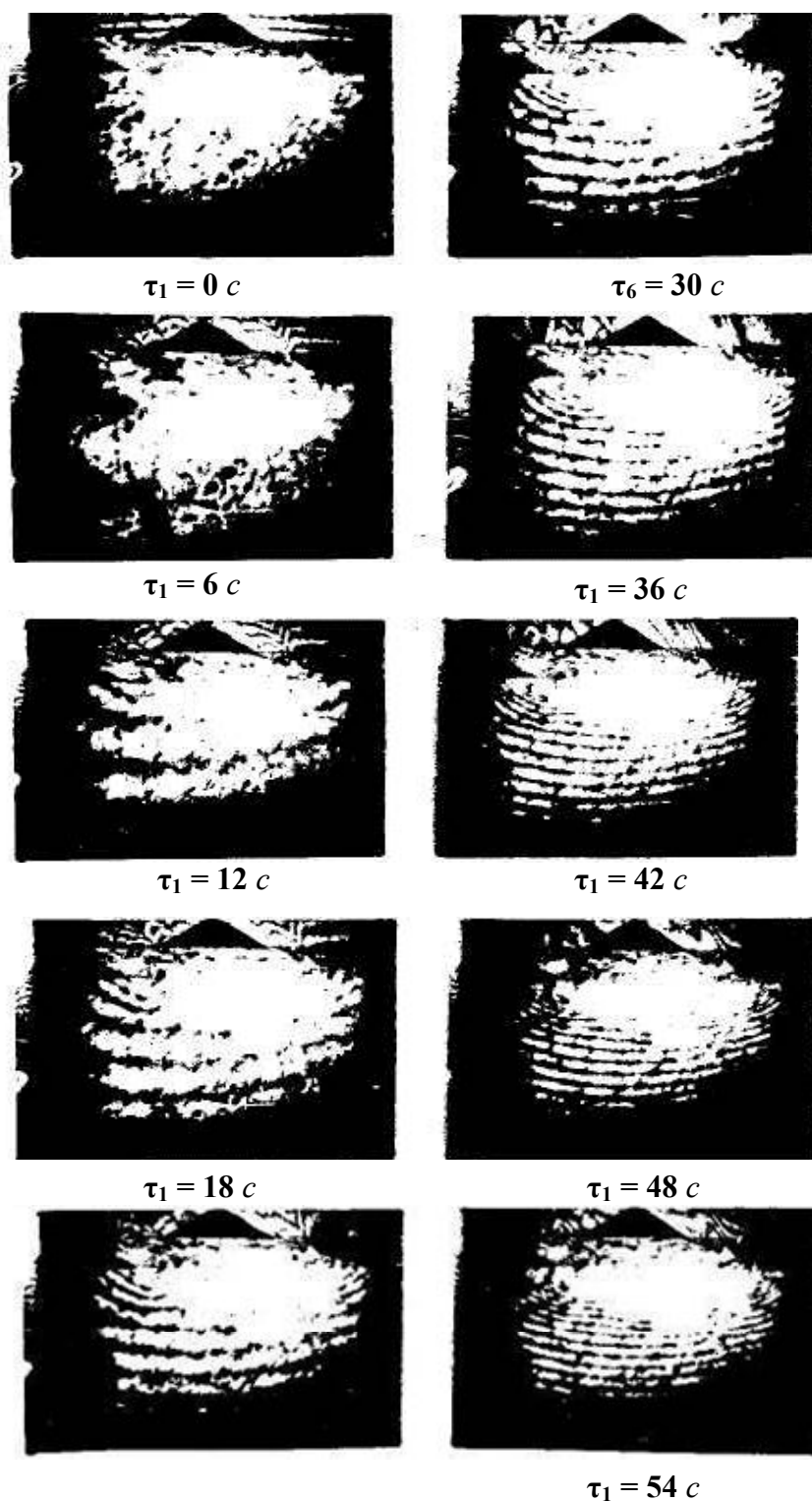


Рис. 1. Голографические интерферограммы пористого образца с малой пористостью ( $\epsilon=5\%$ ), отображающие состояние поверхности через каждые 6с вплоть до предельного состояния, при тепловом потоке  $Q=15\text{Вт}$  ( $q=0,5 \cdot 10^6 \text{Вт/м}^2$ )

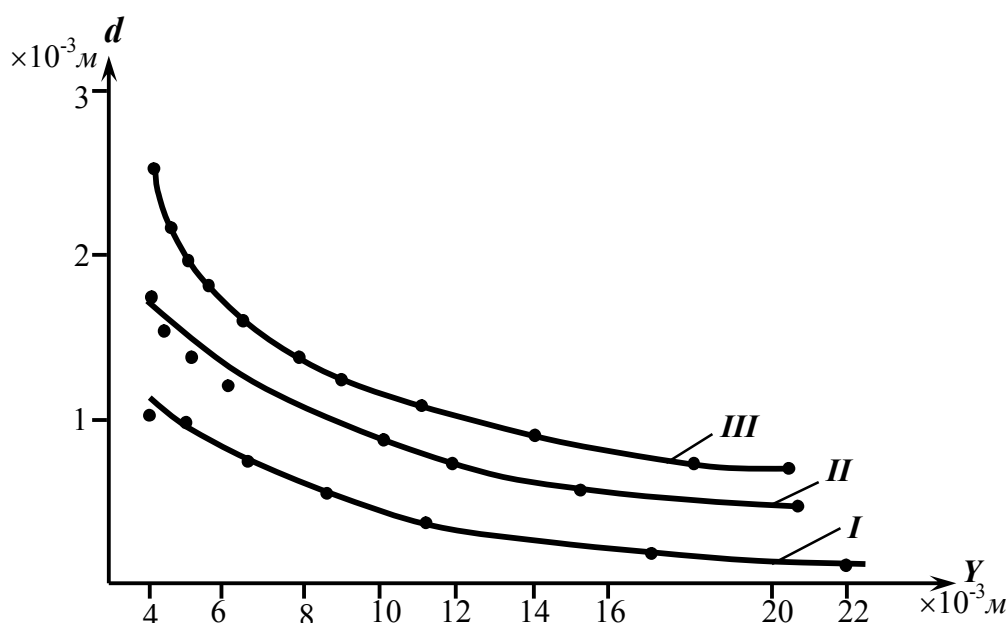


Рис.2. Зависимость перемещений вдоль поверхности образца от центра теплового источника при  $q=5,5$  Вт для различного времени теплового воздействия: I –  $t=15$ с; II –  $t=25$ с; III –  $t=30$ с. Один нагреватель,  $x=0$ , угол -  $38^{\circ}55'$

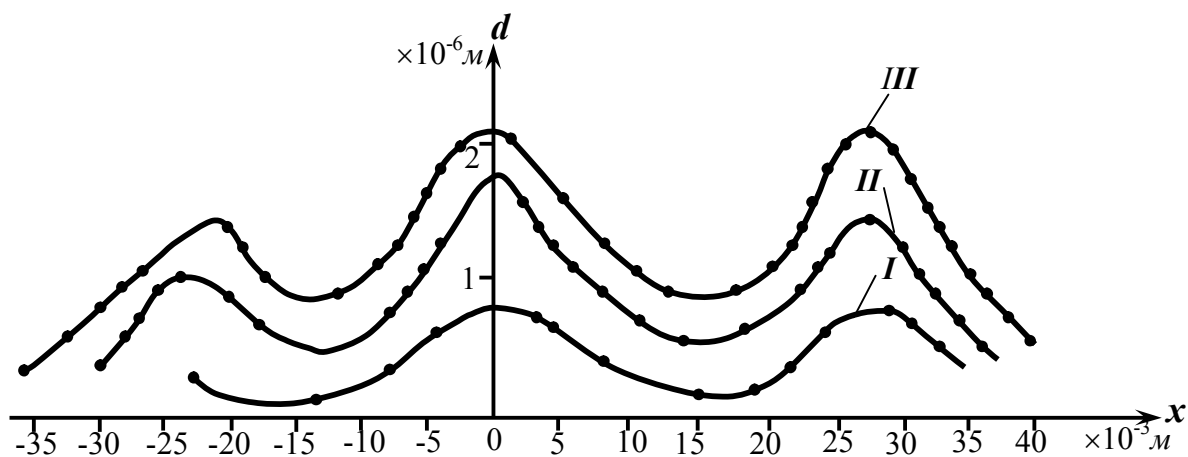


Рис. 3. Зависимость перемещения по плоскости, параллельной плоскости центров тепловых источников ( $y=6 \cdot 10^{-3}$  м), поверхности образца при  $Q=4,8$  Вт для различного теплового воздействия: I –  $t=15$ с; II –  $t=25$ с; III –  $t=30$ с, угол -  $38^{\circ}55'$

Знание закона распределения напряжений в материале позволяет уменьшить вероятность возникновения разрушительных трещин при проектировании, изготовлении и ремонте турбомашин.

Таким образом, проведенные исследования показали эффективность применения оптического метода при моделировании концентраторов напряжений на примере задевания ротора турбомшины. Выявлены распределения термических напряжений объемного образца, расшифрованы голографические интерферограммы и намечены пути снижения вероятности возникновения разрушительных трещин в глубине концентраторов напряжений. Исследования имеют практическое значения в области предельного состояния деталей турбомашин, в том числе имеющих различную пористость.

ЛИТЕРАТУРА

1. Трухний А.Д., Лосев С.М. Стационарные паровые турбины. – М.: Энергоиздат, 1981.- 456с.
2. Молочек В.А. Ремонт паровых турбин. – М.: Энергия, 1968. – 376с.
3. V.M. Polayev, A.N. Genbach, A.A. Genbach / An experimental study of thermal stress in porous materials by methods of holography and photoelasticity // Experimental thermal and fluid science, crème of the Americas, New York, volum 5, number 6, november. – 1992. – p. 697-702
4. Островский Ю.Н., Бугусов М.М., Островская Г.В. Голографическая интерферометрия. – М.: Наука, 1977.

Генбач А.А., Исламов Ф.А.

**Турбина роторын тиіп кету үдерісін модельдеу**

**Түйіндеме.** Турбомашиналарда әсіресе жөндеу жұмыстарынан кейін болатын болатын кернеу шоғырландырғыштары қарастырылады. Голографиялық интерферометрия көмегімен кернеулер мен деформациялардың визуализациясы жүргізілді. Интерферограммаларды тіркеу нақтылы уақыт масштабында жасалды. Кернеу шоғырландырғыштарының аймағындағы әртүрлі ақаулар айқындалды. Бір және үш жылу көздері бар кезіндегі материалдың орнын ауыстыруының тәуелділіктері тұрғызылды.

Генбач А.А., Исламов Ф.А.

**Моделирование процесса задевания ротора турбины**

**Резюме.** Рассматриваются возможные концентраторы напряжений в турбомашинах, особенно имеющие место после проведения ремонтных работ. Проведена визуализация напряжений и деформаций с помощью голографической интерферометрии. Регистрация интерферограмм производилась в реальном масштабе времени. Выявлены различные дефекты в области концентраторов напряжений. Построены зависимости перемещений материала при одном и трех источников тепла.

Genbach A.A., Islamov F.A.

**Modeling the process of touching turbines rotor**

**Summary.** Possible stress raisers are being regarded in turbo machines especially occurring after repairs. Visualization of stress and deformation is held with the help of holographic interferometry. The registration of interferogramme was conducted in real time. Different defects are revealed in the field of stress concentrators. Dependences of material transference are built at one and three heat resource.

УДК 681.51

**С.Т. Искаков, П.А. Ермакбаев**

(Национальный университет обороны, г. Щучинск, Республика Казахстан)

**ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛОЖЕНИЙ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА ДЛЯ РАЗРАБОТКИ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Современное общество ставит перед исследователями проблемы, понимание которых и их качественное и своевременное решение невозможно без системных представлений об окружающей нас действительности. С непрерывным развитием науки и техники и постоянным усложнением производственно-технологических процессов значительно обозначилась проблема своевременного принятия рациональных решений по любым вопросам из множества альтернативных вариантов. Ведущими учеными утверждается, что системность является неотъемлемой составляющей существования материи, а время, пространство, движение и структурированность представляют собой только лишь частные проявления и аспекты системности материального мира. Если в процессе функционирования какой-либо абстрактной системы возникает проблема, то отмечается ее недостаточная системность и устранение которой возможно достичь только за счет перехода на новый и более качественный уровень системности. С учетом изложенного под системой будем понимать общую методологию исследования процессов и явлений, проектирования, создания и совершенствования объектов, комплексов методов и средств для достижения целей, способы постановки и упорядочения проблем, отнесенных к какой-либо области или отрасли человеческих знаний, как множества взаимосвязанных между собой элементов, находящихся в строго

определенных отношениях и связях друг с другом, образующих интегрированную целостность и единство [1, 2].

Одним из основных принципов системности и базовым для общей теории сложных систем является принцип изоморфизма, который отражает всеобщность взгляда на объекты и процессы, как на некоторую систему, и подразумевает полное или частичное наличие соответствия структуры одной системы структуре другой, подобной ей в том или ином отношении. Основываясь на этом принципе, имеется возможность изучения систем любой сложности на основании построения и анализа их моделей с дальнейшей адаптацией полученных результатов к реально функционирующей системе. Одновременно следует учитывать и возможность внезапного скачкообразного изменения каких-либо свойств, характеристик или параметров изучаемых систем, что проявляется в принципе эмерджентности, а также влияние других основных свойства систем (динамичность, интегративность, структурируемость, развиваемость, и другие) и всех возможных воздействий от факторов внешней среды [3, 4].

Следует отметить, что и современные подходы в исследовании, создании и совершенствовании каких-либо сложных технико-технологических объектов основываются на применении основных положений системности и использовании системного подхода для решения возникающих проблем [5].

Поэтому предлагается создание и изучение сложных военно-технических систем (СВТС) с позиций системного подхода (СП) и выявлением основных направлений совершенствования их основных качественных и количественных показателей для обеспечения более полноценного функционирования во взаимосвязи и взаимодействии с другими системами и с окружающей средой. При этом совершенствование системы должно осуществляться с учетом всех основных свойств и принципов системности рассматриваемого объекта.

В настоящее время ведущими вузами, научно-исследовательскими организациями и предприятиями стран СНГ и стран Европейского Союза содружества активно ведутся исследования в следующих областях ресурсосберегающих технологий:

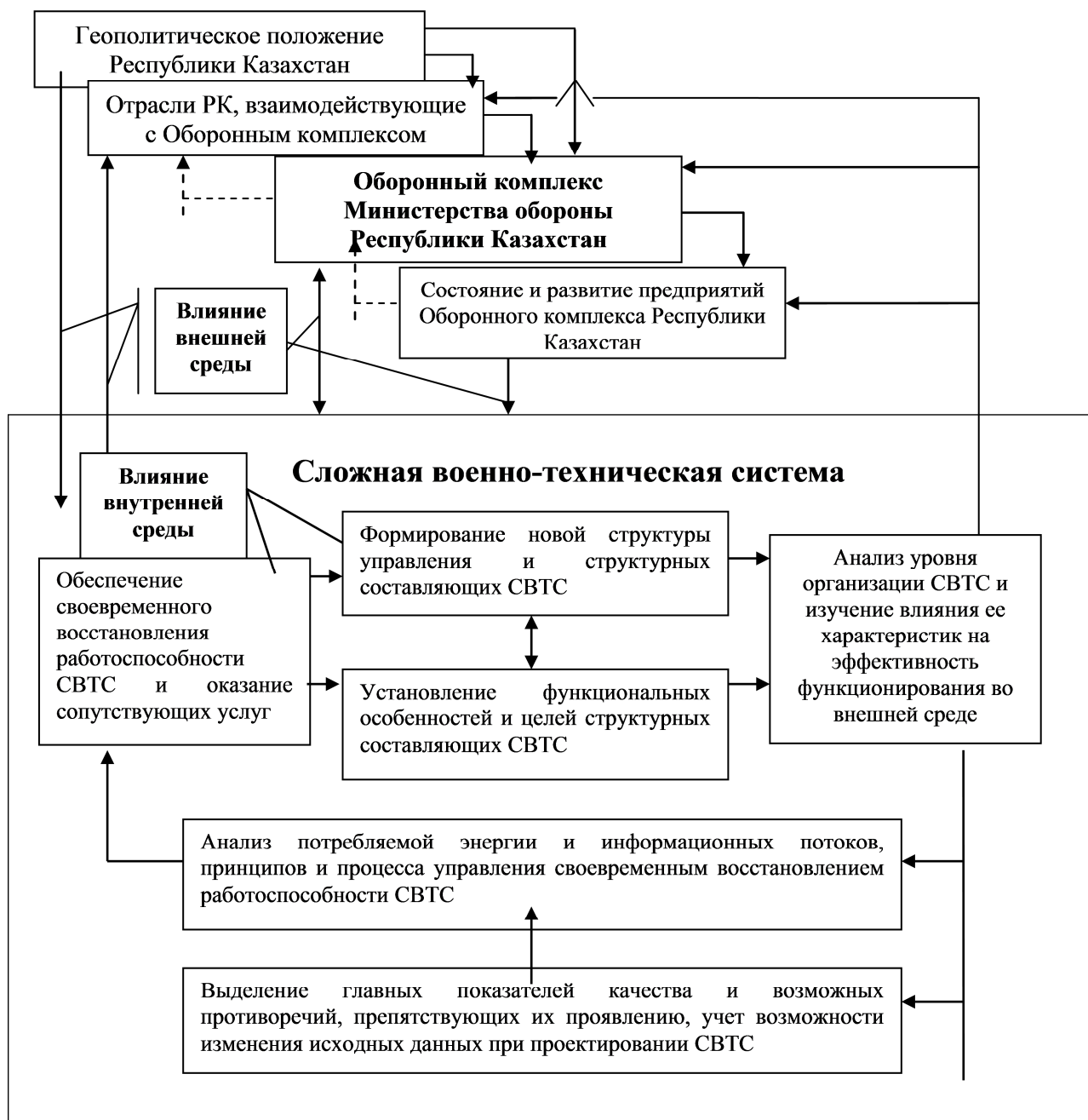
- при производстве, эксплуатации, техническом обслуживании, ремонте и утилизации различных видов технических систем;
- при использовании прогрессивных технологий в строительном комплексе;
- при производстве, переработке и хранении различных видов продукции.

Так, в результате обсуждений многочисленных докладов и дискуссий участниками на различных форумах и конференциях сформированы и определены перспективные направления для развития новых ресурсосберегающих технологий с широкой пропагандой научных достижений для их внедрения в народное хозяйство.

Учитывая выше изложенные требования, влияющие на создание технических объектов, можно сформулировать общую проблему рационального взаимодействия предприятий народного хозяйства и оборонно-промышленного комплекса Республики Казахстан с учетом положений современного развития и совершенствования СВТС. При этом необходимо осуществить рациональное размещение предприятия различных отраслей, обеспечивающих своевременный выпуск и распределение своей продукции для потребителей, а также развитие их производственных мощностей на длительный период, при котором:

- полностью удовлетворяется спрос всех потребителей на все виды продукции для создания новых видов СВТС, их совершенствования и восстановления работоспособности;
- выпуск продукции на каждом предприятии является реально возможным исходя из материально-технической базы каждого предприятия;
- все предприятия своевременно обеспечиваются энергией, информацией, сырьем и необходимыми материалами;
- общие затраты энергии по всей отрасли на производство продукции и транспортировку потребляемых ресурсов и выпуск готовой продукции являются минимальными.

На основании вышеизложенного разработана структурная схема проведения исследований по созданию, совершенствованию и поддержанию в работоспособном состоянии СВТС на основании СП, позволяющая более наглядно установить возможные взаимосвязи между его основными методологическими требованиями (см. рисунок 1).



**Рис. 1.** Системный подход в исследовании и совершенствовании сложной системы «Внешняя среда – СВТС»

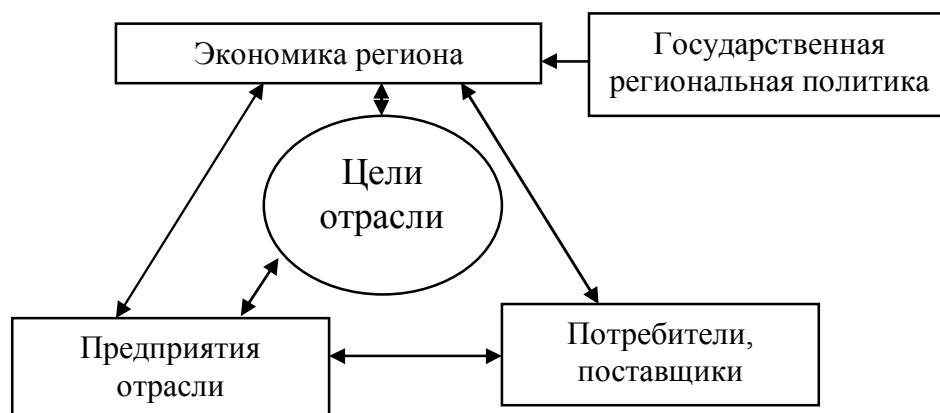
На основании СП каждая СВТС требует для своего применения и дальнейшего совершенствования дополнительно энергию и информацию, при этом, принимая ее рациональность во всем, в том числе и в использовании выделяемой энергии, необходимо учитывать, что:

1) Создание или совершенствование любого вида подсистем и элементов СВТС требует затрат определенного количества энергии, которая расходуется в определенном месте и в определенный промежуток времени и может быть представлена в виде эквивалента их стоимости.

2) Подсистемы и элементы СВТС изготавливаются в течение определенного времени и с какой-то целью (например, для выполнения каких-либо технологических работ, например, как сырье или полуфабрикат или как конечный вид продукта), то в зависимости от торговой марки и их качества, дефицитности и так далее, необходимо учитывать возможные изменения в конечной стоимости изделия.



С учетом имеющихся географических границ региона и характерных особенностей образовавшегося регионального рынка, а также произошедших изменений во внешней среде, любая отрасль РК претерпела изменения, которые были учтены в произошедшей трансформации региональной сложной системы (см. рисунок 2).



**Рис. 2.** Трансформация региональной отраслевой системы по отношению к поставщикам и потребителям отраслевой продукции и услуг

Так, например, в условиях становления рыночной экономики в регионе с учетом факторов внутренней и внешней сред предприятиями и организациями региона были скорректированы цель и задачи, а также разработана стратегия диверсификации в их деятельности в отношении промышленной продукции.

Современные требования, предъявляемые к СВТС, являющихся многофункциональными боевыми средствами, заключаются в том, что для ведения боевых действий в локальных войнах они должны быть: хорошо вооружены, мобильны, маневренны и малозаметны, а также оснащены надежными системами управления огнем и системами защиты и т.д. [5].

В связи с этим первоначально основными аспектами при рассмотрении вопросов совершенствования СВТС необходимо:

- проанализировать существующие подсистемы СВТС, обеспечивающие своевременное и эффективное выполнение функциональных требований;
- выполнить анализ существующих и перспективных средств поражения (некоторые из которых способны преодолевать и активную защиту, например, РПГ-30, РПГ-32 «Хашим», ПГ-29В и другие);
- изучить возможности созданных технических объектов, повышающих мобильность, надежность, защиту СВТС и т.д.; а также разработать новые или усовершенствовать существующие, выбрать наилучшие, перспективные и отвечающие современным требованиям подсистемы.

Так, например, необходимое обеспечение защищенности бронетанковой техники от стремительно развивающихся поражающих средств возможно только комплексном рассмотрении всех вопросов защиты. При этом приоритетными будут направления, связанные с использованием активных средств противодействия и защиты с применением средств снижения заметности СВТС.

На основании СП для каждой СВТС с целью рационального ее использования (эксплуатации) и дальнейшего совершенствования необходимо учитывать, что:

- внешняя среда определенными полномочиями, своими свойствами и взаимосвязями оказывает влияние на основные свойства и характеристики совершенствуемой системы, которая должна адекватно в адаптивном режиме перестраиваться с учетом возникших возмущений из внешней среды в определенные промежутки времени;
- выполнить нормативное и изыскательское прогнозирование состояния СВТС с только им присущими интегративными качествами, свойствами и характеристиками, внутренними взаимосвязям между подсистемами и элементами системы, а также связями с внешней средой;

- проанализировать изменения в СВТС и сравнить тенденции этих изменений между собой с установлением особенностей влияния их между собой и взаимосвязями рассматриваемых параметров и характеристик, учитывая только им присущие и уникальные свойства, рассматриваемые с позиций общей теории сложных систем;
- оценить влияние внешней среды на СВТС, а также реакцию ее реагирования от воздействий внешней среды;
- выяснить, как должна взаимодействовать эргатическая подсистема с СВТС, что в ней и с ней должно происходить, как удерживать ее состояние в положении равновесия, что необходимо сделать для ее устойчивости и эффективности, что должно выступить в качестве регулятора и какие управленческие действия в этом случае должны быть приняты и на каком уровне;
- ввести критерии, ограничения и допущения с целью оптимизации и формализации взаимосвязей между подсистемами и элементами между собой в рассматриваемых СВТС с учетом энергетических и информационных взаимосвязей между подсистемами [4];
- рассмотреть, возможно ли спрогнозировать изменение внешней среды по каким-либо показателям и что может стать индикатором, сигналом к своевременному совершенствованию и изменению СВТС [6]. Какой нужен промежуток времени, чтобы подготовиться и иметь противодействие внешней среде?
- проанализировать связь региональных отраслей с энергетикой и добывающими отраслями и произвести кластерный анализ, установить какие качественные и количественные изменения происходили в энергетике и добывающих отраслях с учетом энергетической и пространственно-временной картин развития окружающей нас действительности для установления необходимых ресурсов и мощностей совершенствования СВТС;
- на основе морфологического анализа предложить рациональные структуры и компоновки (схемы) подсистем СВТС с экономико-технологическим и организационным обоснованием их функционирования и применения;
- спланировать выход всех исследований на повышение качества и надежность функционирования СВТС, выявить их слабые подсистемы и элементы (звенья) и связи между ними, влияющими на эффективность и устойчивость развития, указать перспективные подходы в принятии рациональных решений, разработать методологию управления такими системами.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Абраменков Д.Э., Абраменков Э.А., Грузин В.В. Методология научного творчества. Учебник. 2-е изд., перераб. и доп. – Караганда: Болашак-Баспа, 2007. – 337с.
2. Юзвизин И.И. Основы информатиологии. Учебник. Издание 2-е, переработанное и дополненное. – М.: Международное издательство «Информатиология»; «Высшая школа», 2000. – 517с.
3. Грузин В.В. Основы системного анализа. Учебное пособие. Караганда: Болашак-Баспа, 2007. – 160с.
4. Грузин В.В. Основы теории информационных систем: Учебное пособие. – Караганда: Болашак-Баспа, 2004. – 115с.
5. Ермакбаев П.А., Радоман Б.В. Приоритетные направления развития отечественной оборонной промышленности и её специализация. Военно-теоретический журнал «Бағдар» №2, 2007. –77-82с.
6. Грузин В.В., Нуракова А.С. Управление в системе технического сервиса дорожных машин (на примере РГП «КАЗАХАВТОДОР»). Монография. Караганда: Болашак-Баспа, 2007. – 170с.

Искаков С.Т., Ермакбаев П.А.

#### **Күрделі техникалық жүйелерді өңдеудің жүйелі тәсілдерін қолдану тәртібі**

**Түйіндемe.** Күрделі әскери-техникалық жүйені (КӨТЖ) жүйелі тәсіл (ЖТ) тұрғысынан зерттеу мен құрастыру ұсынылуда. Еліміздің халық-шаруашылық кәсіпорындары мен қорғаныс өнеркәсіпті кешенінің рационалды әрекет етуінің жалпы мәселесі тұжырымдалды. Жүйелі тәсіл негізінде, КӨТЖ-ні жетілдірудің негізгі бағыттары анықталды.

Iskakov S., Yermekbayeva P.

#### **Usage of stated of system principle for the development of complicated technical systems**

**Summary.** There offered to create and study Complicated Military Technical System (CMTS) from side of system approach. General problem of rational interaction between national economy enterprises and defense manufactured complex of country is formulated. On base of system approach there defined main directions of developing CMTS.

УДК 621.39.075

**А.М. Дараев, А.Н. Алферов**

(Алматинский университет энергетики и связи, Алматы, Республика Казахстан)

**СИСТЕМЫ СЛЕЖЕНИЯ ЗА СОЛНЦЕМ ДЛЯ ГЕЛИОЭНЕРГЕТИКИ**

**Аннотация:** В статье рассматриваются вопросы повышения к.п.д. Солнечных фотоэлектрических станций. Производится краткий обзор существующих систем слежения за Солнцем и приведены результаты проведенного эксперимента.

**Ключевые слова:** системы слежения за солнцем, солнечные батареи, возобновляемые источники энергии.

Актуальность представленной тематики обусловлена высокими темпами развития солнечной энергетики и расширением географии использования солнечных батарей (СБ) в солнечных фотоэлектрических станциях (СФЭС) во всех регионах, Республики Казахстан.

Снижение стоимости производства электроэнергии в гелиоэнергетике возможно двумя путями: снижение стоимости СБ и повышение КПД. Первая проблема решается следующими путями:

- удешевлением производства - созданы цеха автоматического производства СБ, для обслуживания которых необходима пара человек;
- удешевлением кремния путем замены монокристалла кремния на поликристалл и мультикристалл кремния;

Что касается второй проблемы, то можно повысить КПД СБ:

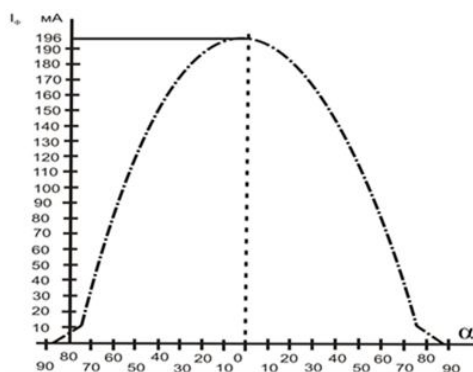
- используя тандем, многослойный фотоприемник на гетеропереходах, хотя это увеличивает стоимость;
- применяя двусторонние фотоэлектрические преобразователи (ФЭП), что незначительно улучшает КПД;
- добавив различные концентраторы, которые наряду с увеличением фототока, сопровождаются повышением температуры элементов СБ, что негативно влияет на КПД;
- введя систему слежения за солнцем.

Потребители часто используют неподвижные, сориентированные строго на юг системы, но это в основном в частных домах, когда на крышу имеющегося строения крепят неподвижные СФЭС; либо на крышу зданий, где нет возможности устанавливать системы слежения, либо в районах, подверженных сильным ветровым воздействиям. Но в подавляющих случаях все конструкторы стараются устанавливать системы слежения, электроприводы гелиоустановок, так как системы привода СФЭС позволяют экономить и вырабатывать значительное количество электроэнергии, что будет показано ниже.

На рисунке 1. представлена экспериментально полученная [1,2,3] зависимость фототока  $I_{\phi}$  от угла падения излучения  $\alpha_i$ .

Методом графического интегрирования среднее значения фототока при изменении углов падения от  $0^{\circ}$  до  $180^{\circ}$  определим  $I_{\phi, \text{cp}} = 110$  мА.

$$\varepsilon = \frac{I_{\phi, \text{max}} - I_{\phi, \text{cp}}}{I_{\phi, \text{max}}} \cdot 100\% = \frac{196 - 110}{196} \cdot 100\% = 44\% \quad (1)$$



**Рис. 1.** Зависимость силы тока фотопреобразователя от угла падения излучения

Таким образом, если гелиоустановка неподвижна и сориентирована в полдень по направлению на Солнце, то она теряет порядка 40% по сравнению с подвижной гелиоустановкой при условии, что часовой угол восхода и захода составляет соответственно  $0^{\circ}$  до  $180^{\circ}$  и весь световой день доступна прямая солнечная радиация.

Отсюда следует, что решающим фактором КПД СФЭС является ориентация СФЭС за источником излучения, т.е. за Солнцем.

Следящая система обеспечивает более равномерное генерирование электричества с утра до захода солнца.

Существует несколько способов слежения за солнцем

- ручная наводка на солнце;
- пассивные системы (основаны на программирование алгоритма управления СБ);
- активные системы, которые, в свою очередь, имеют несколько различных решений.

Первый способ наименее приемлем, так как имеет наименьшую точность, напрямую зависит от работы оператора, требует постоянного обслуживания, зато отличается простотой.

Пассивный способ: система слежения за солнцем по азимуту и углу, основанная на расчетно-постоянных характеристиках, которые соответствуют географическому месту установки СБ и обеспечивают необходимую скорость вращения в азимутальном и вертикальном направлении в течение дня с учетом времени года. Для реализации этого метода необходимо определить постоянные исходные величины, которые будут положены в основу расчета для исполнительных механизмов, работающих в системе слежения за солнцем. Создание на основе расчетов программы управления СБ. Недостатками данного устройства является введения поправок на сезонную высоту склонения Солнца, сложность программирования, программа является приемлемой только для одного географического положения СБ.

Активные системы получили наибольшее развитие.

В настоящее время можно предположить, что компьютерное управление будет вытесняться, уступая место управлению от датчиков рассогласования для всех типов энергетических гелиоустановок [4,5,6] обеспечивающих высокую точность, широкий угол захвата и высокую надежность,

Схема датчика слежения без вмешательства извне способна ориентировать солнечную батарею по наилучшей освещенности.

Для поддержания оптимальной освещенности солнечных батарей разработаны разнообразные системы слежения за Солнцем - от простейших аналоговых до аналогово-цифровых. Данные системы, в основном, рассчитаны на изменения солнечной освещенности и срабатывают в результате изменения угла освещенности. В нашей работе такая система приводится в исходное рабочее состояние и не требует постоянного вмешательства персонала в работу системы.

При ориентации на солнце освещены все четыре фотодатчика. Солнце в процессе своего движения по небосводу изменит освещенность фотоприемника и 2 или 3 фотодатчика окажутся в тени. Что немедленно отследит схема управления.

Фото датчика слежения показано на рисунке 2.

Для защиты фотодиодов от избыточного излучения применяются светофильтры.



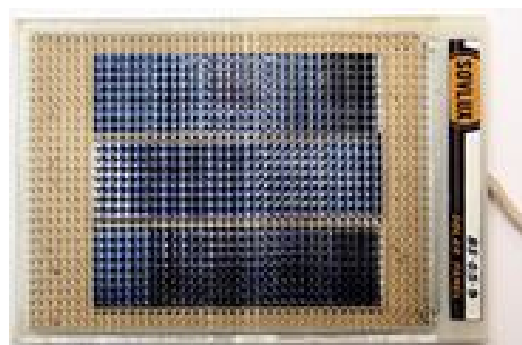
**Рис. 2.** Фото датчика слежения

Самым приемлемым вариантом для реализации является датчик слежения, отличающийся простотой конструкции, широким ассортиментом и доступностью входящих в него фотоприемников, имеющих разнообразные характеристики. Инерционность такого прибора оценивается в пределах десятых долей секунды.

В нашей работе проведен эксперимент для сравнения следящей и стационарной системы СБ. Фото следящей и стационарной системы представлены на рис.3,4.



**Рис. 3.** Фото следящей системы



**Рис. 4.** Фото панели для стационарной системы

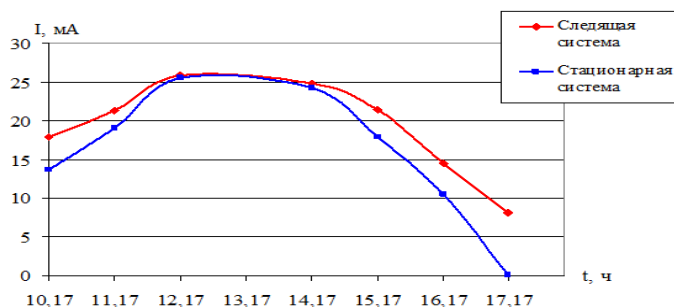
Датчик слежения снабжен окном для реверса, для возвращения системы в исходное состояние, в утреннее время.



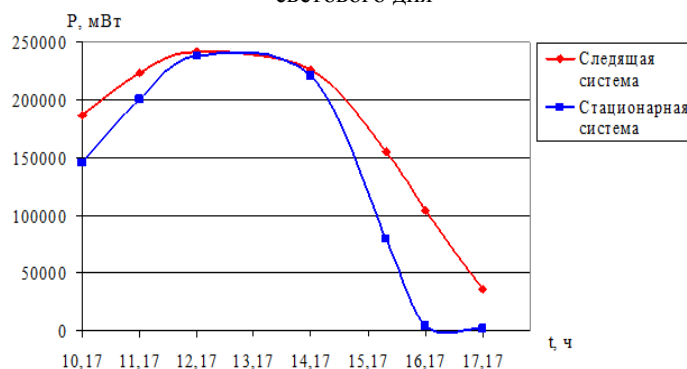
**Рис. 4.** Вид сзади, окно для реверса

На рисунке би 7 показаны зависимости средне-результатирующие значения тока и мощности по времени. Эксперимент проходил в АУЭС, на крыше корпуса Б, в течение светового дня, с опытным образцом следящей системой СЭП, и неподвижной стационарной системой. Измерения проводились с помощью цифрового тестера.

Максимальное значение тока по графику видно  $I_{\text{ср,маx}} = 26$  мА.  
Используя формулу (1) получим  $I_{\text{ф,ср}} = 15$  мА, в нашем случае КПД установки равно 42%.



**Рис. 6.** График зависимости тока фотопанели от времени следящей и стационарной системы в течение светового дня



**Рис. 7.** График зависимости мощности вырабатываемой фотопанелями от времени следящей и стационарной системы в течение светового дня

Выводы по работе.

1. Обосновано применение следящих систем за Солнцем для повышения КПД СФЭС.
2. Проведен анализ существующих систем слежения за солнцем. Наиболее приемлемой является датчик слежения.
3. По итогам проведенных экспериментов в АУЭС, КПД установки СФЭС за счёт следящей системы был увеличен на 42%.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Овсянников Е.М. Электропривод энергетической гелиоустановки // Привод и управление. 2000. №2. - С.4-9.
2. Овсянников Е.М. Электроприводы гелиоустановок наземного и космического базирования. Теория и практика. Автореферат докторской диссертации. – М.: МЭИ, 2003, 40с.
3. Сорокин Г. А. Электроприводы энергетических гелиоустановок без концентрации излучения. Автореферат кандидатской диссертации. – М.: МЭИ. 2005-23с
4. Овсянников Е.М., Датчики рассогласования для следящих электроприводов гелиоустановок. – Привод и управление, 2001. №1. - с.13-17.
5. Овсянников Е.М., Агафонов М.С., Разработка фотоэлектрических датчиков рассогласования для электроприводов гелиоустановок, – М.: МЭИ, 1997. - с.107-115.
6. Терехов В.М., Овсянников Е.М., Гулям Савар. Оптимизация режимов слежения по потерям электроэнергии в тихоходных следящих электроприводах. – Издательство МЭИ, 1995. С.29-34.

#### REFERENCES

1. Ovsiannikov E. M. E'lektroprivod energeticheskoi gelioustanovki // Privodi upravlenie. 2000. №2. - S.4-9.
2. Ovsiannikov E. M. E'lektroprivody gelioustanovok nazemnogo i kosmicheskogo bazirovaniia. Teoriia i praktika. Avtoreferat doqtorskoi dissertatsii. – M.: MEI, 2003, 40s.
3. Sorokin G. A. E'lektroprivody energeticheskikh gelioustanovok bez qoncentratsii izlucheniia. Avtoreferat qandidskoi` dissertatsii. – M.: MEI. 2005-23s

4. Ovsianiqov E.M., Datchiqi rassoglasovaniia dlia slediashchikh eleqtroprivodov gelioustanovoq.–Privodi upravlenie, 2001. №1.-s13-17.

5. Ovsianiqov E.M., Agafonov M.S., Razrabotka fotoeleqtrichesqikh datch iqov rassoglasovaniia dlia eleqtroprivodov gelioustanovoq, –M.: MEI, 1997.-s.107-115.

6. Terehov V.M., Ovsianiqov E.M., GuliamSavar. Optimizatsiia rezhimov slezheniia po poteriam eleqtroenergii v tihohodnykh slediashchikh eleqtroprivodakh.– Izdatelstvo MEI, 1995. S.29-34.

Дараев А., Алферов А.

**Андудың жүйелері соң күнмен гелиоэнергетика үшін**

**Түйіндеме:** Айтылмыш мақалада к.п.д. көтермелеуінің сұрақтары қарастырылады. Жайма-шуақ фотоэлектрлік бекеттердің. Андудың бар жүйесінің қысқа шолуы соң күнмен өндіріледі және өткіздір-өткізу эксперименттің нәтижелері келтірілген.

**Түйін сөздер:** андудың жүйелерінің соң күнмен, жайма-шуақ батарея, қайраттың жаңартылмалы бастаулары.

Daraev A., Alferov A.

**Sun tracking system for solar energy**

**Summary:** This article discusses the issues of improving the efficiency Solar photovoltaic power plants. A brief overview of existing systems track the sun, and the results of the experiment.

**Key words:** sun tracking system, solar panels, renewable energy.

УДК 519.7

**М.Н. Калимолдаев, О.Ж. Мамырбаев, Р.Р. Мусабаев, Ж.Н. Оразбеков**

(Институт проблем информатики и управления Министерства образования и науки Алматы, Республики Казахстан)

**АВТОМАТИЧЕСКАЯ СЕГМЕНТАЦИЯ РЕЧИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНФОРМАЦИИ О СРЕДНЕЙ ЧАСТОТЕ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ УРОВНЕЙ**

**Аннотация.** Исследованы новые методы определения автоматически производных единиц для классификации речи в сегменты. Для обнаружения изменения сигналов, временные признаки более надежны, чем стандартная доменная методика вектора признаков. Мы представляем метод, основанный на средней частоте пересечения уровней, с целью выявления значительных временных изменений сигнала. В данной методике, распределяющей уровни, используется адаптационная схема распределения уровней в зависимости от отношения «сигнал/шум». Мы сравниваем показатели сегментации с ручной фонетической сегментацией, а также с результатами, полученными на основании изучения сегментации максимальной вероятности для предложений. Метод средней частоты пересечения уровней соответствует наиболее приемлемым показателям сегментации без предварительного знания количества сегментов как в сегментации максимальной вероятности.

**Ключевые слова:** распознавание речи, средняя частота пересечения уровней, сегментация речи, спектральное измерение перехода, максимальная вероятность.

**Введение.** В 60-х годах Д.Р. Редди [1] разработал схему речевой сегментации, используя изменение уровней интенсивности и число подсчетов перехода сигнала через нуль, при этом были получены другие программные параметры на основе визуального осмотра формы колебаний сигнала. В последнее время используются спектрограммы [2] иерархической акустической сегментации непрерывной речи. Ван Гемерт [3] использовал измерение внутрикадровой корреляции между спектральными признаками для получения однородных сегментов. Для сегментации также использовалось статистическое моделирование (AR, ARMA) [4] речи путем обнаружения последовательных резких изменений параметров модели. Автоматическая фонетическая сегментация, основанная на скрытой Марковской модели [5], требует данных углубленного обучения, однако они сообщили об очень высокой степени точности сегментации. Общераспространенная методика на основе вектора признаков для речевой сегментации – это спектральное измерение перехода и

сегментация максимальной вероятности [6]. Из спектральных доменных методов, широко используется максимальная вероятность для сегментации телефонного уровня.

Вследствие коартикуляционных эффектов, спектральный переход через границы некоторых фонем не четко определен в сигнале и начинают отчетливо появляться границы фонем в пределах предыдущих фонем. Вопрос, таким образом, заключается в том, не упускаем ли мы полезную временную информацию, когда работаем в спектральной области. Кроме того, остается нерешенным вопрос относительно того, до какой степени будут шумоустойчивы спектральные признаки. Было доказано, что [7] максимальная концентрация свободных носителей служит в качестве набора помехоустойчивых параметров для речевой сегментации. Мы хотели бы сравнить свой метод представления во временной области со спектральными доменными методами (используя максимальную концентрацию свободных носителей) для автоматической сегментации. Поскольку во временной области больше информации, мы исследуем подход с представлением во временной области, который предусматривает использование признака, восприимчивого к изменениям, как амплитуды, так и частоты сигнала. Частота пересечения уровней является таким признаком и обосновывается на основании анализа человеческого слуха. Считается, что нейтральное преобразование (трансдукция) на выходе передней части ушного лабиринта имеет форму детекторов пересечения уровней. Данный подход был использован Гитцей [8] для разработки шумоустойчивого препроцессора с целью распознавания речи. В его работе была предложена модель сводной поинтервальной гистограммы в качестве внутреннего представления, откуда извлекается спектральная информация. Хотя модель сводной поинтервальной гистограммы логически вытекает из подхода разделения полосы частот сигнала, мы будем использовать сигнал с полной полосой частот во временной области.

**Сегментация с использованием информации о средней частоте пересечения уровней.**

Определяем среднюю частоту пересечения уровней на точке, отобранной в качестве примера, и для определенного уровня, как общей суммы всех уровневых пересечений, которые возникают в отношении данного уровня, в течение короткого промежутка времени вокруг выбранной точки, поделенной на длительность промежутка времени (интервала). На основе информации 2D уровневой скорости перехода сигнала, мы получаем среднюю частоту пересечения уровней на каждой точке за счет суммирования частоты пересечения на всех уровнях. Обоснование использования временной информации для сегментации заключается в том, что когда мы переходим от одной фонемы к следующей фонеме, в большинстве случаев, отмечается заметное изменение в конфигурации речевого тракта. Мы предполагаем, что данная точка изменения должна быть выражена через углубление в длину в кривой средней частоты пересечения уровней. Когда сигнал одной фонемы затихает для того, чтобы уступить место другому, данное изменение четко проявится благодаря значительному изменению, как амплитуды, так и частоты, и кривая средней частоты пересечения уровней, восприимчивая к обоим указанным параметрам, сможет позволить отслеживать такие изменения. После расчета средней частоты пересечения уровней, мы выравниваем ее, используя фильтр скользящего среднего значения для удобства определения границ сегментов. На рисунке 1 показано, как средняя частота пересечения уровней позволяет описать изменения свойств формы сигнала.

Рассмотрим пример синтетического сигнала на рисунке 1. Данный сигнал показывает изменения амплитуды и частоты. Отметив точки изменения кривой средней частоты пересечения уровней, а затем применив ограничения продолжительности (как выполняется для речевой сегментации), можно ясно различить границы сегментов, помеченные черным цветом.

**Общее представление о сегментации на основе средней частоты пересечения уровней.**

Используем среднюю частоту пересечения уровней для обнаружения изменений модели сигнала. Для применения уровневого перехода на сигнале, необходимо остановиться на распределении уровней. В своих экспериментах мы использовали равномерное и неравномерное распределение уровней.



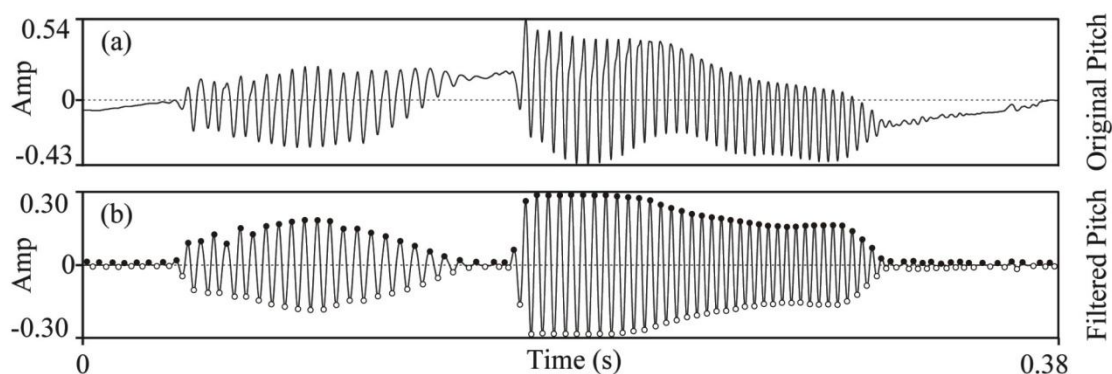


Рис. 1. Средняя частота пересечения уровней, нанесенная на форму сигнала, делает более заметными точки изменения сигнала.

В целом, амплитуда речевого сигнала  $x[n]$  вытекает из лапласовского pdf - уровня, при этом изменения фонем отображаются в пределах определенного сигнала. На основе опыта, отмечается, что в отношении сигнала, амплитуда колеблется таким образом, что  $CDF P(X \leq x)$  находится в пределах  $[0.90, 0.99]$ , и  $[0.01, 0.10]$  – наиболее полезны для обнаружения изменений фонем. В pdf-зависимой схеме, мы распределяем большей уровней в области увеличенных фонемных изменений для обнаружения более незначительных изменений сигнала. Помимо этого, средняя частота пересечения уровней будет восприимчива к шуму, и посредством выполнения pdf-оценки сигнала и шума, мы попробуем включить степень шумоустойчивости в нашу методику. С целью подтверждения данного наблюдения, мы сравнили схемы средней частоты пересечения уровней, с включением и без включения шумоустойчивости (Таблица 1). После рассмотрения вопроса распределения уровней и вопроса шумоустойчивости, мы обнаруживаем пересечения уровней, в пределах окна вокруг каждого образца и для всех уровней. Таким образом, мы преобразовали информацию временной области для пространства нового признака, представленного на каждой точке своей средней частоты пересечения уровней. Для сегментации, нам нужно собрать долины от кривой средней частоты пересечения уровней, которая имеет грубый контур. Для удаления ложных долин, мы применяем среднее сглаживание на кривой средней частоты пересечения уровней.

**Алгоритм сегментации на основе средней частоты пересечения уровней:**

Алгоритм сегментации можно описать следующим образом:

1. Входной сигнал:  $x[n]$ , нормализуемый для расположения в пределах  $[-1, 1]$ , а затем превращаемый в нулевое значение.
2. Уровни  $n_j (1 \leq j \leq J)$ , где  $J$  = общая сумма уровней, могут распределяться с использованием следующих схем:

- a) Равномерное распределение уровней, для покрытия всего динамического диапазона сигнала.
- b) pdf - зависимое, неравномерное распределение уровней.

Для неравномерного распределения уровней, мы выбираем  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$  and  $\lambda_4$  на основе pdf эмпирического сигнала, таким образом, что

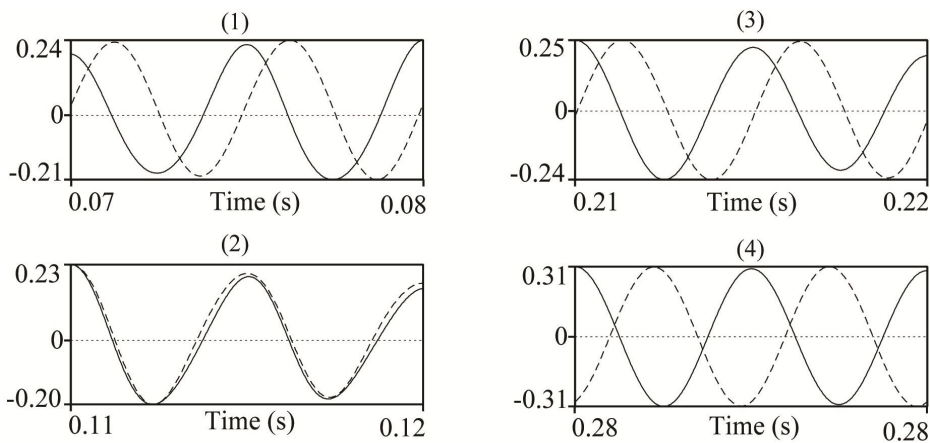
$$\begin{aligned}
 F_s(\lambda_1) &= 0.01 \\
 F_s(\lambda_2) &= 0.10 \\
 F_s(\lambda_3) &= 0.90 \\
 F_s(\lambda_4) &= 0.99.
 \end{aligned}$$

Здесь,  $F_s(x)$  означает CDF сигнал, при значении  $x$ . Гистограмма речевых данных взята в виде приближенного значения ее pdf. Обычно, отношение «сигнал/шум» речи оценивается путем использования шумового изменения областей паузы. Обозначим как  $min$  и  $max$  минимальные и максимальные значения сигнала, соответственно. На основе предложений ТИМІТ установлено, что изменения фонем редко имеют место в сигнале диапазонов  $[\lambda_4, max]$  и  $[min, \lambda_1]$ . Следовательно, мы определяем меньшее количество уровней для данных диапазонов. Относительно взрывных согласных звуков, изменения происходят, в основном, для значений близко к нулю. Таким образом, изменения уровней в  $[\lambda_2, \lambda_3]$  имеют важное значение. Тем не менее, уровни в данном диапазоне также

восприимчивы к шуму. Благодаря распределению большего количества уровней, мы можем обнаружить все незначительные временные изменения за счет ложных вставок. Изменения сигнала наиболее заметны в диапазонах  $[\lambda_1, \lambda_2]$  и  $[\lambda_3, \lambda_4]$ , и таким образом распределяем здесь большее количество уровней. Кроме того, данные уровни более шумоустойчивы.

Для отношения «сигнал/шум»=10дБ, мы распределяем 3,20,4,20 и 3 уровня для данных диапазонов. Хотя не достигнуто оптимального распределения уровней для определенного отношения «сигнал/шум», мы предполагаем, что распределение уровней должно быть адаптивным, в зависимости от отношения «сигнал/шум». Для более низкого отношения «сигнал/шум», мы используем меньшее количество уровней для избежание ложных вставок, за счет упущения некоторых временных изменений. Для более высокого отношения «сигнал/шум», мы сокращаем пространство уровней и распределяем больше уровней в  $[\lambda_1, \lambda_2]$  и  $[\lambda_3, \lambda_4]$  для обнаружения мелких изменений. Аналогичным образом, для схемы равномерного распределения, может использоваться большое количество уровней при высоком отношении «сигнал/шум» для обнаружения мелких изменений. Для отношения «сигнал/шум» 5-10 дБ, мы консервативно используем 13-25 уровней для снижения ошибок вставок, за счет уменьшенного соответствия сегментов.

**Схема шумоустойчивости:** Мы находим pdf фоновой амплитуды на основе гистограммы сигнала, рассчитанного с учетом первоначальной части молчания.



**Рис. 2.** Путем сравнения гистограмм сигнала и шума, определяем диапазон амплитуд, в котором pdf шума является преобладающим.

Выбираем  $\varepsilon_1 (\leq 0)$  и  $\varepsilon_2 (\geq 0)$  таким образом, что

$$f_s(\varepsilon_1) = f_n(\varepsilon_1)$$

$$f_s(\varepsilon_2) = f_n(\varepsilon_2).$$

Здесь  $f_s(x)$  и  $f_n(x)$  означают PDF сигнала и шума, соответственно, при значении  $x$ . Будем избегать уровней в диапазоне  $[\varepsilon_1, \varepsilon_2]$ , для расчета средней частоты пересечения уровней.

4. Для каждой выборки  $x[n]$ , а также уровень  $n_j$ , пересечение уровня  $l(j, n)$  произошло между  $x[n-1]$  и  $x[n]$ , если:

$$(x[n] - n_j)(x[n-1] - n_j) < 0$$

$$l(j, n) = \begin{cases} 1; & \text{если вышеупомянутое условие верно} \\ 0; & \text{в иных случаях} \end{cases}$$

5. Определяем частоту пересечения уровней  $L(j, n)$  для каждого уровня  $n_j$ , при точке выборки  $n$  как:

$$L(j, n) = \sum_{m=n-\Delta}^{n+\Delta} l(j, m) \quad (1)$$

Интервал  $\Delta$  выбран таким образом, что  $2\Delta \approx$  одному периоду тона и не требуется точной оценки тона. Высота тона женского голоса находится в диапазоне 200-300 дБ. В отношении сигнала,

выбранного при 16 КГц. 1 период тона будет соответствовать 80-53 выборкам. Таким образом рассчитали пересечения уровней, в интервале 100 выборки (более 1 периода тона).

6. На основе 2D представления частоты пересечения уровней  $L(j, n)$ , можем получить среднюю частоту пересечения уровней  $E[n]$  для всех уровней:

$$E[n] = \sum_{j=1}^J L(j, n) \quad (2)$$

Можно выровнять среднюю частоту пересечения уровней, используя либо линейный, либо нелинейный фильтр. Простой фильтр скользящего среднего с учетом  $E[n]$  можно определить как:

$$\bar{E}[n] = \sum_{m=-100}^{100} E[n - m] \quad (3)$$

7. После получения вектора  $\bar{E}[n]$ , собираем его значительные длины и таким образом, оцениваем количество сегментов. Для сбора длин, используются следующие речевые свойства:

а) Минимальная продолжительность сегмента = 12 мс.

б) Длина должна служить в качестве местного минимума в пределах интервала в 20 мс. На основе участков  $\bar{E}[n]$ , мы отметили, что фонемные изменения могут происходить в точках значительного изменения уклона  $\bar{E}[n]$ , который может не быть чистыми длинами. Устанавливаем предел допуска  $tol$  для смягчения критерия выбора длин.

Если  $\bar{E}[n] > (1 + tol) \cdot (\bar{E}[n_i])$  тогда  $x[n]$  не является длиной. Здесь  $n_i$  является любой точкой в интервале 20мс, имея  $n$  в виде своей центральной точки и использовали  $tol=0.05$ . Более высокие значения  $tol$  станут причиной возникновения ложных ставок, в одиночной области высокой энергии или высокой частоты, которая может иметь высокое значение  $\bar{E}[n]$ , с некоторыми прерывистыми краями в кривой  $\bar{E}[n]$ .

**Эксперименты и результаты.** Параметры максимальной концентрации свободных носителей обеспечивают наиболее шумоустойчивый признак для сегментации [7]. Для расчета максимальной концентрации свободных носителей, использовали длину окна анализа 20 мс и смещение окна – 10 мс. Для сравнения показателей сегментации на основе средней частоты пересечения уровней, мы выбрали два спектральных доменных метода:

(1) Сегментация максимальной вероятности, используя максимальную концентрацию свободных носителей с симметричным лифтером  $\left(1 + A \sin^2\left(\frac{\pi n m}{L}\right)\right)$ , ( $A = 4$ ,  $L = \text{MFCC носителей} = 16$ ), предложенную в [7].

(2) Спектральное измерение перехода, используя вектор признака и комбинацию лифтера в (2).

Эксперименты проводились на 100 предложениях ( $F_s=16$  кГц) – на основе базы данных ТИМТ – из 10 женского голоса. Речевые данные имеют отношение «сигнал-шум» - 36 дБ, в среднем, в отношении фонового шума в областях молчания. Повторяем эксперимент шумовой речью с отношением «сигнал-шум» - 20, 10 и 5дБ. Для сегментации максимальной вероятности (без всякого ограничения продолжительности), используя максимальную концентрацию свободных носителей как вектор признака, мы допустили то же самое количество сегментов, как предусмотрено базой данных ТИМТ. Спектральное измерение перехода требует глобального определения порога; для того, чтобы обойти данную проблему, нами использовано спектральное измерение перехода с тем же количеством сегментов, как предусмотрено ТИМТ, и только то количество наибольших пиков обнаружено для сегментации. Если полученная граница находится в пределах  $\pm 20$  мс границы ТИМТ, назовем это «соответствием» (M). В случае соответствия двух последовательных границ, считаем это соответствие сегмента (S). Кроме того, отмечаются вставки (I) и удаления (D), сохраняя ограничения  $\pm 20$  мс.

Таблица 1. Показатели сегментации при средней частоте пересечения уровней и другие доменные методы.

Метод	SNR (дБ)	M%	I%	D%	S%
ML	36	80.8	18.8	19.2	50.8
STM	36	70.1	25.2	29.9	34.1
U-LCR	36	78.6	22.8	21.4	44.2
NU-LCR	36	79.8	24.2	20.2	44.5
NU-LCR1	36	84.4	33.2	15.6	45.0
ML	20	78.8	20.8	21.2	46.8
STM	20	68.1	27.1	31.9	31.5
U-LCR	20	72.0	22.9	28.0	40.2
NU-LCR	20	77.6	25.7	22.4	43.2
NU-LCR1	20	79.0	36.0	21.0	39.8
ML	10	73.3	23.8	26.7	41.6
STM	10	65.0	30.2	35.0	28.0
U-LCR	10	69.7	24.9	30.3	37.9
NU-LCR	10	74.2	29.9	25.8	42.4
NU-LCR1	10	77.9	51.0	22.1	27.8
ML	5	70.6	26.4	29.4	38.5
STM	5	63.1	32.2	36.9	27.4
U-LCR	5	67.1	30.7	32.9	36.9
NU-LCR	5	71.2	39.9	28.8	37.7
NU-LCR1	5	65.9	55.0	34.1	23.8

SNR - отношение «сигнал-шум»;

STM - спектральное измерение перехода;

ML – максимальная вероятность;

LCR - частота пересечения уровней;

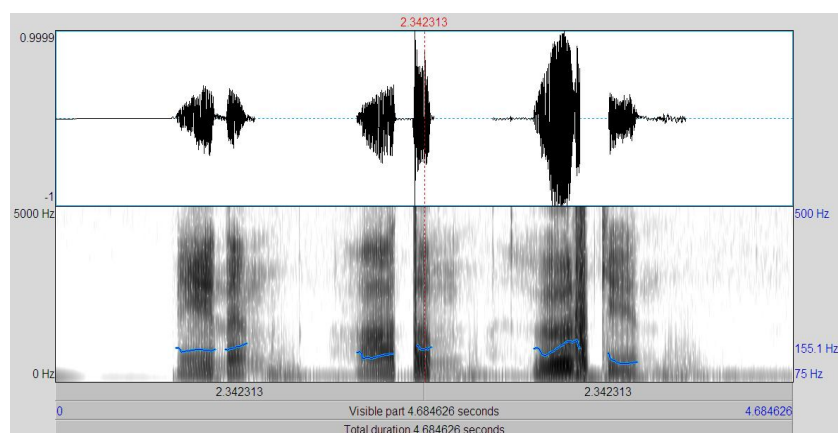
ULCR: метод средней частоты пересечения уровней с равномерным распределением уровней;

NU-LCR: метод средней частоты пересечения уровней с неравномерным распределением уровней (оба метода предусматривают использование схемы шумоустойчивости);

NU-LCR1: метод NU-LCR без схемы шумоустойчивости.

Мы видим, что сегментационная точность метода средней частоты пересечения уровней выше спектрального измерения перехода, но ниже максимальной вероятности. Можно отметить, что методика средней частоты пересечения уровней не предусматривает использования количества информации о сегментах, в отличие от максимальной вероятности или спектрального измерения перехода, и тем не менее обеспечивает показатели, сравнимые с наиболее приемлемыми показателями, т.е. с максимальной вероятностью. Данные показатели устойчивы даже при низком отношении «сигнал-шум» в 5 дБ. Важность схемы шумоустойчивости очевидна при сравнении результатов NU-LCR и NU-LCR1. NU-LCR1 показывает более высокие ложные вставки, которые существенно увеличиваются при низком отношении «сигнал-шум». Для более низкого отношения «сигнал-шум», поскольку  $\bar{E}[n]$  увеличивается, вследствие увеличенных пересечений уровней близко к 0 (как очевидно на основе лапласовского pdf сигнала, а также из-за шума), контуры  $\bar{E}[n]$  максимально повышаются даже при обнаружении в точках неотчетливого изменения фоном и ложных долин. При сравнении схем U-LCR и NU-LCR, мы видим, что точность соответствия подходит больше для NU-LCR, но это происходит за счет более высоких ошибок, которые становятся более заметными при более низком отношении «сигнал-шум». В NU-LCR, мы распределяем больше уровней в диапазонах  $[\lambda_1, \lambda_2]$  и  $[\lambda_3, \lambda_4]$ , и когда межуровневое пространство уменьшается, благодаря шуму можно обнаружить дополнительные пересечения уровней. В U-LCR, когда уровни размещаются везде равномерно, восприимчивость к шуму снижается.

Представляем (на рисунке 3-4) спектрограмму и график сигнала во временной области ('orken.wav'), наряду с  $\bar{E}[n]$  сигнала, который именуется средне выровненная средняя частота пересечения уровней на графиках.



**Рис. 3.** Сравнение ручной границы (ручного управления) и границы средней частоты пересечения уровней сигнала.

Временные изменения сигнала могут четко определяться посредством метода средней частоты пересечения уровней, а сегменты аналогичны тем, которые получены благодаря визуальной проверке формы сигнала. Гласные и дифтонги имеют высокую энергию, в то время как фрикативные согласные имеют более высокое содержание частоты. Назальные и взрывные согласные звуки имеют низкую энергию. Следовательно, с учетом средней частоты пересечения уровней, данные фонемы можно легко сегментировать. На пример взрывные согласные звуки можно получить посредством метода средней частоты пересечения уровней (/d/1.05 с, /d/1.22 с, /k/ 1.49 с, /g/2.08 с). Благодаря схеме шумоустойчивости, пересечения уровней возле 0 не учитываются и, таким образом, мы упускаем возможность обнаружения смычек (закрытий). Колебания сигнала в пределах фонемного сегмента могут вызывать ошибки вставки (/s/ 1.6 с, /s/2.3 с).

**Заключение.** Представленная методика сегментации слуховой обработки в обоснованной временной области, которая действует также успешно, как и самая приемлемая сегментация максимальной вероятности.

В данную методику была включена схема адаптивного распределения уровней и шумоустойчивости. Второй подход требуется для обнаружения тех границ фонем, которые не связаны с отмеченным изменением контура средней частоты пересечения уровней. Данная методика может дальше совершенствоваться с использованием методики нелинейной обработки, а именно: среднее фильтрование и 2D анализ информации о пересечении уровней.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Калимолдаев М.Н., Alimhan K., Мусабаев Р.Р., Мамырбаев О.Ж. Один из методов сегментации речевого сигнала на слоги. Материалы VI международной научно-методической конференции «ММ ИТОН». – Алматы, 2013. 1 том. -С. 171-176.
2. Reddy D.R., “Segmentation of Speech Sounds”, J.Acoust.Soc.Am. -1966, Vol. 40, No. 2, pp 307-312.
3. James R. Glass, Victor W. Zue. Multi-Level Acoustic Segmentation of Continuous Speech, Proc. of ICASSP, 1988, pp 429-432.
4. Jan P. van Hemert, “Automatic Segmentation of Speech”, IEEE Trans. on Signal Proc., Vol. 39, No. 4, April, 1991, pp 1008-1012.
5. Andre-Obrecht R., “Automatic Segmentation of Continuous Speech Signals”, Proc. of ICASSP-Tokyo, 1986, pp 2275-2278.
6. Toledano D.T., Hernandez Gomez L.A., Grande L.V., “Automatic Phonetic Segmentation”, IEEE Trans. Speech and Audio Proc., Vol 11, No. 6, Nov. 2003, pp 617-625.
7. Svendsen T., Soong F.K. “On the Automatic Segmentation of Speech Signals”, Proc. of ICASSP-Dallas, 1987, pp 77-80.

8. SaiJayram A.K.V., Ramasubramanian V., Sreenivas T.V. "Robust parameters for automatic segmentation of speech", Proc. of ICASSP-May, 2002, pp 513-516.
9. Ghitza O., "Auditory Models and Human Performance in Tasks Related to Speech Coding and Speech recognition", IEEE Trans. Speech and Audio Proc., Vol 2, No.1, Jan. 1994, pp 115-132.

#### REFERENCES

1. M.N. Kalymoldayev, K. Alimhan, R.R. Musabayev O.J. Mamyrbayev. Odin iz metodov segmentatsi reshevogo signala na slogi. Materiali VI mejdunarodnoi naushno-metodishescoi konferensi «MM ITON». – Almaty, 2013. 1 tom. -S. 171-176.
2. Reddy D.R., "Segmentation of Speech Sounds", J.Acoust.Soc.Am. -1966, Vol. 40, No. 2, pp 307-312.
3. James R. Glass, Victor W. Zue. Multi-Level Acoustic Segmentation of Continuous Speech, Proc. of ICASSP, 1988, pp 429-432.
4. Jan P. van Hemert, "Automatic Segmentation of Speech", IEEE Trans. on Signal Proc., Vol. 39, No. 4, April, 1991, pp 1008-1012.
5. Andre-Obrecht R., "Automatic Segmentation of Continuous Speech Signals", Proc. of ICASSP-Tokyo, 1986, pp 2275-2278.
6. Toledano D.T., Hernandez Gomez L.A., Grande L.V., "Automatic Phonetic Segmentation", IEEE Trans. Speech and Audio Proc., Vol 11, No. 6, Nov. 2003, pp 617-625.
7. Svendsen T., Soong F.K. "On the Automatic Segmentation of Speech Signals", Proc. of ICASSP-Dallas, 1987, pp 77-80.
8. SaiJayram A.K.V., Ramasubramanian V., Sreenivas T.V. "Robust parameters for automatic segmentation of speech", Proc. of ICASSP-May, 2002, pp 513-516.
9. Ghitza O., "Auditory Models and Human Performance in Tasks Related to Speech Coding and Speech recognition", IEEE Trans. Speech and Audio Proc., Vol 2, No.1, Jan. 1994, pp 115-132.

Калимолдаев М.Н., Мамырбаев О.Ж., Мусабаев Р.Р., Оразбеков Ж.Н.

#### **Деңгейлер қилысуының орташа жиілік ақпаратын қолданып сөзді автоматты сегменттеу**

**Түйіндеме.** Қарастырылып отырған мақалада есту қабілеті моделі мен әдіс көрсетіліп, сигнал уақыт өзгерісінің мүмкін мәнін анықтау мақсатында, деңгейлер қилысуының орташа жиілігіне негізделеді. Қарастырылып отырған әдісте сигнал мен шуыл қатынасына байланысты бейімделген нобайды қолданып деңгейлерге бөлу. Зерттеу кезінде қолмен сегменттеу және қосымшаның максимал ықтималдығымен алынған сегментациялауда алынған нәтижелерді қарастыру. Қарастырылған жаңа әдіс деңгейлер қилысуының орташа жиілігі өте оңтайлы қолданыстағы сегменттеу көрсеткіші және максималды ықтимал сегменттеудің алдын ала сегменттер санына тең.

**Негізгі сөздер:** сөздерді тану, деңгейлер қилысуының орташа жиілігі, сөзді сегменттеу, өтудің спектралдық көрсеткіші, максимал ықтималдылық.

Калимолдаев М.Н., Мамырбаев О.Ж., Мусабаев Р.Р., Оразбеков Ж.Н.

#### **Автоматическая сегментация речи с использованием информации о средней частоте пересечения уровней**

**Резюме.** В данной работе рассмотрен слуховой модель и представляют метод, основанный на средней частоте пересечения уровней, с целью выявления значительных временных изменений сигнала. В данной методике, распределяющей уровни, используется адаптационная схема распределения уровней, в зависимости от отношения «сигнал/шум». При исследовании сравнивали показатели сегментации с ручной фонетической сегментацией, а также с результатами, полученными на основании изучения сегментации максимальной вероятности для предложений. Описанный новый метод средней частоты пересечения уровней соответствует наиболее приемлемым показателям сегментации без предварительного знания количества сегментов как в сегментации максимальной вероятности.

**Ключевые слова:** распознавания речи, средняя частота пересечения уровней, сегментация речи, спектральное измерение перехода, максимальная вероятность.

Kalymoldayev M.N., Mamyrbayev O.J., Musabayev R.R., Orazbekov J.N.

#### **Automatic speech segmentation using label cross rate information**

**Summary.** In this paper we consider the auditory model and present a method based on the average level crossing rate, in order to identify significant temporal changes in the signal. In this procedure, distributing levels used adaptive allocation scheme levels, depending on the ratio "signal/noise ratio". In the study compared the performance of segmentation with manual phonetic segmentation, as well as with the results obtained from the study of segmentation of maximum probability for suggestions. Described a new method for the average level crossing rate corresponds to the

most appropriate indicators of segmentation without prior knowledge of the number of segments in the segmentation of maximum probability.

**Key words:** speech recognition, the average level crossing rate, speech segmentation, spectral measurement of transition, the maximum probability.

УДК 621.39.075

**А.М. Дараев, А.Н. Алферов**

(Алматинский университет энергетики и связи, Алматы, Республика Казахстан)

### ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТЕРЬ ЭНЕРГИИ ФОТОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ СОЛНЕЧНОЙ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ

**Аннотация:** В данной работе рассматриваются математическое описание потерь энергии в фотопреобразователе при переходе от непрерывного движения к пошаговому.

**Ключевые слова:** системы слежения за солнцем, солнечные батареи, возобновляемые источники энергии.

Рассмотрим математическое описание потерь энергии и мощности фотопреобразователя при переходе от непрерывного режима к пошаговому режиму за один период: когда Солнце движется с некоторой скоростью  $\omega_c$  и установка неподвижна и когда установка движется со скоростью  $\omega_{ш}$ .

Уравнение фотопреобразователя, характеризующее зависимость активной площади фотоприемника от угла падения излучения, можно записать в следующем виде:

$$S_{исп} = S_{\Sigma} \cdot \cos \alpha. \quad (1)$$

здесь  $\alpha$  – угол между оптической осью и направлением на Солнце;

$S_{\Sigma}$  – суммарная площадь фотоприемника.

Зависимость тока фотопреобразователя от угла  $\alpha$ , полученная экспериментально показывает уменьшение активной площади фотоприемника от угла  $\alpha$ . При малых углах  $\alpha$  (от  $10^0$  до  $-10^0$ ) можно считать, что мощность, на выходе фотопреобразователя, пропорциональна его активной площади. В связи с этим зависимость мощности на выходе фотопреобразователя от  $\alpha$  можно записать уравнением:

$$P_{вых} = P_m \cdot \cos \alpha. \quad (2)$$

где  $P_m$  – мощность фотопреобразователя при  $\alpha = 0$ .

Уравнение, характеризующее потери мощности фотопреобразователя, будет иметь вид:

$$\Delta P_{\phi} = P_m (1 - \cos \alpha). \quad (3)$$

Потери энергии фотопреобразователя на интервале времени  $T_1$  описываются следующим уравнением:

$$\Delta W_{\phi} = \int_0^{T_1} \Delta P dt = P_{вых} \int_0^{T_1} (1 - \cos \alpha) dt, \quad (4)$$

где  $\alpha$  является функцией времени ( $\alpha = -\omega_0 t + \alpha_1$ ),

$\omega_0$  – угловая скорость Солнца относительно оптической оси фотоприемника, рад/с.,

$\alpha_1$  – отклонения оптической оси фотоприемника от направления на Солнце в начале рассматриваемого интервала времени  $T_1$  при  $t = 0$ .

Угол  $\alpha$  считается положительным, если оптическая ось отстает, и отрицательным, если опережает движение Солнца.

Тогда потери энергии на интервале времени  $t$ , в течение которого  $\omega_0 = \text{const}$ , определяется:

$$\begin{aligned} \Delta W &= P_m \int_0^{T_1} (1 - \cos(-\omega_0 t + \alpha_i)) dt = P_m \left[ t + \frac{\sin(-\omega_0 t + \alpha_1)}{\omega_0} \right]_0^{T_1} = \\ &= P_m \left( T_1 + \frac{1}{\omega_0} \sin(-\omega_0 T_1 + \alpha_1) - \frac{1}{\omega_0} \sin \alpha_i \right). \end{aligned}$$

Таким образом получена зависимость потери энергии в фотопреобразователе от начального и конечного угла отклонения оптической оси фото-приемника от направления на Солнце в процессе перемещения Солнца относительно оптической оси фотопреобразователя с  $\omega = \text{const}$

$$\Delta W = \frac{P_m}{\omega_0} (\alpha_1 - \sin \alpha_i - \alpha_2 + \sin \alpha_2). \quad (5)$$

На интервале между двумя шагами поворота гелиоустановки уравнение (5) будет иметь вид:

$$\Delta W_1 = \frac{P_m}{\omega_0} (\alpha_1 - \sin \alpha_1 - \alpha_2 + \sin \alpha_2). \quad (6)$$

На основании (6), потери в фотопреобразователе в течении шага, запишутся уравнением:

$$\Delta W_2 = \frac{P_m}{\omega_u - \omega_0} (\alpha_i - \sin \alpha_i - \alpha_2 + \sin \alpha_2). \quad (7)$$

Потери энергии в фотопреобразователе за один период, состоящий из интервала времени, когда установка неподвижна и интервала времени, когда установка совершает шаг, можно представить следующим уравнением:

$$\Delta W_{об} = \frac{P_m \omega_u}{(\omega_{об} - \omega_c) \omega_c} (\alpha_1 - \sin \alpha_i - \alpha_2 + \sin \alpha_2). \quad (8)$$

В случае, если  $\omega_{ш} > \omega_c$  в 10 и более раз, то составляющей  $\Delta W_2$  можно пренебречь, и  $\Delta W_{об}$  определится приближенно:

$$\Delta W_{об} = \frac{P_m}{\omega_c} (\alpha_i + \sin \alpha_1 - \alpha_2 + \sin \alpha_2). \quad (9)$$

Если функцию синуса разложить в ряд Тейлора [1],

$$\sin x = x - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} - \frac{x^7}{7!} \dots$$

то отбрасывая при этом члены малости высокого порядка, получим зависимость  $\Delta W_{об}$  от  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  в (радианах), принадлежащих промежутку от  $-10^0$  до  $+10^0$ :

$$\Delta W_{об} = \frac{P_m}{\omega_c} \left( \frac{\alpha_1^3 - \alpha_2^3}{6} \right). \quad (10)$$

Выражение (10) дает возможность определить влияние углов  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  на  $\Delta W_{об}$  и исследовать зависимость потерь энергии  $\Delta W_{об}$  от этих при фиксированной величине шага  $\theta_{ш}$ . Величина шага может быть записана в следующем виде:

$$\theta_{ш} = \alpha_1 - \alpha_2, \quad (11)$$

откуда:

$$\alpha_1 = \theta_{ш} + \alpha_2. \quad (12)$$



Выражение (8) будет тогда иметь вид

$$\Delta W_{об} = \frac{P_m \omega}{(\omega_u - \omega_c) \omega_c} (\theta_u - \sin(\theta_u + \alpha_2) + \sin \alpha_2) , \quad (13)$$

Определим частную производную выражения (13)

$$\frac{\partial(\Delta W_{об})}{\partial \alpha_2} = \frac{P_m \omega_u}{(\omega_u - \omega_c) \omega_c} (\cos \alpha_2 - \cos(\theta_u + \alpha_2)).$$

Полученное выражение при приравнении его нулю запишется в виде

$$\cos \alpha_2 - \cos(\theta_u + \alpha_2) = 0 , \quad (14)$$

Решение уравнения (14), имеющее физический смысл, может быть представлено равенством:

$$\alpha_2 = \frac{\theta_u}{2} , \quad (15)$$

В свою очередь угол  $\alpha_1$  будет равен:

$$\alpha_1 = -\alpha_2 = -\frac{\theta_u}{2} . \quad (16)$$

Учитывая условия (15) и (16), которые являются условиями минимума потерь энергии в фотопреобразователе, выражение (8) можно записать в следующем виде:

$$\Delta W_{inf}^{min} = \frac{P_m \omega_u}{(\omega_u - \omega_c) \omega_c} \left( \theta_u - 2 \sin \frac{\theta_u}{2} \right) , \quad (18)$$

После несложных преобразований  $\Delta P_{cp}$  запишется

$$\Delta P_{cp} = \frac{P_m \omega_u}{\theta_u (\omega_u - \omega_c)} (\alpha_1 - \sin \alpha_1 - \alpha_2 + \sin \alpha_2) , \quad (19)$$

При соблюдении условий минимума (15) и (16) средние потери мощности фотопреобразователя за весь сеанс слежения можно представить следующим уравнением[2]:

$$\Delta P_{cp}^{min} = \frac{P_m \omega_u}{(\omega_u - \omega_c)} \left( 1 - \frac{2}{\theta_u} \sin \frac{\theta_u}{2} \right) , \quad (20)$$

При  $\omega_u \gg \omega_c$  уравнение (20) будет иметь вид:

$$\Delta P_{cp}^{min} = P_m \left( 1 - \frac{2}{\theta_u} \sin \frac{\theta_u}{2} \right) , \quad (21)$$

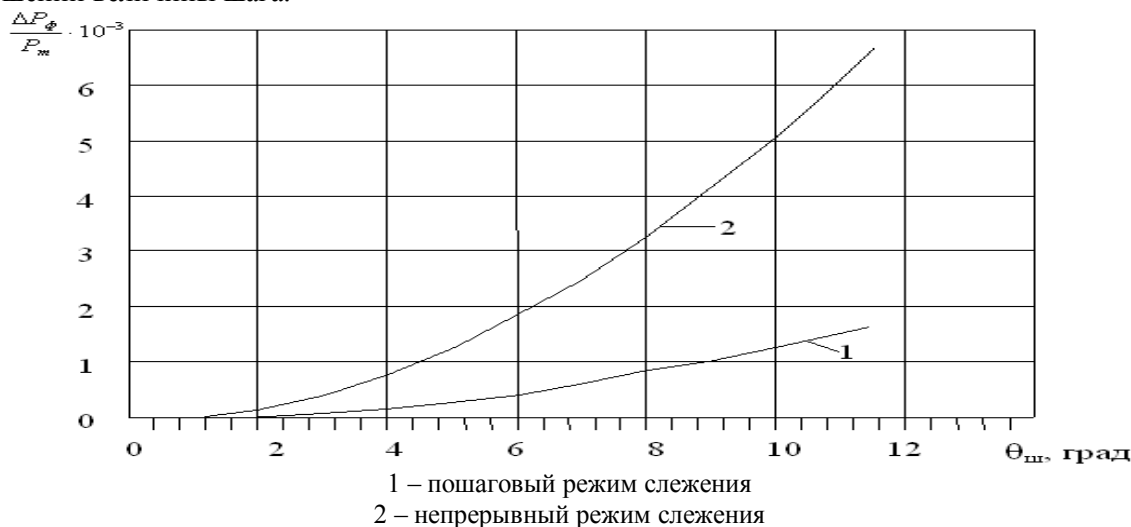
но при  $\alpha_1 = 0$  или  $\alpha_2 = 0$  средние потери мощности фотопреобразователя можно определять по уравнению[3]:

$$\Delta P_{cp}^0 = P_m \left( 1 - \frac{1}{\theta_u} \sin \theta_u \right) . \quad (22)$$

На рисунке 1 представлена зависимости  $\frac{\Delta P_{cp}}{P_m}$  от величины шага  $\theta_u$  – кривая 1 и кривая 2,

построенные на основе выражений (20) и (21) соответственно. По графикам видно, что при  $\theta_u = 10^0$  потери мощности фотопреобразователя, при соблюдении условий минимума (15) и (16) не

превышают 0,2% по сравнению с непрерывным режимом слежения, и резко снижаются при уменьшении величины шага.



**Рис. 1.** Зависимость средних потерь мощности фотопреобразователя от величины шага, представленная в линейной шкале

### Вывод

Предложены аналитические зависимости для определения потерь энергии и мощности в фотоприемнике СФЭС, в результате перехода от непрерывного к пошаговому режиму автосопровождения Солнца.

Исследовано условие минимума потерь при фиксированной величине шага.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Толстов Г.П. Ряды Фурье.-3-е изд.-М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы.1980.-384с.
2. Овсянников Е.М., Особенности следящих электроприводов гелиоустановок. //Труды МЭИ вып.400. Издательство МЭИ 1979. с.79-85.
3. Терехов В.М. Овсянников Е.М. Гулям Савар. //Оптимизация режимов слежения по потерям электроэнергии в тихоходных следящих электроприводов//Труды МЭИ вып. 672.Издательство МЭИ, 1995.С.29-34

### REFERENCES

1. Tolstov G.P. Riady Fure.-3-e izd.-M.: Nauqa. Glavnaia redaqtciia fiziqa-matematicheskoi literatury.1980.-384s.
2. Ovsiannikov E.M., Osobennosti slediashchikh electroprivodov gelioustanovoq. //Trudy MEI vyp.400. Izdatelstvo MEI 1979. s.79-85.
3. Terehov V.M. Ovsiannikov E.M. Guliam Savar. //Optimizatciia rezhimov slezheniia po poteriam electroenergii v tihohodnykh slediashchikh electroprivodov//Trudy MEI vyp. 672.Izdatelstvo MEI, 1995.S.29-34

Дараев А., Алферов А.

### Жайма-шуақ фотоэлектрлік бекеттің фотопреобразователя қайратының шығынының зертте

**Түйіндеме:** Бул статьяда үздіксіз қозғалыстан қадамдық қа ауысу кезіндегі бейне түрлендіргіштегі энергиясың жоғалуының математикалық мазмұны қарастырылған.

**Бұлақты сөздер:** андудың жүйелерінің соң күнмен, жайма-шуақ батарея, қайраттың жаңартылмалы бастаулары.

Daraev A., Alferov A.

### Research of losses of energy of the photoconverter of solar photo-electric station

**Summary:** The article unoler review gives us a sort of informatical description of energy loss in photo transformer unoler the condition of transmission movement to step by step one.

**Key words:** sun tracking system, solar panels, renewable energy.

УДК 656.225

**С.В. Богданович, В.А. Озерной**

(Казакская академия транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева  
Алматы, Республика Казахстан)

## **АЛГОРИТМ РАСЧЕТА ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ, ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ МЕСТНЫЕ ВАГОНПОТОКИ В УЗЛАХ**

**Аннотация.** Исследованы вопросы выбора оптимальных параметров технических устройств по переработке местных вагонопотоков в транспортных узлах при наличии ограничений по стоимости строительства в условиях реконструкции и нового строительства.

**Ключевые слова:** железнодорожный узел, местный вагон, грузовая станция, сортировочная станция, передаточный поезд, сортировочные устройства, экономико-математическая модель, устройства для местной работы

Устройства железнодорожного узла, перерабатывающие местные вагоны, представляют собой сложную систему, отдельные элементы которой (пути, парк, сортировочные устройства, локомотивы) функционируют в тесном взаимодействии и подчинены единой цели – быстрому продвижению местного вагона с наименьшими затратами.

В общем виде задача принятия решения по выбору оптимальных параметров устройств для местной работы считается заданной, если известна цель расчетов, критерий выбора варианта развития, варианты развития и указаны ограничения функциональные и на управляемые параметры.

Местные вагонопотоки в процессе переработки в железнодорожных узлах проходят две или три из следующих подсистем, согласно технологии работы узла [1]:

I - устройства для переработки местных вагонов на сортировочных станциях;

II - грузовые станции;

III - устройства для производства грузовых операций.

Количество подсистем, участвующих в переработке, зависит от структуры вагонопотока, расположения промышленных районов относительно станций узла и характера производимой и потребляемой продукции. В узле может быть сочетание подсистем: I – II – III или I – III. Для определения структуры системы и ее оптимальных параметров необходимо знать, какие схемы трех подсистем целесообразно использовать. На большинстве сортировочных станций для подбора местных вагонов и формирования передаточных поездов используются специально выделяемые пути сортировочного парка или комплекс устройств с отсеваемыми путями, местной сортировочной горкой и местным сортировочно-отправочным парком. Расположение местных устройств относительно основного сортировочного парка определяется работой сортировочной станции и не оказывает существенного влияния на выбор параметров устройств для местной работы и их показатели.

Для выполнения необходимых технологических операций на грузовых станциях рекомендуется, в зависимости от объемов выполняемых работ, три различные схемы:

- с последовательным расположением парков приема и сортировочного парка;
- с параллельным расположением парков;
- парк неспециализированных путей [2].

В качестве сортировочных устройств используются профилированные и непрофилированные вытяжные пути и сортировочные горки.

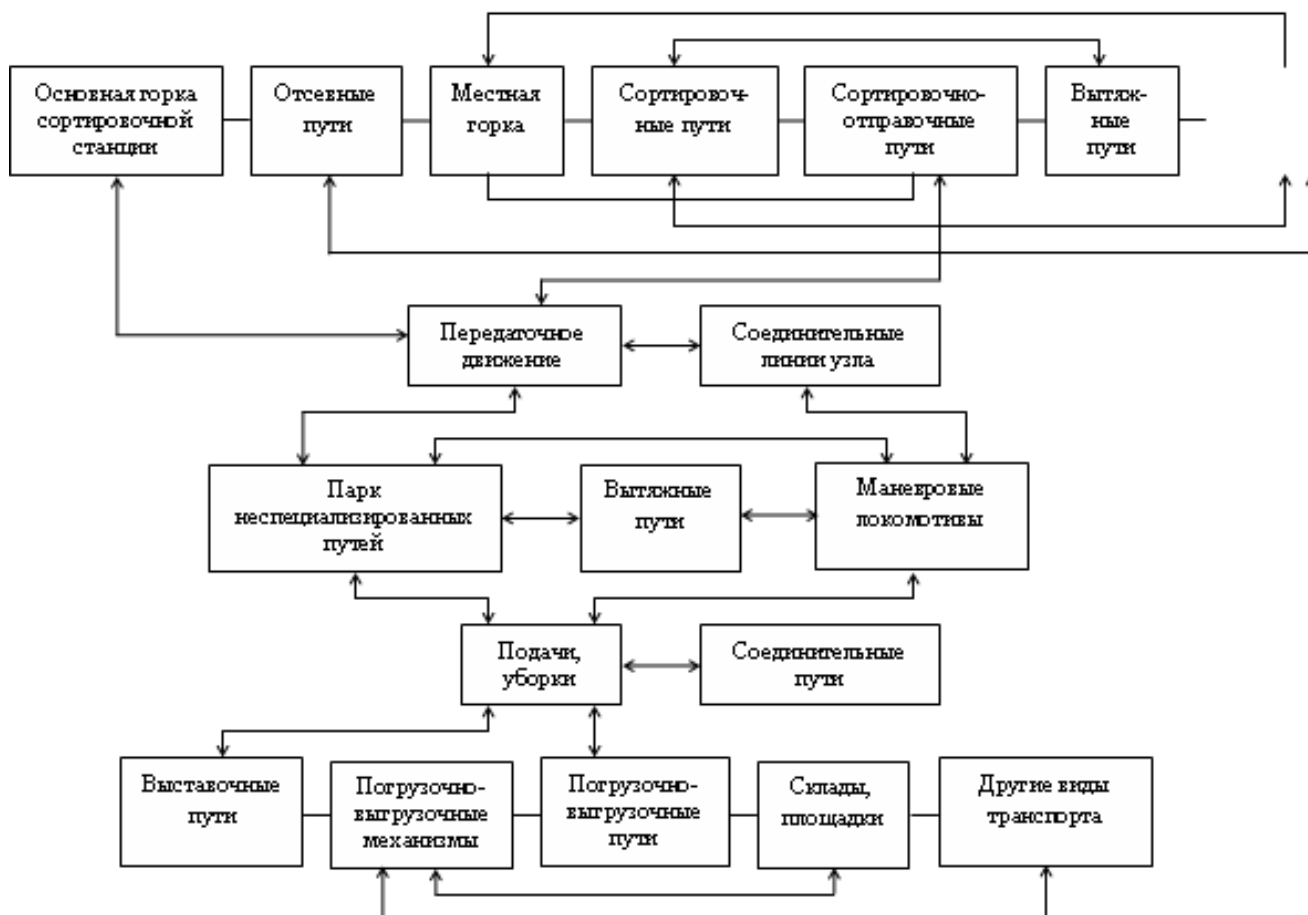
Грузовые районы проектируются сквозными, тупиковыми с параллельным или последовательным расположением выставочных путей.

Для выявления оптимального сочетания схем грузовых станций, устройств для местных вагонов на сортировочной станции и устройств для погрузочно-выгрузочных операций, необходимо проведение оптимизационных расчетов по критериям оптимизации. Для решения поставленной задачи целесообразно использовать экономико-математическую модель системы.

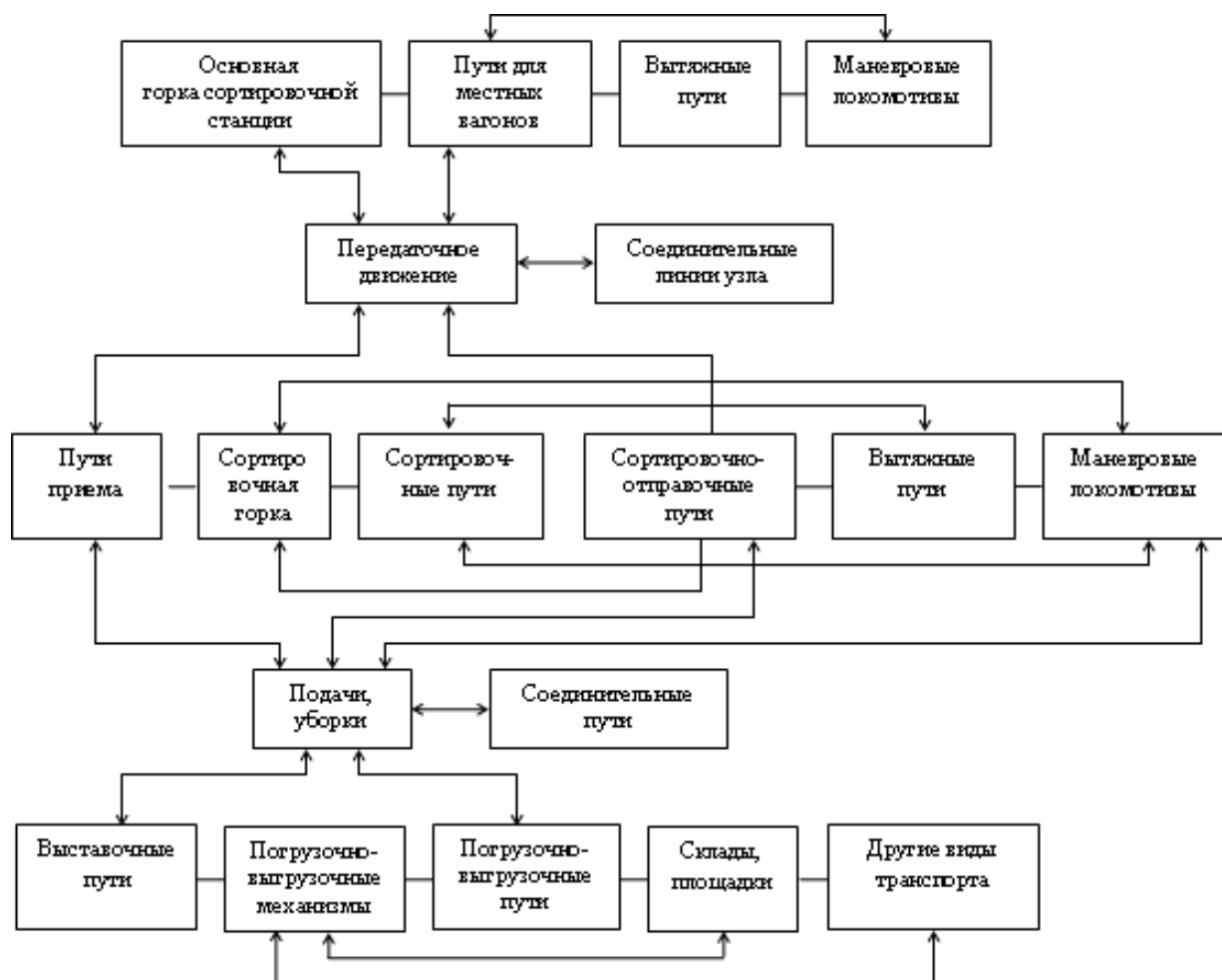
Экономико-математическая модель транспортной системы, перерабатывающей местные вагонопотоки в железнодорожных узлах, зависит от их структуры и технологии переработки вагонов. В соответствии с этим выделяются два варианта, когда:

• **Технические науки**

- подборка групп вагонов в передаточных поездах в соответствии с планом обслуживания грузовых фронтов возлагается на сортировочную станцию. Грузовые станции производят расстановку вагонов по фронтам, сборку, формирование составов передаточных поездов (рисунок 1);
- подборка вагонов по назначениям грузовых фронтов производится на грузовых станциях, а сортировочные формируют одногруппные передаточные поезда (рисунок 2).



**Рис. 1.** Схема взаимосвязей параметров системы при пропуске местных вагонов в узле по I варианту



**Рис. 2.** Схема взаимосвязей параметров системы при пропуске местных вагонов в узле по II варианту

Экономико-математическая модель системы характеризуется следующими условиями:

- параметры, определяющие экономичность работы системы, дискретны (путь, стрелка, локомотив, подача, передача, погрузочно-выгрузочный механизм, сортировочная горка);
- исходная информация имеет вероятностный характер (вагонопотоки, стоимостные показатели);
- управляемые параметры системы могут изменяться в области, границы которой определяются местными условиями строительства, сложившейся структурой узла, пропускной способностью соединительных линий, минимально допустимыми значениями технических параметров;
- функция эффективности работы системы может иметь ограничение по стоимости выполнения строительных работ (функциональное ограничение).

Комплексная методика оптимизации параметров устройств, перерабатывающих местные вагоны в железнодорожных узлах, реализуется по укрупненной блок-схеме (рисунок 3).

К управляемым параметрам относятся:

I подсистема:

- число путей: в парке предварительной сортировки, в группировочном парке, в неспециализированном парке, вытяжных;
- мощность горки;
- число локомотивов, занятых на формировании составов местных вагонов;

II подсистема:

- число путей: в парке приема, в сортировочном парке, в неспециализированном парке, вытяжных;

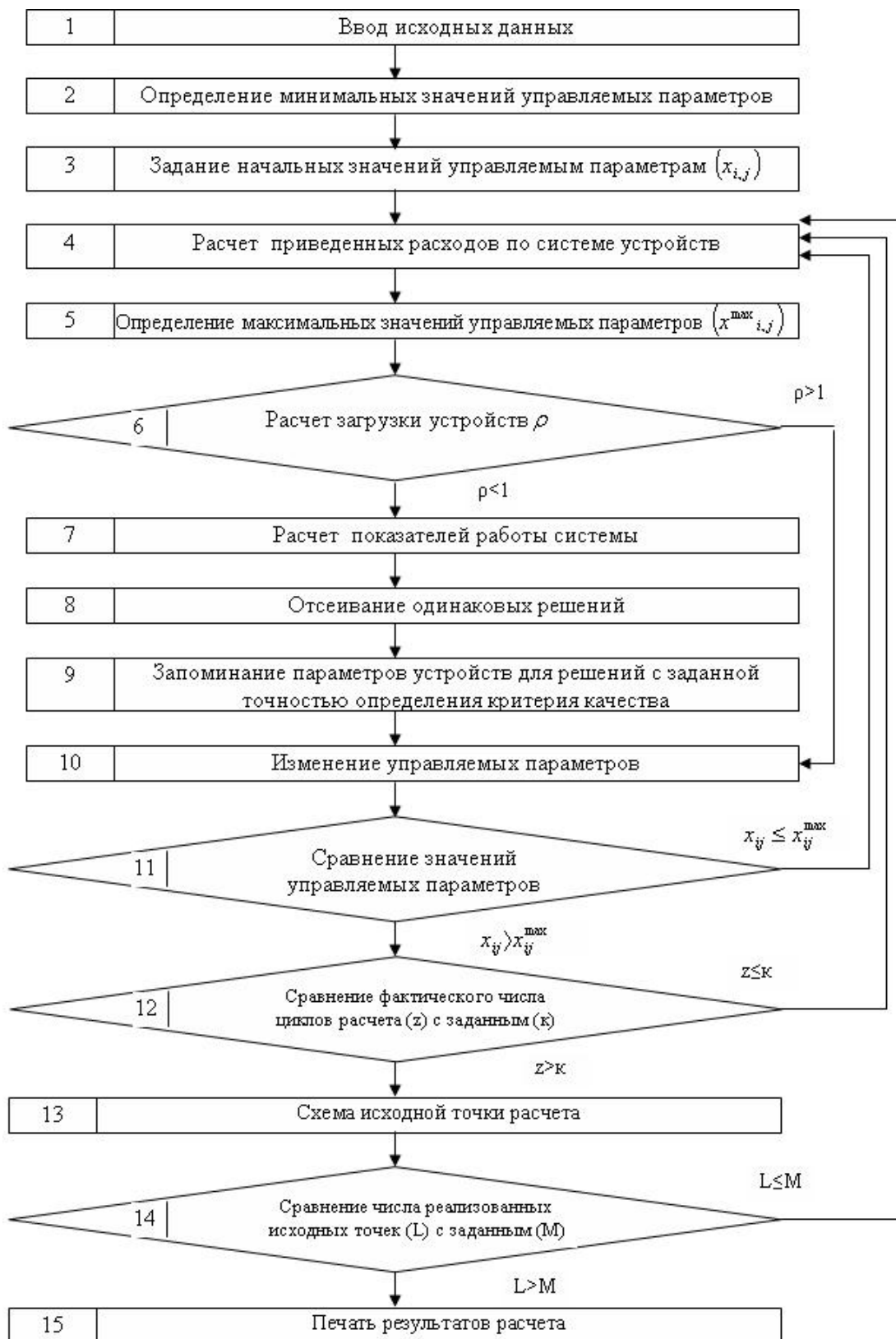


Рис. 3. Алгоритм комплексной оптимизации параметров подсистем, перерабатывающих местные вагоны в железнодорожных узлах

В алгоритме предусмотрена возможность изменять:

- мощность сортировочных устройств;
- число локомотивов на грузовой станции;

III подсистема:

- число выставочных и погрузочно-выгрузочных путей;
- число погрузочно-разгрузочных механизмов;
- число автомашин, занятых вывозом груза.

По данной блок-схеме производятся оптимизационные расчеты для I-й и II-й подсистем при наличии ограничений по стоимости строительства в условиях реконструкции и нового строительства:

I подсистема – для подборки вагонов выделяются пути в основном сортировочном парке станции; подборка и формирование производятся на путях группировочного парка с использованием местной горки;

II подсистема – парк неспециализированных путей; станция с параллельным расположением парков.

Алгоритм комплексной оптимизации параметров подсистем позволяет оптимизировать параметры устройств для местной работы на сортировочных и грузовых станциях в условиях нового строительства. В результате может быть получен набор равно экономических решений с заданной точностью определения критерия оптимальности. Решением являются значения управляемых параметров, стоимостные показатели и показатели функционирования подсистем (коэффициент использования подсистемы по времени, удельные приведенные, капитальные и эксплуатационные расходы, приходящиеся на один перерабатываемый местный вагон).

Алгоритм оптимизационных расчетов позволяет определить значение технических, технологических и структурных параметров по отдельным подсистемам и по системе устройств, перерабатывающих местные вагоны в железнодорожном узле, для условий нового строительства, реконструкции, наличия ограничений на управляемые параметры и величину капитальных вложений.

В алгоритме предусмотрена возможность изменять:

- критерий качества системы и расчетные формулы определения времени выполнения технологических операций, стоимости содержания и строительства отдельных устройств;
- степень неопределенности значения критерия принимаемого решения;
- количество циклов и исходных точек расчета;
- число грузовых фронтов и станций в узле.

Критерием эффективности или качества системы, перерабатывающей местные вагонопотоки, целесообразно принять приведенные расходы. Данный критерий позволяет учесть взаимосвязь технических и технологических параметров, нелинейный характер изменения стоимостных показателей в зависимости от выполняемых объемов работы, фактор времени, расходы, связанные с ожиданием обслуживания.

При исследовании возможных вариантов структуры транспортных узлов и технологии переработки местных вагонов выявлены взаимосвязь и взаимовлияние структурных элементов системы и их параметров. Установлено, что оптимальное сочетание схем грузовых станций, устройств для местных вагонов на сортировочной станции и устройств для погрузочно-выгрузочных операций определяется на основе использования экономико-математической модели системы.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Берлин Н.П. Оптимизация параметров устройств железнодорожных узлов по переработке местных вагонопотоков. – Гомель: БелГУТ, 2003. - 35 с.
- 2 Оптимизация процессов грузовой работы /Под ред. А.А. Смехова. – М.: Транспорт, 1998. – 176 с.

#### REFERENCES

- 1 Berlin N.P. Optimizatsiya parametrov ustroystv jeleznodorognyh uzlov po pererabotke mestnyh vagonopotokov. – Gomel: BelGYT, 2003. - 35 s.
- 2 Optimizatsiya protsessov gruzovoi raboty/ Pod red. A.A. Smehova. – M.: Transport, 1998. – 176 s.

Богданович С.В., Озерной В.А.

**Көлік жүйесіндегі тиімді есептеу алгоритімі тораптағы жергілікті вагондарды өңдеу**

**Түйіндеме.** Жаңа құрылыс пен қайта жөндеу жұмыстары шарттарында құрылыстың бағасын шектеу барда көлік тораптарында жергілікті вагонағындарын қайта өңдеу бойынша техникалық құрылғылар олшемдерінің тиімді нұсқасын таңдау сұрақтары зерттелген

**Түйін сөздер:** теміржол торабы, жергілікті вагон, жүк стансасы, сұрыптау стансасы, сұрыптау құрылғысы, экономика-математикалық модель, жергілікті жұмысқа арналған құрылғылар, тапсырлу поезы

Bogdanovich S.V., Ozernoi D.A.

**Algorithm for calculating the optimal parameters of the transport system of processing hubs in local traffic volumes**

**Summary.** Researched the problems the choice optimal options of technical equipment for processing of traffic volumes in the local transport hubs in the presence of their limits on the cost of construction in the reconstruction of the new construction

**Key words:** Railway junction, local car, freight station, sorting station, transfer train, sorting equipment (sorters), economic and mathematical model, equipment for local work

**P. Dunayev, T. Zhakupov, M. Shukraliev, A. Tolegenova, K. Akmalayev**

(Kazakh Agrotechnical University named after S. Seyfullin, Kazakh national technical university named after K.I. Satpayeva)

**RESEARCH OF INFLUENCE ON QUALITY OF DIGITAL TV OF THE IMAGE OF A  
CONDITION OF PLACES OF CONNECTIONS AND PATCH – CORDS OF TWISTED PAIR  
CABLES ON A MULTISERVICE IP NETWORK**

IPTV QoE (Quality of Experience) represents the user satisfaction with the provided video services. IPTV QoE coefficient is acknowledged by a commercial factor like cost of service, quality of compiled content and characteristics of provided services. Besides, there are technical factors that include response duration of changing channels and quality of communication medium itself.

Running IPTV QoE means finding data about the technical aspects that influence on the user satisfaction with the provided services [1, 5].

There are four types of the device-program complex to deliver IPTV services:

- Head-end of the video system with applications and contents of TV programs in it;
- Net itself that represents the transfer mechanism delivering the TV content and interactive services from the head-end to the user's theater;
- Middleware that represents a set of programs to control delivering of the TV content and interactive services to user along the net;
- Users' own equipment means the TV decoder (Set Top Box) that is in their home and plugged in the TV set.

In addition to the known numerous arguments about extreme complication of expanding triple play nets, it is essential to take into consideration the fact that the new set of implemented services will require a huge scope of modernizations that must be implemented into the existing access networks.

Evidently, to support viable IPTV service, there is a need of having the end-to-end workability testing and appropriate network functioning in whole since extensibility and quality of provided services, and broadcast routing function depend on it. Loss of packages, latency time problems and poor management console will lead to the negative perception of IPTV services quality on the part of users.

There are fundamental areas of IPTV QoE testing:

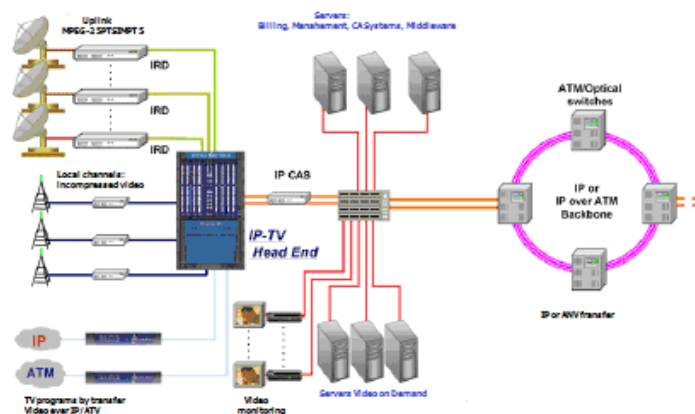
- Measuring the time slots when switching channels by IPTV users;
- Measuring the metrics of the medium quality (audio, video);
- Measuring frequency bandwidth (ability of IPTV infrastructure to broadcast hundreds of channels);
- Checking the correctness of obtained information through channels;



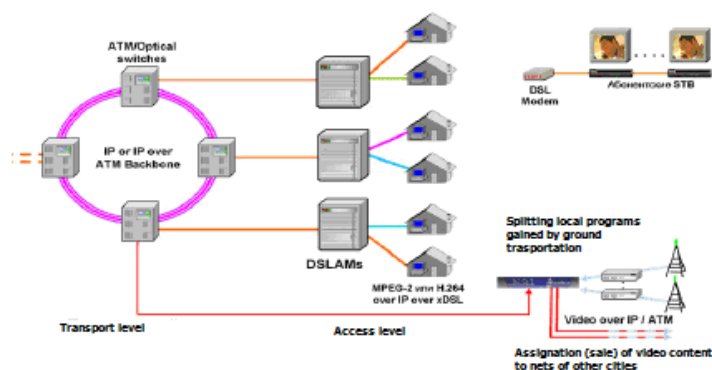
- Model testing (how servers working in real-life environment correspond to their own characteristics gained in laboratory environment);
- Mutual influence when broadcasting voice applications, data and video in the network triple play.

Measuring time slots when switching the Channels by IPTV users, measuring metrics of the medium quality are the most important and fundamental things to support appropriate IPTV QoE [1].

Every single complex (system) is able to influence on IPTV QoE and must be tested by the specific procedures and samples. Before starting the end-to-end testing of IPTV and general integration of the whole network, it is essential to tests each system (and each particular element) to certain that all components of IPTV structure correspond to the declared characteristics and exercise the early detection of possible problems. Thus, it is necessary to test and assess metrics (image quality) to verify IPTV QoE along the whole infrastructure of IPTV services delivery to a user as it is presented on (Fig. 1, Fig. 2.).



**Fig. 1.** IP TV Head-end in transport network



**Fig. 2.** Main part of IP TV and access level

An important aspect when watching the television programs is the image quality.

There are a lot of requirements for the quality of the provided video materials, evaluating of which give us a basis to judge about the quality of network supported this content, quality and setting of the applied equipment.

The aim of this research is to find the interference of voice application, Internet-traffic and video signal on the quality of the digital television image, and dependence of the image quality on the condition of location and patch-cords connections of twisted pairs.

Currently, Ethernet (i.e. data link protocol) is the main technology in the local area networks and corporate centers of data processing. This is one of the simplest and cheap technologies to transmit data to short and medium (up to hundreds kilometers) distances [2].

Up-to-date corporate IPTV networks are built on the basis of Ethernet (IPTV over Ethernet). Ethernet technology, of course, is one of the most important component of the multi service networks of the next generation, particularly, city-wide networks (Metro Ethernet) [7].

Ethernet protocol makes possible to extend gradually data transferring speed through Ethernet connections from 10 Mb/sec to 100 Mb/sec, and even 1 Gb/sec without essential additional expenses. Herewith, there is a QoS support and Multicast transmission mode [2, 5].

Test researches were held at “ELITCOM” LLP where it was modeled IPTV network on the basis of Ethernet technology (IPTV over Ethernet). It was used NetUP IPTV Combine equipment as the head-end (Fig. 3), Ethernet exchanges, DSLAM, optical cable, UTP cable 5e, user’s ADSL modem.



**Fig. 3.** NetUP IPTV Combine

When conducting the research, it was built the network configuration as follows: NetUP IP TV Combine– Ethernet switch (exchange) – DSLAM – ADSL modem. The real-time image was controlled at the head-end output and at the modeled output of user’s socket. At the Head-end it was output an IP switch at speed of 15 Mb/sec.

**Table 1. Use of UTP cable without damaging when broadcasting the digital video signal**

Number of sequence	Length of batch	Run time	Transfer rate, Mb/sec
1	200.000.000	17.6936965	90.427688
2	200.000.000	17.6619698	90.59012
3	200.000.000	17.6828668	90.483064
4	200.000.000	17.673755	90.529712
5	200.000.000	17.6915257	90.438776
6	200.000.000	17.6891471	90.450944

A rule of thumb shows that when using the structured cable system, there come problems when crimping patch cords, and increasing the humidity in joints (contacts) with patch-panel when they are run incorrectly.

Also, most cable system operators ignore the length of lines without joints (twisting), laying them in places with no conditions for running a cable.

When carrying out experiment values of transmission rates of video of a signal were recorded in case of a standard duty of operation of the line (tab. 1) and in case of simulation of damages, i.e. increase in humidity in places of connections, contact violation about a patch – a panel (tab. 2).

**Table 2. Use of UTP cable by simulating the line damage when transmitting the digital video signal**

Number of sequence	Length of batch	Run time	Transfer rate, Mb/sec
1	200.000.000	171.728399	9.31704
2	200.000.000	171.762226	9.3152
3	200.000.000	171.742006	9.316296
4	200.000.000	171.750746	9.315824
5	200,000.000	171.733585	9.31676
6	200.000.000	171.742521	9.316272

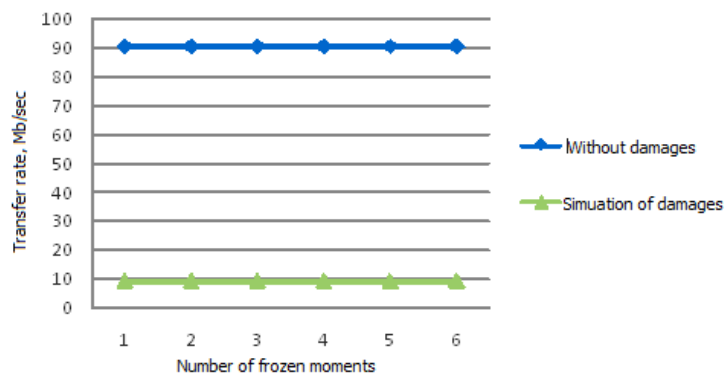


Fig. 4. Dependence of digital video signal’s transfer rate on network when simulating damages of the line at joints of patch cords

Number of the accepted information for reproduction of one second of a digital video (bitrates) in case of a standard duty of operation of the line and in case of simulation of damages are provided in tab. 3 and 4 respectively.

Table 3. Number of gained data to replay one second of digital video (bitrates) without damages on line

Number of sequence	$d$ (bitrates), Kb/sec	Number of sequence	$d$ (bitrates), Kb/sec
1	61459	4	61887
2	65035	5	62113
3	65618	6	61889

Table 4. Number of gained data to replay one second of digital video when simulating damages of the line

Number of sequence	$d$ (bitrates), Kb/sec	Number of sequence	$d$ (bitrates), Kb/sec
1	7547	4	7029
2	14022	5	5745
3	12870	6	8508

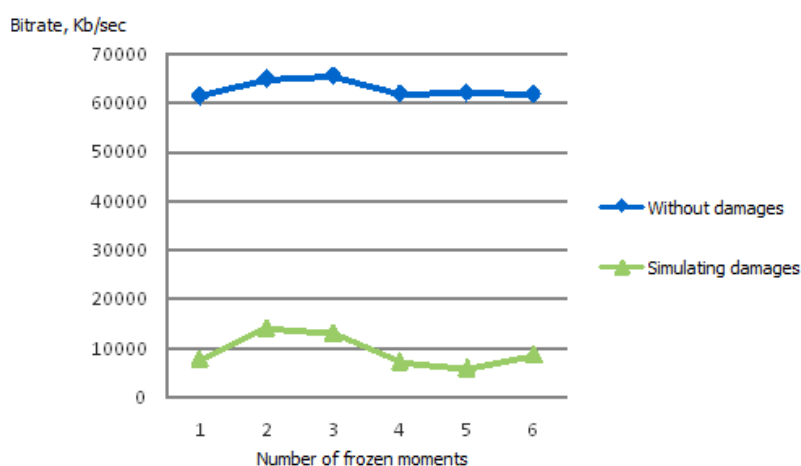


Fig. 5. Dependence of number of gained data, required to replay one second of video when simulating damages of line on connections of patch cords

The subjective estimation of the image quality consists in observation of tested images on the screen of the reference monitor linked up with the output of the user's socket. There must be at least 10 unskilled observers. As the testing image, it should be used special freeze-frame image, excluding the testing tables. It is permitted to use the television image of the real item. Tests were held on the output of head-end and output of the user's socket [3, 8].

In the course of subjective experiment on assessing the television system, it is realized the acquisition of a huge amount of data.

These data, in a expert evaluation form or its electronic equivalent, must be converted with the help of statistic methods for obtaining results in graphs and (or) sheer numbers, formulas, algorithms that unite data of the tested systems' quality [4].

As observers, there were employees and students of radio engineering, electronics and telecommunications department of "KazATU named after S. Seifullin" JSC.

The first stage of the result's analysis is calculation of the average estimation  $\bar{u}_{jkr}$ , for each demonstration:

$$\bar{u}_{jkr} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N u_{ijk} , \quad (1)$$

Where  $u_{ijk}$  is the observer's estimate  $i$  for test  $j$ , sequence (of image)  $k$ , number of iterations  $r$ ;  $N$  is a number of observers.

Demonstrations consisted of six sequences of testing images. The number of sequence iterations was 5 and number of observers was 15.

Table 5. Calculation of average estimate for each sequence

Number of sequence	Scale of quality	Scale of noise	Number of sequence	Scale of quality	Scale of noise
1	2.6	2.52	4	1.75	1.5
2	3.32	3.4	5	3.6	3.71
3	2	1.77	6	4.4	4.4

It is offered to use the 95% confidence interval set by expression.

This interval is recommended by a technique of subjective appraisal of quality [4]:

$$\left[ \bar{u}_{jkr} - \delta_{jkr} , \bar{u}_{jkr} + \delta_{jkr} \right] ,$$

where

$$\delta_{jkr} = 1.96 \frac{S_{jkr}}{\sqrt{N}} . \quad (2)$$

Standard deviation  $S_{jkr}$  for each demonstrations set by expression:

$$S_{jkr} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\bar{u}_{jkr} - u_{ijk})^2}{(N-1)}} . \quad (3)$$

With a 95% probability, the absolute value disparity between experimental average estimate and 'true' average estimate (when there is a huge amount of observers) less than 95% confidence interval on conditions that distribution of separate estimate corresponds to particular requirements (tab. 6) [4,6].

Table 6. Calculated confidence intervals and standard deviation

Number of sequence	Confidence interval		Standard deviation	
	Scale of quality	Scale of noise	Scale of quality	Scale of noise
1	[-0.11;+0.11]	[-0.18;+0.18]	0.13	0.2
2	[-0.27;+0.27]	[-0.21;+0.21]	0.31	0.24
3	[-0.22;+0.22]	[-0.17;+0.17]	0.25	0.19
4	[-0.3;+0.3]	[-0.3;+0.3]	0.34	0.35
5	[-0.09;+0.09]	[-0.17;+0.17]	0.11	0.2
6	[-0.39;+0.39]	[-0.39;+0.39]	0.45	0.44

For creation of graphic dependence (fig. 6) we will make the table of average, maximum and minimum estimates taking into account confidential intervals (tab. 7). Parameter  $d$  is expressed in the relative units. Concerning number of the accepted information for reproduction of one second of a digital video without line damages,  $p$  – a row of mean values,  $r$  – a row of the maximum values,  $q$  – a row of the minimum values.

Table 7. Calculated data for drawing the curve between values  $p$  and  $d$  when using the scale of noise

Sequencenumber	$\bar{u}$	$u_{max}$	$u_{min}$	$P$	$d$
1	2.52	2.78	2.35	$4 \times 10^{-2}$	12.3
2	3.4	3.85	3	$4.7 \times 10^{-2}$	21.6
3	1.77	2.07	1.57	$4 \times 10^{-2}$	19.6
4	1.5	2.07	1.14	$3.9 \times 10^{-2}$	9.3
5	3.71	3.92	3.5	$5 \times 10^{-2}$	9.2
6	4.4	4.71	3.64	$7 \times 10^{-2}$	13.7

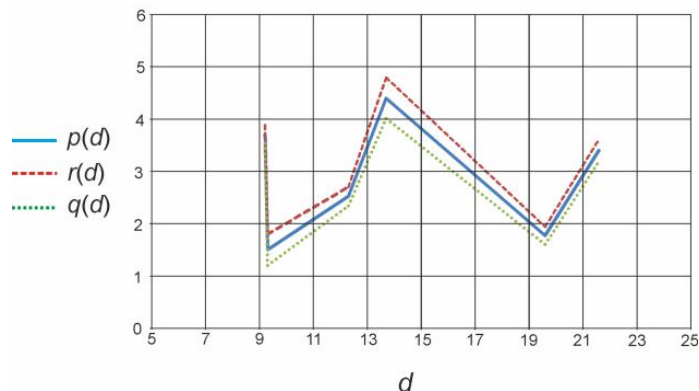


Fig. 6. Curve of medium, maximum and minimum estimates

REFERENCES

1. Materials of Tektronix, Inc., Agilent Technologies, Rohde & Schwarz [electronic recourse]. URL: <http://www.pribor.net.ua/index.php?idname=51100> (date of request: 18.12.2012).
2. Mamchev G.V. Use in TV broadcasting the Internet – the protocol. – Novosibirsk: SibSUTI, 2009. – 156 p.
3. GOST P 52023-2003. Networks distributive systems of a cable television. Key parameters. Technical requirements. Methods of measurements and tests.
4. Recommendation ITU-R BT.500-12. Technique of subjective appraisal of quality of television pictures.
5. Tektronic A. Guide to Maintaining Quality of Service for Digital Television programs. [www.tek.com](http://www.tek.com).
6. Tektronix A. Guide to MPEG Fundamentals and Protocol Analysis (Including DVB and ATSC). [www.tec.com](http://www.tec.com).
7. Zubarev Y.B., Krivosheyev M.I., Krasnoselsky I.N. Digital television broadcasting. Bases, methods, systems. M.: Radio Research Institute (RRI), 2001.
8. Lokshin B.A. Digital broadcasting. From studio to the TV viewer. Company Sayrus systems, 2001.

Дунаев Р., Жакыпов Т., Шукралиев М., Төлегенова А., Ақмалаев К.

**Сандық ТВ қосылған жеріндегі бинелеу сапасының және мульт қызмет жасау жүйесіндегі IP қосу бауының тармағына әсерін зерттеу**

**Түйіндеме.** Зерттеу деректерінің ауытқуын азайту және дәлдікті арттыруды бағалау үшін, көптеген сандық тексеруді жүргізу керек және бақылау санын ( $> 20$ ) пайдалану, сонымен қатар МСЭ-R ұсыныстарына сай оларды таңдай білу қажет. Сандық көрсетуді хабарлау кезінде беру жолдарын өлшеу, мульт қызмет жасау байланысындағы қондырғылар мен арналардың техникалық параметрлерін тіркеуге алу, сапалық және бұрмалау шәкілін пайдалана отыра пікірді бағалауды үйлестіру, сандық бейнелеудің сапасын анықтауда дәл нәтижесін беретін тәсілді беру болады.

Дунаев Р., Жакупов Т., Шукралиев М., Төлегенова А., Ақмалаев К.

**Исследование влияния на качество цифрового ТВ изображения состояния места соединений и соединительные - шнуры витой пары на мультисервисной сети IP**

**Резюме.** Для уменьшения отклонения экспериментальных данных и повышение точности субъективной оценки необходимо использовать большее число испытаний и количество наблюдателей ( $> 20$ ), а также их выбора в соответствии с Рекомендацией МСЭ-R. Измерений вдоль пути передачи, во время трансляции цифрового видео, учета технических параметров оборудования и каналов связи в мультисервисной сети, в сочетании с оценочным суждением с использованием шкалы качества и искажения, даст точные результаты при определении качество цифрового изображения объективными методами.

УДК 693.542

**Х.Г. Аканов**

(Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева  
Алматы, Республика Казахстан)

**М.Н. Мухтарова, А.З. Нурмуханова, А.К. Нурсейтова, С.Д. Ермағанбетова**  
(Казахский национальный университет им. аль-Фараби Алматы, Республика Казахстан)

### **АНАЛИЗ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА**

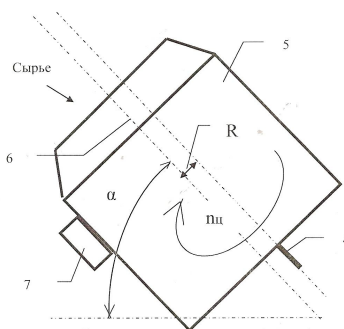
**Аннотация.** Изложены требования к выполнению приготовления бетонной смеси, запатентованный пример центробежного смесителя, а также процесс определения прочности бетона.

**Ключевые слова:** бетон, смеситель, прочность, смесительный барабан, испытание бетона, водопроницаемость, цемент, смещение инертных материалов.

**Бетон** — это искусственный камень, полученный путем смешения цемента, гравия и воды. Цемент образует с водой цементный гель, который, обволакивая заполнитель, соединяет его в единое целое [1].

**Бетон готовят** так же, как и раствор, перемешивая вручную сначала сухие заполнители и вяжущие материалы, а затем только добавляют воду. При механизированном приготовлении бетона в мешалку сначала заливают воду, затем добавляют цемент и только в конце — песок и гравий.

На рисунке 1 приводится запатентованный пример центробежного смесителя который работает следующим образом. Сырье в виде гранул подается в смесительный барабан 7 через его верхнюю горловину, одновременно подается вода. Смесительный барабан установлен под некоторым углом к вертикали  $\alpha$  (рисунок -1) [2].



4- вал; 5 – смесительный барабан; 6 – ось; 7 – противовес  
**Рис. 1.** Схема расположения смесительного барабана

Двигатель 1 через редуктор 2 вращает главный вал 4 с частотой  $n_{\nu}$ .

Одновременно начинает вращаться смесительный барабан 5 с противовесом 7. Ось симметрии 6 смесительного барабана 5 и ось вращения (вал 4) не совпадают, они смещены на расстояние  $R$ . Наличие противовеса 7 обеспечивает динамическую уравновешенность устройства. Сырье, находящиеся в смесительном барабане, начинают интенсивно вращаться по направлению вращения смесительного барабана 7 и перемешиваться [2, 3].

#### Факторы, влияющие на прочность бетона

Под прочностью бетона понимают способность материала сопротивляться разрушению от действия внутренних напряжений, возникающих под действием внешней нагрузки или других факторов. Разрушение в физическом понимании состоит в отделении частей тела друг от друга. Дефекты в материале приводят к облегчению процесса разрушения, т. е. понижают прочность материала.

Если через  $\varepsilon_0$  обозначить предельную растяжимость бетона и полагать, что до момента разрушения деформации  $\varepsilon$  связаны с напряжением линейным законом, то условия прочности можно представить следующими уравнениями:

$$\text{при растяжении} \quad \varepsilon = \frac{R_{\text{раст}}}{E} \leq \varepsilon_0; \quad (1)$$

$$\text{при сжатии} \quad \varepsilon = \mu \frac{R_{\text{сж}}}{E} \leq \varepsilon_0; \quad (2)$$

$$\text{в предельном состоянии} \quad \mu \frac{R_{\text{сж}}}{E} = \frac{R_{\text{раст}}}{E} = \varepsilon_0 \quad (3)$$

$$\text{следовательно} \quad R_{\text{сж}} = \frac{\varepsilon_0}{\mu} E \quad (4)$$

$$\text{где} \quad \mu \frac{R_{\text{сж}}}{E} = \frac{R_{\text{раст}}}{E} = \varepsilon_0$$

$R_{\text{раст}}$  – предел прочности при растяжении в кг/см<sup>2</sup> (Мн/м<sup>2</sup>);

$R_{\text{сж}}$  – предел прочности при сжатии в кг/см<sup>2</sup> (Мн/м<sup>2</sup>);  $E$  – модуль упругости в кг/см<sup>2</sup> (Мн/м<sup>2</sup>);

$\mu$  коэффициент Пуассона.

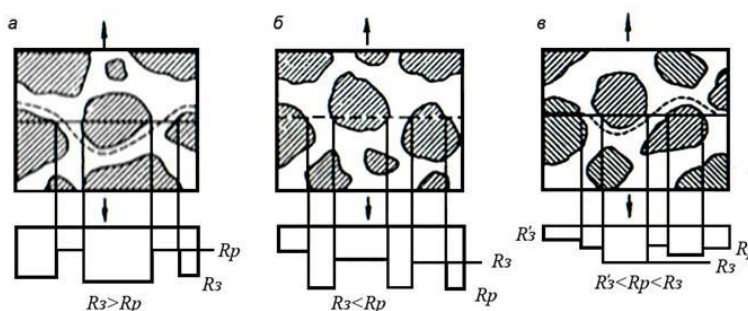
Так как  $\mu$  для бетона примерно равен 0,2, а кубиковая прочность на сжатие при устранении трения на опорных плитах прессы понижается примерно в два раза, то

$$R_{раст} = 0,5 R_{сж} \quad \mu = 0,5 * 0,2 R_{сж} = 0,1 R_{сж} \quad (5)$$

То есть предел прочности бетона при растяжении составляет примерно 0,1 предела прочности при сжатии [4].

Поведение бетона под нагрузкой существенно важно для определения надежности работы материала в условиях эксплуатации, оценки его долговечности, трещиностойкости и других свойств бетона.

Установлено два вида разрушения структуры. В первом случае, когда прочность заполнителя при растяжении выше прочности раствора или цементного камня, разрушение происходит по раствору в обход зерен заполнителя. Во втором случае, когда прочность заполнителя ниже прочности раствора, разрушение происходит по раствору и по зернам заполнителя. Может быть и смешанный характер разрушения при соизмеримых по прочности компонентах бетона (рисунок 2).



**Рис. 2.** Характер разрушения бетона:

*a* – по цементному раствору без разрушения заполнителя;  
*б* – с разрывом зерен заполнителя; *в* – смешанное разрушение

Обобщая результаты и выводы ряда исследований и современные представления о процессе разрушения бетона, можно выделить следующее:

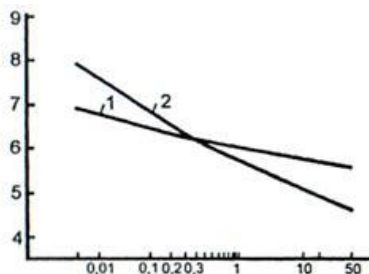
1. Прочность и деформативность бетона определяется главным образом его структурой и свойствами цементного камня, которые в свою очередь зависят от минералогического состава, *B/C*, тонкости помола цемента, возраста, условий приготовления и твердения, добавок.

2. Разрушение бетона происходит постепенно. Вначале возникают перенапряжения, а затем микротрещины в отдельных микрообъемах.

3. Разрушение бетона при сжатии обусловлено развитием микротрещин отрыва, направленных параллельно действующему усилию, при этом увеличивается объем образца, но в действительности нарушается сплошность материала.

4. Большое влияние на процесс разрушения оказывает жидкая фаза в бетоне. Облегчая развитие пластических деформаций, деформаций ползучести и микротрещин, ослабляя структурные связи в бетоне, вода снижает его прочность, в зависимости от скорости приложения нагрузки [5].

Серьезное влияние на прочность может оказать влажность бетона (рисунок -3).



**Рис. 3.** Влияние времени  $t_{max}$  нагружения до разрушения на прочность  $R_b$  бетона:

*1* – сухого; *2* – водонасыщенного

Чем выше степень водонасыщения, тем больше жидкая фаза влияет на свойства бетона.



**Методика испытаний**

В силу зависимости прочности бетона от большого количества факторов образцы, изготовленные даже из одного замеса, твердевшие в одинаковых условиях и испытанные на одном и том же прессе, показывают различные значения прочности бетона. Поэтому необходимо строго придерживаться соответствующих рекомендаций по методикам испытания.

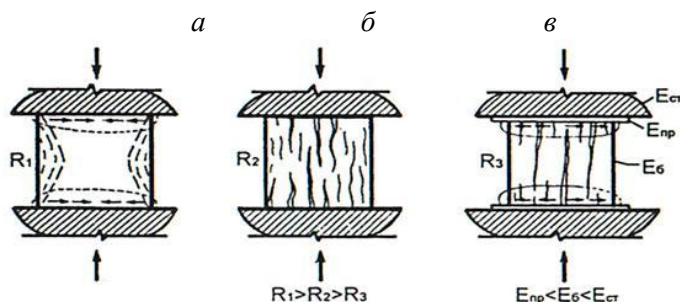
Все факторы, влияющие на показатели прочности бетона, условно можно разделить на 3 группы:

статистические - практически невозможно получить абсолютно одинаковые по структуре образцы бетона;

технологические – все, что связано с изготовлением образцов и их качеством условиями изготовления, пластичностью смеси, ее склонности к расслоению и водоотделению;

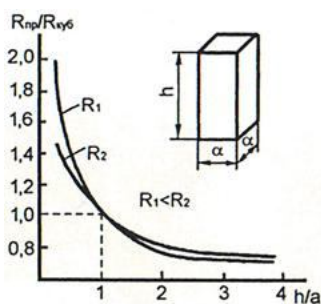
методические, к которым относят различные аспекты методики испытаний, каждый из которых оказывает определенное влияние на его результат.

При испытании бетонного образца в плитах пресса, как и в образце, возникают напряжения. Так как модуль упругости стали намного выше модуля упругости бетона, то даже при одинаковых напряжениях деформации, возникающие в плитах пресса, в том числе поперечные деформации от действия растягивающих напряжений, оказываются меньше, чем деформации бетона. Образец разрушается тогда, когда деформации достигают предельных значений, при которых возникают сплошные трещины. Действие плит пресса, уменьшающих деформации слоев бетона, прилегающих к ним, оказывает на них поддерживающее влияние и предохраняет от разрушения. Это явление называют «эффектом обоймы». Поэтому кубы бетона имеют характерную форму разрушения (рисунок-4).



**Рис. 4.** Характер разрушения бетонных кубов при различных условиях испытания:  
*a* – обычная схема испытания (пунктиром показана ориентировочная область влияния «эффекта обоймы»);  
*б* – при смазке опорных поверхностей; *в* – при применении податливых прокладок.

Если с помощью смазки изменить характер взаимодействия плит пресса и образца, изменится его напряженное состояние и характер его разрушения (рисунок 4, *б*). Он раскалывается системой вертикальных трещин на отдельные пластины, причем прочность его при этом снижается на 20–30 %. Однако обеспечить равномерное и полное снижение силы трения очень трудно, и поэтому при испытаниях был принят другой прием, исключаяющий влияние «эффекта обоймы» – испытание призм (образцов, высота которых в 4 раза больше размера ребра основания) (рисунок 5).



**Рис. 5.** Влияние размеров образца на прочность бетона

Вследствие действия обоймы значительное влияние на результаты испытаний оказывает размер и форма контрольного образца [6].

Для приведения прочности бетона к одному результату (получаемому при испытании стандартных кубов 15x15x15 см) используется ряд переводных коэффициентов.

Но различия в прочности образцов разных размеров объясняются не только эффектом обоймы. Чем крупнее образец, тем выше вероятность появления в нем крупных дефектов, снижающих прочность бетона. На основе статистической теории хрупкого разрушения материала зависимость среднего предела прочности  $R$  от объема образца можно представить формулой:

$$R = R_0 [d + v(V_0/V)^{1/\alpha}] \quad (6)$$

где  $R_0$  – предел прочности стандартного образца;  $a$ ,  $v$  и  $\alpha$  – эмпирические коэффициенты;  $V_0$  – объем стандартного образца.

При изготовлении образцов разных размеров на прочность оказывают влияние и технологические факторы. В таких образцах возможны различная степень уплотнения структуры, неодинаковые условия твердения, различные напряжения от усадки и действия внешних факторов и т. д. Все это влияет на формирование структуры бетона и прочность контрольных образцов.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 ГОСТ 7473-94 Смеси бетонные технические условия.
- 2 Авторское свидетельство № 66405 «Центробежный смеситель» Поветкин В.В., Нурмуханова А.З., Соснин В.А. 15.12.2010, бюл. № 12.
- 3 Авторское свидетельство № 61484 Поветкин В.В., Нурмуханова А.З. 15.09.2009, бюл. № 9.
- 4 Рекомендации по учету влияния возраста бетона на его основные технические свойства ВСН-05-64 Москва 1964.
- 5 ГОСТ 8829-94 Методы испытаний нагружением правил оценки прочности, испытаний нагружением правил оценки прочности, жесткости и трещиностойкости.
- 6 ГОСТ 12730.5-84 Бетоны. Методы определения водонепроницаемости.

#### REFERENCES

- 1 GOST 7473-94 Mixture of concrete technical conditions.
- 2 Copyright certificate № 66405 «Centrifugal amalgamator» Povetkin V.V., Nurmukhanova A.Z., Sosnin V. 15.12.2010, bul. № 12.
- 3 Copyright certificate № 61484 Povetkin V.V., Nurmukhanova A.Z. 15.09.2009, bul. № 9.
- 4 Recommendations to consider the effect of the age of concrete on its main technical his state VSN-05-64 Moscow 1964.
- 5 GOST 8829-94 test Methods loading rules for evaluation of strength tests of loading rules for evaluation of strength, hardness and fracture toughness.
- 6 GOST 12730.5-84 Concretes. Methods for determination of water resistance.

Аканов Х.Г., Мухтарова М.Н., Нурмуханова А.З., Нурсейтова А.К., Ермағанбетова С.Д.

#### **Бетон беріктігін анықтау анализі**

**Түйіндеме.** Мақалада бетон құймаларын дайындау үшін қажетті талаптар, патенттелген орталықтандырылған араластырғыш үлгісі және бетон беріктігін анықтау процесі көрсетілген.

**Түйін сөздер:** бетон, араластырғыш, беріктік, барабан араластырғыш, бетонды сынақтан өткізу, сүеткізгіштігі, цемент, бейтарап материалдардың араласуы.

Akanov H.G., Mukhtarova M.N., Nurmukhanova A.Z., Nurthisva A.K., Ermaganbetova S.D.

#### **Analysis of the definition of durability of concrete**

**Summary.** The article describes the requirements for the implementation of concrete mixing, patented example of a centrifugal mixer, as well as process of determining the strength of concrete

**Key words:** concrete, mixer, strength, mixing drum, concrete testing, permeability, cement, aggregates shift

# • ХИМИКО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК [66.091.1:546.98]:547

Хабиев А.Т.<sup>1</sup>, Геблер К.<sup>2</sup>, Ланг Г.<sup>2</sup>, Селенова Б.С.<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>Казахский Национальный технический университет им. К.И. Сатпаева, г. Алматы, Казахстан

<sup>2</sup>Технический университет Хемнитц, г. Хемнитц, Германия)

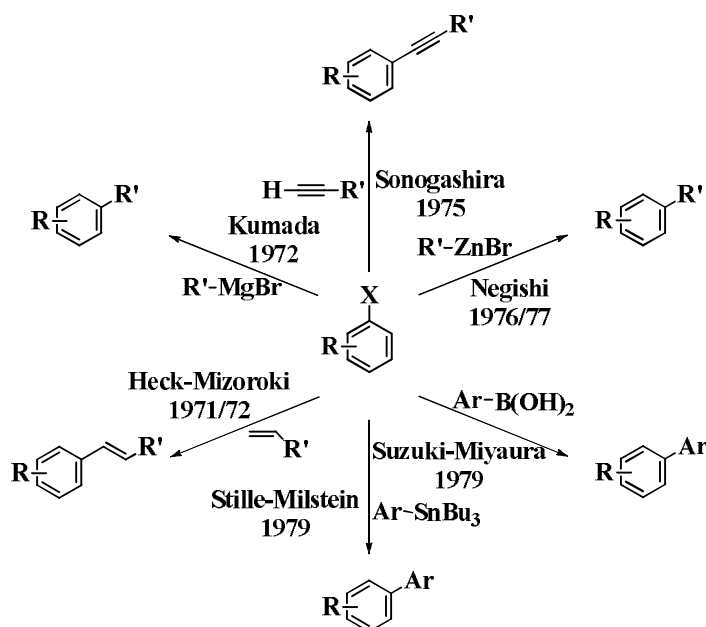
## ИЗУЧЕНИЕ АКТИВНОСТИ ПАЛЛАДИЕВЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ С 2-МЕТОКСИФЕНИЛ-ДИФЕРРОЦЕНИЛ- И ФЕНИЛ-ДИФЕРРОЦЕНИЛ-ФОСФИНОВЫМИ ЛИГАНДАМИ

**Аннотация.** Реакция Судзуки-Мияра принадлежит, несомненно, к наиболее важным каталитическим процессам в органической химии. В статье исследована активность палладиевых катализаторов с 2-метоксифенил-диферроценил- и фенил-диферроценил-фосфиновыми лигандами в Судзуки-Мияра реакции.

**Ключевые слова:** палладиевые катализаторы, реакции С,С-кросс-сочетания, реакция Судзуки-Мияра, гомогенный катализ.

В настоящее время более 90 % всех промышленных химических процессов проводят с использованием катализаторов, ежегодный оборот которых имеет рост в 3-5 % и составляет в денежном эквиваленте порядка 2-х триллионов тенге [1]. В основе большинства каталитических процессов лежит катализ с применением переходных металлов.

Катализаторы на основе никеля, палладия и платины считаются наиболее эффективными в реакциях С,С-кросс-сочетания. К таким реакциям относят именные реакции первооткрывателей Ричарда Ф. Хека, Ай-ичи Негиши и Акиры Судзуки, получившими в 2010 году Нобелевские премии, а также реакции Кумада, Хек-карбонилирования, Мурагаши, Зоногашира, Стил-Мильштайна, Хияма, Бахвальд-Хартвига, цианирования и гидроксिलирования, важнейшие из которых обобщенно показаны на рисунке 1:



Ar = арил-; Bu = бутил; R, R' = алкил-; X = Cl, Br, I

Рис. 1. Схема реакций перекрестного соединения углерода с углеродом

Преимущество применения органоборсоединений (в основном борных кислот) в сравнении с другими металлоорганическими веществами в реакции перекрестного соединения как термостабильных соединений, нечувствительных к воде и кислороду, их общая доступность и низкая токсичность обособливает реакцию Судзуки-Мияра как наиболее важную из своего класса, обеспечивающую благодаря «мягким» условиям протекания (100 °С, 1 атм.) возможность применения разнообразных функциональных групп. Высокая регио- и стереоселективность Судзуки-Мияра реакции имеет большое значение в синтезе природных соединений и материаловедении. Она имеет промышленный масштаб в фармацевтическом и тонком органическом синтезе. Примером такого применения может служить многотоннажное производство 2-циано-4'-метилбифенила - промежуточного продукта в синтезе антагониста ангиотензина II:

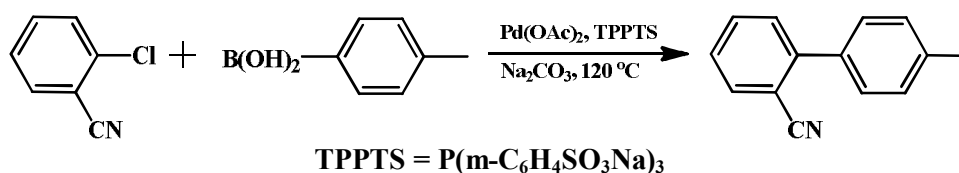


Рис. 2. Индустриальный синтез 2-циано-4'-метилбифенила. [2, 3]

Судзуки-Мияра реакция также позволила существенно облегчить синтез жидкокристаллических соединений [4] и к примеру синтез антибиотика ванкомицина. [5-7] , имеющего структуру, показанную на рис. 3.

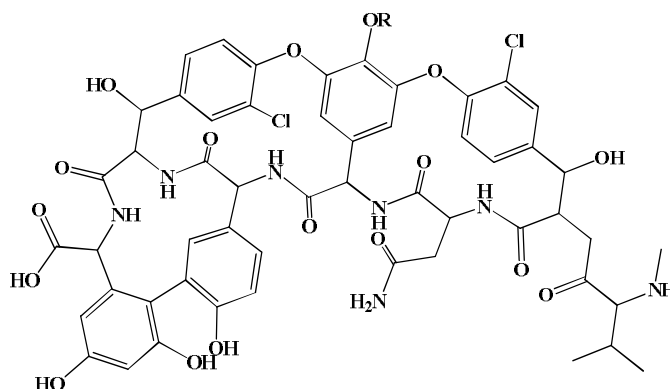
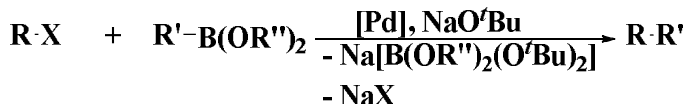
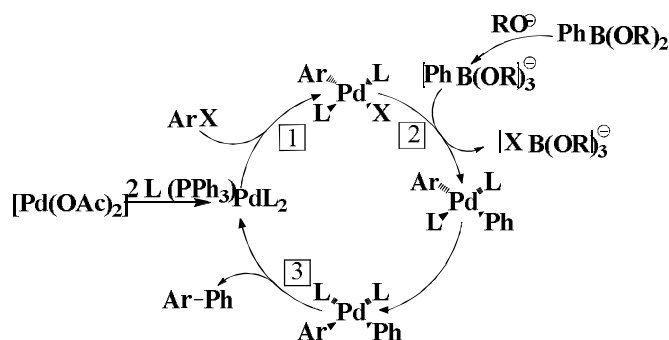


Рис. 3. Структура антибиотика ванкомицина.

В сравнении с никелем и платиной, упомянутыми выше, катализаторы на основе палладия считаются более эффективными благодаря низкой чувствительности органилов палладия к воздуху и воде, возможности широкого применения в своем составе функциональных групп и возможности участия во всех важных частях (этапах) каталитического цикла (диссоциация лигандов, окислительное присоединение, инсерция, восстановительное элиминирование, β-Н элиминирование и т.д.). Общая схема для такого цикла представлена на рис.4:

Механизм



Результирующая реакция

R = R' = Арил, винил

R'' = H, метил, этил

X = Cl, Br, I, OTf (Tf = трифлат, CF<sub>3</sub>SO<sub>3</sub><sup>-</sup>, трифторометансульфонат)

[Pd] = [Pd(PPh<sub>3</sub>)<sub>4</sub>], [PdCl<sub>2</sub>], [Pd(OAc)<sub>2</sub>]

Рис. 4. Общая схема каталитического цикла реакции Судзуки - Мияра

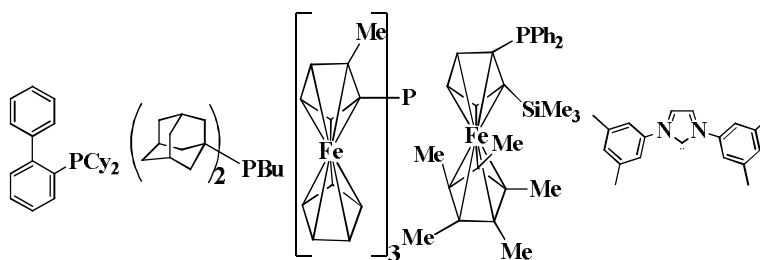
Большое многообразие и низкая цена органических хлоридов делает привлекательным их для использования в промышленном масштабе, хотя очень часто органические арилхлориды ввиду стабильности связи углерод-хлор показывают низкую активность и в результате низкой эффективности в реакциях перекрестного соединения не используются. Сравнительная характеристика энергии диссоциации связи галоген-углерод и средняя цена на галогенароматы показана в таблице 1. [8,9]

Таблица 1. Энергия диссоциации связи (ЭДС) галоген-углерод и средняя цена на галогенароматы (MerckKGaA, 2009)

X	ЭДС/ккал* моль <sup>-1</sup>	Цена/тенге*моль <sup>-1</sup>
F	126	2334,36
Cl	96	213,64
Br	81	891,8
I	65	13373,08

В конце 90-х годов в данном направлении произошел большой прорыв. Были созданы новые каталитические системы, лиганды, позволяющие проводить экономически выгодные реакции с арилхлоридами. [3,10]

Следующий этап развития создания катализаторов с применением арилхлоридов относится к 1998 г. Несмотря на электронные свойства и структуру арилхлоридов, данные катализаторы способны к работе в сравнительно мягких условиях. Примеры таких катализаторов показаны на рис. 6. и все они являются электронобогатыми (сильными σ - донорами), стерически требовательными фосфанами или N – гетероциклическими карбенами.



Me = метил  $\text{CH}_3$ , Cy = циклогексил  $\text{C}_6\text{H}_{11}$ , Bu = бутил  $\text{C}_4\text{H}_9$ , Ph = фенил  $\text{C}_6\text{H}_5$

Рис. 5. Эффективные лиганды нового поколения для активации связи углерод - хлор

Также как и для других технологически важных каталитических процессов выбор фазового состояния (гомогенного или гетерогенного) катализатора для реакции перекрестного соединения углерода с углеродом остается наиболее острым вопросом.

Высокая скорость реакции, высокая доступность реагентов к каталитическим центрам и селективность в гомогенном процессе ставится в противовес относительно более легкого разделения катализатора от продуктов реакции с целью дальнейшего использования дорогостоящего в гетерогенном.[11]

Относительным компромиссом в вышеназванной проблеме являются иммобилизованные [12-16] или гетерогенизированные гомогенные катализаторы, а также биокатализаторы.

В некоторых случаях проблему разделения можно решить использованием легкоразделяемых многокомпонентных систем (например, водная/органическая, органическая/суперкритич.  $\text{CO}_2$ )[17] или работой с применением ионных растворителей, предложенной к примеру рабочей группой профессора университета Эрланген в Нюрнберге/Германия Б. Вассершайда. [18]

В результате лабораторных исследований в Техническом университете Хемнитц/Германия были синтезированы и исследованы 2 катализатора Судзуки-Мияра (рисунок 6). Прекурсором для них служил ацетат палладия (1,12 мг), взятый в стехиометрическом количестве с катализатором. В качестве борной кислоты для всех реакций была применена фенилборная кислота (1,3 моль), взятая в небольшом избытке по сравнению с арилгалогенидом (0,2-0,3 мл).

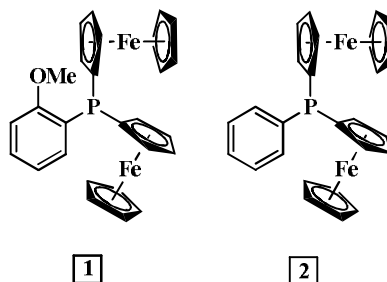


Рис. 6. Катализаторы Судзуки-Мияра (1 и 2), синтезированные на базе Технического университета Хемнитц

Чтобы усилить каталитические свойства катализаторов и стабильность 18-и электронного палладийфосфинового комплекса, был использован карбонат калия в качестве основания (4 моль).

Для исследования эффективности катализаторов 1 и 2 были использованы хлор- и бром-ароматические тестовые системы (рисунок 7). Общим растворителем в этих системах служил безводный и бескислородный толуол, а также раствор, состоящий из диоксана и воды в пропорции 2:1.

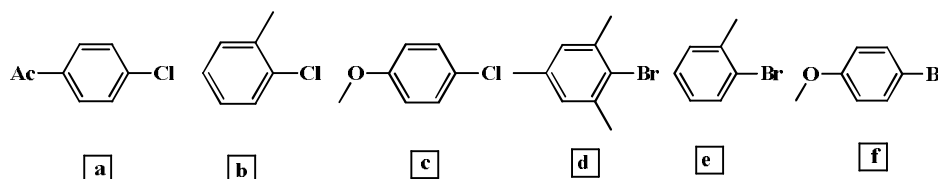
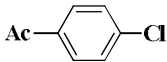
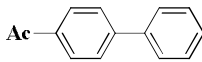
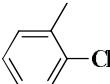
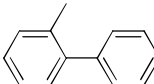
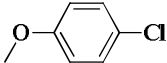
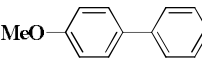
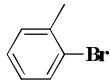
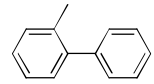
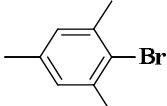
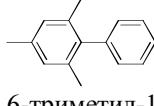
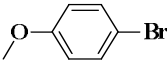
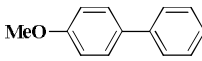


Рис. 7. Арилгалогениды для проведения тестовых реакций Судзуки-Мияра с катализаторами 1 и 2.

## • Химия-металлургия ғылымдары

Индивидуальные характеристики используемых арилгалогенидов и сопряженных с ним продуктов-замещенных бифенилов наиболее хорошо анализируемы с помощью Н-ЯМР. Каждый из продуктов и исходных веществ содержит легкоанализируемый водородный пик при метил-группе (табл.2).

Таблица 2. Сигнал Н-ЯМР метильной группы исходного арилхлорида и продукта при реакции с фенилборной кислотой

№	Структура и название исходного арилхлорида	Сигнал метильной группы исходного арилхлорида	Структура и название продукта реакции	Сигнал метильной группы продукта реакции
	1	2	3	4
a	 4-хлор-ацетофенон	2.48	 4-ацетил-1,1'- бифенил	2.53
b	 2-хлор-толуол	2.30	 2-метил-1,1'- бифенил	2.18
c	 4-хлор-анизол	3.68	 4-метокси-1,1'- бифенил	3.75
d	 2-бром-толуол	2.30	 2-метил-1,1'- бифенил	2.18
e	 2-бром-мезитилен	2.27 (6H), 2.13 (3H)	 2,4,6-триметил-1,1'- бифенил	1.9 (6H), 2.23 (3H)
f	 4-бром-анизол	3.68	 4-метокси-1,1'- бифенил	3.75

Для стандартизации ЯМР-пиков и более удобного и точного вычисления выхода продуктов реакции к исходной смеси добавляли ацетилферроцен, имеющий ЯМР-сигнал протонов при метильной группе, равный 4,08 м.д. Методом интегрирования пиков протонов соответствующих метильных групп был вычислен выход реакции.

Как показывает график на рисунок 8, самым лучшим катализатором Судзуки-Мияра реакции для 4-хлор-ацетофенона является катализатор 1, показывающий стопроцентный выход реакции в результате часового воздействия. Причем на основании полученных данных можно выстроить ряд активности: кат. 1 > кат. 2. Выход реакции для катализатора 2 после часа проведения опыта составил 2 %.

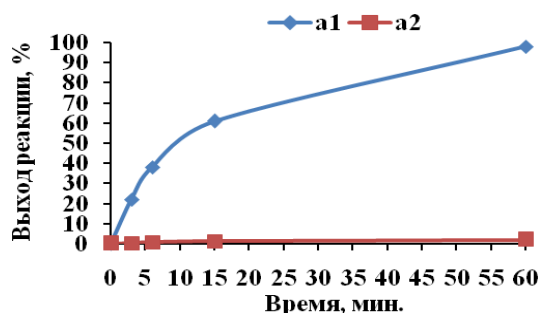


Рис. 8. Выход реакции для катализаторов 1 и 2 при тестировании 4-хлор-ацетофенона в Судзуки-Мияра реакции

2-хлор-толуол по сравнению с 4-хлор-ацетофеноном (рис. 9) не имеет активированный хлор в своем составе, что приводит к более низким результатам выхода реакции для катализаторов 1 и 2. Тем не менее, проанализировав результаты опытов, был выстроен следующий ряд активности: кат. 2 > кат. 1. Самым лучшим для данной системы является катализатор 2 с выходом реакции 7,1 %. Выход реакции для катализатора 1 после часа проведения опыта составил 1,7 %. Ненулевой выход реакции объясняется влиянием метильной группы 2-хлор-толуола.

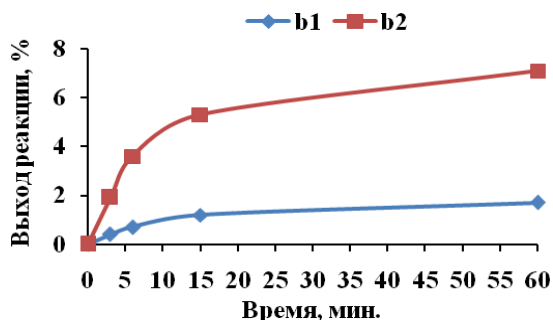


Рис. 9. Выход реакции для катализаторов 1 и 2 при тестировании 2-хлор-толуола в Судзуки-Мияра реакции.

4-хлор-анизол (рисунок 10) в отличие от 4-хлор-ацетофенона имеет в своем составе менее активированный атом хлора. Результатом такого воздействия является более низкий выход реакции. Для самого активного из них - катализатора 1 в результате часового воздействия выход реакции составил 3,5 %. Выход реакции для катализатора 2 после часа проведения опыта составил 0,2 %. Низкая активность 4-хлор-анизола в Судзуки-Мияра реакции объясняется наличием в 4-хлор-анизоле метильной группы, препятствующей активации хлора. Ряд активности для системы с 4-хлор-анизолом имеет следующий вид: кат. 1 > кат. 2.

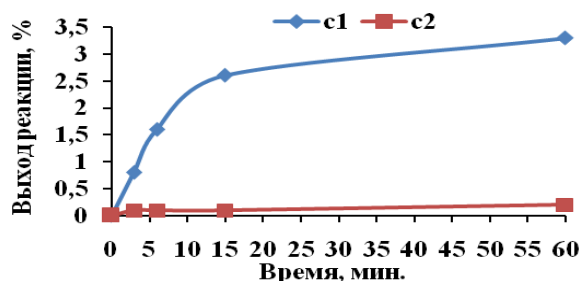


Рис. 10. Выход реакции для катализаторов 1 и 2 при тестировании 4-хлор-анизола в Судзуки-Мияра реакции.

Бромарилы, как было сказано выше, имеют значительно более высокую активность по сравнению с хлор-арилами в Судзуки-Мияра реакции. Стерически затрудненный 2-бром-мезитилен (рис. 11) не показал 100 % выход реакции для катализаторов 1 и 2 в результате часового воздействия.



## • Химия-металлургия ғылымдары

Максимальный выход реакции часового воздействия составил 73,7 % для катализатора 1. Выход реакции для катализатора 2 после часа проведения опыта составил 6,3 %. Выход реакции 100 % достигается в течении 3-х часового воздействия для катализатора 1 и 24 часа для катализатора 2. Ряд активности для 2-бром-мезитилена представлен следующим образом: кат. 1 > кат. 2.

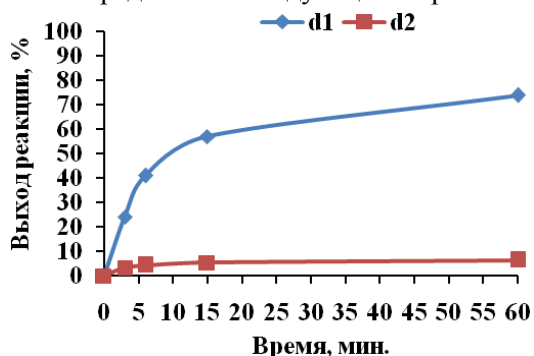


Рис. 11. Выход реакции для катализаторов 1и 2при тестировании 2-бром-мезитилена

2-бром-толуол (рис. 12) значительно легче вступает в реакцию Судзуки-Мияра по сравнению с 2-бром-мезитиленом. В нем меньше стерических препятствий (отсутствие 2-х метильных групп по сравнению с 2-бром-мезитиленом). Катализатор1 показал 100 % выход реакции в течение 1-го часа. Выход реакции для катализатора 2 в течении 1-го часа составляет 73,3 % и 100 % в течении 24 ч. Ряд активности для системы с 2-бром-толуолом имеет следующий вид: кат. 1 > кат. 2.

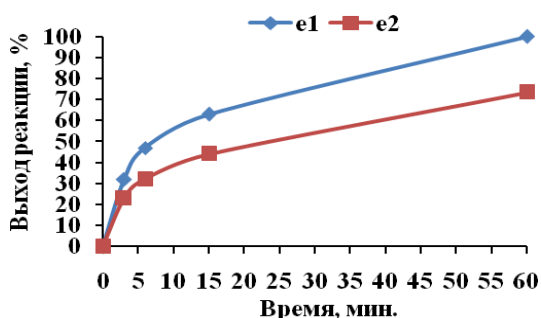


Рис. 12. Выход реакции для катализаторов 1 и 2 при тестировании 2-бром-толуола в Судзуки-Мияра реакции

Наиболее активным из бром-ариллов d-f является 4-бром-анизол (рис. 13). В составе он имеет активированный бром за счет действия метокси-группы, которая расположена в пара-положении. Все катализаторы (1и 2) показали 100 % выход реакции в течении часа. Ряд активности для системы с 2-бром-толуолом представлен следующим образом: кат. 1 > кат. 2.

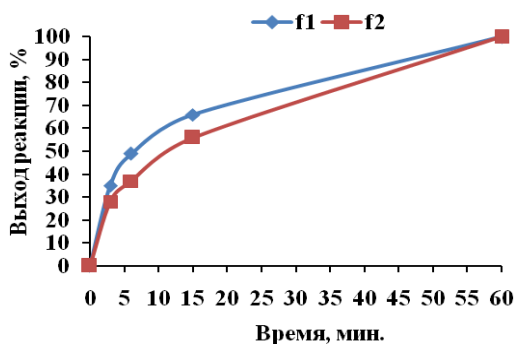


Рис. 13. Выход реакции для катализаторов 1и 2при тестировании 4-бром-анизола в Судзуки-Мияра реакции

Проанализировав результаты активности катализаторов 1 и 2 в реакциях а-f, можно сделать вывод, что катализатор 1 является в общем более активным катализатором реакции Судзуки-Мияра (кроме системы с 2-хлор-толуолом, рис. 9) с применением фенолборной кислоты и карбоната калия в качестве слабого основания.

ЛИТЕРАТУРА

1. American Chemical Society Report, Technology Vision 2020: The Chemical Industry, 1996.
2. Beller, M.; Zapf, A.; Mдgerlein, W. Chem. Eng. Technol. 2001, 24, 575–582.
3. (a) Haber, S.; Kleiner, H.-J., 1997, WO 1997 005 104 A1; (b) Gruger, H. J. Prakt. Chem. 2000, 342, 334–339; (c) Corbet, J.-P.; Mignani, G. Chem. Rev. 2006, 106, 2651–2710.
4. Nicolaou, K. C.; Bulger, P. G.; Sarlah, D. Angew. Chem. Int. Ed. 2005, 44, 4442–4489.
5. Schulz, T.; Torborg, C.; Schдffner, B.; Huang, J.; Zapf, A.; Kadyrov, R.; Вцrner, A.; Beller, M. Angew. Chem. 2009, 121, 936–939.
6. Beller, M.; Zapf, A.; Mдgerlein, W. Chem. Eng. Technol. 2001, 24, 575–582.
7. Baumeister, P.; Seifert, G.; Steiner, H., 1992, EP 0 584 043 A1.
8. Littke, A. F.; Fu, G. C. Angew. Chem. Int. Ed. 2002, 41, 4176–4211.
9. Grushin, V. V.; Alper, H. Chem. Rev. 1994, 94, 1047–1062.
10. (a) Briehn, C. A.; Schiedel, M.-S.; Bonse, E. M.; Schuhmann, W.; Вдuerle, P. Angew. Chem. 2001, 113, 4817–4820; (b) Deeg, O.; Kirsch, P.; Pauluth, D.; Вдuerle, P. Chem. Commun. 2002, 2762–2763.
11. A. Behr, U. Onken, Verfahrensentwicklung, in Technische Chemie, Wiley-VCH, Weinheim, 2006.
12. Cornils, B.; Herrmann, W. A.; Schlugl, R.; Wong, C.-H. Catalysis from A to Z, 2nd ed.; Wiley-VCH: Weinheim, 2003.
13. Steinborn, D. Grundlagen der metallorganischen Komplexkatalyse, 1st ed.; B. G. Teubner Verlag: Wiesbaden, 2007.
14. Hagen, J. Industrial Catalysis - A Practical Approach, 2nd ed.; Wiley-VCH: Weinheim, 2006.
15. DeVos, D. E. Chiral catalyst immobilization and recycling; Wiley-VCH: Weinheim, 2000.
16. (a) Schweizer, S.; Becht, J.-M.; Drian, C. L. Org. Lett. 2007, 9, 3777–3780; (b) Byun, J.-W.; Lee, Y.-S. Tetrahedron Lett. 2004, 45, 1837–1840.
17. Cornils, B. Multiphase homogeneous catalysis; Wiley-VCH: Weinheim, 2005.
18. Wasserscheid, P.; Welton, T. Ionic Liquids in Synthesis, 2nd ed.; Wiley-VCH: Weinheim, 2007.

Хабиев А.Т., Геблер К., Ланг Г., Селенова Б.С.

**2-метокси-фенил-диферроцинил- және фенил-диферроцинил-фосфинді лигандалары пайдаланылған палладий катализаторларының активтілігін зерттеу**

**Түйіндеме.** Бұл жұмыста қолданылған палладий катализаторлары үлкен көлемді маңызды индустриалдық каталитикалық процестерді жүргізуге қабілетті. Осы мақалада Судзуки-Мияра реакциясында қолданылған 2-метокси-фенил-диферроцинил- және фенил-диферроцинил-фосфинді лигандалары пайдаланылған палладий катализаторларының активтілігі зерттелген.

**Негізгі сөздер:** палладий катализаторлары, C,C-кросс-байланыс реакциялары, Судзуки-Мияра реакциясы, гомогенді катализ

Хабиев А.Т., Геблер К., Ланг Г., Селенова Б.С.

**Изучение активности палладиевых катализаторов с 2-метоксифенил-диферроцинил- и метоксифенил-диферроцинил-фосфиновыми лигандами**

**Резюме.** Используемые в данной работе содержащие палладий катализаторы способны катализировать большое количество индустриально-важных каталитических процессов. В настоящей статье исследована активность палладиевых катализаторов с 2-метокси-фенил-диферроцинил- и фенил-диферроцинил-фосфиновыми лигандами в Судзуки-Мияра реакции.

**Ключевые слова:** палладиевые катализаторы, реакции C,C-кросс-сочетания, реакция Судзуки-Мияра, гомогенный катализ.

Khabyev A.T., Gebler Ch., Lang H., Selenova B.S.

**Investigation of the activity of palladium catalysts with 2-methoxy-phenyl-diferrocenyl- and methoxy-phenyl-diferrocenyl-phosphin ligands**

**Summary.** Used in this article palladium containing catalysts are able to catalyze a large number of important industrial catalytic processes. In this paper investigated the activity of palladium catalyst with 2-methoxy-phenyl-diferrocenyl- and phenyl-diferrocenyl-phosphin ligands in Suzuki-Miyara reaction.

**Key words:** palladium catalysts, C,C-cross-coupling reactions, Suzuki-Miyara reaction, homogeneous catalyses.

УДК 669. 713: 621. 762. 224

**Г.Я. Мозговых<sup>1</sup>, О.С. Байракова<sup>2</sup>, А.А. Әмірбеков<sup>1</sup>**

(<sup>1</sup>Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева,  
Алматы, Республика Казахстан,

<sup>2</sup>Институт проблем горения, Алматы, Республика Казахстан)

### **ПРОИЗВОДСТВО АЛЮМИНИЕВОГО ПОРОШКА (ПУДРЫ) ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПЕНОБЕТОНА**

**Аннотация.** Алюминиевый порошок (пудра) был получен на заводе ТОО «Флога» по оригинальной, экономичной схеме, отличающейся высокой производительностью, получением порошков в широком интервале дисперсности. Сущность технологии заключается в распылении расплавленного металла газом через форсунку в бункер-осадитель. Новизна работы заключается в получении указанного порошка по новой, оригинальной, производственной схеме, разработанной учеными Института проблем горения.

Исследование порошка на качество проводилось с помощью физико-химических методов. Исследование алюминиевого порошка на активность газоволюметрическим методом показало, что был получен порошок, с активностью 96 – 99, качество которого подтверждено рентгенофазовым анализом.

Алюминиевая пудра использовалась в строительной промышленности.

В лабораторных условиях был отработан оптимальный состав пенобетона, условия и оптимальная схема его получения. Алюминиевая пудра вносилась в заранее приготовленную смесь, после чего проводилась минерализация пены с цементом. Пенобетонная смесь с добавкой алюминиевой пудры в качестве пенообразователя обладала повышенной стабильностью и большой дисперсностью.

**Ключевые слова:** производство, алюминиевый порошок, пудра, получение, пенобетон.

Алюминиевая порошковая продукция широко применяется в различных отраслях народного хозяйства. Многообразие областей применения алюминиевых порошков объясняется их физико-химическими свойствами: высокой реакционной способностью (активностью), большой энергией сгорания, высокой скоростью горения, коррозионной стойкостью в атмосфере и др. Основные области применения алюминиевых порошков – ракетное топливо, взрывчатые вещества, пиротехника, химия, металлургия, нефтехимия. Основные области применения пудр – пиротехника, лакокрасочная промышленность, строительная промышленность и др [1].

Структура потребления порошковой продукции определяется конкретными условиями и направленностью развития промышленности в каждой стране.

В структуре потребления алюминиевых порошков и пудр в США преобладает их использование в военных отраслях промышленности (80-90 %). В других странах, в том числе в нашей стране, структура потребления алюминиевой продукции в большей степени относится к гражданским отраслям промышленности

Существует большое количество способов получения алюминиевых порошков, которые можно разделить на две основные группы.

1. Физико – механические способы, в процессе осуществления которых не происходит принципиальных изменений химического состава исходного материала:

– механическое измельчение;

– распыление расплавленного металла сжатым газом или жидкостью, разбрызгивание струи расплава центробежными силами;

– конденсация металла из паровой фазы (независимо от метода перевода металла в парообразное состояние);

2. Физико – химические способы, сопровождающиеся принципиальными изменениями химического состава исходного материала в процессе его измельчения:

– электролитическое осаждение алюминия из растворов и расплавов;

– восстановление или термическое разложение алюминиевых соединений в газовой фазе или в растворе;

– термическое восстановление соединений алюминия в твердой фазе.

## • Химико-металлургические науки

Выпускаемая промышленностью порошковая продукция из алюминия различается по следующим основным видам:

– порошки – все виды измельченного металла, полученные распылением расплавленного металла или измельчением хрупких сплавов. Верхний размер частиц составляет 0,5 – 1,0 мм;

– пудры – чешуйчатые (пластинчатые) частицы алюминия, полученные измельчением алюминия в присутствии поверхностно-активных веществ. Линейные размеры частиц пудры в 50 – 150 раз превышают их толщину, составляющую 0,1 – 0,5 мкм;

– пасты отличаются от пудр способом получения и размерами частиц;

– к порошковой продукции могут быть отнесены также гранулы – частицы алюминия размерами более 0,5 – 1,0 мм.

Характеристика алюминиевого порошка и области его применения приведены в таблице 1 [2].

Таблица 1. Характеристика алюминиевых порошков (пудр)

Вид порошка	Форма	Крупность, мкм (средний размер)	Удельная поверхность, м <sup>2</sup> /г	Насыпная масса, г/см <sup>3</sup>	Содержание Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , %	Область применения
Порошки, распыленные: воздухом	Овальная, с неровными очертаниями поверхности	40 – 60	0,05 - 0,10	0,8 - 1,2	до 1,0	Исходный материал для производства пудры, ракетное топливо, химикаты, пигменты, металлургия
водой	Неправильная	150	-	0,5	0,9 - 1,5	Химия, металлургия
нейтральным газом	Сферическая	20 – 60	0,07 - 0,50	0,9 - 1,4	до 1,5	Ракетное топливо, химия, металлургия
Порошки распыленные Комбинированные (например, покрытые никелем)	Глобулярная	40	-	1,4 – 3,4	-	Для нанесения покрытий на металлы
Порошки хрупкие, полученные разломом	Осколочная	Порошки хрупких сплавов систем Al – Mg, Al – Si, Al – Ni и др.				Пиротехника, черная и порошковая металлургия, химия, для нанесения покрытий
Пудры, получаемые разломом: тонкая	Чешуйчатая	6 – 10	ППВ – 1,0	0,1-0,2	8 – 10	Пигменты, пиротехника, металлургия
грубая	Чешуйчатая	20 – 30	ППВ – 0,7	0,15-0,25	4 – 6	Пластики, пигменты, строительная промышленность
комкованная (для САП)	В виде комкованных	210	-	1,16-1,2	6 – 14	Порошковая металлургия

## • Химия-металлургия ғылымдары

Производство алюминиевого порошка на заводе ТОО «Флога» осуществлялось по технологической схеме путем распыления расплавленного металла обедненным по кислороду воздухом, отличающейся высокой производительностью, получением порошков в широком интервале дисперсности – от нескольких микрон до 1 – 2 мм с формой частиц от сферической до каплевидной и неправильной.

Процесс производства алюминиевого порошка – непрерывный, включает следующие стадии:

- 1 подготовка сырья;
- 2 нагрев печи;
- 3 загрузка отходов алюминиевого лома, нагрев;
- 4 слив металла в «чайник»;
- 5 распыление расплавленного металла.

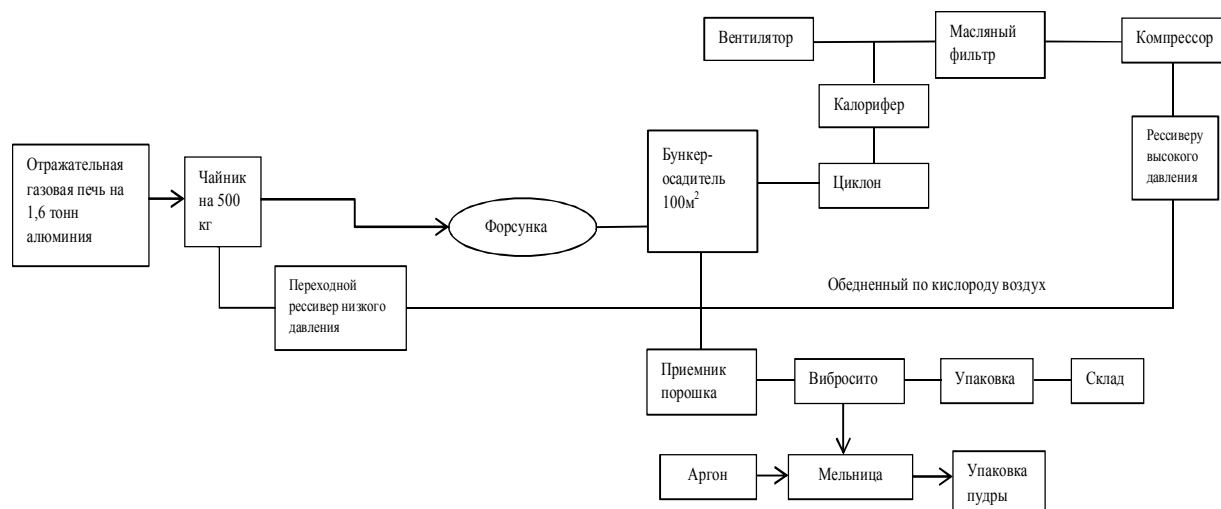


Рис. 1. Схема производственной линии изготовления алюминиевого порошка и пудры на заводе ТОО «Флога»

Основные операции при изготовлении алюминиевого порошка:

- 1 с помощью компрессора создавали давление в ресиверах 8 – 10 атм; В процессе распыления для поддержания стабильного давления производили периодическое включение компрессора;
- 2 подавали топливо в систему нагрева печи и нагревали печь до  $t=500 - 600$  °С;
- 3 загружали сырье в печь партиями по 100÷150 кг и нагревали до  $t=850 - 880$  °С;
- 4 подавали топливо в систему нагрева «чайника» и нагревали «чайник» до  $t=400$  °С;
- 5 нагревали металлопровод и форсунку до  $t=200 - 250$  °С;
- 6 сливали нагретый металл в «чайник» и создавали давление в «чайнике» 3 – 4 атм.;
- 7 подавали металл на распыление, при появлении красной струи металла подавали воздух на форсунку под давлением 4 атм и затем снижали давление в «чайнике» до 0,5 – 0,7 атм;
- 8 после окончания распыления производили очистку «чайника» от остатков металла, очищали форсунку и готовили ее к следующему распылению.

Основные методы получения пудры – сухое и мокрое измельчение алюминиевой заготовки[3]. В производстве ТОО «Флога» алюминиевая пудра получалась путем сухого измельчения. Сухое измельчение осуществлялось в шаровых мельницах в атмосфере аргона.

В качестве исходного сырья для получения алюминиевой пудры использовался алюминиевый порошок, производимый на ТОО «Флога» методом распыления. После рассеивания его по фракциям для производства пудры использовалась фракция крупностью 150 – 1000 мкм.

Процесс состоял из следующих стадий:

- 1 приготовление сырья;
- 2 загрузка исходного сырья в шаровую мельницу;
- 3 добавка парафина в сырье (1 – 3 %);
- 4 измельчение;
- 5 загрузка в тару.

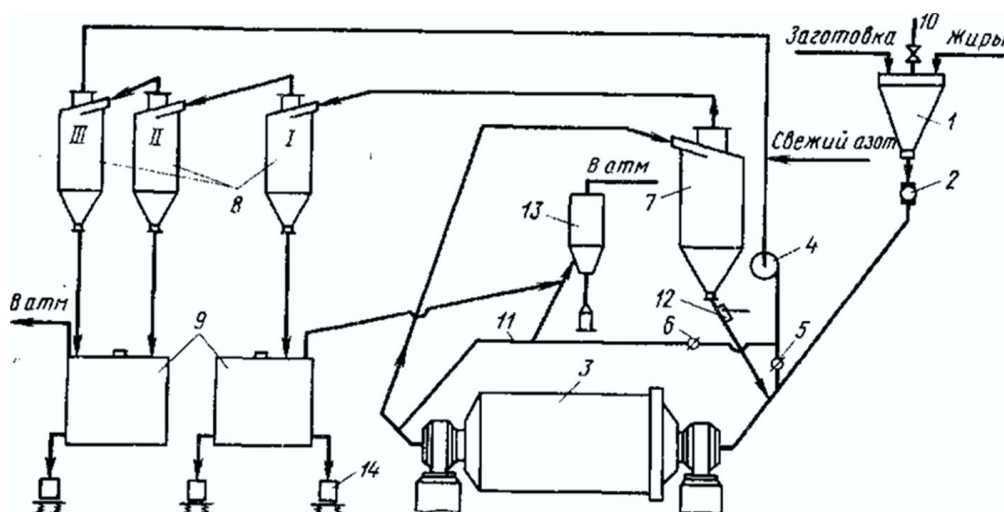


Рис. 2. Аппаратурно-технологическая схема производства алюминиевой пудры

1 – бункер; 2 – ячейка питатель; 3 – шаровая мельница; 4 – вентилятор; 5 – дроссели мельницы; 6 – дроссели байпаса; 7 – сепаратор; 8 – циклон; 9 – полировальный барабан; 10 – аспирационное устройство; 11 – байпас; 12 – мигалка; 13 – рукавные фильтры

Для успешного измельчения алюминиевой заготовки в шаровую мельницу загружали 1 – 3 % жировой добавки (стеарин, парафин, и др.). В работе при производстве пудры использовали парафин.

Основное назначение жировой добавки (парафина) – предотвращение «холодной сварки» частиц алюминия. Добавки технического парафина способствовали равномерному покрытию частиц тончайшей пленкой, предотвращающей «сваривание» частиц.

После получения алюминиевой пудры ее проверяли на активность, которая имеет большое значение в производстве пенобетона.

Содержание активного алюминия определяли газовольметрическим методом [2], основанным на измерении количества водорода, выделяющегося при растворении навески порошка в растворе щелочи. По количеству выделенного водорода рассчитывали содержание активного алюминия по приведенной формуле:

$$Al = V(p - p_1) \cdot 0,0288 / (273 + t)q \quad (1)$$

где  $V$  – объем выделившегося водорода, мл;  
 $p$  – барометрическое давление, мм рт. ст.;  
 $p_1$  – давление водяных паров, мм рт. ст.;  
 $t$  – температура охлаждающей воды, °C;  
 $q$  – навеска, г;  
 0,0288 – коэффициент пересчета.

Расчеты активности алюминиевого порошка:

$$Al = 400(698 - 17,58) \cdot 0,0288 / (273 + 20) \cdot 0,27 = 99,08$$

$$Al = 398(698 - 17,58) \cdot 0,0288 / (273 + 20) \cdot 0,27 = 98,59$$

$$Al = 395(698 - 17,58) \cdot 0,0288 / (273 + 20) \cdot 0,27 = 98,1$$

По разности масс исходного порошка и активного алюминия определяли оксид алюминия.

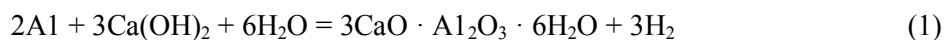
Высокое качество алюминиевой пудры было подтверждено рентгенофазовым анализом.

Строительная промышленность широко применяет алюминиевые пудры и пасты в качестве газо- и пенообразователя при производстве газо- и пенобетонов.

Ячеистый бетон – это искусственный пористый материал на основе минеральных вяжущих и кремнеземистого компонента, содержащий равномерно распределенные поры и капилляры. Пористость ячеистого бетона составляет до 85-90 % объема. По назначению бетоны подразделяют на

теплоизоляционные (средней плотностью 250-400 кг/м<sup>3</sup>), теплоизоляционно-конструкционные (средней плотностью 500-900 кг/м<sup>3</sup>), конструкционные (средней плотностью 1000-1200 кг/м<sup>3</sup>) и специальные (звукоизоляционные, жаростойкие и др.)[4].

Получение пенобетона проводилось в лабораторных условиях. Пенобетон получали путем смешивания воды, кремнеземистого компонента и вяжущего с введением в уже перемешанную смесь пенообразователя – алюминиевой пудры. Наиболее распространенным пенообразователем является алюминиевая пудра марок: ПАП – 1, ПАП – 2 (ГОСТ 549Ф – 95) или смесь пудры с ПАВ (алюминиевая паста). Процесс пенообразования происходил в результате химического взаимодействия алюминия с гидроксидом кальция по реакции



Выделяющийся водород вспучивал минеральную композицию, которая, затвердевая, сохраняла ячеистую структуру. Расход алюминиевой пудры на 1 м<sup>3</sup> готового пенобетона со средней плотностью 500 – 800 кг/м<sup>3</sup> составлял 200 – 500 г. С увеличением дозировки алюминиевой пудры больше выделялось водорода и более пористым получался пенобетон. Алюминиевая пудра была покрыта слоем парафина, поэтому ее вводили в смесь в виде водно-алюминиевой суспензии: на 1 м. ч. алюминия берут 0,05 м. ч. ПАВ и 15 – 20 м. ч. воды.

В результате исследования был определен оптимальный состав получения пенобетона, включающий: цемент (43-46,6 %), металлургический шлак (12 – 14,4 %), песок (18 – 15 %), пенообразующую клекеканифольную добавку (9,5 – 10,3 %), химические добавки различного назначения (0,4 – 0,5 %), алюминиевую пудру (0,5 – 0,6 %), синтетические фиброволокна (1,4 – 1,8 %), воду (12 – 14,4 %).

Пенобетонная смесь с добавкой алюминиевой пудры обладала повышенной стабильностью, большей дисперсностью. Также смесь была более пластичной, что в свою очередь можно объяснить уменьшенными размерами пузырьков воздуха в пенобетонной смеси.

Таким образом, результатом проведенной работы явилось получение пенобетона с добавкой алюминиевой пудры в качестве пенообразователя. Введение в бетон алюминиевой пудры позволило регулировать характеристики пенобетонной смеси и прочностные показатели пенобетона. Низкая стоимость добавки практически не увеличило себестоимость пенобетона.

Итогом исследовательской работы явилось получение алюминиевого порошка методом распыления расплавленного металла обедненным по воздуху кислородом, из которого измельчением в шаровой мельнице в атмосфере аргона получали алюминиевую пудру. Алюминиевый порошок и из него пудра были получены на заводе ТОО «Флога» по экономичной, высокопроизводительной технологии, разработанной в Институте проблем горения.

Высококачественная пудра использовалась далее для получения пенобетона. Была разработана оптимальная схема получения пенобетона в лабораторных условиях.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 *Кипарисов С.С., Либенсон Г.А.* Порошковая металлургия – М.: Металлургия, 1972. – 528 с.
- 2 *Гопиенко В.Г., Осипова Л.* Состояние и направления развития производства порошков алюминия и магния М: Знание, 1971. – 115 с.
- 3 *Сиденко П.М.* Измельчение в химической промышленности – М.: Химия, 1968. 384 с.
- 4 *Шахова Л.Д.* Технология пенобетона – М.: АСВ, 2010. – 246 с.

#### LITERATURA

- 1 *Kiparisov S.S., Libenson G.A.* Poroshkovaya metallurgiya. M.: Metallurgiya, 1972.-528 s.
- 2 *Gopienko V.G., Osipova L.* Sostoyanie i napravleniya razvitiya proizvodstva poroshkov alyuminiya i magniya M: Znanie, 1971.-115 s.
- 3 *Sidenko P.M.* Izmelchenie v khimicheskoi promyshlennosti. M.: Khimiya, 1968.-384 s.
- 4 *Shakhova L.D.* Tekhnologiya penobetona M.: ASB, 2010. – 246 s.

Мозговых Г.Я., Байракова О.С., Әмірбеков А.А.

#### **Көбікбетонды алуға арналған алюминий ұнтағының (опасының) өндірісі**

**Түйіндеме.** Алюминий ұнтағы (опасы) ЖШС «Флога» зауытында жоғары өнімділігімен, кең ауқымды ірілікте өндірілуімен ерекшеленетін экономикалық тиімді тізбек арқылы өндірілді. Технологияның ерекшелігі

балқытылған металды форсунка арқылы бункерге шашыратуға негізделген. Жұмыстың жаңалығы Жану проблемалары институтының ғалымдары құрастырған жаңа, түп негізгі өндіру тізбегі арқылы аталған алюминий ұнтағын алу болып табылады.

Алынған ұнтақты зерттеу физико-химиялық әдістер арқылы жүргізілді. Алюминий ұнтағының белсенділігі газоволюметрлік әдіспен зерттелген және белсенділік 96-99 аралығында, ал ұнтақтың сапасы рентгенофазалық әдіспен анықталған.

Алюминий ұнтағы құрылыс саласында қолданылған.

Зертханалық жағдайда көбікбетонның белсенді құрамы, керекті талаптары мен тиімді тізбегі анықталған. Алюминий ұнтағы алдын-ала дайындалған қоспаға енгізілген, содан кейін қоспаның көбіктенуі және қатуы жүргізілген. Көбікбетонды қоспаға алюминий ұнтағын көбіктендіргіш ретінде пайдалану аталған қоспаның жоғарғы тұрақтылығын және көбіктің ірілігін арттырған.

**Кіріме сөздер.** өндіріс, алюминий ұнтағы, опа, алу, көбікбетон

G.Y. Mozgovykh<sup>1</sup>, O.S. Bayrakova<sup>2</sup>, A.A. Amirbekov<sup>3</sup>

#### **Production of aluminum powder for foam concrete**

**Summary.** The aluminium powder was received at the factory LLP "Floga" with original, economical scheme, that differs with high productivity and powders obtaining in a wide range of dispersion. The essence of technology is the molten metal spraying through the nozzle into the gas tank - precipitator. The novelty of the work is the reception of powder with a new, original, production scheme developed by scientists at the Institute of combustion.

The resulting powder study was conducted with physical - chemical methods. The studying of aluminum powder by gas-volumetric method for the activity showed the quality of obtained powder with activity 96 - 99, the quality of which was confirmed by X-ray analysis.

Aluminium powder was used in the construction industry.

The optimal composition of foam, the conditions and the optimal scheme of its receipt has been worked out in the laboratory. Aluminum powder was brought into the premix followed by mineralization of foam with cement. Concrete mix with the addition of aluminum powder as a foaming agent had high stability and increased the dispersion.

**Key words:** production, aluminum powder, foam concrete.

УДК 628.3.034.2

**Мырзахметов М., Умбетова Ш.М., Мухатова А.К.,**  
(Казахский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева  
Алматы, Республика Казахстан)

### **ВОДООТВЕДЕНИЕ И СОСТАВ СТОЧНЫХ ВОД ПРЕДПРИЯТИЙ ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ**

**Аннотация.** Описан физико-химический состав сточных вод обогатительных фабрик предприятий цветной металлургии: свинцовых, медно-никелевых, медно-вольфрамовых обогатительных фабрик, медно-молибденовых.

**Ключевые слова:** сточные воды, химический состав, цветная металлургия, грубодисперсные примеси, загрязнения, водоотведение.

Годы независимости в Казахстане стали годами образования и становления новой государственной системы обеспечения экологической безопасности, управления охраной окружающей средой и природопользованием. В РК последовательно осуществляется государственная политика в области охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов.

Казахстан относится к аридной зоне с острым дефицитом водных ресурсов, Антропогенные воздействия привели к истощению и загрязнению природных вод. Республика богата минерально-сырьевыми ресурсами, добыча и переработка которых связана с потреблением значительных объемов воды.

В Казахстане интенсивно развивается нефтегазовая отрасль, горно-металлургический комплекс, энергетика и другие потребляющие десятки и сотни тонн воды на единицу продукции.

Цветная металлургия – одна из основных отраслей экономики РК. Цветная металлургия РК представлена всеми видами полиметаллических руд, редких и благородных металлов. Предприятия



цветной металлургии относятся к водоемким отраслям и представлены рудниками, обогатительными фабриками и металлургическими заводами.

Ввиду того, что предприятия цветной металлургии по сравнению с другими промышленными предприятиями наиболее интенсивно загрязняют окружающую среду и, прежде всего, воду, имеет смысл остановиться на этом подробнее.

Формы нахождения металлов в воде в значительной мере определяют их поведение. Важную роль играют процессы образования труднорастворимых соединений с различными компонентами водной среды и их седиментация, участие в реакциях образования комплексов с разными гигантами, сорбции взвешенными веществами и ионного обмена.

Цветные металлы в водных средах могут участвовать в реакциях образования малорастворимых соединений, что переводит основное их количество в коллоидную взвешенную фракцию и донные отложения. Примером могут служить реакция образования сульфидов. При определенных условиях (отсутствие кислорода) в данной среде появляется  $H_2S$ , диссоциирующий с образованием  $HS^-$  и  $S^{2-}$  - ионов, что приводит к выпадению в донные отложения осадка малорастворимых сульфидов, например цинка и кадмия. После прекращения загрязнения осадки с высоким содержанием металлов могут служить их поставщиками в водную среду.

При сбросе стоков, поступающих с предприятий цветной металлургии, концентрация тяжелых металлов в воде становится выше их природного (фонового) содержания. Основная масса тяжелых металлов (Zn, Cu, Ni, Co, Pb, Cd) находится, как сказано выше, в виде мелкодисперсной взвеси. Для таких металлов, как Zn и Cu, наблюдаются одинаковые концентрации в планктоне и донных отложениях из-за хорошей их растворимости. Отличия характерны для данной фауны, что обусловлено в значительной мере особенностями образа жизни (малоподвижный), типы питания (фильтрационный механизм) и процессами обмена веществ в организмах. Коэффициенты накопления  $K_n$  (отношение концентрации загрязнителя в организме гидробионта к концентрации его в водной среде) тяжелых металлов гидробионтами могут достигать значительных величин (от сотен до десятков тысяч), но для всех типов водных систем они уменьшаются при переходе от планктона к рыбе (за исключением такого металла, как Hg, о чем будет сказано ниже). Коэффициенты накопления некоторых тяжелых металлов различными видами пресноводных гидробионтов находятся в следующих пределах: кадмий – 10-200, медь – 60-120, железо – 190, никель – 85-235, цинк – 22-780. особое место среди тяжелых металлов занимает ртуть.

Сложность проблемы охраны поверхностных пресных вод от загрязнения обусловлена чрезвычайно разнообразным составом сточных вод, образующихся на предприятиях цветной металлургии. Это определяется широким спектром технологических процессов, разнообразием исходного сырья и характером использования воды.

Условно сточные воды предприятий в зависимости от вида технологической деятельности можно разделить на пять основных групп: шахтные и рудничные воды горных предприятий; обогатительных фабрик; металлургического производства (пиро- и гидрометаллургии, заводов ОЦМ); сопутствующих химических производств; вспомогательных производств (энергетика, транспорт, ремонтно-механические цеха и др.).

Имеет смысл перечислить технологические процессы, наиболее интенсивно потребляющие воду различного качества. К сожалению, свести в одну таблицу использование воды в огромном количестве технологических процессов отрасли весьма сложно, поэтому мы ограничимся перечислением наиболее общих групп водопотребителей на предприятиях цветной металлургии: системы испарительного охлаждения пирометаллургических агрегатов; котельные установки утилизации тепла; системы проточного охлаждения парометаллургических агрегатов и гидрометаллургических аппаратов; холодильные системы энергетических установок; устройства охлаждения трущихся узлов механического оборудования; гидроуплотнения насосного и дробильно-размольного оборудования; устройства для гидропылеподавления и гидросмыва; мойка автотранспорта и погрузочно-разгрузочных машин; устройства для мокрого бурения; устройства для дробления и измельчения полезных ископаемых; дражный флот; гидротранспорт; устройства для гравитационного обогащения; флотационные машины; устройства для сорбционного и экстракционного обогащения; электролитные и другие гидрометаллургические цеха; грануляционные установки; устройства для мокрой очистки металлургических газов и вентиляционных выбросов.

Разумеется, приведенная классификация не исчерпывает всего многообразия водопотребителей в цветной металлургии. В нее не включены специфичные для некоторых предприятий расходы воды на охлаждение прокатных и волочильных станов, приготовление травильных и обезжиривающих растворов, электролитов и др. Примерные требования к качеству воды, используемые для охлаждения, очистки газов и обогащения полезных ископаемых, приведены в таблице 1. Отметим, что к оборотной воде предъявляются определенные требования по термостабильности (таблица 2). Так, термостабильность воды I категории не должна превышать 2 баллов.

Химический состав оборотной охлаждающей воды не должен способствовать развитию биологических обрастаний на поверхностях оборотных систем с интенсивностью более чем 70 мг/(м<sup>2</sup>·ч) (по воздушно-сухой массе). Вместе с тем охлаждающая вода не должна вызывать коррозии в слое более чем 0,1 мм/год. При этом ориентировочно можно принимать, что для поддержания малой агрессивной активности воды (например, по отношению к углеродистой стали при отсутствии катализаторов коррозии) достаточно поддерживать термостабильность воды (таблицы 1,2).

В таблицах 3–6 представлены составы сточных вод обогатительных фабрик цветной металлургии. Сбрасываемые со свинцовых обогатительных фабрик сточные воды в основном делят на две группы:

- 1) сливы со стустителей концентратов, составляющие ≈ 2,5 % объема всех сточных вод;
- 2) хвостовые стоки после флотации, составляющие остальные 97,5% сточных вод.

Химический состав сточных вод зависит главным образом от набора применяемых флотореагентов и pH среды.

Как видно из таблиц 3–6 основным загрязняющим компонентом сточных вод предприятий цветной металлургии являются грубодисперсные примеси. В Правилах охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами [1] предусмотрено, что содержание грубодисперсных примесей не должно увеличиваться больше чем на 0,25 мг/л. Концентрация меди, свинца и мышьяка резко снижается, что указывает на присутствие их в воде не в истинно растворенном состоянии, а в твердой фазе.

Прежде чем говорить о применении тех или иных методов очистки сточных вод предприятий цветной металлургии от загрязняющих компонентов, необходимо рассмотреть имеющиеся возможности повторного использования воды, применения оборотного водоснабжения, снижения количества сбрасываемых сточных вод, изменения их химического состава.

Поэтому выбор системы водоотведения для предприятий цветной металлургии весьма важен. При выборе системы водоотведения необходимо учитывать следующие возможности [2]:

- совместной и раздельной очистки отдельных видов сточных вод;
- извлечения и использования ценных веществ, содержащихся в сточных водах;
- повторного использования производственных сточных вод без очистки или после частичной очистки в системе оборотного водоснабжения или для технических нужд другого цеха или производства;
- использования для производственных целей очищенных бытовых и дождевых вод.

Кроме того, необходимо учитывать мощность водоема, в который предполагается сброс очищенных сточных вод, количество воды в нем, вид водопользования и его самоочищающаяся способность.

• **Химия-металлургия ғылымдары**

Таблица 1. Примерные требования к качеству воды, используемой для охлаждения, очистки газов и обогащения полезных ископаемых

Контролируемый показатель	Вода I категории, используемая для охлаждения оборудования и продукта в теплообменных аппаратах (без соприкосновения с ним), работающих при температурах охлаждаемого продукта или стенки, °С			Вода как среда, поглощающая и транспортирующая примеси	
	<80	80-400	>400	Вода II категории без нагрева (обогащение полезных ископаемых и т.д.)	Вода III категории с нагревом (улавливание и очистка газов)
Температура, °С	До 25-28	До 28-40	До 40-45	Не нормируется при гравитации до 1000, при флотации до 50	До 25-30
Взвешенные вещества, мг/дм <sup>3</sup>	20-30	20-30	20-30		150-200
Содержание масла и маслообразующих продуктов (эфирорастворимых), мг/дм <sup>3</sup>	До 20	До 20	До 10-20	Не нормируется	
Запах, балл				«а»	
рН	7,2-8,5	7,2-8,5	7,2-8,5	7,2-8,5	7.2-8,5
Жесткость общая (добавочной воды), мг-экв/дм <sup>3</sup>	Не нормируется	7	5	При гравитации и при флотации не нормируется	Не нормируется
Щелочность общая (оборотной воды), мг-экв/дм <sup>3</sup>	3,5-4	3-3,5	2-2,5	Не нормируется	Тоже
Общее солесодержание (сухой остаток в оборотной воде) мг/дм <sup>3</sup>	До 2000	До 1300	До 800	- « -	- « -
Содержание:					
хлоридов в оборотной воде, мг/дм <sup>3</sup>	350	350	150	- « -	- « -
железа в оборотной воде, мг/дм <sup>3</sup>	0,5-4	0,5-4	0,5-4	- « -	- « -
ионов тяжелых металлов, мг/дм <sup>3</sup>	Не нормируется			- « -	- « -
ПАВ, мг/дм <sup>3</sup>	Не нормируется			<10	<15
Окисляемость перманганатная оборотной воды, мг О <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	До 10-15	До 10-15	До 10-15	Не нормируется	<15
БПК в оборотной воде, мг О <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	15-20	15-20	15-20	- « -	<15
Биогенные элементы: Р, N (в пересчете соответственно на Р <sub>2</sub> О <sub>3</sub> и N <sub>2</sub> ), мг/дм <sup>3</sup>	0,5	1,5	2	- « -	<15

Таблица 2. Шкала термостабильности воды

Группа термостабильности воды	Скорость образования карбонатных отложений		Термостабильность воды, усл. балл
	г/см <sup>2</sup> ·ч)	мм/мес	
Совершенно термостабильная	0	0	1
Термостабильная	0,3	0,1	2
Ограниченно термостабильная	1,5-3	0,5-1	4
Нетермостабильная	15	5	6

Таблица 3. Характеристика сточных вод свинцовых обогатительных фабрик

Показатели	Значение показателей загрязненных сточных вод		
	сливы сгустителей свинцового концентрата	Хвостовой сток после флотации	общий сток фабрики
Количество сточных вод: м <sup>3</sup> на 1 т перерабатываемой руды	-	1	4-6
процент общего стока	2,5	97,5	100
pH	8,3	8,6	8,3
Щелочность, мг-экв/дм <sup>3</sup>	2	8,6	4,6
Концентрация загрязнений, мг/л:			
грубодисперсные примеси	12 400	456 300	127 400
медь Cu <sup>2+</sup> (в фильтрованной воде)	0	0	0
окисляемость по KMnO <sub>4</sub> , мг O на 1 л в воде (в фильтрованной воде)	5,4	450	32
фенол (в фильтрованной воде)	0,44	3,5	3,2
свинец Pb (в натуральной воде)	-	2 800	1 220
мышьяк As (в фильтрованной воде)	-	-	-

Таблица 4. Характеристика сточных вод медно-никелевых обогатительных фабрик

Показатели	Значение показателей загрязненных сточных вод				
	Сливы сгустителей		Фильтрат вакуум-фильтров	Хвостовой сток	Общий сток фабрики
	медного концентрата	перечисток			
Количество сточных вод: м <sup>3</sup> на 1 т перерабатываемой руды	-	-	-	-	4,1
процент общего стока	4	4	2	90	100
pH	8,3	8,4	8,1	9,5	6,8
Щелочность, мг-экв/дм <sup>3</sup>	16,1	8,5	8,5	13,6	0,51
Концентрация загрязнений, мг/л:					
грубодисперсные примеси	160	1030	1800	180550	196 600
сухой остаток	1360	880	1540	1225	440
хлориды	18	-	-	-	8,7
сульфаты	80	540	650	335	430
железо общее	0,04	23,5	0,24	0,12	0,13
медь (в фильтрованной воде)	-	2,94	0,03	0,04	-
никель (в фильтрованной воде)	-	40	2,24	0,49	-
кобальт (в фильтрованной воде)	-	0,051	0,007	0	-
крезол в пересчете на фенол	2,1	-	-	-	7,4
ксантогенаты	0,55	0,25	0,28	0,3	0,9

Таблица 5. Характеристика сточных вод медно-вольфрамовых обогатительных фабрик

Показатели	Значение показателей загрязненных сточных вод			
	сток после доводки концентрата	маточный раствор после выщелачивания концентрата	сливы отстойников медного концентрата	общий сток фабрики
Количество сточных вод: м <sup>3</sup> на 1 т перерабатываемой руды	-	-	-	2,5
процент общего стока	1,6	0,8	2	95,6
pH	1,2	0,05	8,7	8,4
Кислотность, мг-экв/л	75,4	1390	41,6	11,2
Щелочность,	-	-	-	-
Концентрация загрязнений, мг/л:				
грубодисперсные примеси	108	306	118	415
сухой остаток	6600	221 600	4100	300 2000

Таблица 6. Характеристика сточных вод медно-молибденовых обогатительных фабрик

Показатели	Значение показателей загрязненных сточных вод			
	Сливы сгустителей концентратов		Хвостовой сток после основной молибденовой флотации	Общий сток фабрики
	молибденовых	медных		
Количество сточных вод: м <sup>3</sup> на 1 т перерабатываемой руды	—	—	—	3-4
процент общего стока	1,5	1,5	97	100
pH	8,2-12	12,1	8,3-10	10,1
Щелочность, мг-экв/л	8,2-17	11,4	2,8-9,8	9,8
Концентрация загрязнений, мг/л:				
грубодисперсные примеси	570	2200	183 000	171 700
сухой остаток	13 200	10 340	316-660	1170
сероводород	1660	230	0	0
хлориды	384	—	8	—
сульфаты	30,8-593	53	29,6-64,2	25,2
медь (в фильтрованной воде)	—	—	1,3-1,8	1,8
свинец (в фильтрованной воде)	—	—	0,88-0,05	0,03
нефтепродукты	—	—	16-30	16
ксантогенаты	1	0,7-8	1 – 4,7	0,5

ЛИТЕРАТУРА

1. Правила охраны поверхностных вод Республики Казахстан от загрязнения. – Алматы, 1999. – 4 с.
2. Яковлев С.В., Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод / Учебник для вузов: - М.: АСВ, 2002 -704 с.

REFERENCES

1. Pravila okhrany poverkhnostnykh vod Respubliki Kazakhstan ot zagryazneniya. – Almaty, 1999. – 4 s.
2. Yakovlev S.V., Voronov YU. V. Vodootvedenie i ochistka stochnykh vod / Uchebnik dlya vuzov: - M.: ASV, 2002 – 704 s.

Мырзахметов М., Умбетова Ш.М., Мухатова А.К.

**Түсті металлургиялық кәсіпорнының суды әкету және сарқынды судың құрамы**

**Түйіндеме.** Мақалада түсті металлургиялық байыту фабрикасының сарқынды судың құрамын көрсетілген. Сонымен қатар түсті металлургиялық кәсіпорнының байыту фабрикасының сарқынды судың физико-химиялық құрамын қарастырылған. Кестелерде судың сапасына деген өнегелі талаптар мен түсті металлургиялық кәсіпорнының байыту фабрикасының сарқынды судың мінездемесі көрсетілген.

**Негізгі сөздер:** сарқынды сулар, химиялық құрамы, түсті металлургия, грубодисперстік қоспалар, ластанулар, суды әкету.

Мырзахметов М., Умбетова Ш.М., Мухатова А.К.

**Водоотведение и состав сточных вод предприятий цветной металлургии**

**Резюме.** В статье представлены составы сточных вод обогатительных фабрик цветной металлургии. А также рассмотрены физико-химические составы сточных вод обогатительных фабрик цветной металлургии. В таблицах указана примерные требования к качеству воды и характеристика сточных вод обогатительных фабрик предприятий цветной металлургии.

**Ключевые слова:** сточные воды, химический состав, цветная металлургия, грубодисперсные примеси, загрязнения, водоотведение.

Myrzahmetov M., Umbetova SH.M., Muhatova A.K.

**Channelout and composition of waste water enterprise of nonferrous metallurgy**

**Summary.** In the state are part of waste water processing plants ferrous metallurgy. Also rasmatreny physicochemical compositions In wastewater. The tables show the approximate requirements for water quality and wastewater characterization obogatilnyh factories of non-ferrous metallurgy.

**Key words:** the waste water, chemical composition, nonferrous metallurgy, coarse-dispersion impurities, contaminations, channelout.

УДК 66.091.1:546.98

**Хабиев А.Т.<sup>1</sup>, Геблер К.<sup>2</sup>, Ланг Г.<sup>2</sup>, Селенова Б.С.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Казахский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан

<sup>2</sup> Технический университет Хемнитц, г. Хемнитц, Германия)

**ИЗУЧЕНИЕ АКТИВНОСТИ ПАЛЛАДИЕВЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ С 2-МЕТОКСИ-НАФТИЛ-ДИФЕРРОЦЕНИЛ-, 2-ТРЕТ-БУТИЛ-ОКСИФЕНИЛ-ДИФЕРРОЦЕНИЛ-ФОСФИНОВЫМИ И 1, 1'-ДИФЕНИЛФОСФИН-ФЕРРОЦЕНОВЫМ ЛИГАНДАМИ**

**Аннотация.** Реакции кросс-сочетания на палладиевом катализаторе уже сослужили человечеству великую службу, хотя на самом деле их триумфальное шествие только начинается. В последние десятилетия удалось разработать эффективные катализаторы реакции Судзуки-Миярас применением фосфин-органических лигандов для стабилизации соединений палладия. Данные каталитические системы характеризуются как электронобогатые и имеющие в своем составе стерически требовательные фосфины. Используемые в данной работе содержащие палладий катализаторы способны катализировать большое количество индустриально-важных каталитических процессов. В настоящей статье исследована активность палладиевых катализаторов с 2-метокси-нафтил-диферроценил-, 2-трет-бутил-оксифенил-диферроценил-фосфиновыми и 1,1'-дифенилфосфин-ферроценовым лигандами в Судзуки-Мияра реакции.

**Ключевые слова:** палладиевые катализаторы, реакции С,С-кросс-сочетания, реакция Судзуки-Мияра, гомогенный катализ.

Соединения углерода являются основой всех живых организмов на Земле, а соединение между собой атомов углерода – основой «молекулярного скелета» абсолютно всех органических молекул. Обычно атомы углерода в органической молекуле стабильны и ни в какие реакции с другими атомами не вступают. Для того, чтобы «расшевелить» атом углерода и сделать его реакционноспособным при синтезе сложных органических молекул, наиболее перспективно использовать реакции кросс-сочетания.

Первым ученым, активировавшим атом углерод с помощью атома магния стал Виктор Гриньяр (Нобелевская премия в 1912 году). Далее Нобелевские премии получили Отто Дильс и Курт Альтер

## • Химия-металлургия ғылымдары

(в 1950 г.), Герберт Браун и Георг Виттиг (в 1979 г.), Ив Шовен, Роберт Груббс и Ричард Шрок (в 2005 г.).

Синтез сложных молекул, встречающихся в природе, обладающих противоопухолевым, антибактериальным, обезболивающим воздействием, излучающих свет, способных полимеризоваться является задачей, требующей новых методов с применением различных катализаторов.

Такую задачу удалось частично решить применением палладиевых катализаторов нобелевских лауреатов Ричарда Хека, Эй-ичи Негиши и Акира Сузуки (Нобелевская премия в 2010 году).

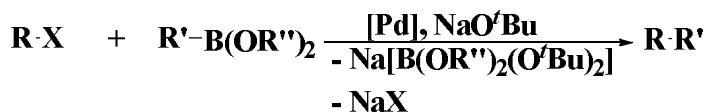
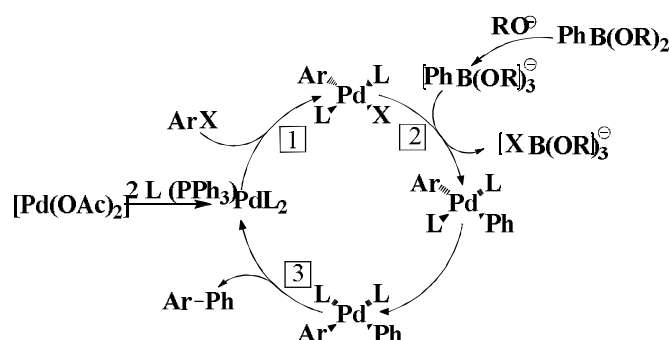
Использование палладия в качестве катализатора позволяет добиться высокого выхода нужного продукта без нежелательных побочных процессов. Он оказался идеальным «местом встречи» атомов углерода. На атоме палладия два атома углерода располагаются так близко друг к другу, что между ними может начаться взаимодействие.

Реакция Сузуки-Мияра – палладий-катализируемое сдвайвание арилбороновых кислот и арилгалогенидов – широко используется в тонком органическом синтезе из-за своей простоты и относительно мягких условий.

Преимущество применения органоборсоединений (в основном борных кислот) в сравнении с другими металлорганическими веществами в реакции перекрестного соединения как термостабильных соединений, нечувствительных к воде и кислороду. Общая доступность и низкая токсичность таких катализаторов обособливает реакцию Судзуки-Мияра как наиболее важную из своего класса, обеспечивающую возможность применения разнообразных функциональных групп.

Общедоказанный механизм реакции Судзуки – Мияра представляет собой каталитический цикл, который состоит из 3-х ступеней: (1) окислительное присоединение галогенароматов к каталитически активным соединениям палладия (0), (2) трансметаллирования и (3) восстановительного элиминирования продуктов реакции с образованием каталитически активных соединений. [1,2] Каталитический цикл реакции Судзуки – Мияра в общем виде имеет следующий вид (рис. 1):

### Механизм



### Результирующая реакция

$\text{R} = \text{R}' =$  Арил, винил

$\text{R}'' =$  H, метил, этил

$\text{X} =$  Cl, Br, I, OTf (Tf = трифлат,  $\text{CF}_3\text{SO}_3^-$ , трифторометансульфонат)

$[\text{Pd}] =$   $[\text{Pd}(\text{PPh}_3)_4]$ ,  $[\text{PdCl}_2]$ ,  $[\text{Pd}(\text{OAc})_2]$

Рис. 1. Общая схема каталитического цикла реакции Судзуки - Мияра

Большое многообразие и низкая цена органических хлоридов делает привлекательным их для использования в промышленном масштабе, хотя очень часто органические арилхлориды ввиду стабильности связи углерод-хлор показывают низкую активность и в результате низкой эффективности в реакциях перекрестного соединения не используются. Сравнительная

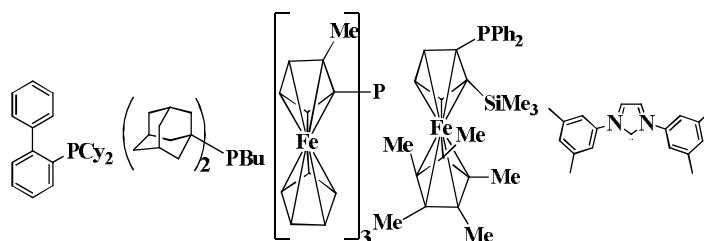
характеристика энергии диссоциации связи галоген-углерод и средняя цена на галогенароматы показана в таблице 1. [3,4]

Таблица 1. Энергия диссоциации связи (ЭДС) галоген-углерод и средняя цена на галогенароматы (МегскКГаА, 2009)

X	ЭДС/ккал* моль <sup>-1</sup>	Цена/тенге*моль <sup>-1</sup>
F	126	2334,36
Cl	96	213,64
Br	81	891,8
I	65	13373,08

В конце 90-х годов в созданы новые каталитические системы, лиганды, позволяющие проводить экономически выгодные реакции с арилхлоридами. [5,6]

Следующий этап развития создания катализаторов с применением арилхлоридов относится к 1998 году. Несмотря на электронные свойства и структуру арилхлоридов данные катализаторы способны к работе в сравнительно мягких условиях. Примеры таких катализаторов показаны на рис. 2 и все они являются электронобогатыми (сильными  $\sigma$  - донорами), стерически требовательными фосфанами или N – гетероциклическими карбенами.



Me = метил  $\text{CH}_3$ , Cy = циклогексил  $\text{C}_6\text{H}_{11}$ , Bu = бутил  $\text{C}_4\text{H}_9$ , Ph = фенил  $\text{C}_6\text{H}_5$

Рис. 2. Эффективные лиганды нового поколения для активации связи углерод – хлор

Относительным недостатком гомогенного проведения реакции Судзуки-Мияра является проблема разделения катализатора от продуктов реакции, которая в некоторых случаях решается использованием легкоразделяемых многокомпонентных систем (например, водная/органическая, органическая/суперкритич.  $\text{CO}_2$ ) [7], работой с применением ионных растворителей, предложенной к примеру рабочей группой профессора университета Эрланген в Нюрнберге/Германия Б. Вассершайда. [8] или применением иммобилизованных [9-13] или гетерогенизованных гомогенных катализаторов.

В рамках зарубежной научной стажировки в лаборатории Технического университета Хемнитц/Германия были синтезированы и исследованы 3 катализатора Судзуки-Мияра (рис. 3). Прекурсором для них служил ацетат палладия (1,12 мг), взятый в стехиометрическом количестве с катализатором. В качестве борной кислоты для всех реакций была применена фенилборная кислота (1,3 моль), взятая в небольшом избытке по сравнению с арилгалогенидом (0,2-0,3 мл).

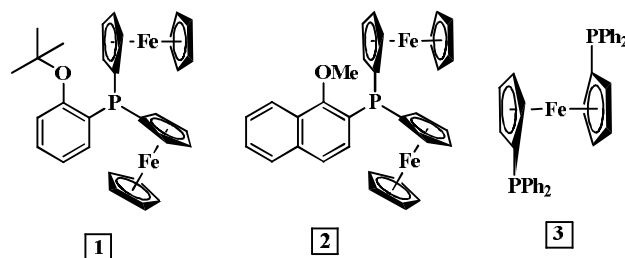


Рис. 3. Катализаторы Судзуки-Мияра (1, 2 и 3), синтезированные на базе Технического университета Хемнитц



## • Химия-металлургия ғылымдары

Чтобы усилить каталитические свойства катализаторов и стабильность 18-и электронного палладий-фосфинового комплекса был использован карбонат калия в качестве основания (4 моль).

Для исследования эффективности катализаторов 1, 2 и 3 были использованы хлор- и бром-ароматические тестовые системы (Рис.7). Общим растворителем в этих системах служил безводный и бескислородный толуол, а также раствор, состоящий из диоксана и воды в пропорции 2:1.

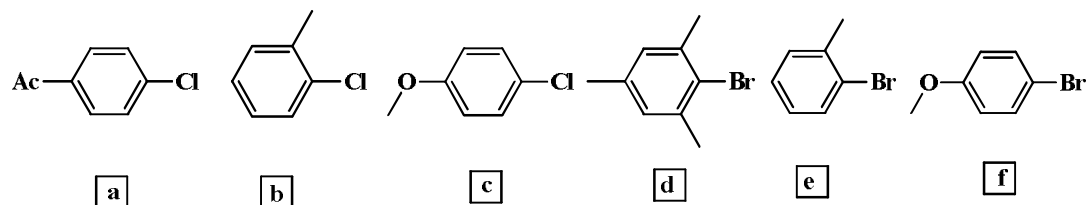


Рис. 7. Арилгалогениды для проведения тестовых реакций Судзуки-Мияра с катализаторами 1, 2 и 3.

Индивидуальные характеристики используемых арилгалогенидов и сопряженных с ним продуктов-замещенных бифенилов наиболее хорошо анализируемы с помощью Н-ЯМР. Каждый из продуктов и исходных веществ содержит легкоанализируемый водородный пик при метил-группе (Табл.2).

Таблица 2. Сигнал Н-ЯМР метильной группы исходного арилхлорида и продукта при реакции с фенилборной кислотой

№	Структура и название исходного арилхлорида	Сигнал метильной группы исходного арилхлорида	Структура и название продукта реакции	Сигнал метильной группы продукта реакции
	1	2	3	4
a	 4-хлор-ацетофенон	2.48	 4-ацетил-1,1'- бифенил	2.53
b	 2-хлор-толуол	2.30	 2-метил-1,1'- бифенил	2.18
c	 4-хлор-анизол	3.68	 4-метокси-1,1'- бифенил	3.75
d	 2-бром-толуол	2.30	 2-метил-1,1'- бифенил	2.18
e	 2-бром-мезитилен	2.27 (6H), 2.13 (3H)	 2,4,6-триметил-1,1'- бифенил	1.9 (6H), 2.23 (3H)
f	 4-бром-анизол	3.68	 4-метокси-1,1'- бифенил	3.75

Для стандартизации ЯМР-пиков и более удобного и точного вычисления выхода продуктов реакции к исходной смеси добавляли ацетилферроцен, имеющий ЯМР-сигнал протонов при метильной группе, равный 4,08 м.д. Методом интегрирования пиков протонов соответствующих метильных групп был вычислен выход реакции.

Как показывает график на рис. 8, самым лучшим катализатором Судзуки-Мияра реакции для 4-хлор-ацетофенона является катализатор 1, показывающий стопроцентный выход реакции в результате часового воздействия. Причем на основании полученных данных можно выстроить ряд активности: кат. 1 > кат. 2 > кат. 3. Выход реакции для катализатора 2 после часа проведения опыта составил 48 %, а для катализатора 3 – 18,7 %.

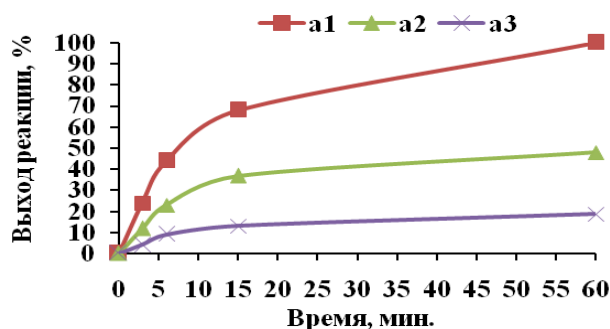


Рис. 8. Выход реакции для катализаторов 1, 2 и 3 при тестировании 4-хлор-ацетофенона в Судзуки-Мияра реакции

2-хлор-толуол по сравнению с 4-хлор-ацетофеноном (рис. 9) не имеет активированный хлор в своем составе, что приводит к более низким результатам выхода реакции для катализаторов 1, 2 и 3. Тем не менее, проанализировав результаты опытов, был выстроен следующий ряд активности: кат. 1 > кат. 2 > кат. 3. Самым лучшим для данной системы является катализатор 1 с выходом реакции 15,7 %. Выход реакции для катализатора 2 после часа проведения опыта составил 15 % и 9 % для катализатора 3. Ненулевой выход реакции объясняется влиянием метильной группы 2-хлор-толуола.

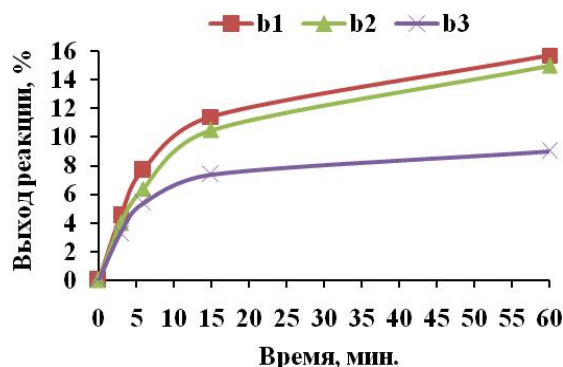


Рис. 9. Выход реакции для катализаторов 1, 2 и 3 при тестировании 2-хлор-толуола в Судзуки-Мияра реакции

4-хлор-анизол (рис. 10) в отличие от 4-хлор-ацетофенона имеет в своем составе менее активированный атом хлора. Результатом такого воздействия является существенно более низкий выход реакции. Для самого активного из них - катализатора 1 в результате часового воздействия выход реакции составил 1 %. Выход реакции для катализатора 2 после часа проведения опыта составил 0,4 % и для катализатора 3 – 0,3 %. Низкая активность 4-хлор-анизола в Судзуки-Мияра реакции объясняется наличием в 4-хлор-анизоле метильной группы, препятствующей активации хлора. Ряд активности для системы с 4-хлор-анизолом имеет следующий вид: кат. 1 > кат. 2.

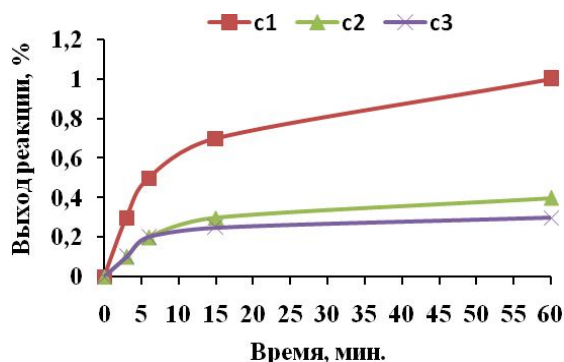


Рис. 10. Выход реакции для катализаторов 1, 2 и 3 при тестировании 4-хлор-анизола в Судзуки-Мияра реакции

Бромарилы имеют значительно более высокую активность по сравнению с хлор-арилами в Судзуки-Мияра реакции. Стерически затрудненный 2-бром-мезитилен (рис. 11) не показал 100 % выход реакции для катализаторов 1, 2 и 3 в результате часового воздействия. Максимальный выход реакции часового воздействия составил 88% для катализатора 1. Выход реакции для катализатора 2 после часа проведения опыта составил 81 % и 70,7 % для катализатора 3. Выход реакции 100 % достигается в течение 3-х часового воздействия для всех трех катализаторов. Ряд активности для 2-бром-мезитилена представлен следующим образом: кат. 1 >кат. 2>кат. 3.

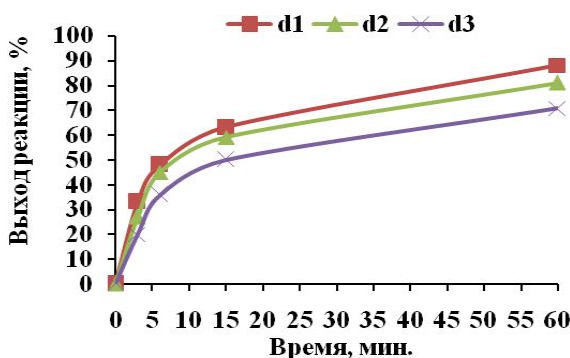


Рис. 11. Выход реакции для катализаторов 1, 2 и 3 при тестировании 2-бром-мезитилена

2-бром-толуол (рис. 12) значительно легче вступает в реакцию Судзуки-Мияра по сравнению с 2-бром-мезитиленом. В нем меньше стерических препятствий (отсутствие 2-х метильных групп по сравнению с 2-бром-мезитиленом). Катализаторы 1, 2 и 3 показали 100 % выход реакции в течение 1-го часа. Ряд активности для системы с 2-бром-толуолом имеет следующий вид: кат. 1 >кат. 2>кат. 3.

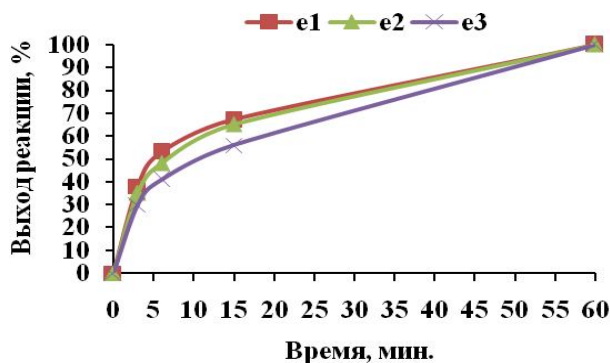


Рис. 12. Выход реакции для катализаторов 1, 2 и 3 при тестировании 2-бром-толуола в Судзуки-Мияра реакции

Наиболее активным из бром-ариллов d-f является 4-бром-анизол (рис. 13). В своем составе он имеет активированный бром за счет действия метокси-группы, которая расположена в пара-положении. Все катализаторы (1, 2 и 3) показали 100 % выход реакции в течении 1-го часа. Ряд активности для системы с 2-бром-толуолом представлен следующим образом: кат. 1 > кат. 2 > кат. 3.

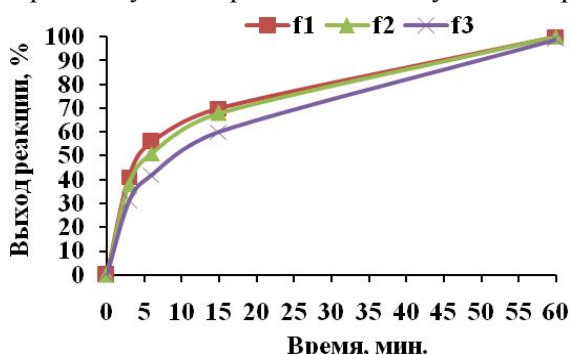


Рис. 13. Выход реакции для катализаторов 1, 2 и 3 при тестировании 4-бром-анизола в Судзуки-Мияра реакции

Проанализировав результаты активности катализаторов 1, 2 и 3 в реакциях а-можно сделать вывод, что катализатор 1 является в общем более активным катализатором реакции Судзуки-Мияра с применением фенолборной кислоты и карбоната калия в качестве слабого основания. При этом нафталиновая группа катализатора 2 является менее реактивной, чем фенильная группа катализатора 1. Катализатор 3 в отличии от катализатора 1 и 2 не имеет ароматические группы. В его составе находятся две фосфиновые группы при ферроцене. Катализатор 3, имея такую структуру, является менее активным, чем катализатор 1 и 2.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Diederich, F.; Stang, P. J. Metal-catalyzed Cross-coupling Reactions; Wiley-VCH: Weinheim, 1998.
- Elschenbroich, C.; Salzer, A. Organometallics, 3rd ed.; B. G. Teubner: Stuttgart, 1990.
- Littke, A. F.; Fu, G. C. Angew. Chem. Int. Ed. 2002, 41, 4176–4211.
- Grushin, V. V.; Alper, H. Chem. Rev. 1994, 94, 1047–1062.
- (a) Haber, S.; Kleiner, H.-J., 1997, WO 1997 005 104 A1; (b) Gruger, H. J. Prakt. Chem. 2000, 342, 334–339; (c) Corbet, J.-P.; Mignani, G. Chem. Rev. 2006, 106, 2651–2710.
- (a) Briehn, C. A.; Schiedel, M.-S.; Bonse, E. M.; Schuhmann, W.; Вдурле, P. Angew. Chem. 2001, 113, 4817–4820; (b) Deeg, O.; Kirsch, P.; Pauluth, D.; Вдурле, P. Chem. Commun. 2002, 2762–2763.
- Cornils, B. Multiphase homogeneous catalysis; Wiley-VCH: Weinheim, 2005.
- Wasserscheid, P.; Welton, T. Ionic Liquids in Synthesis, 2nd ed.; Wiley-VCH: Weinheim, 2007.
- Cornils, B.; Herrmann, W. A.; Schlögl, R.; Wong, C.-H. Catalysis from A to Z, 2nd ed.; Wiley-VCH: Weinheim, 2003.
- Steinborn, D. Grundlagen der metallorganischen Komplexkatalyse, 1st ed.; B. G. Teubner Verlag: Wiesbaden, 2007.
- Hagen, J. Industrial Catalysis - A Practical Approach, 2nd ed.; Wiley-VCH: Weinheim, 2006.
- DeVos, D. E. Chiral catalyst immobilization and recycling; Wiley-VCH: Weinheim, 2000.
- (a) Schweizer, S.; Becht, J.-M.; Drian, C. L. Org. Lett. 2007, 9, 3777–3780; (b) Byun, J.-W.; Lee, Y.-S. Tetrahedron Lett. 2004, 45, 1837–1840.

Хабиев А.Т., Геблер К., Ланг Г., Селенова Б.С.

**2-метокси-нафтил-диферроценил-, 2-трет-бутил-оксифенил-диферроценил- фосфинді және 1,1'-дифенилфосфин-ферроценді лигандалары пайдаланылған палладий катализаторларының активтілігін зерттеу**

**Түйіндеме.** Бұл жұмыста қолданылған палладий катализаторлары үлкен көлемді маңызды индустриалдық каталитикалық процестерді жүргізуге қабілетті. Осы мақалада Судзуки-Мияра реакциясында қолданылған 2-метокси-нафтил-диферроценил-, 2-трет-бутил-оксифенил-диферроценил- фосфинді және 1,1'-дифенилфосфин-ферроценді лигандалары пайдаланылған палладий катализаторларының активтілігі зерттелген.

**Негізгі сөздер:**палладий катализаторлары,С,С-кросс-байланыс реакциялары, Судзуки-Мияра реакциясы, гомогенді катализ

Хабиев А.Т., Геблер К., Ланг Г., Селенова Б.С.

**Изучение активности палладиевых катализаторов с 2-метокси-нафтил-диферроценил-, 2-tert-бутил-оксифенил-диферроценил-фосфиновыми и 1, 1'-дифенилфосфин-ферроценовым лигандами**

**Резюме.**Использованные в данной работе содержащие палладий катализаторы способны катализировать большое количество индустриально-важных каталитических процессов. В настоящей статье исследована активность палладиевых катализаторов с 2-метокси-нафтил-диферроценил-, 2-tert-бутил-оксифенил-диферроценил-фосфиновыми и 1, 1'-дифенилфосфин-ферроценовым лигандами в Судзуки-Мияра реакции.

**Ключевые слова:**палладиевые катализаторы, реакции С,С-кросс-сочетания, реакция Судзуки-Мияра, гомогенный катализ.

Khabyiev A.T., Gebler Ch., Lang H., Selenova B.S.

**Investigation of the activity of palladium catalysts with 2-metoxy-naphthyl-diferrocenyl-, 2-tert-butyl-oxyphehyl-diferrocenyl-phosphin and 1, 1'-diphenyl-phosphin-ferrocen ligands**

**Summary.**Used in this article palladium containing catalysts are able to catalyze a large number of important industrial catalytic processes. In this paper investigated the activity of palladium catalyst with 2-metoxy-naphthyl-diferrocenyl-, 2-tert-butyl-oxiphehyl-diferrocenyl-phosphin and 1, 1'-diphenyl-phosphin-ferrocen ligands in Suzuki-Miyara reaction.

**Key words:**palladium catalysts, C,C-cross-coupling reactions, Suzuki-Miyara reaction, homogeneous catalyses.

УДК 666.914.43

**С.К. Курбаниязов<sup>1</sup>, З.К. Абдикулова, Ю.А. Пирмаханов<sup>2</sup>,  
Б.Тасболат<sup>1</sup>, Г.Ж.Койшиева<sup>1</sup>, М.М.Акешова<sup>1</sup>, П.Т.Рахимжанова<sup>1</sup>**  
(<sup>1</sup>Международный казахско-турецкий университет имени Х.А.Ясави,  
Туркестан, Республика Казахстан,  
<sup>2</sup>Шалкия свинец, Шалкия, Республика Казахстан)

## **ФИЗИКО – ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИРОДНОГО СЫРЬЯ – ГЛИНОГИПСА**

**Аннотация.** Рассмотрены технологии получения портландцемента с использованием природного сырья, а именно, глиногипса и дано определение химического состава портландцементного клинкера. Исследованы физико-химические закономерности обжига сырьевой смеси, кинетическая закономерностей твердения цемента. Проведены укрупненно-лабораторные испытания, определены оптимальные параметры обжига и разработаны на этой основе технологии получения портландцемента из местного природного сырья – глиногипса.

На территории Туркестанского региона Южно-Казахстанской области известны месторождения 5 видов минерального сырья для производства строительных материалов. Наибольшее число месторождений относится к кирпичному сырью (9), карбонатным породам (3), гипсу (6) и цементному сырью (5), которые в сумме составляют 92 от 142 или 64,8% от общего количества 5 видов сырья.

**Ключевые слова:** Месторождения строительных материалов, технология получения портланд цемента, глино-гипс, клинкер.

Строительные материалы и изделия играют весьма большую роль в народном хозяйстве республики. При огромных масштабах нашего промышленного и жилищного строительства количество расходуемых строительных материалов очень велико.

Огромная стоимость строительных материалов, потребляемых в нашей республике, обязывает к экономному, технически обоснованному применению этих материалов в различных сооружениях. Одним из эффективных мероприятий в этой области является внедрение передовой технологии производства строительных материалов, в том числе расширение ассортимента вяжущих материалов с использованием местного сырья.

Использование местного сырья снижает стоимость строительных материалов, энергозатраты, транспортные затраты.

На территории Туркестанского региона Южно-Казахстанской области известны месторождения 5 видов минерального сырья для производства строительных материалов. Наибольшее число месторождений относится к кирпичному сырью (9), карбонатным породам (3), гипсу (6) и цементному сырью (5), которые в сумме составляют 92 от 142 или 64,8% от общего количества 5 видов сырья.

Исходя из имеющихся в Туркестанском регионе месторождений строительных материалов, их виды и свойства позволяют определять пути их рационального использования в условиях Южного Казахстана.

В настоящее время осваиваются месторождения кирпичного сырья, частично карбонатных пород, строительных камней и сырья для керамзита.

Таблица 1. **Количество разведанных месторождений минерального сырья**

№ п/п	Вид сырья	Количество разведанных месторождений
1	Бентонитовые глины	8
2	Гипс и ганч	6
3	Карбонатные породы	3
4	Пески строительные	3
5	Кирпичное сырье	9

Кроме того, на территории республики широко распространены глиногипс, который может служить основой для производства местного вяжущего материала взамен дорогого привозного портландцемента [1].

Между тем, разведанные на территории Туркестанского региона большие запасы глиногипса остаются пока без применения из-за низкой концентрации гипса в природе.

Поэтому в нашу задачу входит так же нахождение путей использования низкосортного ганча для получения местных вяжущих.

Из одного 1 месторождения гипса и глиногипса определены запасы месторождения глиногипса. Глиногипс Шобанакского месторождения общей площадью около 38 кв. содержит 52 % гипса. Запасы составляют около 3,5 млн. т. На остальной территории глиногипс содержит от 20 до 45% гипса, запасы которого составляют около 53 млн. т.

Таким образом, по содержанию гипса в породе в данном месторождении можно выделить высокосортные (более 45%) и низкосортные (ниже 45%) глиногипсы.

По структуре глиногипс представляет собой тонкодисперсную смесь или рыхлую слабоцементированную массу серого, желтоватого, бурого или зеленоватого оттенков. Объемная масса в воздушно-сухом состоянии кускового глиногипса –  $1,7 \text{ т/м}^3$ , в рыхлом –  $1 \text{ т/м}^3$ , плотность около  $2 \text{ т/м}^3$ , твердость по шкале Мооса до 1.

Шобанакское месторождение расположено в 15 км к запад-северо-западу от Туркестанского района, рядом с месторождением проходит железная дорога Кентау-Туркестан, что дает возможность его освоения.

По данным экспедиции «Каратаухимгеонеруд», по запасам и доступности для использования, это месторождение наиболее перспективно среди других. Загипсованные четвертичные суглинки залегают в форме пласта мощностью 0,5-2,5 м и прослеживаются на площади 36 кв.км у подножья западной части хребта Каратау.

Месторождение характеризуется следующим литологическим разрезом (сверху -вниз).

Глиногипс серовато-коричневого, коричневатого-красного, красновато-бурого цвета, крепкий, пористый комковатый, мощностью 0,3-2,5 м, представлена обломками осадочных и изверженных пород, сцементированных глиной коричневатого-красного цвета. Вскрытая мощность от 0,2 до 0,5 м.

Для исследования взято несколько образцов, различающихся по содержанию гипса и глинисто-карбонатной части.

По ГОСТу 4013-82 «Камень гипсовый и гипсоангидритовый для вяжущих материалов» порода должна соответствовать требованиям.

Таблица 2. Требования, предъявляемые к породе

Сорт	Содержание, в % не менее	
	гипса ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )	кристаллизационной воды
1	95	19,88
2	90	18,83
3	80	16,74
4	70	14,64

Глиногипс Шобанакского месторождения по содержанию гипса в породе не отвечает требованиям ГОСТа 4013-82. Однако по ГОСТу 125-79 «Вяжущие гипсовые», в зависимости от предела прочности на сжатие различают следующие марки гипсовых вяжущих: Г-2, Г-3, Г-4, Г-5, Г-6, Г-7, Г-10, Г-13, Г-16, Г-22, Г-25.

Минимальный предел прочности каждой марки вяжущих должен соответствовать значениям, приведенным в таблице 3.

Таблица 3. Минимальный предел прочности гипсовых вяжущих

Марка вяжущего	Предел прочности образцов – балочек размерами 40x40x160 мм.в возрасте 2 ч. не менее, МПа ( $\text{KГс/см}^2$ )	
	при сжатии	при изгибе
Г-2	2 (20)	1,2 (12)
Г-3	3 (30)	1,8 (18)
Г-4	4 (40)	2,0 (20)
Г-5	5 (50)	2,5 (25)
Г-6	6 (60)	3,0 (30)
Г-7	7 (70)	3,5 (35)

Цифра в марке вяжущего соответствует пределу прочности при его сжатии спустя 2 ч. Классификация вяжущих в зависимости от сроков схватывания приведена в таблице 4.

Таблица 4. Классификация вяжущих материалов в зависимости от сроков схватывания

Вид вяжущего	Индекс сроков схватывания	Сроки схватывания, мин.	
		начало не ранее	конец не позднее
Быстротвердеющий	А	2	15
Нормальнотвердеющий	Б	6	30
Медленнотвердеющий	В	20	не нормируется

Исходя из состава глиногипса и содержания гипса в породе, с целью производства гипсового вяжущего, несмотря на требования ГОСТа 4013-82, были выделены 4 участка:

1. Участок с содержанием гипса -60% и более;
2. Участок с содержанием гипса -50%
3. Участок с содержанием гипса -40%
4. Участок с содержанием гипса -30%

Глиногипсы условно по содержанию гипса обозначили ганч -6, ганч -5, ганч-4, и ганч -3, соответственно.

Как видно из таблицы 4, ганч -6, ганч -4 соответственно в возрасте 2 ч дают прочность на сжатие 23,2; 30,0; 12,0 на изгибе-14;16; и 10,4  $\text{кгс/см}^2$  [2]. Вяжущие на основе ганча -6 и ганча-5 отвечают требованиям ГОСТа и соответствуют маркам Г-2 и Г-3, а обожженный ганч -4 в 2-часовом возрасте не отвечает требованиям ГОСТа и относится к быстротвердеющим вяжущим материалам.

В суточном возрасте и последующие сроки у всех образцов наблюдается повышение прочности, которая к 28 сут доходит до максимума. При этом для ганча -5 и ганча -4 максимальная прочность (75 и 73  $\text{кгс/см}^2$ ) на этом уровне стабилизируется в пределах Г-7, а для ганча -6 с более

высокой максимальной прочностью ( $101,6 \text{ кгс/см}^2$ ) она постепенно понижается до  $94,4$  и  $70,4 \text{ кгс/см}^2$  через 90 и 180 сут соответственно.

Таким образом, результаты лабораторных опытов, проведенных чистыми образцами природного ганча, показывают, что нарастание прочности ганчевых вяжущих материалов, полученных в лабораторных варочных котлах, происходит постепенно и к 28 суткам доходит до максимума.

Это определяется еще содержанием гипса в породе. Если гипса в породе много, т.е. 60% и более, тогда максимум прочности наблюдается в возрасте 3 сут. Если порода содержит 40-50% гипса, то максимум отмечается позднее – в возрасте 28 сут.

Результаты лабораторных исследований были проверены в промышленных условиях выпуском опытной партии на основе ганча -6 на Туркестанском гипсовом заводе и на основе ганча -5 на опытном заводе государственного Всесоюзного научно-исследовательского института строительных материалов и конструкций ВНИИСтром им. Будникова (г.Москва).

Вяжущий материал, полученный на основе ганча – 6 и ганча-5, характеризуется пределом прочности образцов в возрасте 2 ч при изгибе соответственно  $12$  и  $9 \text{ кгс/см}^2$ , т.е. вяжущее, полученное на основе ганча -6, отвечает марке Г-2 по ГОСТу 125-79 на строительный гипс.

Вяжущие материалы на основе всех образцов ганча характеризуется быстрым твердением, т.е. относятся к быстротвердеющим вяжущим материалам.

Из вышеизложенного видно, что в свойствах продуктов обжига в лабораторных и заводских условиях имеются различия, обусловленные несовершенностью технологических параметров заводов. В связи с этим мы предлагаем для получения ганчевого вяжущего использовать вращающийся сушильный барабан.

Таким образом установлено, что оптимальный температурный интервал обжига в варочном котле глиногипса лежит в пределах  $160-190^\circ \text{C}$  (экспозиция 2 ч). Примеси на параметры обжига в этом температурном интервале существенного влияния не оказывают.

Данное вяжущее, в основе твердения которого лежит гидратация полуводного гипса, характеризуется лавинным ростом прочности в начальные сроки, поэтому в условиях практического использования подобных вяжущих часто возникает необходимость замедления этого процесса.

Исходя из условий протекания реакций, кинетику структурообразования можно регулировать либо за счет торможения процессов растворения исходного вяжущего (это достигается изменением фазового состава за счет термического воздействия), либо замедлением кристаллизации двуhydrата из пересыщенного раствора (для вяжущего данного состава), например с помощью добавок.

Для полуводного сульфата кальция известно применение в качестве замедлителей схватывания различных поверхностно-активных веществ (ПАВ) и электролитов, из которых определенный интерес представляют костный клей, гидроксид кальция, портландцемент и их смеси [3].

Кроме того, гипсовые вяжущие до настоящего времени не нашли широкого применения в строительстве из-за их недостаточной водостойкости.

Основной причиной малой водостойкости гипсовых изделий служит относительно высокая растворимость гипса в воде [3], но, несмотря на это, дегидратированный ганч как строительный материал применяется с древнейших времен. На гипсовом строительном материале построены знаменитые средневековые здания Х.А.Ясави, Арыстанбаб и Айша-биби.

Как показывают результаты лабораторных исследований, для замедления схватывания самой эффективной из рассмотренных добавок является костный клей, оптимальная дозировка которого для чистого ганча  $0,7 - 1,0 \%$ , для ганча с добавкой извести  $0,5-0,7\%$ , для ганча с добавкой портландцемента  $-0,3-0,5\%$  от массы вяжущего.

С целью повышения водостойкости была поставлена серия опытов по изучению влияния добавок  $\text{CaO}$  и  $\text{Ca(OH)}_2$ , а так же портландцемента на кинетику растворения ганчевого вяжущего, выделения двуhydrата в твердую фазу и упрочнения при этом кристаллизационной структуры.

Негашенную известь  $\text{CaO}$ , гашенную известь  $\text{Ca(OH)}_2$  и портландцемент вводили отдельно в количестве 3, 5, 7 и 10% в сухую исходную смесь и тщательно перемешивали в шаровой мельнице. Результаты исследования приведены в таблице 5.



Таблица 5. Кинетика твердения вяжущих на основе глиногипса

Ганч	Норм.густота, %	Сроки схватывани		Предел прочности изгиб/сжатие, кгс/см <sup>2</sup>					
		начало, мин	конец мин	2 ч	1 сут.	7 сут.	28сут.	90сут.	180сут.
6	50	4	6	14,4	15,1	36,9	39,4	37,3	35,5
				23,2	26,4	120	101,6	94,4	74,4
5	50	9	11	16,7	15,4	29,2	30,6	32,9	32,7
				30	24	59,6	75,2	78,4	78,4
4	50	11	15	10,4	10	20,2	33,1	30,1	29,3
				12	22	42,4	73,6	73,6	76,8

Таким образом, установлено, что самым эффективным является отдельное введение добавки извести или портландцемента. При добавке 3% извести и портландцемента получается вяжущее, отвечающее требованиям марки Г-6 и Г-7 по ГОСТу 125-79.

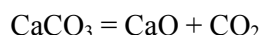
Кроме того, в лаборатории Экологического контроля и химического анализа МКТУ имени Х.А.Ясави МОН РК разработана низкотемпературная технология получения карбонатно-ганцевого цемента на основе низкосортного ганча и известняка.

Область применения карбонатно-ганцевого цемента определяется его свойствами. Эти цементы можно использовать в промышленном и гражданском строительстве, где необходима гидроизоляция подземных сооружений, для омоноличивания сборных железобетонных конструкций, при строительстве гражданских и промышленных сооружений.

Карбонатно-ганцевый цемент можно получать на основе известняка и ганча. Предлагаемая технология переработки ганча на карбонатно-ганцевый цемент заключается в обжиге при 1200-1300°C сырьевой смеси, состоящей из известняка (30-70%) и ганча (30-70%).

В процессе движения сырьевой смеси по печи протекают следующие физико-химические процессы [4]. В той части печи, где температура составляет 300- 600°C начинается энергичное испарение воды, которое сопровождается постепенным загустеванием шлама. Образуются крупные комья. Затем, при температуре 400-500°C из материала выгорают органические примеси, начинается дегидратация каолинита и других глинистых минералов с образованием, в частности, каолинитового ангидрида. Удаление из глины гидратной воды сопровождается потерей пластичности и связующих свойств, что приводит к распаду образовавшихся ранее комьев материала в подвижный порошок.

При температуре 700-800°C происходит дегидратация глины, 800-1000°C процесс разложения CaCO<sub>3</sub> по реакции:



CaO в свою очередь вступает в соединения с элементами глинистого компонента CaO·Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO·SiO<sub>2</sub>, CaO·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

Сначала в реакцию вступают оксиды алюминия и железа. Они присоединяют к себе оксид кальция и образуют однокальциевый алюминат и однокальциевый феррит. В чистом виде эти соединения не существуют, а образуют твердый раствор, растворяются друг в друге. Количество присоединенного оксида кальция увеличивается с ростом температуры.

На участке печи, где температура материала достигает 1000-1100°C и где основная масса CaCO<sub>3</sub> уже превратилась в свободную окись кальция, резко возрастает интенсивность реакций в твердом состоянии. Раствор алюмината и феррита кальция связывает все большее количество оксида кальция и уже образуются двухкальциевый алюминат и феррит. Этот твердый раствор содержит равное количество оксида алюминия и оксида кальция. Этот раствор имеет состав 4CaO·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

В сырьевой смеси оксида алюминия содержится больше чем оксида железа, поэтому оставшийся алюминат кальция продолжает связывать оксид кальция с образованием трехкальциевого алюмината. Его образование заканчивается при температуре 1200°C.

Присоединение оксида кальция к оксиду кремния начинается при 600°C, но достаточно быстро происходит при температуре 900-1100°C.

Реакции образования силикатов, алюминатов и ферритов кальция являются экзотермическими, что приводит к интенсивному повышению температуры материала на 150-200°C на коротком участке

печи в несколько метров. Этот участок печи получил название экзотермической зоны. К концу экзотермической зоны температура материала достигает примерно 1300°C.

При температуре 1250°C заканчивается образование двухкальцевого силиката. Поскольку сырьевая смесь содержит больше оксида кальция чем это нужно для образования  $C_2S$ ,  $C_4AF$ ,  $C_3A$ , то остальное количество  $CaO$  идет на образование трехкальцевого силиката.

При температуре 1300°C начинается спекание материала вследствие образования в нем расплава в количестве 20-30% объема начавшей спекаться массы. В начальный момент спекания в расплав переходят  $C_3A$ ,  $C_4AF$  и  $CaO$ , в дальнейшем в нем начинает растворяться и двухкальцевый силикат  $C_2S$ . При этом, в жидкой фазе создаются благоприятные условия для образования основного минерала портландцемента - трехкальцевого силиката  $C_3S$  из  $C_2S$  и  $CaO$ . Это соединение плохо растворимо в расплаве, вследствие чего оно выделяется из него в виде мелких кристаллов, которые в последующем могут значительно увеличиваться в размерах. Выделение из расплава  $C_3S$  сопровождается понижением в нем концентрации:  $C_2S$  и окиси кальция, что приводит к переходу в расплав новых порций этих веществ, оставшихся в твердом состоянии в общей массе материала. Это в свою очередь обуславливает дальнейший ход процесса образования в расплаве и выделения из него  $C_3S$  до почти полного связывания свободной окиси кальция с  $C_2S$ . Трехкальцевый силикат выделяется из расплава вместе с небольшими количествами  $Al_2O_3$  и  $MgO$ , образуя с ними твердый раствор, который называют алитом. Участок печи, где проходит спекание материала и образование алита называется зоной спекания. Здесь материал нагревается примерно от 1300 до 1450°C, что способствует более быстрому усвоению окиси кальция двухкальцевым силикатом и образованию алита.

После зоны спекания обжигаемый материал переходит в зону охлаждения. До температуры примерно 1300°C в нем еще присутствует жидкая фаза и продолжается реакция усвоения окиси кальция и образования  $C_3S$ . Затем жидкая фаза застывает и спекание заканчивается. Последний участок печи, где полученный клинкер охлаждается воздухом от 1300°C до температуры при которой выходит из печи (1000-1100°C) называется зоной охлаждения.

Обычно при охлаждении клинкера с 1450 до 1300°C и ниже, жидкая фаза в нем застывает частично в виде стекла, частично при этом происходит кристаллизация из расплава  $C_3A$ ,  $C_4AF$ , а также  $MgO$ . Степень закристаллизованности расплава зависит от скорости охлаждения материала после его выхода из зоны спекания.

Охлажденный клинкер, в основном, состоит из кристаллов минералов - силикатов (алита и белита) и промежуточного вещества, в которое входит стекло, минералы плавки ( $C_4AF$ ,  $C_3A$ ,  $C_3A_3$ ), а также окись кальция и магнезия в виде кристаллов [5].

Полученный цемент является быстротвердеющим (через сутки твердения набирает 50-60% 28-суточной прочности), быстросхватывающимся и сульфатостойким.

Техническая характеристика карбонатно-ганчeveго цемента:

Марочная прочность цемента по ГОСТу, МПа

при изгибе 8-10;

при сжатии 30-40;

Сроки схватывания, мин

начало 15-30;

конец 25-35;

Коэффициент сульфатостойкости через 180 сут 1,0-1,1

Коэффициент морозостойкости через 300 циклов - 0,90-1,0

По сравнению с традиционной технологией получения портландцемента, в этом процессе экономится 20-25% топлива за счет снижения температуры обжига, 5-10% электроэнергии - за счет большей размолоспособности получаемого клинкера и повышается производительность печи на 15-20% [6].

ЛИТЕРАТУРА

1. Волженский А.В., Бузов Ю.С., Колокольников В.С. Минеральные вяжущие вещества. М.: Стройиздат, 1979.
2. Асаматдинов О., Жиёмуратов А. и др. Вяжущие материалы на основе ганча Каракалпакии. Ташкент. 1977.
3. Бутт Ю.М., Тимашев В.В. Портландцемент. М.: Стройиздат, 1974.
4. Воробьев, В.А.; Комар А.Г. Строительные материалы: учеб. для вузов.- М.: Стройиздат. 1971.
5. Сулименко Л.М. Технология минеральных вяжущих материалов и изделий на их основе: учеб. для вузов. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. шк., 2005.
6. Горяев С.Г., Сопин М.В. Основы технологии и технико-экономическая оценка производства строительных материалов, изделий и конструкций.

LITERATURE

1. Volzhensky A., Burov Y.S., Kolokolnikov V.S. Mineral binders. - M.: Stroyizdat, 1979. – p.157.
2. Asamatdinov O., Zhiemuratov A. Cementing materials based gunch Karakalpakistan. – Tashkent, 1977.- p.247.
3. Butt Yu.M., Timasheff V.V. Portland cement. - M.: Stroyizdat. – 1974. – p.159
4. Vorobiev V.A Mosquito AG Building materials: Textbook. for high schools. - M. Stroyizdat. 1971p.
5. Soulimenko L.M. Technology of mineral binding materials and products based on them: studies. for high schools. 4th edition, Rev. and add. - M.: High.wk. 2005.
6. Garyaev SG, MV Sopin Fundamentals of technology and techno- economic assessment of the production of building materials, products and designs.

С.К.Курбаниязов, З.К.Абдикулова, Ю.А.Пирмаханов,  
Б.Тасболат, Г.Ж.Койшиева, М.М.Акешова, П.Т.Рахимжанова

**Лайгипсті табиғи шикізат ретінде пайдалана отырып портландцементті алудың физика-химиялық негіздері мен технологиясы түйіндеме**

**Түйіндеме.** Бұл мақалада табиғи шикізат есептелетін лай- гипсті пайдалана отырып портландцемент алу технологиясы қарастырылады. Жергілікті шикізат есептелетін лай -гипсті пайдалана отырып портланд цементі клинкердің химиялық құрамымен шикізат қоспасын күйдірудің физикалық-химиялық заңдылықтары мен цементтің қатуымен қатаю параметрлерін жасай отырып портланд цементтің жаңа технологиясы анықталды.

Лабораториялық зерттеу сынақтарынан кейін өндірістік көлемде Түркістан гипс зауытында және Будникова атындағы құрлыс материалдары және конструкциялау БҒЗИ-да ганч алу үшін сынақтар жүргізілді.

Оңтүстік Қазақстан облысы Түркістан аймағында аталған құрлыс өндірісіне жарамды минералдық шикізаттың 5-түрі кездеседі.Ең кең тарқалғаны кірпіш (9), карбонаттық жыныстар (3, гипс (6), және цемент шикізаты(5), бұлар 5 түрі жалпы шикізаттың 64,8% пайызын құрайды.

Түркістан аймағындағы құрлыс материалдарының қорымен түрлерін зерттей келе Оңтүстік Қазақстан облысы бойынша құрлыс материалдарының түрлерімен тиімді пайдалану мүмкіндіктерін көрсетуге толық болдады.

**Түйін сөздер:** құрлыс материалдары кендері, портланд цемент өндіру технологиясы, лай-гипс, клинкер.

**Physical - chemical principles and technology of cement with the use of natural resources - glaygypsum**

**Summary.** This article deals with the technology of Portland cement with the usage of natural raw materials namely glaygypsum. And the definitions of chemical composition of Portland cement clinker, the research of physical and chemical laws burning raw mixture, kinetics of hardening cement, carrying bigger photo - laboratory tests to determine the optimal parameters of burning and development on this basis technology for Portland cement from the local natural resources- glaygypsum are given in this article.

As a result of laboratory tests have been tested under industrial conditions the pilot batch on the basis of the Turkestan gunch -6 gypsum plants and based on gunch -5 at the pilot plant of the Joined State Scientific Research Institute of Building Materials and Structures of Budnikova JSRISTROM. (Moscow).

On the territory of Turkestan in South Kazakhstan region five types of mineral raw materials for the production of building materials are familiar. The largest number of fields related to the brick raw material ( 9 ), carbonate rocks ( 3 ), gypsum (6) and cement raw materials ( 5 ), which together account for 92 of 142, or 64.8 % of the total number of 5 types of raw materials.

Based on the available fields in the Turkestan region, building materials, their types and properties allow defining the way of their rational use in South Kazakhstan.

Key words: Deposits of building products materials, technology of portland cement, clay and gypsum, clinker,

**Key words:** glinogips, Portland cement, burning raw mixture.

УДК 621.382.822

Б.Е. Алпысбаева<sup>1,2</sup>, Х.А. Абдуллин<sup>3</sup>, В.Н. Жумабекова<sup>1</sup>, А.А. Карипханова<sup>1</sup>,  
Ж.К. Калкозова<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Республика Казахстан

<sup>2</sup>Лаборатория инженерного профиля (ЛИП) КазНУ им. аль-Фараби, Алматы, Республика Казахстан

<sup>3</sup>Национальная нанотехнологическая лаборатория открытого типа (ННЛОТ),  
Алматы, Республика Казахстан)

## СТРУКТУРА ПЛЕНОК НАНОПОРИСТОГО ОКСИДА АЛЮМИНИЯ, ПОЛУЧЕННЫХ В ПРОЦЕССЕ ДВУХСТАДИЙНОГО АНОДИРОВАНИЯ

**Аннотация.** Представлены результаты, полученные в ходе проведения процесса двухстадийного анодирования алюминия, проанализированы особенности синтеза. Проведено сравнение качества получаемых пленок в зависимости от чистоты алюминия и температуры применяемого электролита. Структура пленок была исследована с помощью атомно-силовой микроскопии (АСМ), сканирующей электронной (СЭМ) и оптической микроскопии.

**Ключевые слова:** анодирование, электролит, нанопоры оксида алюминия, АСМ изображение, СЭМ изображение.

**Введение.** Работы в области получения нанопористого оксида алюминия (ПОА) ведутся достаточно давно. Первоначальные исследования проводились для получения материала, который можно было использовать в качестве антикоррозионного или декоративного покрытий. При дальнейшем изучении данного материала был выявлен ряд структурных и физико-химических свойств, которые позволили использовать его в микроэлектронике, в частности для получения оксидных конденсаторов. Кроме того, ПОА получил широкое применение в оптоэлектронике и интегральной оптике [1,2]. В последние годы ПОА применяется в основном в качестве шаблонов, на основе которых получают различные наноструктурированные материалы [3,4]. Возможность синтеза пористой структуры с высокой степенью упорядоченности пор открывает большие перспективы в области материаловедения и нанотехнологий [5,6]. Поскольку такой материал имеет сверхупорядоченную структуру, его применяют в качестве шаблона для получения различных наноструктур, таких, как углеродные нанотрубки, металлические (Ag, Cu и др.) нанонити и др.

При проведении процесса анодирования получаемые характеристики спористых слоев  $Al_2O_3$ , такие, как диаметр пор, толщина пористого и барьерного слоев, влияют величина подаваемого напряжения, температура электролита, состав и концентрация электролитов и время проведения процесса.

Так, можно привести линейную зависимость между этими параметрами [7]:

$$D_c = -1.7 + 2.8U_A \quad (1)$$

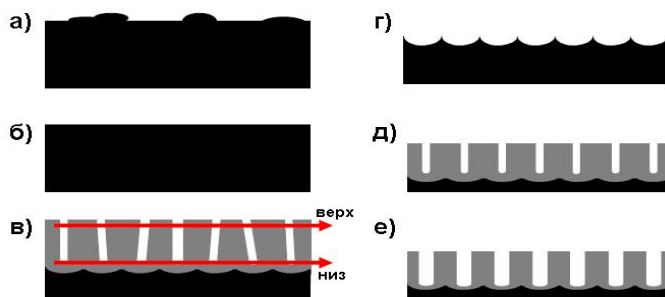
где  $D_c$  – период между порами (нм),  $U_A$  – анодное напряжение (В).

$$nD_p^2 = 2.6413 \times 10^{-17} j^{-0.3189} T^{6.6632} \quad (2)$$

где  $n$  – число пор на  $cm^2$ ,  $D_p$  – диаметр поры (нм),  $j$  – плотность тока ( $mA/cm^2$ ),  $T$  – температура электролита (К).

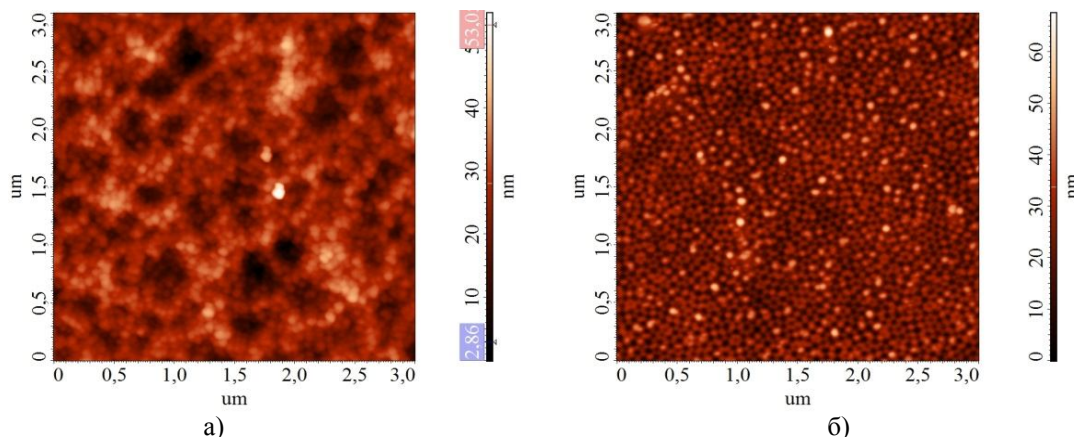
В работе представлены результаты по получению слоев нанопористого оксида алюминия в процессе двухстадийного анодирования алюминия при разных температурах электролита и исследованию структуры пленок с помощью атомно-силовой микроскопии (АСМ), сканирующей электронной (СЭМ) и оптической микроскопии. Изучены структурные особенности ПОА, определены размеры пор и расстояние между порами в зависимости от технологических условий процесса получения слоев.

**Эксперимент и результаты.** Анодное окисление предварительно отожженной в муфельной печи (при  $T=500\text{ }^{\circ}\text{C}$  в течении 3 часов) алюминиевой фольги (99,99 %) проводилась в 0.3 М щавелевой кислоте  $(\text{COOH})_2$  при различных температурах в специально изготовленной ячейке. Процесс анодирования проводился при напряжении 30 В. При этом продолжительность первой стадии процесса анодирования составляла 3 часа, затем, после удаления оксидного слоя в смеси растворов  $\text{H}_3\text{PO}_4/\text{CrO}_3/\text{H}_2\text{O}$  при температуре  $70\text{-}80\text{ }^{\circ}\text{C}$ , вторая стадия анодирования длилась один час (Рисунок-1).



**Рис.1.** Двухстадийная методика получения оксида алюминия с высокоупорядоченной структурой пор: а – поверхность Al фольги до отжига; б – поверхность Al фольги после отжига; в – 1-я стадия процесса анодирования; г – удаление оксидного (барьерного) слоя; д – 2-я стадия процесса анодирования; е – расширение пор.

Далее, после отработки методики получения ПОА (рисунок 2) проводилось сравнение качества получаемых пленок при различных параметрах анодирования. В работе применялась алюминиевая фольга двух типов: толщиной  $d=50\text{ }\mu\text{m}$  и  $300\text{ }\mu\text{m}$ . Для толстой фольги дополнительно проводился процесс электрохимической полировки в смеси растворов  $\text{H}_3\text{PO}_4/\text{CrO}_3/\text{H}_2\text{O}$  (3.3:0.7:1) при следующих параметрах:  $T=80\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $U=3\text{-}4\text{ В}$ ,  $t=20\text{-}30\text{ минут}$ . Процесс анодирования проводился при различных температурах электролитов: при комнатной ( $20\text{-}22\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) и при более низких температурах ( $4\text{-}6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Полученные в процессе анодирования пленки ПОА исследовались на оптическом микроскопе Leica DM 6000 M (Leica), атомно-силовом микроскопе Ntegra Thermo (NT-MDT) и сканирующем электронном микроскопе Quanta 3D 200i (FEI Company).



**Рис.2.** АСМ изображение пористого оксида алюминия ( $d=50\text{ }\mu\text{m}$ , при  $T=4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ): а) после 1-й стадии анодирования; б) после удаления оксидного слоя

На рисунке 2 а показано АСМ изображение поверхности слоя ПОА после 1-ой стадии анодирования. Как видно из рисунка, поверхность пленки неровная, с достаточно крупномасштабным ( $\sim 500\text{ }\text{nm}$ ) рельефом. Можно предполагать, что рельеф образован неровностями исходной поверхности фольги. После удаления выращенного оксидного слоя (рисунок-2,б) поверхность фольги становится значительно ровнее и покрыта лунками одинакового размера со средним расстоянием  $70\text{ }\text{nm}$ . После 2-й стадии анодирования (рисунок-3) на поверхности наблюдается гексагональное

расположение ячеек оксидной пленки с таким же расстоянием между порами и толщиной стенок пор около 10 нм.

После анодирования при комнатной температуре морфология поверхности получаемых ПОА пленок была схожа, наблюдалось отличие в размерах пор (рисунок 4). Диаметр пор пленки, полученной из толстой алюминиевой фольги, достигал 28 нм, тогда как размер пор пленки, полученной из тонкой алюминиевой фольги, был в пределах 24-25 нм. Наилучшие результаты получились в процессе анодирования при низких температурах. При этом размеры пор ПОА пленок были примерно одинаковыми – 38 нм (рисунок 5).

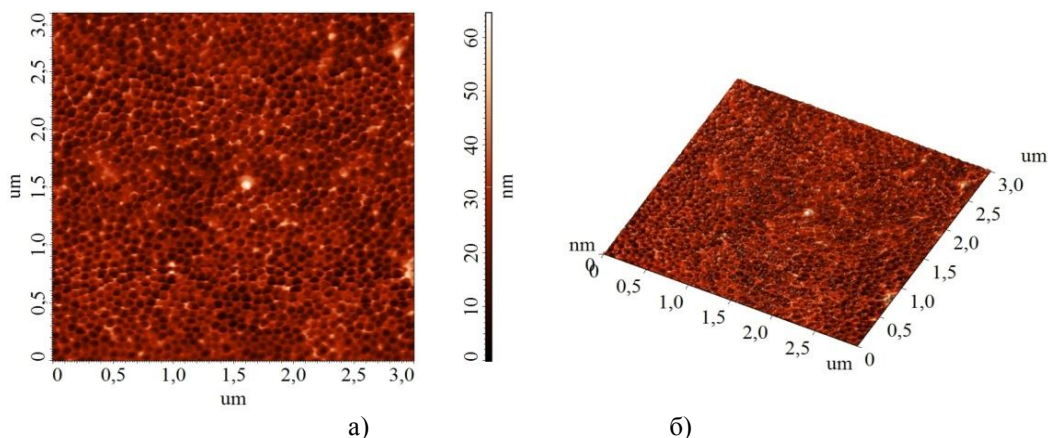


Рис.3. АСМ изображение поверхности пористого оксида алюминия ( $d=50$  мкм, анодирование при  $T=4^{\circ}\text{C}$ ) после 2-ой стадии анодирования: а – 2D и б – 3D АСМ изображения.

Толщина получаемых ПОА пленок была оценена на сканирующем электронном микроскопе (рисунок 6) и в среднем составляла 6-7 мкм. На данном СЭМ изображении можно наблюдать полученные в результате процесса анодирования поры и структуру пленки на сколе. Следует отметить, что пористая структура полученных пленок при низких температурах и при комнатной температуре, несмотря на одинаковые параметры анодирования, отличаются размерами пор качеством поверхности ПОА.

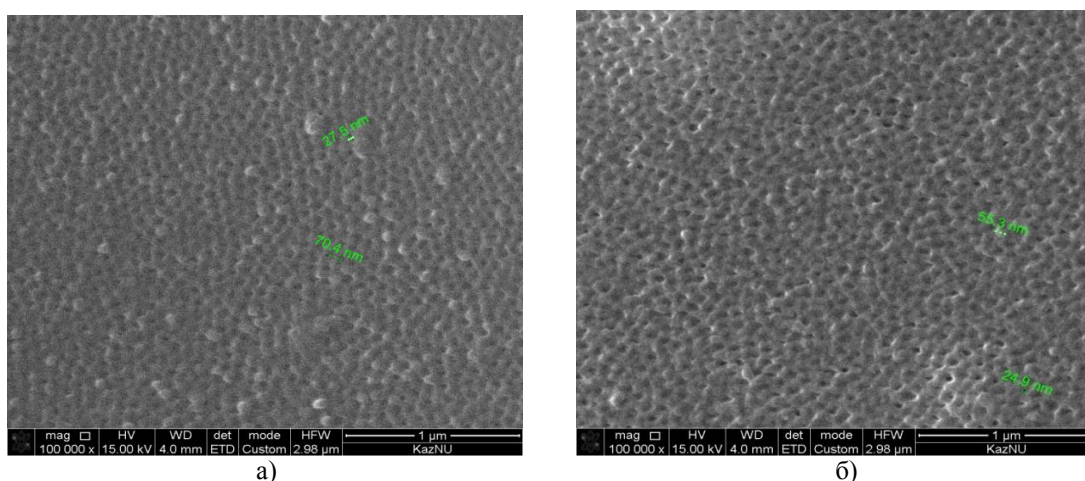


Рис.4. СЭМ изображение пористой  $\text{Al}_2\text{O}_3$  пленки, выращенной при  $T=22^{\circ}\text{C}$ : а – фольга  $d=300$  мкм; б – фольга  $d=50$  мкм.



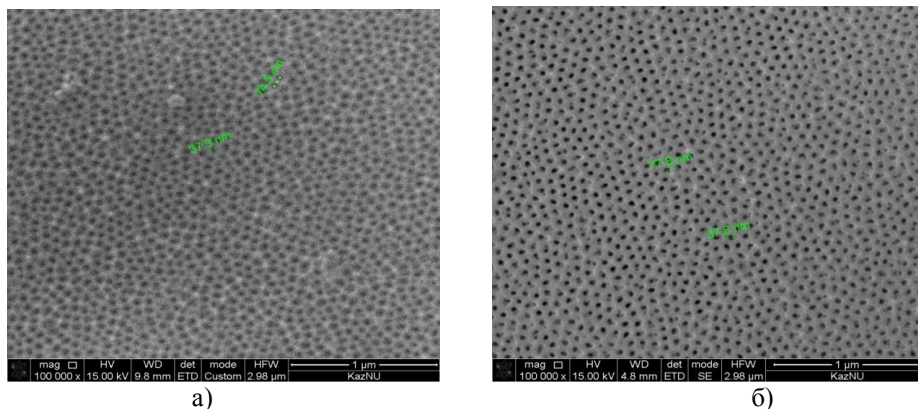


Рис.5. СЭМ изображение пористой  $Al_2O_3$  пленки, выращенной при  $T=6^\circ C$ :  
а – фольга  $d=300$  мкм); б – фольга  $d=50$  мкм.

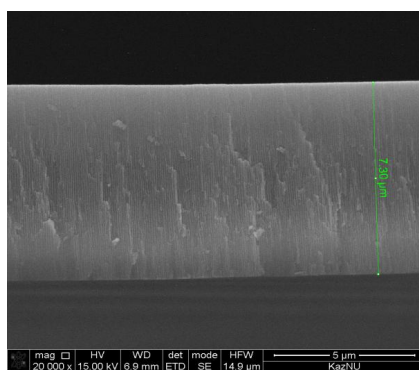


Рис.6. СЭМ изображение прозрачной пористой  $Al_2O_3$  пленки.

### Заключение

В результате экспериментальных работ отработана методика получения высокоупорядоченных структур нанопористого оксида алюминия, определены оптимальные параметры процесса анодирования (0.3 М щавелевая кислота  $(COOH)_2$ , напряжение  $U=30$  В, температура электролита  $T=4^\circ C$ ). Было определено, что пленки ПОА получаются более упорядоченными при низких температурах. Ряд проведенных экспериментов показал, что процесс анодирования стабилен при низких температурах электролита, кроме того качество получаемых ПОА пленок зависят от химической чистоты применяемого алюминия. Размеры пор, расстояние между ними и толщина пленок может быть изменена путем изменения основных параметров процесса анодирования, что позволяет получать пористые пленки с определенными параметрами. Данный материал может служить основой для получения различных наноструктурированных материалов, также может использоваться в качестве мембран или тестовых образцов для различных современных исследовательских и аналитических приборов.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Белов А.Н., Гаврилов С.А., Путья М.Г., Шевяков В.И. Нанотехнологии на основе анодных оксидных материалов // Известия вузов. Электроника. – 2006. – №5. – 92-98 с.
2. Patermarakis G., Chandrinou J., and Masavetas K. Formulation of A Holistic Model for the Kinetics of Steady State Growth of Porous Anodic Alumina Films. Journal of Solid State Electrochemistry, 2007, 11(9), –1191-1204 P.
3. Lee W., Schwirn K., Steinhart M., Pippel E., Scholz R. & Gösele U. Structural engineering of nanoporous anodic aluminium oxide by pulse anodization of aluminium // Nature Nanotechnology. – 2008.– 3. –234-239 P.
4. Tang M., He J., Zhou J., and He P. Pore-Widening With the Assistance of Ultrasonic: A Novel Process for Preparing Porous Anodic Aluminum Oxide Membrane. Materials Letters, 2006, 60(17-18), –2098-2100 P.
5. Thompson G.E. Porous anodic alumina: fabrication, characterization and applications // Thin Solid Films. – 1997. Vol.297. –192-201 P.

6. *Jessensky O., Muller P., Gossele U.* Self organized formation of hexagonal pore structures in anodic alumina // *J.Electrochem.Soc*, 1998. – Vol. 145. – No. 11. –3735-3740 P.

7. *Белов А.Н., Гаврилов С.А., Шевяков В.И.* Особенности получения наноструктурированного анодного оксида алюминия. *Российские нанотехнологии*, 2006, №1-2, 223-227 с.

#### REFERENCES

1. *Belov A.Kh., Gavrilov S.A., Pytria M.G., Sheviakov V.I.* Nanotekhnologii na osnove oksidnykh materialov // *Izvestia vuzov. Elektronika*. – 2006. – №5. – 92-98 s.

2. *Patemarakis G., Chandrinos J., and Masavetas K.* Formulation of A Holistic Model for the Kinetics of Steady State Growth of Porous Anodic Alumina Films. *Journal of Solid State Electrochemistry*, 2007, 11(9), –1191-1204 P.

3. *Lee W., Schwirn K., Steinhart M., Pippel E., Scholz R. & Gösele U.* Structural engineering of nanoporous anodic aluminium oxide by pulse anodization of aluminium // *Nature Nanotechnology*. – 2008. – 3. –234-239 P.

4. *Tang M., He J., Zhou J., and He P.* Pore-Widening With the Assistance of Ultrasonic: A Novel Process for Preparing Porous Anodic Aluminum Oxide Membrane. *Materials Letters*, 2006, 60(17-18), –2098-2100 P.

5. *Thompson G.E.* Porous anodic alumina: fabrication, characterization and applications // *Thin Solid Films*. – 1997. Vol.297. –192-201 P.

6. *Jessensky O., Muller P., Gossele U.* Self organized formation of hexagonal pore structures in anodic alumina // *J.Electrochem.Soc*, 1998. – Vol. 145. – No. 11. –3735-3740 P.

7. *Belov A. Kh., Gavrilov S.A., Sheviakov V.I.* Osnovy polusheniya nanostrukturirovannogo anodnogo oksida aluminiya. *Rossiiskie nanotekhnologii*, 2006, №1-2, 223-227 s.

Алпысбаева Б.Е., Абдуллин Х.А., Жумабекова В.Н., Карипханова А.А., Калкозова Ж.К.

#### **Екі сатылы анодтау процесі арқылы алынған нанокеуекті алюминий оксидінің құрылымы**

**Түйіндеме.** Берілген жұмыста екі сатылы анодтау процесі нәтижесінде алынған нәтижелер келтірілген, синтездеудің ерекшеліктері сарапталған. Алюминийдің тазалығына және қолданылатын электролиттің температурасына байланысты алынған пленкалардың сапалары салыстырылды. Пленкалардың құрылымы атомдық-күштік микроскопия және санирлеуші электрондық пен оптикалық микроскопиялар арқылы зерттелді.

**Түйінді сөздер:** анодтау, электролит, алюминий оксидінің нанокеуектері, АҚМ бейнесі, СЭМ бейнесі.

Alpysbayeva B.E., Abdullin Kh.A., Zhumabekova V.N., Karipkhanova A.A., Kalkozova Zh.K.

#### **The structure of nanoporous alumina film obtained by two-stage anodization process**

**Summary.** In this work presented the results, wish getting by two step anodization of aluminum, analyzed the characteristics of the synthesis. Films quality were compared depending on the purity aluminum and electrolyte temperature employed. Structure of the films was research by atomic force microscopy (AFM), scanning electron (SEM) and optical microcopies.

**Key words:** anodization, electrolyte, nanopores of alumina, AFM image, SEM image.



УДК 517.927

К.А. Khasseinov

(ТОО НПЦ «Дортехника» Алматы, Республика Казахстан)

## REDUCTION OF THE $N$ -TH ORDER DIFFERENTIAL EQUATIONS WITH VARIABLE COEFFICIENT

**Abstract:** The characteristic equations of the Riccati type that allowed us to obtain some new results are studied in the paper. We give a definition to multiple solutions of the  $(n-1)$ -th order characteristic equation of Riccati type and define fundamental system of solutions (FSS). The result obtained is a generalization of the case of multiple roots of characteristic equation for the LDE with constant coefficients

**Keywords:** Characteristic equations of Riccati type, asymptotic and multiple solutions

### Introduction

Linear Differential Equations (LDE) with variable coefficients to be solved in quadratures, i.e., operation reduced to a finite execution sequence of known functions and to the integration of such functions is uncommon. Examples are the Euler equation, some classes of equations, coefficients of which satisfy certain conditions, reduced to the equations with constant coefficients, Yerugin formulation or the method of successive derivations [1;2]. In our view, the task to solve problems in LDE quadratures and find new classes of integrable equations is of interest for the following reasons:

- Integration in closed form provides solution in analytical form that can make a complete study of the problem to be solved;

- There is the possibility of finding approximate solutions to differential equations, similar in their forms to integrable equations;

- The problem of integrability of LDE in closed form has not been completely investigated [3;4;5].

As far back as L. Euler reduced a second order equation to the Riccati equation, using the method of integrating multiplier in the form of  $\exp$  [6;7].

Papers [4;5;7;9;10;11] are devoted to linear differential equations or equations of Riccati type research and to solutions in quadratures. One of the criteria for conversion is more complete study of the new equations, their better solution compared with baseline. Of course, integrating of the characteristic equations of Riccati type may be no less difficult than the integration of linear equations themselves, but in some cases, finding a solution is much easier. It also should be noted that the apparent complexity of the problem is of fundamental importance, the following problem is formulated:

To develop methods for solving the LDE with variable coefficients, by unified approach to select and exclude the classes of equations, the order of which can be reduced or even to reduce the problem to quadratures.

Thus, the problems set are actual and their solution will allow to develop the theory of differential equations, as well as to expand the range of their applications.

### Research

Let's consider the  $n$ -th order homogeneous linear differential equation with continuous on  $(a, b)$  coefficients:

$$Ly \equiv \sum_{i=1}^n a_i(x)y^{(i)} + a_0(x)y = 0, \quad a_n(x) = 1 \quad \forall x \in (a, b) \quad (1)$$

and the  $(n - 1)$ -th order nonlinear differential equation

$$R(r) \equiv \sum_{i=1}^n a_i(x)[p + r(x)]^{i-1} \cdot r(x) + a_0(x) = 0, \quad (2)$$

which we shall call the characteristic equation of Riccati type. Here  $[p + r(x)]^k \cdot r(x)$  means the consistent application of the operator  $k$  times  $[p + r(x)]$ ,  $p = \frac{d}{dx}$  to the function  $r(x)$ .

Given the solutions of the (classical) equations (1) and (2) we shall understand a function  $y(x) \in C^n(a, b)$ ,  $r(x) \in C^{n-1}(a, b)$  satisfying the equations (1) and (2) respectively. Later, we introduce the notion of weak solution of equation (2).

In the future, we'll need well-known relations of equations (1) and (2), which we'll formulate as a lemma.

**Lemma 1.** Linear differential equation (1) by replacing the unknown function

$$y = e^{x0} \int_{x_0}^x r(t) dt, \quad x_0 \in (a, b)$$

is reduced to the characteristic equation of the Riccati type (2). And conversely, the  $(n - 1)$ -th order characteristic equation of Riccati type at replacement

$$r(x) = \frac{y'(x)}{y(x)}, \quad y(x) \neq 0 \quad \forall x \in (a, b),$$

becomes a homogeneous linear differential equation (1).

**Lemma 2.** Let  $y(x) \neq 0 \quad \forall x \in (a, c) \cup (c, b)$  a solution of linear differential equation (1) have at point  $c \in (a, b)$ ,  $c \neq x_0$  zero of order  $k$  ( $1 \leq k \leq n-1$ ).

Then the function

$$r(x) = \frac{y'(x)}{y(x)}$$

has at  $x \rightarrow c$  the asymptotic

$$r(x) \sim \frac{k}{x - c}, \quad 1 \leq k \leq n-1. \quad (3)$$

Conversely, if  $r(x)$  - solution of the characteristic equation of Riccati type (2) defined in a punctured neighborhood  $S$  of the point  $c \in (a, b)$  and having the asymptotics (3), then the function

$$y(x) = e^{x0} \int_{x_0}^x r(t) dt, \quad x_0 \in (a, b)$$

is the solution of linear differential equation (1) and at point  $x = c$  has zero of order  $k$ .

**Definition.** The function  $r(x)$  shall be called a weak solution of the  $(n - 1)$ -th order characteristic equation of Riccati type (2) at finite  $(a, b)$ , if there is a finite or empty aggregate of points

$$\Sigma \quad c_1 < c_2 < \dots < c_q; \quad c_v \in (a, b), \quad c_v \neq x_0, \quad v = 1, 2, \dots, q, \quad \text{such that:}$$

1. At intervals  $(a, c_1), (c_1, c_2), \dots, (c_q, b)$  function  $r(x)$  is a classical solution of this equation.
2. At  $x \rightarrow c_v, \quad v = 1, 2, \dots, q$  for  $r(x)$  the asymptotics takes place (3)

$$r(x) \sim \frac{k_v}{x - c_v}, \quad 1 \leq k_v \leq n - 1.$$

In the case of  $\Sigma = \emptyset$  a weakened solution coincides with the classical one.

Let's assume that  $m$  solutions of the characteristic equation of Riccati type (2) have the asymptotics in the form (3), i.e.

$$r_\chi(x) = \frac{k_{\chi v}}{x - c_{\chi v}} + \tilde{r}_\chi(x), \quad \chi = 1, 2, \dots, m; \quad c_{\chi v} \in \Sigma, \quad c_{\chi v} \neq x_0,$$

and the remaining solutions - smooth functions on  $(a, b)$ . Then the solutions of  $y_\chi(x)$  linear differential equations (1) based on Lemma- 2 are represented as

$$y_\chi(x) = \left( \frac{x - c_{\chi v}}{x_0 - c_{\chi v}} \right)^{k_{\chi v}} e^{\int_{x_0}^x \tilde{r}(t) dt},$$

where the natural numbers  $k_{\chi v}$  - are the orders of the respective zeros.

**Lemma 3.** Let  $y_1(x), y_2(x), \dots, y_n(x)$  - be fundamental system of solutions of linear differential equation (1), and  $r_1(x), r_2(x), \dots, r_n(x)$  - are solutions of the characteristic equation of Riccati type (2):

$$r_i(x) = \frac{y_i'(x)}{y_i(x)}, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad x \in \Omega.$$

Then the determinant

$$D(x) = \begin{vmatrix} 1 & \dots & 1 \\ r_1(x) & \dots & r_n(x) \\ [P + r_1(x)]r_1(x) & \dots & [P + r_n(x)]r_n(x) \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ [P + r_1(x)]^{n-2}r_1(x) & \dots & [P + r_n(x)]^{n-2}r_n(x) \end{vmatrix} \neq 0, \quad \forall x \in \Omega,$$

Where  $\Omega = \{x \in (a, b) : y_i(x) \neq 0, i = 1, 2, \dots, n\}$  or  $\Omega = (a, b) \setminus \Sigma$ . Conversely, let  $r_1(x), r_2(x), \dots, r_n(x)$  be weak solutions of the characteristic equation of Riccati type (2) such that  $D(x) \neq 0, \forall x \in \Omega$ .

Then the functions

$$y_i(x) = e^{x \int_0^x r_i(t) dt}, \quad i = 1, 2, \dots, n$$

are a fundamental system of solutions for a linear differential equation (1).

Let in the neighborhood of point  $x = 0 \in (a, b)$  the function  $r_0(x)$   $(n-1)$  times be continuously differentiable and be a classical solution of equation (2).

**Definition.** Let's say that the  $(n - l)$ -th order characteristic equation of Riccati type has a classical solution of multiplicity  $k$  ( $l \leq k \leq n$ ), if its weakened solutions are functions:

$$r_0(x) + \frac{v}{x}, \quad v = 0, 1, \dots, k - 1.$$

**Lemma 4.** Let the  $(n - l)$ -th order characteristic equation of Riccati type (2) have a classical solution  $r_0(x)$  of multiplicity  $k$ , then the functions

$$y_k = x^v y_0(x), \quad v = 0, 1, \dots, k - 1,$$

where

$$y_0(x) = \exp \int_{x_0}^x r_0(t) dt,$$

are linearly independent solutions of the homogeneous linear differential equation (1).

**Theorem.** Let the  $(n - l)$ -th order characteristic equation of Riccati type have in the neighborhood of the point  $x = 0$  different classical solutions  $r_1(x), r_2(x), \dots, r_l(x)$  of respective multiplicities  $k_1, k_2, \dots, k_l$ ,

at that  $\sum_{j=1}^l k_j = n$ . If for solutions  $r_j(x) + \frac{v_j}{x}, j = 1, 2, \dots, l$ ; the following is true

$v_j = 0, 1, \dots, k_j - 1, D(x) \neq 0 \forall x \in (a, b)$ , then functions

$$y_{jv_j} = x^{v_j} e^{x_0} \int r_j(t) dt, \quad j = 1, 2, \dots, l; \quad v_j = 0, 1, \dots, k_j - 1$$

form a fundamental system of linear differential equation (1) solutions.

The result gained is a generalization of the case of multiple roots of characteristic equations for linear differential equations with constant coefficients.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Асланян А.Г., Буренков В.И. Об одной задаче Н.П. Еругина об интегрируемости в квадратурах системы обыкновенных дифференциальных уравнений // Диф. уравнения. 1967, №5. С. 811-819.
2. Еругин Н.П. Приводимые системы // Труды Матем. института им. В.А.Стеклова, Т.ХIII,Изд-во АН СССР, М-Л, 1946,96 с.
3. Reid W.T. Riccati differential equations . Academic Press, New York,1972:216 p.
4. Lloud N.G. On a class of differential equations of Riccati Type.J.London Math.Soc. 1975;10(2):1-10.
5. Прикарпатский А.К. Об уравнениях Риккати, интегрируемых в квадратурах // ДАН СССР. 1980, Т.251. №5. С.1072-1077.
6. Эйлер Л. Интегральное исчисление, в 3т, М.: Гостехиздат, т.2,1957,368 с.
7. Van der Kloet P.,Neerthoff F.L. The Riccati equation as characteristic equation for general linear dynamic systems.Venue:Nonlinear Theory and its Application(NOLTA):2001
8. Треногин В.А. Функциональный анализ. М.: Наука, 1980, 495 с.
9. Trenogin V.A., Khasseinov K.A. Dual Problems to Abstract Nonlocal Problems. Научная конференция по ДУ, Турция, Фетхие, 16-23 июнь 2001г.
10. Хасеинов К.А. Начальная и многоточечная задачи для линейных дифференциальных уравнений и характеристические уравнения типа Риккати: Автореф. дис. ... канд. физ-мат. наук. Москва, 1984, 114 с.
- 11.Xiang Gu, Liang Gao A Note on exact solutions to linear differential equations by the matrix exponential. Adv.Appl.Math.Mech.2009;1:573-580.

#### REFERENCES

1. A.G.Aslanyan, V.I.Burenkov About one problem N.P.Yerugin about a problem of the integrability in quadratures of ordinary differential equations system/ / Dif. equations.1967, No. 5.pages811-819.
2. N.P. Yerugin. Reducible systems // Proceedings of the Mathematical Institute named after V.A. Steklov, v.13, publishing house of the USSR Academy of Sciences, Moscow-Leningrad, 1946, page 96.
3. Reid W.T. Riccati differential equations . Academic Press, New York,1972:216 p.
4. Lloud N.G. On a class of differential equations of Riccati Type.J.London Math.Soc. 1975;10(2):1-10.
5. A.K.Prikarpatsky. About equations of Riccati type, integrable in quadratures // USSR DAN, 1980, v.251, No. 5, pages1072-1077.
6. L.Eyler Integral calculus in 3 volumes, Moscow, State Technical Publishing House v.2, 1957, page 368.
7. Van der Kloet P.,Neerthoff F.L. The Riccati equation as characteristic equation for general linear dynamic systems.Venue:Nonlinear Theory and its Application(NOLTA):2001
8. V.A.Trenogin Function Analises ,Moscow ,Nauka,1980, 495 p.
9. V.A.Trenogin, K.A.Khasseinov Dual Problems to Abstract Nonlocal Problems. Scientific Conference on DE,Turkey,Fethiye,16-23 June 2001.
0. K.A.Khasseinov. Initial and multi-point problems for linear differential equations and the characteristic equations of Riccati type: Author's summary. Thesis. Cand. Sc. (Physics and Mathematics). Moscow, 1984, page 114.
- 11.Xiang Gu, Liang Gao A Note on exact solutions to linear differential equations by the matrix exponential. Adv.Appl.Math.Mech.2009;1:573-580.

Хасеинов Қ.Ә.

#### Ауыспалы коэффициенттері бар $n$ тәртіпті дифференциалды теңдеулерді шешу

**Түсініктеме.** Ауыспалы коэффициенттері бар желілік дифференциалды теңдеулерді (ЖДТ) Риккати тұрпатты ( $n - 1$ )-тәртіпті желілік емес теңдеуге айналдыра отырып, жаңа әдістер әзірленді. Нәтиже тұрақты коэффициенттері бар ЖДТ үшін еселік түбірлер жағдайын жалпылау болып табылады, шешімдердің түпкілікті жүйесі белгіленді және шешімдердің екі нысандарының ұқсастығы анықталды.

**Түйін сөздер.** Риккати тұрпатты сипаттамалы теңдеулер, асимптотика, шешімдер еселігі.

Хасинов К.А.

**Решение дифференциальных уравнений  $n$ -го порядка с переменными коэффициентами.**

**Резюме.** Преобразуя линейные дифференциальные уравнения (ЛДУ) с переменными коэффициентами к нелинейному уравнению  $(n-1)$ -го порядка типа Риккати, разработаны новые методы. Результат является обобщением случая кратных корней для ЛДУ с постоянными коэффициентами, определена фундаментальная система решений и установлена идентичность двух форм решений.

**Ключевые слова.** Характеристические уравнения типа Риккати, асимптотика, кратность решений.

Kazbek A.K.

**Reduction of the  $n$ -th order differential equations with variable coefficient**

**Summary.** The characteristic equations of the Riccati type that allowed us to obtain some new results are studied in the paper. We give a definition to multiple solutions of the  $(n-1)$ -th order characteristic equation of Riccati type and define fundamental system of solutions (FSS). The result obtained is a generalization of the case of multiple roots of characteristic equation for the LDE with constant coefficients

**Key words.** Characteristic equations of Riccati type, asymptotic and multiple solutions.

УДК 517.927

**К.А. Хасинов**

(ТОО НПЦ «Дортехника» Алматы, Республика Казахстан)

### **НЕЛИНЕЙНАЯ ГРАНИЧНАЯ ЗАДАЧА С ПАРАМЕТРОМ И ВЕТВЛЕНИЕ ЕЕ РЕШЕНИЙ**

**Аннотация.** В последнее время в связи с интенсивным исследованием задач типа Бицадзе - Самарского, а также в связи с выявившейся большой ролью, которую играют в приложениях импульсные дифференциальные уравнения (ДУ) [1,2,4], возродился интерес к краевым задачам, когда на каждом отрезке задана своя система ДУ, а решения различных систем связаны посредством граничных условий.

В линейном случае построены сопряженные краевые задачи [8,9]. Актуальны и полезны бифуркационные задачи с малым параметром, ветвление решений задач нелинейной теплопроводности, многослойных сред и теории нелинейных волн [3,5,6,7].

**Ключевые слова.** Краевые задачи, малый параметр, бифуркация решений.

Введем линейное пространство  $X$  наборов  $x = \{x_i(t)\}_{i=1}^s$ , где  $x_i(t)$  - непрерывная на  $[\alpha_i, \beta_i]$  вектор-функция со значением в  $R^{n_i}$ .

В пространстве  $X$  зададим скалярное произведение: для  $x, y \in X$  положим

$$\langle x, y \rangle = \sum_{i=1}^s \int_{\alpha_i}^{\beta_i} (x_i(t), y_i(t)) dt,$$

где  $(x_i, y_i)$  - стандартное скалярное произведение в  $R^{n_i}$ .

Рассмотрим в  $X$  линейное дифференциальное уравнение

$$Lx = \dot{x} + Ax = f. \tag{1}$$

Здесь задано  $f \in X$ , а

$$Ax = (A_i(t)x_i(t))_{i=1}^s,$$

где  $A_i(t)$  - матрицы размером  $n_i \times n_i$  с непрерывными на  $[\alpha_i, \beta_i]$  элементами.

Превратим  $X$  в банахово пространство, введя в нем норму пространства непрерывных функций. Если  $x = (x_i)_{i=1}^s$ , а  $x_i = (x_{ij})_{j=1}^{n_i}$ , то  $\|x\| = \max_{1 \leq i \leq s} \|x_i\|$ , где  $\|x_i\| = \max_{[\alpha_i, \beta_i]} (x_{ij}(t))$  [4,6].

Оператор  $L$ , определенный в (1), имеет также область определения  $D$ , плотную в  $X$ . Пусть далее

$$R(x, \lambda) = \{R_i(t, x_i(t)), \lambda\}_{i=1}^s$$

- нелинейный оператор по  $x$ , зависящий от параметра  $\lambda \in R$ , отображает окрестность точки  $(0;0) \in X+R$  в окрестность точки  $0 \in X$ .

Пусть, кроме того, в указанной окрестности  $R(x, \lambda)$  и его производная Фреше  $R_x(x, \lambda)$  непрерывны, причем  $R_x(0,0) = 0$ . Фиксируем теперь  $W_l$  -  $l$ -мерное линейное подпространство в  $\bar{X}$ ,  $0 \leq l \leq 2n$  и рассмотрим нелинейную граничную задачу с параметром

$$Lx = R(x, \lambda), \bar{x} \in W_l. \quad (2)$$

Для определения всех малых решений  $x(\lambda) \rightarrow 0$  при  $\lambda \rightarrow 0$  задачи (2) воспользуемся методикой в сочетании с установленными в [7,8] результатами линейной теории.

На этом пути приходим к следующему утверждению.

**Теорема.** Пусть  $\text{rang}(B_0 + B_1 U_1) = r$ . Если  $0 \leq r < \min(n, 2n-l)$ , то краевая задача (2) эквивалентна конечномерному уравнению разветвления Ляпунова-Шмидта вида

$$\omega(\xi, \lambda) = 0, \xi \in R^{n-r}, \omega \in R^{2n-l-r}.$$

Если  $l < n$ ,  $r = n$ , то краевая задача

$$Lx = f, \bar{x} \in W_l$$

имеет семейство малых решений  $x = x(\xi, \lambda)$ , зависящее от произвольного малого параметра  $\xi \in R^{n-l}$  ( $n-l$  - параметрическое семейство решений).

Если  $l = n = r$ , то краевая задача (2) имеет единственное малое решение (варианты теоремы о не-явных операторах).

Если, наконец,  $r = 2n-l$ ,  $l > n$ , то краевая задача (2) имеет не более одного малого решения. Это решение существует лишь при выполнении  $l-n$  дополнительных условий.

Таким образом, в нелинейном случае рассмотрены задачи с малым параметром, а также установлена применимость для них ряда аспектов теории ветвления решений нелинейных уравнений.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Вайнберг М.М., Треногин В.А. Теория ветвления решений нелинейных уравнений. М.: Наука, 1969. С.529.
2. Мищенко Е.Ф., Розов Н.Х. Дифференциальные уравнения с малым параметром и релаксационные колебания. М.: Наука, 1975. С.248.
3. Найфэ А.Х. Методы возмущений. М. Мир (пер. с англ.), 1976. С.456.
4. Садовничий В.А. Теория операторов. М. Дрофа, МГУ, 2004. С.384.
5. Сидоров Н.А. Общие вопросы регуляризации в задачах теории ветвления. Иркутск.: Изд-во Иркутского университета, 1982.
6. Треногин В.А. Функциональный анализ. М.: Наука, 1980. С.495.
7. Trenogin V.A., Khasseinov K.A. О разветвлении решений многоточечных краевых задач, встречающихся в теплотехнике // 2 Intern. Col. on Differential Equations, Provdiv, Bulgaria, 20-25 August, 1991.

8. *Хасеинов К.А.* Билинейная форма Лагранжа-инструмент к решению сопряжения многоточечных краевых задач // "Вестник КазНТУ им. К.И. Сатпаева", № 2 (90), 2012, Алматы, с.244-249.

9. *Хасеинов К.А.* Формула представления гладкой функции при переменных параметрах базисного уравнения (функция с гибкой структурой) // "Вестник Национальной инженерной академии Республики Казахстан", №2, 2012, Алматы, с.65-70.

LITERATURA

1. *Vaynberg M.M., Trenogin V.A.* Teoriya vetvleniya resheniy nelineinykh uravneniy. M.: Nauka, 1969, С.529.

2. *Mishchenko E.F., Rozov N.X.* Differentsialnye uravneniya s malym parametrom i relaksatsionnye kolebaniya. M.: Nauka, 1975, С.248/

3. *Nayfe A.Kh.* Metody vozmushcheniy. M. Mir (Per. s angl.) 1976, С.456.

4. *Sadovnichiy V.A.* Teoriya operatorov. M.: Drofa, MGU, 2004, С.384.

5. *Sidorov N.A.* Obshchie voprosy regulyarizatsii v zadachakh teorii vetvleniya. Irkutsk.: Izdat-vo Irkutskogo universiteta, 1982.

6. *Trenogin V.A.* Funktsionalny analiz. M.: Nauka, 1980, С.495.

7. *Trenogin V.A., Khasseinov K.A.* O razvetvlenii resheniy mnogotochechnykh kraevykh zadach, vstrechayushchikhsya v teplofizike // 2 Intern. Col. on Differential Equations, Provdiv, Bulgaria, 20-25 August, 1991.

8. *Khasseinov K.A.* Bilineinaya forma Lagranzha-instrument k resheniyu sopryazheniya mnogotochechnykh kraevykh zadach // "Vestnik KazNTU im. K.I. Satpaeva", №2(90), 2012, Алматы, с.244-249.

9. *Khasseinov K.A.* Formula predstavleniya gladkoi funktsii pri peremennykh parametrah bazisnogo uravneniya (funktsiya s gibkoi strukturoi) // " Vestnik Natsionalnoi inzhenernoii akademii Respubliki Kazakhstan", №2, 2012, Алматы, с.65-70.

Хасеинов Қ.Ә.

**Параметрі бар желілік емес шеткі есеп және оның шешімдерінің тармақталуы**

**Түйіндеме.** Желілік жағдайда қосарланған көпнүктелі шеткі есептер құрылған. Кіші параметрі бар бифуркациялық есептер, желілік емес жылу өткізу есептері, көп қатпарлы орта шешімдерінің тармақталуы және желілік емес толқын теориялары да өзекті және пайдалы. Кіші параметрі бар желілік емес есептерде желілік емес тендеулер шешімдерін тармақтау теориясының бірқатар аспектілерін қолдануға қол жеткізілді.

**Түйін сөздер.** Желілік емес шеткі есептер, кіші параметр, тармақталу.

Хасеинов К.А.

**Нелинейная граничная задача с параметром и ветвление ее решений**

**Резюме.** В линейном случае построены сопряженные многоточечные краевые задачи. Актуальны и полезны бифуркационные задачи с малым параметром, ветвление решений задач нелинейной теплопроводности, многослойных сред и теории нелинейных волн. В нелинейных задачах с малым параметром удалось применить ряд аспектов теории ветвления решений нелинейных уравнений.

**Ключевые слова.** Нелинейные краевые задачи, малый параметр, ветвление.

Kazbek A.K.

**Nonlinear boundary value problem with a parameter and ramification of its solutions**

**Summary.** Coupled multipoint boundary value problems are developed in the linear case. The bifurcation problems with a small parameter, ramification of solutions of nonlinear heat conduction problems, multilayered grounds problems and nonlinear wave theory problems are actual and useful. We were able to apply a number of aspects of the theory of ramification of nonlinear equations solutions in non-linear problems with a small parameter.

**Key words.** Nonlinear boundary value problems, small parameter, ramification.



**Д.Н. Нургабыл**

(Жетысуский государственный университет им. И. Жансугурова,  
Талдыкорган, Республика Казахстан)

**АСИМПТОТИЧЕСКИЕ ОЦЕНКИ РЕШЕНИЯ СИНГУЛЯРНО ВОЗМУЩЕННОЙ  
ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ С НАЧАЛЬНЫМ СКАЧКОМ**

**Аннотация.** В статье на основе аналитического представления решения доказывается существование и единственность решения обратной задачи. Сформулирована вырожденная задача. При достаточно малых  $\varepsilon > 0$  определена оценка разности между решениями возмущенной и невозмущенной задачи. Исследовано явление начального скачка.

**Ключевые слова:** Дифференциальные уравнения, краевые задачи, малый параметр, задача восстановления, начальный скачок.

**Постановка задачи.** Краевые задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений, содержащих параметры в правой части и в краевых условиях, рассматривались в [1-3]. В этих работах по известной структуре дифференциального уравнения и по дополнительной информации решается задача восстановления правой части дифференциального уравнения и краевых условий.

Следующим естественным обобщением в данном направлении является исследование решений сингулярно возмущенных краевых задач с начальными скачками, содержащие параметры.

Рассмотрению таких задач посвящается данная статья. При этом изучаются вопросы построения асимптотики, восстановления правой части уравнения и краевых условий возмущенной задачи, предельного перехода решения возмущенной задачи к решению невозмущенной задачи.

Пусть  $R = (-\infty, +\infty)$ ,  $J = [0, 1]$ ,  $\Lambda$  – некоторое ограниченное множество из  $R$ . Имея в виду дальнейшее приложение поставим задачу об одновременном нахождении функции  $y(t) \in C^2(J)$  и параметра  $\lambda \in \Lambda$  из соотношений:

$$\begin{aligned} L_\varepsilon y &\equiv \varepsilon y'' + A(t)y' + B(t)y = \lambda F(t), \\ y(0, \varepsilon) &= \alpha_0, y(1, \varepsilon) = \beta_0(\lambda), y^i(1, \varepsilon) = \beta_1(\lambda), \end{aligned} \quad (1)$$

(2) с заданными  $\alpha_0, \beta_0, \beta_1 \in R$  где  $\varepsilon > 0$  - малый параметр. Пару  $(\lambda, y)$  назовем решением задачи (1), (2), если при  $\lambda = \bar{\lambda} \in \Lambda$  функция  $y(t, \varepsilon)$  является решением задачи (1) (2).

В статье на основе аналитического представления решения задачи (1), (2) доказывается существование, единственность решения, формулируется вырожденная задача, доказывается близость решений исходной и вырожденной задачи при  $\varepsilon \rightarrow 0$ , устанавливается характер роста производной решения задачи (1),(2), условие возникновения скачка и асимптотические оценки решения задачи (1),(2).

Пусть:

1<sup>o</sup>.  $A(t), B(t), F(t) \in C^1(J)$ ;

2<sup>o</sup>.  $A(t) \geq v > 0, t \in J$ ;

3<sup>o</sup>. уравнение  $R_0(\lambda) = -\beta_0 \frac{B(1)}{A(1)} + \lambda \frac{F(1)}{A(1)} - \beta_1(\lambda) = 0$  имеет единственное решение

$$\lambda = \lambda_0, \text{ причем } R'_0(\lambda_0) = \frac{F(1)}{A(1)} - \beta'_1(\lambda_0) \neq 0.$$

Рассмотрим однородное уравнение

$$L_\varepsilon y(t, \varepsilon) \equiv \varepsilon y''(t, \varepsilon) + A(t)y'(t, \varepsilon) + B(t)y(t, \varepsilon) = 0, \quad (3)$$

соответствующее неоднородному уравнению (1).

Согласно [4-6], справедлива следующая теорема.

*Теорема 1.* Пусть выполнены условия  $1^0, 2^0$ . Тогда для фундаментальной системы решений  $y_1(t, \varepsilon), y_2(t, \varepsilon)$ , однородного уравнения (3) справедливы следующие асимптотические представления при  $\varepsilon \rightarrow 0$ :

$$y_1^{(j)}(t, \varepsilon) = y_0^{(j)}(t) + O(\varepsilon), \quad (4)$$

$$y_2^{(j)}(t, \varepsilon) = \frac{1}{\varepsilon^j} \exp\left(\frac{1}{\varepsilon} \int_0^t \mu(x) dx\right) u_0(t) \mu^j(t) [1 + O(\varepsilon)], \quad j = 0, 1$$

Так же как и в [5,6] введем начальную функцию

$$K(t, s, \varepsilon) = \frac{W(t, s, \varepsilon)}{W(s, \varepsilon)}, \quad (5)$$

где определитель

$$W(t, \varepsilon) = \begin{vmatrix} y_1(t, \varepsilon) & y_2(t, \varepsilon) \\ y_1'(t, \varepsilon) & y_2'(t, \varepsilon) \end{vmatrix} = D(y_1, y_2) = \frac{1}{\varepsilon} \exp\left(\frac{1}{\varepsilon} \int_0^t \mu(x) dx\right) u_0(t) y_0(t) \mu(t) [1 + O(\varepsilon)] \neq 0$$

является вронскианом фундаментальной системы решений  $y_1(t, \varepsilon), y_2(t, \varepsilon)$  уравнения (3),  $W(t, s, \varepsilon)$ -определитель второго порядка, получаемый из  $W(s, \varepsilon)$  заменой второй строки строкой  $y_1(t, \varepsilon), y_2(t, \varepsilon)$ :

$$W(t, s, \varepsilon) = \begin{vmatrix} y_1(s, \varepsilon) & y_2(s, \varepsilon) \\ y_1(t, \varepsilon) & y_2(t, \varepsilon) \end{vmatrix}$$

Очевидно, функция  $K(t, s, \varepsilon)$  удовлетворяет по  $t$  однородному уравнению (3) и начальным условиям

$$K(t, t, \varepsilon) = 0, \quad K_t'(t, t, \varepsilon) = 1.$$

и не зависит от выбора фундаментальной системы решений уравнения (4), т.е. начальная функция для уравнения (4) определяется единственным образом.

*Лемма 1.* Если выполнены условия  $1^0, 2^0$ , то начальная функция  $K(t, s, \varepsilon)$  при  $0 \leq s \leq t \leq 1$  и достаточно малых  $\varepsilon > 0$  представима в виде

$$K(t, s, \varepsilon) = \frac{\varepsilon}{\mu(s)} \left( \frac{y_0(t)}{y_0(s)} + \frac{u_0(t)}{u_0(s)} \exp\left(\frac{1}{\varepsilon} \int_s^t \mu(x) dx\right) + O(\varepsilon) \right), \quad (6)$$

$$K_t'(t, s, \varepsilon) = \frac{\varepsilon}{\mu(s)} \left( \frac{y_0'(t)}{y_0(s)} + \frac{1}{\varepsilon} \cdot \frac{u_0(t) \mu(t)}{u_0(s)} \exp\left(\frac{1}{\varepsilon} \int_s^t \mu(x) dx\right) + O\left(\varepsilon + e^{\frac{1}{\varepsilon} \int_s^t \mu(x) dx}\right) \right).$$

Проверка показала, что при фиксированном значении параметра  $\lambda$ , общее решение неоднородного уравнения (1) представимо в виде

$$y(t, \varepsilon) = \tilde{c}_1 y_1(t, \varepsilon) + \tilde{c}_2 y_2(t, \varepsilon) + \frac{\lambda}{\varepsilon} \int_0^t K(t, s, \varepsilon) F(s) ds, \quad (7)$$

где  $\tilde{c}_1, \tilde{c}_2$  - произвольные постоянные. Тогда краевая задача (1), (2) разрешима, и притом в виде (7) тогда и только тогда, когда коэффициенты  $\tilde{c}_1, \tilde{c}_2$  можно выбрать так, что (7) удовлетворяет краевым условиям (2).

Введем граничные функции [5,6]:

$$\begin{aligned} \Phi_1(t, \varepsilon) &= \frac{1}{J(\varepsilon)} \begin{vmatrix} y_1(t, \varepsilon) & y_2(t, \varepsilon) \\ y_1(1, \varepsilon) & y_2(1, \varepsilon) \end{vmatrix} = \frac{J_1(t, \varepsilon)}{J(\varepsilon)}, \\ \Phi_2(t, \varepsilon) &= \frac{1}{J(\varepsilon)} \begin{vmatrix} y_1(0, \varepsilon) & y_2(0, \varepsilon) \\ y_1(t, \varepsilon) & y_2(t, \varepsilon) \end{vmatrix} = \frac{J_2(t, \varepsilon)}{J(\varepsilon)}. \end{aligned} \quad (8)$$

Они удовлетворяют однородному уравнению (3) и краевым условиям:

$$\Phi_1(0, \varepsilon) = 1, \quad \Phi_1(1, \varepsilon) = 0, \quad \Phi_2(0, \varepsilon) = 0, \quad \Phi_2(1, \varepsilon) = 1,$$

Справедлива следующая теорема.

*Теорема 2.* Пусть выполнены условия  $1^0 - 4^0$ . Тогда при достаточно малых  $\varepsilon > 0$  граничные функции  $\Phi_k(t, \varepsilon), k = 1, 2$  на отрезке  $[0, 1]$  существуют, единственны и выражаются формулой (8).

*Лемма 2.* Если выполнены условия  $1^0 - 4^0$ , то при достаточно малых  $\varepsilon$ , для граничных функций  $\Phi_i^{(q)}(t, \varepsilon)$  при  $0 \leq t \leq 1$  справедливы следующие оценки:

$$\begin{aligned} \Phi_1(t, \varepsilon) &= u_0(t) e^{\frac{1}{\varepsilon} \int_0^t \mu(x) dx} + O(\varepsilon), \\ \Phi_2(t, \varepsilon) &= \frac{y_0(t)}{y_0(1)} + u_0(t) e^{\frac{1}{\varepsilon} \int_0^t \mu(x) dx} + O(\varepsilon), \\ \Phi_1'(t, \varepsilon) &= \frac{1}{\varepsilon} u_0(t) \mu(t) e^{\frac{1}{\varepsilon} \int_0^t \mu(x) dx} + O \left( \varepsilon + e^{\frac{1}{\varepsilon} \int_0^t \mu(x) dx} \right), \\ \Phi_2'(t, \varepsilon) &= \frac{y_0'(t)}{y_0(1)} + u_0(t) \mu(t) e^{\frac{1}{\varepsilon} \int_0^t \mu(x) dx} + O \left( \varepsilon + e^{\frac{1}{\varepsilon} \int_0^t \mu(x) dx} \right). \end{aligned} \quad (9)$$

*Доказательство* леммы следует непосредственно из представления (8) с учетом (4).

Легко убедиться, что при фиксированном значении параметра  $\lambda$ , решение уравнения (1), удовлетворяющее первым двум краевым условиям из (2) представимо в виде

$$y = \alpha_0 \Phi_1(t, \varepsilon) + \beta_0 \Phi_2(t, \varepsilon) - \Phi_2(t, \varepsilon) \frac{\lambda}{\varepsilon} \int_0^1 K(1, s, \varepsilon) F(s) ds + \frac{\lambda}{\varepsilon} \int_0^t K(t, s, \varepsilon) F(s) ds \quad (10)$$

Теперь, подставляя (10) в третье уравнение из (2), получаем относительно параметра  $\lambda$ , уравнение

$$R(\lambda, \varepsilon) \equiv \alpha_0 \Phi'_{1t}(1, \varepsilon) + \beta_0 \Phi'_{2t}(1, \varepsilon) - \Phi'_{2t}(1, \varepsilon) \frac{\lambda}{\varepsilon} \int_0^1 K(1, s, \varepsilon) F(s) ds + \quad (11)$$

$$+ \frac{\lambda}{\varepsilon} \int_0^1 K'_t(1, s, \varepsilon) F(s) ds - \beta_1(\lambda) = 0.$$

Таким образом, для существования единственного решения краевой задачи (1), (2) необходимо и достаточно, чтобы уравнение

$$R(\lambda, \varepsilon) = 0 \quad (12)$$

относительно параметра  $\lambda$  имело единственное решение. Докажем, что это уравнение разрешимо относительно  $\lambda$ . С этой целью изучим асимптотическое поведение функции  $R(\lambda, \varepsilon)$ . Для функций  $R(\lambda, \varepsilon)$  и  $R'(\lambda, \varepsilon)$  при достаточно малых  $\varepsilon > 0$ , справедливы следующие оценки:

$$R(\lambda, \varepsilon) = \beta_0 \frac{y'_0(1)}{y_0(1)} - \lambda \frac{F(1)}{\mu(1)} - \beta_1(\lambda) + O(\varepsilon) = R_0(\lambda) + O(\varepsilon), \quad (13)$$

$$R'(\lambda, \varepsilon) = \frac{F(1)}{A(1)} - \beta'_1(\lambda) + O(\varepsilon) = R'_0(\lambda) + O(\varepsilon)$$

Отсюда в силу условия  $3^0$ , заключаем, что точка  $\lambda_0$  удовлетворяет уравнению (12) с точностью порядка  $O(\varepsilon)$ :

$$R(\lambda_0, \varepsilon) = O(\varepsilon)$$

причем при достаточно малых  $\varepsilon > 0$  имеет место

$$R'(\lambda, \varepsilon) = R'_0(\lambda) + O(\varepsilon) \neq 0.$$

Следовательно, в достаточно малой окрестности точки  $\lambda_0$  найдется единственная точка  $\tilde{\lambda}(\varepsilon)$ , для которой будут выполнены равенство  $R(\tilde{\lambda}(\varepsilon), \varepsilon) = 0$ , причем  $|\tilde{\lambda}(\varepsilon) - \lambda_0| \leq K\varepsilon$ .

Тем самым доказали, что существует единственное решение  $(y(t, \varepsilon), \tilde{\lambda}(\varepsilon))$  краевой задачи (1), (2). Таким образом, справедлива следующая теорема.

*Теорема 1.3.* Если выполнены условия  $1^0 - 3^0$ , то краевая задача (1), (2) имеет единственное решение и это решение представимо в виде

$$y(t, \tilde{\lambda}(\varepsilon)) = \alpha_0 \Phi_1(t, \varepsilon) + \beta_0 \Phi_2(t, \varepsilon) - \Phi_2(t, \varepsilon) \frac{\tilde{\lambda}(\varepsilon)}{\varepsilon} \int_0^1 K(1, s, \varepsilon) F(s) ds + \quad (14)$$

$$+ \frac{\tilde{\lambda}(\varepsilon)}{\varepsilon} \int_0^t K(t, s, \varepsilon) F(s) ds.$$

Для решения (14) справедливо следующая оценка:

$$y(t, \varepsilon) = \beta_0 \exp\left(-\int_1^t \frac{B(x)}{A(x)} dx\right) - \lambda_0 \int_0^1 \exp\left(-\int_s^t \frac{B(x)}{A(x)} dx\right) \frac{F(s)}{\mu(s)} ds + \quad (15)$$

$$+ \lambda_0 \int_0^t \exp\left(-\int_s^t \frac{B(x)}{A(x)} dx\right) \frac{F(s)}{\mu(s)} ds + O\left(\varepsilon + \exp\left(\frac{1}{\varepsilon} \int_0^t \mu(x) dx\right)\right).$$

Теперь, определим вырожденную задачу. Без каких-либо дополнительных соображений мы не можем сформулировать краевые условия для невозмущенного (вырожденного) уравнения

$$L_0 \bar{y} \equiv A(t) \bar{y}' + B(t) \bar{y} = \lambda F(t), \quad (16)$$

получаемого из (1) при  $\varepsilon = 0$ . Такое дополнительное соображение мы можем получить из оценки (15). Из (15) следует, что предельная функция для  $y(t, \varepsilon)$  при  $\varepsilon \rightarrow 0$  не содержит  $\alpha_0$  и  $\beta_1$ . Следовательно, краевые условия для решения  $\bar{y}(t)$  вырожденного уравнения (16) можно получить из (2) путем исключения 1-го и третьего уравнений из (2), т.е.

$$\bar{y}(1) = \beta_0(\lambda). \quad (17)$$

Решение задачи (16), (17) представимо в виде

$$\bar{y}(t) = \beta_0(\lambda) \exp\left(-\int_1^t \frac{B(x)}{A(x)} dx\right) + \lambda \int_1^t \exp\left(-\int_s^t \frac{B(x)}{A(x)} dx\right) \frac{F(s)}{\mu(s)} ds, \quad (18)$$

параметр  $\lambda$  определяется из уравнения (16) и условия  $\bar{y}'(1) = \beta_1(\lambda)$ :

$$-\beta_0(\lambda) \frac{B(1)}{A(1)} + \lambda \frac{F(1)}{A(1)} - \beta_1(\lambda) = 0,$$

что совпадает с уравнением из условия 3<sup>0</sup>. Следовательно решение задачи (16), (17) окончательно представимо в виде

$$\bar{y}(t) = \beta_0(\lambda_0) \exp\left(-\int_1^t \frac{B(x)}{A(x)} dx\right) + \lambda_0 \int_1^t \exp\left(-\int_s^t \frac{B(x)}{A(x)} dx\right) \frac{F(s)}{\mu(s)} ds, \quad (19)$$

*Теорема 4. Пусть выполнены условия 1<sup>0</sup>-3<sup>0</sup>. Тогда при достаточно малых  $\varepsilon > 0$  справедлива*

следующая оценка:

$$y\left(t, \tilde{\lambda}(\varepsilon), \varepsilon\right) - \bar{y}(t, \lambda_0) = O\left(\varepsilon + \exp\left(-\frac{\mu}{\varepsilon}\right)\right),$$

Доказательство следует из представлений (15), (19). Таким образом, из теоремы 4 непосредственно следует, что решение  $y(t, \tilde{\lambda}(\varepsilon), \varepsilon)$  сингулярно возмущенной задачи (1), (2) при стремлении малого параметра  $\varepsilon$  к нулю стремится к решению  $\bar{y}(t, \lambda_0)$  задачи (16), (17):

$$\lim_{\varepsilon \rightarrow 0} y(t, \tilde{\lambda}(\varepsilon), \varepsilon) = \bar{y}(t, \lambda_0), \quad 0 < t \leq 1 \quad (20)$$

Следовательно, задача (16), (17) является вырожденной. В силу теоремы 4 и предельного равенства (20) будем иметь:

$$\lim_{\varepsilon \rightarrow 0} y(0, \tilde{\lambda}(\varepsilon), \varepsilon) - \bar{y}(0, \lambda_0) = \Delta,$$

где  $\Delta$  - величину скачка:

$$\Delta = \alpha_0 - \beta_0(\lambda_0) \exp\left(\int_0^1 \frac{B(x)}{A(x)}\right) + \lambda_0 \int_0^1 \exp\left(-\int_s^0 \frac{B(x)}{A(x)} dx\right) \frac{F(s)}{A(s)} ds.$$

**Замечание.** Предложенный алгоритм служит основной для построения асимптотических решений некоторых линейных и нелинейных сингулярно возмущенных краевых задачах с параметрами для уравнений высокого порядка с более сложными дополнительными условиями типа  $U_i(y) = 0, i = 1, \dots, n$ , где  $U_i(y)$  линейная форма от  $y^{(j)}(0, \varepsilon), y^{(j)}(1, \varepsilon), j = \overline{0, n-1}$ .

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Hikosaka-Nobory. Untersuchung über die Unital der Lösung der Differentialgleichung  $y' = \xi f(x, y)$  in Bezug auf den Parameter  $\xi$  // Proc. Phys. Math. Soc., Japan. -1929.- № 2. -S. 73-83.
2. Кибенко А.В., Перов А.М. О двухточечной краевой задаче с параметром // Докл. АН УССР. -1961. -№10. -С. 1259-1265.
3. Джумабаев Д.С. Об однозначной разрешимости линейных двухточечных краевых задач с параметром // Известия МН и ВО РК, НАН РК, сер. физ.-мат. наук. -1999.- №1. -С. 31-37.
4. Нургабыл Д.Н. Асимптотическое поведение решений сингулярно возмущенной краевой задачи с параметрами // Материалы международной научно-практической конференции «Образование и наука Казахстана на рубеже тысячелетий». –Талдыкорган, -2002. -С. 37-40.
5. Касымов К.А., Нургабыл Д.Н. Асимптотическое поведение решений линейных сингулярно возмущенных общих неразделенных краевых задач, имеющих начальный скачок // Украинский матем. журнал.-2003. т. 55.- № 11.- С.1496-1508.
6. Касымов К.А., Нургабыл Д.Н. Асимптотические оценки решения сингулярно возмущенной краевой задачи с начальным скачком для линейных дифференциальных уравнений // Дифференциальные уравнения. -2004. Т.40.- № 4. – С. 597-607.

#### REFERENCES

1. Hikosaka-Nobory Untersuchung über die Unital der Lösung der Differentialgleichung  $y' = \xi f(x, y)$  in Bezug auf den Parameter  $\xi$  // Proc. Phys. Math. Soc., Japan. -1929.- № 2. -S. 73-83.
2. Kibenko A.B., Perov A.M. O dvuhtocheynoy kraevoy zadache s parametrom// Dokl. AN USSR.-1961. -№10. -S. 1259-1265.

3. *Dzhumabaev D.S.* Ob odnoznachnoy razreshimosti lineynykh dvuhtocheynykh kraevykh zadach s parametrom// Izvestiya MN i VO RK, NAN RK, ser. fiz.-mat. nauk.-1999.- №1. -S. 31-37.

4. *Nurgabul D.N.* Asimptoticheskoe povedenie resheniy singulyarno vozmushchennoy kraevykh zadachi s parametrami// Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii « Obrazovanie i nauka Kazahstana na ru-bezhe tsysyacheletiyе». –Taldykorgan, -2002. -S. 37-40.

5. *Kasymov K.A., Nurgabul D.N.* Asimptoticheskoe povedenie resheniy lineynykh singulyarno vozmushchennykh obshchih nerazdelennykh kraevykh zadach, imeyushchih nachalnyy skachok// Ukrainskiy matem. zhurnal.-2003. t. 55.- № 11.- S.1496-1508.

6. *Kasymov K.A., Nurgabul D.N.* Asimptoticheskie otsenki resheniya singulyarno vozmushchennoy kraevoy zadachi s nachalnym skachkom dlya lineynykh differentsialnykh uravneniy// Differentsialnye uravneniya.-2004. t.40.- № 4. – S. 597-607.

Д. Нұрғабұл

**Бастапқы секірісі бар ерекше ауытқыған кері есептің асимптотикалық бағамы**

**Түйіндеме.** Бұл статьяда (1), (2) есебі шешімінің аналитикалық түрі арқылы, кері есеп шешімінің бар және жалғыздығы дәлелденген. Туындалған есеп құрылған. Ауытқыған және ауытқымаған есеп шешімдерінің айырымдық бағамдалды  $\varepsilon \rightarrow 0$  үшін анықталған. Бастапқы секіріс құбылысы зерттелген.

**Түйін сөздер:** Дифференциалдық тендеулер, шеттік есептер, кіші параметр, қалпына келтіру есебі, алғашқы секіріс.

D.N. Nurgabul

**Asymptotic estimates solutions of singular perturbed return problem with initial jump**

**Summary.** In this article on the basis of analytical submission of the decision proved existence and uniqueness solution of the return task. The degenerate task is formulated. In the enough of  $\varepsilon \rightarrow 0$  the different assessment is defined between indignant and not indignant solutions. A phenomenon of the initial jump was investigated.

**Key words:** Differential equation, boundary tasks, small parameter, task of restitution, initial jump.

УДК 004.056

**Е.Н. Сейткулов<sup>1</sup>, С.Н. Боранбаев<sup>1</sup>, Н.Н. Ташатов<sup>1</sup>,  
Г.В. Давыдов<sup>2</sup>, А. Потапович<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Евразийский национальный университет им. Л.Н.Гумилева, Республика Казахстан,

<sup>2</sup>Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники)

**МЕТОДЫ ЛИНЕЙНОГО И ДИНАМИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ В ЗАДАЧАХ ЗАЩИТЫ РЕЧЕВОЙ ИНФОРМАЦИИ**

**Аннотация.** Защита речевой информации является непрерывным процессом организационных и технических мероприятий, направленных на предотвращение утечки речевой информации за пределы охранной зоны объекта. Средства технической разведки и методы несанкционированного получения речевой информации постоянно совершенствуются. Сложности в решении задач защиты речевой информации, как и задач защиты информации в целом, обусловлены неопределённостями, связанными с трудностями математической формулировкой задач защиты с одной стороны и большим множеством факторов, влияющих на показатели защищённости речевой информации с другой стороны. Для правильной математической формулировки задач защиты речевой информации необходимо принять ряд допущений и ограничений, которые могут быть приняты на базе опыта практической реализации защиты речевой информации известными техническими средствами и комплексом организационных мероприятий.

**Ключевые слова:** информационная безопасность, защита речевой информации, линейное и динамическое программирование.

**1. Предпосылки формулировки задач защиты речевой информации**

**Показатель защищённости речевой информации.** В качестве показателя защищённости речевой информации широко используется такой параметр как разборчивость речевой информации на границе охранной зоны. Под разборчивостью речи понимается отношение количества правильно

принятых элементов речи (слов, слогов, фраз) к общему количеству произнесённых. В соответствии с этим используются показатель слоговой, словесной и фразовой разборчивости речи. С точки зрения защиты речевой информации наиболее правильным будет использование показателя фразовой или словесной разборчивости речи, так как этот показатель наиболее полно отражает степень защищённости в полной мере речевой информации. Это обусловлено ещё тем фактором, что человек обладает ассоциативными способностями и может восстанавливать смысл полученной речевой информации по нескольким правильно принятым словам из фразы или фоноабзаца.

С другой стороны в ряде стран для оценки степени защищённости информации используется показатель слоговой разборчивости и индекс артикуляции. При этом следует отметить, что показатели разборчивости речи широко используются в архитектурной акустике, а также для оценки качества каналов связи для обеспечения высокого качества передаваемой речевой информации. Для сокращения объёма натурных испытаний были разработаны для этих целей расчётно-инструментальные методы определения разборчивости речи, при которых используются усредненные показатели восприятия речи человеком. Для оценки защищённости речевой информации такой подход вряд ли сможет отражать реальную картину степени защищённости речевой информации из-за принятой ориентации на средние показатели способности человека к восприятию речи. Для решения задач защиты речевой информации необходимо ориентироваться на предельные способности auditors к восприятию речи. Отбор auditors осуществляется по высокой дифференциальной чувствительности слуха, как по частоте, так и по звуковому давлению, а также обладать хорошим бинауральным слухом. Кроме того, auditors должны пройти специальное обучение способности воспринимать акустические сигналы на фоне маскирующих шумов.

Довольно подробное рассмотрение показателя защищённости речевой информации обусловлено тем, что его минимальное значение является **целевой функцией**, характеризующей защищённость речевой информации. Ошибки в определении этого показателя могут свести на нет все усилия принятые по защите речевой информации и ошибочной математической модели решения задачи.

**Технические средства защиты речевой информации.** Защита речевой информации может осуществляться двумя способами пассивным и активным. Пассивный способ защиты речевой информации реализуется при строительстве или выполнении ремонтных работ путём создания высокой звукоизоляции помещений от окружающей среды. Активный метод защиты речевой информации от утечки по акустическим каналам основан на создании в ограждающих элементах конструкций акустических маскирующих сигналов. В настоящее время в качестве маскирующих сигналов используется “белый” шум или речеподобные сигналы.

**Характеристика объектов защиты.** В качестве объектов, на которых реализуются мероприятия по защите речевой информации, могут быть отдельные помещения, кабинеты, лаборатории и прочие сооружения. Организационные мероприятия могут иметь решающее значение для обеспечения защищённости речевой информации. Эти мероприятия включают ограничение доступа на объекты защиты, подбор персонала для выполнения конфиденциальных работ, привлечение к проведению работ по защите информации организаций, имеющих лицензию на деятельность в области защиты информации, категорирование и аттестацию объектов, использование на объекте сертифицированных технических средств, установление контролируемой зоны вокруг объекта и ряд других мероприятий.

## **2. Математическая формулировка задачи защиты речевой информации**

Защищённость речевой информации в условиях высокой степени неопределённости условий, в которых она функционирует, должна вычисляться с использованием не одной математической модели, а согласованного семейства моделей, адаптивно согласующихся одна с другой и, таким образом, обладать способностью к непрерывному совершенствованию на основе оптимального выбора управляющих воздействий. Средства защиты речевой информации, с одной стороны, являются составной частью информационной системы, с другой стороны сами по себе представляют сложную техническую систему.

При решении задачи выбора оптимальных средств защиты речевой информации необходимо учитывать ряд особенностей информационной системы: сложная опосредствованная взаимосвязь между показателем защищённости речевой информации с характеристиками применённых средств



защиты; видом маскирующих речь сигналов и уровнями этих сигналов; необходимость учета большого числа параметров, характеризующих средства защиты при выборе оптимальных параметров; преимущественно качественный характер показателей, учитываемых при анализе и синтезе средств защиты; трудность получения исходных данных для решения задач анализа и синтеза средств защиты, в особенности на ранних этапах их проектирования.

Для этих целей может быть применен метод динамического программирования для задачи в целом и метод линейного программирования на отдельных этапах (шагах) для выбора оптимальных управляющих воздействий.

Оптимальным будет считаться решение, которое в предполагаемых условиях наилучшим образом удовлетворит условиям рассматриваемой задачи. Оптимальность решения достигается за счет наиболее рационального распределения ресурсов, затрачиваемых на решение проблемы защиты речевой информации. Теоретические построения оптимальных средств защиты речевой информации исключительно сложны и, несмотря на интенсивность исследований в этой предметной области, еще далеки от совершенства.

При реализации процесса защиты речевой информации на практике необходимо использовать показатели степени защищённости информации, которые могут носить как количественные значения, так и качественные, а также выбрать ряд показателей для математического описания объекта защиты и средств технической защиты речевой информации, включая выбор вида маскирующих сигналов.

Математическую формулировку задачи защиты речевой информации необходимо начинать с описания начального состояния системы (объекта защиты) [1]. Начальное состояние системы описывается вектором  $\bar{X}_0 = (x_{1,0}, x_{2,0}, \dots, x_{k,0})$ , где  $x_{1,0}$  - значение составляющей вектора на начальном шаге;  $k$  – количество составляющих вектора.

Составляющие вектора  $\bar{X}_0$  могут иметь следующие параметры:

$x_{1,0}$  - звукоизоляция в возможных каналах утечки речевой информации [dB];

$x_{2,0}$  - соотношение сигнал/шум на границе контролируемой зоны [dB];

$x_{3,0}$  - показатель видов возможных акустических каналов утечки речевой информации (величина безразмерная);

$x_{4,0}$  - показатель опасности объектов, расположенных на границе контрольной зоны (величина безразмерная, изменяющаяся от 0 до 3 единиц и устанавливаемая экспертом, значение равное 3 показывает на высокую степень опасности);

$x_{5,0}$  - уровень звукового давления акустических помех (уровень дискомфорта) в помещении, создаваемого работой средств защиты речевой информации, который на последнем этапе не должен превышать 50 dB;

$x_{k,0}$  - другие составляющие вектора начального состояния системы защиты объекта.

Число составляющих вектора состояния системы может быть увеличено по мере усовершенствования расчетной модели. В начальный период, приступая к разработке модели системы, число составляющих вектора состояния системы целесообразно ограничить наиболее важными показателями.

Показатель видов акустических каналов утечки речевой информации может быть безразмерной величиной по числу возможных видов каналов утечки информации. Основные виды акустических каналов утечки речевой информации следующие: через оконные проёмы; через стены, пол, потолок; через вентиляционные каналы и дверные тамбуры; через трубы отопления, водоснабжения и других систем коммуникаций. Если возможен один вид канала утечки речевой информации (например, только через оконные проёмы) то показатель  $x_{3,0}$  равен 1, а если возможны все виды каналов утечки речевой информации для заданного объекта, то показатель  $x_{3,0}$  равен 4.

Состояние системы (объекта) на последнем  $n$ -шаге описывается вектором  $\bar{X}_{n1} = (x_{1,n}, x_{2,n}, \dots, x_{kn})$ , где  $x_{1,n}$  - значение составляющей вектора на последнее  $n$ -шаге;  $k$  – количество составляющих вектора. Кроме того, для полного описания системы, необходимо определить

области допустимых значений для каждой составляющей вектора состояний.

Число шагов процесса по решению задачи защиты речевой информации желательно выбирать с учетом пятилетнего плана ее реализации с шагами равными полгоду, тогда число шагов будет равным 10 ( $n=10$ ).

Вектор управляющих воздействий на первом шаге  $\bar{U}_0 = (u_{1,0}, u_{2,0}, \dots, u_{k_0})$  переводит систему из состояния  $\bar{X}_0$  в состояние  $\bar{X}_1$ . Вектор управляющих воздействии на втором шаге  $\bar{U}_1 = (u_{1,1}, u_{2,1}, \dots, u_{k_1})$  переводит систему из состояния  $\bar{X}_1$  в состояние  $\bar{X}_2$  и так далее до последнего шага. Составляющие вектора управляющих воздействий могут иметь следующие параметры:

$u_{1,0}$  - объём средств реализации процесса защиты речевой информации на начальном этапе (например, 5000 единиц денежных средств);

$u_{1,1}, \dots, u_{1,9}$  - объём средств реализации процесса защиты речевой информации на последующих шагах можно принять таким же, как и на первом шаге в размере 5000 единиц денежных средств;

$u_{2,0}$  - выбор оборудования для реализации процесса защиты речевой информации на начальном шаге;

$u_{2,1}, \dots, u_{2,9}$  - выбор оборудования для реализации процесса защиты речевой информации на последующих шагах;

$u_{3,0}$  - выбор вида маскирующих сигналов для реализации процесса защиты речевой информации на начальном шаге;

$u_{3,1}, \dots, u_{3,9}$  - выбор вида маскирующих сигналов для реализации процесса защиты речевой информации на последующих шагах;

$u_{4,0}$  - выбор средств пассивной защиты речевой информации на начальном шаге;

$u_{4,1}, \dots, u_{4,9}$  - выбор средств пассивной защиты речевой информации на последующих шагах;

$u_{m,0}$  - другие составляющие вектора управляющих воздействий защиты речевой информации на объекте.

Число составляющих вектора управляющих воздействий может быть увеличено по мере совершенствования расчетной модели. В начальный период, приступая к разработке модели системы, число составляющих вектора управляющих воздействий целесообразно ограничить наиболее важными показателями [2,3].

Необходимо определить области допустимых значений для каждой составляющей вектора управляющих воздействий.

Показатель степени защищённости речевой информации - разборчивость речи  $R_j$  на каждом  $j$ -том шаге процесса будет иметь свое значение. На последнем шаге разборчивость речевой информации должна быть, например, менее 0,01.

Риски (потери, убытки)  $P_j$ , связанные с недостаточной степенью защищённости речевой информации могут быть определены как какая-то доля от максимально возможных потерь на каждом  $j$ -том шаге  $P_{j,max}$ . На начальном этапе может быть принята линейная модель нахождения рисков, например, в виде:  $P_j = R_j * P_{j,max}$ . Однако, область допустимых значений  $R_j$  для принятой линейной модели следует разделить на две подобласти следующим образом:

$$R_j = R_{j, \text{дiнi}} \quad \text{для } R_{j, \text{дiнi}} \leq 0,2$$

$$R_j = 1,0 \quad \text{для } R_{j, \text{дiнi}} > 0,2.$$

Такое разделение областей позволит избежать неадекватных результатов в построении модели, так при расчетной разборчивости речи более 0,2 говорить о какой-то её защищённости не приходится.

Для описания максимально возможных потерь на каждом шаге для примера может быть принята линейная модель, исходя из максимально возможных потерь на первом шаге в 2000 единиц  $P_{0,\max} = 2000$ . На последующих шагах максимальные потери могут быть определены, например, следующим образом:

$$P_{j,\max} = P_{0,\max} * J,$$

где  $J$  – номер шага.

На самом деле зависимость возможных максимальных потерь от отсутствия средств защиты речевой информации во времени носит весьма сложный характер и может составлять отдельную задачу, которую можно решать с использованием методов линейного программирования.

Функция общего выигрыша  $S$  достигает максимума при стремлении к минимальным значениям  $P_j$  и  $x_{5,0}$ . Связь между условной величиной общего выигрыша  $S$  и значениями параметров  $P_j$  и  $x_{5,0}$  носит сложный характер, который можно установить лишь при тщательном исследовании объекта защиты, а задачу оптимизации решать по одному параметру  $P_j$  как наиболее важному.

В формулировке задачи защиты речевой информации указаны общие сведения о возможном оборудовании и средствах пассивной защиты, которые могут быть рассмотрены отдельно на первом этапе и оптимизация их характеристик может быть выполнена с использованием метода линейного программирования для отыскания экстремума линейных функций нескольких переменных.

Метод динамического программирования предусматривает требование отсутствия последствия и аддитивности целевой функции. Отсутствие последствия означает, что система, находясь на определенном шаге процесса, переходит в новое состояние с учетом состояния, в котором она находится, и выбранного управляющего воздействия и не зависит от того каким образом система пришла в данное состояние. Аддитивность целевой функции означает, что общий выигрыш равен сумме выигрышей на каждом шаге. При этом управляющее воздействие на систему на каждом шаге процесса выбирается таким образом, чтобы суммарный выигрыш на данном и последующих шагах давал максимальный результат. Следует отметить, что выигрыш на определенном шаге может принимать и не максимальное значение для данного шага, но общий выигрыш будет иметь максимальное значение.

### 3. Алгоритм решения задачи

Алгоритм решения задачи является многошаговым процессом. Задача построения оптимального процесса состоит из двух этапов: прямого и обратного многошагового процесса выбора оптимальных и условно оптимальных управляющих воздействий для получения максимального выигрыша. Решение задачи начинается с анализа состояния системы, в которое она должна прийти на последнем шаге и выбираются условно оптимальные управляющие воздействия для перехода системы в это состояние. Чтобы определить условно оптимальные управляющие воздействия перехода системы в конечное состояние, необходимо выбрать их таким образом, что выигрыш на этом шаге был максимальный. Таким образом, получают состояние системы на предпоследнем шаге. Далее процесс определения условно оптимальных воздействий разворачивается от конечного состояния системы к начальному состоянию.

Когда известны условно оптимальные воздействия для каждого шага начинается этап нахождения действительно оптимальных управляющих воздействий. Процесс нахождения оптимальных управляющих воздействий начинается с начального состояния системы с учетом того, что известны условно оптимальные управляющие воздействия для каждого шага.

Наибольший выигрыш получается при минимуме рисков, математическая модель процесса имеет вид

$$\sum_{j=1}^{10} P_j(R_j) \rightarrow \min_{R=(R_1, \dots, R_{10})};$$

где  $R_1, \dots, R_{10}$  – показатель разборчивости речи, область определения которого лежит в пределах от 1 до 0,01.

Объём средств реализации процесса защиты речевой информации на начальном этапе (например, 5000 единиц денежных средств) и на всех последующих шагах равен 5000 единиц денежных средств. Поэтому при прохождении процесса от конца к началу стоимость затрат следует принять в 5000 единиц.

При прохождении процесса от конца к началу необходимо выполнить оптимизацию средств пассивной защиты с использованием метода линейного программирования для отыскания экстремума линейных функций нескольких переменных. Пассивная защита речевой информации предусматривает выбор звукоизоляционных материалов, технологических процессов реализации, оборудования, рабочей силы, электроэнергии и т.д., что принято характеризовать технологическими коэффициентами  $a_i$ , которые сводятся в матрицу, называемую технологической и обозначаемой  $A = [a_i]$ . Технологические коэффициенты  $a_i$  указывают, сколько единиц денежных средств (ресурса) требуется для реализации  $i$ -той операции.

Целевой функцией является минимизация затрат для получения заданной звукоизоляции в возможном канале утечки речевой информации.

В случае наличия большого числа неопределенностей и отсутствия численных показателей для отдельных элементов процесса, то на предварительном этапе можно использовать методы повышения качества продукции, разработанные японскими специалистами [4]. При сложном многоаспектном процессе защиты речевой информации, когда имеет место множество причин, определяющих защищенность речевой информации, и трудно решить задачу оптимизации с использованием динамического и линейного программирования, то следует использовать причинно-следственную диаграмму Исикавы. Построение диаграммы Исикавы выполняется по результатам анализа причинно-следственных связей решения проблемы экспертами. Результаты диаграммы Исикавы используются для построения диаграммы Парето, показывающей эмпирическую функцию распределения. Диаграмма Парето — это зависимость распределения определённых ресурсов. Это инструмент, позволяющий распределить усилия для разрешения возникающих проблем и выявить основные причины. Метод анализа Парето заключается в классификации проблем качества и выбора наиболее важных. Этот метод позволяет распределить усилия и установить основные факторы для достижения конечной цели, когда методы математического программирования и задачи оптимизации трудно или невозможно сформулировать из-за отсутствия численных показателей и необходимых связей между элементами процесса оптимизации.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Беллман Р. Динамическое программирование // Пер. с англ. под ред. Воробьева Н.Н./ Изд. ин. лит., М., 1960. – 400 с.
2. Данилова О.Т., Толстых Е.Н. Анализ систем защиты информации с применением инструментов качества и метода динамического программирования // Доклады ТУСУРа, №1(25), часть 2, июнь 2012, С. 15–19.
3. Малюк А.А. Информационная безопасность: концептуальные и методологические основы защиты информации // Учеб. пособие для вузов.-М.: Горячая линия – Телеком, 2004. – 280 с.
4. Исикава К. Японские методы управления качеством // - М.: Экономика, 1988.- 216 с.

Сейтқұлов Е.Н., Боранбаев С.Н., Ташатов Н.Н., Давыдов Г.В., Потапович А.

**Сөйлеу мәліметтерін қорғау мәселесінің сызықтық динамикалық бағдарламалау әдістері**

**Түйіндеме.** Сөздік ақпаратты қорғау ұйымдастырушылық және техникалық іс-шаралардың объекті аумағынан сөздік ақпараттың жайылып кетуіне қарсы үздіксіз процесі болып табылады. Техникалық барлау құралдары мен сөздік ақпаратты рұқсат етілмеген алудың әдістері үнемі жетілдіріледі. Сөздік ақпаратты қорғау мәселесінің күрделілігі жалпы ақпаратты қорғау мәселелері сияқты қорғау мәселелерін бір жағынан математикалық тұжырымдаудың қиындығымен, екінші жағынан сөздік ақпараттың қорғалу көрсеткіштеріне әсер ететін факторлардың көптігімен байланысты анықталмағандықпен шарттасқан. Сөздік ақпаратты қорғау мәселелерін дұрыс математикалық тұжырымдау үшін белгілі техникалық құралдармен және ұйымдастырушылық шаралар кешенімен сөздік ақпаратты қорғаудың практикалық жүзеге асыру тәжірибесінің негізінде қабылдауға болатын біраз рұқсат беру мен шектеулер қабылдау қажет.

**Түйін сөздер:** ақпараттық қауіпсіздік, сөздік ақпаратты қорғау, сызықтық және динамикалық программалау

Y. Seitkulov, S. Boranbayev, Tashatov N., Davydov G., Potapovich A.

**Methods of linear and dynamic programming in protecting speech information problems**

**Summary:** Protection of speech information is a continuous process of organizational and technical measures aimed at preventing the leakage of audio information outside the protection zone of the object. Technical intelligence means and methods of the elevation of the voice data is constantly being improved. The difficulties in solving the problems of protection of speech information, as well as problems of information security in general, due to uncertainties related to the difficulty of mathematical formulation of the problem of protection on the one hand and a large number of factors affecting the performance of speech information security on the other. For proper mathematical formulations of the protection of the speech information is necessary to take a number of assumptions and limitations that can be taken on the basis of experience of practical implementation of the protection of the speech information known means and the complex institutional arrangements.

**Key words:** Information security, protection speech information linear and dynamic programming.

УДК 378.147:803.0

**Б.М. Адамбекова**

(Казахский национальный технический университет им. К.И.Сатпаева  
Алматы, Республика Казахстан)

## **E-LEARNING - НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ В ОБУЧЕНИИ ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ**

**Аннотация.** E-learning — система электронного обучения посредством информационно-коммуникационных технологий, а также это метод дистанционного обучения с помощью компьютерных систем. В обучении иностранному языку в техническом ВУЗе используются современные методики и технологии как образовательные сайты, учебный контент «English Discovery» в режиме «off-line». Использование e-learning даёт новые возможности в обучении иностранному языку, но также имеет наряду с преимуществами и недостатки.

**Ключевые слова:** «e-Learning», модернизация системы образования, современные методики и информационные технологии в обучении иностранному языку в техническом ВУЗе.

Казахстанская современная система образования требует новые формы, подходы, а также современные технологии обучения иностранным языкам. В четвертом направлении своего Послания народу Казахстана 2012г. «Социально-экономическая модернизация – главный вектор развития страны» Президент призвал всех казахстанцев активнее осваивать информационные технологии и повышать компьютерную грамотность. Качественный рост человеческого капитала в Казахстане является, одним из важнейших задач XXI века. В седьмом направлении Послания предложено в ходе модернизации системы образования: внедрять в процесс обучения современные методики и технологии [1].

К современным информационным образовательным технологиям можно отнести электронное обучение. Задача создания электронного образования глобальная и решается она в задачах государственных программ. На кафедре «Иностранные языки» Казахского Национально Технического Университета им. К.И.Сатпаева (далее КазНТУ) решение этих задач уже началось. Профессорско-преподавательский состав (далее ППС) кафедры обучающий студентов различных инженерных специальностей создает электронные учебные пособия. В КазНТУ уменьшение количества аудиторных часов, отводимых на дисциплину «Иностранный язык», «Профессиональный иностранный язык» сокращает объём изучаемого материала на занятии. В сегодняшних условиях обучение иностранному языку в техническом вузе, где количество часов на изучение иностранный язык резко сократилось, возникает необходимость четкого отбора языкового материала, рациональной организации и оптимизации учебного процесса с помощью компьютера, Интернет технологий и электронного обучения.

Рассмотрим, что такое электронное обучение или e-learning? E-learning – сокращение от англ. Electronic Learning. Далее будет использован термин e-learning. E-learning - система электронного обучения посредством информационно-коммуникационных технологий, синоним следующих терминов, как электронное обучение, дистанционное обучение, обучение с применением компьютеров, сетевое обучение, виртуальное обучение, обучение при помощи информационных, электронных технологий или on-line обучение [2]. Существует определение, которое дали специалисты ЮНЕСКО:

«e-Learning» — обучение с помощью Интернет и мультимедиа. E-learning может иметь несколько значений и следующие моменты имеют место в учебном процессе нашей кафедры:

- самостоятельная работа с электронными материалами, с использованием персонального компьютера, мобильного телефона;

- получение консультаций, советов, оценок у удалённого (территориально) эксперта (преподавателя), возможность дистанционного взаимодействия;
- создание распределённого сообщества пользователей (социальных сетей), ведущих общую виртуальную учебную деятельность;
- своевременная круглосуточная доставка электронных учебных материалов;
- стандарты и спецификации на электронные учебные материалы и технологии, дистанционные средства обучения;
- формирование и повышение информационной культуры у всех и овладение ими современными информационными технологиями, повышение эффективности своей обычной деятельности;
- освоение и популяризация инновационных педагогических технологий, передача их преподавателям;
- возможность развивать учебные веб-ресурсы;
- e-learning является одним из возможных инструментов, позволяющим решать эту острую проблему современности в on-line обучении в высших учебных заведениях;
- «online» доступ каждого учащегося и учителя к лучшим мировым образовательным ресурсам в любое время;
- цифровые образовательные ресурсы - библиотеки, порталы, др.;
- автоматизированный сбор первичной статистической информации;
- дистанционную форму обучения.

Таким образом, e-Learning - обучение всех желающих, всегда и везде, при помощи информационно-коммуникационных технологий. Также электронное обучение включает: автоматизированное рабочее место учителя электронные журналы, дневники, планирование, электронные учительские, SMS-оповещение.

Современный мир требует применение наиболее быстрых передач знаний. E-learning является одним из возможных инструментов, позволяющим решать эту острую проблему современности.

E-learning в Германии стал основным инструментом современного образования и экономического роста и практикой повседневной жизни. На наш взгляд, как профессионально-техническое образовательное учреждение Казахстана КазНТУ им. К.И.Сатпаева в рамках индустриально-инновационного развития Казахстана и реализации задач электронного образования ставит высокие требования перед ППС. Учитывая требования дистанционной образовательной технологий на кафедре «Иностранные языки» составлены разработки, контрольные задания для обновления образовательных ресурсов с целью самостоятельной работы студентов Института дистанционного обучения. Дистанционное обучение – дистанционные образовательные технологии — обучение, осуществляемое с применением информационных и телекоммуникационных средств при опосредствованном (на расстоянии) или не полностью опосредствованном взаимодействии обучающегося и педагогического работника [3]. Институтом дистанционного обучения КазНТУ им. К.И.Сатпаева (далее ИДО) в целях реализации программы электронного образования было предложено создание образовательных ресурсов в форме электронных учебников, пособия и мультимедийных образовательных программ. Ресурс в виде электронных УМКД (Учебно-методический комплекс дисциплины), методических указаний и пособий размещен на образовательном портале КазНТУ. Размещение УМКД на образовательном портале и создание электронных учебников казалось вначале сложным и трудно выполнимым. Мы руководствовались программами e-Book Maestro и Flip Publisher (<http://www.eBookmaestro.com/ru/>) [4].

E-learning быстро развивается в XXI-ом веке и предъявляет высокие требования к каждому. Созданием электронных учебников по изучаемым иностранным языкам занимаются сами преподаватели без участия программистов и технических специалистов. Учебные пособия и тесты в системе электронного обучения также могут создавать сами преподаватели так как, это - требование и влечение времени. Каждый преподаватель осознает, что он должен не только понимать излагаемый материал, но также и владеть компьютером и интернет-технологиями для создания электронных учебников и работы со студентами в on-line режиме. Применение информационных технологий в процессе обучения, например, использование электронного обучающего средства, позволяет добиваться высокого уровня наглядности преподаваемого материала. Также электронное обучение дает возможность включения в процесс обучения современные методики и инновационные образовательные техноло-

гии в обучении иностранным языкам. Опыт работы на кафедре иностранных языков КазНТУ позволяет сделать выводы о преимуществах электронного обучения. Использование информационно-компьютерных технологий в образовательном процессе раскрывает новые возможности для обучения иностранному языку и позволяет перейти на качественно новый уровень в преподавании.

Преподавателями кафедры «Иностранные языки» КазНТУ им. К.И.Сатпаева в обучении иностранным языкам наряду с традиционной формой обучения занятия проводятся с применением компьютеров и Интернета в мультимедийных классах после представления образовательных сайтов студенты получают возможность использования ими для выполнения заданий по СРС и СРСП. Как показывает опыт работы, полученная информация эффективно углубляет страноведческие знания и совершенствует грамматические навыки [5]. На занятиях немецкого языка передо мной стояла задача ознакомить своих студентов с теми немецкоязычными образовательными сайтами, которыми они могли бы пользоваться и дома, поддерживая тем самым интерес к изучению языка. Мы активно использовали материалы образовательного сайта <http://www.hueber.de/deutsch-als-fremdsprache/> [6]. На этом сайте предложены Onlineservice Lehrwerkservice следующих учебников по уровням с учётом возрастных групп: Menschen, Schritte-plus, Tangramm aktuell, Delfin, Lagune, Deutsch im Beruf, Dimensionen, Themen neu, Alltag, Beruf und C и многие другие. Из них мы отобрали Schritte-plus, который состоит из 6 (Bände) томов. Band 1, Band 2, Band 3, Band 4, Band 5, Band 6. В каждом из них 7 уроков, который состоит из 7 различных тренировочных упражнений на лексику и грамматику в виде картинок, анимаций и кроссвордов по нарастанию от простого к сложному. Как, например: Band 1, Lektion 1 “Familie” > Band 6, Lektion 9 “Alltag und Technik”. Темы, соответствующие темам рабочей программы (Syllabus) изучаются на сайте [www.hueber.de/shared/uebungen/schritte-plus/](http://www.hueber.de/shared/uebungen/schritte-plus/). Также нашим студентам представляет большой интерес образовательный сайт [eduweb.vic.gov.au/languages-online/deutsch/](http://eduweb.vic.gov.au/languages-online/deutsch/).

Студенты с интересом выполняют задания по различным темам в виде игр и кроссвордов, которые помогают развивать грамматические и лексические умения и навыки. Активно используются также материалы [www.google.de/](http://www.google.de/) <http://de.wikipedia>, [www.schülerlexikon.de](http://www.schülerlexikon.de), [www.deutschperfekt.com/](http://www.deutschperfekt.com/), <http://www.deutschesprache.ru/>. Так как лимитированный доступ к Интернету на аудиторных занятиях, студентам рекомендуются следующие страноведческие сайты Германии для СРС <http://europa.eu/>, [www.feiertagsseiten](http://www.feiertagsseiten), [www.deutscher Alltag](http://www.deutscher>Alltag), [www.kaleidos.de](http://www.kaleidos.de), «Deutschland entdecken» через поиск на [www.google.de](http://www.google.de), Texte und Videos zu deutschen Staedten und Regionen [www.dw-world.de/ger-](http://www.dw-world.de/ger-), 20 Jahre Mauerfall 2009, [www.kulturprojekte-berlin.de/](http://www.kulturprojekte-berlin.de/).

E-learning возникло благодаря развитию Интернета и мультимедиа. Ключевые моменты являются консалтинг, контент, технологии, сервисы и поддержка. В системе электронного обучения (Learning Management) на занятиях английского языка применяются приобретённый университетом учебный контент «English Discovery» в режиме «off-line» и специальные программы обучения английскому языку материалы сайта Британского совета <http://learnenglish.britishcouncil.org/ru> [7]. В процессе обучения даже недостатки легко восполняются путем ориентирования студентов на общения с преподавателями в режиме on-line, доступом в интернет к последним новостям на иностранном языке, существует возможность прослушивать их в звуковом варианте.

Но, однако, следует отметить, e-learning в обучении иностранному языку отрицательно влияет на умение говорения. Наш опыт подсказывает в таких случаях использовать метод дриллинга для развития навыков говорения. Дриллинг как техника запоминания слов и устойчивых словосочетаний практически неизбежен при обучении иностранным языкам на начальном этапе изучения иностранного языка. Все начинают говорить быстро, буквально с первых же уроков, так как разговорные конструкции многократно повторяются. Даже после возникновения новых современных мультимедийных технологий дриллинг сохраняет свою эффективность. Как нам кажется, посредством дриллинга обучают именно тому, что больше всего и в первую очередь нужно. «Drilling» — то есть многократное повторение до усвоения материала. Почему занятия с применением дриллинга так эффективны? Мы учим то, что действительно нужно и пригождается в первую очередь в ежедневном общении. Это устойчивые фразы, речевые конструкции, которые используются в живой речи. Несомненно, что успешность обучения иностранному языку зависит в первую очередь от его методического обеспечения, от качества предоставляемых методических материалов и разработок, от уровня подготовленно-



сти преподавателя, который может также использовать и Интернет ресурсы в качестве учебного материала и сделать учебный материал легкоусвояемым.

Из изложенного выше, можно сделать вывод, что создание и использование e-learning обусловлено потребностями современного образовательного процесса. Electronic Learning / e-learning в изучении иностранных языков в КазНТУ необходимо и высоко эффективно, так как это инновационный подход в преподавании иностранному языку в сфере образовательных услуг, внедрение новейших педагогических и информационных технологий обучения иностранному языку. На наш взгляд, e-Learning - более эффективное использование времени и большой выбор учебных материалов. E-learning даёт новые возможности в обучении иностранному языку в техническом ВУЗе, и это доказано временем. Преимуществами e-learning в изучении иностранным языкам можно назвать:

- инновационный подход к обучению иностранным языкам
- эффективность самостоятельной работы студентов
- формирование способности у студентов владения профессиональным иностранным языком
- повышение мотивации у студентов к изучению профессионального иностранного языка
- контроль и компьютерное тестирование знаний
- значительное снижение нагрузки преподавателя в подготовке к занятиям
- повышение мотивации преподавателей к личному созданию электронных учебных пособий
- доступность on-line словарей для перевода текстов любой сложности и отраслей
- повышения профессиональной эффективности преподавателя, ориентированного на саморазвитие и совершенствование.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. [http://www.akorda.kz/ru/page/poslanie-prezidenta-respubliki-kazakhstan-n-a-nazarbaeva-narodu-kazakhstanu\\_1339760819](http://www.akorda.kz/ru/page/poslanie-prezidenta-respubliki-kazakhstan-n-a-nazarbaeva-narodu-kazakhstanu_1339760819)

Послания Президента РК народу Казахстана от 27.01.2012 г.

2. <http://www.wikipedia.ru>

3. [www.edu.gov.kz/fileadmin/user\\_upload/npa/podzakoni/post\\_160.doc](http://www.edu.gov.kz/fileadmin/user_upload/npa/podzakoni/post_160.doc)

Концепция системы электронного обучения на 2010-2015 годы

4. <http://www.eBook.maestro.com/ru/>

5. <http://www.dw-world.de/deutschinteraktiv>

6. <http://www.hueber.de/deutsch-als-fremdsprache/>

7. <http://learnenglish.britishcouncil.org/ru>

8. <http://www.wikipedia.ru>

Адамбекова Б.М.

#### **Техникалық жоғары оқу орындарында шет тілдерін оқытудың жана мүмкіндіктері**

**Түйіндеме.** Бұл мақалада қазіргі таңдағы ең өзекті тақырыптардың бірі электронды оқыту және ҚазҰТУ-да шетел тілін үйретуде дәстүрлі оқыту мен виртуальды ғаламторды пайдаланып біріктіріп аластырып оқытудың тиімділігі қарастырылған.

**Түйін сөздер:** электронды оқыту, шет тілін Web-ресурстарды қолдану арқылы үйрету, жеке шет тілін үйрену.

Адамбекова Б.М.

#### **E-learning - новые возможности в обучении иностранному языку в техническом вузе**

**Резюме.** В статье рассматривается вопрос о современной широко распространенной в европейских образовательных учреждениях форме обучения как E-Learning и о применении на занятиях по иностранному языку традиционной а также смешанной формы обучения.

**Ключевые слова:** обучение иностранному языку посредством Web-ресурсов, изучение иностранного языка всегда и везде при помощи информационно-коммуникационных технологий.

Adambekova B.M.

#### **E-learning - new possibilities in learning of foreign language in technical university**

**Summary.** The problems of Electronic Learning / e-learning is considered in this article.

**Key words:** computing, E-learning, Mobile learning.

Л.А.Тусупова<sup>1</sup>, Г.Б. Кашаганова<sup>2</sup>, Д.Е. Бакытов<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>Университет «Туран»,

<sup>2</sup>Казахский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева  
Алматы, Республика Казахстан)

## СУЩНОСТЬ И ВИДЫ ЛИЗИНГОВЫХ ОПЕРАЦИЙ

**Аннотация.** Изменения экономических условий хозяйствования вызывают необходимость поиска и внедрения нетрадиционных для народного хозяйства нашей страны методов обновления материально технической базы и модификации основных фондов субъектов различных форм собственности. Одним из таких нетрадиционных методов является лизинг. В статье рассмотрены вопросы сущности лизинга и лизинговых операций. А также приведены виды лизинга представляемые АО «Темірлизинг».

**Ключевые слова:** лизинг, лизинговые операции, лизингодатель, лизингополучатель.

Многие организации и предприниматели заинтересованы в развитии своей производственной базы, но ограниченные финансовые возможности не позволяют одновременно отвлечь значительные денежные средства, а кредитные ресурсы банков не всегда доступны.

В сложившихся условиях сельскохозяйственные товаропроизводители стоят перед необходимостью поиска доступных инвестиций, причем для многих из них это даже не проблема развития, а вопрос выживания. В связи с этим наряду с традиционными методами инвестирования представляет интерес и такая форма, как лизинг, который способствует техническому перевооружению и созданию необходимых мощностей для сельскохозяйственных организаций. Место лизингового бизнеса в предпринимательстве определяется прежде всего самими объектами лизинга, представляющими собой важнейшие элементы активной части основных фондов - машины, оборудование, транспортные и другие средства.

При этом лизинг имеет ряд преимуществ по сравнению с другими вариантами финансирования. Прежде всего лизинг позволяет организации при минимальных единовременных затратах приобрести современное оборудование и технику в достаточных количествах. При этом лизинговые платежи относятся на себестоимость, что позволяет экономить значительные суммы при уплате в бюджет налога на прибыль.

Также при лизинге возможно применение механизма ускоренной амортизации, что позволяет организации максимально быстро восстановить через себестоимость инвестиционные затраты. Имущество, которое являлось объектом лизинга, можно также реализовать по рыночной цене, получив тем самым дополнительную прибыль.

Преимущество лизинга также состоит в том, что при оформлении лизинговой сделки требования, предъявляемые к заемщику, являются более мягкими, чем при обычном кредитовании.

Кроме того, вероятность получения в лизинговой компании долгосрочного финансирования намного выше, чем при кредитовании, так как многие банки практически не предоставляют кредитов на срок более 1 года, тогда как лизинговая компания, являющаяся постоянным и надежным заемщиком, без проблем получает долгосрочные кредиты.

При этом лизинговая компания может построить более гибкий график платежей по сравнению с требованиями банков по кредитным договорам. Существует возможность изменения графика платежей на протяжении действия договора лизинга с учетом, например, сезонных колебаний в реализации продукции лизингополучателя либо влияния иных факторов, связанных с текущей деятельностью организации.

Таким образом, лизинг является эффективной формой вложения средств в основные фонды, дополнением к традиционным каналам финансирования. Предприятие - лизингополучатель имеет возможность использования необходимого имущества, не прибегая к единовременной мобилизации собственных или заемных средств для оплаты стоимости имущества.

Лизинг позволяет разрешить противоречие между необходимостью интенсивного обновления техники в условиях обостряющейся конкуренции и быстрым ее моральным старением.

В развитых странах лизинг является одним из важных рычагов, оказывающих влияние на инвестиционную деятельность, принося огромный эффект не только непосредственным участникам лизинговых операций, но и экономике в целом.

Идея лизинга не нова. Историки утверждают, что Аристотель коснулся идеи лизинга в трактате "Богатство состоит в пользовании, а не в праве собственности", написанной в 350 г. до н.э. Английский автор Т.Кларк утверждает, что лизинг был известен задолго до того, как жил Аристотель: он находит несколько положений о лизинге в законах Хаммурапи, принятых в 1760 г. до н.э.

Введение в экономический лексикон термина "лизинг" (от англ. to lease – брать и сдавать имущество во временное пользование) связывают с операциями телефонной компании "Белл", руководство которой в 1877 г. приняло решение не продавать свои телефонные аппараты, а сдавать в аренду. Однако первое общество, для которого лизинговые операции стали основой его деятельности, было создано только в 1952 г. в Сан-Франциско американской компанией "United States Leasing Corporation". Таким образом, США стали родиной нового бизнеса.

Первая лизинговая компания в Европе ("Deutsche lising GmbH") появилась в 1962 году в Дюссельдорфе.

В Англии первопроходцем современного лизингового бизнеса стала компания "Mercantile Leasing Corporation", учрежденная в 1960 г. Однако развитие лизинговых операций сдерживалось неопределенностью их статуса с позиции гражданского, торгового и налогового законодательства. После того как в налоговом законодательстве нашло отражение правовое закрепление статуса лизинговых договоров, их рост начинает характеризоваться высокими темпами.

С начала 60-х гг. лизинговый бизнес получил свое развитие на Азиатском континенте. В настоящее время основная часть мирового рынка лизинговых услуг сосредоточена в треугольнике "США – Западная Европа – Япония". В Западной Европе лизингодателями выступают преимущественно специализированные лизинговые компании, которые в 75-80% случаев контролируются банками или считаются их дочерними обществами.

Для Японии характерным является расширение лизинговой операции от финансирования услуг до предоставления "пакетных услуг", включающего комбинации купли-продажи, лизинга и займов. Эти услуги получили название комплексного лизинга.

Динамика и уровень развития лизинга к концу 90-х гг. характеризовались следующими данными: если в 1997 г. лизинг имущества составлял в США 28% от общего объема инвестиций в промышленность, в Австралии – более 30%, в Великобритании – 20%, в Австрии – около 9%, в Италии – 14%, в Германии – 15%, в Канаде – более 8%, то в настоящее время он вырос в указанных странах в 1,5-2,0 раза. В России этот показатель составляет около 20% [1, с 9].

Лизинг в Республики Казахстан - сравнительно новый вид деятельности. Лизинг является важной составляющей бизнеса и предпринимательства в развитых странах мира. В этой связи, можно отметить, что опыт развития лизинговых отношений в Казахстане основывается на зарубежных формах развития лизинговых отношений.

Лизинг – комплекс возникающих имущественных отношений, связанных с передачей имущества в пользование, после его приобретения у производителя (продавца), где участниками выступают:

1. Лизингодатель - физическое или юридическое лицо, которое за счет собственных и (или) привлеченных средств приобретает в ходе реализации договора лизинга в собственность имущество и предоставляет его в качестве предмета лизинга лизингополучателю за определенную плату, на определенный срок и на определенных условиях во временное владение и в пользование с переходом или без перехода к лизингополучателю права собственности на предмет лизинга.

2. Лизингополучатель - физическое или юридическое лицо, которое в соответствии с договором лизинга обязано принять предмет лизинга за определенную плату, на определенный срок и на определенных условиях во временное владение и в пользование в соответствии с договором лизинга.

3. Производитель (продавец) - физическое или юридическое лицо, которое в соответствии с договором купли-продажи с лизингодателем продает лизингодателю в обусловленный срок имущество, являющееся предметом лизинга.

Важной особенностью лизинговых операций является то, что предмет лизинга, переданный во временное владение и пользование лизингополучателю, является собственностью лизингодателя во время всего срока действия лизингового договора.

Право владения и пользования предметом лизинга переходит к лизингополучателю в полном объеме в момент его получения, если договором лизинга не предусмотрено иное. Одновременно к нему переходит и риск случайной гибели или случайной порчи арендованного имущества, если иное не предусмотрено договором финансовой аренды.

Лизингополучатель за свой счет осуществляет техническое обслуживание предмета лизинга и обеспечивает его сохранность, если иное не предусмотрено договором лизинга. Лизингополучатель может производить улучшения предмета лизинга (модернизацию, реконструкцию, дооборудование, техническое перевооружение) только с согласия лизингодателя на эти улучшения. Если такое согласие получено, то после прекращения договора лизингополучатель имеет право на возмещение таких расходов.

Лизинг по своему содержанию соответствует кредитным отношениям, и, поскольку заемщик и ссудодатель используют капитал не в денежной форме, а в товарной, то он имеет общие черты с инвестированием.

Лизингодатель оказывает лизингополучателю финансовую услугу, приобретая имущество у производителя за полную стоимость в собственность, лизингополучатель возмещает эту стоимость периодическими взносами с процентами за кредит.

На протяжении длительного периода времени экономическая сущность лизинга остается спорной, поскольку содержание и роль его теории трактуется противоречиво.

Одни рассматривают лизинг как своеобразный способ кредитования предпринимательской деятельности, другие полностью отождествляют его с долгосрочной арендой, третьи считают лизинг завуалированной формой купли-продажи средств производства или права пользования чужим имуществом, четвертые интерпретируют лизинг как действие за чужой счет, то есть управление чужим имуществом по поручению доверителя.

Экономическая сущность лизинга объясняется характером имущественных отношений, возникающих при лизинговых сделках. Имущество – предмет договора лизинга – является собственностью лизингодателя, лизингополучатель же в течение срока действия договора получает право владения и пользования имуществом за определенную плату.

Лизингополучатель может стать собственником лизингового имущества, уплатив лизингодателю выкупную цену, как в течение срока договора, так и досрочно. В качестве выкупной цены может быть принята остаточная стоимость имущества.

Лизингополучатель приобретает право владения и пользования имуществом по договору лизинга, уплачивая за него лизингодателю причитающуюся по договору сумму в виде лизинговых платежей, которые включают полную или частичную компенсацию стоимости имущества, предусмотренную договором, а также плату за предоставленную лизинговую услугу и дополнительные услуги, предусмотренные договором.

При лизинге кредит предоставляется в товарной форме, а погашаться может в денежной форме или компенсироваться встречными услугами, продукцией в т.ч. и выпускаемой на арендуемом оборудовании.

Лизинг тесно связан с арендным механизмом, но в деловом обороте он имеет более широкую, сложную тройственную экономическую основу и сохраняет в себе одновременно существенные свойства кредитной сделки, инвестиционной и арендной деятельности, которые сочетаются и дополняют друг друга, образуя новую организационно-правовую форму бизнеса [2, с.181].

Компания, желающая арендовать оборудование, выбирает его у поставщика (производителя) с учетом количества, цены, сроков изготовления и поставки. Затем лизингополучатель (потребитель) заключает с лизингодателем (лизинговой компанией) лизинговый договор. Лизинговая компания получает кредит от банка или какой-либо другой кредитной организации на покупку оборудования. Кредитор возлагает всю ответственность за погашение кредита на лизингодателя (лизинговую компанию).

Положительным моментом для лизинговой компании является то, что она избавлена от «лишних» затрат и действий, связанных со страхованием предмета лизинга. С другой стороны, есть некоторая вероятность того, что лизингополучатель просрочит взносы по договору страхования, что повлечет за собой расторжение страхового договора, и лизинговая компания останется без источника покрытия свои рисков.

Рассмотрим вышеуказанные вопросы на примере АО «Темірлизинг».

АО «Темир банк» из ведущих банков республики, принимая во внимание возросшую необходимость в развитии финансового лизинга в Казахстане, в 2001 году создал дочернюю лизинговую ком-

панию «Темірлизинг», которая успешно работает на финансовом рынке, и уже зарекомендовала себя как надежный и профессиональный партнер. В мае 2005 года ОАО «Темірлизинг» было перерегистрировано в Акционерное общество.[3]

На сегодняшний день АО «Темірлизинг» является динамично развивающейся компанией, осуществляющей свою деятельность во всех регионах Казахстана. АО «Темірлизинг» является членом Ассоциации финансистов Казахстана, эмитентом АО «Казахстанская фондовая биржа». Годовая отчетность публикуется в официальных изданиях СМИ, ежегодно финансовая отчетность подтверждается международной аудиторской компанией.

АО «Темірлизинг» для лизингополучателей предлагает 5 основных программ лизингового финансирования: **Бизнес лизинг; Экспресс лизинг всего за 5 дней; Возвратный лизинг; Лизинг недвижимости; Лизинг по Программе "ДАМУ"**.

АО «Темірлизинг» устанавливает партнерские отношения с крупными иностранными и отечественными поставщиками оборудования и техники, среди которых такие известные фирмы как:

1. Спецтехника, грузовой транспорт: ТОО "Ас-Ай"- Китай; ТОО "Алатау-АвтоСпецТехника"- Китай; ТОО «ADIANA MACHINERY» - Китай; ТОО «Борусан Макина»- Турция;
2. Оборудование для пищевой промышленности: ТОО "Агро - 3"- Италия, Россия, Германия;
3. Оборудование для птицеводства: Фирма "Hellmann Poultry GmbH&Co.KG"- Германия;
4. Пассажирский автотранспорт: ТОО "СВС - Транс" - Китай, Узбекистан;
5. Производственное оборудование: "Гейдельбергер ДРУКМАШИНЕН ОСТЕВРОПА ФЕРТРИБС- ГмбХ" – Германия
6. Холодильное оборудование: ТОО "Компания "Казпромхолод"- Турция, Германия, Россия;
7. Полиграфическое оборудование: ТОО "Компания APS" - Европейский союз, Тайвань, Китай

Основным преимуществом сотрудничества с АО «Темірлизинг» является то, что с нами поставщики могут посоветовать своим клиентам не только самое лучшее, но и предложить реальный способ финансирования этой покупки.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Малявина А.В. и др. Лизинг и антикризисное управление: Учебное пособие для вузов / А.В. Малявина, С.А. Попов, Н.Б. Пашина. – М.: Издательство "Экзамен", 2002. – 255 с.
2. Газман В.Д. Лизинг: теория, практика, комментарии. – М.: Фонд "Правовая культура", 1997. – 280с.
3. Официальный сайт АО «Темірлизинг» <http://www.tmls.kz>

#### REFERENCES

1. Malyavina A.V. etc. Leasing and crisis management: Manual for higher education institutions / A.V. Malyavin, S.A.Popov, N. B. Pashin. – M: Ekzamen publishing house, 2002. – 255 pages.
2. Gazman V.D. Leasing: theory, practice, comments. – M: Legal Culture fund, 1997. – 280с.
3. Official site of JSC Temirleasing <http://www.tmls.kz>

Тусупова Л.А., Кашаганова Г.Б., Бакытов Д.Е.

#### Лизингтік операциялардың түрлері және маңызы

**Түйіндеме.** Шаруашылықтандырудың экономикалық шартының өзгерісі, біздің еліміздің ауыл шаруашылығы үшін дәстүрлі емес әдістерді енгізуді, іздеуді және материалды-техникалық базаны және әртүрлі қалыптағы жекешелендіру субъектілерінің негізгі фондтарын жаңарту әдістерін қажет етеді. Осындай дәстүрлі емес әдістердің бірі – лизинг. Мақалада лизинг маңызы мен лизинг операцияларының мәселері қарастырылған. Сонымен қатар «Темірлизинг» АҚ ұсынған лизинг түрлері келтірілген.

**Негізгі сөздер:** лизинг, лизингтік операциялар, лизингберуші, лизингалушы

Тусупова Л.А., Кашаганова Г.Б., Бакытов Д.Е.

#### Сущность и виды лизинговых операций

**Резюме.** Изменения экономических условий хозяйствования вызывают необходимость поиска и внедрения нетрадиционных для народного хозяйства нашей страны методов обновления материально технической базы и модификации основных фондов субъектов различных форм собственности. Одним из таких нетрадиционных методов является лизинг. В статье рассмотрены вопросы сущности лизинга и лизинговых операций. А также приведены виды лизинга представляемые АО «Темірлизинг».

**Ключевые слова:** лизинг, лизинговые операции, лизингодатель, лизингополучатель

Tusupova L.A., Kashaganova G.B., Bakytov D.E.

#### Essence and types of leasing operations

**Summary.** Changes of economic conditions of managing cause of search and introduction nonconventional for a na-

tional economy of our country of methods of updating of financially technical base and modification of fixed assets of subjects of various forms of ownership. One of such nonconventional methods is leasing. In article questions of essence of leasing and leasing operations are considered. And also types of leasing represented to JSC Temirleasing are given.

**Key words:** leasing, leasing operations, lessor, lessee

УДК 338.45.096

**Т.В. Фурсова**

(Университет «Туран», Алматы, Республика Казахстан)

### **АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

**Аннотация.** Уточнены предметная характеристика термина «инновационная экономика», показан методологический, комплексный подход к организации и функционированию нововведений в социально-экономической, научной, политической, культурной сферах жизнедеятельности современного общества, государства наих макро-и микроуровнях. Особое внимание уделено факторному подходу к инновационному, новаторскому подходу на предприятиях и в организациях реального сектора экономики и ее инфра структуре. Ключевым аспектом статьи является ее опора на Стратегию «Казахстан-2050», органическую взаимосвязь триады «образование-наука-инновации». Отмечены некоторые успехи, трудности, проблемы и недостатки инновационного развития Казахстана. Обозначены некоторые направления в решении конкретных задач инновационного прогресса, которые будут способствовать вхождению РК в число 30-ти наиболее развитых стран мира.

**Ключевые слова:** инновации, нововведения, новаторство, эффективность, рентабельность.

В экономической литературе и хозяйственной практике, особенно постсоциалистических стран, продолжают дискуссии о сущности, содержании, проблемах и возможностях инновационного развития в различных сферах человеческой деятельности, включая технику, технологию, экономику, политическую, социальную и другие аспекты бытия и общественного сознания. При этом зачастую подобные дискуссии «заключаются» на теоретических, методологических, концептуальных, терминологических определениях инновационного развития без опоры на объективную необходимость, потребность и конкретику в этом важном деле. Так, исследование этого вопроса за последние годы свидетельствует о наличии в кругу научной экономической общественности около сотни мнений по поводу **определения** «инновация», «нововведение», «инноватика», новшество», «новаторство», «рационализация», «инновационная экономика» и т.д., что вносит некую сумятицу и уводит в дебри подлинные устремления в реализации практических шагов по внедрению, осуществлению научно-технического, технологического, социального прогресса на его глобальном, национальном и локальном уровне. Между тем еще **«первооткрыватель»** данного термина - «инновация»- выдающийся австрийский экономист, математик и юрист, профессор Гарвардского университета Йозеф Шумпетер (1883-1950) в своем феноменальном труде «Теория экономического развития» доказал, что инновация означает ... «процесс производства новых благ и услуг, применение новых способов производства, освоение новых рынков сбыта, открытие новых видов и источников сырья, усовершенствование в научных достижениях, в образовании и других областях человеческой деятельности» [1]. Анализируя анатомию глобального инновационного развития, Шумпетер обозначил следующую историографию данного революционного процесса: первая ее волна связана с использованием воды и ветра в качестве освобождения и облегчения ручного труда, с изобретением парового двигателя и использованием ткацкого станка (1780-1840 гг.). Вторая волна, технологический прорыв в НТП связан с появлением железных дорог и прогрессом в металлургической промышленности, а также в электроэнергетике (середина и конец XIX века). Далее следует инновационная волна в химии и химическом производстве, электронике, изобретении первого компьютера на лампах накаливания (1948 год, научные центры Менделеева, Виннера и др.). Пятая волна начинается условно с 1989 года и связана с массовым открытием, распространением информатизации, инфокоммуникаций, Интернета, развитием программного обеспечения, мультимедиа, цифрового и спутникового телевидения, телефонии, а также с достижениями в сфере биотехнологии, генной инженерии и других направлений инновационного развития.

Всеми этими нововведениями, инновациями, по словам Шумпетера, занимаются прежде всего ученые, специалисты, предприниматели, обладающие адекватным интеллектом, силой воли, особой

мотивацией, развитой интуицией и в значительной мере альтруизмом (Билл Гейтс, Стив Пол Джобс, Ли Яккока, Марк Цукерберг, Фредерик Тейлор, Анри Файоль, Генри Форд, Гарри Эмирсон, Генрих Штауб, Цуки Самсунг, Дан Никей, Лаки Сони, Отто Сименс, Рональд Крайслер, Сантос Дюман, Сик Хитачи, Роберт Манделл, Джорж Сорос, Братья Рай и другие).

То же самое по этому поводу писал, показывал и доказывал другой видный ученый-экономист, Лауреат Нобелевской премии Теодор Шульц (1902-1998), подчеркивавший приоритетную роль инноваций, инвестиций в человеческий капитал по сравнению с капиталовложениями в машины, оборудование, другие средства производства. Именно Теодору Шульцу принадлежит крылатое выражение о том, что .. «образовательный уровень населения предопределяет его способность использовать информатизацию, инфокоммуникации, программирование, математические методы анализа экономических процессов, операций и явлений». В частности, в его книге «Вложения в человеческий капитал» утверждается положение о том, что ... «инновации в человеческий капитал повышают не только уровень производительности труда, но и экономическую, социальную ценность, эффективность его времени» [2].

Резюмируя вышеизложенное и опираясь на накопленный креативный опыт в области от –крытий, изобретений и НТП, следует отметить, что инновации во всех сферах жизнедеятельности общества, государства, всего мирового сообщества представляют собой объективный процесс постоянного обновления, совершенствования производительных сил и производственных отношений на их макро-и микроэкономическом уровне. Важное место и роль в этом позитивном, объективном процессе принадлежит субъективному фактору, в том числе конкретному строю, способу производства, политической надстройке общества, государства. Отсюда инновационный процесс по своему внутреннему содержанию и результативности зависит от этих обстоятельств, хотя по определению, де факто и де юре, должен охватывать плодотворное, динамичное внедрение научных знаний, открытий, изобретений в реальную практику, осязаемую новую продукцию, товары и услуги в целях удовлетворения постоянно возвышающихся потребностей общества и отдельного homo oeconomicus при ограниченных ресурсах, возможностях (материальных, трудовых, инвестиционных, денежно-кредитных). Именно последнее обстоятельство в двадцатом веке заметно сковывало инновационный процесс в бывших социалистических странах, включая наше отечество – Казахстан, который сегодня не без ощутимых трудностей и сверхнапряжения постепенно преодолевает недуги недавнего наследия «развитого социализма» с его административно-командной системой управления и менеджмента в центре и на местах [3].

Впрочем, посмотрим (при помощи языка соответствующих показателей и цифр) на некоторый накопленный опыт, проблемы и перспективы инновационного социально-экономического развития нашей республики в современных условиях места и времени. Попутно отметим, что данный инновационно-инвестиционный процесс на постсоветском пространстве, в РК протекает в целом удовлетворительно, но далеко неоднозначно по сравнению с развитыми странами мира. За два десятка независимости и форсированного развития рыночных отношений Республика Казахстан состоялась как политэкономическая, суверенная страна, которая обеспечила стабильный, последовательный курс социально-экономического развития. В основном выполнена его стратегия индустриально-инновационного развития до 2030 года. В декабре минувшего года Президент Казахстана в своем Послании народу РК выдвинул новую Стратегию РК до 2050 года, в которой определена цель - войти по уровню социально-экономического развития в число 30-ти передовых стран мира по всем критериям и показателям, включая индекс человеческого развития и качество жизни наших граждан. В эпицентре научного обоснования такого развития стоят задачи новаторского, инновационного обеспечения в социально-экономическом развитии нашего государства, включая архисложную задачу повсеместной, наступательной активности каждого и всех граждан, высокой, слаженной борьбы за эффективность в работе научных учреждений (в том числе университетов), государственных структур и бизнеса. При этом важно отслеживать и текущую ситуацию с научно-техническими, технологическими достижениями ведущих стран мира, которые не стоят на месте. Так, к примеру, весьма важен опыт функционирования инновационного развития США, где до 50% инновационной экономики сосредоточено в двух регионах: в Силиконовой долине (штат Калифорния) и в Бостоне (штат Массачусетс). В этой стране успешно функционируют инновационные программы SBIR (SmallBusinessInnovationResearch) и STTR (SmallBusinessTransfer), которые управляются Агентством по малому и среднему бизнесу страны и объединяют средства 11-ти федеральных ведомств, финансирующих НИОКР инновационных компаний в русле соответствующих грантов. При этом до 44% таких средств направляется по статье высокотехнологичных отраслей производства; далее следуют

торговля, ВЭД и финансы (около 20%). Во Франции три инновационных центра (в том числе Лазурный берег) обеспечивают до 40% бюджетных доходов страны. В Германии на долю инновационной экономики во всех 16-ти федеральных землях приходится в среднем 64 % ВВП страны (инновационные центры в верхней Саксонии с центром «Роботрон» в Дрездене,

«Альгемайне» в Баварии и «Форверст» Вольсфбурге близ Ганновера). В Израиле создана госинновационная компания YOZMA, под управлением которой находятся 10 венчурных фондов с капитализацией более 20-ти млн. долларов каждый и которая напрямую финансирует региональные инновационные компании и проекты, участвуя в их основном капитале. Ниже на рисунке 1 приведены показатели уровня инновационного развития ряда стран за 2010 г. по показателям расходов на НИР и коэффициентам их конкурентоспособности.

Как показывают данные таблицы, совокупные затраты на НИР в большинстве стран колеблются в пределах 2-3 процентов к их ВВП. То же самое следует сказать и о расходах на фундаментальные исследования и массовое внедрение инноваций, что намного выше российских и казахстанских измерений. При этом, если сопоставлять качество подготовки специалистов, связь и взаимодействие университетов с производством, инновационную конкурентоспособность по 6-ти балльной шкале, то эти цифры и показатели также впечатляют в пользу развитых стран. Об этом же свидетельствуют индикаторы практического использования (а не только изобретения на бумаге) патентов на 1 миллион жителей: в Японии этот показатель равен 352 в год, в США – 340, в Швейцарии – 216, в Финляндии – 211, в Швеции – 154, в Китае -90, в России и Казахстане ... – по 60- 65 патентов на миллион жителей [3]. Об этом же свидетельствуют скромные цифры и показатели об удельном весе инновационной продукции и услуг в общем объеме ВВП РФ и РК ( 6-7%) против 60-70 процентов в наиболее развитых странах, в отряд которых наша страна может и должна войти к 2050 году [4].

Таблица 1. Показатели уровня инновационного развития ряда стран в 2010 году

Страны	Затраты на НИР в % к ВВП страны	Качество Подготовка и специалистов, К	Взаимосвязь университетов с производством, К	Инновации как фактор конкурентоспособности, К
1 Швейцария	3,0	5,8	5,8	5,8
2 Швеция	3,43	5,8	5,5	5,8
3 Япония	3,36	6,0	5,!	5,7
4 Финляндия	3,87	5,7	5,6	5,5
5 Германия	2,82	5,6	5,2	5,6
6 США	2,90	5,7	5,7	5,6
7 Дания	3,10	5,6	5,2	5,4
8 Норвегия	1,83	5,7	5,3	5,2
9 Великобритания	1,77	5,5	5,8	5,4
10 Канада	1,80	5,6	5,2	5,0
11 Китай	2,74	4,3	4,2	4,0
12 Россия	1,16	3,8	3,7	3,3
13 Казахстан	120	3,5	3,3	2,8

Источник: OECD. Main Science and Technology Indicators. Paris, 2012

Отсюда возникает емкий вопрос: как, за счет чего и каким образом можно решить такую трудную сверхзадачу? Ответ на этот вопрос содержится в обобщенном виде в Стратегии «Казахстан - 2050», которую необходимо научно конкретизировать, расшифровать, детализировать соответствующим компетентным властным структурам, специалистам-экспертам, включая университетские исследования[5]. Сегодня ведущие вузы РК в этом отношении набирают необходимый задел прочности. Среди них - Назарбаев-университет, ЕНУ имени Льва Гумилева, КазНТУ, КазНУ, КБТУ, КазНАУ и др.

По данным Всемирного экономического форума в Давосе (ВЭФД), инновационный рейтинг Казахстана за последние годы значительно и сравнительно возрос. Об этом свидетельствуют соответ-



ствующие данные этого Форума по семи критериям и показателям, приведенным в нижеследующей таблице.

Таблица 2. **Позиция Республики Казахстан в рейтинге ВЭФД по инновационному развитию за 2008- 2012 годы (в процентах . от 100)**

№ пп	Показатели инновации	2008 год	2009 год	2010 год	2011 год	2012 год	Тренд 2011-2012 годы к средним предыдущим периодам
1	Предпосылки для инновационного развития	50	52	74	100	93	Удовлетворительно
2	Качество научно-исследовательских институтов	57	81	110	120	109	Удовлетворительно
3	Затраты бизнеса на исследование	63	62	86	107	96	Удовлетворительно
4	Сотрудничество между вузами и нацэкономикой в науч. исследованиях	65	78	110	118	91	Улучшение
5	Приобретение Правительством ноу-хау, патентов	60	63	82	94	72	Улучшение
6	Доступность ученых и инженеров, менеджеров	84	75	90	104	103	Улучшение
7	Кол-во выданных, зафиксированных патентов на 1 млн. человек	71	84	80	82	66	Удовлетворительно

*Составлено автором по материалам ВЭФ в Давосе (Швейцария)*

Как показывает анализ, позиция РК по уровню инновационного развития за последние пять лет продвинулась с 102-го на 51 место в мире. То же самое следует сказать и о рейтинге по Индексу глобальной конкуренции [6]. В этом плане большая роль в РК принадлежит холдингу «Парасат» с ориентацией его работы на применение принципа коммерциализации научных исследований, в том числе применительно к НИР, НИОКР в г. Алматы. Именно здесь в 2010 году создан Инновационный конвент и соответствующий Совет по инновациям с участием ведущих ученых, бизнеса и городского акимата [4].

По нашему убеждению, речь и поиск путей столь судьбоносного, стратегического решения задач форсированного инновационного социально-экономического развития в русле Стратегии «Казахстан - 2050» состоит, в частности, в следующих конкретных шагах, действиях и основных направлениях:

**1. В области совершенствования стратегического планирования и управления.** Целесообразно упорядочить процедуру планирования и реализации бюджетных инновационно-инвестиционных проектов и разграничить полномочия центра и регионов РК (их 16), уделив внимание прозрачности соответствующих индикаторов, отбору, критериям и оценке такого управления, планирования и регулирования. В этой связи следует пересмотреть цели и задачи институтов развития РК, особенно критериям оценки их деятельности – не нынешней погоне за прибылью и рентабельностью ( как этим руководствуются банки второго уровня), а мерой их участия, к примеру, в реальной диверсификации экономики, создании добавленной стоимости и в экспорте товаров и слуг.

**2. В области фискально-бюджетной налоговой политики.** Следует иметь ввиду необходимость снижения налоговой нагрузки на бизнес, чтобы стимулировать наращивание деловой активности и снижения теневой экономики. Для модернизации механизма госуправления межрегиональными бюджетными пропорциями и их выравнивания необходима политика их оптимизации, повышения бюджетного самофинансирования, а не перераспределения совокупных госдоходов РК в виде дотаций, субвенций и санаций в пользу убыточных областей и городов республиканского значения. При этом в перспективе целесообразно снизить прямые налоги и обязательные платежи, отчисления в бюджет. Подобная модернизация должна сопровождаться также уменьшением налогооблагаемой базы пропорционально объемам инноваций и инвестиций в технологическое переоснащение НИОКР,

повышение квалификации персонала, налоговые льготы и преференции ( каникулы) на период запуска новых производств, как это принято в развитых странах [4].

**3. Образование и кадры.** Актуальной задачей по реализации Стратегии «Казахстан -2050» следует считать разработку и принятие Закона «О государственном стандарте образования», который должен содержать не только требования государства к уровню знаний, умений и навыков учащихся, студентов к организации учебного процесса и выбору методов обучения, но и к процедуре, методу оценки знаний на основе принципа подушевого финансирования из различных источников. При этом образование в центре и на местах РК должно опираться на инновационные программы, на разработку наукоемких, ресурсосберегающих, экологических проблем, инновационные кластеры, технопарки, международный опыт в этом деле. Важным аспектом в этой сфере следует считать решение задачи прогнозирования потребности в кадрах в отраслевом разрезе, что на сегодня упущено и запущено, как никогда.

**4. Кооперация науки и бизнеса.** Для усиления кооперации науки и бизнеса в РК нужно использовать модель «тройной спирали» (ТС), на необходимость которой указывал Президент Н. Назарбаев, в частности, выступая на Дне индустриализации в декабре 2012 года, что означает стирание границ между наукой и бизнесом и соединение в единый процесс исследования с выводом конечных научных достижений в практику, на предпринимательский рынок

В данном случае роль государства, как партнера, в системе инновационного развития страны, состоит в том, что она ограничивалась созданием благоприятных условий взаимодействия науки и бизнеса, например, в совершенствовании патентного законодательства, доступе к госвенчурному капиталу, к грантам на исследования и т.д. Модель ТС акцентирует внимание на возрастании роли университетов в инновационном развитии, в их деятельности усиливается принцип коммерциализации, хозрасчета, трансферта технологий, других нововведений.

Модель ТС можно реализовать на базе СЭЗ «Парк инновационных технологий» в пос. Алатау, где размещены КБГУ, Казахский институт нефти и газа, IT-университет, Институт ядерной физики и Физико-технический институт НАН РК( аналоги Сколково в РФ и Силиконовой долины в штате Калифорния).

**5. Инновации и трансферт новых технологий.** Анализ темпов роста экономики при ее интенсивном развитии в начале XXI века показывает, что для ее инновационной активности в научной и бизнессреде необходимо создать необходимый уровень технической, технологической базы, включая высокоэффективный правопорядок в сфере интеллектуальной собственности. Для этого, в частности, необходимо создать благоприятные условия , чтобы в РК приходили ТНК несырьевых секторов экономики, высокотехнологичные корпорации, работающие под эгидой наших интересов, «казахстанского содержания», для чего целесообразно создать Национальное Агентство передачи (трансферта) технологий. В этой связи в Стратегии «Казахстан-2050» подчеркивается необходимость «разрешать инвесторам добывать и пользоваться нашим сырьем только в обмен на новейшие технологии, применяемые ими у нас».

К сожалению, в трансферте технологий в РК пока преобладают постав и машин и оборудования, тогда как приобретение ноу-хау и лицензий находится на низком уровне (около 2 %). В этом смысле нельзя сказать, что данная форма международного партнерства в области трансферта технологий в РК находится на вербальном уровне. Отнюдь. Известно позитивное сотрудничество в этой сфере с Казахстанско-французским центром технологий в области газа и нефти, а также в горнодобывающей промышленности нашей страны.

**6. Инфокоммуникационное обеспечение.** В условиях затяжного мирового экономического спада важной функцией РК является информационное, коммуникационное обеспечение всех инновационных и других процессов, которые должны быть востребованы как вода, электричество или газ, для чего целесообразно разработать Закон «Об информатизации РК». К примеру, в США в развертывание новейших инфокоммуникационных технологий вкладывается до 40% всех инвестиций [6], чему способствуют регулярное проведение PR-стратегий, конкурсов среди молодежи и работников предприятий, бизнесменов, выставок, семинаров, конгрессов, формирующих у населения позитивно ощущение об инновациях и инноваторах.

**7. Государственно-частное партнерство.** Госчастное партнерство в инновационной области можно определить как сотрудничество властных структур с частными предпринимателями, фирмами, корпорациями на равноправных условиях. Например , государство поддерживает образование и науку, которые являются источниками инноваций, стимулирует инновационное предпринимательство, что отвечает интересам общества и отдельного человека. Государство заботится о дееспособной сис-

теме функционирования правовых, институциональных условий во всех областях жизнедеятельности своих граждан, включая вопросы владения, распоряжения и использования результатов научно-технической деятельности, прав интеллектуальной собственности и т.д. Особое внимание при этом должно уделяться и поощряться социальным обязательствам частного бизнеса на территориях их хозяйственной, коммерческой деятельности. В интересах интеграции РК с членами единого Таможенного союза и ЕЭП полезно учредить межгосударственные инновационно-технологические кластеры, повышающие их конкурентоспособность и эффективность. В этой связи на первый план выступает актуальная необходимость первоочередного создания транспортно-логистического кластера «Казахстан-Белоруссия-Россия-Кыргызстан», что позволит наладить на рынке транзитных перевозок интегрированную услугу по доставке товаров со «сквозными» тарифными и технологическими параметрами и условиями [5].

**Выводы.** Таким образом, в Стратегии «Казахстан -2050» определена концепция инновационного развития национальной экономики, обозначены тактические шаги и параметры ее движения вперед к высоким социальным показателям, обозначен главный тренд развития всего общества с акцентом на повсеместную активизацию человеческого капитала. Отсюда модернизацию отечественной экономики и ее инфраструктуру на основе повсеместной инновации необходимо осуществлять в русле симбиоза государства и частного бизнеса, частно-государственного партнерства с опорой на НИР, НИОКР. Это обеспечит достойное продвижение нашей республики вверх к высоким социально-экономическим и духовным критериям и показателям, включая Индекс глобальной конкурентоспособности и вхождение на этой основе в число 30-ти наиболее развитых стран мира.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Стратегия «Казахстан – 2050». - Астана: ЛЕМ, 2013.
2. Шумпетер Й. Теория экономического развития.- М.: ЭКСМО, 2007.
3. Шульц Т. Инвестиции в человеческий капитал.- М.: Прогресс, 2009.
4. Нурланова Н.К. Казахстан в системе экономической динамики цивилизаций.- Алматы: ИЭ МОН РК, 2012.
5. Новый экономический курс состоявшегося государства. Под ред. С.С. Еспаева. - Алматы: ИЭ МОН РК, 2013.
6. Фурсова Т.В. Анализ и оценка эффективности инновационных проектов.- М.: МАИ, 2013.

#### LITERATURA

1. Strategia “Kazakhstan – 2050”. – Astana: LEM, 2013.
2. Shumpeter J. Teoria ekonomicheskogorazvitiya. – M.: EKSMO, 2007.
3. Schultz T. Investitsii v chelovecheskikapital. – M.: Progress, 2009.
4. Nurlanova N.K. Kazakhstan v sisteme ekonomicheskoidinamikitsivilizatsii. – Almaty: IE MONRK, 2012.
5. Novyiekonomicheskikurssostoyavshegosudarstva. Pod red. S.S. Espaeva. – Almaty: IE MON RK, 2013.
6. Fursova T.V. Analiziotsenkaeffektivnostiinnovatsionnyhproektov. – M.: MAI, 2013

Фурсова Т.В.

#### **Қазақстан Республикасының инновациялық дамуындағы актуалды проблемалар**

**Түйіндеме.** Мақалада Қазақстанның инновациялық дамуының тежірібесі, мәселелері және болашағы қарастырылған; шаруалық тежірібесінің қажетіліктеріне сүйене отырып «білім ғылым-«инновация» триадасын жүзеге асырудың факторлық ыңғайына ерекше көңіл бөлінген. Ноу-хау және ғылыми-техникалық жетістіктерді енгізудің нақты және әлеуетті мүмкіндіктерінің алдыңғы қатарлы тежірібесі көрсетілген.

**Түйін сөздер:** инновациялар, жаңалық, модернизация, табыс, пайда, тиімділік, рентабельность.

Фурсова Т.В.

#### **Актуальные проблемы инновационного развития Республики Казахстан**

**Резюме.** Рассмотрены опыт, проблемы и перспективы инновационного развития Казахстана; особое внимание уделено факторному подходу к осуществлению триады «знание-наука-инновации» с опорой на нужды хозяйственной практики. Показан передовой опыт в этом процессе и потенциальные, реальные возможности внедрения научно-технических достижений, ноу-хау в практику.

**Ключевые слова:** инновации, нововведения, модернизация, эффективность, рентабельность

**Actual problems of innovative development of the Republic of Kazakhstan.**

**Summary.** The article is dedicated to the cluster model of Kazakhstan as a key tool for the implementation of the Strategy «Kazakhstan – 2050». The author reveals the main advantages of clustering, and made recommendations on the state innovation policy and cluster development.

**Key words:** innovations, novelty, investments, effectiveness, profitability.

УДК330.584 5

**Р.С. Сайгапарова**

(Международный казахско-турецкий университет им. Х.А. Ясави,  
Туркестан, Республика Казахстан)

**РАЗВИТИЕ РЕАЛЬНОГО СЕКТОРА ЭКОНОМИКИ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНОЙ  
ИННОВАЦИОННОЙ МОДЕРНИЗАЦИИ**

**Аннотация.** В статье рассматривается развитие реального сектора экономики на основе комплексной инновационной модернизации. Исследование позволяет заключить, что на данном этапе развития мирового экономического сообщества, в свете популяризирующихся тем «зеленой экономики» комплексная модернизация предприятий реального сектора экономики на основе инноваций является одной из перспективных ее направлений, это обосновано тем, что оно позволит предприятиям занять конкурентные рынки, увеличить прибыль и сократить их издержки в будущем. До сегодняшнего дня масштабному использованию инновационной техники и оборудования на предприятиях препятствовали высокие стоимости соответствующих технологий, но разработка правительством поддерживающих и стимулирующих программ позволяют предприятиям перейти на них. В итоге исследования определены основные экономические факторы, влияющие на сравнительную и абсолютную эффективность модернизационных мероприятий на предприятиях от инновационной техники. Исследование позволило выявить параллельную связь развития производства и модернизации предприятий, которая должна поддерживаться гибкой политикой со стороны правительства.

**Ключевые слова.** Модернизация, реальный сектор, развитие отрасли, комплексная инновационная модернизация.

Динамичное развитие промышленности, невозможно без осуществления инновационной модернизации в Казахстане, это является одной из актуальных задач современности, ведь от успешности ее проведения зависит многое – будущее страны.

В ходе каждого структурного кризиса мировой экономики, сопровождающего процесс замещения доминирующих технологических укладов, открываются новые возможности экономического успеха. Страны, лидировавшие в предшествующий период, сталкиваются с обесцениванием капитала и квалификации, занятых в отраслях устаревающего технологического уклада, в то время как страны, успевшие создать заделы в формировании производственно-технологических систем нового уклада, оказываются центрами притяжения капитала, высвобождающихся из устаревающих производств. Мировая практика показывает, что каждый раз смена доминирующих технологических укладов сопровождалась серьезными сдвигами в международном разделении труда, обновлением состава наиболее преуспевающих стран. Иначе говоря, включиться в современный экономический рост не поздно для любой страны, приступающей к развитию[1].

Уже много лет в экономической литературе существуют споры о наиболее приемлемой модели модернизации экономики страны, критерии развития мировой экономики диктуют и нашему государству наиболее оптимальную ее модель – инновационную (основанную на внедрении достижений инноваций в современную технику и технологию используемой в реальном секторе экономики), однако следует ее дополнить «догоняющей модернизацией» и «американской модернизацией» - к этому типу относится проводимая модернизация в Германии, Франции и Японии, заключающаяся в [2, 3]:

(1) Консолидации всей массы народа (особенно национальной интеллигенции, так как потребитель ничего не производит). Когда то существовали газ и газовые горелки, которые хорошо светили. У первых электрических лампочек были угольные нити накала, они часто перегорали. Ни один потребитель не подал заявку на электрическую (в наше современное время энергосберегающую) лампочку. Ни один потребитель не просил создать фотографию, флэш накопитель. У образованного потребителя могла возникнуть смутная догадка об этих потребностях. Возможно, он смог бы их внятно сформулировать, чтобы производитель его понял. Умный производитель будет прислушиваться к мнению потребителя. Они должны работать вместе как система[4].

- (2) Основание на собственных силах (производственный и интеллектуальный потенциал);
- (3) Четкая стратегия участия страны в мировом разделении труда;
- (4) Политика формируется на опыте лидирующей модели развития социально-экономической системы.

Хорошо, когда на основе инноваций мы получаем продукт, который позволяет нам выполнить какую-то работу эффективнее, чем раньше. Зачастую предприятия реального сектора внедрившие:

- инновации;
- автоматизировавшие производство;
- новое оборудование;

-новые технологии, сталкивается с такой проблемой как лишние мощности, высокие затраты, высокие проценты по выплате кредита. По мнению исследователя У.Демпинга [4, 24] инвестиции связанные с модернизацией будут эффективными, если они увеличат прибыль на 2 млрд.долл. и больше. Простым примером здесь может послужить расчет убытков от внедрения нового зарубежного оборудования и машин, но при этом не умение устранить их неисправности и дефекты приводят к простоям, затрачиваются большие средства на привлечение зарубежных специалистов для их устранения (ремонта). В чем основная причина таких ошибок[5]:

(1) некорректный расчет экономической эффективности (необходимо рассчитать абсолютную и сравнительную эффективность) от внедрения новой техники, погрешности при расчете реализации проекта по внедрению инноваций являются роковыми для предприятия.

(2) неграмотное заключение договора между поставщиком и заказчиком оборудования (основные фонды), по его доставке, установке и ремонту.

Оценка эффективности новой техники тесно связана с оценкой разных технико-экономических вариантов и выбора наилучшего из них. По существу, при решении этой задачи необходимо отвечать на вопросы исходящих из теории эффективности [6]:

- является ли внедрение новой техники эффективным мероприятием и каков при этом эффект в национальной экономике (*абсолютная эффективность*);

- целесообразно ли внедрять новую технику вместо старой, т.е. эффективнее ли новая техника относительно существующей (базовой) и какова при этом величина получаемого эффекта (*относительная эффективность*) [5]:

*Спектр экономических факторов* влияющих на сравнительную эффективность хозяйственных мероприятий на предприятии, достаточно широк. К ним относятся факторы социального, экологического и другого характера. Далеко не все факторы можно хорошо структурировать и дать им экономическую, экологическую оценку, или определить нормативный уровень, выше или ниже которого они не должны быть.

Различные способы учета внеэкономических факторов удобно группировать в три группы.

- включение экономической оценки внеэкономических факторов в целевую функцию в виде отдельной составляющей, соизмеримой с затратами характеристиками варианты;

- включение нормативного уровня внеэкономических факторов в модель в виде соответствующего ограничения;

- экспертная оценка значимости внеэкономических факторов и корректировка с ее помощью результатов расчета характеристик вариантов по экономическим показателям (и той части внеэкономических факторов, которые допускают экономическую оценку).

При рассмотрении крупномасштабных мероприятий приходится сталкиваться с рядом особенностей, к числу которых в первую очередь следует отнести:

- наличие ряда независимых критериев оценки эффективности, в том числе разнородных (экономических, социальных, экологических), не всегда допускающих их взаимное соизмерение;

- зависимость нормативно-ценностного инструментария (цен на продукцию, рентных оценок и др.) от варианта реализации крупномасштабного мероприятия.

В общем случае для оценки сравнительной эффективности вариантов крупномасштабных мероприятий в процессе системного анализа используют методы многоцелевой оптимизации, составляющие в настоящее время достаточно развитый раздел теоретических исследований, но они относительно слабо используются в прикладных отраслевых исследованиях [5].

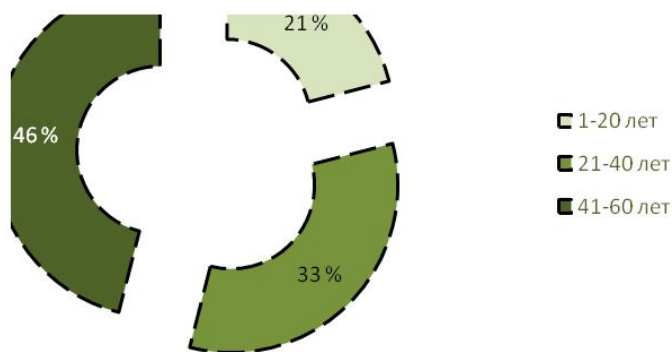
(1) Процесс освоения новой техники может длиться несколько лет, поэтому эффект от ее внедрения необходимо определять в динамике, учитывая при этом распределение затрат и эффекта во времени и их экономическую неравнозначность.

(2) Процесс основания новой техники характеризуется параметрами, как правило, существенно изменяющимися во времени, например, растет потребность в новой технике, увеличиваются объемы ее выпуска, снижается ее стоимость и эксплуатационные расходы по содержанию и т.д. Следовательно, и затраты и результаты должны включать элементы изменяющиеся во времени.

(3) Затраты по разработке новой техники обычно превосходят затраты, необходимые непосредственно для ее выпуска (НИОКР могут вестись в более широкой сфере и т.д.). Точно также и эффект от разработки новой техники обычно больше эффекта, непосредственно связанного с ее эксплуатацией. Поэтому, при сопоставлении затрат и результатов необходимо выделять из всей затрат только некоторую их часть, которая прямо связана с внедрением рассматриваемой новой техники.

(4) Процесс разработки и освоения новой техники включает много элементов неопределенности и риска (из-за новизны техники), что сказывается и на затратах и на результатах при построении оценок. При этом необходимо учитывать сильное влияние внешних связей. Например, иногда вполне потенциально прогрессивная техника может оказаться не эффективной в практическом плане вследствие неподготовленности смежных производств, отсутствие соответствующих кадров и системы из обучения и др.

Учесть все отмеченные особенности в полной мере формализованным образом весьма сложно, но успех от достоверно проведенного исследования может обернуться невероятно большим показателем прибыли. К примеру, возьмем производство Южно-Казахстанской области (ЮКО). Предприятия ЮКО специализируется на производстве и переработке сельскохозяйственной продукции, текстильной продукции, строительных материалов и уранового производства. На сегодняшний день (по итогам 2012 года), на нее приходится 100% хлопка-волокна, 99,2% трансформаторов, 48,0% фармацевтических препаратов, 46,1% бензина, 22,9% мазута топочного, 16,8% цемента, 16,7% пива, 24,9% вина, 15% муки, теоретически эти показатели можно улучшить за счет внедрения новой техники и оборудования, так как износ отечественной техники заметно увеличился (см. рис. 2).



**Доля в 2011 г, в (%)**

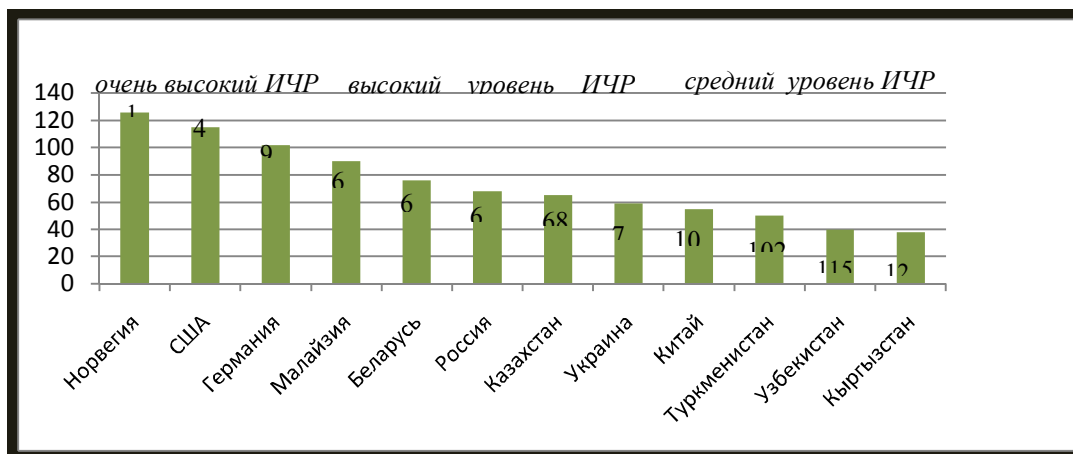
*Примечание: Составлено автором на основе [7].*

**Рис. 1.** Срок службы действующих объектов

Данные рисунка дают понять, что около половины действующих объектов имеют возраст более 40 лет. Благодаря «Карта индустриализации» и многим другим программам разработанных правительством, у многих предприятий юга появляется возможность модернизации своего устаревшего оборудования. К примеру, на 1 апреля 2013 года на территории ЮКО функционирует около 21 банка второго уровня, за три месяца 2013 года банками выдано кредитов на общую сумму 46,9 млрд.тенге (рост на 25,9% к январю-марту 2012 года) из них юридическим лицам -21,5 млрд.тенге, физическим лицам 25,4 млрд.тенге. Кредитные вложения банков составили 301,3 млрд.тенге (292,4млрд.тенге на 01.01.2013г.).

Обзор состояния количественных показателей позволяет сделать вывод о том, что основная доля получаемых финансовых средств находится в руках физических лиц, это говорит о том, что все таки получение кредитов для модернизации существующего оборудования в реальном секторе экономики является проблемным вопросом: не достаточна сумма кредита, трудности с поиском потенциальных поставщиков инновационных технологических идей (что говорит о неэффективности дея-

тельности инфраструктуры в ЮКО), об этом несоответствии в своем исследовании EduardodaMotta e Albuquerque пишет, что несовершенство технологии является следствием структурализма и концепции национальной инновационной системы (НИС). Диалог между этими понятиями может обогатить понимание проблем, связанных с формированием НСИ в регионах. Объединение формирования НИС и системы социального обеспечения является институциональным ответом на модернизацию маргинализации-поляризации [8]. Как следствие необходимо затронуть проблему ее системности и комплексности модернизации. Проблемы модернизации экономики и социальной сферы активно обсуждаются сегодня на всех уровнях и во всех сферах. На данном этапе развития мировых тенденций наиболее целесообразным видится переход на инновационный тип развития [9], что будет возможно осуществить за счет интеллектуального потенциала или человеческого капитала Казахстана. Из истории следует, что в первые годы рыночных реформ произошло сильное обесценивание человеческого капитала. Многие приобретенные ранее профессии оказались не актуальными и невостребованными. Тем не менее, за время становления рыночной экономики Казахстана его индекс человеческого развития заметно продвинулся вперед (см. диаграмму 1), на 2011 год занимая 68 место из 187 – ми стран, обходя



Примечание: Построено по данным [10].

Диаграмма 1. Индекс человеческого развития Казахстана за 1995 - 2011 года

все страны СНГ, кроме Беларуси и России. Такая положительная тенденция объясняется переменами в сфере образования: создание законодательной базы сферы образования; принятие программ ее развития; строительство вузов, школ и детских учреждений.

На данный момент 25,5% населения Казахстана в возрасте 25 лет и более имеют высшее образование, это говорит о том, что наша страна занимает среднее положение среди других стран, хотя его удельный вес составляет в Великобритании и Дании – 31,5%, Южной Кореи – 31,6%, США – 38,6%, Канаде – 43,9% Российской Федерации – 54,8%. В Казахстане на 10 000 человек приходится 374 студента, в Малайзии и Турции – 399, Швеции – 405, Дании – 409, Великобритании – 414, США – 633 студентов.



Сохраняющаяся в стране сырьевая направленность нашей экономики, естественным образом порождает мысли о том, что роль интеллектуального потенциала страны далеко не последняя. Ведь сырьевая направленность скрывает множество недостатков, среди которых следует отметить:

*Первое.* Сырьевая зависимость консервирует экономическую и технологическую отсталость страны, парализует стремление к инновациям.

*Второе.* Сырьевая зависимость приводит к «голландской болезни»: развитость нефтегазового комплекса подрывает не сырьевой сектор.

*Третье.* Сырьевая зависимость генерирует риски экономических кризисов из-за возможного падения цен на нефть.

*Четвертое.* Сырьевая зависимость препятствует развитию демократии.

Вместо примитивного сырьевого хозяйства Казахстану необходимо создать умную экономику, то есть далее усовершенствовать концепцию развития (см.рис.2), производящую уникальные знания, новые товары и технологии, полезные людям. Реализация концепции по созданию сервисной экономики позволит активизировать экономические и инновационные процессы во всех сферах экономики, что позволит достичь большего экономического эффекта от ускоренного развития промышленного сектора экономики Казахстана, за счет использования индустриально-инновационной инфраструктуры, развития экспортного инновационного потенциала страны, увеличение доли малого и среднего бизнеса в общем объеме промышленного производства.



Примечание: Составлено автором на основе [11].

Рис. 2. Концепция технологического развития.

Казахстан – современное социальное государство, приоритеты развития которого определены в Посланиях Президента народу: «В XXI веке нашей стране вновь необходима всесторонняя модернизация. И это будет первый в нашей истории опыт модернизации, основанной на собственных ценностях и институтах демократии [12].

Таким образом, вышеизложенное позволяет заключить, что процесс комплексной инновационной модернизации должен содержать переход от модели экстенсивного вовлечения в производство природных ресурсов к новому типу развития, для которого характерно превращение инноваций в решающий фактор, особенно сырьевой сектор, который более других нуждается в технологическом обновлении.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Коллективная монография Института экономики КН МОН РК «Новый Казахстан в меняющемся мире: стратегия экономической трансформации и путь к лидерству». / Под ред. О.Сабдена. – Алматы: Казак энциклопедиясы, 2011. – 126 с.
2. Whiting A. S. China and Japan - politics versus economics //Annals of the American Academy of Political and Social Science. – 1992. – №519. – С. 39-51.
3. Sarkis J., Cordeiro J.J. Ecological modernization in the electrical utility industry: An application of a bads-goods DEA model of ecological and technical efficiency //European Journal of Operational Research. – 2012. – Т.219. №2. С. 386-95.
4. Демпинг У.Эдвард. Новая экономика / У. Эдвард Демпинг; [пер.с англ. Т.Гуреш]. – М.: Эксмо, 2008. – 208 с.
5. Сухарев О.С. Теория эффективности экономики. Монография. – М.: Финансы и статистика, 2009. – 368 с.
6. Лившиц В.Н. Системный анализ экономических процессов на транспорте. – М.: Транспорт, 1986. – 240 с.



7. Назарбаев Н.А. Глобальная энергоэкологическая стратегия устойчивого развития в XXI веке. – Астана – Москва: Экономика, 2011. – 196 с.
8. da Motta e Albuquerque E. Inadequacy of technology and innovation systems at the periphery // Cambridge Journal of Economics. – 2007. – Т.31. – №5. С. 669-90.
9. Battisti G. Innovations and the economics of new technology spreading within and across users: gaps and way forward. Journal of Cleaner Production. – 2008. – № 16. – С.22-31.
10. Сағадиев К. Человеческий капитал и факторы его роста. Казахстанская правда 21.02.2013. – 4с.
11. Курбанбаева Г.А. Экономика Казахстана в XXI веке: Монография. – Алматы: Казахстанский институт стратегических исследований при Президенте РК, 2009. – 144 с.
12. Стратегия «Казахстан 2050»: Новый политический курс состоявшегося государства. Послание народу Президента республики Казахстана Н.А. Назарбаева. [Электронный ресурс] [www.akorda.kz](http://www.akorda.kz). Дата обращения 21.06.2013г.

#### REFERENCES

1. Kollektivnaya monografiya Instituta ekonomiki KNMONRK “Novyy Kazakhstan vmenyayushchetsyami: strategiya ekonomicheskoi transformatsii i puti klidirovaniya”. / Pod red. O. Sabdena. – Almaty: Kazak Entsiklopediyasy, 2011. – 126 с.
2. Whiting A. S. China and Japan - politics versus economics // Annals of the American Academy of Political and Social Science. – 1992. – №519. – С. 39-51.
3. Sarkis J., Cordeiro J.J. Ecological modernization in the electrical utility industry: An application of a bads-goods DEA model of ecological and technical efficiency // European Journal of Operational Research. – 2012. – Т.219. №2. С. 386-95.
4. Demping U. Advard. Novaya Ekonomika / U. Advard Demping; [per.sangl.T.Guresh]. – М.: Eksmo, 2008. 208 s.
5. Suharev O.S. Teoriya effektivnosti ekonomiki. Monografiya. – М.: Finansy i statistika, 2009. – 368 с.
6. Livshyts V.N. Sistemnyy analiz ekonomicheskikh procesov na transporte. – М.: Transport, 1986. – 240 s.
7. Nazarbaev N.A. Globalnaya energoekologicheskaya strategiya ustoychivogo razvitiya v XXI veke. – Astana – Moskva: Ekonomika, 2011. – 196 s.
8. da Motta e Albuquerque E. Inadequacy of technology and innovation systems at the periphery // Cambridge Journal of Economics. – 2007. – Т. 31. – №5. С. 669-90.
9. Battisti G. Innovations and the economics of new technology spreading within and across users: gaps and way forward. Journal of Cleaner Production. – 2008. – № 16. – С.22-31.
10. Sagadiev K. Chelovecheskiy kapital i factory ego rosta. Kazakhstanskaya Pravda. 21.02.2013. – 4s.
11. Kurbanbaeva G.A. Ekonomika Kazakhstana v XXI veke: Monografiya. – Almaty: Kazakhstanskiy institute strategicheskikh issledovaniy pri Prezidente RK, 2009. – 144 s.
12. Strategiya “Kazakhstan 2050”: Noviy politicheskiy kurs sostoyavshegosyagosudarstva. Poslanienarodu Prezidenta Respubliki Kazakhstana N.A. Nazarbaeva. [Elektronnyy resurs] [www.akorda.kz](http://www.akorda.kz). Data obrasheniya 21.06.2013g.

Сайгапарова Р.С.

#### **Кешенді инновациялық модернизация негізінде экономиканың нақты секторының дамуы**

**Түйіндеме.** Мақалада кешенді инновациялық модернизация негізінде экономиканың нақты секторының дамуы зерттеледі. Кәсіпорындарда модернизациялық шаралардың салыстырмалы және абсолюттік тиімділігіне инновациялық техникадан ықпал ететін басты экономикалық факторлар нақтыланды.

**Кілтті сөздер:** Модернизация, нақты сектор, саланың дамуы, кешенді инновациялық модернизация.

Saigaparova R.S.

#### **Development of real sector of economics on the basis of comprehensive innovative modernization**

**Summary.** The article deals with the development of real sector of economics on the basis of comprehensive innovative modernization. The key economic factors are identified which is affecting the relative and absolute effectiveness of modernization activities at the enterprises of innovative technology.

**Key words.** Modernization, Real sector, field development, comprehensive innovative modernization.

## МАЗМҰНЫ

### Жер туралы ғылымдар

<i>Байбатшиа А.Б., Поцелуев А.А., Ананьев Ю.С.</i> ҒАРЫШ ТҮСІРІМДЕРІН ЖАСЫРЫН РУДАБАҚЫЛАУШЫ ГЕОЛОГИЯЛЫҚ ҚҰРЫЛЫМДАРДЫ АНЫҚТАУ ҮШІН ТАЛДАУ ЖӘНЕ РИЯСЫЗДАУ.....	3
<i>Наврұзова А.Э., Керейбаева Г.Х.</i> КАСПИЙ ТЕҢІЗІ АЙМАҒЫНДАҒЫ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙДЫ ТАЛДАУ.....	8
<i>Құрбаниязов С.К., Ходжаев Н.Т., Пирмаханов Ю.А., Тасболат Б., Қойшиева Г.Ж., Құрбаниязов А.К., Акешова М.М.</i> ГЛАУКОНИТТІҢ ТҮЗІЛУ ЖАҒДАЙЛАРЫ ЖӘНЕ ТӨМЕНГІ АМУДАРЬЯНЫҢ ҚАТПАРЛАРЫНДАҒЫ ЕЖЕЛГІ БОРЛЫ ГЛАУКОНИТТІҢ ОРНАЛАСУ ЗАҢДЫЛЫҚТАРЫ.....	10
<i>Сақтағанов М.Н., Ошақбаев М.Т., Жақсыбаева Г.С.</i> ҚЫЗЫЛОРДА ОБЛЫСЫ АРЫСҚҰМ КЕНОРНЫНДАҒЫ ТОПЫРАҚ ЖАМЫЛҒЫСЫНЫҢ ҚАЗІРГІ КҮЙІ.....	15
<i>Өткелбаев О.М.</i> СОЛТҮСТІК ХАРАСАН КЕНОРНЫНЫҢ ХАРАСАН-2 АЛАҒЫНЫҢ ГИДРОГЕОЛОГИЯЛЫҚ ЖАНЕ ГЕОЛОГИЯЛЫҚ СИПАТТАМАСЫ, ОНЫҢ КЕНДЕНЕСІН ЗЕРТЕУДЕГІ РӨЛІ.....	20
<i>Қурбаниязов С.К., Ходжаев Н.Т., Абдикулова З.К., Пирмаханов Ю.А., Тасболат Б., Қойшиева Г.Ж.</i> МОЛДЫАҒАШ БЕНТОНИТ САЗДАРЫНЫҢ ГЕОЛОГИЯСЫ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ҚАЗБА ЕРІТІНДІЛЕРІНДЕ ҚОЛДАНЫЛУЫ.....	23
<i>Белослюдов О.М., Узбеков Н.Б., Жарасова С.Б., Мусаев Е.М., Узбекова С.Ж., Раймбеков Б.К.</i> СОЛТҮСТІК ТЯНЬ-ШАНЬ ЖЕР СІЛКІНІСІ ҚАРСАҢЫНДАҒЫ ГЕОМАГНИТТІК АУЫТҚУШЫЛЫҚТАР.....	28

### Техникалық ғылымдар

<i>Бекбаев А.Б., Жалмухамед Е., Өтебаев Р.М., Колтун Н.А.</i> ҚОЛ ЖЕТПЕС БЕТТІҢ ТЕМПЕРАТУРАСЫН ӨЛШЕЙТІН ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫ ҚАДАҒАНЫ СЫНАУҒА АРНАЛҒАН ЛАБОРАТОРЛЫҚ ЭКСПЕРИМЕНТТІК ҚОНДЫРҒЫ.....	36
<i>Потанин А.С., Партизан Г., Алиев Б.А.</i> КҮРДЕЛІЛІГІ ӘРТҮРЛІ ДЕҢШЕЙДЕГІ МЕХАНИКАЛЫҚ ТІЗБЕКТІҢ МАТРИЦАЛЫҚ КӨРІНІСІ НЕГІЗІНДЕ МАТЕРИАЛДЫҢ СЕРІПІМСІЗ ҚАСИЕТІН МОДЕЛДЕУ.....	43
<i>Шуханова Ж.К., Танашиев С.Т.</i> МҰНАЙ ЖӘНЕ МҰНАЙБИТУМДЫ ҚАЗБАЛАРЫНЫҢ ҚАЛДЫҚТАРЫНАН БИТУМ ӨНДІРУ.....	50
<i>Жугинисов М.Т., Қушеков Е.К.</i> СҰЙЫҚ ШЫНЫНЫҢ АРНАУЛЫ БЕТОН ТЕХНОЛОГИЯСЫНДА ИГЕРІЛУ СҰРАҒЫНЫҢ КҮЙІ... <i>Муканбетқызы Э.</i>	53
КІШІ ҚАБАТТЫ ІЛЕМДІЛІКТІҢ ТОПСАЛАРДЫ АЗАМАТТЫҚ ҒИМАРАТТЫҢ ЭКСПЕРИМЕНТАЛДІ ЖОБАСЫ.....	58
<i>Бегімов Т.Б., Құлипанов М.С.</i> СУТЕГІ ТӘРІЗДЕС ЖҮЙЕЛЕРДЕГІ ЭЛЕКТРОННЫҢ ЭНЕРГИЯСЫНЫҢ КВАНТТАЛУЫН ЖУЫҚТАУ ӘДІСІ.....	64
<i>Умбетов Е.С., Шоколакова Ш.К.</i> КОНСТРУКЦИЯСЫНА БАЙЛАНЫСТЫ МИКРО ГИДРО ЭЛЕКТР СТАНЦИЯЛАРЫНЫҢ ЖІКТЕУ АНАЛИЗІ.....	67
<i>Цеховой А.Ф., Аяпбергенова Ә.Т.</i> АДАПТИВТІК КЭСІПОРЫНДАР ШАРТТАРЫНДА АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІ ӨНДЕУ МЕН ЖҮЗЕГЕ АСЫРУДЫҢ ҚҰРЫЛЫМДЫҚ ЖӘНЕ ЖОБАЛЫҚ ТӘСІЛДЕРІ.....	72
<i>Ақубаева Д.М., Шевцова В.С., Қалдыбаева С.Т., Егемова Ш.</i> «ОКТАВА–101А» АСПАБЫНЫҢ КӨМЕГІМЕН СЫРТҚЫ КӨЛІКТІК ШУДЫҢ ДЕҢГЕЙІН АНЫҚТАУ.....	77
<i>Ахметов Б.С., Харитонов П.Т., Айтимов М.Ж.</i> ИНВАРИАНТТЫ ӨЛШЕМ ЖҮЙЕЛЕРІНЕ АРНАЛҒАН ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫ РАДИОЖИЛІКТІ ДАТЧИКТЕРДЕ ЦИФРЛЫҚ ИДЕНТИФИКАЦИЯЛАУ ӘДІСІН ҚОЛДАНУ.....	83
<i>Касимова Б.Р., Баксултанов Д.Е.</i> LAVVIEW БАҒДАРЛАМАСЫ АРҚЫЛЫ АТМОСФЕРАЛЫҚ АУА ЛАСТАНУЫНЫҢ АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕСІН ҚҰРАСТЫРУ.....	87
<i>Омаров С.С., Нысанбаева С.К., Түкібаева М.А., Алджамбекова Г.Т.</i> (Р,Г) ЯДРОЛЫҚ РЕАКЦИЯ КЕЗІНДЕ ПАЙДА БОЛАТЫН КРИСТАЛЛДЫҚ ТОРДАҒЫ АҚАУДЫ ЕСЕПТЕУ.....	94

<i>Баймульдин М.К., Абилдаева Г.Б., Сағатбекова М.К., Смағұлова А.С.</i> ҚАЗАҚСТАН ЖОО КІТАПХАНАЛАРЫН АВТОМАТТАНДЫРУ	97
<i>Рақышев Б.Р., Рақышева З.Б., Ауезова А.М., Дәуренбекова А.Н.</i> ӨРТҮРЛІ БЛОКТЫ ЖЫНЫС МАССИВІНІҢ РЕГРЕССИЯЛЫҚ МОДЕЛДЕРІ	104
<i>Шоланов Қ.С. Хабай А.</i> АДЫМДАУШЫ РОБОТ АЯҒЫНЫҢ ҚЫЗМЕТІН АТҚАРАТЫН МАНИПУЛЯТОРДЫ ЖОБАЛАУ, БАСҚАРУДЫ НЕЙРО ТОРЫ АРҚЫЛЫ ҚҰРУ	110
<i>Саңқабаетаева А.Н., Ахмад Н.С., Құрбанова Г.В., Керейбаева Г.Х., Сақиева З.Ж., Қалыбаева А.М.</i> АЛМАТЫ ҚАЛАСЫНДАҒЫ ТЕХНОГЕНДІ ФАКТОРЛАРДЫҢ МЕКТЕП ОҚУШЫЛАРЫНЫҢ БОЙЫ МЕН ДЕНЕ САЛМАҒЫНЫҢ ӨСУІНЕ ӘСЕРІ	115
<i>Сулейменов Б.А., Сугурова Л., Войцук В., Сулейменов А.Б.</i> ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ЖАБДЫҚТАРДЫҢ ЖАҒДАЙЫН БАҚЫЛАУ ЖӘНЕ ЖЕДЕЛ ДИАГНОСТИКАЛАУ ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫ ЖҮЙЕСІН ҚҰРУДЫҢ КОНЦЕПЦИЯСЫ	120
<i>Алтай Е.А., Азелханов А.К.</i> НАВИГАЦИЯЛЫҚ СИГНАЛДЫҢ ҚАЛЫПТАСУ ЖӘНЕ ӨНДЕЛУІ	131
<i>Wójcik W.<sup>1</sup>, Сулейменов Б.А.<sup>2</sup>, Шадрин Г.К.<sup>3</sup>, Шадрин М.Г.<sup>3</sup>, Порубов Д.А.<sup>2</sup>,</i> ҚАРЬЕР АВТОКӨЛІКТІҢ МЫСАЛЫНДА ДИЗЕЛЬДІК АВТОТРАКТОРЛЫҚ ТЕХНИКАНЫҢ ТИИМДІ БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІ	135
<i>Кушир В.Г.</i> СУ КӨТЕРГІШ АГРЕГАТТЫҢ КЕЛЕШЕКТЕГІ ҚҰРЫЛЫМДЫҚ – ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ СҰЛБАСЫНЫҢ НЕГІЗДЕМЕСІ	143
<i>Қожахмет Қ.Т., Атымтаева Л.Б.</i> АҚПАРАТТЫҚ ҚАУІПСІЗДІКТІҢ АУДИТЫНЫҢ ОБЛЫСЫНДА САРАПТАМАЛЫҚ ЖҮЙЕНІҢ ТҰҒЫРНАМАСЫ ҮШІН FRONT-END PROGRAMMING ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫҢ ТАҢДАУЫ	149
<i>Шакіржан Е.</i> МҰНАЙ-ГАЗ КЕНОРЫНДАРЫН ИГЕРУ БАРЫСЫНДА ЭКОЛОГИЯЛЫҚ-ГЕОЛОГИЯЛЫҚ (ЭКОЛОГИЯЛЫҚ-ГЕОФИЗИКАЛЫҚ) ЗЕРТТЕУЛЕР ЖҮРГІЗУ	155
<i>Кәлдеева А.А., Кинтонова А.Ж.</i> ЗИЯТКЕРЛІК ОҚИТУ БАҒДАРЛАМАСЫ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ САПА КРИТЕРИЙЛЕРІ	160
<i>Генбач А. А., Жамбыл Г. Ж.</i> ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯЛАРДАҒЫ ТУРБИНАНЫҢ АУЫСПАЛЫ РЕЖИМІНДЕГІ МЕЖЕЛІ КЕРНЕУЛЕР	164
<i>Дуаметұлы Б., Құсайынов С.Қ.</i> ДЕНЕЛЕРДІҢ ҚОЗҒАЛЫСЫН МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУ	170
<i>Бәзілов Ж.Ж., Ғазизов О.Ғ., Жүсіпов А.Т.</i> ЖІППЕН ТІГУ МАШИНАСЫНЫҢ ДӘПТЕРДІ АЛЫП БЕРУ ҚҰРЫЛҒЫСЫ	174
<i>Алменов Т.М., Абшаяков Е.Б., Баймолла Ө.</i> ЖЕРАСТЫ ҒИМАРАТТАРЫН САЛУДА ҚОЛДАНЫЛАТЫН БҮРІКПЕБЕТОН БЕКІТПЕСІНІҢ САПАЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРІН ЖЕТІЛДІРУ ЖОЛДАРЫ	177
<i>Увалиева И.М., Смаилова С.С., Турганбаев Е.М.</i> БІЛІМ БЕРУ САПАСЫН МОНИТОРИНГТЕУГЕ АРНАЛҒАН БІЛІМ СТАТИСТИКАСЫНЫҢ ДЕРЕКТЕРІН ӨНДЕУ ҮЛГІСІН ЖАСАҚТАУ	181
<i>Құсайынов С.Қ., Дуаметұлы Б.</i> ЯДРОЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР	190
<i>Қожахмет Қ.Т.</i> АҚПАРАТТЫҚ ҚАУІПСІЗДІКТІҢ АУДИТЫНЫҢ ОБЛЫСЫНДА САРАПТАМАЛЫҚ ЖҮЙЕНІҢ ЗЕРТТЕМЕСІ	193
<i>Ақубаева Д.М., Шевцова В.С., Қалдыбаева С.Т.</i> АРНАЙЫ ЖАСЫЛ ЖЕЛЕКТЕР АРҚЫЛЫ ШУДЫҢ ДЕНГЕЙІН ТӨМЕНДЕТУ ТӘСІЛДЕРІ	204
<i>Украинец В.Н., Гирни С.Р., Ахметжанова М.М.</i> КӨЛІК ЖҮКТЕМЕ ҚЫЗМЕТІ КЕЗІНДЕ ДИНАМИКАЛЫҚ АУМАҚ ТӘРТІБІНДЕ ТАЯЗ ОРНАЛАСҚАН ТУННЕЛЬ АУМАҒЫНЫҢ ӘСЕРІ	209
<i>Кубекова В.К.</i> АТБО НЕГІЗІНДЕ СҮЙЕНУ-АҚПАРАТТЫҚ ОРТАЛЫҚТЫҢ АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН ТЕХНОЛОГИЯСЫН ҚҰРУ	215
<i>Мырзахметов М.М., Осанов Қ.Т., Халхабай Б.</i> АЛМАТЫ ҚАЛАСЫ АЭРАЦИЯ БЕКЕТІНДЕГІ ТҮНБА АЛАҒЫНЫҢ ЖАНЫНДАҒЫ АЙМАҚҚА ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ НӘТИЖЕЛЕРІ	219
<i>Өтепов Е.Б., Копычински Д., Мадигжанова А.Т., Малгаждарова М.К.</i> БОЛАТТАРДЫҢ ДЫБЫСТЫҚ ШАҒЫЛЫСУЫНА СОҒУ МЕН БІРТЕКТЕНДІРУДІҢ ҰҚПАЛЫ	223
<i>Өтепов Е.Б., Копычински Д., Мадигжанова А.Т., Малгаждарова М.К.</i> ДЕМПФИРЛЕУШІ ҚОРЫТПАЛАРДЫҢ ІШКІ ҮЙКЕЛІС СИПАТТАМАЛАРЫ	228

<i>Генбач А.А., Исламов Ф.А.</i> ТУРБИНА РОТОРЫН ТИП КЕТУ ҮДЕРІСІН МОДЕЛЬДЕУ.....	235
<i>Искаков С.Т., Ермекбаев П.А.</i> КҮРДЕЛІ ТЕХНИКАЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІ ӨНДЕУДІҢ ЖҮЙЕЛІ ТӘСІЛДЕРІН ҚОЛДАНУ ТӘРТІБІ.....	240
<i>Дараев А., Алферов А.</i> АҢДУДЫҢ ЖҮЙЕЛЕРІ СОҢ КҮНМЕН ГЕЛИОЭНЕРГЕТИКА ҮШІН.....	245
<i>Калимолдаев М.Н., Мамырбаев О.Ж., Мусабаев Р.Р., Оразбеков Ж.Н.</i> ДЕҢГЕЙЛЕР ҚИЛЫСУЫНЫҢ ОРТАША ЖИІЛІК АҚПАРАТЫН ҚОЛДАНЫП СӨЗДІ АВТОМАТТЫ СЕГМЕНТТЕУ.....	259
<i>Дараев А., Алферов А.</i> ЖАЙМА-ШУАҚ ФОТОЭЛЕКТРЛІК БЕКЕТТІҢ ФОТОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ҚАЙРАТЫНЫҢ ШЫҒЫНЫНЫҢ ЗЕРТТЕ.....	257
<i>Богданович С.В., Озерной В.А.</i> КӨЛІК ЖҮЙЕСІНДЕГІ ТИІМДІ ЕСЕПТЕУ АЛГОГИТІМІ ТОРАПТАҒЫ ЖЕРГІЛІКТІ ВАГОНДАРДЫ ӨНДЕУ.....	261
<i>Дунаев Р., Жақыпов Т., Шұқралиев М., Төлегенова А., Ақмалаев К.</i> САНДЫҚ ТВ ҚОСЫЛҒАН ЖЕРІНДЕГІ БИНЕЛЕУ САПАСЫНЫҢ ЖӘНЕ МУЛЬТ ҚЫЗМЕТ ЖАСАУ ЖҮЙЕСІНДЕГІ ІР ҚОСУ БАУЫНЫҢ ТАРМАҒЫНА ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ.....	266
<i>Аканов Х.Г., Мухтарова М.Н., Нұрмұханова А.З., Нұрсейтова А.К., Ермаганбетова С.Д.</i> БЕТОН БЕРІКТІГІН АНЫҚТАУ АНАЛИЗІ.....	272

### Химия-металлургия ғылымдары

<i>Хабиев А.Т., Геблер К., Ланг Г., Селенова Б.С.</i> 2-МЕТОКСИ-ФЕНИЛ-ДИФЕРРОЦЕНИЛ- ЖӘНЕ ФЕНИЛ-ДИФЕРРОЦЕНИЛ-ФОСФИНДІ ЛИГАНДАЛАРЫ ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ПАЛЛАДИЙ КАТАЛИЗАТОРЛАРЫНЫҢ АКТИВТІЛІГІН ЗЕРТТЕУ.....	277
<i>Мозговых Г.Я., Байракова О.С., Әмірбеков А.А.</i> КӨБІКБЕТОНДЫ АЛУҒА АРНАЛҒАН АЛЮМИНИЙ ҰНТАҒЫНЫҢ (ОПАСЫНЫҢ) ӨНДІРІСІ....	285
<i>Мырзахметов М., Умбетова Ш.М., Мухатова А.К.</i> ТҮСТІ МЕТАЛЛУРГИЯЛЫҚ КӘСІПОРНЫНЫҢ СУДЫ ӨКЕТУ ЖӘНЕ САРҚЫНДЫ СУДЫҢ ҚҰРАМЫ.....	290
<i>Хабиев А.Т., Геблер К., Ланг Г., Селенова Б.С.</i> 2-МЕТОКСИ-НАФТИЛ-ДИФЕРРОЦЕНИЛ-, 2-ТРЕТ-БУТИЛ-ОКСИФЕНИЛ-ДИФЕРРОЦЕНИЛ- ФОСФИНДІ ЖӘНЕ 1,1'-ДИФЕНИЛФОСФИН-ФЕРРОЦЕНДІ ЛИГАНДАЛАРЫ ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ПАЛЛАДИЙ КАТАЛИЗАТОРЛАРЫНЫҢ АКТИВТІЛІГІН ЗЕРТТЕУ.....	296
<i>Курбаниязов С.К., Абдикулова З.К., Пирмаханов Ю.А., Тасболат Б., Койшиева Г.Ж., Акешова М.М., Рахимжанова П.Т.</i> ЛАЙГИПСТІ ТАБИҒИ ШИКІЗАТ РЕТІНДЕ ПАЙДАЛАНА ОТЫРЫП ПОРТЛАНДЦЕМЕНТТІ АЛУДЫҢ ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ НЕГІЗДЕРІ МЕН ТЕХНОЛОГИЯСЫ ТҮЙІНДЕМЕ.....	303
<i>Алтысбаева Б.Е., Абдуллин Х.А., Жумабекова В.Н., Карипханова А.А., Калкозова Ж.К.</i> ЕКІ САТЫЛЫ АНОДТАУ ПРОЦЕСІ АРҚЫЛЫ АЛЫНҒАН НАНОКЕУЕКТІ АЛЮМИНИЙ ОКСИДІНІҢ ҚҰРЫЛЫМЫ.....	310

### Физика-математика ғылымдары

<i>Хасеинов Қ.Ә.</i> АУЫСПАЛЫ КОЭФФИЦИЕНТТЕРІ БАР $N$ ТӘРТІПТІ ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫ ТЕНДЕУЛЕРДІ ШЕШУ.....	315
<i>Хасеинов Қ.Ә.</i> ПАРАМЕТРІ БАР ЖЕЛІЛІК ЕМЕС ШЕККІ ЕСЕП ЖӘНЕ ОНЫҢ ШЕШІМДЕРІНІҢ ТАРМАҚТАЛУЫ.....	320
<i>Нұрғабыл Д.</i> БАСТАПҚЫ СЕКІРІСІ БАР ЕРЕКШЕ АУЫТҚЫҒАН КЕРІ ЕСЕПТІҢ АСИМПТОТИКАЛЫҚ БАҒАМЫ.....	323
<i>Сейтқұлов Е.Н., Боранбаев С.Н., Ташатов Н.Н., Давыдов Г.В., Потапович А.</i> СӨЙЛЕУ МӘЛІМЕТТЕРІН ҚОРҒАУ МӘСЕЛЕСІНІҢ СЫЗЫҚТЫҚ ДИНАМИКАЛЫҚ БАҒДАРЛАМАЛАУ ӘДІСТЕРІ.....	329

### Қоғамдық ғылымдар

*Адамбекова Б.М.*

ТЕХНИКАЛЫҚ ЖОҒАРЫ ОҚУ ОРЫНДАРЫНДА ШЕТ ТІЛДЕРІН ОҚЫТУДЫҢ ЖАҢА МҮМКІНДІКТЕРІ.....	336
--	-----

### Экономика ғылымдары

*Тусупова Л.А., Кашаганова Г.Б., Бакытов Д.Е.*

ЛИЗИНГТІК ОПЕРАЦИЯЛАРДЫҢ ТҮРЛЕРІ ЖӘНЕ МАҢЫЗЫ.....	340
---	-----

*Фурсова Т.В.*

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ИННОВАЦИЯЛЫҚ ДАМУЫНДАҒЫ АКТУАЛДЫ ПРОБЛЕМАЛАР.....	344
--	-----

*Сайғанарова Р.С.*

КЕШЕНДІ ИННОВАЦИЯЛЫҚ МОДЕРНИЗАЦИЯ НЕГІЗІНДЕ ЭКОНОМИКАНЫҢ НАҚТЫ СЕКТОРЫНЫҢ ДАМУЫ.....	350
---	-----

## СОДЕРЖАНИЕ

### Науки о Земле

<i>Байбатша А.Б., Поцелуев А.А., Ананьев Ю.С.</i> АНАЛИЗ И ДЕШИФРИРОВАНИЕ КОСМОСНИМКОВ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ СКРЫТЫХ РУДОКОНТРОЛИРУЮЩИХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ СТРУКТУР.....	3
<i>Наврзуова А.Э., Керейбаева Г.Х.</i> АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ АКВАТОРИЯ КАСПИЙСКОГО МОРЯ.....	8
<i>Курбаниязов С.К., Ходжаев Н.Т., Пирмаханов Ю.А., Тасболат Б., Койишева Г.Ж., Курбаниязов А.К., Акешова М.М.</i> УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ ГЛАУКОНИТА И ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ ВЕРХНЕМЕЛОВЫХ ГЛАУКОНИТОНОСНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В НИЗОВЬЯХ АМУДАРЬИ.....	10
<i>Сактаганов М.Н., Ошакбаев М.Т., Жаксыбаева Г.С.</i> СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА МЕСТОРОЖДЕНИЯ АРЫСКУМ КЫЗЫЛОРДИНСКОЙ ОБЛАСТИ.....	15
<i>Уткелбаев О.М.</i> ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ И ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ РУДНОГО ПОЛЯ ХАРАСАН-2,.....	20
<i>Курбаниязов С.К., Ходжаев Н.Т., Абдикулова З.К., Пирмаханов Б.Тасболат Ю.А., Койишева Г.Ж.</i> ГЕОЛОГИЯ БЕНТОНИТОВЫХ ГЛИН МОЛДЫАГАШ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В БУРОВЫХ РАСТВОРАХ.....	23
<i>Белослюдов О.М., Узбеков Н.Б., Жарасова С.Б., Мусаев Е.М., Узбекова С.Ж., Раймбеков Б.К.</i> ГЕОМАГНИТНЫЕ АНОМАЛИИ НАКАНУНЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ В СЕВЕРНОМ ТЯНЬ-ШАНЕ.....	28

### Технические науки

<i>Бекбаев А.Б., Жалмухамед Е., Утебаев Р.М., Колтун Н.А.</i> ЛАБОРАТОРНАЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ДАТЧИКА ТЕМПЕРАТУРЫ НЕДОСТУПНОЙ ПОВЕРХНОСТИ.....	36
<i>Потанин А.С., Партизан Г., Алиев Б.А.</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЯЗКОУПРУГОГО ПОВЕДЕНИЯ МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ МАТРИЧНЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ ЦЕПИ ПРОИЗВОЛЬНОЙ СТЕПЕНИ СЛОЖНОСТИ.....	43
<i>Шуханова Ж.К., Танашев С.Т.</i> НЕФТЕБИТУМИНОЗНЫЕ ПОРОДЫ – МНОГОКОМПОНЕНТНОЕ СЫРЬЕ.....	50
<i>Жугинисов М.Т., Кушекков Е.К.</i> ВОПРОСЫ ТЕХНОЛОГИИ СПЕЦИАЛЬНЫХ БЕТОНОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЖИДКОГО СТЕКЛА	53
<i>Муканбет к. Эркинай</i> ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ПРОЕКТ МАЛОЭТАЖНОГО ГРАЖДАНСКОГО ЗДАНИЯ С ШАРНИРАМИ ПЛАСТИЧНОСТИ.....	58
<i>Бегимов Т.Б., Кушпанов М.С.</i> ПРИБЛИЖЕННЫЙ МЕТОД КВАНТОВАНИЯ ЭНЕРГИИ ЭЛЕКТРОНА ВОДОРОДОПОДОБНЫХ СИСТЕМ.....	64
<i>Умбетов Е.С., Шоколакова Ш.К.</i> АНАЛИЗ КЛАССИФИКАЦИИ КОНСТРУКЦИЙ МИКРО-ГЭС.....	67
<i>Цеховой А.Ф., Аялбергенова А.Т.</i> АРХИТЕКТУРНЫЙ И ПРОЕКТНЫЙ ПОДХОДЫ К РАЗРАБОТКЕ И ВНЕДРЕНИЮ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В УСЛОВИЯХ АДАПТИВНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ.....	72
<i>Акубаева Д.М., Шевцова В.С., Калдыбаева С.Т., Егемова Ш.</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЕЙ ВНЕШНИХ ТРАНСПОРТНЫХ ШУМОВ С ПОМОЩЬЮ ПРИБОРА «ОКТАВА–101А».....	77
<i>Ахметов Б.С., Харитонов П.Т., Айтимов М.Ж.</i> ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ЦИФРОВОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ РАДИОЧАСТОТНЫХ ДАТЧИКАХ ДЛЯ ИНВАРИАНТНЫХ СИСТЕМ ИЗМЕРЕНИЯ.....	83
<i>Касимова Б.Р., Баксултанов Д.Е.</i> РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В СРЕДЕ LABVIEW.....	87
<i>Омаров С.С., Нысанбаева С.К., Тукибаева М.А., Алджамбекова Г.Т.</i> РАСЧЕТ ДЕФЕКТОВ В КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ РЕШЕТКЕ ПРИ (P,Г) ЯДЕРНОЙ РЕАКЦИИ.....	94
<i>Баймульдин М.К., Абилдаева Г.Б., Сагатбекова М.К., Смагулова А.С.</i> АВТОМАТИЗАЦИЯ БИБЛИОТЕКИ В ВУЗАХ КАЗАХСТАНА.....	97
<i>Ракишев Б.Р., Ракишева З.Б., Ауезова А.М., Дауренбекова А.Н.</i> РЕГРЕССИОННЫЕ МОДЕЛИ РАЗНОБЛОЧНЫХ МАССИВОВ ПОРОД.....	104

<i>Шоланов Қ.С Хабай А.</i>	
ПРОЕКТИРОВАНИЕ МАНИПУЛЯТОРА, СЛУЖАЩЕГО НОГОЙ ШАГАЮЩЕГО РОБОТА.....	110
<i>Санкабаева А.Н., Ахмад Н.С., Курбанова Г.В., Керейбаева Г.Х., Сакиева З.Ж., Калыбаева А.М.</i>	
ВЛИЯНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ФАКТОРОВ Г.АЛМАТЫ НА РОСТ И МАССУ ТЕЛА ШКОЛЬНИКОВ....	115
<i>Сулейменов Б.А, Сугурова Л., Войцик В., Сулейменов А.Б.</i>	
КОНЦЕПЦИЯ СОЗДАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И ОПЕРАТИВНОЙ ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ.....	120
<i>Алтай Е.А., Азелханов А.К.</i>	
ФОРМИРОВАНИЕ И ОБРАБОТКА НАВИГАЦИОННОГО СИГНАЛА.....	131
<i>Wójcik W., Сулейменов Б.А., Шадрин Г.К., Шадрин М.Г., Порубов Д.А.,</i>	
СИСТЕМА ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ДИЗЕЛЬНОЙ АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКОЙ НА ПРИМЕРЕ КАРЬЕРНОГО АВТОТРАНСПОРТА.....	135
<i>Кушнир В.Г.</i>	
ОБОСНОВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВНОЙ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ВОДОПОДЪЕМНОГО АГРЕГАТА.....	143
<i>Кожжахмет К. Т., Атымтаева Л.Б.</i>	
ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ РАЗРАБОТКИ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ В ОБЛАСТИ АУДИТА ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ.....	149
<i>Шакиржан Е.</i>	
ПРОВЕДЕНИЕ ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ (ЭКОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ) ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИИ.....	155
<i>Кулдеева А.А., А.Ж. Кинтонова</i>	
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ОБУЧАЮЩИЕ ПРОГРАММЫ И КРИТЕРИИ КАЧЕСТВА.....	160
<i>Генбач А. А., Жамбыл Г. Ж.</i>	
ПРЕДЕЛЬНЫЕ ТЕРМИЧЕСКИЕ НАПРЯЖЕНИЯ ПРИ ПЕРЕХОДНЫХ РЕЖИМАХ ТУРБИНЫ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ.....	164
<i>Дуаметулы Б., Кусаинов С. К.</i>	
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ТЕЛА.....	170
<i>Базылов Ж.Ж., Газизов О.Г., Жусупов А.Т.</i>	
САМОНАКЛАД - РАСКРЫВАТЕЛЬ ТЕТРАДЕЙ НИТКОШВЕЙНОЙ МАШИНЫ.....	174
<i>Алменов Т.М., Абшаяков Е.Б., Баймолла О.</i>	
ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА И ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НАБРЫЗГБЕТОННОЙ КРЕПИ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ.....	177
<i>Увалиева И.М., Смаилова С.С., Турганбаев Е.М.</i>	
РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ АНАЛИЗА ДАННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СТАТИСТИКИ ДЛЯ МОНИТОРИНГА КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАНИЯ.....	181
<i>Кусаинов С. К. , Дуаметулы Б.</i>	
ЯДЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	190
<i>Кожжахмет К.Т.</i>	
РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ В ОБЛАСТИ АУДИТА ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ.....	193
<i>Акубаева Д.М., Шевцова В.С., Калдыбаева С.Т.</i>	
СПОСОБЫ СНИЖЕНИЯ ШУМА ЗА СЧЕТ СПЕЦИАЛЬНЫХ ПОЛОС ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ.....	204
<i>Украинец В.Н., Гирни С.Р., Ахметжанова М.М.</i>	
ВЛИЯНИЕ РАДИУСА ТОННЕЛЯ МЕЛКОГО ЗАЛОЖЕНИЯ НА ДИНАМИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ МАССИВА ПРИ ДЕЙСТВИИ ТРАНСПОРТНЫХ НАГРУЗОК.....	209
<i>Кубекова В.К.</i>	
СОЗДАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ОПОРНО-ИНФОРМАЦИОННОГО ЦЕНТРА НА ОСНОВЕ АЦУП.....	215
<i>Мырзахметов М.М., Оспанов К.Т., Халхабай Б.</i>	
РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ИЛОВЫХ ПЛОЩАДОК СТАНЦИЙ АЭРАЦИИ Г.АЛМАТЫ НА ПРИЛЕГАЮЩИЕ ТЕРРИТОРИИ.....	219
<i>Утепов Е.Б., Копычински Д., Мадиджанова А.Т., Малгаждарова М.К.</i>	
ВЛИЯНИЕ КОВКИ И НОРМАЛИЗАЦИИ НА ЗВУКОИЗЛУЧЕНИЕ СТАЛЕЙ.....	223
<i>Утепов Е.Б., Копычински Д., Мадиджанова А.Т., Малгаждарова М.К.</i>	
ХАРАКТЕРИСТИКИ ВНУТРЕННЕГО ТРЕНИЯ ДЕМПФИРУЮЩИХ СПЛАВОВ.....	228
<i>Генбач А.А., Исламов Ф.А.</i>	
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЗАДЕВАНИЯ РОТОРА ТУРБИНЫ.....	235
<i>Искаков С.Т., Ермекбаев П.А.</i>	
ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛОЖЕНИЙ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА ДЛЯ РАЗРАБОТКИ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ.....	240
<i>Дараев А.М., Алферов А.Н.</i>	
СИСТЕМЫ СЛЕЖЕНИЯ ЗА СОЛНЦЕМ ДЛЯ ГЕЛИОЭНЕРГЕТИКИ.....	245

<i>Калимолдаев М.Н., Мамырбаев О.Ж., Мусабаев Р.Р., Оразбеков Ж.Н.</i> АВТОМАТИЧЕСКАЯ СЕГМЕНТАЦИЯ РЕЧИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНФОРМАЦИИ О СРЕДНЕЙ ЧАСТОТЕ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ УРОВНЕЙ.....	259
<i>Дараев А.М., Алферов А.Н.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТЕРЬ ЭНЕРГИИ ФОТОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ СОЛНЕЧНОЙ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ.....	257
<i>Богданович С.В., Озерной В.А.</i> АЛГОРИТМ РАСЧЕТА ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ, ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ МЕСТНЫЕ ВАГОНПОТОКИ В УЗЛАХ.....	261
<i>Дунаев Р., Жакупов Т., Шукралиев М., Толегенова А., Акмалаев К.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НА КАЧЕСТВО ЦИФРОВОГО ТВ ИЗОБРАЖЕНИЯ СОСТОЯНИЯ МЕСТА СОЕДИНЕНИЙ И СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ - ШНУРЫ ВИТОЙ ПАРЫ НА МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ IP.....	266
<i>Аканов Х.Г., Мухтарова М.Н., Нурмуханова А.З., Нурсейтова А.К., Ермаганбетова С.Д.</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА.....	272

### Химико-металлургические науки

<i>Хабиев А.Т., Геблер К., Ланг Г., Селенова Б.С.</i> ИЗУЧЕНИЕ АКТИВНОСТИ ПАЛЛАДИЕВЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ С 2-МЕТОКСИФЕНИЛ-ДИФЕРРОЦЕНИЛ- И МЕТОКСИФЕНИЛ-ДИФЕРРОЦЕНИЛ-ФОСФИНОВЫМИ ЛИГАНДАМИ.....	277
<i>Мозговых Г.Я., Байракова О.С., Әмірбеков А.А.</i> ПРОИЗВОДСТВО АЛЮМИНИЕВОГО ПОРОШКА (ПУДРЫ) ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПЕНОБЕТОНА.....	285
<i>Мырзахметов М., Умбетова Ш.М., Мухатова А.К.</i> ВОДООТВЕДЕНИЕ И СОСТАВ СТОЧНЫХ ВОД ПРЕДПРИЯТИЙ ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ.....	290
<i>Хабиев А.Т., Геблер К., Ланг Г., Селенова Б.С.</i> ИЗУЧЕНИЕ АКТИВНОСТИ ПАЛЛАДИЕВЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ С 2-МЕТОКСИ-НАФТИЛ-ДИФЕРРОЦЕНИЛ-, 2-ТРЕТ-БУТИЛ-ОКСИФЕНИЛ-ДИФЕРРОЦЕНИЛ-ФОСФИНОВЫМИ И 1, 1'-ДИФЕНИЛФОСФИН-ФЕРРОЦЕНОВЫМИ ЛИГАНДАМИ.....	296
<i>Курбаниязов С.К., К.Абдикулова З., Пирмаханов Ю.А., Тасболат Б., Койшиева Г.Ж., Акешова М.М., Рахимжанова П.Т.</i> ФИЗИКО – ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИРОДНОГО СЫРЬЯ – ГЛИНОГИПСА.....	303
<i>Алтысбаева Б.Е., Абдуллин Х.А., Жумабекова В.Н., Карипханова А.А., Калкозова Ж.К.</i> СТРУКТУРА ПЛЕНОК НАНОПОРИСТОГО ОКСИДА АЛЮМИНИЯ, ПОЛУЧЕННЫХ В ПРОЦЕССЕ ДВУСТАДИЙНОГО АНОДИРОВАНИЯ.....	310

### Физико-математические науки

<i>Хасеинов К.А.</i> РЕШЕНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ $N$ -ГО ПОРЯДКА С ПЕРЕМЕННЫМИ КОЭФФИЦИЕНТАМИ.....	315
<i>Хасеинов К.А.</i> НЕЛИНЕЙНАЯ ГРАНИЧНАЯ ЗАДАЧА С ПАРАМЕТРОМ И ВЕТВЛЕНИЕ ЕЕ РЕШЕНИЙ.....	320
<i>Нургабыл Д.Н.</i> АСИМПТОТИЧЕСКИЕ ОЦЕНКИ РЕШЕНИЯ СИНГУЛЯРНО ВОЗМУЩЕННОЙ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ С НАЧАЛЬНЫМ СКАЧКОМ.....	323
<i>Сейткулов Е.Н., Боранбаев С.Н., Ташатов Н.Н., Давыдов Г.В., Потапович А.</i> МЕТОДЫ ЛИНЕЙНОГО И ДИНАМИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ В ЗАДАЧАХ ЗАЩИТЫ РЕЧЕВОЙ ИНФОРМАЦИИ.....	329

### Общественные науки

<i>Адамбекова Б.М.</i> E-LEARNING - НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ В ОБУЧЕНИИ ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ.....	336
--	-----

### Экономические науки

<i>Тусупова Л.А., Кашаганова Г.Б., Бакытов Д.Е.</i> СУЩНОСТЬ И ВИДЫ ЛИЗИНГОВЫХ ОПЕРАЦИЙ.....	340
<i>Фурсова Т.В.</i> АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН.....	344
<i>Сайгапарова Р.С.</i> РАЗВИТИЕ РЕАЛЬНОГО СЕКТОРА ЭКОНОМИКИ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНОЙ ИННОВАЦИОННОЙ МОДЕРНИЗАЦИИ.....	350



## CONTENTS

### Earth sciences

<i>Baibatsha A.B., Poceluyev A.A., Ananov Y.S.</i> INFORMATION ABOUT AUTHORS ANALYSIS AND INTERPRETATION OF SATELLITE IMAGES TO IDENTIFY THE HIDDEN ORE-CONTROLLING GEOLOGICAL STRUCTURES.....	3
<i>Navruzova A.E., Kereibayeva G.Kh.</i> ANALYSIS OF THE ENVIRONMENTAL SITUATION OF THE CASPIAN SEA.....	8
<i>Kurbaniyazov S.K., Khodjaev N.T., Pirmahanov U.A., Tasbolat B., Koishyeva G.J., Kurbaniyazov A.K., Akesheva M.M.</i> CONDITIONS OF FORMATION OF GLAUKONIT AND LAWS OF PLACING OF VERHNEMEL GLAUKONITUS ADJOURNMENT OF LOWER REACHES OF AMUDARYA.....	10
<i>Saktaganov M.N., Oshakbaev M.T., Jaksybaeva G.S.</i> THE CURRENT STATE OF THE SOIL COVER ARYSKUM KYZYLORDA REGION.....	15
<i>Utkelbayev O.M.</i> THE ROLE OF NORTH KHARASAN ORE ZONE'S HYDROLOGICAL AND GEOLOGICAL PROPERTIES OF ORE RESEARCH.....	20
<i>Kurbaniyazov S., Khodzhayeva N., Abdikulova Z., Pirpakistanov Yu., Tasbulat B., Koyishiyeva G.</i> GEOLOGY OF BENTONITES CLAYS OF MOLDYAGASH AND THEIR APPLICATION IN CHISEL SOLUTIONS .....	23
<i>Beloslyudtsev O.M., Uzbekov N.B., Zharasova S.B., Musaev E.M., Uzbekova S.Zh., Raymbekov B.K.</i> GEOMAGNETIC ANOMALIES ON THE EVE EARTHQUAKES IN THE NORTHERN TIEN-SHAN.....	28

### Technical sciences

<i>Bekbaev A.B., Zhalmukhamed E., Utebaev R.M., Koltun N.A.</i> LABORATORY EXPERIMENTAL EQUIPMENT FOR TESTING INTELLIGENT SENSOR OF TEMPERATURE ON INACCESSIBLE SURFACE.....	36
<i>Potanin A., Partisan G., B.Aliyev</i> MODELING OF THE VISCOELASTIC BEHAVIOR OF A MATERIAL ON THE BASIS OF MATRIX REPRESENTATIONS OF MECHANICAL CHAIN OF DEGREE OF COMPLEXITY.....	43
<i>Shuhanova Zh.K. Tanashev S.T.</i> NEFTEBITUMINOZNYE BREED OF MULTI-COMPONENT MATERIALS.....	50
<i>Zuginisov M.T., Kushekov E.K.</i> STATE-OF SPECIAL CONCRETE TECHNOLOGY USING LIQUID GLASS.....	53
<i>Mukanbet Erkinay</i> EKSPERIMENTALNY DESIGN OF LOW-RISE BUILDINGS WITH CIVIL HINGES PLASTICITY.....	58
<i>Begimov T.B. Kushpanov M.S.</i> APPROXIMATE METHOD OF ENERGY QUANTIZATION OF ELECTRON OF THE HYDROGEN- LIKE SYSTEMS.....	64
<i>Umbetov E., Shokolakova Sh.</i> STRUCTURAL ANALYSIS OF CLASSIFICATION OF MICRO HYDRO ELECTRICAL POWER STATIONS.....	67
<i>Tsekhovoy A.F., Ayapbergenova A.T.</i> ARCHITECTURAL AND PROJECT APPROACHES TO DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF INFORMATION SYSTEMS IN THE CONDITIONS OF THE ADAPTIVE ENTERPRISE.....	72
<i>Akubayeva D.M., Shevtsova V.S., Kaldybaeva S.T., Egemova Sh., B.</i> DEFINITION OF LEVELS OF EXTERNAL TRANSPORT NOISE BY MEANS OF THE OCTAVE-101A DEVICE.....	77
<i>Akhmetov B.S., Haritonov P.T., Aitimov M.Zh.</i> APPLICATION OF DIGITAL RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION IN INTELLIGENT SENSOR FOR MEASUREMENT OF INVARIANT.....	83
<i>Kasimova B.R., Baxultanov D.Y.</i> DEVELOPMENT OF INFORMATION SYSTEM AIR POLLUTION BY USING LABVIEW.....	87
<i>Omarov S.S., Nysanbayeva S.K., Tukibayeva M.A., Aldzhambekova G.T.</i> CALCULATION OF DEFECTS IN CRYSTAL LATTICE AT THE (P,T) NUCLEAR REACTIONS.....	94
<i>Baymuldin M.K., Abildaeva G.B., Sagatbekova M.K., Smagulova A.S.</i> AUTOMATION LIBRARIES OF KAZAKHSTAN'S UNIVERSITIES.....	97
<i>Rakishev B.R., Rakisheva Z.B., Auezova A.M., Daurenbekova A.N.</i> REGRESSION MODELS OF THE ROCK MASSIF WITH DIFFERENT BLOCS.....	104

<i>Sholanov K.S., Habay.A</i> PLANNING OF MANIPULATOR OFFICE WORKER BY THE LEG OF STEPPING ROBOT, TO WORK OUT A MANAGEMENT BY MEANS OF НЕЙРОСЕТЕЙ.....	110
<i>Sankabayeva A.N., Akhmad N.C., Kurbanova G.V., Kereibayeva G.H., Sakiyeva Z.J., Kalybayeva A.M.</i> DEPENDENCE OF THE LENGTH AND BODY WEIGHT OF CHILDREN UPON TECHNOLOGICAL FACTORS OF ALMATY.....	115
<i>Suleimenov B., Sugurova L., Waldemar Wójcik, Suleimenov A.</i> CONCEPT OF CREATING AN INTELLIGENT SYSTEM FOR CONTROL AND OPERATIONAL DIAGNOSTICS OF TECHNOLOGICAL EQUIPMENT CONDITION.....	120
<i>Altai E.A., Azelhanov A.K.</i> FORMATION AND NAVIGATION SIGNAL SURFACING.....	131
<i>Wójcik W., Сулейменов Б.А., Шадрин Г.К., Шадрин М.Г., Порубов Д.А.,</i> OPTIMAL CONTROL SYSTEM OF DIESEL AUTOMOTIVE ENGINEERING BY EXAMPLE OF OPEN PIT MOTOR TRANSPORT.....	135
<i>Kushnir V.G.</i> JUSTIFICATION PROMISING STRUCTURAL AND TECHNOLOGICAL SCHEME OF WATER- LIFTING MACHINE.....	143
<i>Kozhakhmet K.T., Atymtaeva L.B.</i> CORE METHODS OF DEVELOPMENT PLATFORM FOR EXPERT SYSTEM FOR AUDIT OF INFORMATION SECURITY.....	149
<i>Shakirzhan Y.</i> CARRYING OUT ECOLOGICAL AND GEOLOGICAL (ECOLOGICAL AND GEOPHYSICAL) SURVEY IN THE OPERATION OF OIL AND GAS FIELD.....	155
<i>Kuldeeva A.A., Kintonova A.Ж.</i> INTELLECTUAL TRAINING PROGRAMS AND QUALITY CRITERIA.....	160
<i>Genbach A., Zhambyl G.</i> LIMITING THERMAL STRESSES DURING TRANSIENTS TURBINE POWER PLANTS.....	164
<i>Duametuly B., Kusainov S.K.</i> MATHEMATICAL MODELS THE MOVEMENT OF OBJECTS.....	170
<i>Bazylov ZH.ZH., Gazizov O.G., Zhusupov A.T.</i> FEEDER - A DISCLOSURE NOTEBOOKS SEWING MACHINE.....	174
<i>Almenov T.M., Abshayakov E.B., Baimolla O.</i> WAYS TO IMPROVE THE QUALITY AND EFFICIENCY OF SHOTCRETE LINING IN THE CONSTRUCTION OF UNDERGROUND STRUCTURES.....	177
<i>Uvalieva I.M., Smailova S.S., Turganbaev E.M.</i> DEVELOPMENT OF MODELS FOR EDUCATION STATISTICS DATA MINING TO MONITOR THE QUALITY OF EDUCATION.....	181
<i>Kussainov S. K., Duametuly B.</i> NUCLEAR TECHNOLOGY.....	190
<i>Kozhakhmet K.T.</i> DEVELOPMENT OF EXPERT SYSTEM IN THE AREA OF AUDIT OF INFORMATIONAL SAFETY... <i>Akubayeva D.M., Shevtsova V.S., Kaldybaeva S.T.</i>	193
WAYS OF DECREASE IN NOISE AT THE EXPENSE OF SPECIAL STRIPS OF GREEN PLANTINGS. <i>Ukrainets V., Girni S., Akhmetzhanova M.</i>	204
INFLUENCE OF РАДІУСА SUBSURFACE OF TUNNEL RADIUS ON DYNAMIC BEHAVOUIR OF MASSID AT THE INFLUENCE OF TRANSPORTATION LOADS .....	209
<i>Kubekova V.K.</i> CREATION OF THE AUTOMATED TECHNOLOGY OF SUPPORTING INFORMATION CENTRE ON THE BASIS OF THE ACCT.....	215
<i>Myrzakhmetov M. M., Ospanov K.T., Khalkhabay B.</i> RESULTS OF STUDIES OF THE EFFECT OF SLUDGE BEDS AERATION STATIONS IN ALMATY ON ADJACENT TERRITORIES.....	219
<i>Uteпов E.B., Kopychinsky D., Madizhanova A.T., Malgazhdarova M.K.</i> INFLUENCE OF FORGING AND NORMALIZATION ON SOUND GENERATION OF THE STALY....	223
<i>Uteпов E.B., Kopychinsky D., Madizhanova A.T., Malgazhdarova M.K.</i> CHARACTERISTICS OF INTERNAL FRICTION OF DAMPING ALLOYS.....	228
<i>Genbach A.A., Islamov F.A.</i> MODELING THE PROCESS OF TOUCHING TURBINES ROTOR.....	235
<i>Iskakov S., Yermekbayeva P.</i> USAGE OF STATED OF SYSTEM PRINCIPLE FOR THE DEVELOPMENT OF COMPLICATED TECHNICAL SYSTEMS .....	240
<i>DaraevA., Alferov A.</i> SUN TRACKING SYSTEM FOR SOLAR ENERGY.....	245

<i>Kalymoldayev M.N., Mamyrbayev O.J., Musabayev R.R., Orazbekov J.N.</i>	
AUTOMATIC SPEECH SEGMENTATION USING LABEL CROSS RATE INFORMATION.....	259
<i>Daraev A., Alferov A.</i>	
RESEARCH OF LOSSES OF ENERGY OF THE PHOTOCONVERTER OF SOLAR PHOTO-ELECTRIC STATION.....	257
<i>Bogdanovich S.V., Ozernoi D.A.</i>	
ALGORITHM FOR CALCULATING THE OPTIMAL PARAMETERS OF THE TRANSPORT SYSTEM OF PROCESSING HUBS IN LOCAL TRAFFIC VOLUMES.....	261
<i>Dunayev P., Zhakupov T., Shukraliev M., Tolegenova A., Akmalayev K.</i>	
RESEARCH OF INFLUENCE ON QUALITY OF DIGITAL TV OF THE IMAGE OF A CONDITION OF PLACES OF CONNECTIONS AND PATCH – CORDS OF TWISTED PAIR CABLES ON A MULTISERVICE IP NETWORK.....	266
<i>Akanov H.G., Mukhtarova M.N., Nurmukhanova A.Z., Nurthisva A.K., Ermaganbetova S.D.</i>	
ANALYSIS OF THE DEFINITION OF DURABILITY OF CONCRETE	272

#### Chemico-metallurgical sciences

<i>Khabyeyev A.T., Gebler Ch., Lang H., Selenova B.S.</i>	
INVESTIGATION OF THE ACTIVITY OF PALLADIUM CATALYSTS WITH 2-METOXY-PHENYL-DIPHEROCCENYL- AND METOXY-PHENYL-DIPHEROCCENYL-PHOSPHIN LIGANDS.....	277
<i>Mozgovykh G.Y., Bayrakova O.S., Amirbekov A.A.</i>	
PRODUCTION OF ALUMINUM POWDER FOR FOAM CONCRETE.....	285
<i>Myrzahmetov M., Umbetova SH.M., Muhatova A.K.</i>	
CHANNELOUT AND COMPOSITION OF WASTE WATER ENTERPRISE OF NONFERROUS METALLURGY .....	290
<i>Khabyeyev A.T., Gebler Ch., Lang H., Selenova B.S.</i>	
INVESTIGATION OF THE ACTIVITY OF PALLADIUM CATALYSTS WITH 2-METOXY-NAPHTYL-DIFEROCCENYL-, 2-TERT-BUTYL-OXYPHENYL-DIFEROCCENYL-PHOSPHIN AND 1, 1'-DIPHENYL-PHOSPHIN-FERROCEN LIGANDS.....	296
<i>Kurbaniyazov S., Abdikulova Z., Pirmakhanov Yu., Tasbolat B., Koyishiyeva G., Akeshova M., Rakhimzhanova P.</i>	
PHYSICAL - CHEMICAL PRINCIPLES AND TECHNOLOGY OF CEMENT WITH THE USE OF NATURAL RESOURCES – GLAYGYPSUM.....	303
<i>Alpysbayeva B.E., Abdullin Kh.A., Zhumabekova V.N., Karipkhanova A.A., Kalkozova Zh.K.</i>	
THE STRUCTURE OF NANOPOROUS ALUMINA FILM OBTAINED BY TWO-STAGE ANODIZATION PROCESS.....	310

#### Physico-mathematical sciences

<i>Khasseinov K.A.</i>	
REDUCTION OF THE N-TH ORDER DIFFERENTIAL EQUATIONS WITH VARIABLE COEFFICIENT.....	316
<i>Khasseinov K.A.</i>	
NONLINEAR BOUNDARY VALUE PROBLEM WITH A PARAMETER AND RAMIFICATION OF ITS SOLUTIONS.....	321
<i>Nurgabul D.N.</i>	
ASYMPTOTIC ESTIMATES SOLUTIONS OF SINGULAR PERTURBED RETURN PROBLEM WITH INITIAL JUMP.....	324
<i>Seitkulov Y., Boranbayev S., Tashatov N., Davydov G., Potapovich A.</i>	
METHODS OF LINEAR AND DYNAMIC PROGRAMMING IN PROTECTING SPEECH INFORMATION PROBLEMS.....	330

#### Social sciences

<i>Adambekova B.</i>	
E-LEARNING - NEW POSSIBILITIES IN LEARNINIG OF FOREIGN LANGUAGE IN TECHNICAL UNIVERSITY .....	336

#### Economical sciences

<i>Tusupova L.A., Kashaganova G.B., Bakytov D.E.</i>	
ESSENCE AND TYPES OF LEASING OPERATIONS.....	340
<i>Fursova T.V.</i>	
ACTUAL PROBLEMS OF INNOVATIVE DEVELOPMENT OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN.	344
<i>Saigaparova R.S.</i>	
DEVELOPMENT OF REAL SECTOR OF ECONOMICS ON THE BASIS OF COMPREHENSIVE INNOVATIVE MODERNIZATION.....	350

Редакторы:  
*Н.Ф. Федосенко*

Верстка на компьютере:  
*Л.Т. Касжанова*  
*Д.Ш. Тажиева*  
*А.Б. Аршиова*

Подписано в печать 27.11.2013 г.  
Формат 60x84 <sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Усл. п.л 23,0.  
Тираж 500 экз. Заказ № 32.

Адрес редакции:  
ул. Сатпаева, 22, КазНТУ каб. 904, тел. 292-63-46  
Отпечатано в Учебно-издательском центре  
Казахского национального технического университета имени К.И. Сатпаева