ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

# ҚазҰТЗУ ХАБАРШЫСЫ

# ВЕСТНИК КазНИТУ

# VESTNIK KazNRTU

№ 1 (131)

АЛМАТЫ 2019 ЯНВАРЬ

**ISSN 1680-9211**

*Главный редактор*
**И. К. Бейсембетов – ректор**

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

*Отв. секретарь*
**Н.Ф. Федосенко**

***Редакционная коллегия:***

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

***Учредитель:***

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И. Сатпаева

***Регистрация:***

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

**Основан в августе 1994 г. Выходит 6 раз в год**

***Адрес редакции:***

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

© КазНИТУ имени К.И. Сатпаева, 2019

# • НАУКИ О ЗЕМЛЕ

УДК 622.882;574.3

**[1]N.Z. Akhtayeva, [1]A.S. Nurmakhanova, [2]K. Usen, [3]Y. Zhakypbek, [1]B. Osmonali, [1]M.B. Esenalieva, [1]A.G. Moldabayeva**
([1]Al-Farabi Kazakh National University, [2]Institute of Botany and Phyto-Production
[3]Satbayev University, moldir_09@mail.ru, akhtaeva@mail.ru)

## STUDY OF QUALITY AND QUANTITATIVE COMPOSITION OF SOIL OF DISTURBED LANDS DURING THE DEVELOPMENT OF THE MINERAL DEPOSITS

**Abstract.** Open mining in the development of mineral deposits are a major factor in the disturbance of natural landscapes. Rodnikovoye field, which is being developed by the open method, is located in the northern part of the territory of the Kokpekty district of the East Kazakhstan region. The article presents the analysis of the content of heavy metals in the soils of the Spring field. It was found that the soil environment of the Spring field dump is contaminated with copper and lead. Extremely dangerous Cd is found in low concentrations, but exceeds the control.

**Key words:** heavy metals (HM), lead, cadmium, zinc, copper and iron, environmental pollution.

**[1]Н.З. Ахтаева, [1]А.С. Нурмаханова, [2]К. Усен, [3]Ы. Жакыпбек, [1]Б. Осмонали, [1]М.Б. Есеналиева, [1]Ә.Ғ. Молдабаева, [1]А.Н. Құрал**
([1]Казахский национальный университет имени аль-Фараби, [2]Институт ботаники и фитоинтродукции
[3]Сәтбаев Университеті, moldir_09@mail.ru, akhtaeva@mail.ru)

## ИЗУЧЕНИЕ КАЧЕСТВЕННОГО И КОЛИЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА ПОЧВ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

**Аннотация.** Открытые горные работы при освоении месторождений полезных ископаемых являются основным фактором нарушения природных ландшафтов. Разрабатываемое открытым способом месторождение Родниковое расположено в северной части территории Кокпектинского района Восточно-Казахстанской области. В статье приведен анализ содержания тяжелых металлов в почвах месторождения «Родниковое». Установлено, что почвенная среда отвала месторождения «Родниковое» загрязнена медью и свинцом. Крайне опасный Cd обнаружен в малых концентрациях, но превышает контроль.

**Ключевые слова:** тяжелые металлы (ТМ), свинец, кадмий, цинк, медь и железо, загрязнение окружающей среды.

**Введение.** Загрязнение почв, растений и вод тяжелыми металлами в крупных городах и их окрестностях стало одной из наиболее актуальных экологических проблем. В настоящее время неотъемлемой частью экологических проблем, связанных с охраной окружающей среды, стало изучение загрязнения компонентов биосферы, в том числе почвы и растений, тяжелыми металлами, которые наносят существенный вред агроценозам. В настоящее время проблема загрязнения почв техногенных и сельскохозяйственных территорий тяжелыми металлами является актуальной.

Тяжелые металлы (ТМ) уже сейчас занимают второе место по степени опасности, уступая пестицидам и значительно опережая такие широко известные загрязнители, как двуокись углерода и серы. В перспективе они могут стать более опасными, чем отходы атомных электростанций и твердые отходы. Загрязнение ТМ связано с их широким использованием в промышленном производстве. В связи с несовершенными системами очистки ТМ попадают в окружающую среду, в том числе и в почву, загрязняя и отправляя ее. ТМ относятся к особым загрязняющим веществам, наблюдения за которыми обязательны во всех средах.

Тяжелые металлы занимают одно их лидирующих мест среди всех загрязнителей окружающей среды. Многие представители данной группы веществ, такие как свинец, медь, цинк, кадмий, даже в очень малых количествах, способны вызывать иммунологические, онкологические и другие виды за-

болеваний. В результате исследований проводимых учеными разных стран доказано, что около 70 % тяжелых металлов поступает с продуктами питания в организм человека [1]. Растениеводческая продукция, выращенная на таких территориях, накапливает тяжелые металлы в концентрациях выше предельно-допустимых концентраций (ПДК) и максимально допустимых уровней (МДУ). Цинк, свинец и кадмий относительно легкодоступны для растений, поэтому именно для этих элементов наиболее высоки риски накопления в опасных концентрациях [2].

При поступлении больших количеств тяжелых металлов (ТМ) в почву её биологические, химические и физические свойства заметно меняются, что ведет к ухудшению почвенного плодородия [3]. Помимо этого, тяжелые металлы прямо воздействуют на растения и, поступая в них, нарушают обмен веществ, снижают их продуктивность и качество продукции. О влиянии загрязнения на свойства почв известно много исследований. Некоторые авторы указывают на снижение биологической активности почв [4]. Тяжелые металлы концентрируются в самом верхнем слое почвы[6].

Широко исследуются приемы фиторемедиация загрязненных почв. Фиторемедиация является одним из способов восстановления почв, загрязненных тяжелыми металлами. Она основывается на способности растений поглощать из почвы в значительных количествах некоторые загрязняющие вещества. Затем эти растения подвергаются утилизации или захоронению. Фиторемедиация предполагает тщательный подбор растений – фиторемедиантов, которые должны быть толерантными к загрязнениям, формировать урожайную фитомассу, обеспечивающую активный вынос токсикантов [7, 8, 9, 10].

Было изучено естественное зарастание нарушенных земель в Восточно-Казахстанской области. Установлено, что процесс естественного возобновления на вскрышных отвалах, скальных породах и фитотоксичных грунтах в течение многих десятков лет не обеспечивает восстановление растительности, поэтому необходимо ускорить его путем искусственной фитомелиорации [7]. При изучении состояния и разработки методов фитомелиорации отвалов Рудника открытых работ Зыряновского свинцового комбината выявлено, что на первом этапе биологической рекультивации более эффективно в качестве фитомелиорантов использование многолетних трав, особенно бобовых, способных быстро закреплять и обогащать субстрат азотом [11].

В условиях Восточного Казахстана в молодых почвах техногеннных ландшафтов интенсивное накопление гумуса происходит в первые 10-20 лет, затем наступает период замедления процессов гумусонакопления, гумусообразования и гумификации, идёт медленная транс формация гумусовых веществ почвы [12].

Проведены исследования почв Тишинского месторождения через 27 лет после рекультивации. Отмечено, что на фитотоксичных отвалах некоторые древесно-кустарниковые породы выпали. На рекультивированных участках в насыпных почвогрунтах идет первичный процесс почвообразования. Накопление гумуса в верхнем слое свидетельствует о первичном почвообразовательном процессе. Содержание гумуса в нижнем горизонте выше, чем в верхнем, что свойственно в условиях рекультивации с нанесением почвогрунтов на поверхность отвала. Таким образом, на ранее рекультивированном фитотоксичном отвале. Тишинского месторождения идут первичные процессы почвообразования. На рекультивированных участках идет медленное накопление гумуса в почвогрунтах, в черноземном слое количество гумуса уменьшилось, так как за период рекультивации насыпная черноземная почва деградировалась. О начальных признаках процессов почвообразования свидетельствует и гранулометрический состав формирующейся молодой почвы [13].

Впервые получены данные о составе и особенностях флоры и растительности на отвалах железорудной промышленности в условиях степной зоны Северного Казахстана. Выявлены закономерности формирования фитоценозов на отвалах в зависимости от возраста отвалов и состава грунта. На основания выполненного автором обследования дана оценка результатов ранее осуществленных (1982-1987гг.) опытов по рекультивации отвалов [14, 15].

Целью нашей работы является изучение качественного и количественного содержание тяжелых металлов в почвах месторождения «Родниковое»

**Объекты и методы исследования.** Отобранные пробы почвы хранились в сухом и прохладном месте до проведения лабораторных анализов в стационарных условиях. Пробы отбиралось на пробной площадке из одного слоя методом конверта, по диагонали, каждая проба представляла собой часть почвы, типичной для генетических горизонтов данного типа почвы. Количество точечных проб соответствует ГОСТ 30178. Многоэлементный анализ проб почвы проводился согласно методам международного стандарта в лаборатории АО «Алматинский технологический Университет» с использованием атомно-абсорбционной спектрометрии.

**Результаты и обсуждение.** Впервые проведено определение содержания тяжелых металлов в почвах на территории месторождения «Родниковое». Участок Белая Горка месторождения Родниковое в административном отношении расположен в северной части территории Кокпектинского района (на границе с Жарминским районом) Восточно-Казахстанской области. Через восточную часть участка работ проходит асфальтированное шоссе, соединяющее областной центр г. Усть-Каменогорск с районными центрами юго-востока области. Расстояние по шоссе на северо-запад до районного центра с. Георгиевка – 58 км, а на юго-восток до районного центра с. Кокпекты – 40 км.

Нами во время экспедиционного выезда проведено экологическое обследование территории месторождения «Родниковое» в начале июня 2018 года. В условиях нарастающего антропогенного прессинга на земельные угодья отмечается неуклонное ухудшение их экологического состояния. На территории месторождения «Родниковое» сосредоточено большое количество отвалов, прежде всего песка, известняка и глиногипса. Разработка карьеров оказывает техногенное воздействие на окружающие природные комплексы сухостепной зоны, вызывая нарушение естественного развития биогеоценозов, изменяя интенсивность биологического круговорота, характер почвообразующих процессов и структуру растительных сообществ. Основным источником техногенного рассеивания тяжелых металлов являются техногенные потоки процессов открытой разработки месторождений

Полевые работы по отбору проб почв проводились в непосредственной близости от отвалов месторождения «Родниковое». Объектами исследования является почвы месторождения «Родниковое» Восточно-Казахстанской области. Анализ данных по почвам Восточно-Казахстанской области в месторождения «Родниковое» позволил установить основные факторы, влияющие на степень их экологической нарушенности, выявить преобладающие виды загрязнения почв.

ТМ находятся в почве в виде различных химических соединений. Знание количественного и качественного состава ТМ в почвах необходимо для решения различных вопросов научного и практического значения. В почва отвала месторождения «Родниковое» на содержание ТМ оказало влияние длительность эксплуатации отвалов. В настоящее время по степени опасности, темпам и объемам техногенного поступления одно из первых мест среди загрязнителей занимают тяжелые металлы, опережая пестициды, двуокись углерода, серы, промышленные и бытовые отходы. Наши исследования показали, что в почве находится основная масса ТМ - свинец, кадмий, цинк, медь и железо (таблица 1).

Таблица 1. **Статистические показатели содержания тяжелых металлов в слое 10 см почв месторождения «Родниковое», мг/кг**

| Наименование вещества | Контроль (мг/кг) | На отвалах месторождения (мг/кг) |
|---|---|---|
| Pb | 0,6301 | 0,7625 |
| Cd | 0,0139 | 0,0187 |
| Zn | 1,1591 | 4,3376 |
| Cu | 0,2327 | 0,2729 |
| Fe | 11,69 | 11,40 |

На гистограмме показано, что уровень меди и свинца на почвах отвала месторождения оказалось чуть выше по сравнению с контролем (рисунок 1).

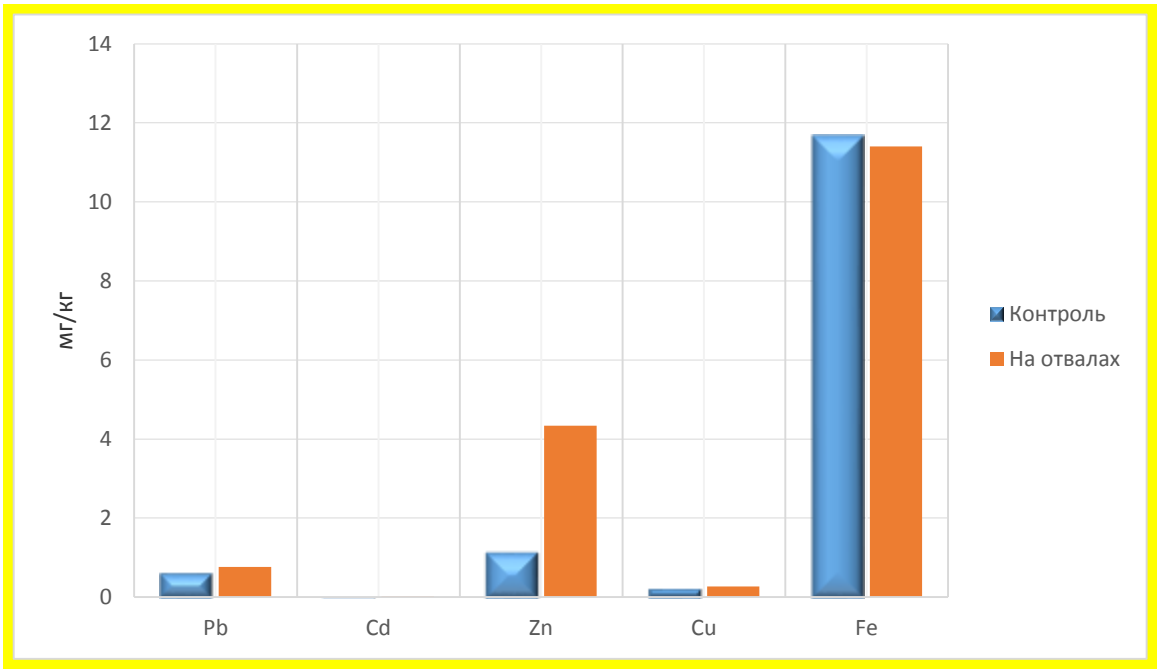



**Рис.1.** Содержание тяжелых металлов в почве

Данный факт свидетельствует о загрязненности почвы, а также опасности отходов, где обнаруженные тяжелые металлы в этой среде могут подвергаться риску воздействия.

**Обсуждение.** Таким образом это указывает, что почвенная среда отвала месторождения «Родниковое» загрязнена медью и свинцом. Изучение степени загрязненности почв тяжелыми металлами определяет степень нарушенности месторождения «Родниковое».

Больше всего превышает концентрация цинка на почвах отвала месторождения «Родниковое» по сравнению с контролем. На почвах отвала 4,3376±3,03 мг/кг, когда как на контроле 1,1591 мг/кг. Например, при увеличении доли цинка в почве усиливаются процессы аммонификации, нитрификации, минерализации, азотфиксации.

По полученным данным крайне опасный Cd обнаружен в малых концентрациях, но превышает контроль. Уровень кадмия на почвах отвала месторождения составило 0,01878±0,73 мг/кг, на контроле 0,0139±0,33 мг/кг. По результатам лабораторного анализа содержания тяжелых металлов было определено преимущественно высокое накопление Zn и Fe в почвогрунтах около отвалов. Для остальных элементов выявлено рассеянное распределение

В почвогрунтах самих отвалов идет более активная аккумуляция тяжелых металлов. Выявлено, что загрязнение почв месторождения «Родниковое», образуятся очагами в зависимости от источников выбросов. Приоритетными загрязнителями почв месторождения «Родниковое» являются свинец, кадмий, цинк, медь и железо.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Надиров Н.К., Котова А.В. и др. Новые нефти Казахстана и их использование // Металлы в нефтях. – Алма-Ата: Наука, 1984. – 448 с.

[2] Островерхова Е.А. Особенности миграции тяжелых металлов в системе почва-растение / Сборник мат. 3-й междун. научн.-практ. конф. «Проблемы экологической безопасности и сохранение природно-ресурсного потенциала». 2011. – С. 199–201.

[3] Мукашева М.А. Оценка загрязнения городской территории по содержанию тяжелых металлов в почве // Гигиена, эпидемиология және иммунология. — 2004. -№ 3. — С. 26-29.

[4] Ильин В.Б. К вопросу о разработке предельно допустимых концентраций тяжелых металлов в почвах // Агрохимия.– 1985.– № 10. – С. 94–101.

[5] Отчет Восточно-Казахстанского областного департамента статистики « О состоянии атмосферного воздуха в ВКО» 2009г.

[6] Ильин Б.В. Тяжелые металлы в системе почва – растение. Новосибирск: Наука, 1991.-151с.

[7] Weiner R., Kovach J., Chang E., Walch M. Influence of microbial biofilms on the cycling and impact of heavy metals // 37th Conf. Int. Assoc. Great Lakes Res. and Estuarine Res. Fed. Windsor, 1994. P. 99

[8] Яковлев А.П. Эколого-биологические основы технологии возделывания ягодных растений сем. Ericaceae на выработанных торфяниках Беларуси. Автореферат дисс. на соиск. Ученой степени доктора биол. наук. Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси. Минск, 2018.

[9] Буравцев В.Н., Головатый В.Г., Котова Е.А., Головатая Н.Н., Ильинский А.В. Подбор растений для фиторемедиации почв, загрязненных тяжелыми металлами //Межд. науч. конф. (Костяковские чтения) "Наукоемкие технологии в мелиорации". Москва, 30 мар. 2005. -М.: Изд-во ВНИИА, 2005. -С. 282-285.

[10] Ильинский А.В. Применение фитомелиорантов для очистки черноземов, загрязненных тяжелыми металлами //Влияние природ. и антропог. факторов на социоэкосистемы. -2003. -№ 2. -С. 259-261.

[11] 11. Баран С., Кжывы Е. Фиторемедиация почв, загрязненных свинцом и кадмием, при помощи ракитника //Влияние природ. и антропог. факторов на социоэкосистемы. -2003. -№ 2. -С. 39-44.

[12] Сагындыкова Н.М., Какимов Ж.Т. Естественное зарастание рудных отвалов Восточно-Казахстанской области. // Восстановление техногенных ландшафтов. Тезисы докладов областной научно-практической конференции. Караганда, 1984. С. 19-20.

[13] Какимов Ж.Т. Фитомелиорация отвалов рудника открытых работ Зыряновского свинцового комбината. Автореферат дисс.на соискание уч. ст. канд. биол. наук. Алматы, 1993

[14] Козыбаева Ф.Е. Почвообразование в техногенных ландшафтах юга и востока Казахстана // Автореферат диссертации на соискание ученой степени д.б.н. Ташкент. 1994. С. 21-23.

[15] Козыбаева Ф.Е., Шарыпова Т.М., Махмутова Д.С., Сапаров Г.А., Нурсеитова А.М. Почвообразование на рекультивированных фитотоксичных отвалах Тишинского месторождения Восточно-Казахстанской области. // Почвоведение и агрохимия № 2, 2008. Алматы, «Тетис» С. 5-8.

Ахтаева Н.З., Нұрмаханова А.С., Усен Қ., Жакыпбек Ы., Осмонали Б., Есеналиева М.Б., Молдабаева Ә.Ғ.

**Кен орындарын игеру кезінде бұзылған жерлердің топырағының сандық және сапалық құрамын зерттеу**

**Түйіндеме.** Пайдалы қазбалар кен орындарын игеру кезінде ашық кен өндіру табиғи ландшафтардың бұзылуының негізгі факторы болып табылады. Ашық әдіспен әзірленген Родниковое кен орны Шығыс Қазақстан облысы Көкпекті ауданының солтүстік бөлігінде орналасқан. Мақалада көктемгі даланың топырақтарындағы ауыр металдардың құрамын талдау қарастырылған. Көктемгі далалық төгінділердің топырақ ортасы мыс пен қорғасынмен ластанғаны анықталды. Өте қауіпті Cd концентрациясы төмен, бірақ бақылаудан асып тұр.

**Түйінді сөздер:** ауыр металдар (АМ), қорғасын, кадмий, мырыш, мыс және темір, қоршаған ортаның ластануы.

УДК 622.831

**N.S. Donenbayeva, M.B. Nurpeisova, G.M. Kirgizbaeva,**
(Kazakh national research technical university named after K.I. Satpayev, Almaty, Kazakhstan
E-mail: marzhan-nurpeisova@rambler.ru, nsdonchik@mail.ru)

**CONTROL OF GEOMECHANICAL PROCESSES**

**Abstract.** In domestic and foreign practice of development of mineral deposits the combined (open-underground) technology of development finds the increasing application. One of these fields in Kazakhstan is developed by the largest enterprise "Nova-Zinc", a polymetallic Deposit Akzhal. The combined development of the Akzhal field requires monitoring using high-precision geodetic instruments and reliable geomechanical studies of the completion of subsurface reserves. The article deals with geomechanical processes in the development of the Akzhal Deposit of complex geological structure.

**Keywords:** fields Akzhal, geomechanics, the state of rock, supervision, tension, monitoring.

**Н.С. Доненбаева, М.Б. Нурпеисова, Г.М.Кыргизбаева**
**(**Казахский национальный исследовательский технический университет им.К.И.Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан)

**УПРАВЛЕНИЕ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ**

**Аннотация.** В отечественной и зарубежной практике разработки месторождений полезных ископаемых все большее применение находит комбинированная (открыто-подземная) технология разработки. Одним из таких месторождений в Казахстане является разрабатываемое самым крупным предприятием «Nova-Цинк», полиметаллическое месторождение Акжал. Комбинированная разработка месторождении Акжал требует ведения мониторинга с использованием высокоточных геодезических приборов и надежных геомеханических обоснований доработки подкарьерных запасов. В статье рассмотрены геомеханические проессы при отработке

Акжалского месторождения сложного геологического строения.

**Ключевые слова:** месторождение Акжал, геомеханика, состояние горных пород, деформация, напряжение, мониторинг

В настоящее время горнодобывающая отрасль Республики Казахстан испытывает ряд трудностей, связанных с тем, что из недр в большей степени извлечена значительная часть запасов, залегающая в наиболее благоприятных геолого-экономических условиях, а оставшаяся (около45%) расположена на глубоких горизонтах. Одним таких месторождений, разрабатываемое самым крупным предприятием Шетского района Карагандинской области месторождение Акжал. В целях дальнейшего развития рудника с 2017 года начата разработка месторождения Акжал подземным способом. Руководство ТОО «Нова Цинк» уделяет особое внимание на промышленную безопасность освоения недр. Одним из реальных примеров является геомеханические исследования, проводимые КазНИТУ имени К.И.Сатпаева, в рамках которых ведение мониторинга состояния массива горных пород.

Для удовлетворения требований современного горного производства по обеспечению промышленной безопасности, актуальной проблемой является достоверность информации о состоянии массива горных пород в сейсмоактивных районах. Проблема прогнозирования геомеханических процессов остается актуальной в настоящее время во всех странах с развитой горнодобывающей промышленностью, что еще раз подтверждают материалы очередного 6-го Международного симпозиума по горным ударам и шахтной сейсмичности, прошедшего 2005 году в Австралии. Управлению геомеханическими процессами повсеместно уделяется большое внимание, о чем свидетельствует возросшее число публикации на эту тему[1-3].

Комбинированная разработка месторождений приводит к формированию сложной геомеханической системы, характерной особенностью которой является многократное воздействие нагрузок на одни и те же участки массива горных пород при одновременном или последовательном ведении открытых и подземных работ. Задача оценки геомеханического состояния в рассматриваемых условиях осложняется тем, что состояние массива зависит от множества влияющих факторов, а также оно постоянно меняется в пространстве и во времени.

Рассматриваемая природно-техническая система «Акжал» состоит: Цетрального: Восточного карьеров и подземного рудника, обогатительной фабрики с хвостохранилищами и соответствующая инфраструктура с вмещающей все это геологической средой, входящего в единую складчатую систему антиклинали[4,5].

Характерной особенностью месторождения «Акжал» является отработка его жил в первую очередь открытым, с последующим переходом на подземные способы. При такой комбинированной системе разработки толща пород со стороны висячего бока по всему простиранию и на всю глубину теряет опору и вынуждена будет обрушаться, вызывая процесс сдвижения вмещающих пород. Задача определения границ влияния подземных горных работ на земную поверхность в этом случае рассматривается как определение поверхности скольжения борта при углублении дна карьера.

Анализ состояния методики проведения геодезических наблюдений на территории рудника Акжал и интерпретация полученных данных во взаимосвязи с геомеханическими процессами, прежде всего связано с отсутствием эффективных способов определения величин оседания земной поверхности (ОЗП), что обуславливает необходимость совершенствования методики геодезических наблюдений за деформациями горных пород с использованием современных приборов. Но они не позволяют получить полную картину деформационных процессов во времени. Это возможно осуществить только с использованием использованием комплексной методики изучения природно-технической системы (ПТС) (рис.1).

На основе анализа геологии и тектоники района и экспериментальных оценок напряженного состояния в массиве определяют границы зоны геомеханического мониторинга. Затем организуется мониторинг зоны, который включает в себя в основном контроль деформации и параметров геофизических полей. В дальнейшем вся информация о закономерности процесса сдвижения системы и параметры её критического состояния поступает в экспертную систему, где на основе интегрирования баз данных и знаний делается оценка состояния ПТС и обосновываются соответствующие решения по охране недр и земной поверхности.




**Рис.1.** Схема методики изучения прогноза опасных явлений в ПТС

Разработка Акжалского месторождения по масштабу воздействия на окружающую среду, и в первую очередь на напряженно-деформированное состояние горных пород, относится к разряду крупных техногенных воздействий, способных вызвать серьезные аварии катастрофические явления, такие как крупные оползни, локальные и масштабные обрушения в карьерах, давление и горные удары на нижних горизонтах рудника, вывызванных нар вызванных нарушением равновесия в недрах земли[6].

В геологическом строении месторождение относится принимают участие вулканогенно- осадочные породы нижнесреднекембрийского возраста (рис.2). В пределах Центральной синклинали широко распространены разрывные нарушения.

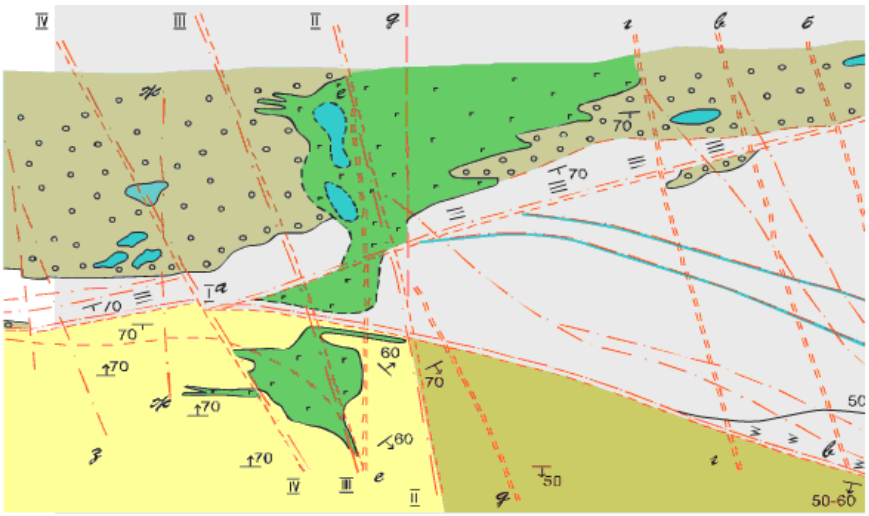


**Рис.2.** Структурно-геологическая карта месторождении Акжал

В 2010 году на основе геомеханического исследования горно-геологических условий месторождения были разработаны проекты наблюдательных станций: наземные и подземные. В проектах рассмотрены вопросы создания системы геомеханического мониторинга на основе инструментальных маркшейдерско-геодезических наблюдений с использованием электронного тахеометра и GPS приемников спутниковой системы позиционирования.

Широкое внедрение в практику маркшейдерско-геодезических работ электронных тахеометров и спутниковых GPS приборов, дает уникальную возможность быстро и точно определить параметры сдвижения массива горных пород и вести регулярные, непрерывные наблюдения за изменением этих параметров во времени.

Наблюдения выполнялись электронным тахеометром TCA1202 (Leica Geosistems), использование которых позволило автоматизировать процесс измерений и исключить погрешность наведения электронного геодезического прибора на отражательные призмы**,** а также значительно сокращает время на производство полевых работ, а формирование базы данных измерений в электронном виде существенно упрощает камеральную обработку результатов измерений[7]**.**

На основе комплексного геомеханического мониторинга, проводимого на месторождении в период 2010-2018гг. составлена схема сдвижения горных пород (рис.3).

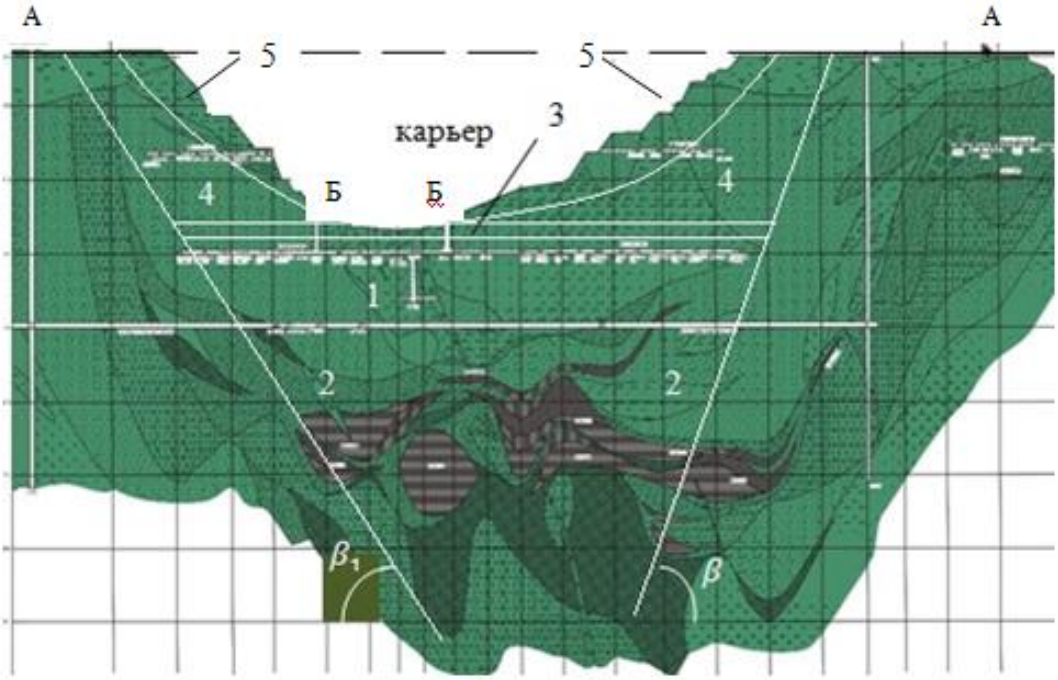



**Рис.3.** Схема деформирования горных пород при комбинированной отработке
*Зоны: 1- обрушения; 2- плавного прогиба; 3 – подкарьерный слой; 4 - прибортовой массив; 5- оползневая призма; 8 - прибортовой массив; А-Б – линия, разделяющая 4 и 5 зоны –поверхность скольжения*

В ней выделено две области: *разгрузки* и *повышенного горного давления*, и зоны, отличающихся характерными, свойственными только для этих зон особенностями. Основное внимание было уделено исследованию несущей способности дна карьера (потолочины 1-горизонта) и подэтажных целиков. Целики изначально находятся в упругом состоянии, однако с течением времени соляные целики могут перейти в пластическое состояние (или состояние текучести), например вследствие развития реологических процессов. Пластическое состояние характеризуется более чем десятикратным увеличением податливости целиков при сохранении их напряженного состояния.

Обрушение пород кровли выработок (подкарьерного слоя) происходит после того, как будет превышен предел прочности пород и на растяжение, и на сжатие, вследствие чего массив разбивается на блоки системой трещин. Механизм формирования и развития техногенных трещин в массиве представлен на рис.4.

В результате прогиба слоя в нем появляются растягивающие напряжения и при определенной величине пролета они достигают предела прочности пород на разрыв и на верхней и нижней поверхностях слоя начинают появляться поперечные трещины.

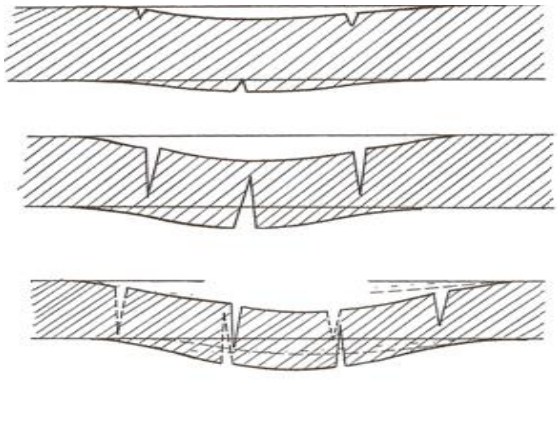



**Рис.4** ма образования трещин подкарьерном слое при его подработке:
*а- первое появление трещин в изгибающемся слое; б- раскрытие глубины трещин; в- разрушение слоя*

**Выводы.** Анализ состояния подработанного массива проводился с двух позиций. Во-первых, оценивалась потенциальная опасность развития в массиве водозащитной толщи (ВЗТ) системы трещин вертикальной ориентации, которые могут явиться каналами проникновения подземных вод в выработанное прпространство рудника. Во-вторых, рассматривалась возможность формирования под воздействием горных работ ослабленных зон на верхней части разреза, которые могут представлять реальную опасность для наземных объектов и инженерных сооружений.

Разработана методика комплексной оценки состояния горных пород позволяет учесть особенности геологического строения подработанных толщ и, тем самым, повысить качество геомеханического обеспечения горных работ. В свою очередь, результаты геомеханических прогнозов дают возможность определить наиболее опасные участки, где требуется проведение режимных геофизических и геодезическо-маркшейдерских наблюдений с целью локализации зон техногенной нарушенности.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Rockburst and seismicity in mines proceedings.-Australia: Australion Centre for Geomechanics, 2005.

[2] Сашурин А.Д., Панжин А.А. Диагностика геомеханического состояния массива горных пород геодезическими методами. //Проблемы геотехнологии и недроведения.- Екатеринбург, ИГД УрО РАН, 2005.-С.170-178.

[3] Иофис М.А., Милетенко, Н.А., Одинцев В.Н. Геомеханический подход к прогнозу опасных гидрогеологических процессов при разработке твердых полезных ископаемых// ГИАБ.-2011.-№7.- С.103-108.

[ 4] Нурпеисова М.Б. Геомеханика рудных месторождений Казахстана. Алматы: КазНТУ, 2012.-324 с.

[5] Нурпеисова М.Б., Менаяков К.Т., Кыргизбаева Г.М. Оценка геомеханического состояния массива горных пород при открыто-подземной разработке месторождении // Труды междун.н.п.конф. «Наука и образование- ведущий фактор стратегии «Казахстан-2030»-Караганда, 2010.-С.90-94.

[6] Нұрпейісова М.Б., Қргизбаева Г.М., Доненбаева Н.С, Капасова., А.З. Геомеханикалық мониторинг жүргізудің инновациялық әдістері.-Алматы: Горный журнал Казахстана,№11, 2018.-С.5-8.

7.] Экологическая и промышленная безопасность освоения недр /под общей редакцией М.Б.Нурпеисовой. – Алматы: КазНИТУ им. К.И.Сатпаева. – 430 с.

[8]Технические рекомендации по управлению горным давлением и безопасному ведению горных работ при отработке рудных тел месторождения «Акжал» //Нурпеисова М.Б., Киргизбаева Г.М., Бек А.А. – Алматы: КазНИТУ, 2017. - 24

Дөненбаева Н.С., Нұрпейісова М.Б., Қырғызбаева Г.М.

**Геомеханикалық процестерді басқару**

**Түйіндеме.** Пайдалы кен орындарын игерудің отандық және шет елдік тәжрибесінде құрама тәсілмен кен қазу технологиясы (ашық-жерасты) кеңінен қолданылуда. Қазақстандағы осындай кеңіштің бірі Ақжал кен орнын игеретіні «Nova-Цинк» тау-кен кәсіпорны. Ақжал кенорнын құрама тәсілмен игеру дәлдігі жоғары геодезиялық аспаптарды қолдану арқылы геомониторинг жүргізу және карьер асты қорларын қазып алудың сенімді геомеханикалық негіздемесін жасауды талап етеді. Осыған орай, мақалада күрделі геологиялық құрылымды Ақжал кен орнын игеру кезінде түзілетін геомеханикалық процестер қарастырылған.

**Түйінді сөздер:** Ақжал кенорны, геомеханика, тау жыныстарының жағдайы, деформациялар, кернеулі күй, мониторинг.

ӘОЖ 528.3

**K. Kartbaeva, M. Nurpeisova**
(Kazakh national research technical university named after K.I. Satpayev,
Almaty, Kazakhstan E-mail: Marzhan-nurpeisova@rambler.)

## ROLE OF SPACE GEODESY IN THE DETERMINATION OF VERTICAL MOVEMENTS OF THE CRUST

**Abstract.** The article is devoted to the use of advanced technologies of space geodesy in determining the vertical movements of the earth's surface. The article provides an overview of both classical methods and methods for monitoring geodynamic polygons, as well as modern technologies used to determine vertical movements of the earth's crust. A complex method of GPS measurements at points of the geodynamic polygon is proposed. According to the proposed method, high-level repeated leveling GPS measurements were made at the Almaty geodynamic polygon.

**Key words:** Earth crust, vertical movements, geodynamics, landfill, cosmic geodesy, methods, GPS measurements.

**Қ. Қартбаева, М.Б. Нурпеисова**
(Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті)

## ЖЕР ҚЫРТЫСЫНЫҢ ҚАЗІРГІ ВЕРТИКАЛЬ ЖЫЛЖУЛАРЫН АНЫҚТАУДАҒЫ ҒАРЫШТЫҚ ГЕОДЕЗИЯНЫҢ РӨЛІ

**Андатпа.** Мақала жер бетінің осы кездегі вертикаль жылжуларын анықтауда ғарыштық геодезияның жетістіктерін кеңінен қолдануға бағытталған. Мақалада геодинамикалық полигондарды мониторингтеуде қолданылатын геодезияның дағдылы және заманауи әдістері мен тәсілдеріне толық талдау жасалған. Геодинамикалық полигон пункттерінде GPS – өлшеулерін жүргізудің кешенді әдістемесі ұсынылған. Алматы геодинамикалық полигонынгда ұсынылған әдістеме бойынша жоғары дәлдікті нивелирлеу және GPS – өлшеулері жүргізілген.

**Түйінді сөздер:** Жер қыртысы, вертикаль жылжулар, геодинимика, полигон, ғарыштық геодезия, әдістер, GPS өлшеулер

Республикамыздың индустриялық-инновациялық дамуы үшін өзекті бағыттардың бірі – Қазақстан Республикасының аумағында жерсеріктік геодезиялық желі салу және бірыңғай мемлекеттік координаттар жүйесін орнату болып табылады. Осыған орай, республикамызда жаңа координаттар жүйесін жасаудың және дамытудың,сонымен қатар, Қазақстанның сейсмобелсенді аумақтарындағы геодинамикалық полигондарда (ГДП) жоғары дәлдікті геодезиялық өлшеулермен толық қамтамасыз ету өзекті мәселесі туындады.

Ғарыштық сала немесе Жердің жасанды серіктерін (ЖЖС) пайдалану – экономиканың және бүкіл қоғам мен мемлекеттің “ілгерілеуінің” белгісі. Ғарыштық қызметте адамзат прогесін ілгері апаратын бірегей идеялар мен инновациялар қабаты мол. Тарих көрсетіп отырғанындай, ғарыштық ілім ғылыми-техникалық прогрестің негізгі өнімі болуымен қатар, осы прогрестің қуатты қозғаушы күшіне айналды. Ол әлемдік шаруашылықтың басқа да салаларына жаңа мүмкіншілік, тың технологиялардың және ғылыми жасалымдардың үздіксіз тасқынын беріп отыр[1].

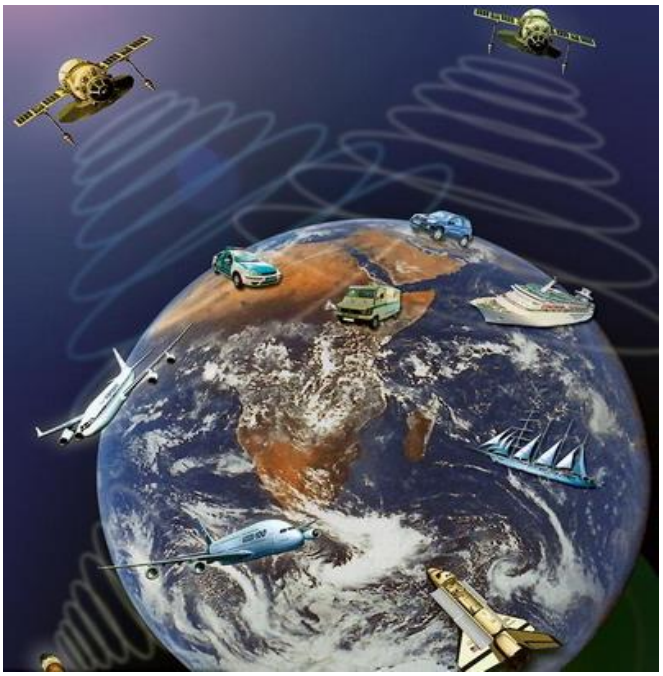
Біздің өркениетті дамуымыздың барлық маңызды өмірлік салалары бүгінде ғарыштық технологиялармен және жасалымдармен тікелей байланысты десек, асыра айтқанымыз емес. Ғарыштық зерттеулер нәтижелері мен ғылымның осы саласының жетістіктерін шаруашылық қызметіне енгізудің экономикалық маңызы үлкен.

Қазіргі уақытта Қазақстан Республикасында сегіз орбиталық позицияға жоспарланған он бір жерсеріктік желі үйлестірілуде. Республиканың көптеген экономика, қорғаныс салаларында жергілікті жер туралы ақпарат маңызды құрамдас бөлік болып табылады, осыған байланысты сапалы геодезиялық және картографиялық өнімдерге, қызметке сұраныстың ұлғаюы байқалады. Бұл салада да, GPS технологиясын қолдану шеңбері орасан зор.

Жердің жасанды серіктерінің (ЖЖС) азамзаттың, қоғамның, еліміздің экономикасының дамуына тигізетін әсер-ықпалы ұшан теңіз. XX-ғасырдың 80 жылдарында геодезия саласында үлкен революция (төңкеріс) болды, яғни «Ғаламдық позициондау» атты білім саласы қарқынды дами бастады[2].

Жоқ, Бүгінде біздердің ЖЖС-інсіз өмір сүруіміз мүмкін емес! Жер және ондағы нысандар үздіксіз қашықтан зондыланып отырылады.

Ұшып жүрген самолеттерддің, жүзіп жүрген кемелердің, автокөліктердің, ГДП пункттерінің координаталарын анықтау үшін ЖЖС қажет (1-сурет).

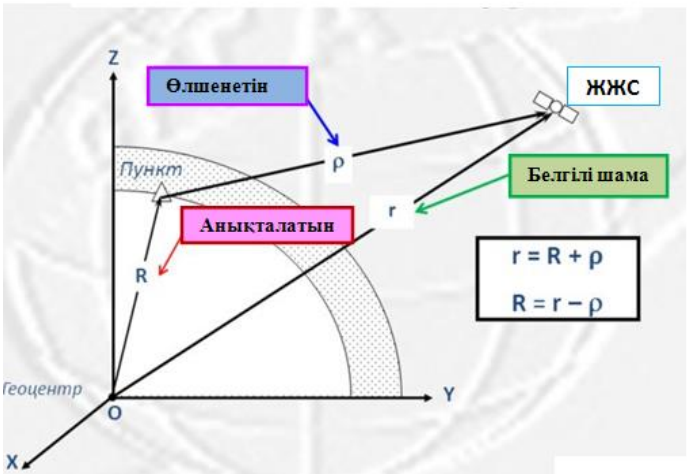


**1-сурет**. Жерді және ондағы нысандарды қашықтан зондылау

Геодезия және картография мамандықтары үшін ЖЖС-інің практикаға енгізілуі елдің геодезиялық жабдықтау құрылымын қайта қарауға әкеліп соқты, жалпы мемлекеттік координаталар жүйесіне көшуге тура келді, далалық және камеральдық жұмыстардың әдісін өзгертті. Жердің жасанды серіктерінен (ЖЖС) қабылдағышқа дейін барлық ақпараттар екі жиіліктегі электромагниттік толқындар арқылы беріледі. Осыған байланысты іс жүзінде бір және екі жиіліктегі қабылдағыштар қолданылады.

Геодезия және картография мамандықтары үшін ЖЖС-інің практикаға енгізілуі елдің геодезиялық жабдықтау құрылымын қайта қарауға әкеліп соқты, жалпы мемлекеттік координаталар жүйесіне көшуге тура келді, далалық және камеральдық жұмыстардың әдісін өзгертті. Жердің жасанды серіктерінен (ЖЖС) қабылдағышқа дейін барлық ақпараттар екі жиіліктегі электромагниттік толқындар арқылы беріледі. Осыған байланысты іс жүзінде бір және екі жиіліктегі қабылдағыштар қолданылады.

Жер беті нүктелерінің орындары ( координаталарын) анықтау үшін ***геометриялық әдіс*** қолданылады және мұнда ЖЖС визирлік нысан болып есептеледі[3]. Геометриялық әдіте пункт координаталарын анықтау үшін аналитикалық геометрия негізінде есептер шешіледі. ЖЖСнің орны мен жер бетіндегі пункттың байланысқаны 2-суретте көретілген.




2-**сурет.** Пункт координаталарын анықтаудың ұстанымы

Суреттен мынандай теңдеу туындайды

$$R_i = r - \rho_i \quad , \tag{1}$$

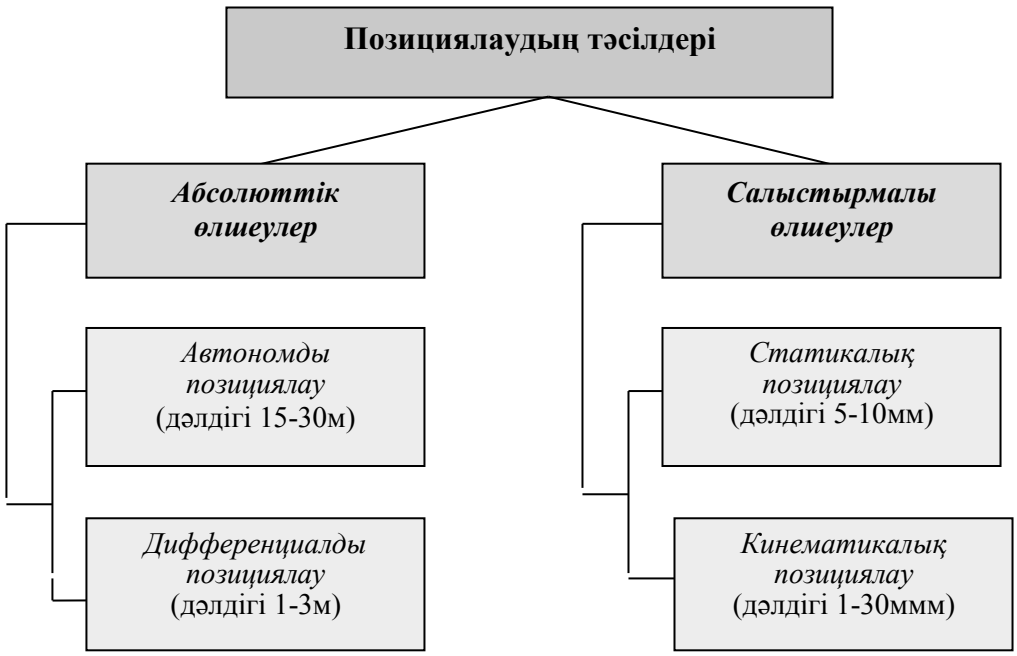
мұндағы R- ЖЖС бақылаудағы жер беті пунктінің радиус - векторы;

r- ЖЖС радиус –векторы; *p* -ЖЖС-нің топоцентрлік векторы, яғни пункттен ЖЖС дейінгі арақашықтық;

Сонда жер бетіндегі нысанның(пункттің) орны R= r - *p* тең болады.

Бұл (1) формула жерсеріктік геодезияның негізгі теңдеуі болып есептеледі.

Орбитада айналып жүрген ЖЖС параметрлері белгілі болғандықтан, ЖЖС-нің ең қолайлы бақыланатын уақытын күні бұрын анықтауға болады. Бақылауға неғұрлым көптеген жерсеріктері алынса (10-12), ондай анықтаудың дәлдігі 15-20% жоғарылай түседі. Позициялаудың тәсілдерін: координаталары кодталған әдіспен анықтауды - *абсолюттік* және фазалық өлшеулерге негізделген – *салыстырмалы* деп екі түрге бөлуге болады. Олардың әрқайсысының өзіндік тәсілдері мен дәлдіктері бар (3-сурет).




**4-сурет.** Жерсеріктік позициялаудың тәсілдері

Позициялаудың дифференциялық әдісінде, қабылдағыш координаталары белгілі пунктте тұрады, яғни базалық стансада, ал екінші қабылдағыш (ровер) бір нүктеден екіншісіне жылжып отырады. Мұндағы базалық стансаның координаталары белгілі болғандықтан, ол ЖЖС-нң координаталарын анықтайды және оларды жылжымалы қабылдағыштарға жбереді.Осылайша дифференциялық әдіспен позициялау жүргізіледі[4].

Көптеген геодезиялық есептеудің шешімі дифференциалды әдіспен жүргізіледі. Ал қандай да бір белгісіз шамаларды абсолюттік анықтау – тек көмекші функцияларды ғана орындайды. Осыны ескере отырып, дифференциалдық әдісті қолданғанда базистік сызықтың ұзындығын, сонымен қатар бір миллиондық деңгейдегі екі пункттер арасындағы координаталар айырымын жер серігі эфемеридтерінің мәнін анықтаудың арнайы шараларына қабылдауға сүйенбей алу мүмкіндігі ұсынылады. Дифференциалдық әдісті пайдалану, аралық нәтижелерге атмосфераның әсерін тез азайтуға мүмкіндік береді. Өйткені, бұл жағдайда радиосигналдардың атмосфера арқылы өткен кездегі кідірісінің абсолюттік мәндерін емес, тек осы кідірістер айырымын ғана ескеру қажет. Олар салыстырмалы аз станция үрдісінде салыстырмалы кіші мәндермен сипатталады.

Жерсеріктік геодезияда бір сантиметрге дейінгі дәлдікпен бар объекттердің координаталарын анықтауға толық мүмкіншік бар. Мұндай дәл өлшеуде жылжымайтын қабылдағышта GPS мәліметтерін жинауға тек 15 мин уақыт беріледі, тірек нүктелерінің дәл координаталарын білсек, компъютер нәтижелерін өңдеуге арналған арнайы бағдарламалық құралдар кешені қолданылады. Геодезиялық

GPS түсірістері үшін жаңа кинематиялық жүйелер жоғары дәрежеде автоматтандырылған. Инженер-геодезистке анықталатын әрбір нүктеге жақындап, батырманы басу ғана жеткілікті. GPS - қабылдағыш таңдалған нүктелерді дәл сол кезде тіркеп алады[5].

**Қорытынды**. Жоғарыда келтірілген жерсеріктік әдістерді геодинамикалық процестерді зерттеуде қолданудың тиімділігі өте зор. Геодинамикалық жылжымайтын пункттерде жұмыс істей отырып, барлық қателіктерді ескеруге мүмкіндік береді және де станциядағы түзетулерді барлық GPS қабылдағыштарға жібере алады, ал олар позициялау нәижелеріне түзетулерді енгізеді. Сөйтіп, ғарыштық геодезияның мүмкіншіліктері геодинамикалық полигонында сенімді зерттеулер жүргізуді торлық қамтамасыз етеді.

ӘДЕБИЕТ

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

[2] Мазуров Б.Т., Хамедов В.А., Князьков А.С. Опыт использования космических снимков с космических аппаратов типа "Канопус-В" и "БКА" для обнаружения участков нефтяных загрязнений на месторождениях Западной Сибири // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2015.– № 5.С.– С.179–183.

[3] Спутниковый радарный интерферометрический мониторинг подработанных территорий Карагандинского угольного бассейна / Ф.К. Низаметдинов, Д.В. Мозер, Н.И. Гей, А.С., А.Д.Каранеева // Геоматика. – 2014. – №4. – С. 70–78.

[4] Mozer D.V., Nizametdinov F.K., Toleubekova Zh.S., Development of methodology for reducing errors of GPS measurements and its approbation in the open pits of Kazakhstan Life Science Journal. –2014. – 11(12s). – P.814-820.

[5] Қартбаева Қ., Геодинамиткалық полигондар және геоорта деформацияларын жерсеріктік жүйе арқылы бақылау жайында №-Алматы:/Сәтбаев оқулары-2018.- С.942-946.

Қартбаева Қ., Нурпеисова М.Б.

**Роль космической геодезии при определении вертикальных сдвижений земной коры**

**Резюме**. Статья посвящена использованию передовых достижении космической геодезии при определении вертикальных движений земной поверхности. Дан обзор как классических методов и способов монитиоринга геодинамических полигонов, так и современных технологий, применяемых для определения вертикальных движений земной коры. Предложена комплексная методика ведения GPS измерений на пунктах геодинамического полигона.Согласно предложенной методике на Алматинском геодинамическом полигоне проведены GPS измерения высокточные повторные нивелирования

**Ключевые слова:** Земная кора, вертикальные движения, геодинамика, полигон, ккосмическая геодезия, методы, GPS измерения.

УДК 551.7(574)

**Б.А. Кульбатырова, А.М. Темирхасов, А.К. Ещанова**
(Казахский национальный технический исследовательский университет имени К.И.Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан,
esanovaanar949@gmail.com)

## ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЮЖНО-ТОРГАЙСКОГО БАССЕЙНА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ СЕДИМЕНТОЛОГИЧЕСКОГО И СЕЙСМОСТРАТИГРАФИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

**Аннотация.** Выполнен седиментологический и сейсмостратиграфический анализ отложений юрского и мелового времени, определены основные типы фаций, выполняющие северную часть Арыскумской и Жинишкекумской грабен-синклиналей, определены основные стратиграфические интервалы. Результаты бурения, геофизических исследований скважин, описания керна сопоставлены с данными сейсмических исследований региона прошлых лет в волновом поле Жинишкекумской и Арыскумской грабен-синклиналей на основе обобщения результатов проведенных работ и детального стратиграфического расчленения выделяется 12 отражающих горизонтов (I, II, $II^1$, IIa, III, III', IV, IV', V, V', VI, PZ), построена сейсмофациальная модель изученной части бассейна с описанием структурно-литологических этажей и квазисинхронных седиментологических сейсмо комплексов.

Седиментационный анализ осадконакопления исследуемого района позволил установить основные факторы, обусловившие формирование ловушек неантиклинального типа. Выделенные по результатам седиментологического анализа сейсмокомплексы, в геолого-геофизическом плане позволяют решать задачу детального сейсмостратиграфического анализа юрских и меловых отложений, а также пород фундамента.

По результатам анализа с позиции перспектив нефтегазоносности исследуемого района, скоррелированы региональные флюидоупоры и области распространения основных зон пластов-коллекторов, заключенных в фации аллювиально-русловых и вдоль береговых прибрежных литокомплексов и др. Также стоит отметить зоны развития песчаных тел типа баров, пляжевых отмелей и конусов выноса. Предполагаемые ловушки могут быть широко развиты в юрско-меловых отложениях над пологими бортами грабен-синклиналей, а также над узкими погребенными выступами фундамента.

**Ключевые слова:** седиментологический анализ, сейсмостратиграфия, осадконакопление, структурно-литологический этаж, свита, фации, грабен-синклинали, квазисинхронный седиментационный сейсмический комплекс

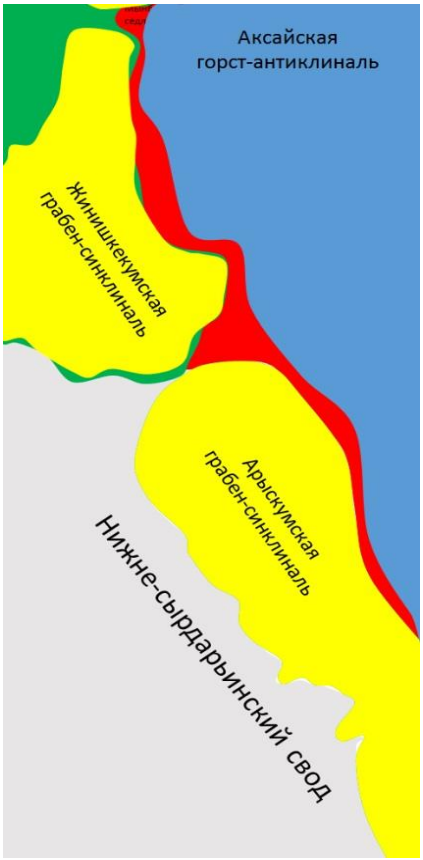



**Рис. 1.** Схема тектонического районирования

Южно-Торгайский осадочный бассейн, являющийся крупной отрицательной структурой первого порядка, площадью более 80 тысяч кв. км, занимает северо-восточную окраину Туранской плиты эпипалеозойской Центрально-Евроазиатской платформы, расположен в зоне сочленения Урала, Казахского щита и отрогов Тянь-Шаня, с востока ограничен Улытауским поднятием, с запада Севастопольским региональным разломом, на севере сочленяется с Северо-Торгайским бассейном. В западной части бассейна вдоль Большого Каратауского разлома с юго-востока на северо-запад простирается Арыскумская грабен-синклиналь, отделенная от расположенной севернее Жинишкекумской грабен-синклинали небольшим поднятием фундамента. С востока эти грабен-синклинали ограничены Аксайской горст-антиклиналью (рис.1).

Южно-Торгайский бассейн сложен отложениями мезозоя и кайнозоя, несогласно залегающих вдоль разломов палеозойского времени на домезозойских образованиях, которые представлены, в основном, допалеозойскими метаморфическими породами фундамента и, квазиплатформенным комплексом девона-карбона, включающим в себя, континентальные красноцветные образования девона-карбона и известняки фаменско-турнейского возраста. Местами скважинами вскрыты девонские вулканогенно-осадочные образования типа туфов, туфоалевролитов [1].

По материалам сейсмических исследований в волновом поле Жинишкекумской и Арыскумской грабен-синклиналей на основе обобщения результатов проведенных работ и детального стратиграфического расчленения выделяется 12 отражающих горизонтов (I, II, II$^1$, IIa, III, III', IV, IV', V, V', VI, PZ), связанных с границами перерывов осадконакопления и с границами литофаций (таблица 1).

Таблица 1. **Сейсмические отражающие горизонты Южно-Торгайского прогиба**

| Структурно-литологический этаж | Квазисинхронный седиментационный сейсмический комплекс | Возраст |
|---|---|---|
| A. Нижний - PR+PZ | AI PR-PZ | PR-PZ |
| | AII PZ | D3-C1 |
| B. Средний - J | BI (ОГ PZ-VI) | J1bz |
| | BII (ОГ VI-V') | J1sb |
| | BIII (ОГ V'-V) | J1ab |
| | BIV (ОГ V-IV') | J1-2ds |
| | BV (ОГ IV'-IV) | J2kr |
| | BVI (ОГ IV-III') | J3km |
| | BVII (ОГ III'-III) | J3ak |
| C. Верхний K+KZ | CI (ОГ III-IIa) | K1nc1 |
| | CII (ОГ IIa-II') | K1nc2 |
| | CIII (ОГ II'-II) | K1kk |
| | CIV (ОГ II-I) | K2 |
| | CV (выше ОГ I) | KZ |

Нижний этаж (СЛЭТ-А) охватывает образование фундамента и характеризуется отсутствием регулярных протяженных границ и широким развитием разноориентированных осей синфазности. Кровлей этого этажа является отражающий горизонт - PZ. Он характеризует эрозионную поверхность, осложненную большим количеством нарушений, выражающихся в волновом поле многочисленными хаотичными волнами, прерывистыми низко-средне амплитудными отражениями. Поверхность нижнего этажа в межграбенных приподнятых зонах проявляется в волновом поле в виде интенсивных 2-3-х фазных низкочастотных колебаний. В грабен-синклиналях прослеживаемость поверхности фундамента затруднена. Протяженные границы в основном отсутствуют.

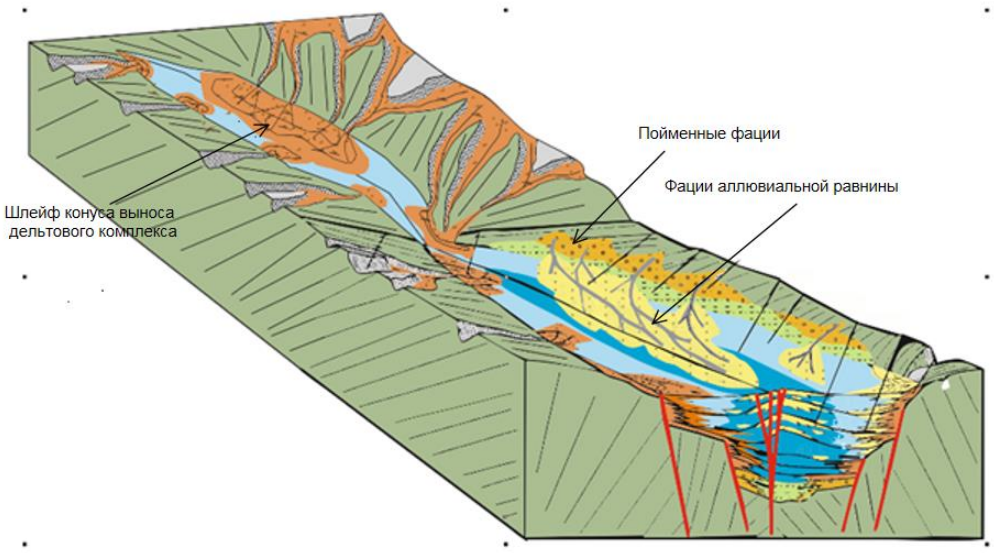



**Рис. 2.** Седиментационно-тектоническая модель отложений юры на территории сочленения Жинишкекумской и Арыскумской грабен-синклиналей

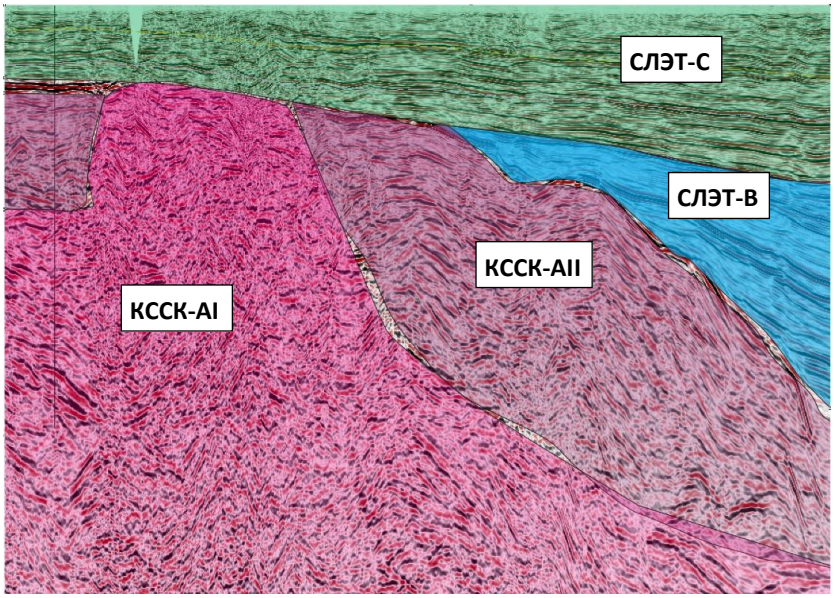



**Рис. 3.** Схема нижнего структурно-литологического этажа

В волновом поле на отдельных участках временных разрезов устанавливается наличие внутреннего рисунка - от параллельно слоистого до бугристого типа различной интенсивности ниже ОГ-PZ. Поэтому нижний этаж можно разделить на два квази-синхронных седиментационных сейсмических комплекса (КССК), хотя внутреннюю структуру по данным сейсморазведки определить сложно. Верхний комплекс (АII) связан с более молодыми отложениями PZ (ДЗ-С1). Нижний (АI) - сложен сильно дислоцированными более древними образованиями фундамента (PR-PZ). (рис. 3).

Отложения среднего структурно-литологического этажа представлены породами платформенного осадочного чехла Южно-Торгайского бассейна, с границами, заключенными между отражающими горизонтами PZ и III. Нижний, тафрогенный комплекс, характеризуется высокой скоростью осадконакопления, полосовидным распространением впадин значительной протяженности при относительно небольшой ширине. Протяженные линиаменты заполнены континентальными терригенными отложениями юрского периода. Мощность этих отложений достигает 4 км, породы значительно литифицированы. Осадконакопление в соответствии с тремя крупными циклами седиментогенеза, привело к формированию трех ритмотолщ. Каждая из них начиналась с формирования пачек грубообломочных (песчано-конгломератовых) пород и заканчивалась формированием преимущественно глинистой толщи: это сазымбайская-айбалинская свиты, дощанская-карагансайская и кумкольско-акшабулакская. На отдельных участках, в наиболее глубоких частях грабен-синклиналей в Арыскумском прогибе ниже сазымбайской, выделяется бозингенская свита.

Таким образом, на основе анализа рисунков волнового поля, стратиграфической привязки к разрезам скважин, и с учетом основных перерывов осадконакопления, юрскую толщу тафрогенного этажа формируют семь квазисинхронных седиментационных сейсмических комплексов, соответствующих семи региональным свитам. [2]

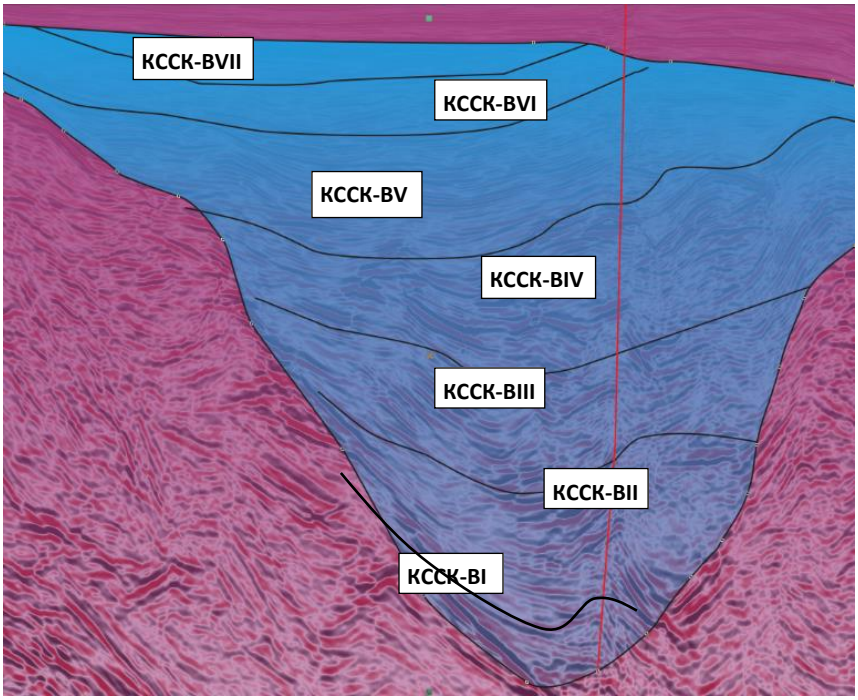



**Рис. 4.** Схема среднего структурно-литологического этажа

Озерно-болотные терригенно-глинистые субугленосные формации нижней и средней юры, широко развитые в пределах грабен-синклиналей, рассматриваются как нефтегазоматеринские. По литологическому составу породы тафрогенного этажа имеют характерное распространение: выдержаны по простиранию и изменчивы вкрест простирания, грубообломочные фации у бортов грабенов постепенно сменяются к центру мелкозернистыми фракциями. Основание тафрогенного этажа слагают молассовые грубообломочные отложения сазымбайской и бозингенской свит. Отражающий горизонт VI, является кровлей нижнего комплекса (BI), сложенного отложениями бозингенской свиты. Комплекс имеет крайне ограниченное площадное распространение, встречается только в центральных, наиболее глубоких частях грабен-синклиналей. Для всего комплекса характерен невыразительный параллельно-слоистый тип сейсмического рисунка с непротяженными, низкоамплитудными отражениями. Причиной этого служит относительное преобладание глинистого материала над грубообломочным. Тип несогласия в подошве – прилегание (рис. 2).

Выше, между отражающими горизонтами VI и V, выделен комплекс, связанный с отложениями нижней ритмотолщи юры (B-II), который разделяется отражающим горизонтом ОГ-V’ на два квазисинхронных седиментационных сейсмических комплекса. Нижний (BII), связанный с отложениями сазымбайской свиты (ОГ-VI-V’) и верхний (BIII) - с отложениями айбалинской свиты (ОГ-V’-V). Ри-

сунок волнового поля, полученный от отражающих границ нижнего комплекса (сазымбайской свиты), представляет собой высокоамплитудные отражения, соответствующие грубообломочным отложениям. Верхний комплекс (BIII) сложен монотонными глинистыми отложениями айбалинской свиты, поэтому и на временных разрезах выражается непротяженными низкоамплитудными отражениями. (рис. 4) [3].

ОГ-V является поверхностью эрозионного среза нижнеюрских отложений. Между отражающими горизонтами V и IV выделяется комплекс (BIV) связанный с отложениями дощанской свиты. Средне-амплитудные отражения в верхней части комплекса соответствуют песчаникам дощанской свиты. ОГ-IV' делит отложения дощанской свиты от карагансайской свиты. Ниже – это комплекс (BV), характеризующийся на временных разрезах параллельно-слоистыми, низкоамплитудными прерывистыми отражениями, в его кровле отслеживается несогласие типа эрозионного среза, которое стратиграфически соответствует нерасчлененным отложениям карагансайской свиты.

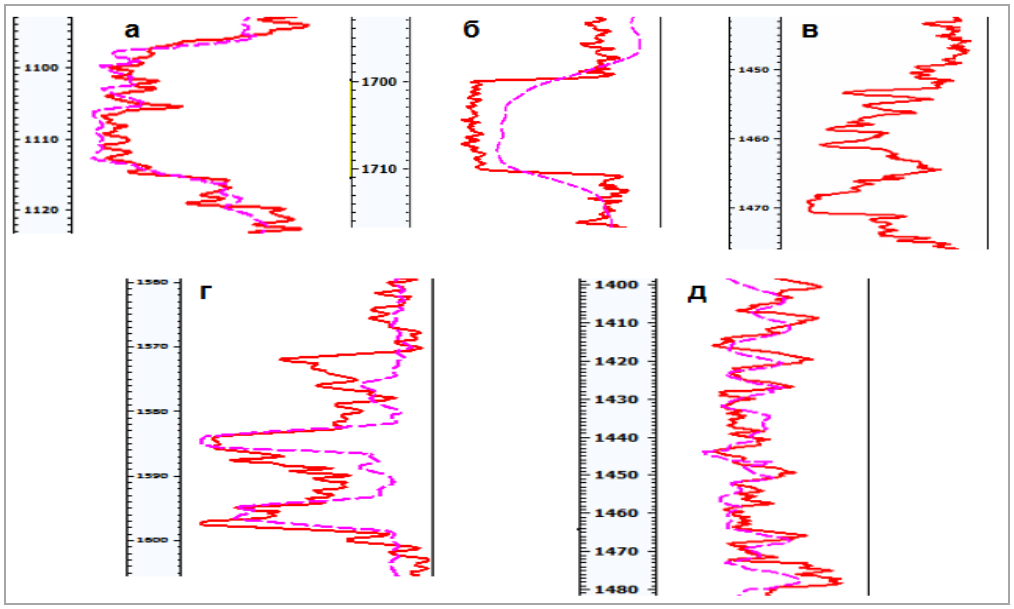



**Рис. 5.** Типовые каротажные кривые фаций:
*а – русел ограниченно меандрирующих рек [4]; б –фуркирующих (ветвящихся) рек; в – интенсивно меандрирующих рек; г – промоин конусов выноса; д – подводной части дельтового комплекса*

На характер распространения фаций существенно повлиял палеорельеф, существовавший в период осадконакопления. Так, отложения дощанской свиты на территории Жинишкекумской грабен-синклинали, там, где потоки воды с хребтов Урала и Улытауского низкогорья, попадали в грабены и устремлялись в низменную равнину, состоят из пояса шлейфов аллювиально-пролювиальных дельтовых конусов выноса, шириной от сотен метров до нескольких километров, тогда как южнее, в Арыскумской грабен-синклинали, где уровень палеогидродинамической активности среды седиментации снижается, их сменяют речные и озерные фации аллювиальной равнины. Преимущественно пролювиально-дельтовая обстановка осадконакопления дощанской свиты в Жинишкекумской грабен-синклинали обусловила строение свиты в виде частого чередования пластов песчаников, алевролитов и глин, не выдержанных по латерали, в отличие от аналогичного возраста отложений южнее, в районе месторождений Южное Ровное и Майбулак, где пласты-коллекторы представлены мощными русловыми отложениями, более выдержанными по ширине грабен-синклинали, с хорошими фильтрационно-ёмкостными свойствами. На рисунке 5 приведены примеры выделения отложений аллювиальных и дельтовых фаций по каротажным данным [4].

Верхняя ритмотолща, состоящая из кумкольской и акшабулакской свит, распространена в пределах Арыскумского прогиба. По сейсмическим данным это комплексы (BVI-VII), заключенные между отражающими горизонтами IV и III. Заполняя верхнюю толщу грабенов, она как бы выплескивается из грабенов на соседствующие горст-антиклинали. В Жинишкекумской грабен-синклинали отложения верхней юры практически отсутствуют, развиты спорадически в центральных частях грабен-синклиналей. В Арыскумской грабен синклинали в основном сейсмические записи соответствуют параллельно-слоистым формациям, в кровельной части фиксируются эрозионные срезы. Отложе-

ния верхней юры формируют основу верхней эпирифтовой формации верхнеюрско-миоценового возраста, формировавшейся в условиях плавных эпейрогенических колебаний Туранской плиты на фоне ее общего погружения.

Разрез кумкольской свиты сложен различными литокомплексами аллювиальной равнины, а именно, конусов выноса склонов аллювиальной равнины и фации аллювиально-озерной низменности, широко развитые в центральных частях грабенов Арыскумского прогиба, включающие в себя русловые и пойменные отложения, фации озер и зарастающих водоемов. Литофации конусов выноса склонов аллювиальной равнины образуют узкие полосы и шлейфы вдоль областей сноса. Фации русла и поймы аллювиальной равнины локализуют на месторождении Кумколь нефтеносные пласты. Акшабулакская свита согласно залегает на кумкольской, является региональным флюидоупором в Арыскумском прогибе.

Выше ОГ-III выделяется структурно-литологический этаж С, сложенный мел-палеоген-четвертичными отложениями, распространен повсеместно на площади исследований и характеризует типичный платформенный этап геологического развития. Отражения в пределах верхнего этажа отличаются различной степенью непрерывности и динамической выразительности и в целом, отражают строение толщи, сложенной переслаиванием пород различного литологического состава платформенного этажа. В комплексе наблюдается достаточно мощный пакет низко амплитудных, прерывистых отражений с отдельными средне-амплитудными протяженными отражениями, в целом характер записи параллельно-слоистый до бугристого.

Осадочные отложения мелового возраста повсеместно залегают с угловым несогласием на юрских отложениях с размывом, переходя с них в зонах поднятий и на обрамлениях Южно-Торгайской впадины на обнажения палеозоя и более древних образований. В Арыскумском прогибе и Жинишкекумской грабен-синклинали перерыв в осадконакоплении был кратковременным, меловое накопление началось в неокоме; в Жыланшыкском прогибе седиментация началась в апт-альбе. Различное тектоническое развитие этих прогибов привело к довольно существенной разнице в литолого-фациальном строении осадков этого структурного этажа в северной и южной частях Южного Торгая.

С учетом основных перерывов осадконакопления в верхнем этаже выделяется пять квазисинхронных седиментационных сейсмических комплексов: СI (ОГIII-IIа), СII (ОГ IIа-II’), СIII (ОГII’-II), СIV (ОГII-I), СV (выше ОГI). (Рис 6.)

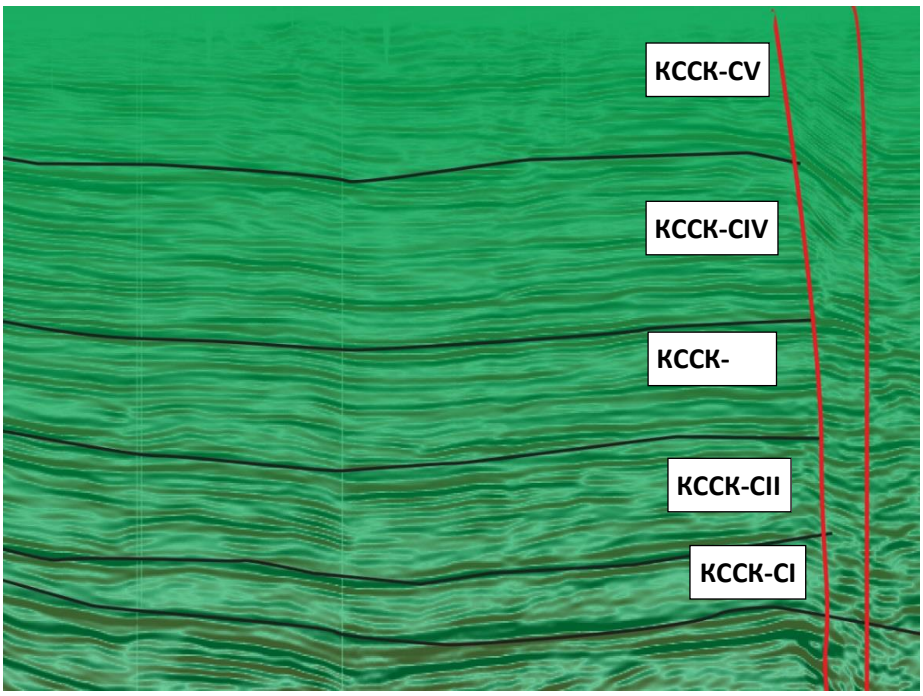



**Рис. 6.** Схема верхнего структурно-литологического этажа

Комплексы СI и СII связаны с отложениями нижнего мела (К1) и контролируются отражающими горизонтами IIа и II’, что стратиграфически соответствует нижне-неокомским и верхне-неокомским отложениям. Континентальные отложения неокома представлены даульской свитой. Она

сложена глинисто-песчаными красноцветными отложениями озерно-аллювиального генезиса, подразделяющихся на две подсвиты: нижнюю и верхнюю. В основании нижнедаульской подсвиты залегает арыскумский горизонт, локализирующий на месторождениях Южно-Торгайского прогиба углеводородные залежи, он состоит из пачки частого переслаивания пластов песка, песчаников, алевролитов и глин красно-коричневого цвета, со слоем конгломератов и гравелитов в основании.

По условиям осадконакопления арыскумский горизонт представляют фации аллювиальной равнины: конусы выноса склонов, русла и поймы. Нижнедаульская подсвита накапливалась в удаленности от области сноса в условиях аридного климата, о чем свидетельствуют хорошая сортировка обломочного материала и преобладание кварца и представлена красно-коричневыми, сиреневыми, с зеленовато-серыми пятнами алевритистыми глинами, мергелями с подчиненными прослоями алевролитов и песчаников. Верхнедаульская свита залегает на нижнедаульской с постепенным переходом или непосредственно на домеловых образованиях. Сложена пачками переслаивания пестроцветных (красновато-коричневых, серых, голубовато-серых) карбонатных алевритистых глин, алевролитов и песчаников с маломощными прослоями мергелей.

В свою очередь комплексы СIII и СIV связаны с нижне-верхнемеловым отложениями. ОГ II соответствует кровле карачетауской свиты, между ОГ II-I залегают отложения от альб-сеноманских до маастрихтских.

Карачетауская свита формировалась в условиях мелководной прибрежной аллювиально-озерной равнины, залегает на даульской с размывом, сложена разнозернистыми полимиктовыми серыми и зеленовато-серыми песками, конгломератами и галечниками, прослоями и пластами глин и алевролитов. Кызылкиинская свита отличается от карачетауской выраженным контактом в виде смены окраски пород с сероцветной на пестроцветную – наблюдается хаотичное чередование желтых, бурых, фиолетовых, зеленых и голубых пятен и полос на общем коричневато-красном тоне, породы принадлежат фациям аллювиально-озерной равнины, на которой развиты шлейфы мелкоземлистого пролювия.

Балапанская свита формировалась в прибрежных и морских обстановках, в ее породах найдены фораминиферы, мелкие раковины моллюсков, на основании которых отложения датированы туронским ярусом. Сложена в Мынбулакской седловине пепельно-серыми глинами с прослоями алевролитов и горизонтов песчаника в средней части, в Жыланшыкском прогибе – песчаники преобладают в кровельной и подошвенной части разреза. Глины в Жыланшыкском прогибе содержат включения углефицированной древесины с зернышками розово-желтого янтаря.

Отложения верхнего сенона сохранились в отдельных участках Арыскумского прогиба в виде маломощной пачки морских осадков, сложенных серыми монтмориллонитовыми глинами кампана в основании и белыми мелкозернистыми песками с прослоями известняков и ракушечников маастрихта в верхней части разреза. Формировалась толща в условиях регрессии моря, представлена фациями мелководной равнины, пляжевых отмелей и вдольбереговых баров. В Жыланшыкском прогибе в кровельной части маастрихтских отложений, на переходе от меловых к палеогену, выделен горизонт серых алевролитов.

Мощная толща морских палеогеновых отложений залегает на образованиях маастрихта с размывом и выпадением части датского яруса и небольшим угловым несогласием. В ней выделяются: палеоценовая кварц-глауконитовая формация, нижне-эоценовая глинисто-песчаная формация, среднеэоценовая карбонатно-глинистая формация (тасаранская свита) и преимущественно глинистая верхнеэоценовая формация (чеганская свита). Палеогеографические обстановки: шельфовые и прибрежно-морские.

Континентальные отложения олигоцена сохранились в виде отдельных останцев и сложены двумя толщами: нижней красноцветной глинистой и верхней пестроцветной песчанистой с прослоями лигнитов. Отложения миоцена в пределах исследуемой территории отсутствуют, т.к. уничтожены предплиоценовой денудацией.

Верхняя формация сложена маломощными пачками песков, песчаников и гравийников плиоцен-нижнечетвертичного возраста. Формирование обширных полей гравийно-галечниковых отложений аллювиально-пролювиального генезиса позднее сменилось усилением линейной денудации и формированием аллювиальной денудационной равнины. В Южно-Торгайской впадине лишь на небольших участках сохранились четвертичные отложения аллювиального, пролювиального, делювиального и эолового генезиса, толщиной не более 40-60 м.

**Заключение**

Данные сейсмических исследований позволили проследить в разрезе сейсмостратиграфические границы, связанные с седиментологическими комплексами с идентичными условиями их накопления и классифицировать обнаруженные ловушки, благоприятные для накопления в них углеводородов, на

антиклинального и неантиклинального типа (расположенных в зонах стратиграфического выклинивания), а также ловушки типа «лысых структур» в выветрелой части фундамента (PZ).

Седиментационный анализ осадконакопления исследуемого района позволил установить основные факторы, обусловившие формирование ловушек неантиклинального типа. Выделенные по результатам седиментологического анализа сейсмокомплексы, в геолого-геофизическом плане позволяют решать задачу детального сейсмостратиграфического анализа юрских и меловых отложений, а также пород фундамента.

По результатам анализа с позиции перспектив нефтегазоносности исследуемого района, скоррелированы региональные флюидоупоры и области распространения основных зон пластов-коллекторов, заключенных в фации аллювиально-русловых и вдольбереговых прибрежных литокомплексов и др.

**К перспективным зонам относятся** развитые преимущественно в пределах грабен-синклиналей ловушки регионального выклинивания, а также возможные ловушки эрозионно-аккумулятивного характера. К ним относятся распространённые возможные ловушки руслового типа. Данный тип ловушек имеет характерную форму палеоврезов. Наиболее характерные зоны развития эрозионно-аккумулятивных ловушек выявлены в разрезе верхней и средней юры (рис 2.).

Второй тип эрозионно-аккумулятивного типа ловушек связывается с зонами распространения шлейфов аллювиально-пролювиальных дельт, то есть зон, граничащих с бортами грабен-синклиналей, через которые водные потоки устремлялись в низменные равнины. Данный тип ловушек не имеет пространственного площадного распространения и относительно уверенно устанавливается в зонах крутого борта фундамента, где энергетика потока была выше.

Также стоит отметить зоны развития песчаных тел типа баров, пляжевых отмелей и конусов выноса. Предполагаемые ловушки могут быть широко развиты в юрско-меловых отложениях над пологими бортами грабен-синклиналей, а также над узкими погребенными выступами фундамента.

Кроме перечисленных зон возможного развития ловушек в терригенных отложениях осадочного чехла нужно отметить ловушки УВ, связанных с выветрелыми карбонатными и терригенно-карбонатными поверхностями нижнего структурного этажа (СЛЭТ-А).

ЛИТЕРАТУРА

[1] Г.Ж. Жолтаев, Т.Х. Парагульгов, Геология нефтегазоносных областей Казахстана (Геология и нефтегазоность Южно-Торгайской впадины), г.Алматы, 1998г.; - 78с

[2] Акишев Т.А., Курманов С.К., Сапожников Р.Б. О геологическом строении и перспективах нефтегазоносности Южно-Торгайской впадины в свете новых геофизических данных. Геология нефти и газа, №3, 1986г. с. 14-18

[3] Х.Х. Парагульгов, А.Б. Ли, Т.Х. Парагульгов, Г.П. Филипьев, Нефтегазоносные комплексы Южно-Тургайской впадины, Вестник АН КазССР, 1990г., № 1; С. 49–59.

[4] Муромцев В.С. Электрометрическая геология песчаных тел – литологических ловушек нефти и газа, Л., Недра, 1984г. - 260с

.

Кульбатырова Б.А., Темирхасов А.М., Ещанова А.К.

**Сейсмотратиграфиялық және седиментологиялық талдаудың нәтижелері бойынша оңтүстік торғай бассейнінң батыс бөлігінің геологиялық құрылымы**

**Түйіндеме.** Юралық және борлық шөгінділердің седименологиялық және сейсомостратиграфиялық талдауы жүргізілді және негізгі стратиграфиялық интервалдар анықталды. негізгі сипаттамалары Zhinishkekumskaya және Арысқұм грабен-синклинали толқыны саласындағы соңғы жылдары облысы сейсмикалық деректермен салыстырылады бұрғылау, ұңғымаларды геофизикалық зерттеулер нәтижелері, 12 көрсететін көкжиектері қорыту негізінде бөлінді орындалған жұмыстар мен егжей-тегжейлі стратиграфиялық бөлшектенген (I, II, II1, ХАА, III), III «, IV, IV, V, V», VI, PZ) нәтижелері, бассейнінің зерттелген бөлігінің сейсмикалық фации моделі құрылымдық-литологиялық еденде мен квази-синхронды сейсмологиялық сейсмикалық кешендерді сипаттау.

Зерттелген аймақтың шөгінділерінің шөгінді талдауы, бейтараптамалық емес тұзақтардың пайда болуымен мүмкін болды. sedimentological талдау нәтижелері оқшауланған сейсмикалық кешендер геологиялық және геофизикалық жоспарына, юра және бор шөгінділерінің егжей-тегжейлі seismostratigraphic талдау тапсырманы, сондай-ақ жертөле таужыныстарын шешуге мүмкіндік береді. Облыстық сұйық-подшипникті аймақтар мен аудандар резервуар топтары негізгі аймақтарын бөлу аллювиалды-арна фации және жағалау lithocomplexes, тергеу астында облысының мұнай және газ әлеуеті тұрғысынан талдау нәтижелері бойынша негізделген корре-

ляция және т.б. Сондай-ақ, барлар, жағажайлар мен конустар секілді құм бөліктерінің даму аймақтарын атап өту керек. Юра-бор шөгінділерінде болжанған тұзақтар жасалуы мүмкін.

**Түйінді сөздер:** сейсмологтық талдау, сейсмикалық стратиграфия, шөгінділер, құрылымдық-литологиялық қабат, қалыптастыру, фацалар, грабен-синцлайн, квазисинхронды шөгінді сейсмикалық кешені

Kulbatyrova B.A., Temirkhasov A.M., Eshchanova A.K.

**Geological structure of the western part of the south turgai basin by the results of sedimentological and seismostratigraphic analysis**

**Summary.** The sedimentological and seismostratigraphic analysis of Jurassic and Cretaceous deposits was carried out, the main types of facies performing the northern part of the Aryskum and Zhinishkekum graben-synclines were determined, and the main stratigraphic intervals were determined. The results of drilling, geophysical studies of wells, core descriptions are compared with the seismic data of the region of past years in the wave field of the Zhinishkekumskaya and Aryskum graben-synclines, 12 reflecting horizons are allocated on the basis of the generalization of the results of the performed works and detailed stratigraphic dismemberment (I, II, II1, IIa, III) , III ', IV, IV', V, V ', VI, PZ), a seismic facies model of the studied part of the basin with a description of structural-lithological floors and quasi-synchronous sedimentological seismic complexes was constructed.

The sedimentation analysis of the sedimentation of the investigated region made it possible to establish the main factors that caused the formation of non-anticlinal traps. Seismic complexes isolated from the results of sedimentological analysis allow to solve the task of detailed seismostratigraphic analysis of Jurassic and Cretaceous deposits, as well as basement rocks, in the geological and geophysical plan. Based on the results of the analysis from the perspective of the oil and gas potential of the region under investigation, regional fluid-bearing regions and areas of distribution of the main zones of reservoir strata in the facies of alluvial-channel and coastal coastal lithocomplexes are correlated, etc. It is also worth noting the development zones of sand bodies such as bars, beach shoals and cones . Presumed traps can be widely developed in the Jurassic-Cretaceous deposits over the gentle sides of the graben-synclines, as well as over the narrow buried basement projections.

**Key words:** sedimentological analysis, seismic stratigraphy, sedimentation, structural-lithological floor, formation, facies, graben-syncline, quasisynchronous sedimentary seismic complex

УДК 631.416.8

**А.Н. Даулбаева**
(АО «Университет Нархоз» Алматы, Республика Казахстан
*E-mail: almira_geo@mail.ru)

## ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УДАЛЕННОСТИ АВТОДОРОГ

**Аннотация**. Почва является наиболее объективным и стабильным индикатором антропогенного загрязнения, в отличие от воздуха и воды. Почва может отражать более точный уровень загрязняющих веществ и их распределение. В статье рассмотрены закономерности содержание подвижных форм тяжелых металлов на различном расстоянии от автомагистрали в сравнении с ПДК. Показано, что верхний слой почв, прилегающих к автомагистрали, загрязнен тяжелыми металлами в количествах близких и превышающих предельно допустимые концентрации, что указывает на негативное влияние выбросов автомобильного транспорта.

**Ключевые слова**: почвенный покров, загрязнение почв, тяжелые металлы, свинец.

### Введение

Загрязнение почвенного покрова в крупных городах, является одной из основных проблем охраны окружающей среды. Почва является наиболее объективным и стабильным индикатором антропогенного загрязнения, в отличие от воздуха и воды [1]. Почва может отражать более точный уровень загрязняющих веществ и их распределение. Одним из сильнейших по действию и наиболее распространенным химическим загрязнителем являются тяжелые металлы [2,3].

Транспортный комплекс в настоящие время является одним из мощных источников загрязнения окружающей среды. Наибольший вклад в загрязнения города Алматы вносит автотранспорт, выбросы которого составляют более 80% [4,5].

Так статистические данные Казгидромета о состоянии окружающей среды показывают увеличение выбросов в атмосферу загрязняющих веществ от передвижных источников по сравнению с предыдущими годами [6]. Это связано, с одной стороны, с увеличением количества транспортных средств в городе, с другой, говорит о необходимости более тщательно контролировать их техниче-

ское состояние. Так по данным комитета по статистики МНЭ РК общий объем легковых автомобилей в городе составляет 456 966 штук (весна 2017г), при этом автомобили в возрасте старше 10 лет составили 60% от общего объема автопарка страны [7].

Такой рост автотранспорта, в городе провоцирует пробки, стоя в которых автомобили резко увеличивают выброс в атмосферный воздух загрязняющих веществ, что в свою очередь приводит к увеличению выбросов в атмосферу различных тяжелых металлов и тем самым к ухудшению качества почв [8,9].

В связи с этим возникла необходимость оценить состояние проблемы загрязнения почвенного покрова в крупнейшем городе Казахстана, который развивается особенно стремительно.

Целью данного исследования является оценка уровня загрязнения почв города Алматы, в зависимости от места расположения от основных дорог. При этом были поставлены задачи, сравнить различные территории на содержания тяжелых металлов и определить среднее содержание в верхнем 10 см слое почвы.

**Материалы и методы исследования**

Объектом исследования является состояние загрязнения почв города Алматы. Основными методами исследования выбраны физико-статистический, сравнительно - аналитический, математическая обработка эмпирических данных.

В качестве исходных данных использовались материалы по загрязнению почв городов Казахстана за 2013 -2015гг и 2017-2018гг [6].

**Результаты исследования**

В зависимости от загруженности участка улицы разными видами автотранспорта, расположения промышленных предприятий, источников теплосети, магистральных улиц, рельефа территории и т. д., выделены стационарные точки наблюдения города. Представленные пункты являются центром мониторинга загрязнения природной среды: парковая зона КазНУ; АХБК; проспект Абая и проспект Сейфулина (автомагистраль); ВАЗ; роща Баумана; Аэропорт; мкр-н Дорожник.

Необходимо отметить, что к числу приоритетных загрязнителей атмосферы, поступающих в городскую среду с отработавшими газами автомобилей, относится свинец. Как правило его добавляют в низкокачественный бензин для повышения качества, а как известно тетраэтил (метил) свинец представляет опасность для здоровья человека. Такой бензин называют «этилированным», в других странах его точное название leaded gasoline (бензин, содержащий свинец) [10,11].

По различным оценкам в результате сжигания жидкого топлива в атмосферу выбрасывается от 180 до 260 тысяч тонн свинцовых частиц, а этот показатель намного превосходит естественное поступление свинца, например при извержении вулканов.

Такой высокоактивный свинец хорошо «впитывается» в почву вдоль основных дорог, попадая в дальнейшем в растения [8].

Рассмотрим, какова закономерность распространения свинца по районам города Алматы [12], за период с 2013 - 2015 гг (рис. 1).

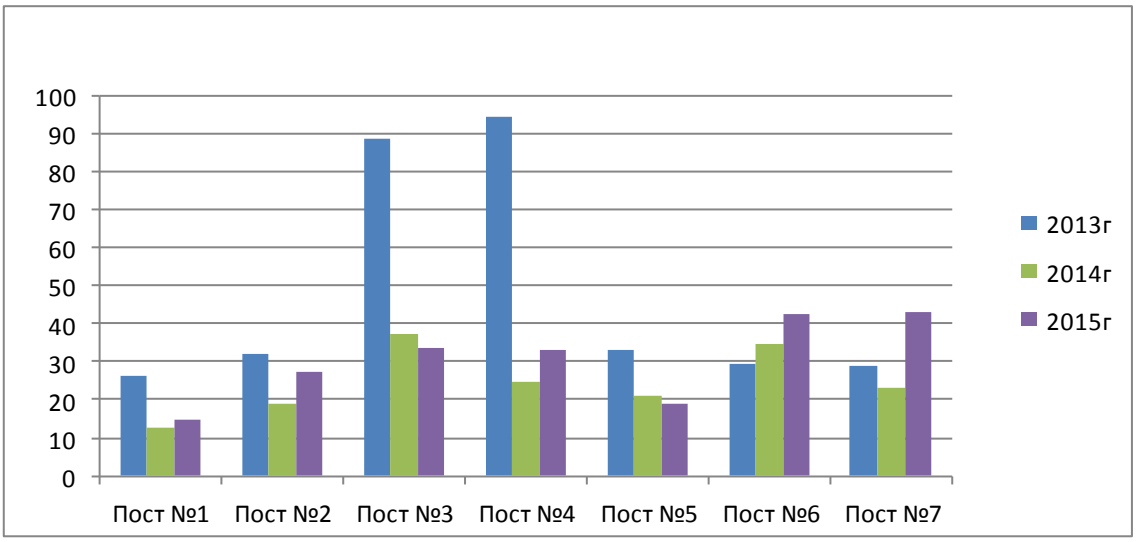



**Рис. 1.** Содержания свинца (в мг/кг) в различных регионах города за 2013-2015гг

Так из рисунка 1 видно, что в 2013г на всех постах уровень содержания свинца в почвах выше по сравнению с 2014 и 2015гг. Исключение составляет посты № 6 и 7, где уровень свинца, наоборот, с каждым годом растет.

Поскольку главным источником свинца, является автотранспорт, работающий на бензине, то наиболее высокий уровень загрязнения приходится на посты под номером 3 и 4 [12].

При дальнейшем изучении содержания тяжелых металлов в отобранных образцах почвы, прилегающей вдоль автомагистралей, показало следующие концентрации (рис 2,3).

Так как наиболее загрязнёнными оказались посты № 3 и 4, было интересно проследить изменение концентрации цинка, свинца и меди в почвенных образцах непосредственно от дороги и на расстоянии 50 и100 метров.

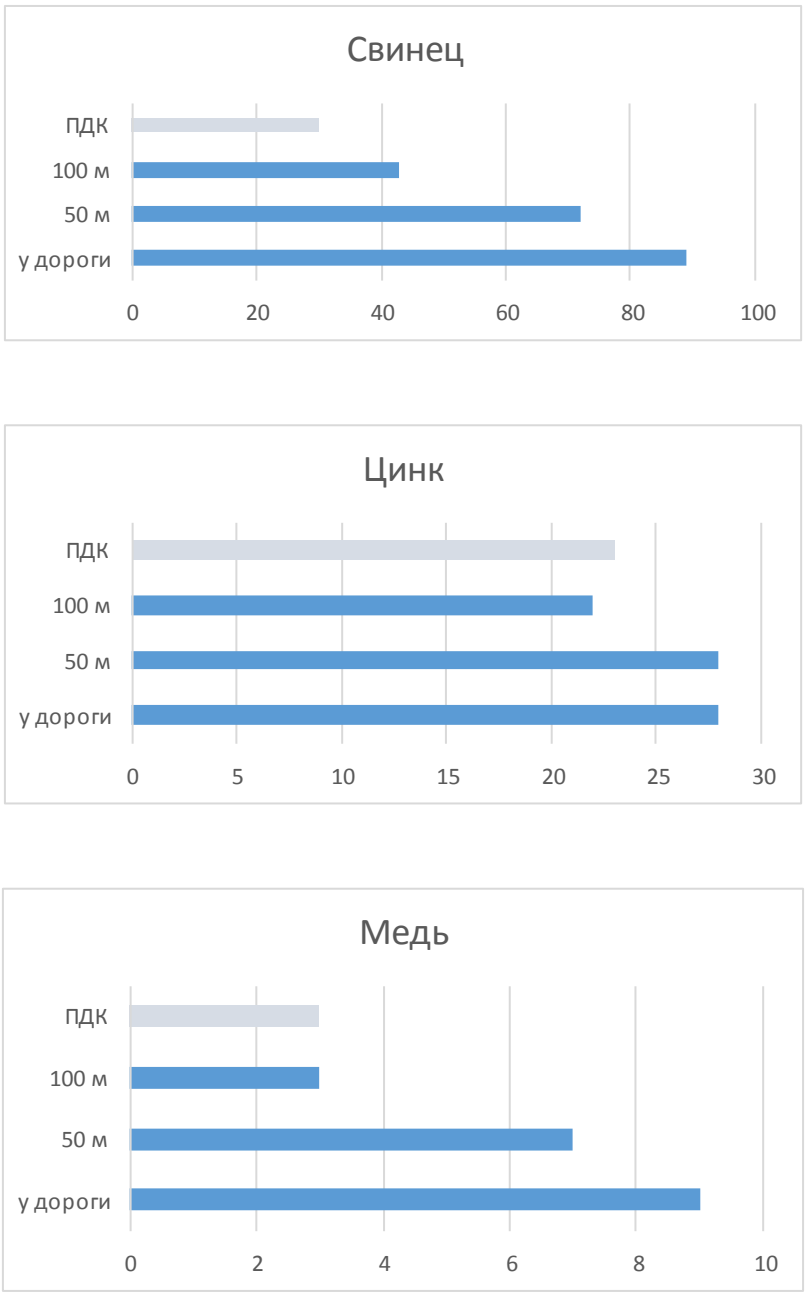



**Рис. 2.** Содержание подвижных форм тяжелых металлов на различном расстоянии от автомагистрали в сравнении с ПДК на посту №3

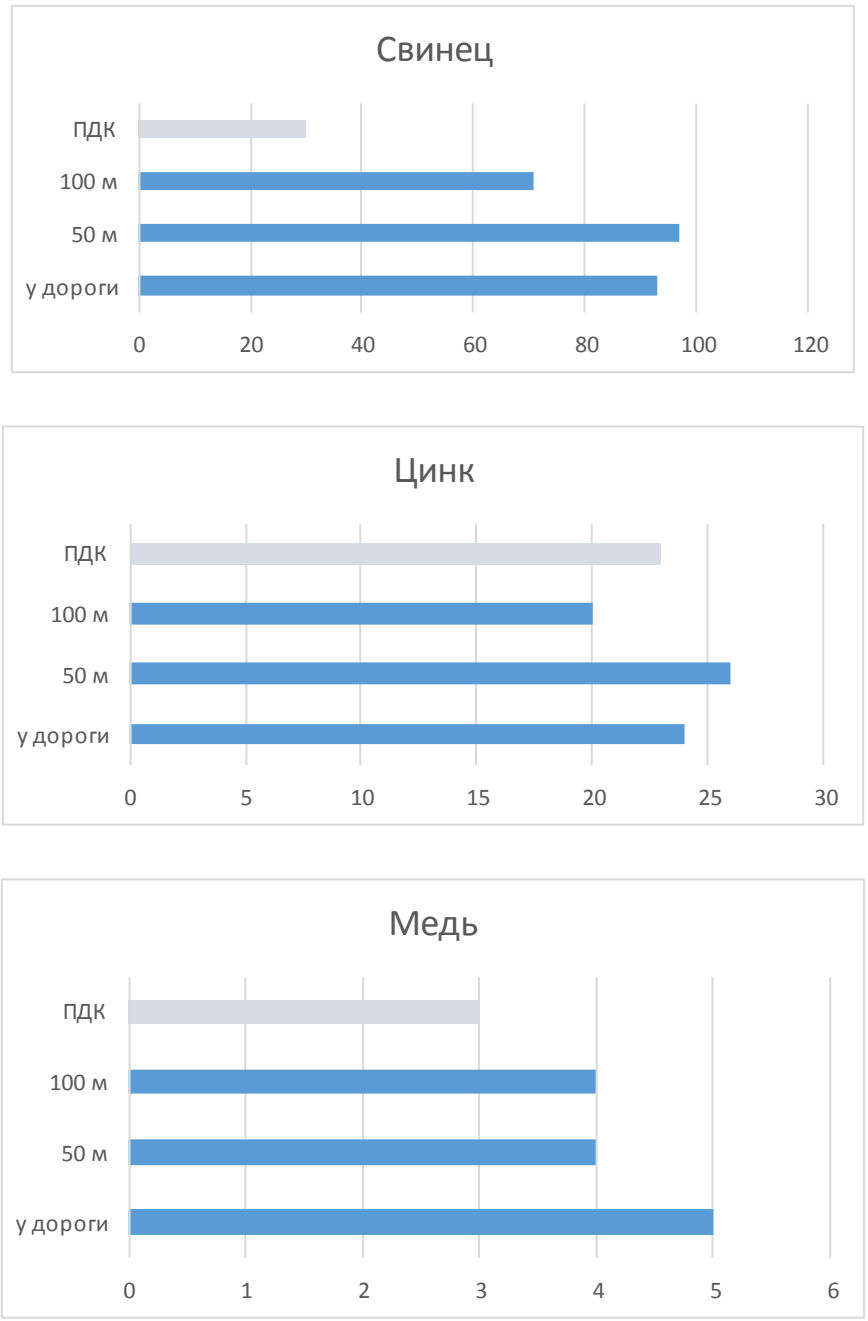



**Рис. 3.** Содержание подвижных форм тяжелых металлов на различном расстоянии от автомагистрали в сравнении с ПДК на посту №4

В результате полученных данных выявлено, что содержание тяжелых металлов в отобранных образцах почвы, очень высоко и находится выше допустимых концентраций. Так количество свинца у дороги в точке 3 и 4 превышало ПДК почти в 3 раза, с последующим понижением до 42 мг/кг. Изменение концентраций содержания свинца мало изменяется в зависимости от времени года, так как главный его источник автотранспорт [13].

Если обратиться к цинку, то его содержание в почвах несколько ниже и на расстоянии 100 м от дороги практически не превышает ПДК. Загрязнение почв таким тяжелым металлом как медь, также вызывает опасение, при ПДК со значение 3, концентрация меди может достигать до 9 мг/кг.

Кроме того, если сравнивать посты на точках 3 и 4, то можно наблюдать разницу в концентрации тяжёлых металлов и их степени содержания в зависимости от удаления автодороги. Так пост №3 находится в центре города на пересечении улиц Сейфулина и Абая, где в течении суток проходит огромный поток автомашин. Поэтому и концентрации всех исследуемых тяжёлых металлов значи-

тельно выше. Но при удалении от дороги на расстояние 50 и 100 м, наблюдается последовательное снижение данных загрязнителей. На посту №4, который находится в районе ВАЗа, концентрации всех исследуемых ТМ значительно ниже, но при удалении от дороги на расстояние 50 метров, не происходит значительного снижения, а в некоторых случаях как с цинком и свинцом наблюдается незначительное повышение. Скорее всего это связано с тем, что пост №4 находится в нижней части города, где тяжёлые металлы с талыми водами смываются в более низкие участки от магистрали. Известно, что подвижные формы тяжелых металлов быстро мигрируют и хорошо переносятся поверхностными водами [14-15].

**Заключение**

Присутствие в почвах высоких концентраций тяжелых металлов ярко отражает степень техногенного загрязнения урбанизированной территории. Проведенные исследования показали, что верхний слой почвы, находящийся ближе к автодорогам, загрязнен тяжелыми металлами, которые превышает предельно допустимые концентрации.

Самыми загрязненными районами, ПДК которых превышает допустимые нормы, являются регион ВАЗа, и перекресток улиц Абая и Сейфулина, где наблюдается высокая проходимость автотранспорта.

В результате исследования выявлена определенная закономерность в распределении тяжелых металлов в зависимости от расстояния до источника загрязенения. Так концентрации некоторых ТМ на посту №4, несколько повысились при удалении от дороги в отличии от поста №3, где идет закономерное снижение концентраций.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Алексеев Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях. Л.: Агропром-издат, 1987. 142с

[2] Бычинский В.А. Экологическая геохимия: тяжелые металлы в почвах в зоне влияния промышленного города / В.А. Бычинский, Н.В. Вашукевич. – Иркутск: Изд-во Иркутского Государственного университета, 2009. – 160 с.

[3] Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Экология почв. Учение об экологических функциях почв. - М: МГУ, 2006. - 268 с.

[4] Комплексная программа по снижению загрязнения окружающей среды города Алматы на 2009-2018 годы.:Утверждена Решением XVII-й сессии Маслихата города Алматы IV-го созыва от 24.04.2009. № 187. - Алматы, 2009.

[5] Статистический сборник // Транспорт и связь в Республике Казахстан за 2006-2010 гг. – Астана, 2011.

[6] Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды Республики Казахстан за 2013-2015 г // Министерство охраны окружающей среды Республики Казахстан, Казгидромет. – Алматы, 2013-2015.

[7] Комитет по статистике МНЭ РК https://zero.kz/catalog/64741_sait-komiteta-po-statistike-mne-rk

[8] Давыдова С.Л., Тагасов В.И. Нефть и нефтепродукты в окружающей среде: Учеб. пособие. М.: Изд-во РУДН, 2004. 163 с

[9] Кочеткова К.В., Фаизов Р.Р., Коровина Е.В., Давыдова О.А., Гусева И.Т. Эколого-химические аспекты техногенного воздействия на почвенный покров урбанизированных территорий // сборник материалов 50-й научно-технической конференции «Вузовская наука в современных условиях» **.** - Ульяновск : УлГТУ, 2016. - В 3 ч. Ч.3.– С 11 – 13.

[10]. Сотникова М.В. Анализ и прогнозирование выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от автотранспортного комплекса // Экология и промышленность России. 2008. Июль. С. 29–31.

[11]. Xiuxia Li Distribution of the heavy metal in urban soils // Journal of Chemical and Pharmaceutical Research, 2014, 6(6):2260-2263

[12]. Даулбаева А.Н. Динамика распределение свинца в почвах города Алматы // Вестник КазНИТУ. 2016. №6 (118) С. 400-403

[13] Chen, T. et. al. (2005) Assessment of heavy metal pollution in surface soils of urban parks in Beijing, China. Chemosphere, 60, 542-551.

[14] Rizo, O. D. et al. (2011) Assessment of heavy metal pollution in urban soils of Havana city, Cuba. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 87, 414-419. Doi: 10.1007/s00128-011-0378-9

[15] Manta, D. S. et al. (2002) Heavy metals in urban soils: a case study from the city of Palermo (Sicily), Italy. Science of the Total Environment, 300, 229 – 243

Даулбаева А.Н.

**Жолдардың қашықтығына байланысты топырақты ластауды ауыр металдармен бағалау.**

**Түйіндеме.** Ауа және сумен салыстырғанда топырақ антропогендік ластанудың анағұрлым объективті және тұрақты индикаторы болып табылады. Топырақ ластаушы заттар мен олардың таралуының анағұрлым дәл деңгейін көрсете алады. Мақала МПК-мен салыстырғанда магистральдан түрлі қашықтықтағы ауыр метал-

дардың мобильді нысандарының мазмұнын сипаттайды. Автожолға жақын топырақтың топырақ қабаты ауыр металдармен ластауға жол берілетін шекті концентрацияға жақын және одан асатын мөлшерде, бұл автокөлік тасталымының жағымсыз әсерін көрсетеді.

**Кілттік сөздер**: топырақ жамылғысы, топырақтың ластануы, ауыр металдар, қорғасын

Daulbayeva A.N.

**Assessment of soil contamination with heavy metals, depending on the distance of roads.**

**Summary**. The soil is the most objective and stable indicator of anthropogenic pollution, unlike air and water. Soil can reflect more accurate levels of pollutants and their distribution. The article describes the patterns of the content of mobile forms of heavy metals at different distances from the highway in comparison with the MPC. It is shown that the top layer of soil adjacent to the highway is contaminated with heavy metals in quantities close to and exceeding the maximum permissible concentrations, which indicates the negative impact of road transport emissions.

**Keywords**: soil cover, soil pollution, heavy metals, lead.

ӘӨЖ 504.03

**Г.С. Сатбаева, О.Б. Тлеуберлина**
(Нархоз университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы)

## ӘЛЕУМЕТТІК ЭКОЛОГИЯ ПӘНІНІҢ ҚАЛЫПТАСУЫ ЖӘНЕ ПӘНАРАЛЫҚ БАЙЛАНЫСЫ

**Түйіндеме.** Мақалада әлеуметтік экология ғылымының алғашқы пайда болу алғышарттары қарастырылған. Сонымен қатар, әлеуметтік экологияның ғылым ретінде қалыптасуына ықпал ететін факторларға сипаттама берілген.

**Тірек сөздер:** экология, әлеуметтік экология, экологиялық байланыс, макроэкология.

Әлеуметтік экологияның пайда болуы, қалыптасуы және жеке ғылым саласы ретінде дамуы адам мен қоршаған ортаның өзара байланысу мәселелеріне гуманитарлық сала (әлеуметтану, экономика, саясаттану, психология және т.б.) өкілдерінің қызығушылықтарының артуымен тікелей байланысты [1].

Ұтымды табиғат пайдаланудың алғашқы ғылыми принциптерін биология, география, медицина, экономика секілді бірқатар ғылымдар қарастырған болатын. 19-ғасырдың орта шенінен бастап, бұл мәселелермен экология ғылымы кеңінен айналыса бастады. Қоғам мен табиғаттың медициналық-биологиялық және демографиялық аспектілері медициналық географияда, ал қоршаған ортаның гигиенасы адам экологиясында зерттелді. Табиғаттың құбылыстары мен үдерістерінің зерттеу құрылымдарының кеңеюі ғылым саласында жаңа бөлімдердің ашылуына негіз қалады. Мысалы, геологиялық ортаны ұтымды пайдалану және қорғау мәселесімен инженерлік геология айналысса, құқық саласында экологиялық құқық, экономикалық ғылымда табиғатты пайдалану экономикасы сияқты жаңа бөлімдер ашылды.

Әртүрлі ғылыми пәндердің өкілдері ұтымды табиғат пайдалану мәселелерін алғаш рет өздері қарастырып жатқандығы жайында талқылай бастады. Дегенмен, әрбір ғылым саласы ұтымды табиғат пайдалану мәселелерін қарастырғанда, өздеріне жақын тұстарын ғана зерттеуді негізге алды. Нәтижесінде табиғат ресурстарын ұтымды пайдаланудың аспектілерін зерттеу - қоғам мен табиғаттың үйлесімді дамуының жалпы теориясын құруға және тәжірибелік міндеттерді шешуге мүмкіндік бермеді. Ол үшін жаңа пәнаралық ғылымның қажеттілігі туындады [2].

Мұндай ғылым әлемнің көптеген елдерінде бірмезгілде әртүрлі сипатта пайда бола бастады: натуросоциология, созология, энвайронментология, қолданбалы экология, ғаламдық экология, әлеуметтік-экономикалық экология, қазіргі экология, үлкен экология және т.б.

**Әлеуметтану (социология)** - термині латынның «societas» (қоғам) және «hoyos» (сөз, ілім) деген сөздерінен пайда болған. Тура мағынасында әлеуметтану (социология) қоғам туралы ілімдер жиынтығы, яғни қоғамның қоршаған орта факторларымен өзара қарым-қатынасы туралы ғылым деген мағынаны береді. Қоғам туралы алғашқы пікірлер Платон, Аристотель еңбектерінде пайда болған. Ғылыми айналымға әлеуметтану (социология) түсінігін XIX ғасырдың ортасында Огюста Кант енгізген. Одан кейін ағылшындық Г. Спенсер әлеуметтік құбылыстардың жеке ғылым саласы ретіндегі орнын анықтап, оған тән алғашқы әдістерін анықтады [3,4].

**Экология** - барлық тірі ағзалардың табиғи ортамен байланысын зерттейді. Экология – табиғи орта жағдайы туралы ғана емес, адамның мекен ету ортасын сақтау, адам қолымен бұзылған табиғат

нысандарын қалпына келтіру туралы ғылымдар жиынтығы. Экологияда да әлеуметтану саласы секілді табиғи ортадағы, қоғамдағы үрдістер мен құбылыстар зерттелінеді.

**Әлеуметтік экология** «табиғат-адам-қоғам» жүйесіндегі байланыстарды зерттейтін ғылыми пән.

Әлеуметтік экологияда «экология» термині қоғам мен табиғаттың өзара қарым-қатынасындағы үйлесімділікке бағытталған адам қызметтерінің құндылықтары мен бағыттары жүйесі деген көзқарасты білдірсе, биология саласында экология ағзалар мен ортаның қарым-қатынасы туралы биологиялық зерттеулер бөлімі; философияда – адам, қоғам, әлем арасындағы жалпы заңдылықтар; географияда – табиғи кешендер мен табиғи-шаруашылық жүйенің қалыптасуы және құрылымы дегенді білдіреді [5,6].

Әлеуметтік экологияның қалыптасуына социологиядағы географиялық мектеп өкілдері де өз үлестерін қосқан. Бұл ғылыми мектептің өкілдері адам өмірі мен олардың психикалық ерекшеліктері мекен ететін жеріндегі табиғи жағдайларға тәуелді деп есептеген. Француз философы Ш. Монтескье «климат билігі әлемдегі ең бірінші билік» деп тұжырымдаса, Л.И. Мечников «әлемдік өркениет теңіз, өзен, мұхит жағалауларында дамыған» деп көрсетеді, ал К. Маркс «қоңыржай климат капитализмнің дамуы үшін қажет» деп есептеген. К. Маркс пен Ф. Энгельс адам мен табиғаттың бірлігі туралы тұжырымдаманы жасады, оның басты идеясы табиғаттың заңдарын тану және оларды дұрыс қолдану [7].

Әлеуметтік экология терминінің пайда болуына алғаш рет өз үлесін қосқандар – американ зерттеушілері, Чикаго әлеуметтік психология мектебінің өкілдері Р. Парк пен Е. Берджес. Олар 1921 жылы ғылымға «Human ecology» деген терминді енгізеді. Мұнда авторлар қала ортасындағы тұрғындардың мінез-құлық теорияларын зерттеп, қолданысқа енген терминді әлеуметтік экология ретінде адам экологиясы түсінігінің синонимі ретінде пайдаланған. Мұндағы әлеуметтік экология түсінігі биологиялық сипаттағы әлеуметтік құбылыстар туралы мәселелерді қарастырды. Сондықтан Америкада әлеуметтік экология қала социологиясы немесе урбосоциология деп аталған.

1927 жылы Р. Мак-Кензи өз еңбегінде әлеуметтік экологияның алғашқы анықтамаларын ұсынды. Оның сипаттауынша, «әлеуметтік экология ортаның аккомодациялық (қабілетті) және дистрибутивті (бөлінгіш), селективті (сұрыптау) күштерін көрсететін адамдардың аумақтық және уақытша қатынастары туралы ғылым». Әлеуметтік экологияға берілген мұндай анықтама ішкі қала агломерациясындағы халықтың аумақтық бөлінуін зерттеу үшін негіз болып қаланды [8].

Алғашында «әлеуметтік экология» термині ортада тіршілік ететін әлеумет ретіндегі адамның өзара байланысының арнайы бағыттарын зерттейтін ғылым ретінде қарастырылған болатын. Дегенмен, бұл термин адам экологиясы терминінің аясында қалып қойды. Мұндай жағдай әлеуметтік экологияның жеке, өзіндік бағыты бар ғылым ретінде дамуына кері ықпал етті. Кейіннен гуманитарлық сала өкілдерінің зерттеуімен әлеуметтік экология адам экологиясынан бөлініп шықты.

Әлеуметтік экологияның дамуына өзіндік үлес қосқан 1966 жылғы (Эвиан, 1966) социологтардың бүкіләлемдік Конгресі. 1970 жылы Варнада социологтардың кезекті Конгресінде әлеуметтік экология мәселелері бойынша социологтардың бүкіләлемдік бірлестігінің зерттеу комитетін құру жөнінде шешім қабылданды [9].

1970 жылдан бастап, әлеуметтік экология жайында алғашқы еңбектер пайда бола бастады. Олардың қатарына Catton W. Jr., Dunlap R. Luhmann N. Э. В. Гирусов, В.Д. Комаров, Ю.Г. Марков және т.б. ғалымдардың еңбектерін атап өтуге болады. 1986 жылы «Әлеуметтік экология мәселелері» жөніндегі алғашқы Бүкілодақтық конференцияда әлеуметтік экология ғылымының зерттеу нысаны кеңейе түсті.

Қазіргі таңда, «әлеуметтік экология» термині қоғам, адам және табиғат арасындағы өзара қатынастары, әлеуметтік-экологиялық-экономикалық байланыстар мен олардың қарама-қайшылықтары туралы мәселелерді шешуде қолданылады [10].

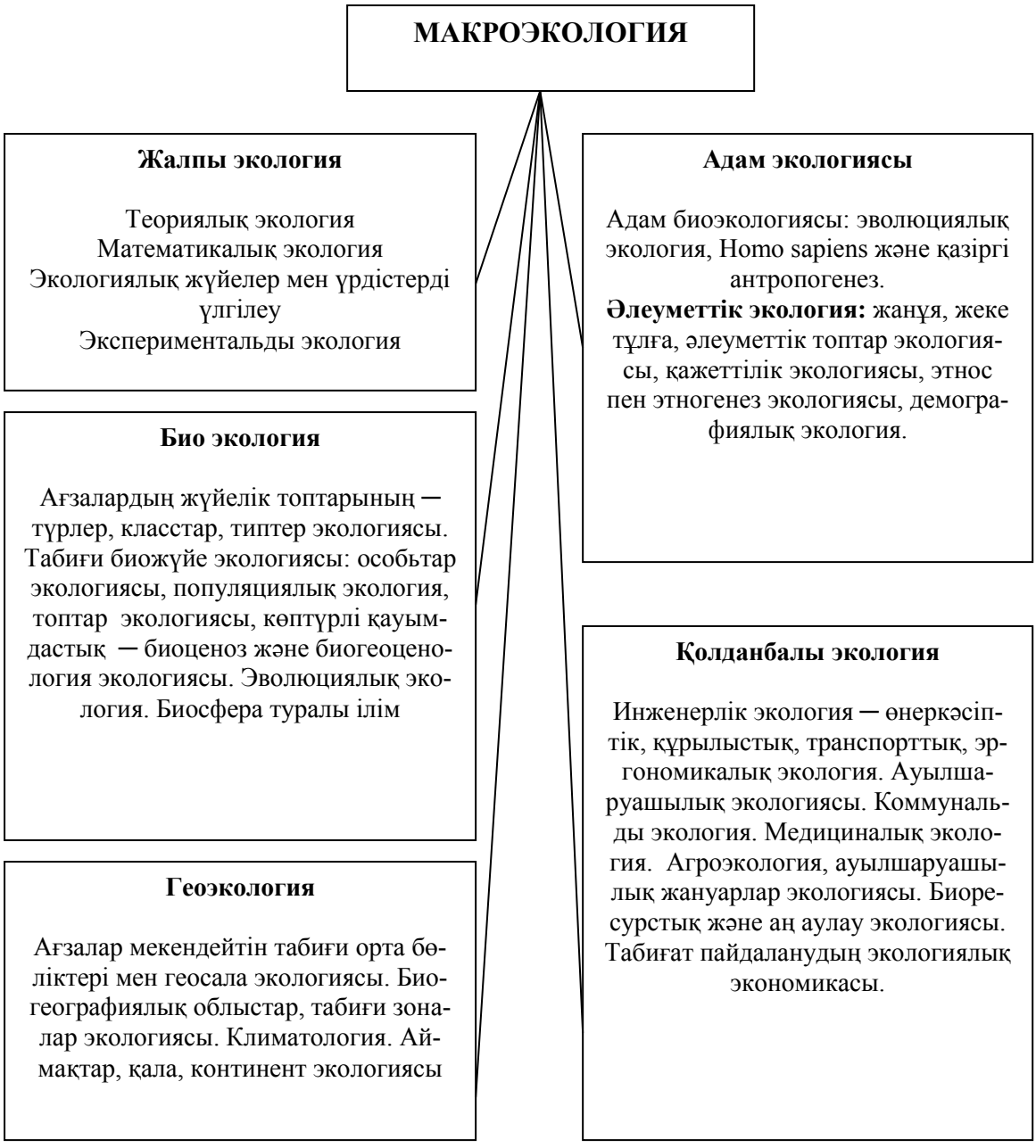
**Әлеуметтік экология** –қоршаған орта мен табиғат арасындағы (адам–қоғам–табиғат жүйесіндегі) өзара үйлесімді қарым–қатынастарды зерттейтін ғылымдар жүйесі. Әлеуметтік экология пәні болып ноосфера табылады, яғни адамның саналы іс-әрекетінің нәтижесі ретінде қалыптасатын әлеуметтік-табиғи қатынастар жүйесі.

Қазіргі ғылыми әдебиет көздерінде «адам экологиясы» мен «әлеуметтік экология» терминдері жөнінде қалыптасқан көзқарастарды төрт топқа бөліп қарастыруға болады:

*Бірінші топ өкілдері* - «әлеуметтік экология мен адам экологиясы бір–бірімен синонимдес терминдер, олар бір-бірін алмастырып отырады. Адам экологиясының зерттеу пәні әлеуметтік экологияның зерттеу пәнімен өзара үйлеседі» – деп көрсетеді (бұл көзқарасты ұстанғандар – В.А. Ситаров, В.В. Пустовойтов, А.В. Лосев, Г.Г. Провадкин, Э.В. Гирусов, Б.Б. Прохоров).

*Екінші топ өкілдері* әлеуметтік экология адам экологиясына қарағанда тар мағынада қолданылып, көбіне бұл ғылым саласы адам экологиясының бір бөлігі болып табылады – деп сипаттайды

(Н.Ф. Реймерс, А. В. Яблоков, Т.А. Акимова, В.В. Хаскин, Е.Л. Райх, В.С. Преображенский). Мысалы, Т. А. Акимова мен В.В. Хаскин экологиялық бағыттарды бір-бірімен байланыстыра келе, «макроэкология» деп атады. Олар макроэкология құрылымын келесідей бейнелейді: жалпы экология, биоэкология, геоэкология, әлеуметтік экологияны қоса алғандағы адам экологиясы, қолданбалы экология (1-сурет). Суретте көрсетілгендей, әлеуметтік экология адам экологиясының шеңберінде, адам экологиясының зерттеу бағытының бір бөлігі ретінде қарастырылған.




**1-сурет.** Қазіргі экологияның (макроэкология) құрылымы
(Т. А. Акимова, В.В. Хаскиннің еңбектерінің негізінде дайындалған).

*Үшінші топ көзқарасы* бойынша - адам экологиясы әлеуметтік экологияның бір бөлігі. Бұл көзқарасты жақтаушылардың бірі Ю.Г. Марковтың (1986) пікірінше, «әлеуметтік экология жоғары деңгейдегі ғылым саласы, оның құрамына тірі табиғатты қорғау, экономия, конструктивті биология, адам экологиясы кіреді». Осы көзқарасты жақтайтын ғалымдардың бірі В.Д. Комаров (1990). Оның пайымдауынша, егерде буржуаздық әлеуметтік экологияны диалектикалық және тарихи материализмнің дүниеге көзқарас базасына аударар болсақ, онда табиғи әлеуметтік қозғалыстан туындайтын қоғам экологиясы (әлеуметтік экология) пайда болады. Одан адам экологиясы бөлініп шығады.

*Төртінші топтың пікірінше,* адам экологиясы мен әлеуметтік экологияның әрқайсысының өзіне тән жеке зерттеу нысандары бар екі бағыт деп есептеледі. Бұл пікірді жақтаушы өкілдерге Д.Ж. Маркович (1991) жатады. Ол әлеуметтік экологияны адам мен оның өмір сүретін ортасы арасындағы спецификалық байланыстарды зерттейтін жеке социологиялық ғылым ретінде көрсетеді [11].

Батыстық зерттеушілер адам қауымдастығы экологиясын әлеуметтік экология (social ecology) және адам экологиясы (human ecology) деп бөледі. Дегенмен әлеуметтік экология мен адам экологиясы арасында ұқсастықтар бар болғанымен, олардың арасындағы басты айырмашылық мынада: әлеуметтік экологияда «табиғат-адам-қоғам» жүйесін және ондағы адамның рөлі мен орнын, қоршаған табиғи ортаның адамның биоәлеуметтік түр ретінде дамуына ықпалы, тұлға, жанұя мәселелері зерттелсе, ал адам экологиясы – адамды биологиялық түр ретінде зерттеуге бағытталған. Әлеуметтік экология аспектілері көпжақты. Өмір сүру ортасының ерекшеліктеріне байланысты адам экологиясы – доминантты табиғи факторлармен, ал әлеуметтік экология - әлеуметтік-экономикалық факторлармен шектеледі. Адамға әсер ететін мекен ету ортасының медико-биологиялық, психологиялық, әлеуметтік-гигиеналық, мінез-құлықтық, экономикалық және басқа ерекшеліктері бөлінеді. Бұл көрсеткіштердің барлығы да өзгермелі. Адамдар мекен ету ортасына байланысты өз қажеттіліктерін өзгертіп қана қоймай, осы ортаға әлеуметтік-биологиялық тұрғыдан бейімделе бастайды.

Әлеуметтік экологияның жеке ғылым ретінде мақсаты және міндеттері бар. Әлеуметтік экологияның мақсаты – адам және қоршаған ортаның тіршілік етуін оңтайландыру. Мұндай жағдайда адам жасына, жынысына, статусына, айналысатын қызметіне байланысты жеке топтарға ажыратылатын социум ретінде қарастырылады. Әрбір топ өз кезегінде тұрғылықты жері, жұмысы, демалыс орны және т.б. шеңберінде қоршаған ортамен байланыста. Осы мақсатқа сәйкес, әлеуметтік экологияның міндеттері теориялық және қолданбалы болып екіге бөлінеді. Әлеуметтік экологияның теориялық және қолданбалы міндеттерінде әлеуметтік экологияның негізгі мәселелерін зерттеу қарастырылады [12].

Әлеуметтік экологияның теориялық міндетінде адам мен табиғаттың өзара байланысы, қарама-қайшылығы, қоршаған ортаға өндірістік іс-әрекеттердің ықпалы, адам мекен ететін ортаның дағдарыстық жағдайы, оны шешу жолдары, адам баласына табиғи-техногенді факторлар мен демографиялық үрдістердің ықпалы зерттелінеді.

Әлеуметтік экологияның қолданбалы міндетінде қоршаған табиғи орта факторларына адамның бейімделуі, қоршаған ортадағы адам мінез-құлығы, адам өмір сүретін орта экологиясы, экологиялық мәдениет, экологиялық білім мен тәрбие қарастырылады.

Әлеуметтік экологияның маңызды қызметтеріне келесілерді жатқызуға болады: теориялық, табиғат қорғау, прагматикалық, болжамдық, дүниетанымдық, әдіснамалық [13,14].

Әлеуметтік экологияның теориялық қызметі әртүрлі тарихи кезеңдердегі қоғам, адам және табиғаттың дамуын сипаттайтын негізгі тұжырымдар, экологиялық біліммен тәрбие, экологиялық мәдениет, сананың қалыптасуының теориялық аспектілері сипатталады.

Әлеуметтік экологияның табиғат қорғау қызметтеріне жататындар:

- Адамның қоршаған табиғи және әлеуметтік ортамен өзара қарым-қатынасы;
- әлеуметтік-экологиялық демография, миграциялық үрдістерді, денсаулықты сақтау, адамның физикалық және психологиялық мүмкіндіктерін жетілдіру, адам ағзасына қоршаған ортаның техногенді және табиғи факторларының ықпалы жөніндегі мәселелер;
- Адамды табиғи катаклизмнен (су басу, жер сілкіну, қар көшкіні және т.б.) қорғау;
- Адамның жабайы қатынастарынан табиғатты қорғау.

Әлеуметтік экологияның әдіснамалық қызметі екі принципке негізделеді:

1.Табиғат пен қоғам арасындағы өзара қарым-қатынастарды зерттеудің бірегейлік, жанжақтылық принципі.

2.Нақты тарихи талдау принципі.

Әлеуметтік экология келесідей бөлімдерге бөлінеді: экономикалық, демографиялық, урбанистикалық, футурологиялық, құқықтық.

**Экономикалық экология (эконология)** – қоғамның шаруашылық іс-әрекеттерінде экономикалық және экологиялық факторлардың өзара байланысын зерттейтін әлеуметтік экологияның бөлімі.

**Демографиялық экология (экодемография)** – қоғам мен табиғаттың даму жағдайы мен болашағына демографиялық үрдістердің әсерін зерттейтін әлеуметтік экологияның бөлімі.

**Урбанистикалық экология** – урбанизацияланған аумақтардағы қоршаған ортаны қорғау мәселелерін шешетін әлеуметтік экологияның бөлімі.

**Футурологиялық экология (экофутурология)** – «қоғам-табиғат» жүйесінің даму болашағын анықтайтын әлеуметтік экологияның бөлімі.

**Құқықтық экология** – табиғат пайдалану саласындағы қоғамдық қатынастарды реттейтін, құқықтың әртүрлі салаларының заңдық нормаларының жиынтығын көрсететін әлеуметтік экологияның бөлімі [15].

Әлеуметтік экологияда «табиғат-адам-қоғам» жүйесінің өзара қарым-қатынасында маңызды рөлдерді прагматикалық, дүниетанымдық қызметтер атқарады. Олар экологиялық дағдарысты болдырмау үшін «табиғат-адам-қоғаммен» байланысты түбегейлі шешімдерді қабылдауға, табиғатты және табиғат ресурстарын сақтау, қорғау, ұтымды пайдаланумен байланысты болашақта да өмір сүруге деген сенімді, адам баласының дүниетанымын кеңейтуді қалыптастырады. Сонымен қатар, эколог-мамандарды даярлау, кәсіби біліктілігін арттыру жолдарына баса назар аударылады.

«Табиғат-адам-қоғам» байланысында болжамдық қызмет маңызды рөл атқарады. Ол әлемдегі барлық адамдардың бірлесіп, экологиялық дағдарысты болдырмау үшін түбегейлі шешімдер қабылдау қажеттілігін көрсетеді. Болжамдық қызметте компьютерлік технологияны қолдану табиғаттағы құбылыстар мен үрдістер жайында, экологиялық дағдарыстың салдарын анықтау жөнінде нақты мәліметтерді алуға мүмкіндік береді.

ӘДЕБИЕТ

[1] Ситаров В.А., Пустовойтов В.В. Социальная экология. М.: Издательский центр «Академия». 2000. 280 с.
[2] ekolog.org/books/8/3_1.htm
[3] Капица С. Информационное общество и демографическая революция. М., 2001
[4] Акимова Т. А. Экология. - М., 2007. 495
[5] Л.М.Яо. **Социальная экология** Учебное пособие. – Казань: Изд-во Казан. гос. технол. ун-та, 2007. – 280 с.
[6] Социальная экология:учеб-метод пособие (состав Т.Н. Карякина, М.В. Андреева, Т.Л. Яцышена)
[7] В.И. Малофеев. Социальная экология. М 2003
[8] Ревич Б.А., Авалиани С.Л., Тихонова Г.И. Экологическая эпидемиология. – М., 2004
[9] Г.В.Мотузова, О.С.Безуглова «Әлеуметтік экология», Алматы, 2013ж
[10] Асанбаев И.К. Фаизов.К.Ш., Экология. Учебное пособие., Алматы «Қазақ Университеті» 2007ж
[11] Қ.Ә Әлімбетов «Табиғатты пайдалану және қорғау негіздері» Алматы,-Экономика 2000
[12] Экология және тұрақты даму [Электронный ресурс] : оқулық / М. С. Тонкопий [және тб.] ; ҚР Білім және Ғылым министрлігі бекіткен. - Электрон. текстовые дан. (1,02 Мб). - Алматы :Дәуір, 2011
[13] Ә. Бейсенова, А.Самақова, Т.Есполов, Ж.Шілдебаев Экология және табиғатты тиімді пайдалану. Алматы, 2011.
[14] The Physical Science Basis. Working Group I Contribution to the Intergovernmental Panel on Climate Change. Fourth Assessment Report. Technical Summary. IPCC 2007. Climate Change 2007.
[15] . «Environmental Issues for the “90s: A Handbook for Journalists.» Logan Robert A., Wendy Gobbons and Stacy Christiansen. P. 3

Сатбаева Г.С., Тлеуберлина О.Б.

**Становление предмета социальной экологии и междисциплинарные связи**

**Резюме.** В статье рассматриваются предпосылки возникновения науки о социальной экологии. Кроме того, дается описание факторов, влияющих на становление социальной экологии как науки.

**Ключевые слова:** экология, социальная экология, экологические связи, макроэкология

Satbayeva G.S. Tleuberlina O.B.

**Formation of the subject of social ecology and interdisciplinary communication**

**Summary**. The article discusses the prerequisites for the emergence of the science of social ecology. In addition, a description is given of the factors influencing the development of social ecology as a science.

**Key words:** ecology, social ecology, ecological relations, macroecology

ӘӨЖ 502.521

**A.E. Orazbaev, G.B. Tanabekova, A.A. Mukanova G.A.,**
**Voronova N.V., Umbetbekov A.T.**
(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
E-mail: tanabekova.guli@gmail.com)

## AVERAGE ANNUAL INDICES OF SULFATES, PHOSPHATES AND CHLORIDES IN THE SEWAGE WATERS OF THE CITY OF ALMATY FOR 2015 AND 2016

**Abstract.** In this work, the concentration of sulfates, phosphates and chlorides in incoming, clarified and treated wastewater was studied in comparison with the average annual data of 2015 and 2016 of the Aeration station. Studies have shown that in 2016 the concentration of salts has decreased compared to 2015.
**Keywords:** Sewage, sulphate ions, phosphate ions, chloride ions, mechanical treatment, biological treatment.

**А.Е. Оразбаев, Г.Б. Танабекова, Г.А. Мұқанова,**
**Н.В. Воронова, А.Т. Үмбетбеков**
(Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы
E-mail: tanabekova.guli@gmail.com)

## АЛМАТЫ ҚАЛАСЫНЫҢ АҚАБА СУЛАРЫНДАҒЫ СУЛЬФАТ, ФОСФАТ ЖӘНЕ ХЛОРИДТЕРДІҢ 2015 ЖӘНЕ 2016 ЖЫЛДАРДАҒЫ ДИНАМИКАЛАРЫН САЛЫСТЫРУ

**Аңдатпа.** Бұл зерттелу жұмысында ЕМКК «Тоспа Су» Аэрация станциясындағы аналитикалық зертханада келіп түскен, ағартылған және тазартылған ақаба сулардағы сульфат, фосфат және хлоридтердің 2015 және 2016 жылдық орташа көрсеткіштері салыстырмалы түрде сипатталды. Көрсетілген нәтижелер бойынша, 2016 жылы тазарту сапасының артуы нәтижесінде тұздардың мөлшері 2015 жылға қарағанда едәуір азайған.
**Түйін сөздер:** Ақаба су, сульфат иондары, фосфат иондары, хлорид иондары, механикалық тазарту, биологиялық тазарту.

Тірі және өлі табиғатта жүретін түрлі процестер мен құбылыстардың адам тіршілігіне жұмсалатын заттардың ішінде судың маңызы зор. Су бассейнінің ластануының негізгі себептері - тазартылмаған ақаба суларды өзен-көлдерге жіберу. Мұндай көздерге: тұрғын-үй коммуналдық шаруашылықтар, өнеркәсіп орындары, ауыл шаруашылығын химияландыру, халық шаруашылығының басқа да салалары жатады. Су ресурстарының проблемасы дүниежүзін алаңдатып отырған жаһандық проблема болғандықтан, осы мәселені шешуге үлес қосу. Алматы қаласы қоршаған ортасының экологиялық жағдайын жақсарту үшін ақаба суларға бақылау жүргізу.

Тұздардың таралатын ошақ – көздері.

Сульфат-ионы ($SO_4^{2-}$). Сульфаттар табиғи жолмен аздаған концентрациямен су тоспаларында тірі ағзалардың өлі шірінділері мен олардың тіршілік ету ортасының қышқылдануынан жиналады. Ақаба суларға жауыннан кейінгі ағынды сулармен сульфаттар концентрациясы еріген сульфид минералдарының ерітіндісі ретінде аздаған мөлшерде болсын қосылып отырады. Алматы қаласының ақаба суларындағы сульфаттардың аса көп мөлшері қаладағы өндірістік орындарынан, ТЭЦ және т.б келіп түседі. Сульфаттардың ауыз судағы санитарлық нормасы 500 мг/дм$^3$ болып табылады (СанПиН 2.1.4.1074-01 бойынша). Сульфаттардың орташа зияндылығы СанПиН бойынша, органолептикалық 4-ші класстағы қауіптілік болып табылады [2].

Хлорид-ионы ($Cl^-$). Хлоридтер тез ерігіштігіне байланысты жоғары миграциялық қасиетімен ерекшеленеді. Хлоридтердің көп мөлшері өндіріс орындарынан келіп түседі. Тұрмыстық ақаба сулардан хлоридтердің келуі аз мөлшерде болып табылады. Ауыз судың құрамында кездесетін хлоридтердің шекті концентрациясы СанПиН 2.1.4.1074-01 бойынша 350 мг/дм$^3$ аспауы керек. Хлоридтердің қауіпті дәрежесі СанПиН бойынша органолептикалық қасиеті бойынша 4 - класты қауіпті болып табылады [2,5].

Фосфат-ионы ($PO_4^{3-}$). Фосфор қосылыстары барлық тірі ағзаларда кездеседі. Ол ағза клеткаларында энергетикалық процестерге қатысады. Фосфор-негізгі биогенді элемент болып табылады. Ақаба су құрамында фосфат концентрациясының асып кетуі биологиялық тұрақтылықты бұзады. Су құбырларында эвтрофикация процесінің болуына алып келеді. Фосфат-ионы, сульфат ионы секілді ақаба суларды тазарту кезінде мөлшері азаяды. Фосфорлы тыңайтқыштар (суперфосфат және т.б)

пайдаланған ауыл шаруашылық және өндіріс орындарынан келіп түседі. Полифосфаттар тұрмыстық ақаба сулардың құрамында келіп түседі. Фосфаттар (жуғыш затар) СанПиН 2.1.4.1074-01 бойынша қауіптілігі жағынан органолептикалық қасиеті 3-ші класқа жатқызылады. Ауыз суында фосфаттардың санитарлық нормасы 3,5 мг/дм$^3$ аспауы керек.

Зерттеу жұмысы Алматы қаласының ақаба суларын тазартатын ЕМКК «Тоспа Су»-да жүргізілді. Ақаба сулар қала сыртындағы үш қалалық коллекторлармен және диаметрі 1000 мм Боралдай коллекторымен тазарту ғимараттарына келіп түседі. Ақаба суларды тазарту деңгейлері:

- механикалық;
- химиялық;
- физико – химиялық;
- биологиялық.

Механикалық тазалау әдісі – ақаба судағы ерімеген қоспаларды алып тастау. Механикалық тазалаудың арнайы құралдары болады. Механикалық тазарту процестері ақаба сулардан торлар арқылы фракциясы 6 мм-ден асатын тұрпайы шығарындыларды, құмұстағыштар арқылы фракциясы 0,09-0,5 мм және одан да ірі құмды, бастапқы тұндырғыштар арқылы фракциясы 10 мкм-нен асатын тұнбалы, салынды және қалқымалы заттарды жоюға арналған. Механикалық тазалау арқылы тұрмыста пайдаланылған ақаба сулардан 60% дейін ерімеген қоспаларды алып тастауға болады. Өндіріске пайдаланылған ақаба судан 35% алынады [1]. Биологиялық әдіс табиғи әдістерге жақындатылған, сонымен қатар био тазартушы құрылғыларда өткізеді. Ақаба суларды тазартудың бірнеше биологиялық құрылғылар бар – олар биофильтрлер, биологиялық бөгеттер және аэротенктер.

Биофильтрлерде ақаба сулар ірі дәнді материал арқылы өтеді, ол жұқа бактериалды қабықпен қапталған. Бұл қабық көмегімен биологиялық қышқылдандыру интенсивті түрде өтеді.

Биологиялық бөгеттерде ақаба суларды тазартуда су қоймасындағы барлық микроорганизмдер қатысады. Аэротенктерде (үлкен резервуарларда) тазартылудың басы – ол бактериялардан және микроскопиялық жануарлардан құралған активті ил. Барлық бұл тірі организмдер белсенді түрде дамиды. Бактериялар үлпек боп бір - біріне жабысады және органикалық заттарды минерализациялайтын ферменттерді бөледі. Активті ил үлпектермен бірге тез тұнба түзіп, таза судан бөлінеді. Инфузориялар, амебалар, бактерияларды жеп, илдің бактериалдық массасын жаңарады [2]. Ақаба сулардан биогенді элементтерді тереңдетіп жоюдың неғұрлым оңтайлы әдісі аэробтық және анаэробтық процестерді үйлестіре отырып, дәстүрлі биологиялық тазартуға негізделеді.

Қолданылған суды тазалауға биологиялық әдістің шамасы келмеген жағдайда, химиялық және физика-химиялық тазалау әдістері қолданылады. Олар әдетте мынадай: нейтралдау, коагуляция, тотықтыру, хлорлау, озондау, флотациялау, экстракциялау, адсорбциялау, ионды алмасу және т.б. әдістер [3].

Аэрация станциясына келіп түскен ақаба суларды тазарту реті.

Коллекторлардың жұмысына бағыт-бағдар, беріп отырып, жылдамдығын қадағалайтын қабылдаушы камера жұмыс істейді. Осы камерадан ақаба сулар сүзу торларына бағытталады. Каналдың түбінде шиберлер орнатылған. Олардың қызметі суды сүзу торларына бағыттау үшін қолданылады. Сүзу торларында жиналған қалдықтар шайып алынып, арнайы контейнерлерге жиналып, хлорлы қоспамен залалсыздандырады. Негізінен, минералдық негіздегі ауыр бөлшектер көлденең құм тосқыштарда жиналады. Содан ақабалар бірінші реттік тұндыруға жіберіледі. Бірінші тұндыру кезінде радиальды тұндырғыш құрылғысы көмегімен ақаба судағы майлы заттар су бетіне қалқып шығып, осы құрылғы көмегімен жинап алынады. Ағартылған су құрамында негізгі тұздар мөлшері 0,03-0,8 мл/л мөлшерінде ауытқулар байқалады. Яғни, ақаба су құрамындағы негізгі тұздар мөлшері азайды. Насос көмегімен арнайы каналдарға ағартылған су жинақталып биологиялық тазарту құрылғыларына жөнелтіледі. Ақаба сулар қабылдау каналдары арқылы биологиялық тазарту орнындағы эрлифті насосты камераларға қабылданып алынады. Эрлифті насостар келген ақаба суларды аэротенктерге жөнелтеді. Аэротенктердегі микроорганизмдердің тіршілігі үшін ақаба суларға ауа станциясынан ауа жіберіледі. Антропогендік ластанған суларды аэрациялау кезінде жасанды түрде өсірілетін биоценоз, онда гетеротрофтар, хемотрофтар сияқты гель өндіретін бактериялар, қарапайым және көпжасушалы жануарлар тіршілік етеді, олар биосорбцияның, биохимиялық қышқылданудың және бактерияларды жұтудың көмегімен ақаба суларды ластаушы заттардан тазартады. Ақаба сулардан биогенді элементтерді тереңдетіп жоюдың неғұрлым оңтайлы әдісі аэробтық және анаэробтық процестерді үйлестіре отырып, дәстүрлі биологиялық тазартуға негізделеді. Осы арада биогенді элемент фосфаттың микроорганизмдермен жұтылуы өте қарқынды жүріп ағартылған су фосфаттардың басым мөлшерінен тазарады. Сульфаттар мен хлоридтердің біраз мөлшері азайып,

басым мөлшері екінші реттік тұндыру кезінде тұнбаға түседі. Аэротенктерде активті илмен аралас тазарған ақаба су екінші реттік тұндыруға жіберіледі. Екінші тұндырғыштарда активті ил тұнбаға түсіп, су сүзіледі. Содан кейін эрлифті насостар көмегімен каналдарға тазарған су бағыттарға жөнелтіледі [1,3].

**Мәліметтер және зерттеу әдістері**

Зерттеу жұмысында Алматы қаласының ақаба суларындағы тұздарды анықтау үшін Аэрация станциясынан механикалық тазартуға дейін (келіп түскен су), механикалық тазартудан кейінгі (ағартылған су), биологиялық тазартудан кейінгі (тазартылған су) ақаба суларды алып зерттедік. Келіп түскен және тазартылған ақаба судың сапасын бақылау үшін, барлық құрал-жабдықтармен қамтамасыз етілген Аэрация станциясының тазарту ғимараттарында орналасқан ЕМКК «Тоспа Су»-дың аналитикалық зертханасы жұмыс жасайды. Аэрация станциясының зертханасында Алматы қаласының ақаба суларындағы тұздарды, яғни сульфат, фосфат және хлоридтердің мөлшері ҚР Мемлекеттік стандартына сәйкес келесі әдістер арқылы анықталды. Колориметрикалық анализде зерттелінетін ерітіндінің түсін өзгертетін химиялық реакциялар қолданылады. Боялған ерітіндінің жарық жұтуынан немесе пайда болған бояу мен концентрациясы белгілі ерітіндінің бояуын салыстырып, зерттелетін ерітіндіде боялған заттың мөлшерін анықтайды.

Титриметриялық әдіс – химиялық реакцияға түскен екі заттың көлемін өлшеу арқылы анықталынатын заттың мөлшерін анықтауға негізделген. Реакцияға түскен заттың біреуінің концентрациясы дәл белгілі болады, оны титрант деп атайды. Реакцияның соңы индикатордың көмегімен және басқа тәсілдермен айқындалады. Реакцияға кеткен реактивтің концентрациясы мен көлемін біле отырып есептеулер жүргізілді. Титриметриялық талдау әдісі эквиваленттер заңына негізделді [5]. Анықтау қателігі 0,1 – 0,05% болды.

**Алынған нәтижелерді талдау**

Аэрация станциясынан механикалық тазартуға дейін (келіп түскен су), механикалық тазартудан кейінгі (ағартылған су) және биологиялық тазартудан кейінгі (тазартылған су) ақаба сулар алынып зерттелді.

Алынған мәліметтер бойынша, тазартулардан өткен сулар құрамында негізгі тұздардың ШРК мөлшерінен аспай, табиғи орталарға тұз иондары нормативтерге сай жіберіліп жатыр (кесте 1).

Кесте 1. **Жалпы тазартылған судағы көрсетілген тұздардың бекітілген нормативтері**

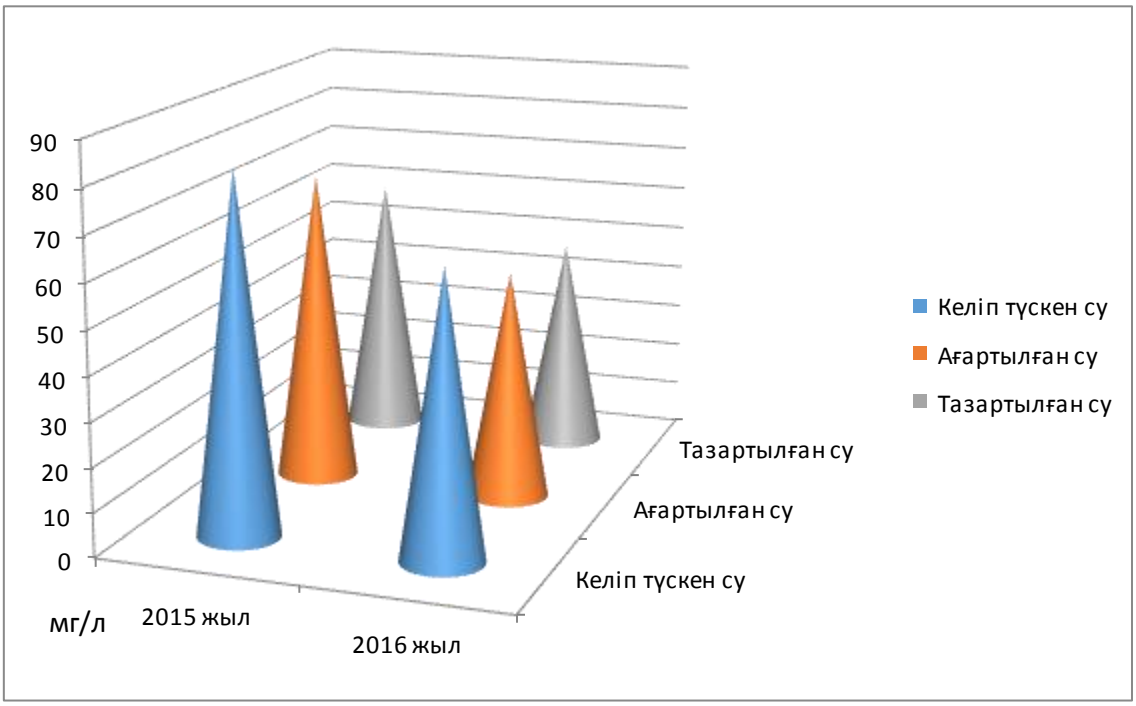
| Тұздар | Сорбұлаққа жіберілетін судағы ШРК мөлшері г\м$^3$ | Суару алаңына жіберу ШРК мөлшері г\м$^3$ |
|---|---|---|
| Сульфаттар | 338,63 | 350 |
| Фосфаттар | 3,39 | 6,0 |
| Хлоридтер | 294,14 | 350 |

Аэрация станциясының ақаба сулардағы сульфаттар, фосфаттар және хлоридтердің 2015 және 2016 жылдық орташа көрсеткіштерін кесте – 2 және сурет1, 2 көрсетілген [4].

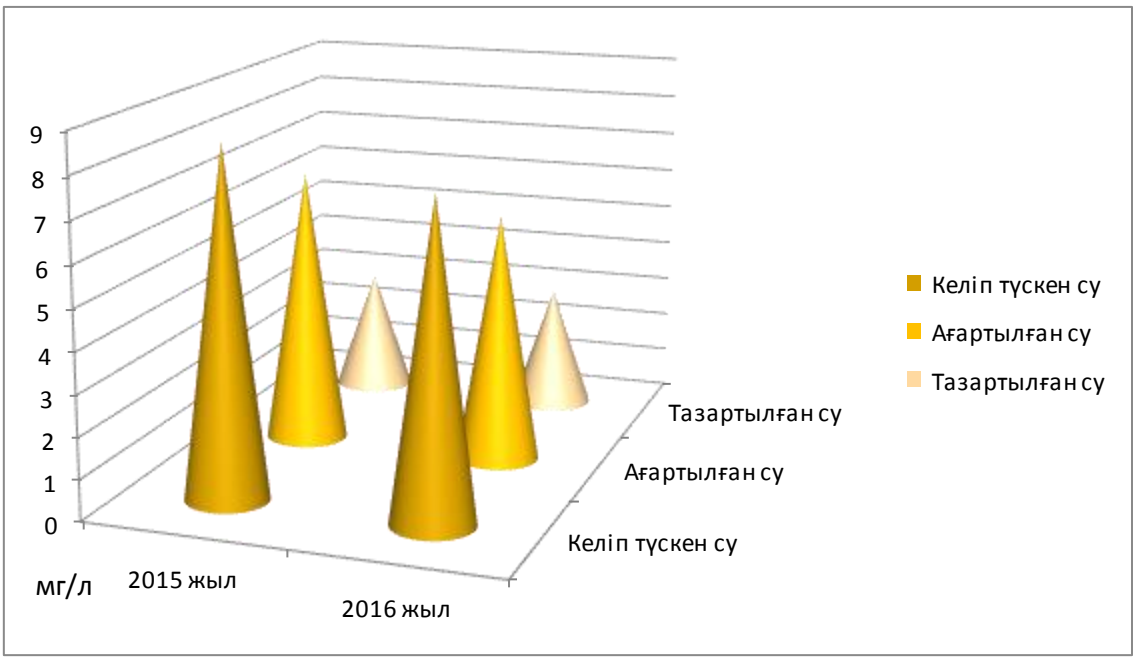
Кесте 2. **Аэрация станциясының ақаба сулардағы сульфаттар, фосфаттар және хлоридтердің 2015 және 2016 жылдық орташа көрсеткіштерін және сапа нормативтерін салыстыру**

| Негізгі тұздар | Аэрация Станциясы 2015 -2016 жылдар көрсеткіштері | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Келіп түсетін су, мг/л | | Ағартылған су, мг/л | | Тазартылған су, мг/л | |
| | 2015 | 2016 | 2015 | 2016 | 2015 | 2016 |
| Сульфат | 81,5 | 64,3 | 71,3 | 52,2 | 59,7 | 49,2 |
| Фосфат | 8,5 | 7,7 | 6,8 | 6,1 | 3,0 | 3,0 |
| Хлорид | 82,4 | 80,7 | 73,2 | 70,7 | 60,3 | 61,6 |

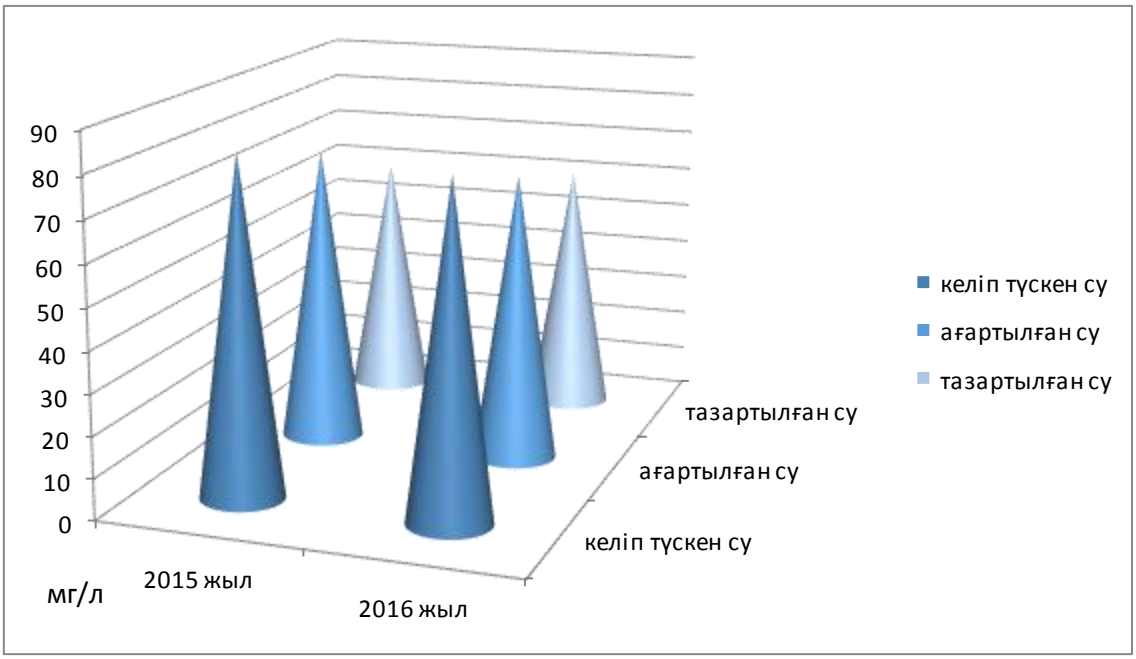
Кесте 2-дегі және сурет 1,2,3-суреттердегі мәліметтерді сипаттайтын болсақ, Алматы қаласының ақаба суларда сульфаттар, фосфаттар және хлоридтер мөлшері барлық деңгейлер бойынша 2016 жылы 2015 жылға қарағанда мөлшері төмендеген, бұл аэростанцияның жұмысының жақсарғандығын көрсетеді. Екінші суреттегі мәліметтерге назар аударсақ, онда фосфаттардың салыстырмалы көрсеткіштерінің айрықша ерекшелігін байқаймыз. Яғни, 2015 жылға қарағанда 2016 жылы фосфаттардың мөлшері тазару мөлшері жағынан жоғары. Ол аэротенктердің жұмысының жақсарғандығының нәтижесі. Аэрация станциясының ақаба сулардағы негізгі тұздар 2015 және 2016 жылдық орташа көрсеткіштері сапа нормативтерінен аспайды, себебі ақаба сулар тазарту деңгейлерінен өткеннен кейін су алаңдарына жіберіліп, қадағаланады.




**Сурет 1**. Аэрация станциясының ақаба суларындағы сульфаттардың тазару сапасының 2015 және 2016 жылдық орташа көрсеткіштерінің диаграммасы




**Сурет 2**. Аэрация станциясының ақаба суларындағы фосфаттардың тазару сапасының 2015 және 2016 жылдық орташа көрсеткіштерінің диаграммасы




**Сурет 3.** Аэрация станциясының ақаба суларындағы хлоридтердің тазару сапасының 2015 және 2016 жылдық орташа көрсеткіштерінің диаграммасы

## Қорытынды

Ақаба суларда негізгі тұздар сульфаттар, фосфаттар және хлоридтер болып табылады. Олар ион түрінде кездеседі. Бұл тұздардың ішінде фосфаттар биогенді элемент болып табылады. Ақаба суларда көбінесе осы тұздардың мөлшерлері ауытқуларға ұшырап отырады.

2015-2016 жылдардағы ақаба сулардың негізгі тұздардан тазаруын салыстырғанда, 2016 жылы тазарту сапасының артуы нәтижесінде тұздардың мөлшері 2015 жылға қарағанда едәуір азайған.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Алексеев, Л. С. Контроль качества воды. - М.: ИНФРА-М, 2004. - 159 – 174 беттер.

[2] Беспамятнов, Г.П. Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде. - Л.: Химия, 1987. – 375-398 беттер.

[3] Бородатый, И.Т. Методическое руководство по анализу природных и сточных вод. - Чел.: Южно-Уральское кн. Изд., 1973. -178-183 беттер.

[4] Қазақстан Республикасының су кодексі Алматы, 2008ж.

[5] Жмур, Н.С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками / Н.С. Журов. М.: Акварос, 2003. - 512 с.

[6] Мухамеджанов С.М., Гаврилов М.Б., Мухамеджанов Н.С., Рыскулбекова Л.М. Водный баланс района сосредоточения сточных вод г. Алматы. Межкафедральный сборник кафедры, ГиИГ, КазНТУ, 1998г.

[7] Благоразумова, А. М. Обработка и обезвоживание осадков городских сточных вод : учебное пособие / А. М. Благоразумова. — Изд. 2-е, испр. и доп. — Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2014. — 203 с. : ил., схемы, табл.

[8] Рыскулбекова Л.М. Сточные воды г. Алматы и их гидрогеолого-экологические проблемы. Международная научно-практическая конференция. «Подземные воды - стратегический ресурс устойчивого развития Казахстана». «100 летию Н.А.Кенесарина», Институт гидрогеологии и геоэкологии им. У.М.Ахмедсафина г. Алматы, 2008 г. С 244-247.

[9] Тоспа су мекемесінің ресми сайты http://www.as-tospasu.kz.

Оразбаев А.Е., Танабекова Г.Б., Мұқанова Г.А., Воронова Н.В., Үмбетбеков А.Т.

**Среднегодовые показатели сульфатов, фосфатов и хлоридов в сточных водах города Алматы за 2015 и 2016 годы**

**Резюме.** В этой работе исследовалась концентрация сульфатов, фосфатов и хлоридов в поступающих, осветленных и очищенных сточных водах в сравнении среднегодовых данных 2015 и 2016 года станции Аэрация. Исследования показали, что в 2016 году концентрация солей уменшилась по сравнению с 2015 годом.

**Ключевые слова:** Сточные воды, ионы сульфатов, ионы фосфатов, ионы хлоридов, механическая очистка, биологическая очистка.

Orazbaev A.E., Tanabekova G.B., Mukanova G.A., Voronova N.V., Umbetbekov A.T.

**Average annual indices of sulfates, phosphates and chlorides in the sewage waters of the city of Almaty for 2015 and 2016**

**Summary.** In this work, the concentration of sulfates, phosphates and chlorides in incoming, clarified and treated wastewater was studied in comparison with the average annual data of 2015 and 2016 of the Aeration station. Studies have shown that in 2016 the concentration of salts has decreased compared to 2015.

**Key words:** Sewage, sulphate ions, phosphate ions, chloride ions, mechanical treatment, biological treatment.

ӘОЖ 58.006

**G.A. Mukanova, N.V. Voronova, A.T. Umbetbekov, A.E. Orazbaev, E.S. Syrymov**
(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Republic of Kazakhstan,
E-mail: Gulzhanatmukanova@gmail.com)

## THE INFLUENCE OF ANTHROPOGENIC FACTORS ON THE ECOLOGICAL STATE OF THE ILI RIVER BASIN

**Abstract.** The article describes the acute problem of soil aridization of the Ili river. Degradation of the soil and vegetation cover of the Ili river delta, deterioration of the living conditions of the terrestrial biota is considered. The change of ameliorative conditions of the river delta is shown. The anthropogenic influence of the environment on the landscapes of the river delta differs depending on the characteristics of the water regime and, as a result, a change in flow regulation. The influence of the Kapchagai reservoir and the nature of the use of water resources throughout the basin on the processes of desertification of delta landscapes are considered.

**Keywords:** delta, desertification, regulation, runoff, soil, degradation, landscape.

**Г.А. Мұқанова, Н.В. Воронова, А.Т. Үмбетбеков, Ә.Е. Оразбаев, Е.С. Сырымов**
(Әл – Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы,
E-mail: Gulzhanatmukanova@gmail.com)

## ІЛЕ ӨЗЕНІНІҢ СУ АЛАБЫНЫҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЫНА АНТРОПОГЕНДІК ФАКТОРЛАРДЫҢ ӘСЕРІ

**Аңдатпа:** Мақалада Іле өзенінің топырақ жамылғысының шөлдену мәселесі сипатталады. Іле өзенінің атырауының топырақ және өсімдік жамылғысының деградациясы, құрлықтың беті биотасының тіршілік жағдайының төмендеуі қарастырылады. Өзен атырауының мелиоративті жағдайының өзгерісі көрсетілген. Өзен атырауы ландшафтының қоршаған ортасына антропогенді әсер ету, ағынды реттеудің өзгерісінің салдарынан және су режимінің ерекшеліктеріне тәуелділігіне орай ажыратылады. Су алабындағы атыраулы ландшафтардың шөлдену процесіне Қапшағай суқоймасының әсері және су ресурстарының тұтыну сипатының әсері қарастырылды.

**Кілттік сөздер:** атырау, шөлдену, реттеу, ағын, топырақ, құлдырау, ландшафт.

Іле өзені Балқаш көлінің аймақты базисті су арнасы, оның бірнеше салалары бар. Олар: сол жағалаулы - Шарын, Түрген, Есік, Талғар, Қаскелең және оң жағалаулы – Қорғас, Өсек, Бұрақожыр өзендері оның су қорын аздап көбейтеді. Іле суының елеулі азаюы оның топыраққа фильтрациялануы мен суармалы егістікке пайдалануға байланысты. Іле көлге құйылар сағағы атырау түзіп, үш тармақ жүйесіне бөлінеді: Топар, Іле және Жиделі. Іле суының режимі мен деңгейі Қапшағай су қоймасынан жіберілетін мөлшеріне тәуелді. Оның орта ағынын Іле ойысы иемденеді. Зерттеліп отырған ландашафта антропогенді үрдістер нәтижесінен шөлдену процесі соңғы жылдары үдемелі түрде жүрген.

Осыған дейінгі зерттеу жұмыстарында көптеген ғалымдар Іле өзенінің сағасындағы өсімдіктердің түзілуін өзен атырауының түзілу тарихымен байланыстырады [1]. Іле өзені ағысынан берілетін судың азаюы нәтижесінде жайылатын су ауданының қысқаруы және жайылу мерзімі, гидроморфтық жер қыртысындағы өсімдіктер қабатында өзгерістер тудырды. Шалғындық, шабындық және жайылым жерлер нашарлап, бағалы азықтық өсімдіктер жойылды, қазіргі уақытта азықтық сапасы төмен түрлі арамшөптер қаптап өскен [1]. Қазіргі Іле өзенінің суының деңгейі ежелгі атырауларға дейін жетпейді, сондықтан гидроморфты топырақтар шөлденген. Осыған байланысты автоморфты тақыр тәрізді және шөлге тән сортаңданған, тақыр топырақтар басым. Бұл топырақтардың барлығынан кезінде жоғарғы ылғалдың болғандығының ізі көрінеді. Сонымен қатар гидроморфты топырақтар кеп-

кен автоморфты және шөлденген топырақтарға ауысқан. Құрғақ климат жағдайында атыраудың топырағының деградациясы үдей бастады.

Геоморфологиялық жағдайларға тәуелділігіне байланысты континентальды атырауларда өзендердің суқоймаларына құймау себебінен үлкен апатты деградациялы процесстер орын алуда Мысалы Орталық Азиядағы Іле, Сырдария, Амудария өзендері. Мұхиттар мен теңіздерге құятын өзен арналарының атырауында топырақ және өсімдіктер жамылғысы өте күшті, әртүрлі тарапта деградацияға ұшырайды. Атыраулы ландшафтардың қалыптасуы және динамикасы лито-морфо-педогенез бірлігінің заңдылығына бағынады және шөлді климаттың гидрологиялық факторымен анықталады.

Қазіргі таңда еліміздегі ірі өзендері энергетикамен ирригацияның қарқынды дамуына байланысты ағыны реттелуде. Бұл процесс өзен алқабының және атырауының экожүйесіне өзгерістер әкелді, гидрологиялық режимі өзгеріске ұшырады. Өзен жағалауының шалғынды жерлері, жайылымдық территориялар, жағалаудың ландшафтары, атыраулы –тоғайлы кешендері құрғап, шөлденіп, екінші рет тұздана бастады [2].

Қапшағай су қоймасын салу және ирригацияның дамуы үшін Іле өзенінің ағынын реттеу оның атырауында мелиоративті жағдайдың өзгерісін анықтады. Жыл сайын су қоймасынан жасанды жолмен су жіберу топырақтың ылғалды режимін және жер асты суларының деңгейін қамтамасыз ете алмайды. Осылай суғарудың нәтижесінде кезінде небары 35 мың.га жер суғарылып отырған. Нәтижесінде шөлдену процесінен, топырақтың тұздануы пайда болып бұл жағдай Іле атырауының аймақтық ерекшелігіне әсерін тигізді. Аймақтың топырақ жамылғысының морфоэлементтерінде жеңіл механикалық құрам басым болғандықтан гидрологиялық режимі өзгеріп құрғап, шөлденуге айналды. Сондықтан аллювиальды-тоғайлы топырақтың құрамындағы ылғалдың қоры азайып 40-50 % құраса кейіннен бұл көрсеткіш 20-40% жетті.

Ылғалдың аз мөлшердегі капиллярлы деңгейде жоғарылауы, жер асты суының төмендеуі топырақтың шөлденуіне және құрғауына себеп болды. Аймақта шөлдену процесі жылдам өріс алып топырақтың жеңіл механикалық құрамының эолды дестуркциясының орын алуына соқтырды. Табиғи ландшафтың топырақ жамылғысының қайтарымсыз өзгеріске шалдығуы орын алды.

Өзен суының ағынын реттеу шабындықтардағы өсімдіктердің өнімділігін айтарлықтай төмендетті. Әр түрлі шөпті қауымдастықтардың, қамыстардың, астық тұқымдастардың өнімділігі 2-6 ц/га төмендеді. Аймақтардың құрғауынан астық тұқымдасының қауымдастығы 23-25 ц/га өнімділіктен, 7-8 ц/га арамшөпті - астық тұқымдасының қауымдасына айналды. Атыраудың орта бөлігінің жер асты суларының деңгейінің төмендеуі шалғынды батпақты құрғаған топырақтағы арам шөптердің қауымдастығының пайда болуына себеп болды қамысты – жантақты жайылым батпақты –шалғынды құрғаған экожүйеге айналды.

Жағалаудан 10-15 км қашықтықтағы аймақта өзен атырауының топырағы тұзданып өзен суының минералдығы жоғарылаған (кесте -1) [2,3]. Қапшағай су қоймасының жағалауында тұздардың жинақталуы Ақдала күріш алқабының суарылуымен байланысты. Осыған орай Балқаш көліне құятын өзендерде тұздардың жиналуы жыл санап өсуде.

Кесте -1. **Іле өзені суының минералдануы.**

| Іле өзені суының минералдануы г/л. 2017ж. | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Үлгі алу пунктері | НСО3 | СО3 | СГ | Са | N3 | рН | Иондар жиынтығы |
| Добун айлағы | 0.1900 | 0.005 | 0.019 | 0.051 | 0.023 | | 0.346 |
| Борохудзир айлағы | 0.190 | | 0.21 | 0.048 | 0.051 | 8.40 | 0.348 |
| Қапшағай суқоймасының оңтүстік жағалауы | 0.200 | 0.010 | 0.062 | 0.048 | 0.070 | 8.30 | 0.508 |
| Қапшағай су қоймасының солтүстік жағалауы | 2,880 | 0,005 | 0,650 | 2,200 | 1,560 | 7,75 | 0,370 |
| Тасмурын | 2,390 | 0,170 | 0,023 | 1,650 | 1,960 | 8,64 | 0,385 |
| с. Баканас | 2,560 | 0,170 | 0,700 | 1,850 | 2,180 | 8,60 | 0,411 |
| с. Байменей | 2,640 | 0,630 | 2,170 | 4,350 | 5,240 | 8,55 | 0,831 |

*Мақаладағы кестелер мен суреттер [2,3] ғылыми зерттеулерден алынды.*

Өзен суының ағынын реттеу кезінде табиғи жағдайда атырау ландшафтының элементтерінің эволюциясының жүру барысы сақталып қалады, мысалы өсімдік және топырақ жамылғысы. Бірақ жекелеген тізбектердің жойылуынан эволюциялық қатар қысқарады. Атыраудағы судың азаюынан

топырақ түзілуде жаңадан ғылыми зерттеулерді қажет ететін лито-морфогенез жағдайы қалыптасады. Осыған орай шаруашылық үшін суды пайдалану сипаты, жерасты суының динамикасы, атыраудағы әр түрлі өзендердің суының режимінің өзгерісі сияқты аймақты ерекшеліктерге көңіл аудару керек.

Өзен суларының ағынын реттеумен байланысты оның атырауының ландшафтарындағы шөлдену процесіне соңғы он жылдықтарда көп көңіл бөлінуде. Бірінші кезекте өзен атырауының топырақ және өсімдік жамылғысының деградациясы, өзен суларының минералдығының артуы, құрлық және су биотасының тіршілігі үшін тіршілік ортасының сапасының төмендеуі зерттелуде [2-9].

Орта Азия және Қазақстанның Іле, Чу, Сырдария және т.б. өзендерінің атырауларындағы шөлдену процессіне ұзақ уақыт зерттеу жұмыстары жүргізілген. Іле өзенінің Қазақстандағы бөлігінің бассейніндегі суарудың қарқынды дамуы кейіннен зерттеліп жаңа мәліметтермен толықтырылып отырды [50]. Нәтижесінде атырау ландшафтарының шөлденуі және құрғау процесінің негізгі даму заңдылықтары анықталды және топырақ жамылғысының өзгерісінің экологиялық генетикалық белгілері бекітілді [3].

Атыраулы ландшафтардың шөлденуі және кебуі процестерінің дифференциациясы Қапшағай су қоймасын салғаннан кейін алғашқы он жылдықта атыраудың табиғи жағдайын суландыру ерекшелігіне тәуелді болды. Көп жылдық мәліметтерге сәйкес атыраудың бастапқы бөлігі жылына екі рет суландырылып отырған яғни наурыз айында мұздардың кептелісінен су деңгейі жедел көтерілмес үшін және мамыр – шілде айындағы көктемгі –жазғы су тасқындарынан. Сәйкесінше бұл жерде шалғынды, шалғынды- батпақты және батпақты топырақтар қалыптасады. Ал ортаңғы бөлігін суландыру жаз мезгілінде жүзеге асса, соңғы бөлігін суландыру жаздың соңында болады. Осындай бағыттардың жалғасуынан гидроморфты ландшафтың топырақ жамылғысының құрылымында шөлденген және құрғап кепкен, тұзданған топырақтың мөлшері арта бастады.

Өзен бойындағы суқоймасының ағынын реттеудің нәтижесінде және оның бассейініндегі ирригацияның дамуынан судың орташа шығыны жылына 2-4 км$^3$ , жаз айларында бұл көрсеткіш екі есеге азайып отырды 1000 бастап 400-500, арнай су жіберу кезінде 600 м$^3$/с жетті [3,4]. Атырау бөліктерінде судың деңгейі 1-1,5 м төмендеді. Сондай-ақ су деңгейінің жоғарылауымен байланысты мұздың тығылып- кептелу құбылысы да әлсіреп кеткен. Іле өзенінің гидрологиялық режимінің жедел өзгерісі, гидроморфты ландшафтардың шөлденуіне, топырақ мелиоративті жағдайдың нашарлауына әкеп соқты [4]. Алғаш рет Іле өзенінің атырауының топырағы 5-7 жылдап құрғап, 10-12 жылда шөлденгені анықталды. Бұл мерзімдер геоботаниктердің өсімдіктер қауымдастығының өнімділігін және құрамының өзгеру жылдамдығын зерттеу қорытындыларымен сәйкес келеді [4].

Атыраулы ландшафтағы күшті деградациялық процесстердің алдын алып, Қапшағай су қоймасының суын біртіндеп толтыру үшін 1980 жылдан бастап іс шаралар жасалына бастады [5].

Соңғы жылдары Іле өзенінің атырауының экологиялық жағдайы нашарлап кетті. Бір жағынан Қазақстандағы бөлігін 200 мың.га астам территорияны суармалы алқапқа пайдаланудан ирригациялық жүйе дамып судың таралу мөлшері артса, екінші жағынан бассейіннің Қытайдағы бөлігінде суды тұтыну көлемі кенеттен артып отыр. Бұл жерде ирригация үшін екі суқоймасы құрылған Текес және Каш өзендерінің бойында, ал суару аумағының ауданы 2017 жылы космостық түсірілімдер бойынша 465,5 мың. га. жерді құраған. Бұл көрсеткішті авторлар минимальды шама ретінде қарастырып отыр, себебі Қытай Халық Республикасы ирригация үшін жерді пайдаланудың жоғарғы коэфициентін есепке алған.

Экожүйедегі осындай жағдайдың ушығуынан атыраудың топырағында шөлдену және тұздану жалғаса берді. Қазіргі таңда Іле өзенінің сағасының барлық кеңістігін шөлдену процесі қамтыды. Осыған орай атырау екі бөлікке бөлінді гидроморфты ландшафтың оңтүстік батыс бөлігі (кіші бөлігі)Топар тармағының суымен ылғалданады және ірі құмды алқаптар жер асты суының ылғалымен суландырылады. Бұл жерде топырақтың шөлденуі және тұздануы перифериялы бөліктен ортаңғы бөлікке дейін және одан ары атыраудың бас бөлігіне дейін таралады. Ал солтүстік –шығысында (үлкен бөлігі) атыраудың гидроморфты ландшафты Жиделі тармағының суымен суландырылады. Бұл аймақта су деңгейінің тартылуынан топырақта құрғау және шөлдену процесі алқаптың солтүстік – шығысына қарай ұлғайады, ал ортаңғы бөлігі біртіндеп шөлденуде. Космостық түсірілімдерді дешифрлеу осы аймақтың топырақ жамылғысының сипатын бағалауға мүмкіншілік берді (сурет-1, кесте-2).

Кесте -2. **Іле өзенінің ежелгі атырауы, олардың заманауи кешендерінің және топырақтың ауданы**

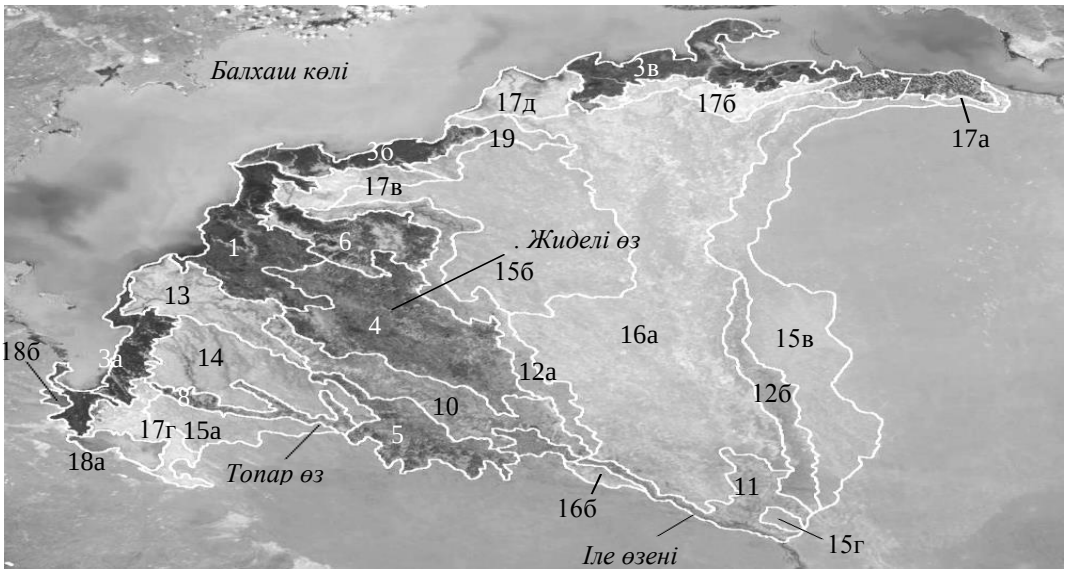
| № № | Контур мазмұны | Карта сызба нұсқасындағы контур номері | Ауданы, га |
|---|---|---|---|
| 1 | Су беткейі | 18 а, 18 б | 21896 |
| 2 | Батпақты және сортаңданған кешенді шалғынды батпақты топырақтар | 2 | 15710 |
| 3 | Батпақты және сортаңданған құмды кешенді шалғынды батпақты топырақтар | 1 | 98350 |
| 4 | Шалғынды – батпақты және батпақты сортаңданған құмды кешенді шалғынды топырақтар | 3а,3б,3в | 166080 |
| 5 | Шалғынды – батпақты және батпақты сортаңданған құмды кешенді құрғап кепкен топырақтар | 6 | 63770 |
| 6 | Шалғынды – батпақты және батпақты құрғаған және шөлденген,сортаңданған құмды кешенді топырақтар | 4 | 170200 |
| 7 | Батпақты – шалғынды және шалғынды –батпақты сортаңданған құмды кешендерімен бірге | 5 | 68680 |
| 8 | Батпақты - шалғынды топырақтар сортаңдар мен құмдардың кешендері | 7 | 34060 |
| 9 | Батпақты – шалғынды және аллювиальды-шалғынды сортаңдар кешеніндегі топырақ | 8 | 25580 |
| 10 | Аллювиальды-шалғынды және батпақты –шалғынды сортаңданған топырақтар | 9 | 12650 |
| 11 | Аллювиальды-шалғынды және батпақты –шалғынды сортаңданған топырақтар мен шөлді құрғақ жерде өсетін түрлердің кешені | 10 | 92940 |
| 12 | Аллювиальды-шалғынды топырақтар мен шөлді құрғақ жерде өсетін түрлердің кешені | 11 | 58495 |
| 13 | Аллювиальды-шалғынды кепкен шөлденген сортаңданған кешендегі құмдар | 12 а, 12 б | 135120 |
| 14 | Тақыр тәрізді сортаңданған топырақтар аллювиальды – шалғынды топырақтар мен сортаңдар | 13 | 67760 |
| 15 | Тақыр тәрізді сортаңданған топырақтар құмды кешені,сортаңдар аллювиальды –шалғынды кепкен құрғаған шөлді топырақтар. | 14 | 101200 |
| 16 | Тақыр тәрізді топырақтар құмдар мен сортаңдардың кешенімен | 15а,15б,15в, 15г | 491025 |
| 17 | Тақыртәрізді сортаңдар мен сор топырақтар кешені | 16а,16б | 601431 |
| 18 | Тақыртәрізді күшті тұзданғантопырақтар. | 19 | 26540 |
| 19 | Сортаңдар тақыртәрізді тұзданған топырақтар кешенімен | 17а,17б,17в,17г | 148730 |
| 20 | Барлық атыраудың топырақ жамылғысы | | 2400217 |

Іле өзенінің атырауының космостық түсірілімдерінен байқағанымыздай өзгерген гидрологиялық режимдегі атыраудың бастапқы бөлігі қазіргі уақытта көктемде суландырылмайды.

Иір және Қоғалы тармақтарының атырауларында гидроморфты ландшафтың батпақты және шалғынды батпақты топырақтары, атыраулы көлдері аз болсада сақталған. Топырақтың сортаңдануы перифериялы бөліктен ортаңғы және бастапқы бөлікке дейін таралып жатыр [6].

Сәйкесінше, атыраудың қазіргі заманғы экологиялық жағдайының өзгеруі өзен суының реттеуге тәуелді. Табиғаты бай гидроморфты ландшафтың қысқа уақыт ішінде шөлденуі экожүйенің өнімділігінің төмендеуіне, биоалуантүрліліктің азаюына, жергілікті халықтың әлеуметтік-экономикалық жағдайының нашарлауына әкелді. Сондықтан еліміздегі және Қытайдағы су ресурстарын пайдалануды оңтайландырып және атыраудағы суды жіберуді экологиялық талапқа сай қамтамасыз ету міндетті.

Іле өзенінің атырауының гидроморфты ландшафтағы шөлдену процессі, 1970 жылы Қапшағай суқоймасының құрылысынан кейін және оның бассейініндегі ирригацияның дамуынан басталып 50 жыл жалғасуда.




*Мақаладағы кестелер мен суреттер [2,3] ғылыми зерттеулерден алынды.*

**Сурет-1.** Іле өзенінің ежелгі және қазіргі заманғы атырауының топырақ жамылғысының карта-схемасының космостық түсірілімі.

Антропогенді жүктеменің әсерінен атырау ландшафтында су режимінің өзгерісіне байланысты шөлдену процессі кеңістік бойынша таралуда. Іле өзенінің атырауына космостық түсірілімдермен мониторинг жасау атыраудың көктемде суландырылмайтынын дәлелдей алады, гидроморфты ландшафтардың жағдайы жазғы су басу мен Қапшағай су қоймасынан суды жіберуге тәуелді.

Әлемнің барлық аймақтарында соңғы 100 жылда ирригацияны және гидроэнергетиканы дамытуда, ірі суқоймаларының құрылысы белсенді жұмыс істеуде. Көптеген ірі өзендердің ағысы барлық табиғи зоналарда әсіресе аридті және субаридті аймақтарда реттелуде. Осыған орай қоғамда экологотар осы процесстің алдын алу үшін іс шаралар жасауда. Ірі суқоймаларының қоршаған ортаға, топырақ жамылғысына әсері жан жақты зерттелуде. Сонда да су қоймалары мен өзендердің өзара әрекеттесуі жеткілікті түрде бағаланбаған. Яғни бұл шөлді аймақтарға тән сипат үлкен өзендердің қатты ағындысы, өзендердің суқоймаларына құятын жерлеріндегі атыраулы ландшафтардың қалыптасуы.

Әлемнің көптеген суқоймаларында он жыл ішінде жаңа гидроморфты өзіне тән өсімдіктері мен топырақ жамылғысы бар ландшафты жаңа атыраулар түзілуде. Осындай процесс Орталық Азияның көптеген су қоймаларында және Іле өзенінің Қапшағай суқоймасында да, яғни атырау тәрізді ландшафтар түзілуде.

Қапшағай су қоймасы сыйымдылығы 28,1 км$^3$ болатын Іле өзенінің бойында, өзен суының электроэнергиясының өндірісі және осы өзеннің төменгі ағысындағы су алабының ирригациясының дамуы үшін құрылған. Іле өзенінің ағынын реттеудің салдарынан су қойманың барлық бөген шарасында, әсіресе жоғарғы бөлігінде жыл сайын 11 млн.тонна өзен тасындыларымен толтырылуда, сондайақ жағалауында топырақ абразиясының өнімдері қалыптасуда [7].

Іле өзенінің суының көлемінің бірде ұлғайып, бірде тартылуынан тұрақты түрде өзен сағасы қайта қалыптасып отырады, әсіресе көктемгі және жазғы маусымдық селден кейін осы процестердің нәтижесінде «Қапшағай атырауы» деп аталатын атырау тәрізді территория түзіле бастады. Бұл процесс бірқалыпсыз дамуда себебі оның қалыптасуы суқоймасының деңгейіне, қытайдағы су алабының су ресурсын пайдалануына, өзеннің қатты ағынына және судың өзгерісімен басқада факторларға тәуелді.

Қапшағай атырауының ландшафтының қалыптасуына су қоймасының деңгейінің тербелу режимі және жағалаудағы белсенді қайта қалыптасу, әсіресе солтүстік жағалаудың құрылымы әсер етуде [8].

Қапшағай суқоймасында 50 жыл аралығында жылына 200 га астам жылдамдықпен атырау қалыптасуда. Бұл процесстің осылай жылдам дамуы оның көлемінің және әмбебап таралуының куәгері. Жаңадан түзілген ландшафт биоалуантүрлі резерват сияқты, сонымен қатар шаруашылықты игеруге және рекреационды нысан ретінде экологиялық маңызды [9].

Батпақты-шалғынды топырақтардың өзгерісі әсіресе шалғынды қатарлардағы топырақ түзілу процесінде байқалады. Бұл территорияда тұздану процесі 60% яғни қарқынды жүруде, 30% топырақ

сортаңдануда. Атыраудың бас бөлігінің тоғайлы өсімдіктерінің жалпы жағдайы төмендеп топырағы құрғап кеткен. Тоғайлы өсімдіктер жойылып сортаңдар түзіле бастады.

Сонымен Іле өзенінің атырауының бас бөлігінің топырағында тұздану қарқынды жүруде, құрғап кеуіп кетудің нәтижесінде шөлдену жүруде. Егер ландшафты уақытысымен суландырып отыратын болса шөлденудің алдын алуға болады. Инженерлі гидротехниканың көмегімен судың таралуын тиімді пайдаланса Қапшағай су қоймасы тиімді пайдасын береді.

Өзен суының минералдануының жоғарылауына және оның сапалы құрамының нашарлауына байланысты суармалы алқаптарда суару режимі бойынша, шаю нормасына, дренаж көрсеткіштеріне жөндеу жұмыстарын жүргізу керек.

Атыраулы аймақтың табиғи байлығын әсіресе тоғайлы ормандар мен жайылымды жерлерді, топырақ жамылғысын, жануарлар әлемін сақтап қалу үшін су қоймасынан уақыт бойынша судың таралу көлемінің инженерлі жүйесінің ғылыми негізделген нұсқасын жасау қажет және оны тәжірибеде өндіріске енгізу керек. Табиғи ортаны жоғалтып алмас үшін өзендердің суармалы режимдерінің өзгерісі таза экономикалық жүйені қажет етеді.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Мұқанова Г.А., Тыныбеков Б.М., Шымшықов Б.Е. Іле өзенінің жағалауының топырақ және өсімдік жамылғысының қалыптасу жағдайы. // ҚазҰУ хабаршысы. Экология сериясы. №3 (45). 2015. 28-33 б.

[2] Стародубцев В.М. , Богданец В.А. Формирование новой дельты реки Или в Капчагайском водохранилище //Аридные экосистемы, 2010, том 16, №4 (44), с. 25-29.

[3] Стародубцев В.М., Трускавецкий С.Р. Процессы опустынивания в дельте реки Или под воздейсвием антропогенной нагрузки. // Водные ресурсы, 2011, том 38, №1, с. 1-4.

[4] Стародубцев В.М., Бурлибаев М.Ж., Попов Ю.М. Деградация почвенного покрова дельты р. Или в связи с регулированием стока //Проблемы освоения пустынь. 2003. № 4. С. 25–29.

[5] Бурлибаев М.Ж., Достай Ж.Д., Турсунов А.А. и др. Современное экологическое состояние бассейна озера Балхаш / Под редакцией Кудекова Т.К. – Алматы: «Каганат», 2002. – 388 с.

[6] Бельгибаев М.Е. Опустынивание и некоторые проблемы экологии Южного Прибалхашья // Материалы Междунардной научно-практической конференции «Проблемы гидрометеорологии и экологии». – Алматы, 2001. – С. 242-249.

[7] Nilsson C., Reidy C.A., Dynesius M., Revenga C. Fragmentation and Flow Regulation of the World's Large River Systems // 2005.Science. V. 308. P. 405-408.

[8] Амиргалиев Н.А., Тимирханов С.Р., Исбеков К.Б., Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление / Алматы, 2012. – С.132-133.

[9] Бурлибаев М.Ж., Достай Ж.Д., Мирхашимов И., Николаенко А.Ю., Турсунов Э. Современное экологическое состояние Иле-Балхашского бассейна. – Алматы, 2009, С.253-278.

[10] Иванов В.Н., Баженов М.Г. Мелиоративно-гидрогеологические исследования в долинах рек или и каратала. - Алма-Ата: Наука. 1973.- С. 7-18.

Муканова Г.А., Воронова Н.В., Умбетбеков А.Т., Оразбаев А.Е., Сырымов Е.С.

**Влияние антропогенных факторов на экологическое состояние бассейна реки Или**

**Резюме:** В статье описывается острая проблема аридизации почв р.Или. Рассматривается деградация почвенного и растительного покрова дельты реки Или, ухудшение условий жизни наземной биоты. Показано изменеие мелиоративных условий дельты реки. Антропогенное влияние окружающей среды на ландшафты дельты реки различается в зависимости от особенностей водного режима и вследстие изменение регулирования стока.

Рассмотрено влияние Капчагайского водохранилища и характер использования водных ресурсов во всем бассейне на процессы опустынивания дельтовых ландшафтов.

**Ключевые слова:** дельта, опустынивание, регулирование, сток, почва, деградация, ландшафт.

Mukanova G.A., Voronova N.V., Umbetbekov A.T., Orazbaev A.E., Syrymov E.S.

**The influence of anthropogenic factors on the ecological state of the Ili River basin**

**Summary:** The article describes the acute problem of soil aridization of the Ili river. Degradation of the soil and vegetation cover of the Ili river delta, deterioration of the living conditions of the terrestrial biota is considered. The change of ameliorative conditions of the river delta is shown. The anthropogenic influence of the environment on the landscapes of the river delta differs depending on the characteristics of the water regime and, as a result, a change in flow regulation.

The influence of the Kapchagai reservoir and the nature of the use of water resources throughout the basin on the desertification processes of delta landscapes are considered.

**Key words:** delta, desertification, regulation, runoff, soil, degradation, landscape.

**N.M. Kashkimbaeva**
(Astana, L.N. Gumilev Eurasian National University, PhD student
E-mail: knm25-1979@mail.ru)

## THE USE OF GIS TECHNOLOGIES FOR MONITORING LAND RESOURCES IN KAZAKHSTAN

**Abstract.** The maintenance of agriculture has always been a matter of state level, in which the results of its functioning follow. To increase the agro-industrial complex and the state of agricultural land, the state implements a number of programs and projects, and the amount of financing is also growing. For the formation of a state information resource on the state of fertility and the actual use of agricultural land, as well as improving the management of agricultural production, it is important to use modern geo-information technologies.

**Key words:** aerial photography, satellite technologies, land resources, land monitoring, information system

УДК 004.632

**Н.М. Кашкимбаева**

## ҚАЗАҚСТАНДА ЖЕР МОНИТОРИНГІ ҮШІН ГАЖ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ҚОЛДАНУ

**Аннотация:** Ауыл шаруашылығын ұстап тұру әрдайым мемлекеттік деңгейдегі мәселе болып табылады, оның жұмыс істеу нәтижелері. Агроөнеркәсіп кешенін және ауыл шаруашылық жерлерін ұлғайту үшін мемлекет бірнеше бағдарлама мен жобаны жүзеге асырады, сондай-ақ қаржыландыру көлемі өсіп келеді. Тұқымдық жағдайы мен ауыл шаруашылық жерлерін нақты пайдалану туралы, сондай-ақ ауыл шаруашылығы өндірісін басқаруды жетілдіру бойынша мемлекеттік ақпараттық ресурстарды қалыптастыру үшін заманауи геоақпараттық технологияларды пайдалану маңызды.

Жер - саяси, экономикалық, әлеуметтік, өндірістік, құқықтық, экологиялық және басқа салаларда орын алатын қоғам өмірінің барлық процестерінің негізі. Осыған байланысты, ол экономика мен қоғамның қалыпты жұмыс істеуі мен дамуы үшін ең маңызды шарттардың бірі болып табылады. Жер ресурстары мен ресурстық әлеуеті зор Қазақстан өзінің қолданылуына саналы көзқараспен қарауға, жерді ұтымды пайдалану мен қорғауға арналған стратегияны әзірлеуге тиіс.

Ескірген топографиялық карталардың үлкен пайызын ескере отырып, жаңа аэроғарыштық зерттеулерге негізделген мемлекеттік топографиялық карталарды жаңарту қажет.

1960-1980 жылдары барлық қалалар мен қалаларды зерттеу жүргізілгендіктен қаланың кең ауқымды жоспарларын құрудың өзекті қажеттілігі туындады. Сондықтан, 2008 жылдан бастап ауылшаруашылық жерлерін, ауыл шаруашылық жерлерін және т.б. жерлерді аэрсъемка жасай бастады. Агенттіктің құрған бүкіл ауқымды сериясындағы мемлекеттік топографиялық карталар аймақ туралы толық ақпаратты көрсетеді және республиканың әртүрлі өңірлерінде қолданылатын әртүрлі туынды материалдарды жасаудың негізі болып табылады [1].

Қазіргі уақытта спутниктік геодезиялық желіні құруға және экономиканың әртүрлі секторларында проблемаларды шешуде спутниктік технологияларды кеңінен енгізу үшін Қазақстан Республикасының аумағында бірыңғай мемлекеттік координат жүйесін құру қажет. Геодезиялық әдістер дәлдігі, тиімділігі және экономикалық тиімділігі үшін қолданыстағы жердегі геодезиялық әдістер ғылым мен тәжірибенің талаптарына сай келмейді, атап айтқанда, геодезиялық қолдау, навигация, геодинамикалық процестер [2].

Геоинформатикада, ақпараттық технологияларға негізделген геоақпараттық жүйелер (ГАЖ) - спутниктік үйлестірілген деректерді жинау, өңдеу, көрсету және таратуды қамтамасыз ететін арнайы аппараттық және бағдарламалық жүйелер. ГАЖ негізгі функцияларының бірі компьютерлік және электрондық карталарды, атластарды және басқа картографиялық жұмыстарды құру және пайдалану болып табылады. Ауылшаруашылық жерлерін игерген кең аумақтар нақты карталардың болмауы, жедел бақылау нүктелерінің дамымауы, метеорологиялық қызметтерді қоса алғанда, жердегі станциялардың жоқтығы, техникалық қызмет көрсетудің қымбаттылығына байланысты авиациялық қолдаудың жоқтығы және т.б. байланысты бақылау қиын. Сонымен қатар, әртүрлі табиғи процестердің арқасында әртүрлі кен орындарында және алаңнан учаскеге дейін егістік шекаралары, топырақ сипаттамалары және өсімдіктердің жағдайлары тұрақты түрде өзгереді. Осы факторлардың барлығы ағымдағы жағдайды анықтау, оны бағалау және болжау үшін қажет объективті, жедел ақпарат алуға кедергі келтіреді. Ауыл шаруашылық аумақтарын спутниктік зерттеу осындай проблемаларды шешуге мүмкіндік береді. Бұл саладағы типтік тапсырмалар: ауыл шаруашылық жерлерін түгендеу, егістің

жай-күйін бақылау, эрозия учаскелерін бөлу, батпақтану, шөлейттенудің тұзденуы, топырақтың құрамын анықтау, әртүрлі ауылшаруашылық қызметінің сапасы мен уақтылығын бақылау. Зерттеудің жүйелі қайталануы - өсімдік шаруашылығы дамуының динамикасын және болжамды кірістілікті бақылау. Мысалы, вегетация кезеңінде өсімдіктердің спектралды жарықтылығын қалай өзгерткенін білу, агротехникалық мемлекеттің өрісінен дау айтуға болады. Қыстап шыққаннан кейін қысқы дақылдардың жай-күйі салауатты және өлі өсімдіктердің түсі, көктемгі және көктемгі егістіктердің егін жинау алдындағы жай-күйі - шөп жамылғысы мен тегістігінің дәрежесіне қарай бағаланады [3].

Мақаланың негізгі мақсаты деректерді қашықтықтан зондтау (ДҚЗ) пайдаланатын ауыл шаруашылығы мақсатындағы жер ресурстарын мониторинг және есепке алудың геоақпараттық жүйесін құру жолдарын анықтау болып табылады [4].

Жүйенің жұмыс істеуі үшін келесі негіздері болады:

• ауыл шаруашылық тауар өндірушілерінің цифрлі картографиялық негізіне сілтеме жасай отырып, егіс алқаптарының сипаттамалары мен сипаттамаларын жыл сайын декларациялау, ақпаратты ұсыну жауапкершілігі;

• ортаны (20-50м) және төменгі (250-500м) рұқсаттың қашықтан зондтау деректерін бірлескен талдау негізінде мәлімделген сипаттамалармен сәйкессіздіктерді анықтау негізінде егілетін жер учаскелерінің болуын анықтау;

• қашықтықтан зондтау деректерін талдау нәтижелерін сәйкессіздіктерді түпкілікті анықтау кезінде құқықтық салдарлармен тексеру;

• ауыл шаруашылығы жерлерінің құрылымы мен құрамы, олардың құқықтық режимі, өңірлік және муниципалдық деңгейлердің нормативтік-құқықтық актілеріне негізделген өзгерістер мониторингі бойынша ГАЖ талдау;

• жүйені құру мен пайдалану шығындарын барынша азайта отырып, қолданыстағы басқару жүйесіне барынша ықпалдасу.

Қазақстан Республикасының агроөнеркәсіптік кешенін дамытуға заманауи ғарыштық технологиялар енеді. Ауыл шаруашылық жерлерін мониторингілеу үшін қашықтықтан зондтау деректерін пайдалану Қазақстан үшін үлкен маңызға ие.

Кеңістіктегі кірістілікті болжау проблемаларының бірі - астық дақылдарының жасыл биомассадағы өсімдік өсімдіктерінің мөлшерін анықтау. Бұл факторды бағалау үшін егістік дәрежесін бағалаудың және болашақ егінге әсерін ескеретін арнайы технология әзірленді. Өсімдік жамылғысының өнімділігін бағалаудың негізгі міндеті кеңістіктегі суреттерді пайдалана отырып, спутниктік деректер мен параметрлер, мысалы, биометриялық шамалар немесе дәнді дақылдардың басқа да қасиеттерін сипаттайтын параметрлерді табу болып табылады.

Қашықтықтан зондтау деректерін әртүрлі кеңістіктік ажыратымдылықты қолдану экологиялық және экономикалық шығындарды бағалауға жұмсалатын уақытты едәуір қысқартады. Сондай-ақ, қашықтан зондтау деректерін пайдалану жерді басқарудың жедел қызметіне және уақытында басқаруға мүмкіндік береді. Бұл әдістің мәні жердің цифрлық картасына визуальды түсіндіруді немесе автоматтандырылған жіктеуді пайдаланып, спутниктік суреттерден анықталған контурды салу болып табылады. Ғарыш суреттерін әртүрлі уақытта пайдалану жердің аумағында эрозия мен шөлейттену кезінде анықтауға мүмкіндік береді, жер қорын нысаналы пайдалану мониторингі міндеттерінде. ГАЖ-технологияларды қолдану картографиялық және тақырыптық ақпараттың үлкен көлемін бірыңғай жүйеде біріктіруге мүмкіндік береді және осылайша қол жетімді және алынған ақпаратты талдау үшін дәйекті деректер құрылымын құруға мүмкіндік береді. Жоспарланған жүйе орындалатын тапсырмалардың тиімділігін арттырады, басқару шешімдерін қабылдау бойынша жұмысты жеңілдетеді және жеделдетеді. ГАЖ қашықтықтан зондтау деректерін және далалық зерттеулерді оңай біріктіруге мүмкіндік береді. Бұл жағдайда нақты уақыт шкаласы карталар жасалатын және пайдаланылатын жылдамдықтың сипаттамасы, яғни кіріс ақпаратының дереу өңделуін қамтамасыз ету, бағалау, бақылау, бақылау, бақылау процестерін және бірдей жылдамдықпен өзгеретін құбылыстарды бақылайтын картографиялық визуализация сипаттамасы. Спутниктік бақылаулар күтпеген жағдайда орын алған ірі авариялардың координаттарын тез анықтауға және дәл анықтауға мүмкіндік береді, мұндай апаттарға әкелетін табиғи процестердің қауіпті көріністерінің аймақтарын, сондай-ақ жер бетінің біртұтас геодинамикалық деформацияларын қадағалау және болжау. Жер мониторингінің жерсеріктік әдістерін пайдалану және ГАЖ технологияларын қолдану нәтижесінде құрылған карталар жердің күйін өзгертуді көзбен көруге мүмкіндік береді, эрозияға ұшырайтын жерлерді жетілдіру және жер бетіндегі құнарлы қабаттың жойылуының басқа да процестеріне қатысты уақтылы шешім қабылдауға мүмкіндік береді [5].

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Сейфуллин Ж.Т. Қазақстанның жер кадастры. - Алматы: КазНИИЕОПК,. 2014- 225 б.

[2] Жерге орналастыру жөніндегі нұсқаулық. - Еуропалық экономикалық комиссия. БҰҰ. - Женева, 2016 ж. - 150 б.

[3] Кузнецов С.Д. Қазіргі заманғы дерекқордың негіздері Ақпараттық технологиялар орталығының ақпараттық-талдамалық материалдары. Viewed 28 January 2015. http; // citforum.ru/index.html.

[4] Рачковская Е.И., Волкова Э.А., Храмцов В.Н. Қазақстан мен Орталық Азияның ботаникалық географиясы (шөл аймағында). БК, 2017ж. -425 б.

[5] Centre for Remote Sensing and GIS “Terra”. Viewed 28 January http://www.gis- terra.kz/services/dz/use

Кашкимбаева Н.М.

**Применение гис технологий для мониторинга земель ресурсами в Казахстане**

**Резюме:** Поддержание сельского хозяйства всегда являлось вопросами государственного уровня, в котором вытекают результаты его функционирования. Для повышения агропромышленного комплекса и состояние сельскохозяйственных земель государством реализуется ряд программ и проектов, а также растет объем финансирования. Для формирования государственного информационного ресурса о состоянии плодородия и фактическом использовании земель сельскохозяйственного назначения, а также повышение эффективности управления сельскохозяйственным производством, важно использование современных геоинформационных технологий.

**Ключевые слова:** аэрофотосъемка, спутниковые технологии, земельные ресурсы, мониторинг земель, информационная система.

Kashkimbaeva N.M.

**Application of gis technologies for monitoring land resources in kazakhstan**

**Summary:** The maintenance of agriculture has always been a matter of state level, in which the results of its functioning follow. To increase the agro-industrial complex and the state of agricultural land, the state implements a number of programs and projects, and the amount of financing is also growing. For the formation of a state information resource on the state of fertility and the actual use of agricultural land, as well as improving the management of agricultural production, it is important to use modern geo-information technologies.

**Key words:** aerial photography, satellite technologies, land resources, land monitoring, information system.

**[2]С.К. Курбаниязов, [1]А.Ф. Буханцов, [2]И.О. Аймбетова, [2]Н.А. Абдимуталип, [1]Н.Г. Исмайлова**
(ТОО «Алекс Минерал Компани», Кентау, Республика Казахстан
НИИ «Экология» Международный казахско-турецкий университет имени Ходжи Ахмеда Ясави,
Туркестан, Республика Казахстан, E-mail: saken_geo@mail.ru)

## ПОИСКОВО-ОЦЕНОЧНЫЕ РАБОТЫ БАРИТОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ИТКАЛГАН В ЮЖНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ С ЦЕЛЬЮ ПРИМЕНЕНИЯ БАРИТА В ЛАКОКРАСОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

**Аннотация:** В статье представлены результаты оценочно-поисковых работ и анализов на геологическое строение новопроявленных баритовых месторождений. Проведены прогнозные исследования и оценка баритовых месторождений представление генезиса месторождений и проявлений барита в Южно-Казахстанском регионе. Сформированы краткие технико-экономические и геологические данные запасов ресурса барита. Составлены геологические карты полезных ископаемых исследуемого района, сопоставлены разрезов для литолого-фациального анализа, проведен литолого-фациальный анализ разрезов рудного тела, исследована технологические свойства усредненной пробы объекта, определена физико-химические составы баритовых месторождений. На основе проведенной геологической разведки и их дальнейшего геоаналитического исследования выявлено, что рудные залежи, как и проявления вторичной минерализации, связаны очевидно с гидротермальными процессами, протекающими в конечной стадии тектогенеза. Проявление приурочено к толще девонских отложений фаменского яруса, к шушаковской свите (известняки с ярко выраженной комковатостью, с прослоями мергелей) и представлено двумя крутопадающими баритовыми жилами, а также многочисленными выходами трубчатой формы. Вскрытая мощность по обоим жилам составила соответственно по 7,0 м, по отдельным выходам от 1,0 до 3,0м. В результате проведенных работ произведена оценка баритового проявления с поверхности, выполнен подсчет прогнозных запасов по жилам Северная и Южная до глубины 15,0 м, которые составили: руды – 46,3, барита – 35,0 тыс.

**Ключевые слова:** барит, месторождение, картирование, тектогенез, поисковые маршруты, топогеодезические работы.

С ростом объемов работ в нефтегазовой отрасли не только в Республике Казахстан, но и во всех соседних нефтедобывающих странах возрос спрос на баритовое сырье.

Барит применяется, в основном, в качестве утяжелителя буровых растворов (70% мирового потребления). Производство барита в России, осуществляемое только на Салаирском ГОКе (Кемеровская область), покрывает только 2.6 - 6 % потребностей промышленности. Дефицит с успехом восполняется поставками барита преимущественно из Казахстана. Прогнозируемый рост объемов буровых работ на нефть и газ до 2010-2012г. потребует ежегодного производства баритового концентрата буровых сортов в объеме 850-900 тыс. т, а с учетом потребности в барите других отраслей промышленности спрос может вырасти до 1200 тыс. т в год.

Все это ярко свидетельствует о необходимости наращивания темпов разведочных работ на уровне государства.

Изучение геологической системы баритов в последние годы становится все более глубоким, в связи в возрастающим спросом на барит как в Казахстане , так и во всем мире. Объясняется это минеральным составом и химическими свойствами баритов, а также весьма распространненым использованием барита в народном хозяйстве. Центральная идея данной оценочно-поисковой работы – выявление геологического потенциала при геолого-технологическом исследовании новых баритовых месторождений и рудопроявлений: Иткалгана, Карстовое, Правобережное, Левобережное и Антиклинальное и др.

В настоящее время структура потребления барита изменяется, что связано с внедрением в электроэнергетике барийсодержащей керамики, обладающей сверхпроводимостью при высоких температурах, а также ростом ядерной энергетики и сокращением ядерных вооружений, поскольку барит – наиболее дешевый компонент защитных установок и сооружений.

Баритовые руды по минеральному составу подразделяются на существенно баритовые (в том числе барит-витеритовые), кварц-баритовые (в том числе с витеритом), кальцит-баритовые, флюорит-баритовые, сульфидно-баритовые, железо-баритовые, железо-флюоритовые, а также глинисто- и песчано-баритовые [1].

Все многообразие собственно баритовых месторождений, имеющих существенное практическое значение, может быть сведено к трем основным геолого-промышленным типам: жильному, стратиформному и песчано-валунчатому в корах выветривания. Ведущими являются первые два. Жильные месторождения по запасам обычно мелкие (до 100 тыс. т сульфата бария), но чаще сложены богатыми рудами (более 75% сульфата бария); получаемое при их отработке сырье используется в отраслях, предъявляющих высокие требования к его качеству. Стратиформные месторождения как правило крупные (свыше 1 млн. т сульфата бария), простой морфологии, легкие в разработке (часто возможна открытая добыча); в основных баритодобывающих странах они обеспечивают более 80% добычи, а сырье, получаемое при их отработке, используется в качестве утяжелителей буровых растворов [2].

Обладающий высокой химической стойкостью барит хорошо сохраняется в зоне выветривания (витерит в этих условиях быстро разлагается), но при последующем перемещении по склону в связи с невысокой твердостью быстро разрушается и рассеивается. Это обусловливает возможность формирования залежей барита (баритовой сыпучки, баритовых песков), а также элювиальных и иногда склоновых (делювиальных) россыпей в зоне выветривания баритосодержащих руд и пород. Месторождения барита по генезису разделяются на гидротермальные, карбонатитовые, осадочные и остаточные [3].

Месторождения жильного типа в ряде стран (Россия, Казахстан, Италия, Греция, Великобритания) являются главным источником получения барита. Особую ценность представляют жильные месторождения с высоким содержанием барита (иногда с практически мономинеральными баритовыми рудами), которые могут использоваться в большинстве отраслей промышленности без обогащения [4].

Наиболее типичны жильные месторождения – Джалаирское, Бадамское, Тукжское. К метасоматическим месторождениям относятся Жайремское, Бестюбе, Кентобе, Жуманай [5].

Существенно-баритовые руды в основном состоят из барита, совместно с которым на некоторых месторождениях присутствует витерит. Другие минералы (кварц, кальцит, оксиды железа, сульфиды металлов и др.) содержатся в незначительных количествах. Эти руды развиты преимущественно на гидротермальных месторождениях, иногда слагая самостоятельные тела, но чаще постепенно переходят в кварц-, кальцит-, флюорит- и сульфидно-баритовые руды Содержание барита в рудах изменяется от 20-50 до 90% и выше. Обычно оно не отвечает требованиям пром-сти; для повышения

содержания барита и снижения вредных примесей руды подвергаются обогащению - флотационному, гравитационному или рудоразборкой и промывкой [6].

Руды этого типа преобладают на гидротермальных месторождениях Кентобе, Жуманай и осадочном Чиганакском месторождении. Они встречаются также в коре выветривания месторождений Ушкатын III и Жайрем (где они постепенно переходят в песчано- и глинисто-баритовые руды) [7].

Барит используется в народном хозяйстве в качестве наполнителя красок и основного пигмента белизны довольно широкомасштабно. Для придания наполнителю белизны сульфат бария отбеливают. Отбелка проводится двумя способами. Первый вариант предусматривает обработку материала при температуре 60°С кислотами минерального происхождения (азотной, серной, фосфорной, соляной). Во время проведения данной операции происходит растворение посторонних включений. Далее барит отмывают, дробят, классифицируют, сушат и еще раз тщательно измельчают. Второй способ отбелки заключается в нагревании природного барита до температуры, при которой материал растрескивается, высвобождая за счет термического расширения примеси (это порядка 600-700°С). Затем проводят разделение элементов (фракционирование) и последующую обработку, как в первом способе.

Барит – химически инертен, поэтому используется в производстве специальных химически стойких лакокрасочных материалов. Сульфат бария входит в состав красок, шпатлевок, грунтовок на масляной основе.

Исследования в этой области проводятся во многих странах мира, особенно в европейских [8]. За последнее столетие сферы использования баритов все больше и больше расширяются. Казахстан, по запасам барита в недрах и по производству баритового концентрата, занимает ведущее место среди стран СНГ, а при условии наращивания его добычи может войти в число ведущих стран мира по выпуску этого вида сырья. В Казахстане производством баритового концентрата из сульфидно-баритовых руд занимаются Иртышский полиметаллический комбинат, Текелийский свинцово-цинковый комбинат, Карагайлинский и Жайремский горно-обогатительные комбинаты и АО «Ачполиметалл». За последние 4-5 лет извлечение барита в концентрат на этих предприятиях заметно повысилось. Однако наиболее высококачественный баритовый концентрат, содержащий 95% $BaSO_4$, получают при переработке руд собственно баритового месторождения Чиганак на юге страны.

При проведении геологических исследований будут выявлены месторождения баритов и изучено происхождение и их применение по всем направлениям. Бариты исследуются применительно к различным отраслям промышленности: нефтегазодобывающая промышленность [8] и геологоразведка [9], цементная промышленность [10], химическая [11], стекольная промышленность [12], металлургия [13], дорожное строительство [14], лакокрасочная промышленность [15], резинотехническая [16], асботехническая промышленность [17], атомная промышленность.

Данная НИР предусматривает изучение технологических свойств и оценки качества месторождений баритов, целесообразности применения тех или иных форм баритового материала – естественная порода, концентрат, смесь с другими компонентами и др. Технологичность баритового сырья будет определятся в первую очередь степенью содержания $BaSO_4$ и количеством вредных примесей в породе. В связи с этим будут разработаны рекомендации о пределах содержания $BaSO_4$ и количества различных примесей в породе, необходимых при оценке их качества для конкретных направлений использования в различных отраслях промышленности .

В мире известно множество способов извлечения и использования барита в различных промышленностях, но из литературных источников нами не установлено наличие сведений о переработке баритовых месторождений Казахстана с получением составного компонента лакокрасочных материалов.

Несмотря на огромные запасы баритовых месторождений в Казахстане, в данное время в стране производство и практическое применение барита равно нулю. Исследовательские работы по изучению типоморфных признаков барита могут значительно повысить информативность генетических исследований и способствовать решению практических геологических и технологических задач. В связи с этим, основная цель данной работы заключается в разведке, оценке и технологической разработке баритовых месторождений с получением дешевых природных наполнителей, что повышает потенциал производства лакокрасочных материалов в Казахстане.

**Методология проведения работы**

Основной объем геоаналитических исследований выполнен в Институте геологических наук КазНТУ им.К.Сатпаева, в лабораториях физико-химических методов анализа и пробоподготовки, минералогического и фазового анализа, в соответствии с нормативно-методическими документами. Данные методы исследований существенно влияют на правильный подход решения вопросов геоло-

гического и технологического характера. Остальные физико-химические и другие анализы осуществлены в аккредитованной лаборатории НИИ «Экология» при МКТУ им. Х.АЯсави.

При выполнении НИР использованы следующие методы физико-химических исследований: макро- и микроскопическое изучение для установления минерального состава и текстурно-структурных особенностей баритовых руд; химический анализ для определения компонентов (фотометрический метод, метод атомной абсорбции; метод атомной миссии с индуктивно-связанной плазмой (АЭСтИСГТ); метод дифференциально-термический; определение радиоактивности; рентгенографический анализ;

Работы проведены, в основном, горным методом [18], который дает возможность получить наиболее полную информацию о породах, слагающих баритовое проявление, а также позволяет изучить его с поверхности, выявить закономерности изменения качества полезного ископаемого в приповерхностных частях и в результате сопоставления и анализа полученных данных, дать объективную оценку баритовому проявлению в целом.

На участке выполнен следующий комплекс поисково-оценочных работ [19-21]: топографо-геодезические работы, поисковые маршруты, горные работы-магистральные канавы, различные виды геологического и технологического опробования, аналитические работы, проходка разведочной траншеи.

Сведения по основным видам и объемам работ, выполненным на баритовом проявлении, приведены в таблице 1.

Таблица 1. **Виды и объемы работ, выполненные на баритовом проявлении Иткалган, ЮКО**

| Виды работ | Ед. изм. | Объемы работ |
|---|---|---|
| Поисковые маршруты | км | 6,0 |
| Проходка магистральных канав и расчисток | м | 587,5 |
| Проходка магистральных канав и расчисток, включая площадки под буровые скважины | $м^3$ | 4 480 |
| Опробование: | | |
| - бороздовое, всего | проб | 56 |
| - керновое | проб | 0 |
| - лабораторно-технологическое | проб | 0 |
| Отбор крупной технологической пробы из разведочной траншеи | $м^3$ | 82 |
| Топогеодезические работы | $км^2$ / точек | 0.25<br>232 |

**Результаты исследований**

*1. Административное и географическое положение проявления барита в ЮКО.*

Район работ расположен на юго-западном склоне хребта Большой Каратау, в его центральной части. Административно эта площадь входит в Туркестанский район Южно-Казахстанской области. Хребет Каратау представляет собой весьма молодое горное сооружение, сформировавшееся, судя по остаткам на водоразделах третичных и ранне-четвертичных рыхлых отложений, в период с неогена почти по настоящее время. В наиболее высокогорной части Каратау (ур.Бессаз и Мынжылкы) абсолютные отметки достигают более 2000 м. К СЗ и ЮВ от центра поднятия располагаются стволовые возвышенности с сохранившейся поверхностью третичной и верхне-меловой абразии с отметками 1000-1500 м.

Рудопроявление Иткалган находится в Туркестанском районе Южно-Казахстанской области, в 7 км на север от пос. Акжар (Новый Ащисай), на водораздельной части хр. Каратау, в районе Турланского перевала, на горе Иткалган, с восточного склона которой берет начало речка Турлан, текущая на северо-восток. Речки, берущие начало с юго-западного склона (Акжарсай, Коккиясай), текут на юг.

Рассматриваемый район характеризуется резкими колебаниями температур в годовом разрезе. Годовая амплитуда температур по абсолютной величине достигает 71°С. Период устойчивых зимних морозов составляет 70 дней (15.12-22.02) с абсолютной температурой по метеостанции Ачисай -31°С. Лето (май-сентябрь) жаркое и сухое. Наиболее высокие температуры наблюдаются в июле, когда среднемесячные их температуры составляют 24-27°С, с максимумами до +40°С. Средние максимумы составляют 28-30°С.

Среднемноголетнее количество осадков для высот 500-1300м составляет 450-1050 мм. Наибольшее среднемноголетнее количество осадков наблюдается в марте и колеблется от 60-70мм в предгорьях до 110-120мм в горах. В декабре выпадает 50-100мм осадков. Наиболее сухо бывает в июле-сентябре, когда за месяц, для метеостанции пос.Ачисай, выпадает не более 11мм. Режим атмосферных осадков и температурный режим холодного времени года определяют продолжительность снежного покрова и его мощность. Образование устойчивого снежного покрова в горах происходит в первой и второй декаде ноября, а его сход начинается в конце февраля – первой половине марта. Высота снежного покрова крайне неравномерна и при максимальных снеговых запасах изменяется в пределах 17-46см. Наибольшая высота снега приходится на январь-начало февраля, т.е. до начала снеготаяния. Плотность снега в период максимальных снегозапасов составляет 0,20-0,28г/см$^3$, а в период снеготаяния увеличивается до 0,40-0,50г/см$^3$. Глубина промерзания почвы по многолетним наблюдениям колеблется в пределах 18-82см, составляя в среднем 42см. Почвы имеют отрицательную температуру в январе-феврале до глубины 40см. Относительно резкие колебания грунта отмечаются до глубины 1,6м. Ниже этой глубины амплитуда колебания температур резко уменьшается.

В рассматриваемом районе выделяется два растительных пояса. Нижний - пустынный, верхний - степной. Гребень и часть склона хребта заняты ковыльно-типчаковой и типчаковой растительностью. В верхней зоне покров разряжён и представлен нагорными ксерофитами и приземистыми кустарниковыми ландофолами. Нижняя часть склона и предгорная равнина охватывают пустынный пояс, представленный, в основном, эфемерами в чистых сообществах или в сообществе с полынями, ниже переходящие в полынно-злаковые степи.

Последние 7-8 км грунтовых дорог от пос. Ащисай до рудопроявления барита Иткалган в зимне-весеннее время непроходимы. Поэтому все работы на участке Иткалган возможны только в летне-осенний период.

*2. Гидрологические условия и гидрографическая сеть района работ и проявления Иткалган*

Юго-западный склон хребта Большой Каратау рассечён обширной речной сетью небольших рек, стекающих с его склонов. Истоки рек начинаются от его водораздела и текут до предгорной равнины. Реки Кантаги, Биресек, Баялдыр, Кызылата, Ермаксу принадлежат бассейну р.Карачик. Выходя на предгорную равнину, они сливаются и текут далее на юго-запад до впадения в р.Сырдарья. Реки Икансу, Кызылата, Таутама, Хатын-Камал, Коккия и Курсай теряются на предгорной равнине. Сток рек распределён в году крайне неравномерно. Основная его часть (50-60% годового объёма) приходится на 2-3 весенних месяца. В июне-августе реки пересыхают, и сток сохраняется только в их горной части. Редкие летние дожди обычно не формируют стока, их влаги хватает только на увлажнение почвы, из которой она потом уходит в виде испарения под воздействием солнечной радиации и транспирации. Постоянный сток возобновляется только с сентября – октября. Осенью по рекам проходят кратковременные дождевые паводки. В зимний период сток отмечается только в горной части. Зимняя межень часто нарушается небольшими паводками за счёт кратковременных дождей и во время зимних оттепелей.

У подножия гряды Иткалган протекает речка с постоянным (в верховьях) водотоком – р.Акжарсай. Расходы речки изменяются от 15-30 л/с в её верховьях (выше посёлка Ачисай - верхний) до 120 л/с в точке выше 500м от слияния речек Уртанды и Ачисай. Замеры проводились в июле 2007г.

В основу описания геологического строения взяты материалы В.В. Галицкого. В основу стратиграфического расчленения пород, слагающих район месторождения, взята схема А.Н. Баловицкого, составленная в Турланском разрезе и дополненная В.В. Галицким.

В геологическом строении района участвуют две системы: девонская и нижнекаменно угольная, в различной степени сжатых в складки и разорванные тектоническими нарушениями.

Девонские отложения, в нижней части, представлены, в основном, терригенными осадками тюлькубашской свиты.

Тюлькубашская свита широко распространена на юго-западном склоне Большого Каратау. С перерывами она прослеживается на всей протяжённости гор. В центральной части хребта она слагает ложе Бельмазарской синклинали, Свита представлена преимущественно континентальными красноцветными прибрежными отложениями, выше по разрезу сменяющимися морскими и прибрежно-морскими фациями. По литологическим признакам свита разделяется на 4 пачки: алевролитовую, конгломератовую, песчаниковую и пачку переслаивания.

Отложения фаменского яруса верхнего девона представлены аманской и тасарайской свитами: каменноугольная система, нижний карбон, турнейский ярус, нижнетурнейский подъярус. Породы

этого возраста слагают основание всех крупных синклинальных структур и занимают обширные территории по всему ЮЗ склону хребта. Ярус разделён на два подъяруса – верхний и нижний.

Нижнетурнейские отложения в свою очередь подразделяются на четыре пачки. Первая пачка объединяет базальную, искристую и турланские пачки, выделенные в Центральном Каратау; вторая, третья и четвёртая пачки соответствуют бельмазарской, балатурланской и аксайским пачкам унифицированной региональной стратиграфичекой схемы:

- базальная пачка представлена светло-серыми, серыми, изредка тёмно-серыми тонкослоистыми, тонкоплитчатыми известняками. Нижние пласты пачки брекчированы. Мощность её увеличивается с запада на восток от 15 до 110м;

- искристая пачка сложена чёрными и тёмно-серыми, серыми тонкозернистыми доломитизированными известняками и доломитами. С искристой пачкой связано свинцово-цинковое оруденение месторождения Ачисай. Мощность 25-80м;

- турланская пачка состоит из тонкополосчатых известняков и доломитов с характерной перемежаемостью тонких (миллиметровых) белых серых и тёмно-серых слоёв. Местами в пачке развита тонкоплитчатая отдельность, участками породы массивные. Мощность 130-280м;

- бельмазарская пачка состоит из светло-серых мелкозернистых известняков. Мощность 280-600м;

- балатурланская пачка состоит из перемежающихся тонкоплитчатых. Тонкослоистых серых и светло-серых известняков и доломитов. Мощность 70-450м;

- аксайская пачка представлена тёмно-серыми и серыми известняками с редкими линзами водорослевых известняков и доломитов. Мощность 140-450м.

*Верхнетурнейский подъярус*. Отложения верхнего турне выделяются на территории Б.Каратау в пределах всех синклинальных структур они представлены органогенно-обломочными тёмно-серыми известняками с прослоями и линзами кремней, песчанистыми известняками с прослоями песчаников, алевролитов, линзами конгломератов. Осадки этого подъяруса залегают согласно на нижнетурнейских. Мощность 280-600м.

*Визейский ярус*. Отложения визейского яруса имеют незначительное распространение на описываемой территории. Они выделены только северо-западнее Бельмазарской синклинали в виде узкой полосы. В отложениях этого возраста выделяются две пачки - нижневизейские и объединённые средне-верхневизейские.

*Нижневизейские отложения* представлены (снизу-вверх) серыми разнозернистыми песчаниками, конгломератами, алевролитами, красноцветными мергелями, серыми мшанковыми известняками, тёмно-серых и чёрных известняков толсто-плитчатых органогенных с прослоями криноидных и детритысовых известняков. Мощность 100-250м.

*Средне-верхневизейские отложения* обнажаются в пределах небольших тектонических блоков. Отложения представлены серыми, тёмно-серыми среднеплитчатыми мелкозернистыми известняками с прослоями тонкоплитчатых глинистых разностей, тёмно-серых полимиктовых и известковистых песчаников, гравелитов, конгломератов и мергелей. Мощность 210-400м.

Более молодые осадки на описываемой территории денудированы.

Новейшие четвертичные отложения представлены лессовидными суглинками, покрывающими водораздельные площади Бельмазарского плато, щебенистыми суглинками на склонах и валунно-галечниковыми отложениями в долинах рек.

*Тектоника*. Хр.Каратау в структурном отношении представляет сложно построенный мегаантиклинорий. В районе Ачисайского месторождения выделяются три различных по характеру тектонических комплекса:

1. Учайрыкский и Карабулакский куполы, сложенные песчаниками и кварцитами Тюлькубашской свиты.

2.Сложно-складчатый комплекс верхнедевонских пород, представленных аргиллитами и мергелями и более известняками, слагающих главную и южную антиклинальные зоны.

3. Бельмазарская брахисинклиналь, сложенная нижне-каменноугольной карбонатной толщей.

Главная антиклинальная зона располагается между Бельмазарской синклиналью и Акчечекской синклинальной зоной.

Поверхность срыва между карбоном и девоном, называемая Турланским надвигом, проходит почти на всей изученной площади по стратиграфическому контакту между свитами, фиксируясь зоной брекчий мощностью 5,0-15,0 м. Сравнительно простое и спокойное строение Бельмазарской брахисинклинали нарушается мелкими складками второго порядка и многочисленными дизъюнктивными нарушениями.На выходе брекчии сложены обломками известняков и доломитов нижнекаменно-

угольной свиты, а иногда обломками и крупными глыбами пород верхнего девона. Также в качестве обломков встречается молочно-белый кальцит и барит и даже обломки сульфидных руд. Наблюдались обломки с кальцитовыми жилками, содержащими вкрапленность галенита.

*3. Геологическое строение участка работ.*

Как рудные залежи, так и указанные проявления вторичной минерализации, связаны очевидно с гидротермальными процессами, протекающими в конечной стадии тектогенеза, это – кальцитизация, окварцевание и окремнение, брекчии с кальцитовым цементом, кальцитовые, кальцито - баритовые и баритовые жилы. Геологическое строение рудного тела представлены на рисунке 1.

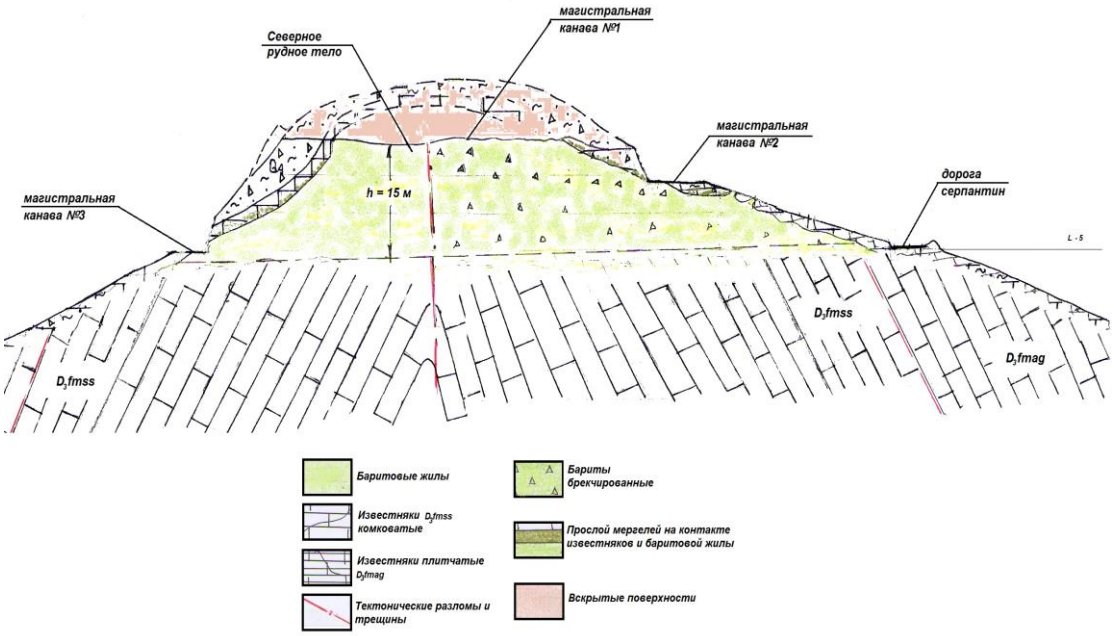



**Рис.1.** Геологический разрез проявления Иткалган

Как видно из рисунка 1, непосредственно участок работ и прилегающая к нему площадь представлена только толщей фаменского яруса. В фаменском ярусе выделены следующие свиты: - шушаковская (известняки с ярко выраженной комковатостью, с прослоями мергелей, мощностью 200-230 м), курусайская (тонкое переслаивание мергелей с известняками, 100-250м), акжарская (известняки с плитчатой текстурой, 20-30м), уртандинская (зеленоватые мергели с прослоями глинистых известняков, 150-460м), ачисайская свита (черными и серые комковатые известняками с ясно выраженной слоистостью за счет тонких пленок желто-бурых и коричневато-розовых мергелей, 100-140м), акбулакская свита (тонкое переслаивание известняков и мергелей, в последних отмечается включения пирита, 10-20м). Вмешающими породами на проявлении служат только известняки шушаковской свиты (Д3fmss)с прожилками белого кальцита. Лишь на крайнем юго-востоке участка, на склоне-отмечаются скальные выходы плитчатых известняков акжарской свиты (Д3fmag). Прослой мергеля болотно-зеленого цвета (0,5-1,5м) отмечается на северном контакте известняков и баритовой жилы Северная. Повсеместно вся площадь работ перекрыта чехлом современных отложений –палевые суглинки с корнями растений- мощностью до 0,5-1,0м и содержат до 50-60% щебня коренных пород. Баритовые жилы и трубчатые одиночные выходы мономинеральные, имеют четкие контакты. В структурном отношении участок приурочен к Акчечекской синклинали, дополнительно осложненной одноименным надвигом.

На основании геологического картирования установлены следующие черты строения:

1. Площадь участка в структурном отношении представляет собой зону локального смятия пород, сопровождающегося сдвиговыми и надвиговыми смещениями.

2. Сдвиговые швы имеют, в основном, СЗ и широтное простирание с крутым падением на север.

Образование сдвигов и смятие пород связывается с развитием общих перемещений пород в районе, выразившихся, в частности, перемещением массива нижнекаменноугольных пород по пологому надвиговому шву, проходящему в основании этого массива. Направление движения при надвиге

было с севера на юг. Общая амплитуда надвигового смещения значительна и измеряется несколькими километрами.

**Выводы**

Все баритовые тела трубчатой формы, расположенные между двумя жилами и другие-также выполнены чистым белым кристаллическим баритом с содержаниями от 63 до 95%. На контакте с известняками прослеживается молочно-белый кальцит мощностью 3-4 см в виде оторочки. Размеры тел с поверхности от 1.0-1.2 до 3.0-х м. Контакты с вмещающими известняками по всем баритовым выходам четкие, резкие, контрастные.

Предполагается, что баритизированная зона формировалась в несколко этапов. Первоначально по трещинным каналам поступал чистый голубоватый барит, затем, позднее, по жиле Северной внедрилась мелкообломочная баритовая брекчия, а по мелким трещинам - чистый белый барит.

Формирование структур происходило в три тектонических этапа варисского тектогенеза, начавшегося в этом районе в среднекаменноугольное время:

1 этап - складчатые нарушения, образование складок СЗ и широтного простирания. В девонских и нижнекаменноугольных породах преобладают брахискладки. Образование Бельмазарской брахисинклинали в нижнекаменноугольных известняках происходило со складок второго порядка этой структуры. Далее образовались разрывные нарушения и срывы вследствие дисгармоничной складчатости по контакту свит девонских песчаников и верхнедевонской свиты известняков и мергелей, а также по контакту последней с нижнекаменноугольными известняками.

2 этап - надвиги, сдвиги, брекчирование. Движение масс горных пород в широтном и юго-западном направлении.

3 этап - купол (гряда) формировался путем изгиба со скольжением Акчечекского надвига с северо-востока на юго-запад.

Обощая вышесказанное, баритовое оруденение на проявлении Иткалган приурочено к темно-серым грубослоистым комковатым известнякам шушаковской пачки. Повсеместно с поверхности оно перекрыто известняками Акчечекского надвига мощностью до 2-х метров (и более на самой вершине). В связи с вышеуказанным выполнен значительный объем горных работ с БВР на поверхности гряды по вскрытию полезной толщи. Уклон гряды довольно крутой, как и оба склона, обрывающиеся к временным водотокам (саям).

Проявление Иткалган по морфологии, размерам и сложности на первом этапе работ можно отнести ко 2-ой группе сложности по классификации ГКЗ.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Баритовые руды. (1980) Москва, Россия, 25.

[2] Ахманов Г.Г., Васильев Н.Г., Булаткина Т.А., Егорова И.П. (1995) Сырьевая база барита и перспективы ее развития. Минеральные ресурсы России. Экономика и управление, Москва, Россия, 13-18.

[3] Ахманов Г.Г., Васильев Н.Г., Булаткина Т.А., Егорова И.П. (2000) Атлас руд баритовых месторождений. Изд-во Казанского ун-та, Казань, 140.

[4] Бариты за рубежом. Обзор. (1993) Геоинформмарк, Москва, Россия, Вып.6.

[5] Егорова И.П. (2011) Типоморфные особенности барита как индикаторы генетического типа баритового оруденения: дисс. ... канд.геолого-минералогических наук: Казан. федерал. ун-т., Казань, 125.

[6] Минеральное сырье. Барит. Геоинформмарк, Москва, Россия, 1997.

[7] Савельев А.К. (1978) Геология баритовых месторождений. Недра, СССР, Москва. 190 с.

[8] Kamari A., Gharagheizi F., Bahadori A., Mohammadi A.H. (2014) Rigorous modeling for prediction of barium sulfate (barite) deposition in oilfield, brines, Fluid phase equilibria, 366:117-126. DOI: 10.1016/j.fluid.2013.12.023

[9] Brockhon A., Johnston S.E. (2014) Separation and characterization of pedogenic barite crystals from petrocalcic horizon materials for future isotopic and geochronological applications, Geoderma, 217:129-134. DOI: 10.1016/j.geoderma.2013.11.006

[10] Vicente Cabrera M A, Gonzalez Cabrera D C. (2014) Method for manufacturing anti-radiation structural concrete, involves using barite as inert material, adding barite density to concrete and using metal fibers to provide structural capacity. Patent number(s): ES2440116-a1; ES2440116-b2.

[11] Zhang, W., Zhou, Y., Zhu, JH., Pan, YL. New clean process for barium sulfide preparation by barite reduction with elemental sulfur, Industrial & engineering chemistry research, 53:5646-5651. DOI: 10.1021/ie4042356

[12] Tang Z, Wu S, Zhang X, Peng N, Gao Y, Wang Y, Sun K. (2014) Flotation method barite tail ore sintering wall material comprises floatation method barite tailings and modified raw materials. Patent number(s): CN103739275-a.

[13] Dickson, W. Lawson. (2007) Industrial minerals in newfoundland and labrador, Canada. 9th biennial meeting of the society for geology applied to mineral deposits. Dublin, Ireland, P. 987-990.

[14] Binici H., Aksogan O., Sevinc AH., Kucukonder A. (2014) Mechanical and radioactivity shielding performances of mortars made with colemanite, barite, ground basaltic pumice and ground blast furnace slag, Construction and building materials, 50:177-183. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2013.09.033.

[15] Kim D.S., Lee S.H., Hyung M.L., Jung H.Y., Lee G.D., Park S.S., Hong S.S. (2014) Paint composition used for steel structure for ships, comprises surface-modified inorganic filler containing zeolite, mica and/or talc and precursor chosen from calcium-based precursor, cerium-based precursor and zinc-based precursor. Patent number(s): KR2014049238-a. Patent of the Korea.

[16] Wu X. (2014) Rubber material for railway-vehicle component, contains methyl vinyl silicone rubber, casein, precipitated silica, ammonium polyphosphate, calcium carbonate, barite powder, distearyl thiodipropionate and potassium tripolyphosphate. Patent number(s): CN103725014-a. Patent of the China.

[17] Shao J. (2007) Generating insoluble complex salt rust free anti-corrosive paint, by mixing raw material e.g. red iron oxide, calcium ferrite, zinc oxide, calcium carbonate, calcium superphosphate, cobalt acid barium, talcum powder and barite powder. Patent number(s): CN103665968-a. Patent of the China.

[18] Крейтер В.М. (1960) Поиски и разведка. Недра, Москва, СССР, 113.

[19] Бронгулеев В.В. (1961) Строение средне –палеозойского структурного этажа Центрального Каратау. Недра, Москва, СССР, 61.

[20] Гвоздева В.А., Глинский С.П., Гречанинова Г.И., Данилевич В.М., Кощеев А.И., Морозов Б.Н. (1995) Геодезия: учебное пособие для техникумов. Картгеоцентр – Геодезиздат, Москва, 485. ISBN: 5–86066–008–1

[21] Данилов В.В. (1976) Геодезия. Недра, Москва, СССР, 25-26.

[22] Ассур В.Л., Муравин М.М. (1983) Руководство по летней геодезической и топографической практике. Недра, Москва, СССР, 107-109.

Kurbanyazov S.K., Buhansov A.F., Aimbetova I.O., Abdimutallip N.A., Ismailova N.G.

**Prospecting and evaluation works of the barytic itkalgan field in the southern kazakhstan area for the purpose of use of barite in the paint-and-varnish industry**

**Summary:** The article presents results of appraisal research and analyzes of geological structure of new barite deposits. Inferential researches and estimationofbaritedeposits was conducted, genesis of deposits and occurrence of barite in South Kazakhstan was dissected. Short technical-economical maps and geological data of ores of barite were built. Geological maps of minerals of area of research, open pit-mines for lithofacies analyzes were juxtaposed, lithofacies analyze of open pit-mines of minerals was conducted, technological properties of composite sample of feature was researched, physical-chemical content of barite deposit was defined. According to conducted geological exploration of area of research and its further geological-analytical research helps us to reveal, that mineral deposits and occurences of second mineralization are connected with hydrothermal processes, which take place on the last stage of tectogenesis. The occurrence is confined to width of Devonian fill of Famennian age (carbonate of lime with strongly marked crumbly condition, with layers of chalky clay) and is displayed with two heavy pitching barite delves, also with tubular form with many exits. Uncover width of both delves is 0.7 m, each exit is from 1 m to 3 m. As a result of conducted work the analyze of barite occurrence from the surface was held, calculation of perspective ores, which showed minerals 46,3 thousand tn, barite – 35,0 thousand tn.respectively, at Northern and Southern delves to the depth of 15.0 mwas executed.

**Key words**: barite, deposits, charting, tectogenesis, prospecting traverses, surveying.

Курбаниязов С.К., Буханцов А.Ф., Аймбетова И.О., Әбдімүтәліп Н.Ә. , Исмайлова Н.Г.

**Баритті лак бояу өндірісі үшін пайдалану мақсатында оңтүстік қазақстан облысындағы итқалған барит кеніне ізденіс – бағалау жұмыстарын жүргізу**

**Резюме:**Мақалада бағалау-ізденіс жұмыстарының нәтижелері және жаңадан табылған барит кендерінің көрністеріне, геологиялық құрлымына талдау жасалған. Оңтүстік Қазақстан аймағында орналасқан барит кендерінің зерттелуімен кеннің жаралу туралы мәліметтері келтірілген. Бариттің қысқаша техникалық-экономикалық құрлымы және геологиялық қоры туралы деректер берілген.Зертеліп жатқан ауданның пайдалы қазбалар картасы жасалынып, литолого-фациялық талдау үшін руданың кескіндері салыстырылған, нысананың үлгілерінен орташа технологиялық құрлымы зерттеліп, барит кенінің физика-химиялық құрамы анықталған. Зерттеліп жатқан алаңға геологиялық барлау жүргізу және әрі қарай геоаналитикалық зерттеулер нәтижесі рудалық қабаттардың соның ішінде екінші рет минерализациялануы тектогенездің соңғы сатысында гидротермалдық үрдістердің нәтижесінде жаралғаны туралы анықтауға мүмкіндік береді. Көрініс девон үйінділерінің фамендік ярусының, Шушаков свитасында ұштасқан (анық көріністегі әк тастар мергель қабатшалары мен араласып жатыр) және кескін құлауға ие жарықтарда барит тамырларымен бірге көптеген түтік пішінде қалыптасқан. Ашылған қалыңдығы екі тамырдада 0,7м.-ден, бөлектенген көріністерде1,0м-ден 3,0м.-ге дейін. Жүргізілген зерттеу жұмыстарының нәтижесінде барит көріністері үстіртін жүргізілді, есептелген Солтүстік және Оңтүстік барит тамырларына жүргізілген есеп бойынша қордың мәліметтік көлемі 15,0м. тереңдікке дейін жалғасып ол: 46,3 мың.тн. руданы, 35,0 мың.тн. баритті құраған.

**Кілтті сөздер:** барит, кен, картаға түсіру, тектогенез, ізденіс маршруттары, топогеодезиялық жұмыстар.

УДК: 910.3

**[1]Zh. Mukayev, [2]Zh. Ozgeldinova, [1]Zh. Iskakov**
([1]The Shakarim State University, Kazakhstan, Semey
[2]L.N.Gumilyov Eurasian National University, Kazakhstan, Astana
E-mail: zhandos.mukaev@mail.ru)

## TO THE QUESTION OF FUNCTIONAL ZONING BASINAINOZERA ALACOL

**Abstract.** The article suggests functional zoning of the Basin of Lake Alakol, since management of nature use should first of all be based on the principles of the complex use of the natural and resource potential of the territory. The article focuses on increasing the efficiency and rational use of the natural and recreational potential of the Alakol lake basin. A method for limiting permissible changes is proposed, which includes a set of measures aimed at increasing the efficiency and rational use of the natural and recreational potential of the territory.

**Key words:** natural and recreational potential, maximum permissible changes, functional zone, recreational nature management, loads.

**[1]Ж.Т. Мукаев, [2]Ж.О. Озгелдинова , [1]Ж.Н. Искаков**
([1]Государственный университет им. Шакарима, Семей, Республика Казахстан,
[2]Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, Республика Казахстан,
E-mail: zhandos.mukaev@mail.ru)

## К ВОПРОСУ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ЗОНИРОВАНИЯ БАССЕЙНА ОЗЕРА АЛАКОЛЬ

**Аннотация.** Предложено функциональное зонирование территории Бассейна озера Алаколь, так как, управление природопользованием в первую очередь должно опираться на принципы комплексного использования природно-ресурсного потенциала территории. В статье особое внимание обращено повышение эффективности и рационального использования природно-рекреационного потенциала территории бассейна озера Алаколь. Предложена методика предельных допустимых изменений, включающая в себя комплекс мероприятий, направленных на повышение эффективности и рационального использования природно-рекреационного потенциала территории.

**Ключевые слова:** природно-рекреационный потенциал, предельно-допустимые изменения, функциональная зона, рекреационное природопользование, нагрузки.

### Введение

Для устойчивого развития региона одной из приоритетных задач является создание системы рационального природопользования, обеспечивающей потребности общества и охраны окружающей среды. При этом управление природопользованием должно опираться на принципы комплексного использования природно-ресурсного потенциала региона для его экономического развития с учетом интересов местного населения и сохранения благоприятной экологической ситуации [Кусков А.С. и др. 2005].

Бассейн озера Алаколь занимает территорию общей площадью 68700 км$^2$, основная часть которой (48600 км$^2$) находится в пределах Казахстана, остальная (30%) – в приграничных районах Китая. Большая часть котловины (56%) представлена пустынной равниной, низинная часть которой занята группой озер: Алаколь (2650 км$^2$), Сасыкколь (736 км$^2$), Уялы (120 км$^2$), Жаланашколь (38 км$^2$), образующих обширную систему водно-болотных угодий с тростниковыми зарослями (1100 км$^2$), среди которых находится более 100 мелких озер площадью от 0,5 до 600 га [Березовиков, 2006, Терлецкий Б.К. 1935, Сварическая З.А. 1941, Курдюков К.В. 1951, Попов А.В. 1965, Трифонова Т.М. 1965, Болдырев В.М. 1965, Казанская Е.А. 1965]. Для эффективного и рационального использования природно–рекреационного потенциала на территории бассейна озера Алаколь мы предлагаем использовать методику предельно допустимых изменений (ПДИ).

### Материалы и методы

Методика пределов допустимых изменений (Limits of Acceptable Change – LAS), в настоящее время широко признана в большинстве стран мира. Впервые она была разработана в 1985 г. в США и сейчас применяется американской Службой национальных парков, Службой охраны леса, а также подобными структурами во многих других странах. Методика направлена на установление измеряемых пределов, вызываемых человеческой деятельностью изменений в природной и социальной среде на парковых и охраняемых территориях, а также определение приемлемой стратегии управления для

создания или восстановления необходимых природных условий [Калихман А.Д., Педерсен А.Д., 1999, Bayfild N.G. 1971, Booth, K. 2006].

Нормирование нагрузок на основе количественных показателей было основным методом управления туризмом в 70–х годах прошлого века. С помощью количественных нормативов менеджеры пытались защитить природу от негативного влияния туристов. Основным положением рассматривалась зависимость: чем больше посетителей, тем сильнее изменение природной среды [Чижова В.П. 2011. McCoy, K. Lynn; Krumpe 1995, Stankey, George H.; Cole, David N.; Lucas, Robert C.; Petersen, Margaret E.; Frissell, Sidney S. 1985, Babbie, E. 2004].

Со временем на смену методу количественных показателей и строгого нормирования допустимых нагрузок пришел управленческий подход: планирование долгосрочных целей и задач, разнообразие рекреационных возможностей, видов рекреационной деятельности и моделей развития рекреации. В методике пределов допустимых изменений, которая в настоящее время признана большинством стран мира, нашел свое воплощение управленческий подход. Суть метода заключается в установлении измеряемых пределов вызываемых человеческой деятельностью изменений в природной и социальной среде на парковых и охраняемых территориях, а также определение приемлемой стратегии управления для создания или восстановления необходимых природных условий.

За рубежом на сегодняшний день методика ПДИ применяется американской Службой национальных парков, Службой охраны леса, а также подобными структурами во многих других странах. В странах СНГ методика ПДИ впервые была представлена в трудах А. Д. Калихмана с соавторами под названием «Методика пределов допустимых изменений на Байкале – участок Всемирного наследия ЮНЕСКО» [Калихман А.Д., Педерсен А.Д. 1999, Corbett, R. 1995]. Так же методика ПДИ была адаптирована и применялась в исследованиях территорий дельты Волги и Ильменно–бугрового района [Чижова В.П. 2007. Coughlan, D. P., & Kearsley, G. W. 1996, Department of Conservation 1996, Department of Conservation 2003, Department of Conservation 2005a, Department of Conservation 2005b, Department of Conservation & New Zealand Conservation Authority 2006, Department of Conservation's statutory planning processes 2006.]. В Казахстане методика ПДИ применялась при исследовании как концептуальная модель предельно допустимых нагрузок на экологические тропы Алматинского государственного природного заповедника [Вудворд Д.Б. 2008].

Проведенная адаптация методики ПДИ к условиям дельты реки Волги и Ильменно–бугрового района [Чижова В.П. 2007., Eagles, P. F. J., & McCool, S. F. 2002, Espiner, S. R., & Simmons, D. G. 1998] позволила выявить 10 последовательных шагов на пути определения допустимой нагрузки и наполнить их конкретным содержанием применительно к задачам описываемого проекта.

В целом весь процесс работы над проектом можно подразделить на три этапа: эколого–рекреационное и функциональное зонирование территории (шаги 1-6), определение комплекса управленческих решений как интегрального выражения допустимой рекреационной нагрузки (шаги 7-9) и создание региональной нормативно-правовой базы для реализации результатов проектной работы (шаг 10).

**Результаты и обсуждения**

На территории бассейна озера Алаколь мы предлагаем выделить несколько функциональных зон: зона с преобладанием экологических (природоохранных) функций; зона с преобладанием рекреационных функций; зона с невысоким рекреационным потенциалом и индексом природоохранной ценности (рисунок 1).

*К зоне с преобладанием экологических (природоохранных) функций*нами отнесены организованные на территории бассейна озера Алаколь государственный заповедник «Алакольский», «Жонгар–Алатауский» государственный национальный природный парк и природные заказники «Алет» (112 га), «Солдатская щель» (156 га), «Урджарский» (120 га).

Алакольский государственный природный заповедник расположен на территории Алакольского района Алматинской области и Урджарского района Восточно–Казахстанской области. Он создан с целью сохранения уникальной флоры в дельте реки Тенек, а также популяции отдельных видов животных и колониальных птиц, в частности реликтовой чайки.

Жонгар–Алатауский государственный национальный парк расположен в горах Жетысуского Алатау, а в административном отношении – на территории трех районов Алматинской области – Аксуского, Саркандского и Алакольского.Парк создан с целью сохранения биоразнообразия и естественных горных ландшафтов, имеющих особую экологическую, генетическую, историческую и эстетическую ценность; в том числе, с целью сохранения генофонда, имеющих всемирное значение дикоплодовых лесов.

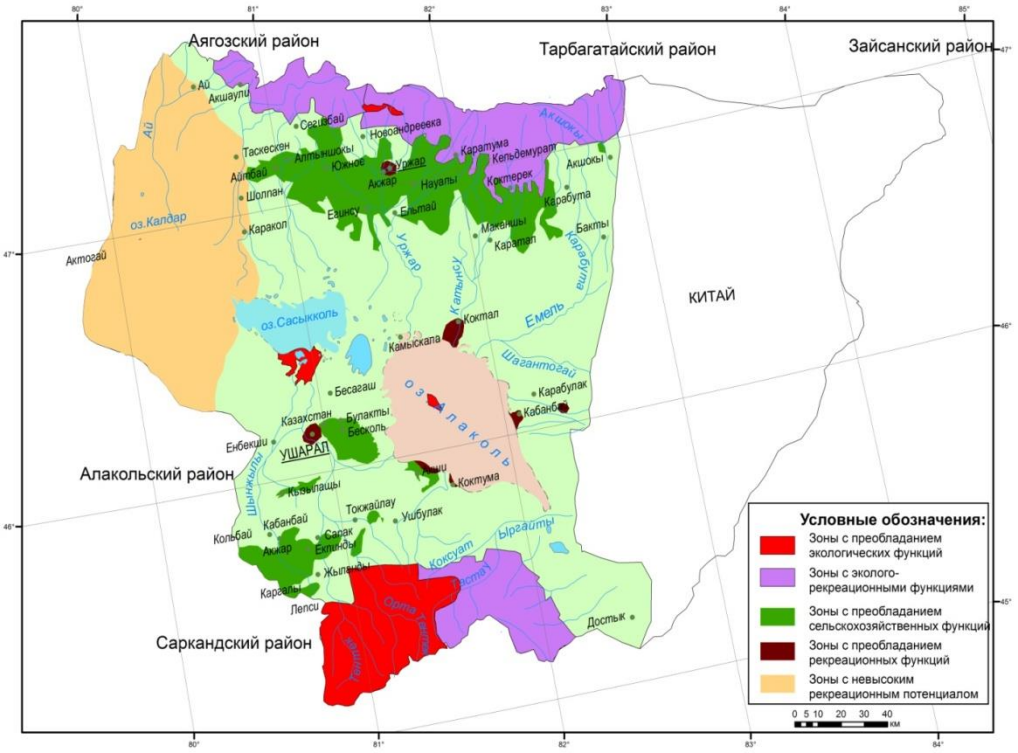



**Рис. 1.** Карта функционального зонирования бассейна озера Алаколь

Природные заказники «Алет», «Солдатская щель», «Урджарский» расположены на южном склоне Западного Тарбагатая и созданы с целью сохранения и восстановления мелколиственных лесов западных отрогов хребта Тарбагатай, с ценными древесными породами и кустарниками (яблоня Сиверса).

Также к зоне с преобладанием экологических (природоохранных) функций в будущем будет отнесена территория проектируемого Тарбагатайского государственного национального природного парка (ГНПП). В соответствии с государственной Программой по сохранению и рациональному использованию водных ресурсов, животного мира и развитию сети ООПТ в Республике Казахстан до 2010 г. Центром дистанционного зондирования и ГИС «Терра» (Алматы) в 2009 г. осуществлена подготовка естественнонаучного и технико–экономического обоснования создания Тарбагатайского государственного природного заповедника. В ходе проектных работ стало очевидным, что для эффективности управления будущим ООПТ целесообразнее придать статус национального парка. Основную часть территории будущего парка (121226 га) будет занимать южный склон хребта, обращенный к Алаколь-Сасыккольской системе озер. Его крайней северо–западной точкой являются верховья Каракола в районе села Акшаули, восточной – река Акшокы, стекающая с вершин Тастау. Нижняя граница проходит примерно на уровне подгорных поселков, верхняя – по водоразделу хребта и соответствует северной административной границе Уржарского района. Остальные 5 небольших участков находятся в подгорной и равнинной частях Алакольской котловины. На востоке и юге они будут ограничены поймой р. Эмель, на севере – долиной р. Уржар. Участки удачно соседствуют с Алакольским заповедником, что повысит эффективность охраны территории в целом [Утяшева Т.Р., 2011].

*Зона с преобладанием эколого-рекреационных функций* расположена в горных хребтах Тарбагатай и Жетысу Алатау, так как является наиболее благоприятной для развития экологического и природно–ориентированного туризма. Хребет Западный Тарбагатай имеет крутые, сильно расчлененные южные склоны. Относительная глубина вреза рек колеблется в широких пределах. Восточная часть Жетысуского Алатау расчленена немногочисленными глубокими речными долинами. Долины рек крутосклонные, ущелеобразные, труднопроходимые. На разных абсолютных высотах Жетысуского Алатау прилегающих к Алакольской впадине встречаются межгорные увалисто–холмистые впадины.

*Зона с преобладанием рекреационных функций* расположена на территории санатория Барлык–Арасан и Кабанбайской, Акши-Коктуминской территориальных рекреационных систем.

*К зоне с преобладанием сельскохозяйственных функции* и индексом природоохранной ценности относятся предгорно-равнинные территории занятые населенными пунктами, пашнями и пастбищами.

*К зоне с невысоким рекреационным потенциалом*относятся малозаселенные территории, используемые преимущественно, как пастбища.

Разработка нормативов ресурсных и социальных индикаторов состояния территории, оптимальных с точки зрения перспектив рекреационного природопользования, позволили определить комплекс управленческих решений для зоны с преобладанием экологических (природоохранных) и зоны с преобладанием рекреационных функций.

Для зоны с преобладанием экологических (природоохранных) функций необходимо разработать туристские маршруты и внедрить экологический туризм. Оборудование экологических маршрутов специальными тропами и смотровыми площадками, установление норм нагрузки.

Комплекс управленческих решений для района с преобладанием рекреационных функций включает в первую очередь благоустройство рекреационных зон, планирование территориальной организации рекреации. Застройка зон отдыха озера Алаколь должна осуществляется с учетом устойчивости природных комплексов к рекреационным нагрузкам и научным обоснованием их развития.

**Заключение и выводы**

Для оптимизации развития рекреационного природопользования территориальных рекреационных систем озера Алаколь нами предлагаются следующие меры:

1. Осуществить озеленение рекреационной зоны. Вдоль берега рекреационной зоны практически отсутствуют зеленые насаждения. Малое количество древесных насаждений на побережье озера Алаколь снижает эстетическо–привлекательный облик территориальных рекреационных систем. Увеличение из года в год количества домов отдыха требует проведения озеленительных работ. В решении этой проблемы необходимо обратить внимание на характерные для берегов и окрестностей озера Алаколь растения. Природно–климатические условия региона при условии проведения почвенно–мелиоративных работ благоприятны для произрастания на приозерных территориях плодовых насаждений. В последние 25 лет на территории исследования отмечалось значительное потепление климата, сопровождемое частыми зимними оттепелями и зимними дождями, что не было характерно прежде. В результате улучшения агроклиматических характеристик здесь стали выращивать виноград, груши и другие теплолюбивые культуры. Продолжительность теплого периода со средней температурой свыше 0ºС составляет 8–8,5 месяца.

2. На вытоптанных участках – создать ландшафтные уголки с растениями, характерными для побережья озера Алаколь. Согласно нашим исследованиям для озеленения территорий наряду с тополем и карагачом можно использовать такие растения как лох и чингиль.

3. Ограничить перемещение рекреантов на территории рекреационной зоны специальными галечниковыми, деревянными и каменными дорожками.

4. При проведении работ по благоустройству береговой зоны необходимо предусмотреть ливневую канализацию, исключить смыв почвы, и слив поверхностных, загрязненных вод в водоёмы.

5. Создать альтернативные варианты мест для купания – бассейны и аквапарки; в пределах территориальных рекреационных систем всего озера (по побережью) установить информационные щиты о правилах и нормах поведения на озере; ввести систему штрафов за нарушение правил поведения и нанесения ущерба природной среде.

6. Основной целью функционального зонирования рекреационной территории является удовлетворение рекреационного спроса на данную территорию при максимальном сохранении естественного природного комплекса. В соответсвий с гигиеническими требованиями к зонам рекреации водных объектов: наличие или возможность устройства удобных и безопасных подходов к воде;на территории пляжа должны быть выделены следующие функциональные зоны: 40-60% – зона отдыха (аэрарий, солярий, теневые навесы);5-8% – зона обслуживания (гардеробные, здание проката, буфеты, киоски и пр.); 10% – спортивная зона (площадки для настольного тенниса, волейбола, бадминтона, вышки для прыжков в воду, лодочная станция и т.п.); 20-40% – зона озеленения; 5-7% – детский сектор. Для детей до 8-летнего возраста с игровыми сооружениями (песочницы, качели и пр.); 3-5% – пешеходные дороги.

7. Количество и ширина дорог должны быть увязаны с посещаемостью отдельных функциональных зон с расчетом обеспечения свободного прохода по ним посетителей без необходимости прохода вне дорог; автомобильные дороги должны размещаться вне зоны активной рекреации; не допускается совмещение трасс прогулочных дорог с автомобильными.

Наряду с комплексом управленческих решений по оптимизации рекреационной отрасли необходимо проведение эколого–рекреационного мониторинга в целях принятия пространственно–временных решений по управлению рекреационной деятельностью. Поэтому на наш взгляд при организации рекреационной деятельности важным является уровень благоустройства территории и система ведения хозяйства. Строгое нормирование количества посетителей не принесет пользы ни организаторам рекреационной деятельности, ни посетителям.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Кусков А.С., Голубева В.А., Одинцова Т.Н. Рекреационная география: учебн.-метод. Комплекс. – М.: Флинта, 2005. – 496 с.

[2] Березовиков Н. Алакольский государственный природный заповедник // Материалы проекта МСОП: Заповедники Средней Азии и Казахстана.- Алматы, 2006. – С. 12-29.

[3] Терлецкий Б.К. Балхаш-Алакольская впадина // труды главного геологоразведочного управления ВСНХ СССР. – Л., 1935. – Вып. 105. –71 с.

[4] Сваричеcкая З.А. Очерки по геоморфологии Казахстана. – Л., 1941. – 61 с.

[5] Курдюков К.В. О колебаниях озера Алаколь (в своем историческом и геологическом прошлом) // Вопросы географии. Физическая география. – 1951. – №24. – С. 117-133.

[6] Попов А.В. Географическое положение и строение поверхности Алакольской впадины // В ки.: Алакольская впадина и озера. – Алма-Ата: Наука, 1965. – С. 15-45.

[7] Трифонова Т.М. Климатическая характеристика Алакольской впадины // В ки.: Алакольская впадина и ее озера. – Алма-Ата: Наука, 1965. – Вып. 12. – С. 26-38.

[8] Болдырев В.М. Режим рек и временных водотоков Алакольской впадины // В ки Алакольская впадина и ее озера. – Алма-Ата: Наука, 1965. – Вып. 12. – С. 52-61.

[9] Казанская Е.А. Морфология и динамика берегов озера Алаколь // В ки Алакольская впадина и ее озера. – Алма-Ата: Наука, 1965. – Вып. 12. – С. 88-121.

[10] Калихман А.Д., Педерсен А.Д. и др. Методика «Пределов допустимых изменений» на Байкале – участке Всемирного наследия ЮНЕСКО. – Иркутск, 1999. – 100 с.

[11] Bayfild N.G. A Simple method for detecting variations in walker preassure laterally across paths // The journal of applied ecology. – 1971. – Vol. 8, №2. – P. 533-535.

[12] Booth, K. (2006). Review of visitor research for the Department of Conservation, Department of Conservation Research and Development Series, 229. Wellington: Department of Conservation.

[13] Чижова В.П. Рекреационные ландшафты: устойчивость, нормирование, управление. – Смоленск: Ойкумена, 2011. – 176 с.

[14] McCoy, K. Lynn; Krumpe, Edwin E.; Allen, Stewart. 1995. Limits of acceptable change: evaluating implementation by the U.S. Forest Service. International Journal of Wilderness. 1(2): 18-22.

[15] Stankey, George H.; Cole, David N.; Lucas, Robert C.; Petersen, Margaret E.; Frissell, Sidney S. 1985. The limits of acceptable change (LAC) system for wilderness planning. Gen. Tech. Rep. INT-176. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station. 37 p.

[16] Babbie, E. (2004). The practice of social research (10 th Ed.). Belmont: Wadsworth.

[17] Corbett, R. (1995). Managing outdoor recreation. In P. J. Devlin, R. Corbett & C. J. Peebles (pp.197-214). Outdoor recreation in New Zealand, Vol. 1. Wellington: Department of Conservation and Lincoln University.

[18] Coughlan, D. P., & Kearsley, G. W. (1996). Does participation affect perceptions of crowding? The case of the New Zealand backcountry. In Tourism Down- Under II: A Tourism Research Conference 3-6 December 1996, University of Otago. Pp. 36-42.

[19] Department of Conservation (1996). Visitor Strategy. Wellington: Department of Conservation.

[20] Department of Conservation (2003). Arthur's Pass National Park: Route guide series no. 6, Mingha River – Goat Pass – Deception River, [Brochure]. Christchurch. Department of Conservation.

[21] Department of Conservation. (2005a). www.doc.govt.nz. (accessed 12/08/05).

[22] Department of Conservation (2005b). General Policy for National Parks. Wellington: Department of Conservation.

[23] Department of Conservation & New Zealand Conservation Authority. (2006).

[24] Department of Conservation's statutory planning processes: What they mean for you and how you can have your say. Wellington: New Zealand Conservation Authority. (2006)

[25] Вудворд Д.Б. Оценка туристко-рекреационной емкости ландшафтов Алматинского Государственного Природного Заповедника Республики Казахстан: автореф. … канд. геогр. наук. – Алматы, 2008. – 17 с.

[26] Чижова В.П. Определение допустимой рекреационной нагрузки (на примере дельты Волги) // Вестник Моск. ун-та. Серия География. – 2007. – №3. – С. 31-36.

[27] 24. Eagles, P. F. J., & McCool, S. F. (2002). Tourism in national parks and protected areas: Planning and management. Wallingford: CABI.

[28] Espiner, S. R., & Simmons, D. G. (1998). A national park revisited: Assessing change in recreational use of Arthur's Pass National Park. New Zealand Geographer, 54. (1). 37-45.

[29] Утяшева Т.Р. К организации Тарбагатайского национального парка в Казахстане // Степной беллетень. – 2011. – №32. – С. 17-21.

Мукаев Ж.Т., Озгелдинова Ж.О. , Искаков Ж.Н.

## Алакөл көлі бассейнін функционалдық аймақтандыру мәселесі

**Резюме:** Мақалада Алакөл көлінің алабының табиғи және рекреациялық әлеуетін пайдаланудың тиімділігі мен оны арттыруға бағытталған. Аймақтың табиғи және рекреациялық әлеуетін тиімді пайдалануды арттыруға бағытталған шаралар жиынтығын қамтитын шектеулі рұқсат етілген өзгерістерді әдісі ұсынылған.

**Түйінді сөздер:** табиғи және рекреациялық әлеует, шектеулі рұқсат етілген өзгерістер, функционалдық аймақ, рекреациялық табиғатты пайдалану, рекреациялық жүктеме, тұрақты даму, басқару шешімдері, жоспарлау, пайдалану, шаралар кешені.

УДК 004.85

**D.A. Baimbetov[1], R.K. Uskenbayeva[2], K.Basiri[2]**
([1]The Kazakh National Research Technical University after K.I.Satbayev,
Almaty, Kazakhstan. Email: daucloudlab@gmail.com
[2]International Information Technology University, Almaty, Kazakhstan)

## ANALYSIS OF COLLABORATIVE RECOMMENDER SYSTEMS' ALGORITHMS

**Abstract:** The problem of recommending products and services to potential consumers or users in the modern world getting more important. This paper presents the concept and origin of collaborative filtering. The typical tasks of the algorithms of collaborative filtering, the field of subject and development prospects and classification of collaborative filtering methods are considered.

**Key words :** recommendation systems, collaborative filtering, machine learning.

**Д.А. Баймбетов[1], Р.К.Ускенбаева[2], К. Басири[2]**
([1]Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан
[2]Международный университет информационных технологий, Алматы, Республика Казахстан)

## АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ КОЛЛАБОРАТИВНЫХ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

**Аннотация:** Проблема рекомендации товаров и услуг потенциальным потребителям или пользователям в современном мире выходит на первый план. Рассматривается понятие и происхождение коллаборативной фильтрации. Определяется типичные задачи, стоящие перед алгоритмами коллаборативной фильтрации, предметная область и перспективы развития. Производится классификация методов коллаборативной фильтрации.

**Ключевые слова:** рекомендующие системы, коллаборативная фильтрация, машинное обучение.

**Введение.** В последнее десятилетие наблюдается взрывной рост объемов доступной обществу информации. Объем всего этого значительно выше того, что может реально пропустит через себя человек, чтобы обнаружить то, что ему понравится.

Таким образом, для решения упомянутых выше проблем нужны технологии отфильтровывания, по другому рекомендательные системы. Основная задача рекомендательных систем – это предсказание объектов, которые будут интересны пользователю с учетом его предпочтений. Главным методом персонифицированного информационного фильтрования является коллаборативная фильтрация. В конечном счете, коллаборативная фильтрация – метод дающий автоматические прогнозы (фильтрацию) относительно интересов пользователя по собранной информации о вкусах множества пользователей.

**Классификация алгоритмов рекомендательных систем.** В центре любой рекомендательной системы находится матрица предпочтении. Это матрица (рис. 1), по одной из осей которой отложены все клиенты сервиса, а другой объекты рекомендации.

| | Пила | Улица Вязов | Ванильное небо | 1+1 |
|---|---|---|---|---|
| Маша | 5 | 4 | 1 | 2 |
| Юля | | 5 | 2 | ? |
| Вова | | | 3 | 5 |
| Коля | 3 | | 4 | 5 |
| Петя | | | | 4 |
| Ваня | | 5 | 3 | 3 |

**Рис.1.** Матрица предпочтении и задача рекомендательной системы

На пересечении некоторых пар (User, Item), данная матрица заполнена оценками (ratings), - это показатель заинтересованности пользователя в данном товаре, выраженной по заданной шкале. Пользователи оценивают часть товаров, что есть в каталоге, задача рекомендательной системы – обобщить эту информацию и предсказать отношение клиента к другим товарам (Рис.1), про которые ничего не известно. Несмотря на множество существующих алгоритмов, все они сводятся к нескольким базовым подходам (Рис.2).

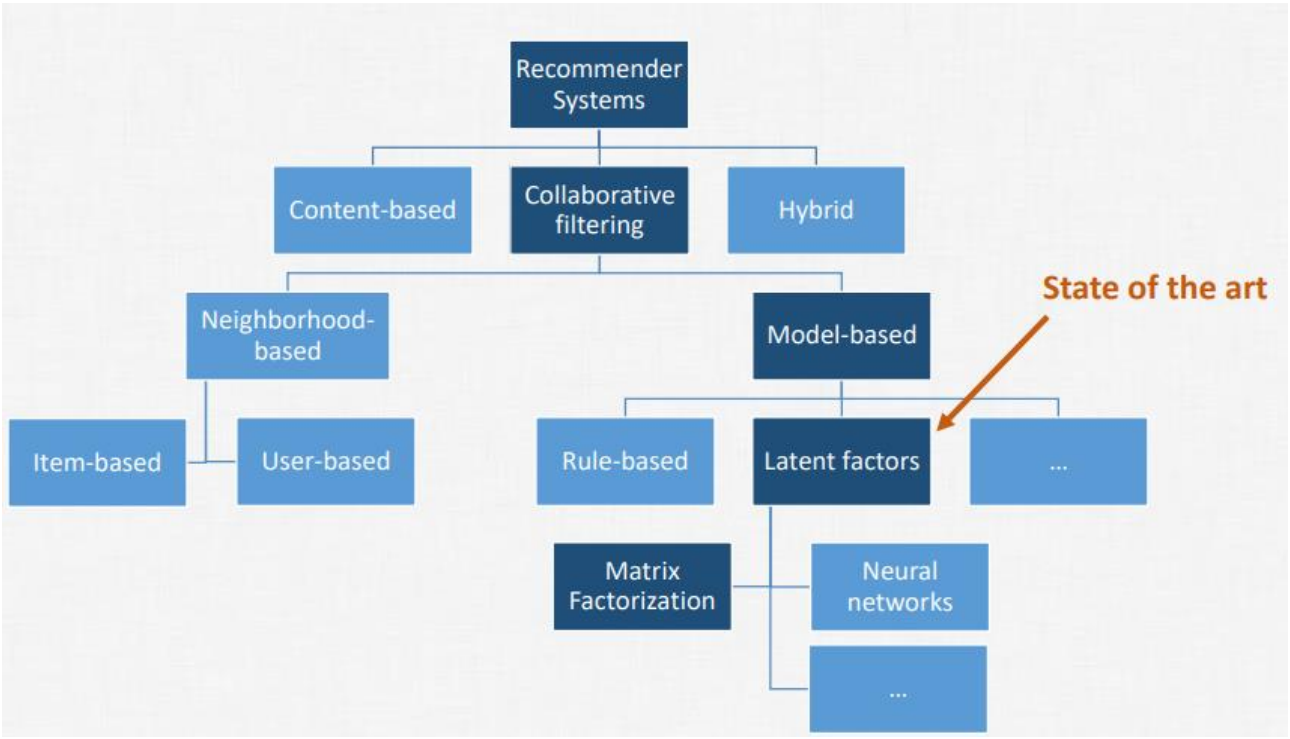



**Рис 2.** Классификация рекомендательных систем

Content-based рекомендации – максимальное использование информации о самом пользователе, в первую очередь о его предыдущих покупках. В таком подходе описание товара сопоставляется с интересами пользователя, полученными из его предыдущих оценок. Чем больше товар этим интересам соответствует, тем выше оценивается потенциальная заинтересованность пользователя. Неструктурированные признаки описываются векторами. Каждый элемент такого вектора – признак, потенциально характерующий интерес пользователя. Аналогично, продукт – вектор в том же пространстве.

Идея коллаборативной фильтрации заключается в формировании списка рекомендованных объектов на основе мнений пользователей, ведущих себя похожим образом (Рис.3). Анализируя профили,

рекомендательная система находит таких пользователей, после чего оценка предпочтимости нового объекта рассчитывается с использованием их оценок. Такие рекомендации являются результатом «коллаборации» множества пользователей. «Похожесть» – в данном случае синоним «корреляции» интересов и может считаться множеством способов (корреляции Пирсона, есть еще косинусное расстояние, есть расстояние Жаккара, расстояние Хэмминга и пр.).

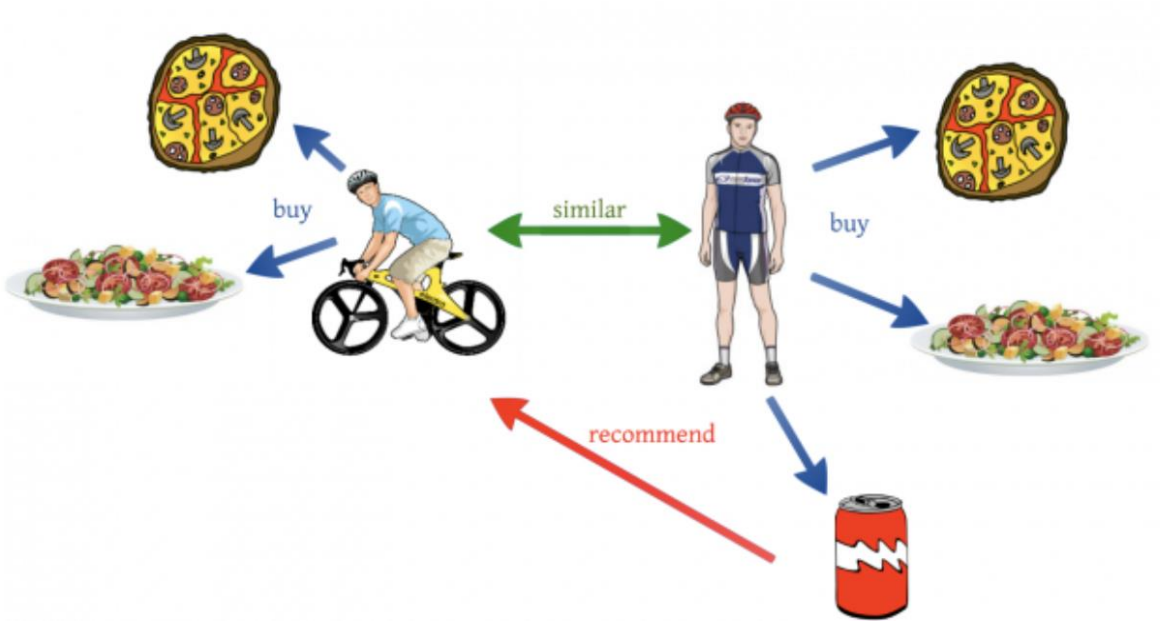



**Рис.3.** Идея коллаборативной фильтрации заключается в формировании списка рекомендованных объектов на основе мнений пользователей, ведущих себя похожим образом

Гибридные решения – на практике редко используется только один подход. Несколько алгоритмов комбинируются в один, чтобы достичь максимального эффекта.

Существует два подхода к коллаборативной фильтрации: основанные на ближайщих соседей и на базе модели.

User-based рекомендации – коллаборативная фильтрация, данного подхода рекомендации генерируются на основании интересов других похожих пользователей. Такие рекомендации являются результатом “коллаборации” множества пользователей. Классическая реализация алгоритма основана на принципе k ближайших соседей.

| | Пила | Улица Вязов | Ванильное небо | 1+1 |
|---|---|---|---|---|
| Маша | 5 | 4 | 1 | 2 |
| Юля | | 5 | 2 | ? |
| Вова | | | 3 | 5 |
| Коля | 3 | | 4 | 5 |
| Петя | | | | 4 |
| Ваня | | 5 | 3 | 3 |

**Рис.4.** User-based рекомендации генерируются на основании интересов других похожих пользователей

Item-based рекомендации – коллаборативная фильтрация, является альтернативой user-based рекомендации – ищет близкие товары, а не пользователей.

| | Пила | Улица Вязов | Ванильное небо | 1+1 |
|---|---|---|---|---|
| Маша | 5 | 4 | 1 | 2 |
| Юля | | 5 | 2 | ? |
| Вова | | | 3 | 5 |
| Коля | 3 | | 4 | 5 |
| Петя | | | | 4 |
| Ваня | | 5 | 3 | 3 |

**Рис.5.** Item-based рекомендации генерируются на основании близкости товаров

Несмотря на легкость понимания и реализации описанных выше методов, у них есть ряд недостатков. Во-первых, возникают трудности при прогнозе предпочтений для новых пользователей или при появлении новых элементов, так как для них нет еще оценок. Это проблема известна как проблема холодного старта. Во-вторых, для расчета предпочтений необходимо хранить всю матрицу данных. В-третьих, ограничивается возможность методов при обработке больших объемов данных.

Association rules рекомендации – обычно используется при анализе продуктовых корреляции. Если в чеке клиента есть молоко, то в 80% случаев там будет и хлеб.

Matrix Factorization – латентные – основывается на скрытом наблюдении обычного поведения пользователя. В этих системах вы наблюдаете, как поступил данный пользователь, и как другие (какую музыку они слушали, какие композиции они приобрели и т.д.), и использует полученные данные, чтобы предсказать поведение пользователя в будущем, или предсказать, как пользователь желал бы поступить при наличии определенной возможности. Эти предсказания должны быть отфильтрованы согласно логике бизнеса. Ключевыми особенностями латентных моделей является то, что они не хранят матрицу всех сведений об объектах и субъектах, а хранят лишь профили клиентов. Для получения результатов проводится оценивание профилей клиентов и объектов. Здесь профили – это вектор скрытых характеристик. Модельные методы – методы, основанные на анализе модели данных. В этом случае сначала по совокупности оценок формируется описательная модель предпочтений пользователей, товаров и взаимосвязи между ними, а затем вырабатываются рекомендации на основании полученной модели. Эти алгоритмы могут быть основаны на анализе скрытых факторов, вероятностном подходе, кластерном анализе. Эти методы направлены на поиск закономерностей на основе обучающих данных. Такой подход является комплексным и дает более точные прогнозы, так как помогает раскрыть скрытые факторы, объясняющие наблюдаемые оценки.

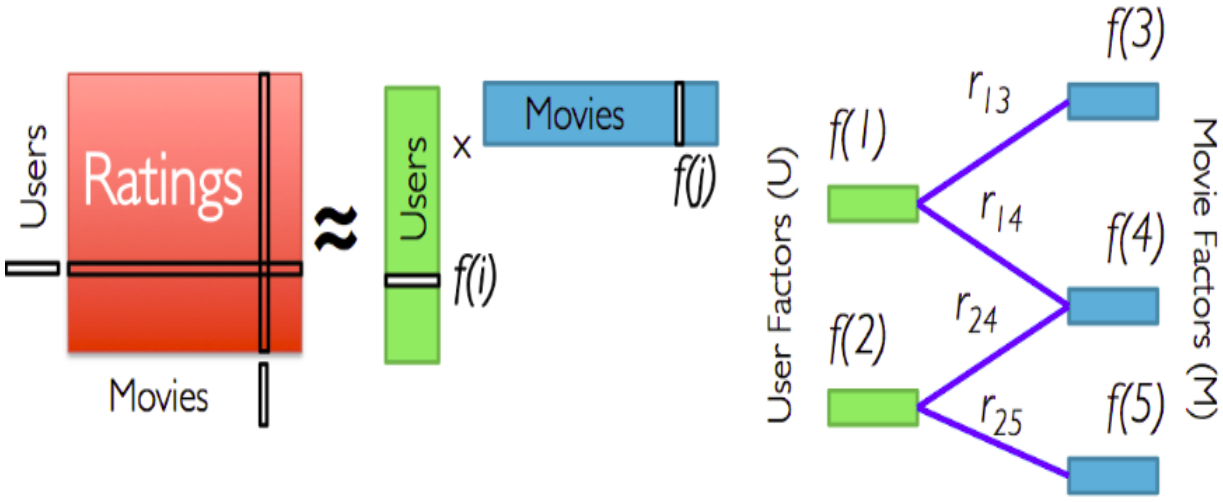



**Рис. 6.** Метод SVD разложит матрицу X в произведение матриц маленького ранга

С тем чтобы напрямую обучать оставшуюся матрицу предпочтений вероятностными методами, есть проблема - матрица X, выражающая рейтинги, содержит N x M параметров, гигантское число. Обучить их не надо, так как данные разреженные и свободных параметров гораздо меньше, проблема только с тем, как их выделить. Для этого число независимых параметров модели уменьшать. Для этого можно использовать метод SVD (Singular Value Decomposition). Метод SVD разложит матрицу X в произведение матриц маленького ранга.

Зафиксируем некоторое число f скрытых факторов, которые так или иначе описывают каждый продукт и предпочтения каждого пользователя относительно этих факторов. Пользователь – вектор $p_i \in \Re^f$, который показывает насколько пользователь предпочитает те или иные факторы. Продукт – вектор $q_a \in \Re^f$, который показывает, насколько выражены те или иные факторы в этом продукте. Предпочтение в итоге будем подсчитывать просто как скалярное произведение:

$$q_a^T p_i = \sum_{j=1}^{f} q_{a,j} p_{i,j} \quad (1)$$

Добавляя теперь сюда baseline-предикторы, получаем следующую модель предсказаний рейтингов:

$$\hat{r}_{i,a} = \mu + b_i + b_a + q_a^T p_i \quad (2)$$

Для обучения такой модели стохастический градиентный спуск.

Можно сказать, что вектор факторов пользователя показывает, насколько пользователю нравится или не нравится тот или иной фактор, а вектор факторов продукта показывает, насколько тот или иной фактор в продукте выражен. Линейная же алгебра подсказывает нам, что для разреженной матрицы рейтингов такое разложение часто возможно и имеет содержательный смысл.

Может оказаться, что некоторые факторы легко будет понять человеческим умом: для фильмов может выделиться что-нибудь в духе «комедия–драма», «доля action'а», «доля романтики» и т.п., а факторы пользователей, соответственно, будут показывать, насколько соответствующие характеристики фильма им по вкусу. Но может и не выделиться ничего содержательного – тут гарантий нет, формально мы просто жонглируем цифрами.

Restricted Boltzmann machines – основан на стохастических рекуррентных нейронных сетях. Он представляет собой модель с латентными переменными и в этом похож на SVD разложение. Здесь также ищется наиболее компактное описание пользовательских предпочтений, которое кодируется с помощью латентных переменных.

Autoencoders – сеть сначала сворачивает известные ей данные о пользователев некоторое компактное представление, стараясь оставить только значимые информации, а затем восстанавливает данные в исходной размерности. В итоге получается усредненный, очищенный от шума шаблон, по которому можно оценить интерес к любому продукту.

**Метрики качества.** В тестовом множестве собраны рейтинги некоторых продуктов, которым пользователь дал оценку. Наша задача – выдать пользователю топ рекомендации. Не предсказать все рейтинги, а найти у каких продуктов рейтинг продуктов будет самым большим. То есть это задача ранжирования.

Точность (precision) – количество “хороших” (отмеченных высокой оценкой) клиентов в выдаче, деленное на общее количество элементов в выдаче.

$$Precision = \frac{купленное из рекомендованного}{количество рекомендаций} \quad (3)$$




**Рис. 7.** Вычисление точности в рекомендательной системе

Полнота (recall) – количество “хороших” элементов в выдаче, деленное на общее количество релевантных элементов.

$$Recall = \frac{купленноеизрекомендованного}{количествопокупок} \tag{4}$$




**Рис 8.** Вычисление полноты в рекомендательной системе

Discounted Commulative Gain (DCG) – выберем топ – k рекомендации и посчитаем:

$$DCG_k = \sum_{i=1}^{k} \frac{2^{\hat{r}_i} - 1}{\log_2(1+i)} \tag{5}$$

где $\hat{r}_i$ - оценка рейтинга продукта на позиции i.

**Вывод.** Постановка задачи генерации рекомендаций проста – составляем матрицу предпочтений с известными нам оценками пользователей, если получается, дополняем эти оценки информацией по клиенту и товару, и пытаемся заполнить неизвестные значения. Несмотря на простату постановки, выходят сотни статей, описывающих принципиально новые методики ее решения. Это связано с ростом количества собираемых данных, которые можно использовать в модели и увеличением роли скрытых факторов. Теперь с развитием глубокого обучения и появлением новых архитектур нейронных сетей появляется новые методы генерации рекомендаций. Все это увеличивает и сложность моделей. Но в целом все это многообразие сводится к очень небольшому набору подходов, которые я попытался описать в данной статье.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Sebastian Raschka, Vahid Mirjalili. Python machine learning – Second edition – Birmingham: Packt publishing, 2017. - 870 p.
[2] Петер Флах. Машинное обучение – М.: ДМК Пресс, 2015. - 400с.
[3] Хенрик Бринк, Джозеф Ричардс, Марк Феверолф. Машинное обучение – Спб.: Питер, 2017. - 330с.
[4] 4.Тоби Сегаран. Программируем коллективный разум – М.: Символ, 2008 – 368с.
[5] С. Николенко, А.Кадурин, Е.Архангельская. Глубокое обучение. - Спб.: Питер, 2018 – 480 с.
[6] Я. Гудфеллоу, И.Бенджио, А.Курвиль. Глубокое обучение. - М.: ДМК Пресс, 2018 – 652 с.

[7] Орельеон Жерон. Прикладное машинное обучение с помощью SciKit-Learn и TensorFlow. - М.: Диалектика, 2018 – 688 с.
[8] Нуньес-Иглесиас, Ш.Уолт, Х.Дэшноу. Элегантный SciPy – М.: ДМК Пресс, 2018 – 266 с.
[9] Дж. Паттерсон, А. Гибсон. Глубокое обучение с точки зрения практика – М. ДМК Пресс, 2018 - 418 с.
[10] М. Хейдт. Изучаем Pandas – М.: ДМК Пресс, 2018 – 432 с.
[11] С. Такахаси, И.Ироха. Линейная Алгебра – М.: ДМК Пресс, 2018 – 272 с.
[12] А.Б. Дауни. Байесовские модели – М.: ДМК Пресс, 2018 – 182 с.
[13] Aristomenis S. Lampropoulos, George A. Tsihrintsiz. Machine Learning Paradigms Applications in Recommender systems – Switzerland: Springer, 2015. – 135 p.
[14] Andreas Zioupos, Panagiotis Symeonidis. Matrix and Tenzor Factorization techniques for recommender systems – Switzerland: Springer, 2016. - 101 p.
[15] Francesco Ricci, Lior Rokach, Bracha Shapira, Paul B. Kantor. Recommender systems handbook – Switzerland: Springer, 2011 – 845 p.

Баймбетов Д.А., Ускенбаева Р.К., К. Басири

**Коллаборативті ұсыныс жүйесіндегі алгоритімдерді сараптау**

**Түйіндеме**. Қазіргі бәсекелестік жоғарғы қарқынмен дамып тұрған заманда, потенциалды тұтынушыларға қызметтер мен тауарлар ұсыну өте үлкен маңызға ие болып отыр. Бұл мақалада коллаборативті сұрыптау жайлы түсініктер қарастырылады. Коллаборативті сұрыптау алгоритімдерінің алдында тұрған, шешуі тиіс мәселелер, даму бағыттары қарастырылады. Коллаборативті сұрыптау әдістерін жіктеп көрсетілген.

**Түйін сөздер:** ұсыныс жүйесі, коллаборативті фильтірлеу, машиналық оқыту.

Baimbetov D.A., Uskenbayeva R.K., K. Basiri

**Analysis of collaborative recommender systems' algorithms**

**Summary.** The problem of recommending products and services to potential consumers or users in the modern world getting more important. This paper presents the concept and origin of collaborative filtering. The typical tasks of the algorithms of collaborative filtering, the field of subject and development prospects and classification of collaborative filtering methods are considered.

**Key Words :** recommendation systems, collaborative filtering, machine learning.

УДК 69.002.5

G.A. Guryanov, S.R. Baigereyev, Б.М. Абдеев

## STUDY OF DESTRUCTION FORCE DISTRIBUTION THROUGHOUT THE HEIGHT OF THE CHAMBER BY GRIDING BALLS IN THE VIBRATIONAL CRUSHING MACHINES

**Abstract.** Nowadays, the necessity to obtain fine and ultrafine grinding product particle size is growing rapidly. The literature studies showed that the main problem in the field of the fine and ultrafine grinding is associated with providing sufficient force of destruction by the working body of the mill, which exceeds the maximum permissible load of the material being processed.

This article presents the results of a theoretical study of the distribution of the collision force in a vibration-type mill chamber with taking into account the mass of the grinding balls. The "useful zones" of the chamber are determined, in which the process of material destruction takes place, taking into account its physical and mechanical properties.

**Key words:** grinding process, comminution, product fineness, collision force, grinding media

**Г.А. Гурьянов, С.Р. Байгереев, Б.М. Абдеев**
(Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,
Усть-Каменогорск, Казахстан
E-mail: samat.baigereyev@mail.ru)

## ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СИЛЫ РАЗРУШЕНИЯ ПО ВЫСОТЕ ЗАПОЛНЕНИЯ КАМЕРЫ МЕЛЮЩИМИ ШАРАМИ В ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯХ ВИБРАЦИОННОГО ТИПА

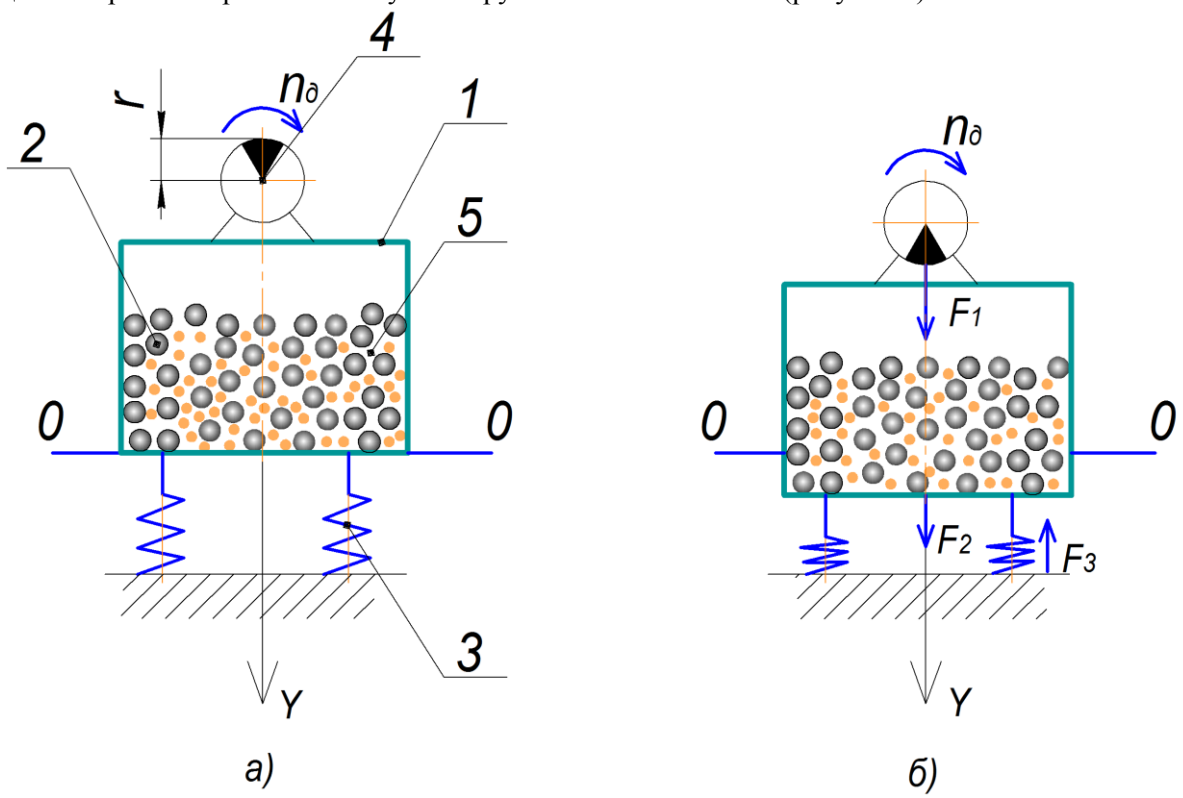
**Аннотация.** В настоящее время необходимость в получении тонкого и сверхтонкого продуктов измельчения стремительно растет. Как показывают исследования, основная проблема в сфере тонкого и сверхтонкого помола связана с обеспечением достаточной силы разрушения рабочим органом измельчителя, превышающей предельной допустимую нагрузку обрабатываемого материала.

В данной статье приведены результаты теоретического исследования величины силы разрушения в камере измельчителя вибрационного типа с учетом собственных масс мелющих шаров. Определены «активные зоны» камеры, в которых происходит процесс разрушения материала с учетом его физико-механических свойств.

**Ключевые слова:** процесс измельчения, помол, тонкость помола, сила разрушения, мелющие шары

Одной из перспективных и актуальных задач, решаемых в настоящее время в технической сфере, является повышение эффективности процесса тонкого и сверхтонкого измельчения материалов. Главная проблема в области тонкого и сверхтонкого помола связана со сложностью достижения требуемого размера частицы-продукта [1,2]. Одна из основных причин указанной проблемы заключается в недостаточной силе разрушения, создаваемой рабочим органом измельчителя [3].

На сегодняшний день на рынке измельчительного оборудования широко распространены измельчители вибрационного типа, представляющие собой горизонтальную камеру 1, заполненную мелющими шарами 2 и расположенную на пружинном основании 3 (рисунок 1).




а) позиция камеры при верхнем положении эксцентрика,
б) позиция камеры при нижнем положении эксцентрика

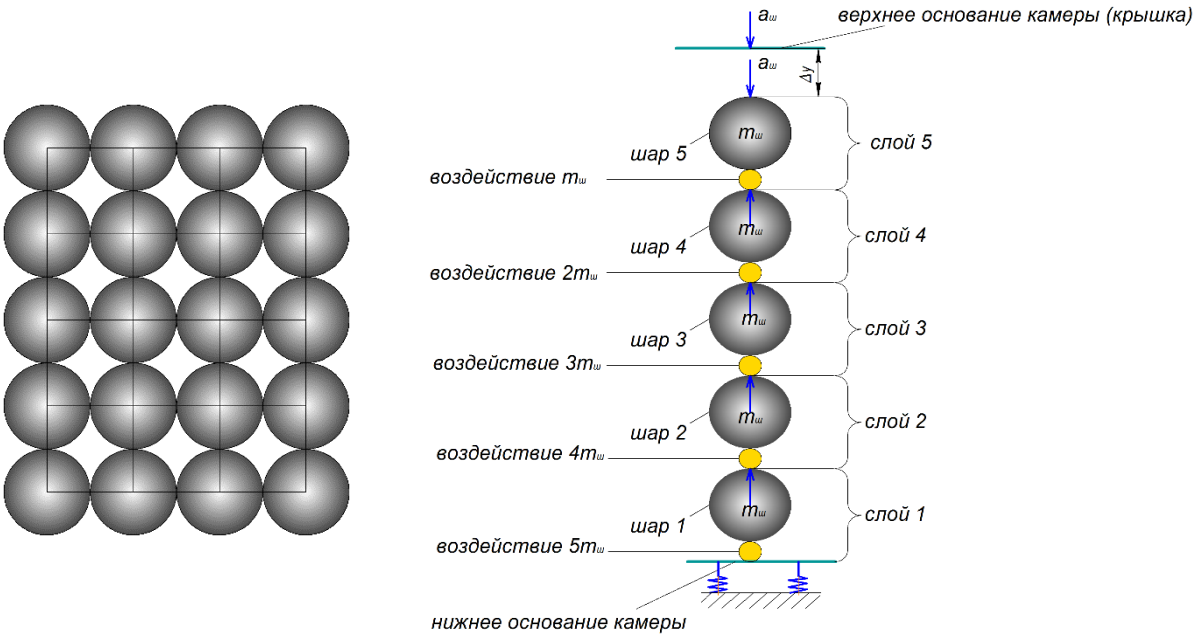
**Рис. 1.** Общий вид измельчителя вибрационного типа

Камера соединена с эксцентриковым валом 4, который приводится в движение электродвигателем (не показан на рисунке 1). Вращение вала способствует колебательному движению камеры и, соответственно, вибрационному движению мелющих шаров. Процесс измельчения частиц 5 осуществляется в результате ударно-истирающего взаимодействия последних с мелющими шарами [4,5].

Значение силы разрушения $F_и$, согласно второму закону Ньютона, определяется массой $m_ш$ и ускорением $a_ш$ мелющих шаров [6,7], т.е.:

$$F_и = m_ш \cdot a_ш \qquad (1)$$

Руководствуясь принятым авторами допущением, что расположение мелющих шаров соответствует квадратной конфигурации (рисунок 2,а), можно условно выделить так называемые «слои», толщина которых соответствует сумме диаметров одного мелющего шара и одной частицы (рисунок 2,б).




а) б)

**Рис. 2.** Идеализированная модель расположения мелющих шаров в камере измельчителя

На рисунке 2 представлен фрагмент колебательного процесса мелющих шаров (в данном случае - момент удара загрузки, состоящей из мелющих шаров и измельчаемого материала, о нижнее основание камеры в результате их инерционного перемещения от верхнего основания).

С учетом того, что остановка первого шара приведет к поочередной остановке последующих шаров, теоретическая масса $i$-го шара будет увеличиваться с течением времени до момента остановки последнего шара. Последовательность соударений шаров, исходя из особенностей их расположения, закономерно объясняется из условия второго закона Ньютона, определяющего обратно пропорциональную зависимость ускорения тела от его массы.

Таким образом, можно сделать вывод, что для определения силы взаимодействия мелющих шаров $F_u$ необходимо учитывать суммарное влияние собственных масс $\Sigma m_ш$ мелющих шаров, значение которых, в связи с особенностью их расположения в камере, на различных «слоях» является неодинаковым и представляет собой аддитивную величину, т.е.:

$$F_u = \Sigma m_ш \cdot a_ш \qquad (3)$$

Исходя из выражения (3), для численного определения значения силы разрушения $F_u$ необходимо количественно оценить величину ускорения $a_ш$, сообщаемого мелющим шарам камерой измельчителя.

Для этого смоделируем процесс колебательного движения камеры измельчителя. Для удобства моделирования, авторами принято допущение, что начало оси ординат $Y$ совпадает с уровнем дна корпуса ( $0-0$ ), при этом принимая, что корпус изначально не оказывает деформирующее воздействие на пружину и находится в так называемом «подвешенном состоянии» (рисунок 1, а).

В результате воздействия эксцентрикового вала, создаваемого вращением неуравновешенной массы $m_д$ с частотой вращения $n_д$ по окружности радиусом $r$, камера выводится из положения статического равновесия (рисунок 1, б) под действием периодической (изменяющейся во времени $t$) инерционной силы [8-13]

$$F_1 = F_{1m} \cos \varphi_1 t = m_д n_д^2 r \cos \varphi_1 t\,, \qquad (4)$$

имеющей максимальное значение при промежуточном положении неуравновешенной массы в крайнем нижней точке (т.е. совпадении линии действия силы $F_1$ с направлением оси ординат при $\cos \varphi_1 t = 1$).

Вследствие воздействия силы $F_1$ положение камеры измельчителя смещается на некоторую величину $y$ и с определенной силой $F_2$ воздействует на пружинное основание. Величина силы $F_2$ определяется из выражения второго закона Ньютона:

$$F_2 = M\frac{d^2y}{dt^2}, \quad (5)$$

где $M$ - суммарное значение собственной массы камеры машины и массы загрузки (мелющих шаров и измельчаемого материала), кг;

$\frac{d^2y}{dt^2}$ - ускорение камеры при действии внешней инерционной силы, определяемое как результат двойного дифференцирования уравнения движения камеры в вертикальном направлении $y$, $м/с^2$.

Вызывая своим воздействием деформацию пружин, нагрузка $F_2$ способствует возникновению силы упругости пружин $F_3$, действующей в противоположном силе $F_2$ направлении. Согласно закону Гука величина силы $F_3$ определяется по следующей зависимости:

$$F_3 = -ky, \quad (6)$$

где $k$ - коэффициент жесткости пружины, $\frac{H}{м}$.

Вследствие воздействия сил (4), (5) и (6) камера совершает вынужденные колебательные движения в осевом направлении, дифференциальное уравнение которого записывается следующим образом [14,15]:

$$M\frac{d^2y}{dt^2} = -ky + F_{1m}\cos\varphi_1 t. \quad (7)$$

Разделив обе части уравнения (7) на $M$ и приняв обозначения:

$$\omega_1^2 = \frac{k}{M} \quad (8)$$

и

$$q = \frac{F_m}{M}, \quad (9)$$

выражение (7) можно привести к следующему виду:

$$\frac{d^2y}{dt^2} + \omega_1^2 y = q\cos\varphi_1 t, \quad (10)$$

где $\omega_1$ - частота собственных колебаний;

$\varphi_1$ - частота вынужденных колебаний.

Уравнение (10) демонстрирует типовое дифференциальное уравнение второго порядка [14], решение которого находится в виде решения однородного уравнения $\bar{y}$ (левая часть уравнения (10)) и частного решений $y^*$ (правая часть уравнения (10)), т.е.

$$y = \bar{y} + y^* \quad (11),$$

в котором решение $\bar{y}$ характеризует собственные колебания системы, а $y^*$ - вынужденные колебания.

В связи с кратковременностью действия собственных колебаний с последующей полной их заменой (через некоторое время) исключительно вынужденными колебаниями, учет в уравнении (10) собственных колебаний авторы данной статьи считают нецелесообразным. Как следствие, указанное авторами допущение предполагает нахождение общего решения дифференциального уравнения (10) только в виде частного решения $y^*$, т.е.

$$y = y^* \quad (12)$$

С учетом того, что правая часть уравнения (10) записывается в виде $f(t) = q\cos\varphi_1 t$, следовательно, полагая, что $\varphi_1 \neq \omega_1$ частное решение данного уравнения найдем в виде

$$y^* = A^0\cos\varphi_1 t, \quad (13)$$

где $A^0$ - постоянная величина, значение которой должно быть таким, чтобы уравнение (10) обратилось в тождество. Подставляя значение $y^*$ и результат его второй производной в выражение (10), получим следующую зависимость:

$$-A^0\varphi_1^2\cos\varphi_1 t+\omega_1^2A^0\cos\varphi_1 t=q\cos\varphi_1 t \tag{14}$$

Равенство (14) будет тождественным при любом значении времени $t$ в случае, если

$$A^0\left(\omega_1^2-\varphi_1^2\right)=q \tag{15}$$

Из уравнения (15) следует, что

$$A^0=\frac{q}{\left(\omega_1^2-\varphi_1^2\right)}, \tag{16}$$

или с учетом произведенных замен (8), (9), выражение (16) представим в виде

$$A^0=\frac{F_{1m}}{M\left(\left(\frac{k}{M}\right)^2-\left(\frac{\pi n_\partial}{30}\right)^2\right)}=\frac{m_\partial n_\partial^2 r}{M\left(\left(\frac{k}{M}\right)^2-\left(\frac{\pi n_\partial}{30}\right)^2\right)} \tag{17}$$

Окончательно, с учетом выражений (13) и (17) частное (и в то же время общее) решение дифференциального уравнения (10) запишется следующим образом:

$$y=y^*=\frac{m_\partial n_\partial^2 r}{M\left(\left(\frac{k}{M}\right)^2-\left(\frac{\pi n_\partial}{30}\right)^2\right)}\cos\varphi_1 t \tag{18}$$

Значение ускорения мелющих шаров $a_ш$ находится двойным дифференцированием выражения (18), т.е.

$$a_ш=\frac{d^2y}{dt^2}=-\frac{m_\partial n_\partial^3 r}{M\left(\left(\frac{k}{M}\right)^2-\left(\frac{\pi n_\partial}{30}\right)^2\right)}\cos\varphi_1 t \tag{19}$$

Учитывая косинусоидальный характер изменения величины ускорения $a_y$ в формуле (19), его максимальное значение $a_y^{\max}$ возможно при $\cos\varphi_1 t=1$, тогда

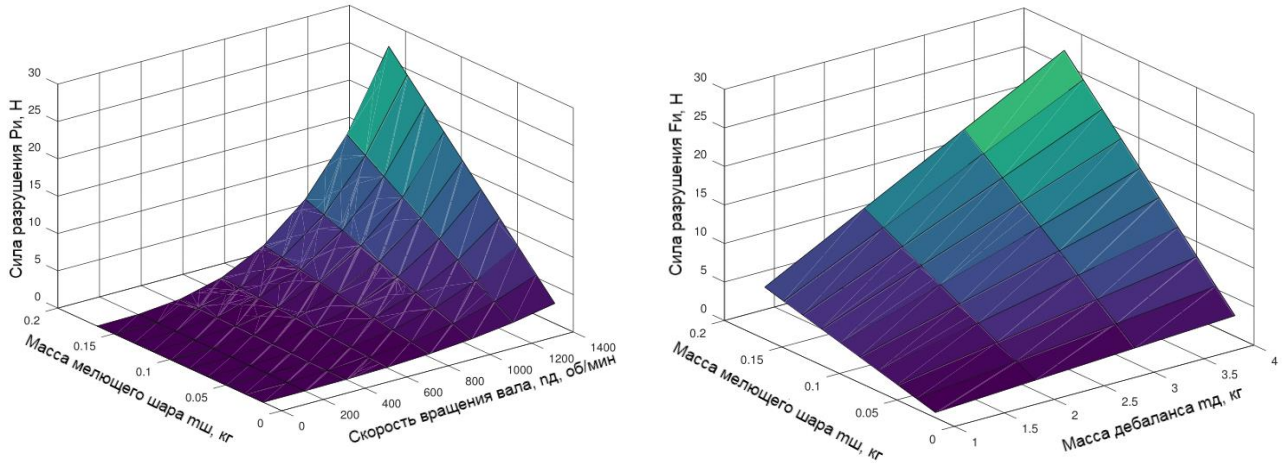
$$\left|a_y^{\max}\right|=\frac{m_\partial n_\partial^3 r}{M\left(\left(\frac{k}{M}\right)^2-\left(\frac{\pi n_\partial}{30}\right)^2\right)} \tag{20}$$

Таким образом, с учетом выражений (2), (20), формула (3) для определения силы $F_u$ будет представлена в следующем виде:

$$F_u=\Sigma m_ш\cdot\frac{m_\partial n_\partial^3 r}{M\left(\left(\frac{k}{M}\right)^2-\left(\frac{\pi n_\partial}{30}\right)^2\right)}, \tag{21}$$

Руководствуясь формулой (21), авторы данной статьи с целью определения характера зависимости силы $F_u$ от различных параметров функционирования выполнили вычислительный эксперимент при следующих стационарных параметрах измельчителя: радиусе неуравновешенной массы $r=0{,}1$ м, массе камеры измельчителя $M=5$ кг, коэффициенте жесткости пружины $k=8085\frac{H}{м}$. При этом варьировались значения скорости вращения эксцентрикового вала $n_\partial$ в диапазоне $0\le n_\partial\le 1400$ об/мин как параметра, в большей степени влияющего на значение силы $F_u$, а также величина массы дебаланса $m_\partial$ в диапазоне $1\le m_\partial\le 4$ кг.

Графическая интерпретация результатов вычислительного эксперимента приведены на рисунке 3.




*а)* *б)*

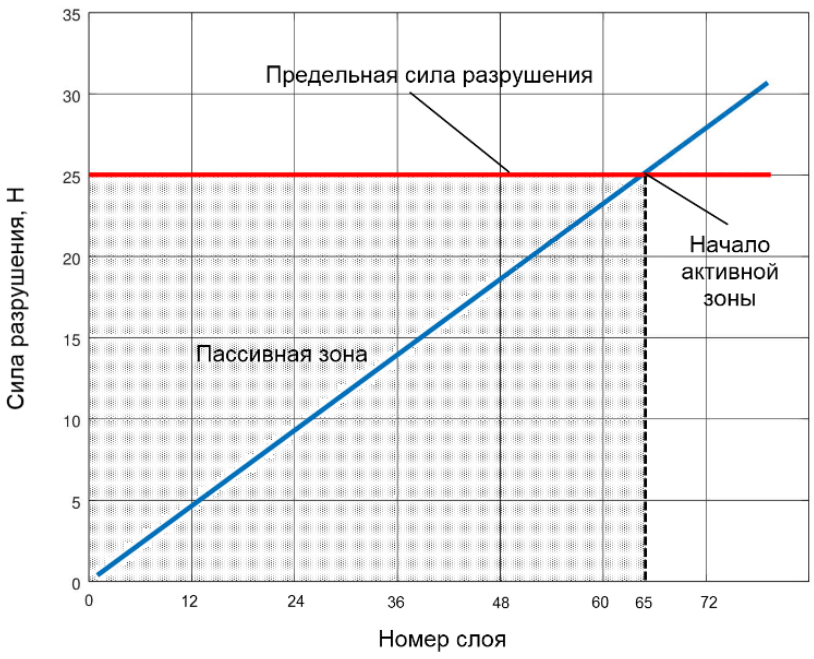
а) $F_u\left(\Sigma m_ш, n_д\right)$; б) $F_u\left(\Sigma m_ш, m_д\right)$

**Рис. 3.** Графическая интерпретация результатов вычислительного эксперимента

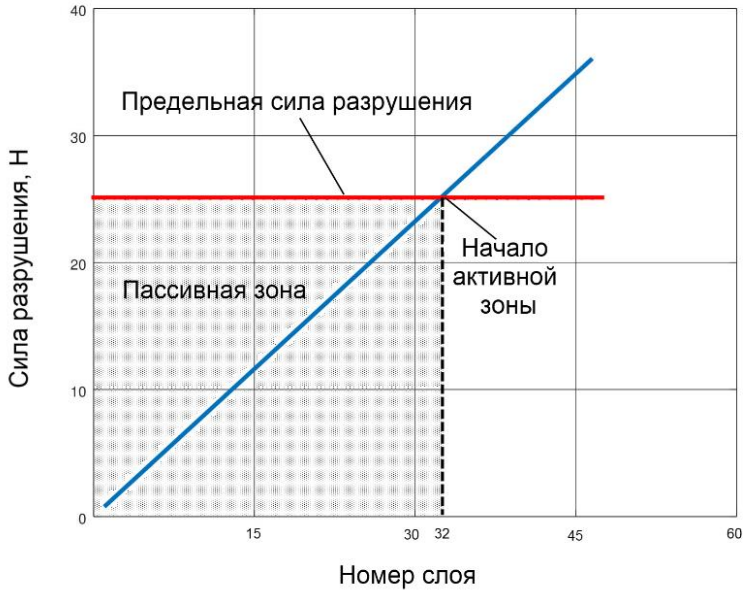
Графики, изображенные на рисунке 3, демонстрируют тренд изменения силы разрушения $F_u$ в зависимости от параметров функционирования измельчителя и номера соответствующего «слоя», выраженного величиной суммарной массы мелющих шаров. С использованием полученных графиков (рисунок 3) возможно графическим путем определить силу разрушения $F_u$ при конкретных параметрах мельницы.

На рисунке 4 представлены графики распределения сил разрушения по принятым «слоям» (на примере измельчения гранита) при значениях $n_д = 1400$ об/мин и $m_д = 4$ кг.

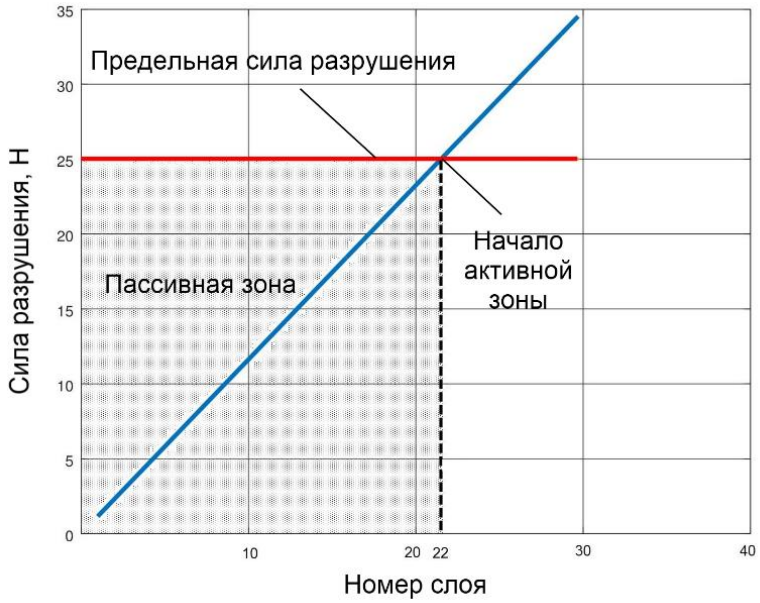
а)



б)




в)




а) диаметр мелющих шаров - 10 мм; б) диаметр мелющих шаров - 20 мм; в) диаметр мелющих шаров - 30 мм;
**Рис. 4.** Распределение силы разрушающего воздействия по слоям

Из рисунка 4 следует, что при заданных условиях разрушения существует некоторое рациональное значение слоя, соответствующее точке пересечения линии силы разрушения с линией предельно допустимой силы и начиная с которого происходит процесс измельчения материала (начало активной зоны разрушения). Слои, расположенные левее данной точки, формируют пассивную зону разрушения в камере измельчителя (выделена серым цветом на рисунке 3).

Таким образом, в данной статье получены следующие результаты:

1) выведена аналитическая зависимость для определения силы разрушения в измельчителе вибрационного типа;

2) приведен новый подход к оценке эффективности измельчителя вибрационного типа с применением мелющих шаров, заключающийся в «послойном» исследовании создаваемой силы разрушающего воздействия;

3) результаты исследования распределения силы разрушения могут быть использованы при выборе размера мелющих шаров и оценке рационального значения степени загрузки камеры мелющими шарами.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Jayasundara C.T., Yang R.Y., Yu A.B., Rubenstein J. Effect of disc rotation and media loading on particle flow and grinding performance in a horizontal stirred mill // International Journal of Mineral Processing. - 2010. - №96. - T.96 - C. 27-35.

[2] Mankosa, M.J., Adel G.T., Yoon R.H. Effect of media size in stirred ball mill grinding of coal // Powder Technology. - 1986. - №49. T.49.- C. 75-82.

[3] Altun O., Benzer H., Enderle U. The effects of chamber and stirrer design on dry horizontal stirred mill performance // Minerals Engineering. - 2014. - №69. - T.69. - C. 24-28.

[4] Дарков А.В., Шпиро Г.С. Сопротивление материалов. - М.: Высшая школа, 1975. - 657 с.

[5] Krycera I., Hersey J. Fine powder mixing in a vibratory ball mill // International Journal of Pharmaceutics. - 1980. - №6. - T.6. - C. 119-129.

[6] Huang H., Pan J., McCormick P. On the dynamics of mechanical milling in a vibratory mill // Materials Science and Engineering: A. - 1997. - №232. - T.232. - C. 55-62.

[7] Yokoyama T., Tamura K., Usui H., Jimbo G. Simulation of ball behavior in a vibration mill in relation with its grinding rate: effects of fractional ball filling and liquid viscosity // International Journal of Mineral Processing. - 1996. - №45. - T.44-45. - C. 413-424.

[8] Bernotat S. Vibration mill results in the light of stress intensity and number of stressing events // International Journal of Mineral Processing. - 2004. - №74. - T.74. - C. 119-122.

[9] Riley M., Pinkney S., Blackburn S., Rowson N.A. Spatial distributions of media kinetic energy as measured by positron emission particle tracking in a vertically stirred media mill // Minerals Engineering. - 2016. - №98 - C. 177-186.

[10] Байгереев С.Р., Гурьянов Г.А. Совершенствование мельниц с побуждающим рабочим органом на основе анализа факторов, влияющих на эффективность помола // Труды университета (КарГТУ). - 2018. - №3. - С. 22-26.

[11] Олевский В.А. Размольное оборудование обогатительных фабрик. -М.: Государственное научно-техническое издательство литературы по горному делу, 1963. - С. 9-10.

[12] Гурьянов Г.А., Байгереев С.Р. On the issue of design effective fine grinding equipment based on the rationalization its functioning principles // Вестник Восточно-Казахстанского государственного технического университета им. Д. Серикбаева. - 2017. - №2. - С.52-57.

[13] Байгереев С.Р. Overview of existing fine grinding machines based on the mechanism of impact and attrition // Творчество молодых - инновационному развитию Казахстана: материалы III Международной научно-технической конференции - Усть-Каменогорск: ВКГТУ, 2017. - Часть VII. - С. 291-294.

[14] Бугров Я.С., Никольский С.М. Высшая математика: Учеб. для вузов: В 3 т. / Я. С. Бугров. — 6-е изд., стереотип. — М.: Дрофа, 2004.— 512 с.

[15] Тимошенко С.П. Прочность и колебания элементов конструкций / Избранные работы под ред. Э.И. Григолюка. - М.: Наука, 1975. - 704 с.

УДК 004.056

**[1]К.S. Duysebekova, [1]N.T. Duzbayev, [1]S.T. Amanzholova**
([1]International IT university
Almaty, Kazakhstan
email: shokataeva@gmail.com)

## AUTOMATIC DATA COLLECTION ON MONITORING THE CLIMATIC AND ECOLOGICAL STATE OF THE REGION

**Abstract**. This article about automatic data collection on monitoring the climatic and ecological state of the region. To collect and process data from Internet resources, it was necessary to create a tool that collects, systemizes and normalizes heterogeneous information on a schedule.

**Keywords**: climat, ecology, monitoring, automatization, data.

Parameter P is the integral index of air pollution in the city, which is the frequency response and represents the ratio of the number of significantly increased concentrations of impurities in the air, measured during the day, to the total number of measurements during the same day.

To calculate the "P" parameter and its use as a characteristic of the air pollution level in the city as a whole, it is necessary to observe the following conditions:

- the number of stationary points in the city should be at least three;
- the number of observations of the concentrations of impurities in the air at all posts during the day should be at least 20;

The work is carried out in the following order:

1. Selection of a number of observations, which will be used to obtain predictive schemes.
2. Calculation of average seasonal concentrations for individual impurities for the selected period.
3. Calculation of the parameter "P" separately for each impurity and in the sum for all impurities.

Selection of a series of observations

It must be remembered that the analysis of samples over the selected number of years should be carried out by one method.

Calculation of mean seasonal concentrations

The simplest indicator of air pollution by any impurity is the concentration averaged throughout the city and for all the periods of observation of a given day.

Operating procedure:

Stage 1: calculation of average monthly concentration.

$$\overline{q}_{ср.м} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} q_i \qquad (1.1)$$

where $qi$ – is the concentration for the $i$-th observation period, n is the number of observations per month.

For operational work using the parameter "P", calculating the average monthly concentration is a mandatory step.

To perform this task, templates were prepared in Excel. If the observation post is sampling three times per day, then the template "Template for calculating q and P for three terms" is used, when four urgent observations use the "Template for calculating q and P for four terms".

In the template, for each month, separate sheets are selected to fill in the impurity data (Fig. 2.)

| Дата | Срок | Взвешенные частицы (пыль) | Диоксид серы | Сульфаты растворимые | Оксид углерода | Диоксид азота | Оксид азота | Озон | Сероводород | Фенол | Фтористый водород | Хлор | Хлористый водород | Аммиак | Серная кислота и сульфаты | Формальдегид | Неорганические соединения мышьяка | Хром шестивалентный | Суммарные углеводороды |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

январь | февраль | март | апрель | май | июнь | июль | август | сентябрь | октябрь | ноябрь | декабрь | Расчеты | Расчеты параметр "P" | Сезоны | Сроки

**Figure 1.** Type of template for filling in data

*Sheets "Calculations", "Calculations parameter P", "Seasons", "Timing" - does not apply to operational work, these sheets are intended for analysis and research purposes.*

After the data for the last month is filled, the average concentration of pollutants for the month is calculated by the formula (1)

In the template used, the calculation is output at the end of the sheet, after the maximum and minimum values for the period (Fig. 2.).

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 23 | | 31.1 | 7 | 0.3 | 0.271 | | 1.00 | 0.000 | | |
| 24 | | 31.1 | 13 | 0.3 | 0.237 | | 1.00 | 0.040 | | |
| 25 | | 31.1 | 19 | 0.2 | 0.270 | | 2.00 | 0.030 | | |
| 26 | **макс** | | | 0.4000 | 0.4170 | 0.0000 | 2.0000 | 0.2600 | 0.0000 | 0.0000 |
| 27 | **мин** | | | 0.0000 | 0.0530 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 28 | **ср** | | | 0.1293 | 0.1459 | | 0.5435 | 0.0523 | | |

**Figure 2.** Calculated mean monthly concentrations of pollutants

Calculation of the average monthly concentration of pollutants is carried out for all observation post , whose data are used in the operational calculation of the parameter P.

Stage 2: Template calculation of parameter P.

Calculate the average monthly concentrations of pollutants and copy in the template calculation of parameter P, the sheet "Avg. months. *q* from 2012 to 20XX "is inserted in the corresponding month for each observation post . An example of a sheet for filling average monthly values illustrated in (Fig. 3).

ЯНВАРЬ | ФЕВРАЛЬ | МАРТ | АПРЕЛЬ | МАЙ | ИЮНЬ

ИЮЛЬ | АВГУСТ | СЕНТЯБРЬ | ОКТЯБРЬ | НОЯБРЬ | ДЕКАБРЬ

ЯНВАРЬ

| ПНЗ № 1 | Взвешенные частицы (пыль) | Диоксид серы | Сульфаты раствор имые | Оксид углерода | Диоксид азота | Оксид азота | Озон | Серовод ород | Фенол | Фтористый водород | Хлор | Хлористый водород | Аммиак | Серная кислота и сульфаты | Формальдегид | Неорганические соединения мышьяк | Хром шестивалентный | Суммарные углеводороды |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2012 | 0 | 0.01413 | | 0.72527 | 0.02591 | | | | | | | | | | | | | |
| 2013 | 0 | 0.01004 | | 0.28125 | 0.02438 | | | | | | | | | | | | | |
| 2014 | 0 | 0.00665 | | 0.21875 | 0.00708 | | | | | | | | | | | | | |
| 2015 | 0.00521 | 0.00961 | | 0.41667 | 0.01625 | | | | | | | | | | | | | |
| 2016 | 0.00217 | 0.00872 | | 0.57609 | 0.015 | | | | | | | | | | | | | |
| 2017 | 0 | 0.0089 | | 0.32609 | 0.01 | | | | | | | | | | | | | |
| 2018 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2019 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2020 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2021 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2022 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2023 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2024 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2025 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| q ср.м | 0.00123 | 0.00968 | #ДЕЛ/0! | 0.42402 | 0.01644 | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! |

ЯНВАРЬ

| ПНЗ № 4 | Взвешенные частицы (пыль) | Диоксид серы | Сульфаты раствор имые | Оксид углерода | Диоксид азота | Оксид азота | Озон | Серовод ород | Фенол | Фтористый водород | Хлор | Хлористый водород | Аммиак | Серная кислота и сульфаты | Формальдегид | Неорганические соединения мышьяк | Хром шестивалентный | Суммарные углеводороды |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2012 | 0 | 0.01533 | | 1.36232 | 0.03577 | | | 0.00235 | | | | | | | 0.00887 | | | |
| 2013 | 0.00139 | 0.01054 | | 0.26389 | 0.03708 | | | 0.00442 | | | | | | | 0.00722 | | | |
| 2014 | 0.00139 | 0.00671 | | 0.5 | 0.02389 | | | | | | | | | | 0.00206 | | 0.00014 | |
| 2015 | 0.0125 | 0.01096 | | 2.75 | 0.01875 | | | | | | | | | | 0.00717 | | 0.00057 | |
| 2016 | 0.00145 | 0.01083 | | 0.4058 | 0.02478 | | | | | | | | | | 0.00749 | | 0.00039 | |
| 2017 | 0 | 0.01016 | | 6.95652 | 0.01754 | | | 0.00349 | | | | | | | 0.00625 | | 0.00052 | |
| 2018 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2019 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2020 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2021 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2022 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2023 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2024 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2025 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| q ср.м | 0.00279 | 0.01075 | #ДЕЛ/0! | 2.03975 | 0.0263 | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | 0.00342 | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | 0.00651 | #ДЕЛ/0! | 0.0004 | #ДЕЛ/0! |

Сред. мес. q с 2012 по 20XX | Прогноз qср.сезон | ПРОГНОСТИЧЕСКИЙ "Р" | Фактический "Р" и графики

**Figure 3.** Example of filling a sheet with average monthly values of pollutants

Daily operational forecast for parameter P

I. With daily operational forecasting, the average level of air pollution taken into account during the corresponding three-month period of the previous year and the previous month of the year. For example, for March 2001:

$$q_{ср.сез.III.2001} = \frac{(\bar{q}_{II} + \bar{q}_{III} + \bar{q}_{IV})_{2000} + \bar{q}_{II\,2001}}{4} \quad (2)$$

These calculations are automated, when filling out the data on the sheet "Avg. months. *q* from 2012 to 20XX ", is calculated and displayed on the" Forecast qsr.season "sheet.

Calculation of the average level of air pollution must be made on the 1-day of each month and used throughout the forecast month. An example of the calculated values of *qsr.season* illustrated in (Fig. 3).

| | Взвешенные частицы (пыль) | Диоксид серы | Сульфаты растворимые | Оксид углерода | Диоксид азота | Оксид азота | Озон | Сероводород | Фенол | Фтористый водород | Хл |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | НОЯБРЬ | |
| октябрь2016 | 0.041132 | 0.014154 | #ДЕЛ/0! | 2.884615 | 0.022372 | 0.028462 | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕ |
| ноябрь2016 | 0.000321 | 0.013999 | #ДЕЛ/0! | 3.180411 | 0.018397 | 0.022881 | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕ |
| декабрь2016 | 0 | 0.009726 | #ДЕЛ/0! | 3.0625 | 0.013634 | 0.0175 | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕ |
| октябрь2017 | 0.029915 | 0.004546 | 0.001526 | 2.338675 | 0.027404 | 0.034744 | #ДЕЛ/0! | 0.001064 | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕ |
| **Ноябрь2017** | 0.018 | 0.011 | #ДЕЛ/0! | 2.867 | 0.020 | 0.026 | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕ |

| | Взвешенные частицы (пыль) | Диоксид серы | Сульфаты растворимые | Оксид углерода | Диоксид азота | Оксид азота | Озон | Сероводород | Фенол | Фтористый водород | Хл |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | ДЕКАБРЬ | |
| ноябрь2016 | 0.000321 | 0.013999 | #ДЕЛ/0! | 3.180411 | 0.018397 | 0.022881 | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕ |
| декабрь2016 | 0 | 0.009726 | #ДЕЛ/0! | 3.0625 | 0.013634 | 0.0175 | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕ |
| январь2017 | 0 | 0.009531 | 0.002841 | 2.978261 | 0.015604 | 0.017101 | #ДЕЛ/0! | 0.003493 | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕ |
| ноябрь2017 | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕ |
| **Декабрь2017** | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕ |

**Figure 3.** Example sheet for calculating the average level of air pollution

Example: On November 1, a forecast is prepared for the next day. Data for October are already available. In the "Forecast qr.season" sheet, according to the pre-determined formula -2, average monthly concentrations of pollutants are taken for October, November, December 2016 and the previous month in which the forecast is made, that is, October 2017. All data are averaged according to formula (2). The received Values are used in the forecast month (November 2017).

Note. The "Forecast qsr.season" sheet does not require additional operations. In this sheet, only the background pollution values copied.

II. To characterize air pollution in the city as a whole, on the recommendation of the “Main geophysical observatory after A.I.Voeikov” the parameter "P" is used as a characteristic of the background air pollution:

$$P = \frac{m}{n} \quad (3)$$

where $n$ is the total number of observations of the concentration of impurities in the city for one day at all stationary points, $m$ is the number of observations during the same day with concentrations $q$ exceeding the mean seasonal value *qsr.sec* more than 1.5 times (q> 1.5 *qsr.sez*).

The parameter "P" can vary from 1 (when all measured concentrations exceed 1.5 *qsr.sez*) to 0 (none of the concentrations exceeds 1.5 *qsr.sec*).

For operational forecasting, the "PROGNOSTIC" P "sheet is used. In this sheet the Calculation matrix for the parameter "P" is given (Fig. 4.).

Расчетная матрица для"Р"

| | Срок | Взвешенные частицы (пыль) | Диоксид серы | Сульфаты растворимые | Оксид углерода | Диоксид азота | Оксид азота | Озон | Сероводород | Фенол | Фтористый водород | Хлор | Хлористый водород | Аммиак | Серная кислота и сульфаты | Формальдегид | Неорганические соединения мышьяка | Хром шестивалентный | Суммарные углеводороды | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| МЕСЯЦ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ПНЗ | 13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ПНЗ | 13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ПНЗ | 13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ПНЗ | 13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ПНЗ | 13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ПНЗ | 13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ПНЗ | 13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | макс | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | |
| | мин | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | |
| | ср | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | Р |
| | 1.5q ср.сезон | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | #ДЕЛ/0! |
| | q ср.сезон | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| n | m | число превышений 1,5 q | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| ПДК | | 0.5000 | 0.5000 | | 5.0000 | 0.2000 | 0.4000 | 0.1600 | 0.0080 | 0.0100 | 0.0200 | 0.1000 | 0.2000 | 0.2000 | 0.3000 | 0.0500 | | | | |

**Figure 4.** Calculation matrix for parameter "P"

Before starting the day-to-day operational work, from the "Forecast qsr.season" sheet, the background air pollution values for the forecast month are copied to the "PROGNOSTIC" P "line, in the line qsr.season. in (Fig. 5) is highlighted in red

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | макс | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.( |
| | мин | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.( |
| | ср | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #Д |
| | 1.5q ср.сезон | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| | q ср.сезон | | | | | | | | | | |
| n | m | число превышен | | | | | | | | | |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |

**Figure 5.** Cells for *q.s.* seasons

The calculated matrix for operational work is ready. The calculated matrix is copied together with the calculated matrix for MPC, and inserted on a new sheet. We write the date for which the forecast is being prepared. In the future, we record the observation data for 13, 19 hours of the past day and 01, 07 hours of the current day.

In this template, we calculate: *n* is the total number of observations of the impurity concentration in the city for one day at all stationary points, m is the number of observations during the same day with concentrations *q* exceeding the mean seasonal value *qsr.sec*. more than 1.5 times (q> 1.5 *qsr.sez*). According to the formula for calculating the parameter "P" (formula 1.3), the prognostic value of the parameter "P" and the Standard Index (SI) calculated.

Note. The prognostic parameter "P" is considered, since this parameter is calculated with the largest close time interval to the forecast preparation time, that is, the observation data for 13, 19 hours past day and 01, 07 hours of the current day.

The actual parameter "P" is calculated according to all the dates of the current day (01, 07, 13, 19 deadlines).

III. To carry out the analysis (estimate the forecast) and compile a daily bulletin, it is necessary to calculate the actual value of the parameter "P" for the previous day.

To perform this task, the sheet "Actual" P "and graphics" is used. The operations performed in this sheet are analogous to the calculation of the prognostic "P":

- The background air pollution values for the forecast month are filled;
- Observation data are filled in according to all terms;

In this template, the actual value of the parameter "P" and the Standard Index (SI) is calculated. Graphs of the concentration of pollutants are constructed.

Note. For questions regarding templates, the office of RSE "KazHydroMet" can be contacted. The formula cannot be changed independently. All formulas on different sheets are interrelated.

Information page of city or region contain:

- name of city or region;
- table with files;
- date;
- sorting by year, month and by date range.

Each file, date and name of city get dynamically from database. We can download these files on one click from web site.

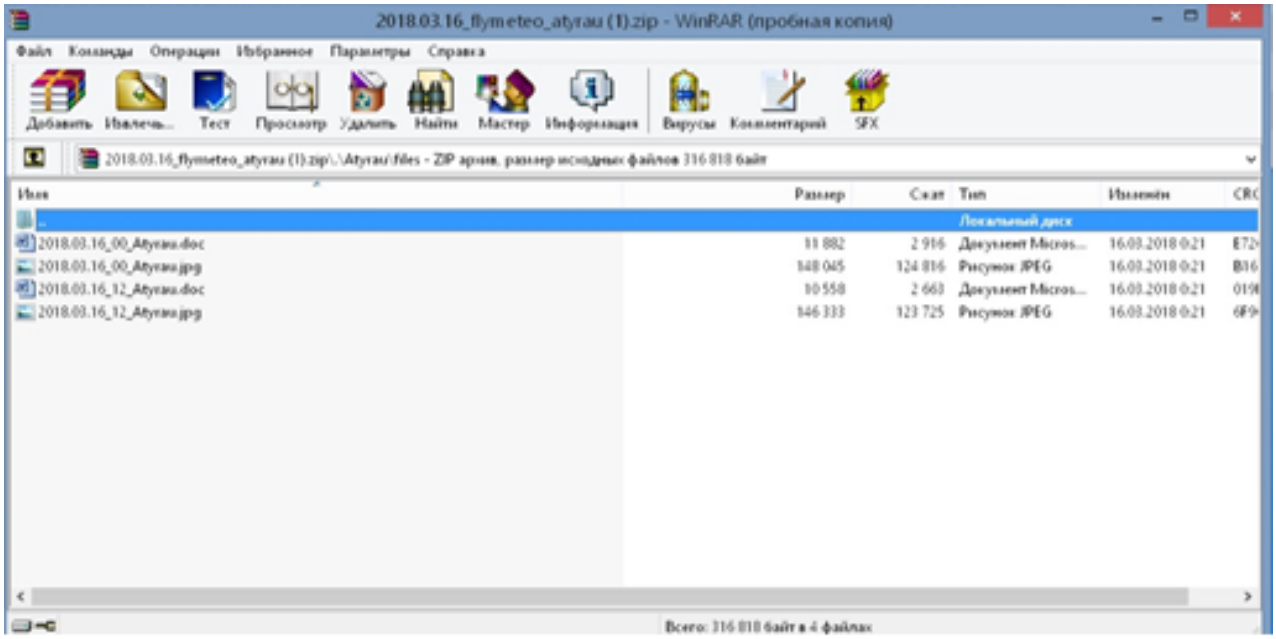



**Figure 6.** Representing results in archive file

There are you can see the downloaded files, in archive format. All files named by date and city name. There are several files inside the archive file, like picture from **Flymeteo.org** word format files with tables and different data's.

Scribing data from Foreca.ru

In this section there is a web interface and a database exactly like in **Flymeteo.org**

The difference is that, script collect data on the forecast for 15 days cities as:

- Almaty;
- Ashy-say;

- Aul-Turar-Ruskylova;
- Kazygurt;
- Kegen;
- Kokpekti;
- Leninogorsk;
- Lepsi;
- Sarkand;
- Shemonaiha;
- Urzhar;
- Ust-Kamenogorsk.

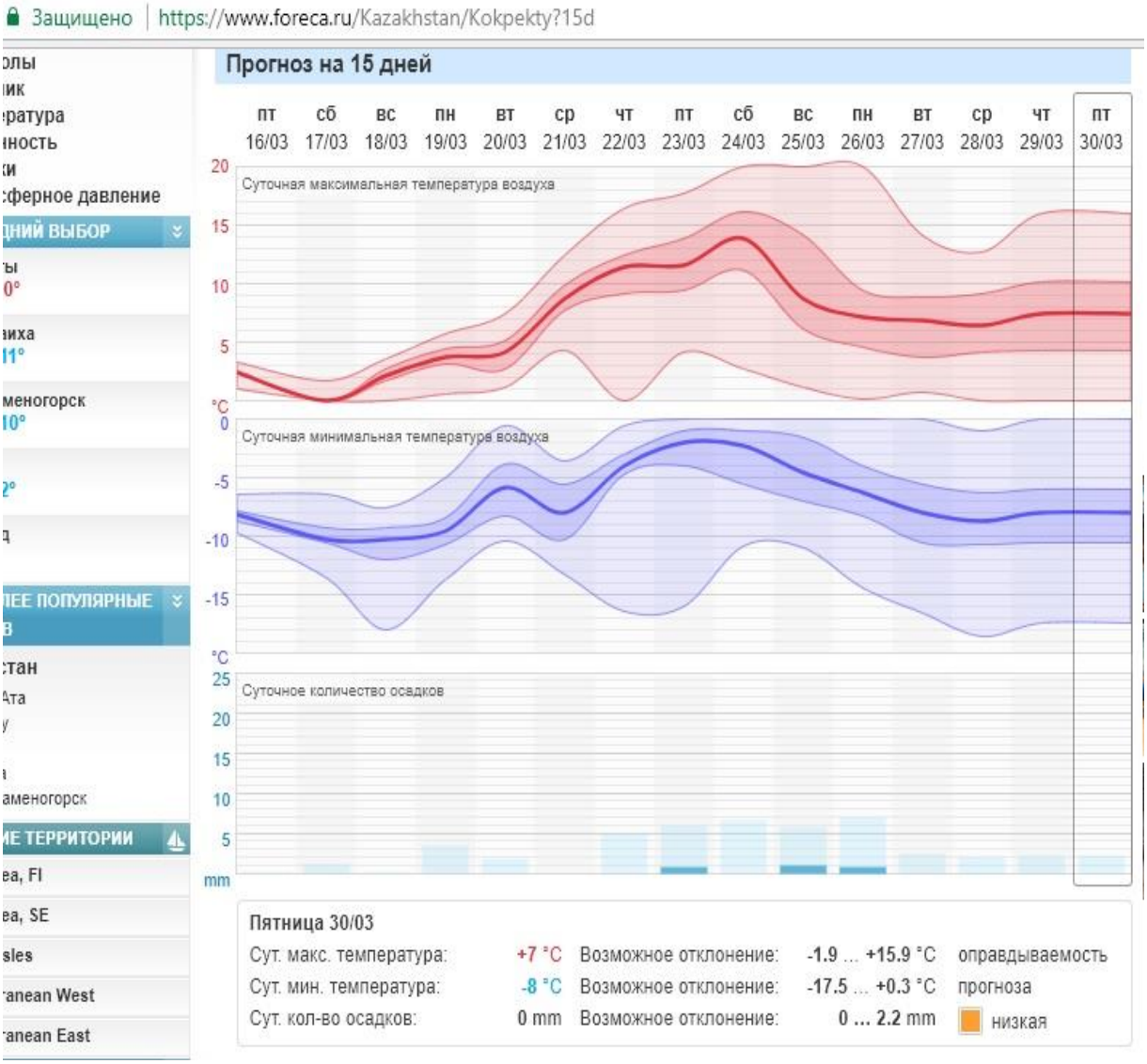



**Figure 7.** Forecasting 15 days forward

Here our script collects data and so archives and displays on the page, every day at the same time. The script is also started by the **Cron** system. The difference is that the script automatically sends data every day by mail, because some employees of KazHydroMet do not have access to the developed website

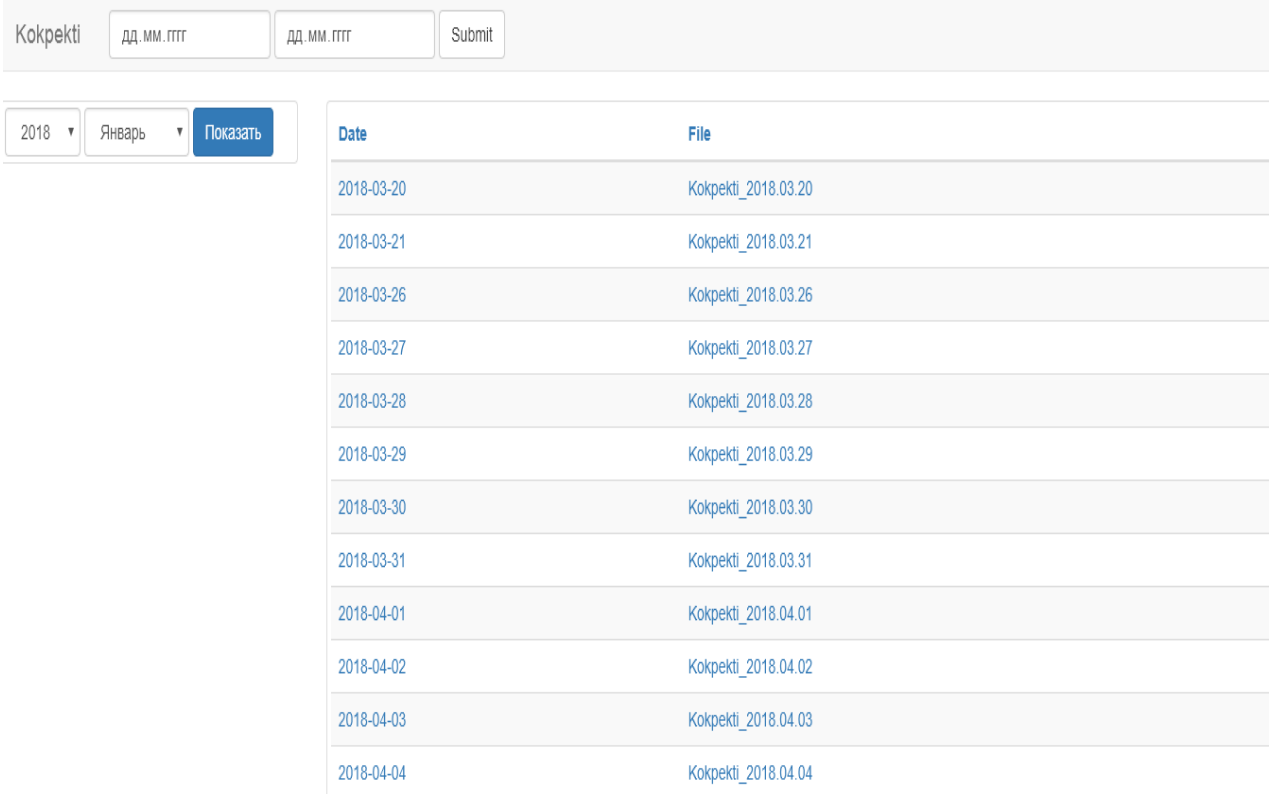



**Figure 8.** View of files from database

There are files stored in database, which scribed from **Foreca.ru.** All system works as scribing from **Flymeteo.org.** All data is saved from website goes to the store, and then the employee of KazHydroMet can simply download it.

The research was carried out within the framework of the project №AP05134597 "Software-hardware complex for analysis and monitoring of climatic and ecological changes of the environment".

REFERENCES

[1] Chantelle. ”App stores Start to Mature – 2016 Year in Review”. Appfigures, January 24, 2017. http://blog.appfigures.com/app-stores-start-to-mature-2016-year-in-review/

[2] Entity-relationship model. Wikipedia.[Electronic resource]. 2011. Update date: 04.05.2015. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Entity-relationship_mode

[3] System Properties Comparison MySQL vs. Oracle vs. PostgreSQL. Solid IT.[Electronic resource]. 2015. URL: http://db-engines.com/en/system/MySQL;Oracle;PostgreSQL

[4] SQL LIKE Operator. W3Schools. [Electronic resource]. URL:http://www.w3schools.com/sql/sql_like.asp

[5] System Properties Comparison MySQL vs. Oracle vs. PostgreSQL. Solid IT.[Electronic resource]. 2015. URL:http://db engines.com/en/system/MySQL;Oracle;PostgreSQL

[6] Web application. Wikipedia.[Electronic resource]. 2010. Update date:05.05.2016. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Web_application

[7] Wang, A. J. 2006. IT education in the flattening world. In proceedings of the 7th Conference on information Technology Education (Minneapolis, Minnesota, USA, October 19 - 21, 2006). SIGITE '06. ACM, New York, NY, 99-104.

[8] Murray T., 1998. Authoring Knowledge Based Tutors: Tools for content, Instructional Strategy, Student Model, and Interface Design. Journal of the Learning Sciences, Vol 7, No 1, 1998, pp. 5-64.

Дуйсебекова К.С., Дузбаев Н.Т., Аманжолова С.Т.

**Облыстың климаттық және экологиялық жағдайына мониторинг жүргізу бойынша деректерді автоматты жинау**

**Түйіндеме:** Бұл статьяда аймақтың климаттық және экологиялық жағдайын бақылау туралы деректерді автоматты жинау туралы. Интернет ресурстарынан деректерді жинау және өңдеу үшін кесте бойынша әр түрлі

ақпаратты жинайтын, ұйымдастыратын және қалыпқа келтіретін құрал жасау қажет болды.

**Түйінді сөздер:** климат, экология, мониторинг, автоматтандыру, деректер.

Дуйсебекова К.С., Дузбаев Н.Т., Аманжолова С.Т.

**Автоматический сбор данных по мониторингу климатического и экологического состояния региона**

**Резюме.** Эта статья об автоматическом сборе данных о мониторинге климатического и экологического состояния региона. Для сбора и обработки данных из интернет-ресурсов необходимо было создать инструмент, который собирает, систематизирует и нормализует разнородную информацию по расписанию.

**Ключевые слова:** климат, экология, мониторинг, автоматизация, данные.

УДК 622.276.6

**D. Zh. Abdeli[1], S.M. Ozdoyev[2], A.E. Kontorovich[3], N. Tileuberdi[1]**
([1]Satbayev University, Almaty, Kazakhstan
[2]Institute of geological sciences named after K.I. Satbayev, Almaty, Kazakhstan
[3]A.A Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, Novosibirsk, Russia
E-mail: Nureke-17@mail.ru)

## LABORATORY STUDIES OF OIL DISPLACEMENT BY NITROGEN IN THE RESERVOIR TO IMPROVE OIL RECOVERY

**Abstract.** The article describes the mechanism of nitrogen application for enhanced oil recovery and for displacement of residual oil in the pore space of the oil reservoir. The experiments' results which conducted in the laboratory were analyzed.

**Keywords.** enhanced oil recovery, nitrogen displacement, porous space, core saturation with oil, vacuum.

**Д.Ж. Абделі[1], С.М. Оздоев[2], А.Э. Конторович[3], Н. Тілеуберді[1]**
([1]Сәтбаев Университеті, Алматы, Қазақстан
[2] Қ.И. Сәтбаев атындағы геологиялық ғылымдар институты, Сәтбаев Университеті, Алматы, Қазақстан
[3]А.А. Трофимук атындағы мұнай-газ геологиясы мен геофизика институты СБ РҒА, Новосибирск, Ресей
E-mail: Nureke-17@mail.ru)

## МҰНАЙБЕРГІШТІГІН АРТТЫРУ МАҚСАТЫНДА ҚАБАТТАҒЫ МҰНАЙДЫ АЗОТПЕН ИТЕРУДІ ЛАБОРАТОРИЯЛЫҚ ЗЕРТТЕУ

**Түйіндеме.** Мақалада қабаттың мұнай бергіштігін арттыру және мұнайлы қабаттың кеуекті қуыстарындағы қалдық мұнайды итеру мақсатында айдау агенті ретінде азотты қолданудың механизмін анықтау қарастырылды. Лабораториялық жағдайда жасалынған сынақтардың нәтижелері талданды.

**Түйін сөздер:** қабаттың мұнайбергіштігін арттыру, азот айдау, кеуекті қуыстар, керннің мұнаймен қанығуы, вакуум.

**Кіріспе.** Бүкіл дүние жүзіндегі және Еліміздегі мұнай-газды кенорындарының басым көпшілігі игерудің соңғы кезеңінде тұрғандықтан, мұнайбергіштігін арттырудың заманауи әдістерін қолдануға және оны зерттеуге жаппай назар аударып отыр. Қазіргі кездегі мұнайбергіштігін арттыру бойынша жүргізіліп жатқан технологиялардың шамасы кенорнындағы мұнайдың жалпы геологиялық қорының тең жартысын немесе оғанда жетпейтін бөлігін алуға ғана жететін болып отыр. Мұнайбергіштігін арттыру немесе қабат қысымын арттыру мақсатында қабатқа айдалатын агенттерді таңдағанда, алынатын мұнайдың өзіндік құны мен оны қолдануға кететін шығынның мөлшеріне баса мән беріледі.

Өндіру ұңғымаларынан мұнай алу процесінде мұнай ағыны терригенді жыныстардың қуыстары арқылы ұңғыма түбіне келетіндігі анық. Алайда, осы қуыстардағы капиллиярлық қысым мен беттік кернеудің әсерінен, әдеттегі жағдайда мұнайдың белгілі көлемі осы қуыстарда қалып қояды.

Математикалық құрылғының көмегімен жыныстардағы қуыстар мен капиллиярлық матрицадан мұнайды азотпен ығыстыру процесін сипаттауға болады [1,4]. Бұл кезде кішкентай қуыстардағы және

капиллиярлық матрицадағы қалдық мұнайға әсер ететін күштер баланысын ескеру керек. Олар: азоттың қысым күші, қалдық мұнайдың тартылу күші, архимед күші, қалдық мұнайдың жыныстың бетіне үйкеліс күші қатарлылар болуы мүмкін.

Қабаттың кенжарлы аймағына жоғары қысымда азотты айдау арқылы жыныстардың ішкі қуыстарындағы қалдық мұнайды өндіру ұңғымаларының түбіне қарай итеру арқылы өндіріп алуға мүмкіндік береді.

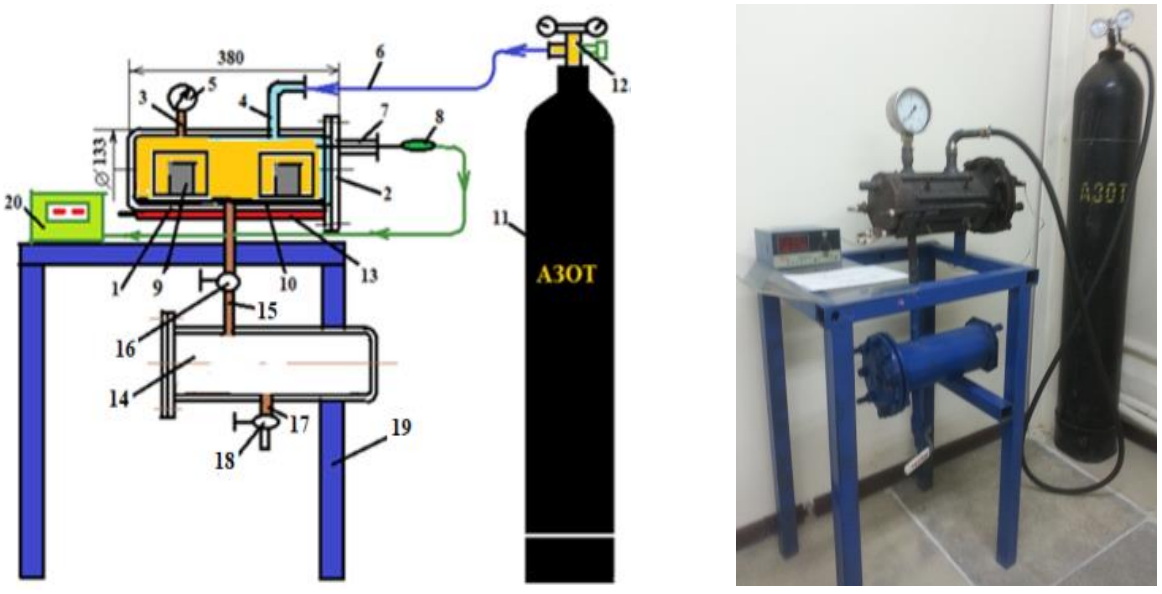
Кенорындарын игеру кезінде мұнайлы қабатқа азотты айдаудың тиімділігі қабаттың кеуекті қуыстарындағы қалдық мұнайды алудың нақты мүмкіндігін береді. Бұл процес азот тығыздығы жағынан мұнаймен салыстырғанда жеңіл газ болғандықтан, жоғары қысымда ұсақ кеуекті қуыстар мен капиллярлы түтікшелерге тез еніп, мұнайды сол қуыстармен итеріп шығу арқылы жүзеге асады [2,3]. Сондықтан, қабаттағы ұсақ кеуекті қуыстар мен капиллярлы түтікшелер арқылы жоғары қысымда мұнайды азотпен айдау барысы мұнай мен газдың тығыздығы әртүрлі болуы себебінен деп қарастырылады.

Лабораториялық зерттеудің міндеті коллекторлы жыныстардағы кеуекті қуыстарындағы қалдық мұнайды азотпен итерудің негізгі механизмін және көпқабатты мұнайлы қабаттарға азотты айдаудың рационалды режимі мен технологилық параметрлерін тәжірибелік жолмен анықтау болып табылады. Дайындалған лабораториялық қондырғылар мұнайға қаныққан кернді барлық жағынан азотпен қысу арқылы моделдің кеуекті қуыстарындағы мұнайды итеру механизмін анықтауға бағытталған.

*Лабораториялық жұмыстың барысы.* Лабораториялық зерттеу жұмыстары профессор Абдели Д.Ж. жетекшілігімен Сәтбаев университетінің мұнай инженериясы кафедрасының зертханасында жүргізілді. Лабораториялық жағдайда мұнайды азотпен айдау тәжірибесін жүргізу үшін, ең алдымен кернді қондырғыға сәйкестендіріп дайындалып алынады. Кернде гі мұнайды азотпен итеру құрылғысына сәйкестендіріп кесіп алғаннан кейін, арнайы қондырғыда керннің кеуекті қуыстары алдын ала, компрессордың көмегімен жоғары қысымда ауамен тазартылып алынады.

Лабораториялық жағдайда кернде мұнайды азотпен итеру механизмі төмендегідей жағдайда жүргізіледі. Керннің кеуекті қуыстары жоғары қысымда ауамен тазартылғаннан кейін, ең алдымен, керн аналитикалық лаборториялық таразымен өлшенеді. Содан кейін, керннің кеуекті қуыстары мұнаймен қанығуы үшін 10 – 12 сағат арнайы ыдыста мұнайға шыланады. Одан соң керннің кеуекті қуыстарындағы ауа көпіршіктерін жойып, мұнаймен толық қанықтыру үшін, арнайы камераға салынып, компрессордың көмегімен вакуум жасалынады. Сөйтіп, керн мұнаймен толық қанықтырылады.

Төмендегі суретте тігінен қойылған қақпағы (2) бар көлденең цилиндірлі корпустан құралған лабораториялық құрылғының сызбасы мен жалпы көрінісі көрсетілген. Цилиндірлі корпустың диаметрі 127мм және ұзындығы 400мм құрайды. Корпустың қақпағы жұмысшы камераның беріктігін қамтамасыз ететін паронитті қалтқы қойылып, болттармен екі жағына қысу арқылы бекітілген. Цилиндрлі корпустың үстіне екі түтікше (3) пен (4) бекітілген, оларға манометр (5) және резина шланга (6) орнатылған.




**1-сурет.** Лабораториялық құрылғының сызбасы (а) мен жалпы көрінісі (б).

Қақпаққа корпустың жұмысшы камерасының ішкі жағына бітеу жағы кіріп тұратын ұяшық (7) орнатылады, ал ұяшықтың ашық жағына термометр датчигі (8) қойылады. Жұмысшы камераның ішіне мұнайға шыланған керн (9) арнайы стаканға (10) салынып қойылады. Стаканның түбінде бос кеңістік болады, оған торлы қалқа жасалады. Жұмысшы камера азотты баллонмен (11) резина шланганың көмегімен манометрлі редактор (12) арқылы жалғанып тұрады. Баллонның ішіндегі азоттың қысымы 15 Мпа құрайды. Цилиндрлі корпустың астына электрлы қыздырғыш (13) бекітіліп, ол жұмысшы камераның ішінде қабаттық температураны жасауға бағытталады. Цилиндірлі корпустан төмен қойма камера (14) орнатылады, оның қосатын түтікшесі (15) мен айырып-қосқышы болады (16). Қойма камера шығаратын түтікше (17) және айырып-қосқышпен (18) жабдықталады. Цилиндрлі корпус пен қойма камера тұғырға (19) орнатылады. Температура датчигі термометрмен (20) жалғасып тұрады.

Лабораториялық жұмысты жүргізу кезінде ауамен қуыстары тазартылып мұнайға шыланған кернді аналитикалық таразыда салмағын өлшеп алып, құрылғыдағы жұмысшы камераға салынады. Жұмысшы камераның қақпағы мықтап жабылып, болттармен бекітіледі. Азотты баллонның краны жұмысшы камераның ішіндегі қажетті қысымға жеткенге дейін ақырындап ашылады. Азотпен айдауды жүргізуге қажетті қысымға жетен кезде азотты баллонның краны жабылады. Керн жұмысшы камераның ішінде 1 тәулік шамасында қалдырылады. Керннің қуыстарынан азотпен итеріліп шыққан мұнай стаканның төменгі жағындағы бос кеңістікке жиналатын болады.

Азотты қысымның әсер етуімен кернді бір тәулік тұрғызғаннан кейін, жұмысшы камераның краны ашылып, азот шығарылады. Цилиндрлі корпустың қақпағы ашылып жұмысша камерадан керн стаканымен қосып шығарылады. Одан кейін, керн аналитикалық зертханалық таразыда өлшеніп арнайы журналға жазылады. Керннің қуыстарынан азотпен итеру арқылы алынған мұнайдың салмағы есептеу арқылы анықталады.

*Лабораториялық жұмыстың нәтижелерін талдау.* Керндегі мұнайды азотпен айдау негізінде бес кернге тәжірибе жасалынып, үш реттен қайталанылып жүргізілді. Тәжірибе жасауға қажетті мұнай Солтүстік Қарамандыбас кенорнынан әкелінді, оның орташа тығыздығы – 0,850 г/см$^3$, тұтқырлығы – 5,08 мПа·с құрайды. Тәжірибе жұмыстары бірінші қондырғыда, коллекторлы жыныстың – керннің жан-жағынан әсер ету жағдайында азотпен моделдің қуыстарындағы мұнайды айдау механизмін қалыптастыруға арналған эксперименталды лабораториялық қондырғыда жасалынды. Ал екінші қондырғыда мұнаймен қаныққан керннің бір жағынан екінші жағына қарай азотпен итеру механизмін қалыптастыруға арналып жүргізілді.

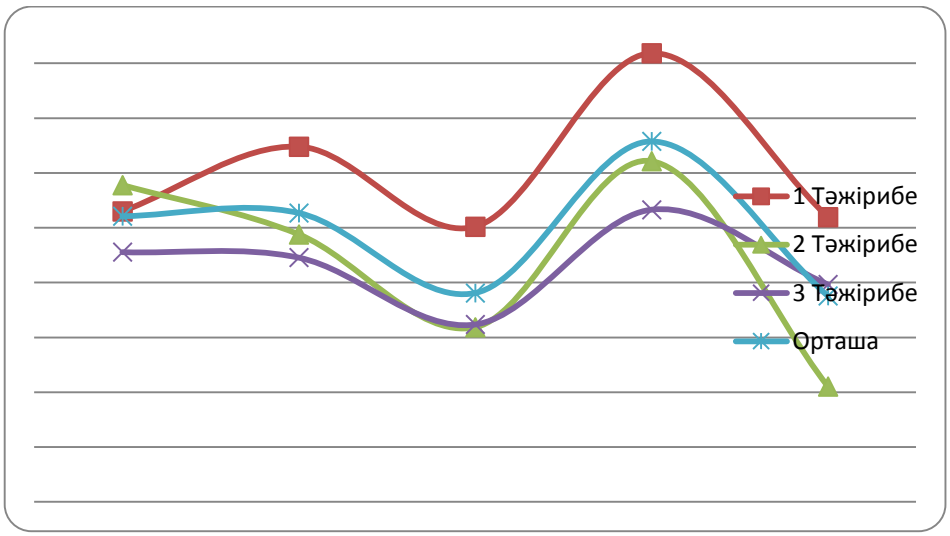
Ең алдымен жоғары қысымда ауамен қуыстарды тазартып алғаннан кейін, керн аналитикалық лабораториялық таразыда өлшеніп алынады. Керннің қуыстарын мұнаймен қанықтыру үшін 10 – 12 сағат бойы стакандағы мұнайға шылап қоямыз. Одан кейін, қуыстардағы ауа көпіршіктерін жою мақсатында мұнайды вакуумда толық қанықтырамыз, ол үшін арнайы камераға салынады және компрессордың көмегімен жұмысшы камераға вакуум жасалынады. Соңында керндегі мұнайды азотпен итеруге арналған бірінші арнайы қондырғыда бірнеше рет мұнайды азотпен итеру тәжірибесі жасалынады. Алынған нәтижелер арнайы журналға жазылып алынып, қажетті есептеулер жүргізіледі.

Ең алдымен тәжірибеге қажетті бес керн жасалынып алынды, олардың мұнаймен қанығуға дейінгі салмағы сәйкесінше 85,05, 91,54, 83,80, 89,01, 88,60 құрады. Оларды арнайы вакуумды камерада 0,7 bar қысымда мұнаймен қанықтырып алғаннан кейін, арнайы зертханалық тараздағы орташа салмақтары 95,47, 102,08, 91,42, 102,16, 96,24 құрады. Сөйтіп, керндердің орташа қанығу салмағы сәйкесінше 10,42, 10,54, 7,62, 13,15, 7,51 құрады (1-кесте).

1-кесте. **Тәжірибе жасауға арналған керннің негізгі параметрлерінің орташа мәндері.**

| | Тәжірибе саны | Керндердің нөмірлері | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Мұнаймен қанығуға дейінгі керннің салмағы (г) | 1 | 85,05 | 91,54 | 83,80 | 89,01 | 88,60 |
| | 2 | | | | | |
| | 3 | | | | | |
| Камерадағы қысым, bar | | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 |
| Мұнаймен қаныққаннан кейінгі керннің салмағы (г) | 1 | 95,65 | 104,50 | 93,84 | 105,38 | 99,39 |
| | 2 | 96,61 | 101,30 | 90,17 | 101,44 | 92,81 |
| | 3 | 94,16 | 100,45 | 90,27 | 99,67 | 96,53 |
| | **Орташа** | **95,47** | **102,08** | **91,42** | **102,16** | **96,24** |
| Қанығуы, г | 1 | 10,6 | 12,96 | 10,04 | 16,37 | 10,39 |
| | 2 | 11,56 | 9,76 | 6,37 | 12,43 | 4,21 |
| | 3 | 9,11 | 8,91 | 6,47 | 10,66 | 7,93 |
| | **Орташа** | **10,42** | **10,54** | **7,62** | **13,15** | **7,51** |

Алынған көрсеткіштерден мұнаймен қанығуы барлық сынамаларда бірдей және олардың мұнаймен қанығуы 7,51 – 13,15 г. арасында екендігін байқауға болады (2-сурет). 1-ші, 2-ші және 4-ші керндердің мұнаймен қанығу мөлшері 3-ші және 5-ші кернге қарағанда көбірек екендігі байқалады (2-сурет).



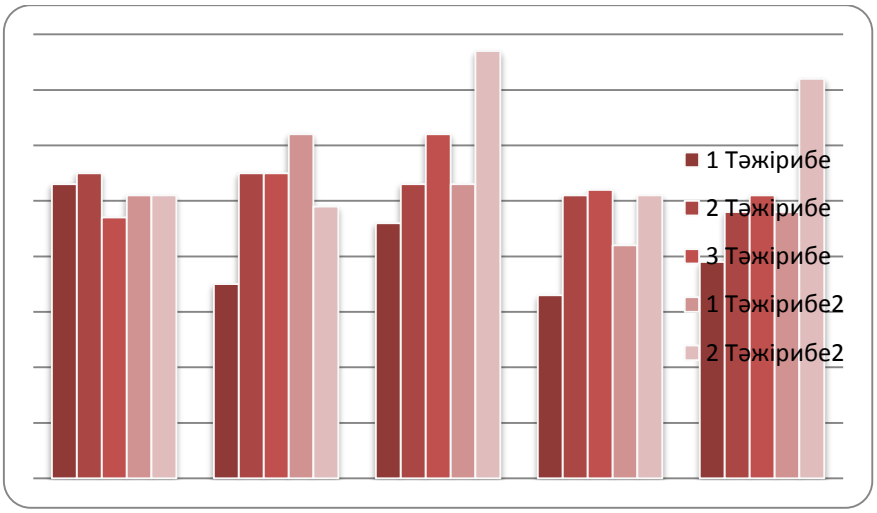

**2-сурет**. Керндердің мұнаймен қанығуының мәндері

Мұнаймен әбден қаныққан кернді ең алдымен 17-суреттегі 1-қондырғыда, содан кейін, 15-суреттегі 2-қондырғыда азотпен итеру лабораториялық жұмысы жүргізілді. Лабораториялық жұмыс 1-қондырғыда 3 реттен, 2-қондырғыда 2 реттен қайталап жасалынды. Камерадағы қысым екі қондырғыдада 5 МПа құрады. Екі қондырғыдағы алынған нәтижелерді қоса есептегенде керндердің мұнаймен қанығуының орташа мәндері сйкесінше 95,39, 101,82, 91,32, 101,48, 95,58 құрады (2-кесте). Азотпен айдағаннан кейінгі керндердің салмағы орта есеппен сәйкесінше 90,07, 96,68, 87,01, 96,53, 93,48 құрады. Сөйтіп азотпен айдау нәтижесінде итеріліп шыққан мұнайдың салмағы орта есеппен сәйкесінше 5,32, 5,14, 4,31, 5,55, 3,10 грамды құрады (3-сурет).

2-кесте. **Коллекторлы жыныстардағы керннің кеуекті қуыстарына азот айдау бойынша лабораториялық жұмыстың нәтижелері**

| | Қондырғы № | Тәжірибе саны | Керндердің № | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Азот айдауға дейінгі керннің мұнаймен қанығуы (г) | 1 | 1 | 95,65 | 104,50 | 93,84 | 105,38 | 99,39 |
| | | 2 | 96,61 | 101,30 | 90,17 | 101,44 | 92,81 |
| | | 3 | 94,16 | 100,45 | 90,27 | 99,67 | 96,53 |
| | 2 | 1 | 95,35 | 101,20 | 91,27 | 100,54 | 98,40 |
| | | 2 | 95,18 | 101,65 | 91,08 | 100,39 | 90,77 |
| | **Орташа** | | **95,39** | **101,82** | **91,32** | **101,48** | **95,58** |
| Камерадағы қысым, МПа | | | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Азот айдаудан кейінгі керннің мұнаймен қанығуы (г) | 1 | 1 | 90,03 | 99,87 | 89,24 | 100,01 | 95,21 |
| | | 2 | 90,28 | 95,96 | 86,79 | 95,13 | 90,80 |
| | | 3 | 89,93 | 95,61 | 86,22 | 94,12 | 92,46 |
| | 2 | 1 | 90,05 | 95,24 | 87,35 | 98,77 | 99,74 |
| | | 2 | 90,06 | 96,72 | 85,47 | 94,63 | 89,19 |
| | **Орташа** | | **90,07** | **96,68** | **87,01** | **96,53** | **93,48** |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Азотпен айдау арқылы итеріліп шыққан мұнайдың салмағы (г) | 1 | 1 | 5,62 | 4,63 | 4,60 | 5,37 | 4,18 |
| | | 2 | 6,33 | 5,34 | 3,38 | 6,31 | 1,01 |
| | | 3 | 4,23 | 4,84 | 4,05 | 5,55 | 4,07 |
| | 2 | 1 | 5,30 | 5,96 | 3,92 | 4,77 | 4,66 |
| | | 2 | 5,12 | 4,93 | 5,61 | 5,76 | 1,58 |
| | **Орташа** | | **5,32** | **5,14** | **4,31** | **5,55** | **3,10** |
| Итерілген мұнайдың үлесі % | 1 | 1 | 53 | 35 | 46 | 33 | 39 |
| | | 2 | 55 | 55 | 53 | 51 | 48 |
| | | 3 | 47 | 55 | 62 | 52 | 51 |
| | 2 | 1 | 51 | 62 | 53 | 42 | 48 |
| | | 2 | 51 | 49 | 77 | 51 | 72 |
| | **Орташа** | | **51,4** | **51,2** | **58,2** | **45,8** | **51,6** |




**3-сурет.** Мұнаймен қанықкан керндегі мұнайды азотпен 1-ші және 2-ші қондырғыда итеріліп шыққан мұнайдың пайыздық үлесі

Лабораториялық жағдайдағы эксперименталді зерттеулердің нәтижесінде мұнайға қанықкан керннің кеуекті қуыстарынан азаотпен итеріліп шыққан мұнайдың үлесі 45,8 – 58,2 % шамасында болды және итерудің тиімділігі әсер ету ұзақтығы мен берілетін қысымға тәуелді екендігі анықталды.

Азоттың тығыздығы мұнаймен салыстырғанда әлдеқайда төмен және газ болғандықтан, жоғары қысымда қабаттағы кеуекті қуыстар мен капиллярлы түтікшелерге кіреді әрі ондағы мұнайды сол кеңістікпен қысымы төмен жаққа қарай итереді. Сондықтан да, кеуекті қуыстар мен капиллярлы түтікшелердегі мұнайды жоғары қысымда азотпен итеру процесі мұнай мен газдың тығыздығының әртүрлі болғандығынан деп қарауға болады.

Бұлай болғанда мұнайлы қабатқа азотты айдау технологиясы іс жүзінде қабаттың мұнайбергіштігін арттыруға мүмкіндік береді деп қорытындылауға болады. Бұл технологияны өндіру ұңғымаларының кенжарлы аймағын азотпен өңдеуге, сонымен қатар айдау ұңғымаларынан қабат қысымын ұстап тұру үшін азот айдау бағыттарына қолдануға болады.

Осыған байланысты, Азот мұнайға қарағанда тығыздығы төмен және газ болғандықтан, жоғары қысымда қуыстар мен капиллиярлық матрицаға интенсивті түрде еніп, олардан қалдық мұнайды қуыстардың бойымен өндіру ұңғымаларына қарай ығыстырады деуге болады. Сол себепті, жоғары қысымда қуыстарда қалдық мұнайды азотпен итеру барысы мұнай мен газдың тығыздығының әртүрлі болуы себебінен жүзеге асады.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Ермаков П.П., Еремин Н.А. Нагнетание азота в пористые среды для увеличения нефтиотдачи // Геология, геофизика и разработка нефтяных месторождений. 1996 (11). Москва. 45-51с.

[2] Siregar S., Hidayaturobbi A. D., Wijaya B. A., Listiani S.N., Adiningrum T. Laboratory Experiments on Enhanced Oil Recovery with Nitrogen Injection // Journal of Engineering and Technological Sciences Institut Teknologi Bandung.Vol. 39 B, No. 1, 2007, 20-27 Received May 29th, 2006.

[3] Jamaluddin A. et al., “An investigation of asphaltene instability under nitrogen injection,” in Proc. SPE International Petroleum Conference and Exhibition in Mexico, 2002.

[4] Игнатьев Н.А., Синцов И.А. Опыт и перспективы закачки азота в нефтегазовой промышленности // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 11-4. – С. 678-682.

Абдели Д.Ж., Оздоев С.М., Конторович А.Э., Тлеуберди Н.

**Лабораторные исследования вытеснения нефти азотом в пласте с целью повышение нефтеотдачи**

**Резюме.** В статье рассмотрены механизм применения азота для повышения нефтеотдачи и для вытеснения остаточной нефти в поровом пространстве нефтяного пласта. Были анализированы результаты экспериментов проведенных в лабораторных условиях.

**Ключевые слова:** повышение нефтеотдачи пласта, вытеснение азотом, пористое пространство, насыщения керна с нефтью, вакуум.

УДК 539.3

**N. Ashirbayev, Zh. Ashirbayeva , A. Imanbetova, P. Sabyrkhanova, A. Beisebayeva**
(M.Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan
ank_56@mail.ru)

## INFLUENCE OF DISCONTINUITY IN BORDER CONDITIONS ON STRESSED-DEFORMED STATE OF ELASTIC BODY

**Abstract.** In the work in a linear formulation, the problem of elastic nonstationary stress waves propagation in a homogeneous isotropic two-support structure, which is a rectangular band, is solved. The wave process is caused by a change in particles velocity vector at points of front boundary of rectangle. Linear system of first-order differential equations, written in terms of stresses and particles velocities, is numerically integrated. Concentration of dynamic stresses in neighborhood of boundary conditions discontinuity is studied. The results of the study are brought to a numerical solution.

**Keywords:** velocity, stress, load, plane deformation, concentration of stresses, numerical solution.

**Н.К. Аширбаев[1], Ж.Н.Аширбаева[1], А.Б.Иманбетова[1], П.Ш.Сабырханова[1], А.Ж. Бейсебаева[1]**
([1]Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова,
Шымкент, Республика Казахстан,
ank_56@mail.ru)

## ВЛИЯНИЕ РАЗРЫВА В ГРАНИЧНЫХ УСЛОВИЯХ НА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ УПРУГОГО ТЕЛА

**Аннотация.** В работе в линейной постановке решается задача о распространении упругих нестационарных волн напряжений в однородной изотропной двухопорной конструкции, представляющей собой прямоугольную полосу. Волновой процесс вызывается изменением вектора скорости частиц в точках лицевой границы прямоугольника. Численно интегрируется линейная система дифференциальных уравнений первого порядка, записанная в терминах напряжений и скоростей частиц. Исследована концентрация динамических напряжений в окрестности разрыва граничных условий. Результаты исследования доведены до численного решения.

**Ключевые слова:** скорость, напряжение, нагрузка, плоская деформация, концентрация напряжений, численное решение.

**Введение.** Несомненный интерес представляют задачи с разрывами в граничных условиях, т.к. информация о концентрации напряжений в окрестности разрыва необходима для практических целей, например, проектирования строительных объектов. Однако, до настоящего времени сравнительно мало решенных задач динамической теории упругости в ограниченных телах с неоднородностями различной конфигурации с использованием численных методов.

Интерес к этим проблемам, обусловленный, в первую очередь, важностью решения сложных практических задач, велик, и дальнейшее совершенствование численных методов в различных модификациях с использованием все более совершенной электронно-вычислительной техники должно привести к существенному развитию данного направления[1-17].

Таким образом, потребности практики определяют круг актуальных научных и практических задач динамики сплошной среды, которые стали предметом исследования настоящей работы.

**Постановка задачи.** Пусть в момент времени t>0 на границе $x_1 = 0$, $-L \le x_2 \le L$ прямоугольника действует равномерно распределенная нагрузка, которая в начале монотонно возрастает до максимального значения $f(t_0)$, а затем монотонно убывает (рисунок 1). На остальных границах прямоугольника заданы граничные условия. Задача состоит в определении параметров волнового поля внутри прямоугольника при условии, что напряженно-деформированное состояние описывается системой дифференциальных уравнений первого порядка для скоростей перемещений $v_1$, $v_2$ и трех линейных комбинаций компонент тензора напряжений $\rho, q, \tau$ [4 ]:

$$v_{1,t} - p_{,1} - q_{,1} - \tau_{,2} = 0\ ;\quad v_{2,t} - p_{,2} + q_{,2} - \tau_{,1} = 0\ ;$$
$$\gamma^2 (\gamma^2 - 1)^{-1} p_{,t} - v_{1,1} - v_{2,2} = 0\ ;\qquad \gamma^2 q_{,t} - v_{1,1} + v_{2,2} = 0\ ;$$
$$\gamma^2 \tau_{,t} - v_{1,2} - v_{2,1} = 0\ . \qquad (1)$$

Здесь индексами 1 и 2 обозначены переменные $x_1$ и $x_2$ соответственно, $\gamma$ -постоянный параметр. Запятая обозначает частную производную по переменной, указанной после запятой.

Систему (1), в прямоугольной области, необходимо интегрировать при граничных условиях

$$v_1 = f(t),\quad v_2 = 0 \quad \text{при} \quad x_1 = 0,\quad -L \le x_2 \le L, \qquad (2)$$

$$p - q = 0,\ \tau = 0 \quad \text{при} \quad |x_2| = L,\quad 0 \le x_1 \le l, \qquad (3)$$

$$v_1 = v_2 = 0 \qquad \forall |x_2| \ge x_2^0 \qquad \text{и} \qquad p + q = \tau = 0 \quad \forall |x_2| \le x_2^0, \qquad (4)$$

где $x_2^0$ - некоторое постоянное число, удовлетворяющее требованию $|x_2^0| \le l$.

Начальные условия, отвечающие состоянию покоя при $t = 0$, принимаются нулевыми

$$v_1(x_1; x_2; 0) = v_2(x_1; x_2; 0) = p(x_1; x_2; 0) = q(x_1; x_2; 0) = \tau(x_1; x_2; 0) = 0. \qquad (5)$$

Граничные условия (4) соответствуют условиям, при которых средняя часть границы $x_1 = l$ свободна от напряжений, а боковые участки ее жестко закреплены. Они имитируют условия работы двухопорной конструкции. При принятом нагружении (2) в теле возникает сложный процесс распространения продольных в направлениях осей $x_1$, $x_2$ и поперечных волн, которые через некоторое время (в зависимости от размеров и скорости распространения возмущений) начинают интерферировать. Необходимо исследовать волновое движение внутри рассматриваемого тела при $t > 0$.

**Методы.** Решение системы уравнений (1) при граничных (2) – (4) и начальных (5) условиях отыскивается разностным методом пространственных характеристик. Алгоритм решения системы уравнений (1) на основе метода пространственных характеристик разработан в [4] для внутренних, граничных и угловых точек и получены соответствующие расчетные конечно–разностные соотношения. Он основан на конечно – разностных соотношениях, полученных интегрированием системы уравнений (1) вдоль бихарактеристик и записанных в узловых точках, на которые разбивается вся исследуемая область (рисунок 1). Однако, они могут быть использованы только в областях с непрерывным изменением всех входящих параметров. Особенностью рассмотренного тела является то, что в точках типа Е (рисунок 1) границы $x_1 = l$ исследуемого тела нарушается «привычная» для динамических задач гладкость функций, т.е. в этих точках искомые функции и их производные терпят разрыв первого рода. Именно на такие особенности не было распространено или вообще, как нам известно, не было метода решения таких задач. В дополнение к известным соотношениям [4] получены расчетные соотношения в особых точках типа Е границы $x_1 = l$ для нахождения искомых функций, в которых граничные условия терпят разрыв первого рода [5].

**Анализ числовых результатов.** Система уравнений (1) была реализована на языке Фортран-90 для быстродействующих персональных компьютеров. Численные результаты приведены для прямоугольной области $0 \le x_1 \le 100$ h, $|x_2| \le 100$ h. Материал тела обладает следующими характеристиками: модуль упругости E=200 ГПа, коэффициент Пуассона $\nu$=0.3, плотность $\rho = 7.9 \cdot 10^3 кг/м^3$, $c_1 = 5817\ м/сек$, $c_2 = 3109\ м/сек$, $\gamma = 1.87$. Параметры волнового поля получены при следующих значениях исходных данных

$$f(t) = At \cdot e^{-st},\ A = 1,\ s = 1,\ k = 0.025,\ h = 0.05,\ |x_2^0| = 50h\ .$$

Здесь A –постоянный множитель, параметр s характеризует скорость изменения внешней нагрузки. Шаг по времени *k* выбран в соответствии с необходимыми условиями

$$\left(\frac{k}{h}\right)^2 \le \min\left\{\frac{\gamma^2}{\gamma^2+1}, \frac{\gamma^2}{2\left(\gamma^2-1\right)}\right\}$$

устойчивости используемой явной конечно–разностной расчетной схемы.

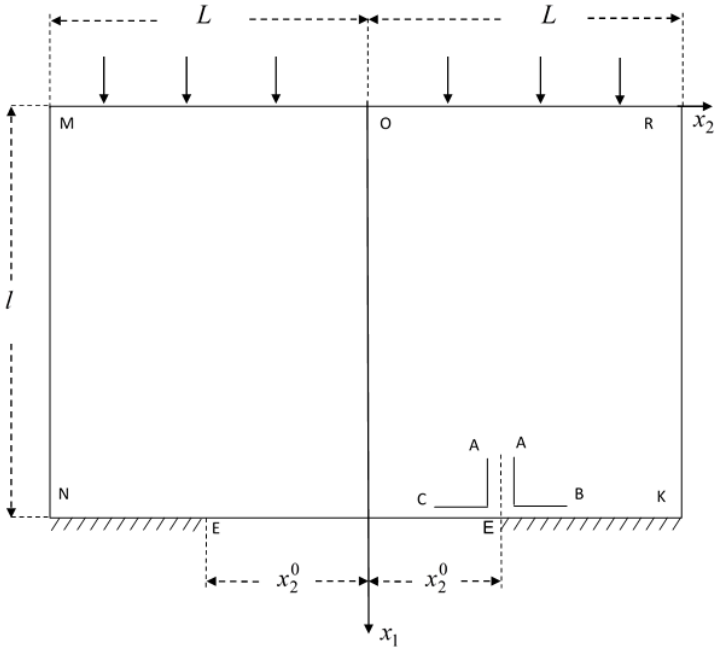



**Рис. 1.** Исследуемая область

Результаты расчетов представлены в виде графиков изменения различных функций в зависимости от времени в фиксированных точках и распределением этих же функций по координате для определенных фиксированных моментов времени. Анализ полученных результатов выявляет некоторые особенности процесса распространения возмущений в исследуемой среде. Из-за симметрии условий закрепления и характера нагружения искомые параметры $v_1$, p, q являются четными, а $v_2$, $\tau$ - нечетными функциями относительно оси $x_2 = 0$. В связи с этим на рисунках 2 – 3 приведены результаты расчетов только для положительных значений $x_2$. Симметричность этих функций подтверждена расчетами, что свидетельствует о корректности счета и достоверности полученных результатов. Фактически расчет был выполнен до момента времени $t = 600 \cdot k$, который соответствует двухкратному отражению волны от тыльной границы прямоугольной полосы.

**Обсуждение.** На рисунке 2 приведено распределение продольных скоростей перемещений $v_1$ по координатам $x_1 / h$ и $x_2 / h$ в момент времени $t = 300 \cdot k$. Полученные результаты показывают, что влияние разрыва $x_2 = x_2^0 = 50h$ в граничных условиях на границе $x_1 = 100\,\text{h}$ на распределение скоростей частиц в рассматриваемой области имеет локальный характер. По мере удаления от особой точки $x_2 = x_2^0$ влияние ее постепенно уменьшается.

На рисунке 3 приведено распределение нормальных напряжений $p + q$ в исследуемой области в момент времени $t = 300 \cdot k$. Изменение напряжения $p + q$ вдоль прямой $x_2 = 0$ достаточно гладкое. На боковой поверхности полосы и вдоль прямой $x_2 = x_2^0$ отмечаются качественные отличия изменения напряжения по оси $x_1 / h$ от их характера в невозмущенных областях. Оно обусловлено наложением дифрагированных волн от угловых точек, особой точки и отраженной волны от закрепленной поверхности. Изменение напряжения $p + q$ по оси $x_2 / h$ показывает, что одномерная волна существенно меняется с приближением к особой точке. Концентрация сжимающих напряжений наблюдается вблизи угловых точек $R(x_1 = 0, x_2 = 100\,\text{h})$, K ($x_1 = 100\,\text{h}$, $x_2 = 100\,\text{h}$) полосы и особой точки E. Максимум напряжений достигает величины $p + q = -2.122$ в угловой точке K ($x_1 = 100\,\text{h}$, $x_2 = 100\,\text{h}$).

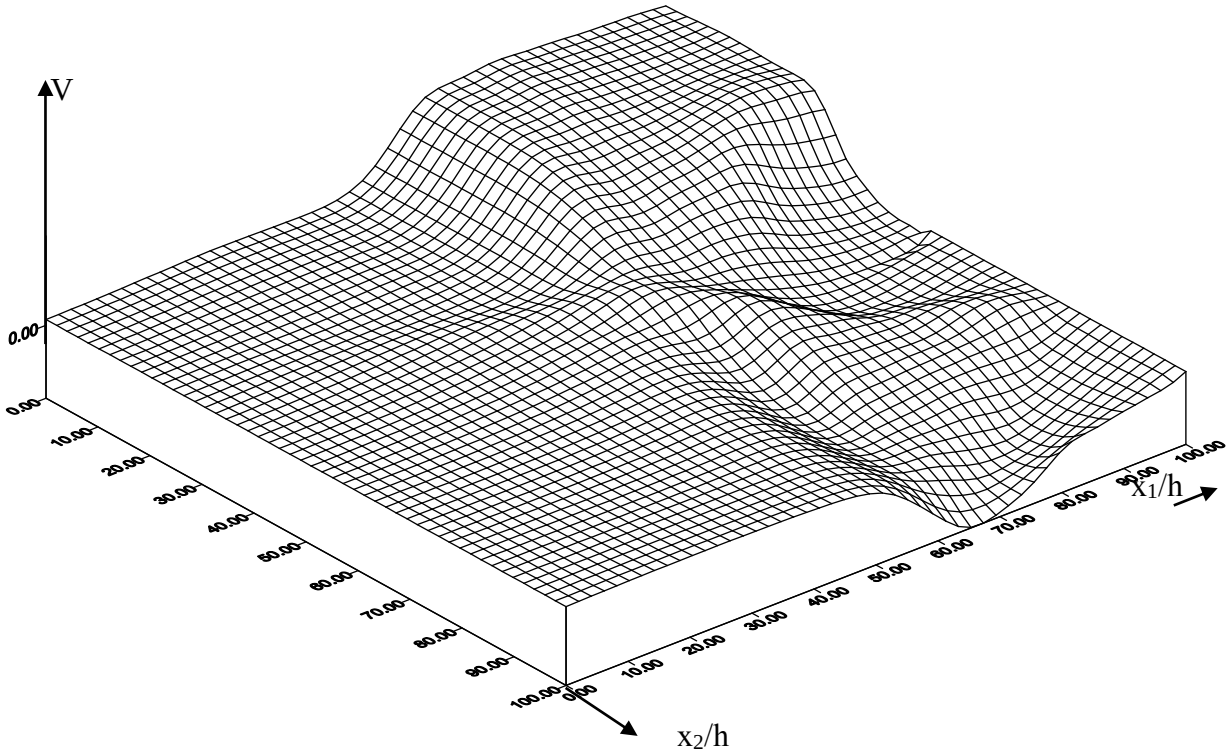



**Рис. 2.** Распределение продольных скоростей перемещений $v_1$ по координатам $x_1 / h$ и $x_2 / h$ в момент времени $t = 300 \cdot k$

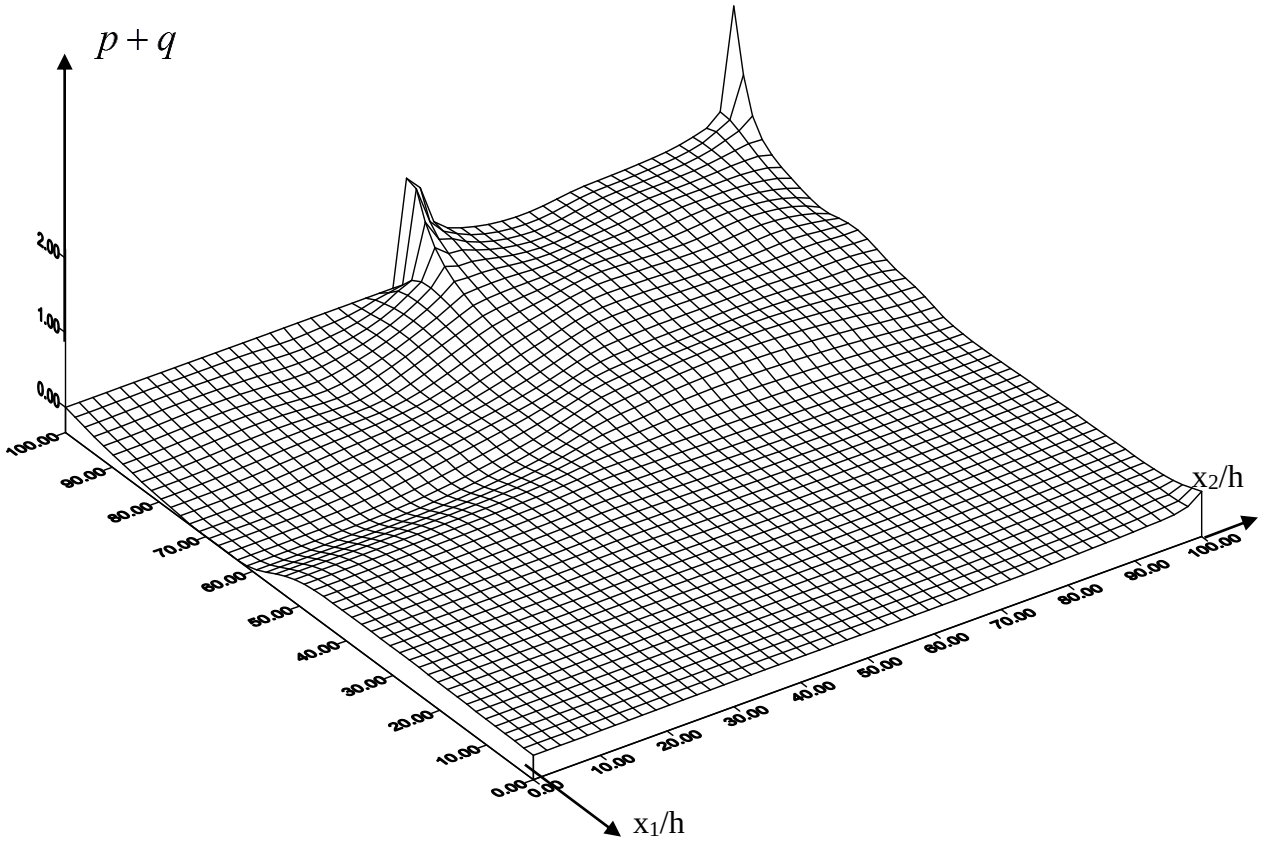



**Рис. 3.** Распределение нормальных напряжений $p + q$ по координатам $x_1 / h$ и $x_2 / h$ в момент времени $t = 300 \cdot k$

**Заключение.** Разработанная методика может быть использована для исследования динамических напряжений при скачкообразном изменении граничных условий, максимально приближенных к реальным типам закрепления ряде инженерных сооружений. В результате проведенных исследований можно заключить, что разработанная методика расчета применительно к нестационарным динамическим задачам достаточно правильно передает основные закономерности и особенности протекающих волновых процессов и позволяет проводить исследование напряженно-деформированного состояния в односвязных и многосвязных средах со сложной системой неоднородностей рассмотренных типов.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Ержанов Ж.С., Каримбаев Т.Д., Байтелиев Т.Б. Двумерные волны напряжений в однородных и структурно–неоднородных средах.–Алма-Ата: Наука, 1983.–171 с.

[2] Кукуджанов В.Н. Деформирование, повреждаемость и разрушение сред и материалов с дефектами и со структурами дефектов // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского, 2011.– №4 (4). –С.1557–1558.

[3] Alexeeva L.A.,Sarsenov B.T. Mathematical model of massive dynamics in the neighborhood of disturbance focus //AIP Conference Proceedings, 2015.– Vol.1676, 020067,DOI: http://dx.doi.org/10.1063/1.4930481.

[4] Clifton R.J. A difference method for plane problems in dynamic elasticity// Quart. Appl. Math.- 1967.-Vol. 25.- No.1.- P. 97-116.

[5] Ashirbayev N., Ashirbayeva Zh., Abzhapbarov A., Shomanbayeva M**.** The features of a non-stationary state of stress in the elastic multisupport construction // AIP Conference Proceedings. 2016, V. 1759, 020039, http://dx.doi.org/10.1063/1.4959653.

[6] Мамаев Ш.М., Борашева Н.Т. Численное исследование распространения динамических возмущений в составных стержнях сеточно-характеристическим методом//Известия НАН РК. – 2015.–№3(301).–С.145–154.

[7] Ashirbayev N., Ashirbayeva Zh. , Shomanbayeva M. " Features of the Wave Field in a Finite Body with a Noncentral Hole," in International Conference «Functional analysis in interdisciplinary applications» (FAIA2017), AIP Conference Proceedings 1880, edited by Tynysbek Kal'menov and Makhmud Sadybekov (American Institute of Physics, Melville, NY, 2017), 060013 (2017); http://doi.org/10.1063/1.5000667.

[8] Аширбаев Н.К., **Аширбаева Ж.Н.** Расчетные соотношения динамической задачи для прямоугольной области с инородными включениями //Вестник КазНИТУ. – 2017. – №4 (122). – С.500–506.

[9] Gavrilov S.N., Herman G.C. Wave propagation in a semi-infinite heteromodular elastic bar suljected to a harmonic loading//J. Sound and Vibr. 2012.–331 с.– № 20.–P.4464-4480.

[10] Kochaev A.L., Brazhe R.A. Mathematical modeling of elastic wave propagation in crystals: 3d-wave surfaces//Acta mechanika, 2011. – Vol.- 222 № 1-2.–P.193-198.

[11] Parvanova S., Dineva P., Manolis George D. Elastic wave fields in a half-plane with free-surface relief, tunnels and multiple buried inclusions// Acta Mechanica. – 2014.– Vol.225.–P.1843–1865.

[12] Lys E.V., Romenski E.I., Cheverda V. A., Epov M. I. Interaction of seismic waves with zones of concentration of initial stresses // Doklady Earth Sciences. - 2013.–Vol.449 (2).– P. 402-405.

[13] Lesan D., Scalia A. On the deformation of or thotropic Cosserat elastic cylinders // Mathematics and Mechanics of Solids, 2011.–Vol. 16(2).–P.177–199.

[14] Israilov M.Sh. Reduction of Boundary Value Problems of Dynamic Elasticity to Scalar Problems for Wave Potentials in Curvilinear Coordinates // Mechanics of Solids. – 2014.–Vol.46, №1.–P.104-108.

[15] Yi-chao Chen. On the dynamic behavior of a class of Cauchy elastic materials// Mathematics and Mechanics of Solids. – 2016.–Vol16(5).– P.563–569.

[16] Dan Sun, Song-Nan Luo The wave propagation and dynamic response of rectangular functionally graded material plates with completed clamped supports under impulse loadoriginal Research Article// European Journal of Mechanics-A/Solids. – 2015.–Vol.30, №3.–P.396–408.

[17] Ashirbayev N., Ashirbayeva Zh., Shomanbayeva M. Influence of heterogeneity of nature of border fixing on the propagation of two-dimensional waves// AIP Conference Proceedings. – 2015.–Vol. 1676, 020067, DOI: http://dx.doi.org/10.1063/1.4930493.

Аширбаев Н.Қ., Аширбаева Ж.Н., Иманбетова А.Б.,Сабырханова П.Ш., Бейсебаева А.Ж.

**Серпімді ортадағы кернеулік-деформациялық жағдайға шекаралық шарттағы үзілістің әсері**

**Түйіндеме.** Жұмыста көлденең қимасы тіктөртбұрыш формалы біртекті изотропты екітіреулі конструкцияда сызықты жағдайда берілген серпімді стационар емес толқындық процесстің таралу есебі шешілген.Тіктөртбұрыштың бет қабырғасына түскен жылдамдық векторының әсерінен толқындық процесс пайда болады. Кернеулер мен жылдамдықтар терминінде қойылған бірінші ретті сызықтық дифференциалдық теңдеулер жүйесі жуықтап интегралданады. Шекаралық шарттағы үзілісті нүктелердің маңайында пайда болатын динамикалық кернеулердің концентрациясы зерттелген.Зерттеу нәтижелері сандық шешімге дейін жүргізілген.

**Түйін сөздер:** жылдамдық, кернеу, күш, жазық деформация, кернеу концентрациясы, сандық шешім.

Ashirbayev N.K., Ashirbayeva Zh.N., Imanbetova A.B., Sabyrkhanova P.Sh., Beisebayeva1A.Zh.

**Influence of discontlnuity in border conditions on stressed-deformed state of elastic body**

**Summary.** In the work in a linear formulation, the problem of elastic nonstationary stress waves propagation in a homogeneous isotropic two-support structure, which is a rectangular band, is solved. The wave process is caused by a change in particles velocity vector at points of front boundary of rectangle. Linear system of first-order differential equations, written in terms of stresses and particles velocities, is numerically integrated. Concentration of dynamic stresses in neighborhood of boundary conditions discontinuity is studied. The results of the study are brought to a numerical solution.

**Keywords:** velocity, stress, load, plane deformation, concentration of stresses, numerical solution.

UDC 004.42

**N.N. Dausheyeva, B.T. Tazhibayeva**
(M.Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan
n.dausheyeva@mail.ru, tbaha80@mail.ru)

**SOFTWARE IMPLEMENTATION OF TEXT SEARCH BASED ON UNDEFINED PARAMETRES**

**Abstract.** Relevance of research is determined by search of solutions of problems that associated with desire to optimize searching time spent for necessary information in search engines. This software is intended for information retrieval of a word in a dictionary with a restriction on the length of a word based on N-gram method, correcting input data using Dahmerau-Levenshtein algorithm, and accelerated search for optimizing time of users of different categories: foreign language students.

**Key words:** fuzzy logic, search, metric, merge of attributes, degree of equality, line space.

The concept of fuzzy set suggested LotfiZadeh, professor form University of Berkeley "as dissatisfaction with mathematical methods of classical theory of systems, which forced to achieve artificial accuracy, inappropriate in many real-world systems, especially in so-called humanistic systems involving people." Consequence of his ideas was the fundamental work of "Fuzzy Sets" in "Information and Control" magazine. [1]

As a beginning of the practical application of theory of fuzzy sets we can considered 1975, when English mathematician Mamdani and Assilyan built the first fuzzy controller to control a simple steam engine [2].

In 1982, Holmblad and Ostergad developed the first industrial fuzzy controller, which was introduced in the management of cement baking process at plant in Denmark. Success of the first industrial controller based on fuzzy linguistic rules "If something" has led to a surge of interest in the theory of fuzzy sets among mathematicians and engineers [3].

By Bartholomew Koscowas provedtheorem of fuzzy approximation, according to which any mathematical system can be approximated by a system based on fuzzy logic [4]. In other words, with the help of natural language statements-rules "If-then", with their subsequent formalization by means of fuzzy set theory, one can accurately reflect an arbitrary "input-output" relationship without using the complex apparatus of differential and integral calculi traditionally used in management and identification [5].

In the simplest case, when you need to make a decision based on the degree of truth, you can divide the set [0,1] into intervals and use branching algorithm if-then, if-else-if.

If fuzzy logic is used to search for a fuzzy criterion, then defuzzification, that is, when fuzzy data from the output of decision block in clear amount that is used to control the object, may not be needed at all [6]. By making a comparison, we will obtain some value of degree of equality for each element of search space. We

can define some minimal degree of equality, values below which we are not interested; for remaining elements, degree of equality will be relevance, by descending which we will sort results. Practical application of theory of fuzzy logic is now reflected in financial structures, among economists, politicians, whose tasks require making quick decisions in the face of uncertainty in behavior of market and society. Fuzzy settheory is very useful, for example, when one operates with such linguistic concepts as "similar person, very similar, slightly similar, unlike", when analyzing video from cameras located in crowded places, under any incident. This theory is applicable even when analyzing the behavior of electorate in conducting any surveys or elections, even when evaluating and analyzing upcoming football match, in many cases when a person has to make decisions in conditions of uncertainty [7].

Notion of fuzzy set is attempt to mathematical formalization of fuzzy information for constructing mathematical models. This concept is based on the idea that elements composing a given set possessing a common property can have this property to different degrees and, consequently, belong to given set with different degrees. With such an approach, statements like "such and such element belong to given set" lose their meaning, since it is necessary to indicate "how much" or to what degree particular element satisfies properties of given set [3].

In our time of information technology, the most common in programming action is the search in various search engines. Search methods can be classified in various ways. In most cases, search is understood as the sampling problem, in which it is required to find an element that satisfies certain conditions. However, there are situations when search is a finding of objects that are similar, in a certain sense, to a given object. In such cases it is customary to talk about use of fuzzy search algorithms.

At the same time, its effective implementation is much more complicated than implementation of simple search for an exact match [8]. In many respects, emergence of tasks of fuzzy search is due to problems of managing quality of data, including those related to the presence of information input errors both in queries and directly in databases.

Problem of fuzzy search is formulated as finding all rows from a given set that are close to a given string by a given metric on the space of rows [9]. Fuzzy search is an important subtask in many modern systems. In information search, it is useful when correcting typos in search queries. That is, if the user made a mistake in writing the request or did not know the correct spelling of term, then the search engine will offer the correct option. This is possible due to the fact that search engine can, guided by dictionary, understand that word entered is not right, and suggest the one closest to it, among those that are in the dictionary. Currently, search is the most common action in both programming and everyday life of computer users.

There are various approaches to implementing fuzzy search.

One of them is the use of fuzzy text search: required object and database table entry are converted to strings by merging attributes, then the degree of their similarity is calculated using algorithms of fuzzy string search.

The problem of fuzzy search in this article can be formulated as follows: "By a given word, find in the text or dictionary of size n all words that coincide with this word or begin with this word, taking into account k possible differences." For example, when requesting "Malina", taking into account two possible errors, find the words "Malinka", "Machina", "Makhina", "Kalina" and so on. In this approach, search by similarity means the search for all words for which the distance (metric) to the search pattern does not exceed a given value.

An important characteristic of fuzzy search algorithms is metric, which allows us to estimate the degree of their similarity. Choice of a suitable metric affects not only the quality of the sample and search speed, but also complexity of the implementation of the index. A good metric of similarity of words takes into account various types of distortions, including deletion, replacement, insertion and transposition of symbols, and, ideally, similarity of sounding of words.

In fuzzy search algorithms, the metric is a function of distance between two words, allowing one to estimate the degree of their similarity in this context. Meanwhile, in most cases a metric means a more general concept, not requiring the fulfillment of such a condition, this concept can also be called a distance [11].

Among the most famous metrics are the distances of Hamming, Levenshtein, and Dahmerau-Levenshtein [12].

In this atricle, the Dauge-Levenshtein distance is chosen as the metric. This is a measure of the difference between two lines of symbols, defined as the minimum number of insert, delete, replace, and transpose operations (permutations of two adjacent characters) required to move one line to another. It is a modification ofLevenshtein distance: an operation of transposition (permutation) of symbols is added to operations of insertion, deletion and replacement of symbols defined in Levenshtein distance. Consider examples [13] that shown below:

- levenshtein('ABC','ABC') = 0
- levenshtein('ABC','ABCDEF') = 3
- levenshtein('ABC','BCDE') = 3
- levenshtein('BCDE','ABCDEF') = 2

Levenshtein distance allows us to subjectively assess how much lines are different from each other. In order to obtainLevenshtein distance between rows s and t (length m and n respectively,indexing starts from zero) and editorial instruction, distance matrix D (dimension m + 1 * n + 1) is computed, each element D [i, j] contains the distance between the first i symbols of string s and the first j characters of string t. For example,Levenshtein distance matrix for the rows s = 'ABC' and t = 'ABF':

| | | *A* | *B* | *F* |
|---|---|---|---|---|
| | 0 | 1 | 2 | 3 |
| *A* | 1 | 0 | 1 | 2 |
| *B* | 2 | 1 | 0 | 1 |
| *C* | 3 | 2 | 1 | 1 |

Columns correspond to substrings of the string t, and rows of the matrix to substrings of s. Row and column with a null index correspond to empty substrings s and t. Each element of this matrix contains the distance between substrings corresponding to its indices. For example, D [3,2] = 1 is the distance between ABC and AB (only one edit is to delete C). Thus, D [3,3] = 1 this is the desired distance between ABC and ABFm(replacement of C by F).

In addition of distance, this matrix contains information about those corrections that need to be made to string s to get string t - editorial instruction, that is, the sequence of actions necessary to obtain the second shortest way from the first line [14]. Usually actions are designated as follows: D - delete, I- insert, R- replace, M- match. For ABC and ABF lines, the editorial order will look like this: $\begin{bmatrix} M & M & R \\ A & B & C \\ A & B & F \end{bmatrix}$

To build an editorial instruction, it is easiest to remember the selected operations during the construction of the matrix. And also, you can analyze the matrix, moving from the lower right corner to the upper left by minimum weights and memorizing moves: move left - I (insert), up - D (delete), left-up - R (replacement), if the symbols differ, otherwise M (match).

To create an algorithm for fuzzy text search, we will use N-gram method [15]. This method was invented a long time ago, and is the most widely used, since its implementation is extremely simple, and it provides quite good performance. Algorithm is based on the principle: "If the word A coincides with the word B with several errors in mind, then they will have at least one common substring of length N with a high probability" [16]. These substrings of length N are called N-grams.

During indexing, word is divided into such N-grams, and then this word falls into lists for each of these N-grams. During the search, query is also divided into N-grams, and for each of them a sequential search of the list of words containing such a substring is made.

Fuzzy comparison function uses two lines as arguments and the comparison parameter - the maximum length of compared substrings. The substrings contain the letters of the Cyrillic alphabet and a space. The result of the function is a number lying in the range from 0 to 1, where 0 corresponds to the complete mismatch of two lines, and 1 - to their complete identity. The comparison of strings occurs according to the following scheme: the comparison function makes all possible combinations of substrings with length up to the specified one and counts their coincidences. The number of coincidences divided by the number of variants is declared as a string similarity factor for a fixed N and is given as the result of the function's work, then the average value for all coefficients is taken.

In the program, Dahmerau-Levenshtein algorithm is represented by 2 modules, scheme of which is shown in Figure 1.

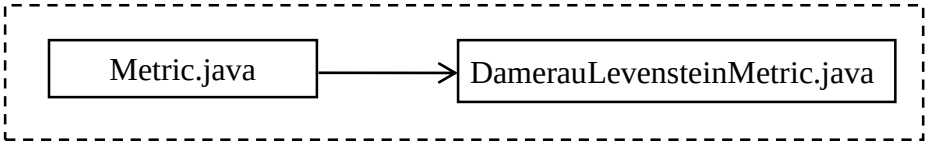



**Figure 1.** Dahmerau-Levenshtein algorithm modules

By using Metric.java module, the distance between two character sequences is calculated, and word is checked for correctness. If the word is entered correctly, search is performed, if there is no need for an adjustment.

Correction of input data for further searching is done in the module DamerauLevensteinMetric.java. In this module, operations are performed to replace, delete, insert or rearrange characters in a word.

After correcting input data, you search for a word in the dictionary using N-gram algorithm, modules of which are shown in Figure 2.

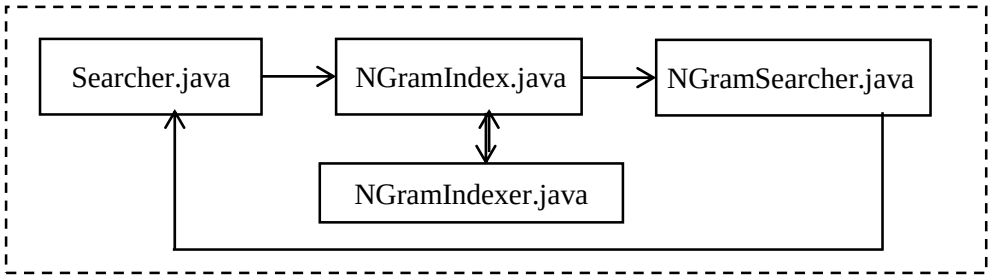



**Figure 2.** Search module

Searcher.java modules return search index used for search. The index is generated in the module NGramIndex.java. NGramIndexer.java is an extension of NGramIndex.java module, which optimizes indexing.

NGramSearcher.java module searches for the specified word in dictionary using previously generated index [17]. Then search results are displayed.

Database connected to the program is connected using JDBC (Java DataBase Connectivity) - a platform-independent industry standard for the interaction of Java applications with various databases, implemented as a package java.sql, which is part of Java SE.

JDBC is based on the concept of so-called drivers that allow you to connect to database using a specially described URL. Drivers can be loaded dynamically (while program is running). Once loaded, driver registers itself and is called automatically when program requires URL containing protocol for which the driver responds.

There are 3 tables in database, each table represents a separate dictionary, used independently. The database is extensible, i.e. you can add new dictionaries (tables) to increase audience of users.

The structure of the file system of the program includes:

- 6 modules in packagefuzzysearch.pack;
- attached library h2-1.4.186.jar is H2 DataBase Engine driver;
- database Dictionary.db, with stored dictionaries;
- packages automatically created by Java;

**Conclusion**

The relevance of the study is determined by the search for solutions to problems associated with the desire to optimize the time spent searching for necessary information in search engines. This software is intended for information retrieval of a word in a dictionary with a restriction on the length of a word based on the N-gram method, correcting input data using the Dahmerau-Levenshtein algorithm, and accelerated search for optimizing the time of users of different categories: foreign language students, students.

REFERENCES

[1] Zadeh L. “Fuzzy sets, Information and Control”. — 1965. — №8. — P. 338-353

[2] Леоненков А.В. Нечёткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. - СПб.: БХВ-Петербург, 2003.

[3] С.Д. Штовба "Введение в теорию нечетких множеств и нечеткую логику"

[4] Коско "Neural Networks and Fuzzy Systems : a Dynamical Systems Approach To Machine Intelligence" (Prentice-Hall, 1992).

[5] Орловский С.А. Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации. — М.: Радио и связь, 1981. — 286 с.

[6] Ротштейн А.П., Штовба С.Д. Влияние методов деффазификации на скорость настройки нечеткой модели // Кибернетика и системный анализ.- 2002.- №1.

[7] Хаптахаева Н.Б., Дамбаева С.В., Аюшеева Н.Н. Введение в теорию нечетких: Учебное пособие.-Улан-Удэ.:ВСГТУ,2004.-68 с.

[8] Штовба С.Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB / С. Штовба. – М: Горячая линия–Телеком, 2007. – 288 с.

[9] Ackerman M.R. Algorithms for the Bregman k-Median Problem. – A dissertation submitted to the Department of Computer Science University of Paderborn, 2009. – 220 pp.

[10] Сёмкин Б. И. К методике анализа разновеликих множеств в сравнительной флористике // Комаровские чтения. Вып. LVI. 2009. С. 170—185

[11] Блейхут Р. Theory and Practice of Error Control Codes. — М.: Мир, 1986. — 576 с.

[12] Расстояние Дамерау-Левенштейна. http://en.wikipedia.org/wiki/Damerau–Levenshtein_distance

[13] Kosko B. Fuzzy systems as universal approximators // IEEE Transactions on Computers, vol. 43, No. 11, November 1994. – P. 1329-1333

[14] Левенштейн В.И., «Двоичные коды с исправлением выпадений, вставок и замещений символов», Доклады Академий Наук СССР. Том 163, № 4, 1965

[15] https://ru.wikipedia.org/wiki/N

[16] Нечёткий поиск в тексте и словаре: http://habrahabr.ru/post/114997/

[17] Dausheyeva N., Sautbekoba A. Труды международной научно-практической конференции «Ауезовские чтения -13», с.42-46, Shymkent,2015

Даушеева Н.Н., Тажибаева Б.Т.

**Анықталмаған параметрлер негізінде сөзді мәтіндік іздеудің бағдарламалық іске асырылуы**

**Түйіндеме.** Зерттеудің өзектілігі іздеу жүйелерінде қажетті ақпаратты іздестіруге жұмсалатын уақытты оңтайландыруға байланысты мәселелерге қатысты шешімдерді іздеу арқылы анықталады. Бұл бағдарламалық қамтамасыз ету N-грамм әдісіне негізделген сөз ұзындығына шектеу қою, сөзді Дермерау-Левенштейн алгоритмі арқылы түзету және түрлі санаттағы пайдаланушылардың (шет тілін үйренумен айналысатындардың, оқушылардың, студенттердің) уақытын оңтайландыру үшін жылдам іздеуге арналған.

**Кілттік сөздер:** анық емес логика, іздеу, метрика, атрибуттарды біріктіру, теңдік дәрежесі, сызықтық кеңістік.

Даушеева Н.Н., Тажибаева Б.Т.

**Программная реализация текстового поиска на основе неопределенных параметров**

**Резюме.** Актуальность исследования обусловлена поиском решения проблем, связанных с желанием оптимизировать время, затрачиваемое на поиск необходимой информации в поисковых системах. Данное программное обеспечение предназначено для информационного поиска слова в словаре с ограничением на длину слова на основе метода N-грамм, коррекции входных данных по алгоритму Дамерау-Левенштейна, а также ускоренного поиска для оптимизации времени работы пользователей различной категории: занимающихся изучением иностранных языков, студентов, учащихся.

**Ключевые слова:** нечеткая логика, поиск, метрика, слияние атрибутов, степень равенства, пространство строк.

УДК: 006.015.5

**Е.М. Нұрсұлтанов, А.З. Айткожаев, А.К. Данлыбаева**
(Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы, Қазахстан.
E-mail: yerlik95@gmail.com)

## КЕШЕНДІ СТАНДАРТТАУ НЕГІЗІНДЕ МЕКЕМЕДЕ ІШКІ АУДИТ ЖҮРГІЗУ ӘДІСТЕМЕЛЕРІН ЖЕТІЛДІРУ

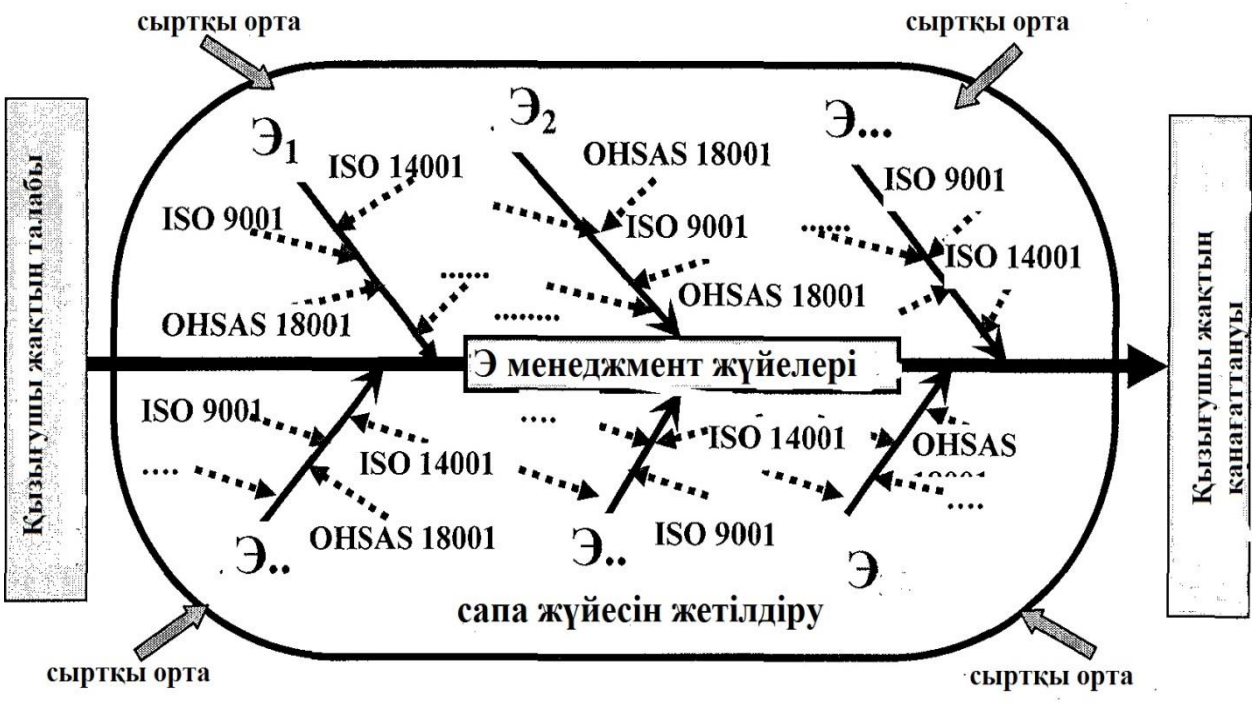
**Түйіндеме.** Бұл мақалада қазіргі уақыттағы мекемеде ішкі аудит жүргізу моделдерінде туындаған кейбір мәселелерді негізге ала отырып, өнім сапасын қамтамасыз ету мақсатында мекемеде кешенді стандарттау негізінде ішкі аудит жүргізу әдістемелерінің модельдері аудит объектілері «жүйе» - «жоба» - «жасау үрдісі» - «өнім» байланысты құрылып, аудит объектілері бойынша аудит жүргізу және аудит объектісіне байланысты қойылатын талаптар әдістемесінің моделін жетілдіру тәсілдері қарастырылған.

**Кілттік сөздер:** ішкі аудит, жүйе, жоба, жасау үрдісі, өнім.

Адамзат дамудың жаңа экономикалық байланыстардың ғаламдануының, ғылыми жаңалықтардың экономиканың негізгі қозғалтқыш күшіне айналған уақытқа қадам басты. Сапа мәселесінің маңыздылығы соншалықты, ол әр адамға және әр жанұяға өз әсерін тигізеді. Қазіргі таңда сапалы бәсекеге қабілетті өнім өндіріп, оны үздіксіз жақсарту қабілеті кез-келген халықтың көркеюі мен дамуының маңызды факторы болып табылады. Сапа қамтамасыз етуде мекемеде ішкі аудит жүргізу үлкен рөл атқарады [1].

Өнім сапасы, қоршаған ортаны қорғау және еңбек қауіпсіздігін қорғау бір-бірімен байланысты және мекеме қызметінің жақсы жақтарын анықтайды. Анықталған статистикалық мағлұматтар бойынша өнімдердің 60%-дан артық талапқа сәйкессіздігі ұйымдастырушылық-басқарудың себептерінен болады. Осы сәйкессіздіктерді жою жүйелік әдістемелер негізінде қолайлы түрде іске асады. Яғни, сапа менеджмент жүйелері, экологиялық менеджмент жүйелер, кәсіби қауіпсіздік менеджмент жүйелері және т.б. халықаралық стандарттар негізінде жасалған жүйелер. Тәжірибе, теория және әдеби қор негізінде жасалған кешенді талдау жүйелерді жеке-жеке енгізу кемшіліктерін дәлелдеді [2]. Олардың кемшілігі келесі: өнімді қамтамасыз ету және сертификаттау шығындарының өсуі, жауапкершілікті бөлудегі, бастықтардың өз құзырын асыра қолдануы және ресурстарды пайдаланудағы қателіктер, функциялардың екі еселенуі, жоспарлау, талдау және есептеме беру жүйелерінің қиындауы, құжаттамалар санының көбейуі және т.б.

Қазіргі заманда ерекше көзге түсетін менеджмент жүйелерін интегралдау арқылы енгізу алға қойылған мақсатқа толық қанды жетуді қамтамасыз етпейді. Менеджмент жүйелерін интегралдау функциясы мекеме алдында тұрған тапсырмалардың бір бөлігін ғана орындайды. Себебі: интегралдау тек стандарт талаптарының негізінде ғана іске асырылады (мекеме менеджмент жүйесінің жалпы жүріп жатқан үрдістерді стандарттау емес). Сонымен қатар менеджмент жүйелерін интегралдау жалпы сапаны басқару (TQM), жетілдіру моделі EFQM және т.б. әдіснамаларын толық қамды іске асыруды қамтамасыз етпейді [3]. Сапа менеджмент жүйесін жетілдіру үшін жалпы (толық, бір) менеджмент жүйесін құру және жетілдірілген әдістемелер, кешенді стандарттауды қолдану керек. Бірыңғай менеджмент жүйесінің графикалық моделі 1-суретте көрсетілген.




**1-сурет.** Бірыңғай менеджмент жүйесінің графикалық моделі

Бірыңғай менеджмент жүйесіне ішкі аудитті мекемеде қолдану моделін құруға осы сөзге анықтама берелік: "мекеменің бірыңғай менеджмент жүйесін – мекеме қызметтерінің жалпыортақ басқаруына негізделген, барлық жақтардың қызығушылығын (тұтынушы, жеткізуші, жасаушы, персонал, қоғам, мемлеккет) қанағаттандыруға бағытталған бір-біріне байланысты және бір-біріне әсер ететін элементтердің жиыны. Бірыңғай менеджмент жүйесінің элементтері 2-суретте көрсетілген [4].




**1-сурет.** Бірыңғай менеджмент жүйесінің элементтері

Мекемеде жүргізіліп жатқан жұмыстардың талапқа сәйкестігін талдау, мекемедегі талапқа сәйкессіздікті азайтуға және жоюға аудиттің орны ерекше. Аудит мекемедегі жүйе, жоба, жасау үрдісі және өнімнің реттеу дәрежесін бағалауға бағытталған және түзету және ескерту қызметтерін енгізуге бағытталады. Өз мақаламда мекеменің бірыңғай менеджмент жүйесіндегі сәйкессіздікті төмендету немесе жоюға ішкі аудит әдістемелерін жетілдіруді таңдадым [5]. Себебі ішкі аудиттің тиімділігі сыртқы аудитпен салыстырғанда шығындарының төмендігінде (ішкі аудиторлық қызметінің құны 35-50 пайызға арзан); ішкі аудиторлардың кәсіпорын жағдайын, жұмыс ырғағын және басқару жүйесін терең білуінде; аудиторлардың тексеруге құрылымдық бөлімдердің жоғары білікті мамандарын тарту мүмкіндігінде [6].

Ішкі аудит жүргізу қажеттілігі кәсіпкерлікпен айналысатын субъектілер арасындағы экономикалық қарым-қатынастар және басқару механизмдерін реттейтін заң актілерінің күрделенуіне байланысты орта және ірі кәсіпорындарда жиі пайда болады. Сондай-ақ, ішкі аудит тиімсіз шығындарға жол бермеу, материалдық және ресурстардың жоғалуының алдын алу, қаржылық қиындықтан шығу бойынша дер кезінде ұсыныстар өңдеу үшін қажет. Басқаша айтқанда, ішкі аудит - ұйымның және оның құрылымдық бөлімдерінің қызметін басқарудың тиімді жүзеге асыруда бақылау құралы. Аудит қызметінің бағыты негізінен ресурстарды үнемді және тиімді пайдалану, өндіріс көлемі мен табыстылықты арттыру, бағдарламалар мақсатына қол жеткізу бойынша ұсыныстар өңдеу мақсатында ұйым қызметін кешенді түрде жүйелі зерттеу болып табылады [7]. Сонымен катар, басқарушы ұйымдардың тапсырысы бойынша ішкі аудиторлардың орындайтын жұмысының мақсаты мен көлемінің алуантүрлі болуына байланысты, біздің пікірімізше, операциялық аудитті үш санатқа бөлуге болады:

- функционалдық шаруашылық жүйесінің бір немесе бірнеше қызметін зерттейді;
- ұйымдастырушылық - кәсіпорынның (саланың, бөлімінің, бөлімшенің) бүкіл жұмысын тексеруді мақсат етеді;
- арнайы - әкімшіліктің ағымдағы қажеттіліктерімен анықталады [8].

Мекемеде ақылдылар талқысы әдісі арқылы ішкі аудит жүргізу модельдерінде туындаған кейбір проблемаларды талданылды. Олар кесте 1 көрсетілген.

**Кесте 1.** Мекемеде ішкі аудит жүргізу модельдерінде туындаған проблемалар

| **Ішкі аудит жүргізу модельдерінің проблемалары** | |
|---|---|
| **теориялық** | **практикалық** |
| 1. Талапқа сай мөлшерленген ішкі аудит жүргізу моделдерінің ғылыми негізінің болмауы.<br>2. Объекттерді, түрлерді, көлемдерді, нәтижелілікті, тиімділікті оңтайлы таңдау және осымен қоса мекеменің дәрежесі, ондағы менеджмент жүйелерінің интегралданған дәрежесі ғылыми негізделмеуі.<br>3. Өнім және жобалардың мекемедегі өмірлік циклінің кезеңдерінің аудитпен корреляциялық байланыссыздығы. | 1. Мекемеде менеджмент жүйелерінде жеке объектілерді практикада диагностикалауға қолданылған аудит халықаралық стандарт талаптарының анықсыздығы.<br>2. Мекемеде басқа менеджмент жүйелерін енгізуге байланысты әр-түрлі объектілерге аудит жүргізудің параллель ұйымдастырылуы.<br>3. Персоналдың алған тәжірибесі және интуициясына байланысты аудит жүргізу. |

| | |
|---|---|
| 4. Сапа аудитінің, экология аудитінің, еңбекті қорғау аудитінің және т.б. аудиттердің бір-бірімен байланыссыздығы.<br>5. Мекемеде менеджмент жүйесінің аумағында сапа аудиторлары; экология аудиторларының және т.б. аудиторлардың құрылымдық ұйымдаспаушылығы.<br>6. ... | 4. Мекемеде барлық объектілерге жүргізілген аудит стандарттарының бір мағыналық түсінікті болмауы.<br>5. Аудит жүргізетін және жүргізілетін персоналды ыңталандыру жүйесінің жеткілікті түрде дамымауы.<br>6. Мекемедегі аудит үрдістеріне және аудит нәтижесіне жоғарғы басшылықтың жеткілікті түрде қызықпауы.<br>7. Әр-түрлі менеджмент жүйелерінің моделдерін енгізуге байланысты аудит жүргізілетін барлық объектілердің шығындарының көбейуі.<br>8. Аудит үрдістеріне байланысты салмақты шығындар. Мысалы: құжаттамалардың көптүрлілігі және т.б.<br>9. ... |

Кешенді стандарттау негізінде ішкі аудит моделін құруға бағдарламалық-мақсатты жоспарлау әдістемесін жасау керек [9]. Кешенді стандарттаудың бағдарламалық-мақсатты жоспарлау әдістемесінде барынша маңызды мәселелердің бірі — ішкі аудиттің кешенді стандарттау бағдарламасының тиімділігін бағалау. Ол жоспарлаудың төрт кезеңінен тұрады:

a) Кешенді стандарттау бағдарламасының тізімін бекіту;
b) Кешенді стандарттау бағдарламасының жобасын әзірлеу;
c) Кешенді стандарттау бағдарлама жобасының ғылыми-техникалық сараптамасы;
d) Кешенді стандарттау бағдарламаны іске асыруды жүргізуге болады.

Кешенді стандарттау бағдарламасының тиімділігін бағалау сенімділігі үлкен мәнде болады, өйткені сол бойынша оны іске асырудың мақсатқа сай екендігі туралы шешім қабылданады [10].

Кешенді стандарттау бағдарламасын қолдана отырып, оған тән негізгі үш әдістемелік принципті қолдану арқылы (жүйелік - сапаның жоғары деңгейін қамтамасыз ету мақсатында өзара байланысқан талаптарды белгілеу; оңтайлылық - кешенді стандарттау объектілерінің оңтайлы атау тізімдемесін және олардың сапа көрсеткіштерінің сандық мәндерін анықтау; бағдарламалық жоспарлау - кешенді стандарттау объектілерінің арнайы бағдарлама-сын мемлекетті, салалық және республикалық стандарттау жоспарына енгізілген олардың элементтерін әзірлеу) ішкі аудиттің логика-математикалық және ақпараттық стандарттау моделі:

1. Нәтижелі және тиімді диагностикалау және сәйкессіздіктердің алдын- алуға, мекемедегі менеджмент жүйелерінің бірыңғай ішкі аудит жүйесі, яғни:

$$A_{\text{Ішкі}} э(\{A_с\},\{A_{еқ}\},\{A_{қоқ}\},\{A_{ақ}\},\{A_{т.б.}\}) \quad (1)$$

Мұндағы: $A_{\text{Ішкі}},\{A_с\},\{A_{еқ}\},\{A_{қоқ}\},\{A_{ақ}\},\{A_{т.б.}\}$ – ішкі аудит, сапа бойынша, еңбекті қорғау бойынша, қоршаған ортаны қорғау бойынша, ақпараттық қорғау бойынша және менеджменттің басқа құрамындағы ішкі аудитттер. Ішкі аудиттердің аудит объектілері бойынша графикалық моделі 3-суретте берілген [11].




**3-сурет.** Объектілер ішкі аудиттің графикалық моделі

2. Ішкі аудит мекеменің өмірлік цикілінің барлық кезеңдерінде, яғни:

$$А_{Ішкі} э(\{ӨЦ_м\},\{ӨЦ_ж\},\{ӨЦ_ө.\}) \quad (2)$$

Мұнда: $А_{Ішкі},\{ӨЦ_м\},\{ӨЦ_ж\},\{ӨЦ_ө.\}$ – ішкі аудит, мекеменің,жобаның және өнімнің өмірлік циклы [12].

3. Ішкі аудитті нәтижелі түрде жүргізу талаптары:

$$А_{Ішкі} э(\{МЖБҚ\},\{ҚІАЖҮ\},\{ІАҚ\},\{ІАЫ\},\{МПЫ\},\{Р\},\{АМ\}) \quad (3)$$

Мұндағы: МЖБҚ – мекеме жоғырғы басшылығының қызығушылығы, ҚІАЖҮ – құжаттамалық ішкі аудит жүргізу үрдісі, ІАҚ –ішкі аудиторлар кваликациясы, ІАЫ – ішкі аудиторларды ынталандыру, МПЫ – мекеме персоналдарын ынталандыру, Р – ресурстар, АМ – аудит мақсаты [13].

4. Нәтижелі және тиімді аудиттерді жоспарлау талаптары, мұнда:

$$\begin{cases} \{А_ж\} є \{МЖЖ\} \\ \{А_ж\} э(\{АМАКА\},\{АКҚ\},\{АБҚ\}\{...\}) \\ \{А_ж\} э\{ТА\} \end{cases} \quad (4)$$

Мұндағы: $А_ж$ – аудитті жоспарлау, МЖЖ – мекемедегі жоспарлау жүйесі, АМАКА – аудиттің мақсатын, аумағын, критерилерін анықтау, АКҚ – аудиторлар командасын құру, АБҚ – аудит бағдарламасын құру, ТА – тәуекелдерді анализдеу [14].

5. Аудитті тиімді жүргізуге аудиторлар құзыреттілігі ұсынылған аудиттің төрт объектілері бойынша анықталу қажет. Аудиторларға қойылған талаптарына ұсынылған модельдер аудит объектілеріне байланысты:

*а) Мекеменің менеджмент жүйесі:*

$$\{МЖІАҚ\} э (\{АӘПБ\},\{ММЖҚБ\},\{ЖМАБИ\},\{ПҚҚАИ\},\{...\}) \quad (5)$$

Мұндағы: МЖІАҚ - менеджмент жүйесінің ішкі аудитор құзыреттілігі, АӘПБ – аудит әдістемесінен және принципінен білімі, ММЖҚБ – мекеменің менеджмент жүйесінің құжаттамалық білімі, ЖМАБИ – жалпы менеджмент аумағындағы білімі иен икемі, ПҚҚАИ – психология және қарым-қатынас аудитінің икемі, {...} – т.б. талаптар [9].

*ә) Жоба:*

$$\{ЖІАҚ\} э(\{АӘПБ\},\{ЖББ\},\{ЖАБМЗЕБ\},\{ММЖҚБ\},\{ЖМАБИ\},\{ЖҚСОТТ\},\{ПҚҚАИ\},\{...\}) \quad (6)$$

Мұндағы: ЖІАҚ – жоба бойынша ішкі аудиторлар құзыреттілігі, ЖББ – Жобаны басқару білімі, ЖАБМЗЕБ – жоба аумағына байланысты міндетті және заңдық ескертпелерді білуі, ЖҚСОТТ – жобаға қатысты сыртқы ортаталаптарын түсіну.

*б) Жасау үрдісі:*

$$\{ЖҮІАҚ\} э(\{АӘПБ\},\{ӨСӘБ\},\{ӨЖҮБ\},\{ӨЖҮТҚБ\},\{ММЖҚБ\},\{ПҚҚАИ\},\{...\}) \quad (7)$$

Мұндағы, ЖҮІАҚ – жасау үрдісіне ішкі аудиторлар құзыреттілігі, ӨСӘБ – өнім және оны сынау әдістемесіне білімі, ӨЖҮБ – өнім жасау үрдісіне білімі, ӨЖҮТҚБ – өнім және жасау үрдісіне техникалық құжаттамалық білімі.

*в) Өнім:*

$$\{ӨІАҚ\} э(\{АӘПБ\},\{ӨСӘБ\},\{ӨТҚБ\},\{ММЖҚБ\},\{ПҚҚАИ\},\{...\}) \quad (8)$$

Мұндағы, ӨІАҚ – өнім бойынша ішкі аудиторлар құзыреттілігі, ӨТҚБ – өнімге техникалық құжаттамалық білімі [15].

**Қорытынды.** Өнім сапасын қамтамасыз ету мақсатында мекемеде кешенді стандарттау негізінде ішкі аудит жүргізу әдістемелерінің модельдері аудит объектілері «жүйе» - «жоба» - «жасау үрдісі» - «өнім» байланысты құрылып, аудит объектілері бойынша аудит жүргізу және аудит объектісіне байланысты қойылатын талаптар әдістемесінің моделін жетілдіру тәсілдері қарастырылды. Ішкі аудиттің дамуындағы ең үлкен кемшілік - теориялық және әдістемелік негіздерінде бірыңғай көзқарастың жоқтығында.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Аванесов Е.К., Иванова Г.Л., Казимировский Е.Л. Методы менеджмента качества: Оценка уровня интегрированности систем менеджмента // РИА «Стандарты и качество». — 2009. — № 9. — С. 13-18.

[2] Детмер У. Системный подход к непрерывному совершенствованию. — Москва: Альпина Бизнес Букс, 200. — 444 с.

[3] Стандарты и качество: Внутренний аудит по ИСО/ТУ 16949 //РИА «Стандарты и качество». — 2006. — № 10. — С. 115-118.

[4] Шичков Н.А., Орлова Е.Г., Семибратов Д.А. Внутренний аудит системы менеджмента: учеб. пособие. - Санкт-Петербург: Регистр-консалтинг — 2004.- 213 с.

[5] Терехова Т.В., Грачев А.Н. Диалог консультанта с внутренним аудитором об аудите систем менеджмента. – Москва: ВЗПИ, 1992. – 255 с.

[6] Швандар В.А. Стандартизация и управление качеством продукции. М.: Юнити-Дана, 2005. - 487 с.

[7] Горбашко Е.А. Управление качеством: учебное пособие. – Санкт-Петербург: 2011. – 384с

[8] Ильенкова С.Д. Управление качеством: учебник для вузов. – М.: юнити-дана, 2010– 352 с.

[9] Кане М.М., Схиртладзе А.Г. Системы, методы и инструменты менеджмента качества: учебник для вузов. – М.: юнити-дана,2010. – 560с.

[10] Мазур И.И. Управление качеством: учебное пособие. – М.: Высшая школа, 2010. – 334с.

[11] Никифоров А.Д. Управление качеством: учебное пособие для вузов. – М.: Дрофа, 2012.- 720 с.

[12] Сергеев А.Г. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник – М.: Юрайт, 2011. – 820 с. – серия: основы наук.

[13] Салимова Т.А. Управление качеством учебное пособие для вузов. – М.: Дрофа, 2008. – 414с.

[14] Химичева А. И. Научные основы проектирования интегрированных систем управления качеством продукции (услуг) на базе международных стандартов : дис. ... доктора тех. наук : 05.01.02 / Химичева Анна Ивановна. – К., 2007. – 417 с.

[15] Хачатуров А. Е. Основы интегрированного М.: Юнити-Дана, 2012. – 317 с.

Нурсултанов Е.М., Айткожаев А.З., Данлыбаева А.К.

**Совершенствование методов внутреннего аудита на предприятиях на основе комплексной стандартизации**

**Резюме.** В статье, основываясь на некоторых проблемах зарождаемых в моделях ведения аудита в современных организациях, рассматриваются способы совершенствования моделей методики требований, устанавливаемых касательно объекту и ведению аудита по объектам аудита и в целях обеспечения качества продукции создаются модели методик ведения внутреннего аудита на основе комплексной стандартизации в организации относительно следующих объектов аудита : "система" - "проект" - "процесс изготовления " - "продукция".

**Ключевые слова:** внутренний аудит, система, проект, процесс изготовления, продукт.

УДК 639.2)5 : 639.311

**M. Abdirakhman, K. Isbekov, A. Assylbekova**
(Kazakh National Agrarian university, Kazakh research institute of fishery,
S.Seifullin Kazakh Agrotechnical university, Almaty, Kazakhstan)

**TOPIC. MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF TILAPIA GROWN IN RAS**

**Abstract.** Currently, it is important to search for new promising breeding sites. Tilapia have: ease of reproduction, rapid growth, high viability, wide ecological plasticity, excellent nutritional qualities, are of great interest for aquaculture in Kazakhstan. The material for conducting scientific-research works served mosambica tilapia (Oreochromis mossambicus). Morphobiological analyses of producers and juveniles were carried out according to generally accepted methods.

**Key words:** Tilapia, RAS, morphobiological analysis, linear growth, fatness, "AllerAqua".

**[1]М.Ш. Әбдірахман, [2]К.Б. Исбеков, [3]А.С. Асылбекова**
([1]Казахский национальный аграрный университет, Казахстан, Алматы
[2]Казахский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства, Казахстан, Алматы
[3]Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина, Казахстан, Астана)

# МОРФОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТИЛЯПИИ, ВЫРАЩЕННОЙ В УЗВ

**Аннотация.** В настоящее время актуальным является поиск новых перспективных объектов разведения. Тиляпии обладают: легкостью воспроизводства, быстрым ростом, высокой жизнеспособностью, широкой экологической пластичностью, отличными пищевыми качествами, представляют безусловный интерес и для аквакультуры Казахстана. Материалом для проведения научного-исследования работ послужило мазамбийская тиляпия (Oreochromis mossambicus). Морфобиологические анализы производителей и молоди были проведены по общепринятым методикам.

**Ключевые слова:** Тиляпия, УЗВ, морфобиологический анализ, линейный рост, упитанность, «AllerAqua».

**Методы.** Контрольный лов проводился каждые 10 дней. Проведены промеры и обработка, анализ включает в себя ; L-общая длина рыбы , I-длина тела без хвостового плавника , Ic-длина головы , H-наибольшая высота тела, Q-масса тела, Fulton-упитанность по Фультону. Обработка имеющего информации велась с использования программы электронных таблиц «Excel».

Морфобиологические анализы производителей и молоди были проведены по общепринятым методикам.

**Результаты.** В период исследований проведено четыре опыта по выращиванию тиляпии УЗВ. Кормление тиляпий осуществлялось импортным комбикормом - «AllerAqua». Изучено влияние типа корма на скорость роста тиляпии, ее выживаемости, величину суточных рационов и кормовых затрат.

Отечественные комбикорма для рыб представляют собой хорошо сыпучие крупки от темно - до светло коричневого цвета, отвечающие физиологическим требованиям рыб. Принятое соотношение компонентов создает полноценный биологический комплекс, позволяющий сбалансировать комбикорма по обменной энергии, протеину, лимитирующим аминокислотам, отдельным витаминам и минеральным веществам. При разработке рецептов продукционных комбикормов для тиляпии, основное внимание уделялось совершенствованию их продукционных свойств - удешевлению, замены дефицитных, дорогостоящих компонентов на нетрадиционное сырье перерабатывающих производств.



**Рис. 1.** Производители Мазамбийской тиляпии

Темп роста молоди тиляпий был изучен путем взвешивания производителей и морфобиологического анализа каждый период . Вначале эксперимента был проведен летний осенний период в УЗВ при постоянной оптимальной температуре воды 22-24$^0$С На таблице (1) приведены данные по морфобиорлогическим признакам тиляпий ,при кормлении отечественного комбикормом в течения всего опыта. По имеющим данным максимальное и минимальное значения массы тела, высота тела и длина головы тиляпий значительно различаются . В начале исследования летнего периода средняя массы тело составляло 179 г ,в конце осеннего периода средняя масса тело составило 312 г. Были исследованы некоторые морфобиологические показатели тиляпиий в УЗВ. Период исследования выживаемость производителей тиляпий оставалось стабильной и составила 100%. Линейный рост тиляпий по обобщенным данным в бассейнах при кормление отечественным и импортным комбикормом соответствуют. Упитанность по Фультону в летний период составляет в среднем 3,7-0,1 ,в осенний период 3,9-0,1. Средняя длинна (L) в начале лето составляла 19,3 см, в конце осеннего периода составила 22,7 см.

Средняя длина тела без хвоста (l) летний период составила 17 см ,в конце осеннего периода 19,8см.

Средняя длина головы (lc) летний период составила 27,9 мм , в конце осеннего периода 32,6 мм. (H) наибольшая высота тела летний период составила 31,25 мм , в конце осеннего периода 52,2.мм. (h) наименьшая высота тела летний период составила 15,1 мм, в конце осеннего периода 19,4 мм.

Таблица 1. **Морфобиологический анализ производителей тиляпий**

| Летний период | | | | Осенний период | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Признаки | n | min-max | M±m | Признаки | n | min-max | M±m |
| L, мм | 20 | 12-24 | 19,3±0,5 | L | 20 | 18-26 | 22,7±0,5 |
| l, мм | 20 | 12-20 | 17±0,5 | l | 20 | 15-22,5 | 19,8±0,5 |
| Q, г | 20 | 50-305 | 179±0,5 | Q | 20 | 120-480 | 312±5 |
| Fulton | 20 | 2,8-4,9 | 3,7±0,1 | Fulton | 20 | 2,6-4,8 | 3,9±0,1 |
| В % от l: | | | | В % от l: | | | |
| lc | 20 | 23,3-32,5 | 27,9±0,5 | lc | 20 | 33,3-35,5 | 32,6±0,5 |
| H | 20 | 12,5-50 | 31,25±0,5 | H | 20 | 46,6-57,7 | 52,2±0,5 |
| h | 20 | 12,5-17,5 | 15,1±0,5 | h | 20 | 16,6-22,2 | 19,4±0,5 |

В таблице 1 приведены данные по морфобиорлогическим признакам тиляпий, при кормлении отечественным комбикормом в течения всего опыта. Эксперименты был проведен в четыре сезона на 20 экземпляров половозрелых рыб. Изучение морфобиологической характеристики проводилось при жизни, исследованию подверглись только основные показатели (L, l, Q, lc, H, h, упитанность по Фультону). При изучении пластических признаков было установлено, что длина головы в отношении к промысловой длине составило в летний период 27,9%, а в осенний 32,6%. Наибольшая и наименьшая высота тела в летний период составили 31,25%, 15,1% и в осенний период 52,2%, 19,4% соответственно. По результатам пластических признаков у производителей наблюдается значительный рост с летнего по осенний периоды.




**Рис. 2.** Измерения тиляпии

По биологическим показателям средняя масса тела производителей в летний период составляло 179г, в конце осеннего периода средняя масса тела составило 312г. Период исследования выживаемость производителей тиляпий оставалось стабильной и составила 100%. Линейный рост тиляпий по обобщенным данным в бассейнах при кормление отечественным и импортным комбикормом соответствуют. Упитанность по Фультону в летний период составляет в среднем 3,7 в осенний период 3,9. Средняя длинна (L) в начале лето составляла 19,3мм, в конце осеннего периода составила 22,7 мм. Средняя длина тела без хвоста (l) летний период составила 17 мм, в конце осеннего периода 19,8мм.

Таблица 2. **Морфобиологический анализ производителей тиляпии**

| Зимний период | | | | Весенний период | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Признаки | n | min-max | M±m | Признаки | n | min-max | M±m |
| L, мм | 20 | 24,5-31 | 26,3±0,5 | L | 20 | 28,4-36,5 | 31,9±0,5 |
| l, мм | 20 | 19-26,5 | 22,9±0,5 | l | 20 | 23,4-30,2 | 26,7±0,3 |
| Q, г | 20 | 180-550 | 369±5 | Q | 20 | 250-750 | 521±5 |
| Fulton | 20 | 1,1-5,8 | 3,23±0,3 | Fulton | 20 | 1,4-4,8 | 2,8±0,2 |
| В % от l: | | | | В % от l: | | | |
| lc | 20 | 41,5-43,3 | 42,6±0,1 | lc | 20 | 42,7-47 | 44,8±0,3 |
| H | 20 | 84,2-90,5 | 88,6±0,1 | H | 20 | 83,7-91 | 87,4±0,3 |
| h | 20 | 28,9- 29,5 | 29,2±0,1 | h | 20 | 32,4-33,4 | 32,9±0,1 |

По данным таблицы 2 приведены данные по морфобиологическим признакам тиляпий. По имеющим данным максимальное и минимальное значения массы тела, высота тела и длина головы тиляпий значительно различаются. В начале исследования зимнего периода средняя массы тело составляло 369г, в конце весеннего периода средняя масса тело составило 521 г . При изучении пластических признаков было установлено, что длина головы в отношении к промысловой длине составило в зимний период 42,6%, а в весенний 44,8 %. Наибольшая и наименьшая высота тела в зимний период составили 88,6, 29,2% и в весенний период 83,7, 32,4% соответственно.По результатам пластических признаков у производителей наблюдается значительный рост с зимнего по весенний периоды. По результатам исследований наблюдался активный рост тиляпии в связи с оптимальной температуры воды, которая за весь период эксперимента постоянной температуре воды 22-24$^0$С.

Линейный рост тиляпий по обобщенным данным в бассейнах при кормление отечественным и импортным комбикормом соответствуют. Упитанность по Фультону в зимний период составляет в среднем 3,23 в весенний период 2,8. За весь период исследований наблюдался равномерный рост.

**Выводы**

В результате проведенного исследования за четыре периода по истечении срока мы имеем следующие результаты: в среднем половозрелость мозамбикской тиляпии наступает в возрасте 3-х месяцев. Линейный рост и упитанность по Фультону в бассейнах соответствует. Из примененного корма лучший показателей по набору массы тиляпии добился импортный комбикорм -AllerAqua, при использовании которого прирост составил 82%. Упитанность по Фультону в зимний период составляет в среднем 3,23±0,3,в весенний период 2,8±0,2. Средняя длинна (L) в начале зимы составляла 26,3мм, в конце весеннего периода составила 31,9мм. Средняя длина тела без хвоста (l) зимний период составила 22,9 мм, в конце весеннего периода 26,7мм. Средняя длина головы (lc) зимний период составила 42,6мм , в конце весенний периода 44,8мм. (H) наибольшая высота тела зимний период составила 88,6мм , в конце весенний периода 87,4.мм. (h) наименьшая высота тела зимний период составила 29,2мм, в конце весенний периода 32,9мм. Результаты по изучению морфобиологических показателей тиляпии соответствовали имеющимся нормативам.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Боронецкая О.И. Использование тиляпии (tilapiinae) в мировой и отечественной аквакультуре // Известия ТСХА. – 2012. – выпуск 1. – С.164-173.

[2] Кияшко В.В., Гуркина О.А., Клименко А.А., Голубева Н.Ю. Тиляпия как объект индустриального аквакультуры //В сборнике: Современные проблемы животноводства в условиях инновационного развития отрасли Материалы Всероссийской научно-практической конференции. 2017. С. 84-87 //elibrary_29017305_38634164

[3] Казахский агротехнический университет им.С.Сейфуллина города Астана, морфобиологический анализ мазамбийской тиляаий в установке замкнутой системы, Вестник 2016. С.170-173.

[4] Козлова Т.В., Козлов А.И., Бубырь И.В., Райлян Н.М., Шоломицкий В.П. Перспективы выращивания товарной тиляпии вусловиях припятского полесья //Веснік Палескага дзяржаўнага універсітэта. Серыя природа наўчых наук. 2014. № 1. С. 38-43. //elibrary.ru/query_results.asp

[5] Боронецкая О.И., Привезенцев Ю.А. Биологические особенности и продуктивные качества рыб тиляпии породы тимирязевская Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии 2011г. №4 С. 131-137 //e.lanbook.com/reader/journalArticle/226591/#1

[6] Боронецкая О.И Использование тиляпии в Мировой и отечественной аквакультуре Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии 2012 год №1 С.164-173 //e.lanbook.com/reader/journalArticle/226634/

[7] Лаврентьева Н.М., Плиева Т.Х. и др., 2002. Выращивание тиляпии на рыбоводном предприятии с замкнутым циклом водоснабжения .Научная статья по специальности Рыбного хозяйство Аквакультура. С.504-639.

[8] Боронецкая О.И Репродуктиные показатели Мозамбикской тиляпии в зависимости от рН реакции водной среды //Известия Тимирязевской СХА, М.2010. – с.85-89

[9] Габер М.М.А. Потребность молоди тиляпии в протеине и эффективность его использования Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии 2007 год №4 С. 132-136 //e.lanbook.com/reader/journalArticle/227183/#6

[10] Выращивание тиляпии на рыбоводном предприятии с замкнутым циклом водоснабжения //Плиева Т.Х., Тетдоев В.В., Лаврентьева Н.М., Михалева Т.А. Прудоводство 2013. № 1. С. 56-59 //elibrary.ru/item.18864424

[11] Привезенцев Ю. А., Бугаец С. А., Парфенов Ф. В. Тиляпия -перспективный объект индустриального рыбоводства. «Таврийский научный вестник», Херсон, 1998.- с. 278-283.

[12] Сыздыков К.Н., Куанчалеев Ж.Б., Баринова Г.К., Марленов Э.Б. Рыбоводно-биологические показатели рыб при выращивании в аквапонике //Вестник государственного университета имени Шакарима города Семей №3 (79) 2017г., с.217-220

[13] Козлова Т.В., Козлов А.И., Бубырь И.В., Райлян Н.М., Шоломицкий В.П. - Перспективы выращивания товарной тиляпии вусловиях Припятского Полесья Вестник Полесского государственного университета. Серия природоведческих наук -2014г. №1 С. 38-43

[14] Куанчалеев Ж. Б. Отработка биотехнических приемов выращивания рыбопосадочного материала ценных видов рыб с целью определения наиболее экономически эффективных 2015-2017 г., Научный отчет Астана с.33-34.

[15] Куракин Игорь Владимирович, Михайличенко Дмитрий Викторович, Пономарев Сергей Владимирович, Федоровых Юлия Викторовна, Баканева Юлия Михайловна, Мирошникова Елена Петровна – Рецептура кормов для тиляпии выращивамой в индустриальных условиях Вестник Оренбургского государственного университета - 2015г. №6 С.49-56

УДК 530.1, 681.3.06

**R. Uskenbaeva, A. Altayeva***
(International Information Technology University
Almaty, Kazakhsatn,
*E-mail: aikosha1703@gmail.com)

## INTELLIGENT MICROCLIMATE CONTROL IN SMART BUILDING

**Abstract.** The optimization of thermal processes in buildings is important aspect of the energy saving reserve. A rapid method of settlement and experimental control of energy conservation based on specific characteristics of the thermal energy consumption for heating, ventilation of the buildings and the rapid development of wireless sensor networks can be used in a variety of monitoring parameters in our life. Today's world has become very advanced with smart appliances and devices such as laptops, tablets, TVs, smartphones with various functions and their use has been extremely increased in our day-to-day life. In this paper, we do exploring about main factors of microclimate of indoor environment. In our days building energy management is a major topic of research and development, as well as, buildings constituting the substantial amount of energy consumption in the worldwide. One of the main methods for reducing energy consumption is the development of an automated controller for energy saving in a building by maintaining a level of comfort for residents. Based on the fuzzy logic in this article, we introduce an alternative way to save energy. Fuzzy logic was used by people to control heating, ventilation and humidification devices based on the energy consumption model. The simulation results illustrate the behavior of the entire system and each control parameter.

**Key words** — Smart City, HVAC, Energy Consumption, Comfort Level, Fuzzy Logic.

### Introduction

At present, in the context of improving energy efficiency, developing an adaptive self-learning system with the ability to predict the temperature field based on a minimum set of input data in order to maintain a given indoor environment is an especially urgent task [1]. However, given the uncertainty of conditions affecting the indoor climate, the optimal solution to the problem is the use of fuzzy logic [2, 3]. In this study, we propose to consider one of the most promising ways to control heating/air cooling in the living room that can improve the energy efficiency of maintaining a given climate system as a whole through the use of an adaptive algorithm based on fuzzy logic.

In general, indoor air depends on several key factors including, air temperature, relative humidity, pressure, etc. [4]. Moreover, pressure and humidity can be roughly uniform throughout the entire volume of the room. Optimum climate control in the room cannot be realized in the absence of data on air temperature at each point of spaced

Thus, as a minimum, it is necessary to construct a thermal field (gradient) in a horizontal section of the room. This requires the use of special techniques based on scanning the room space with ultrasonic waves that are beyond the scope of this article. In the future, we will simply assume that the value of the temperature data at each point in space that we cut a horizontal plane is known with high accuracy (± 0.05 $^{o}$C).

The successful implementation of the Fuzzy-control system will largely depend on how the fuzzification management problem is solved. Therefore, it is necessary to form the linguistic variables for the comfort microclimate parameters.

Traditional automated process control systems use linear models of objects based on some optimality criteria. Thus, the obtained regulators are optimal and resistant to lie down in their base models of real processes, facilities management or regulation[4]. However, in most cases, optimization and linearization techniques applied to non-linear, dynamic, and clearly defined objects do not give the expected results in real process control. Owing to the increasing complexity of the structure of the objects and their role, the use of classical methods of management is becoming increasingly difficult[5, 6].

The proposed method uses a setting for environmental conditions suitable for human comfort, for the largest index of discomfort conditions: the system measures the room temperature and automatically selects the suitable mode[6]. The selection is based on practical analysis. The standard preferences of people staying in the room are given as a sample. The values D reflect the levels of various factors; these values are dependent on human health and include temperature, humidity, air flow rate, the type of clothing (summer / winter), among others.

The micro-climate in the room is a fundamental factor for a healthy life and is determined by a number of physical quantities, such as temperature and humidity, the concentration level of harmful substances in it and the rate of air flow (wind). From these factors depends on whether the subject feels the "thermal comfort", it is hot or cold [7, 8]. Comfort condition is that the body does not need the thermoregulatory mechanisms, i.e.

a human would not have needed to experience any tremors or sweating and blood flow could maintain a constant speed in the peripheral organs. This condition corresponds to the thermo neutral zone. Fig. 1 shows the boundaries of comfort depending on the temperature and humidity of the air [9, 10].

In order to maintain a given level of microclimate and indoor air quality it is necessary to develop control system with economic power consumption for a given operating conditions. Design of fuzzy controller is cyclically flowing process that only after much iteration can achieve the desired quality of management. Fig. 2 illustrates design and optimization of fuzzy controller procedure[11].

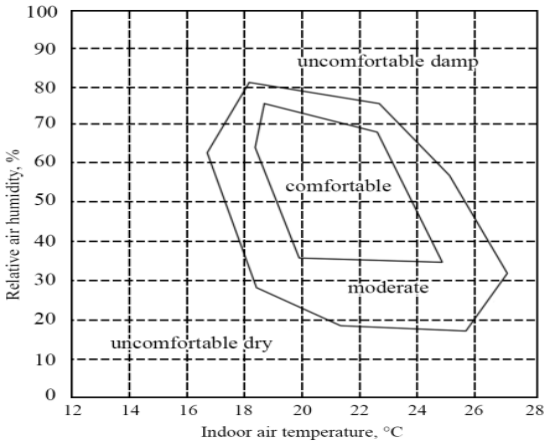



**Fig.1.** Room comfortable conditions indexes given on the basis of International and European standards and ISO 7730 recommendations [6]

Air flow control system in a large building should be designed for a variety of different modes of operation as external weather conditions and the number of people inside periodically changes from day to night, from season to night, from season to season[12]

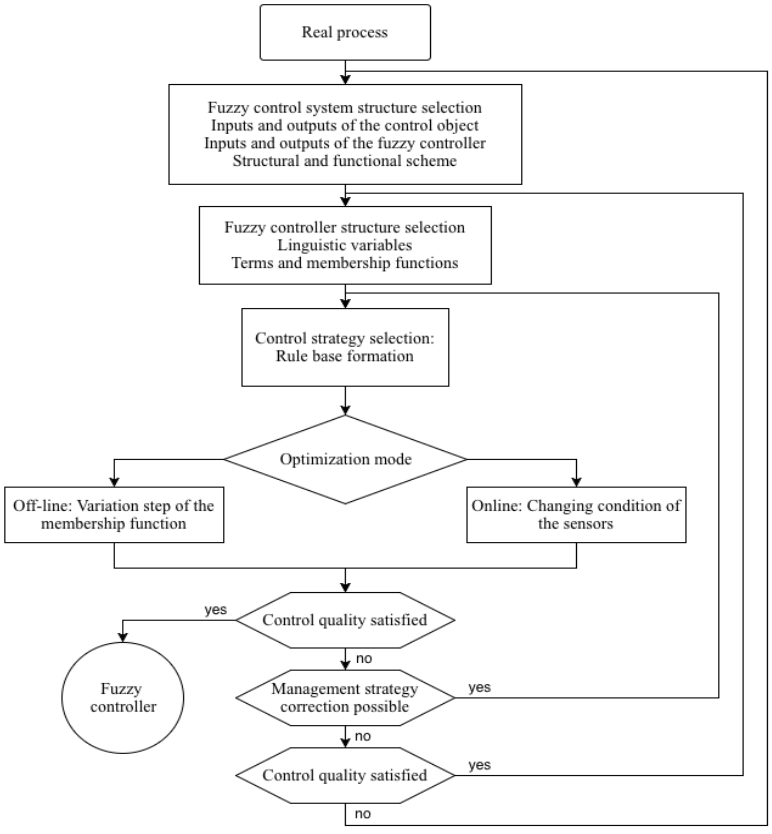
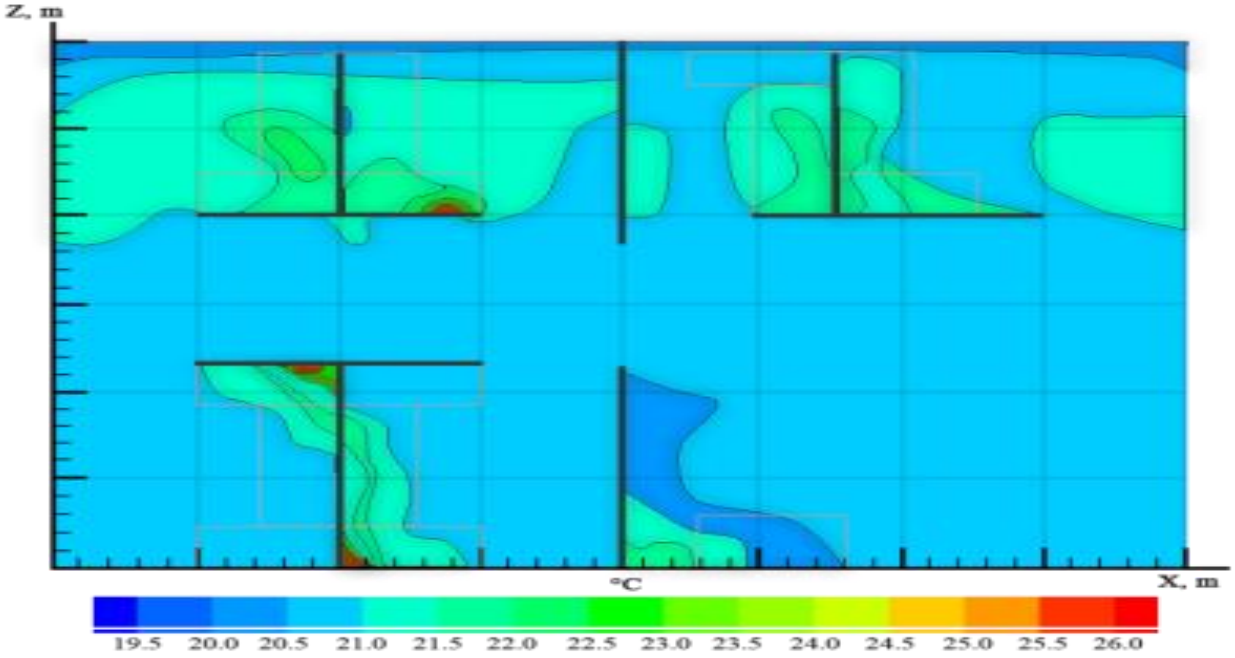



**Fig.2.** Fuzzy controller design and optimization algorithm

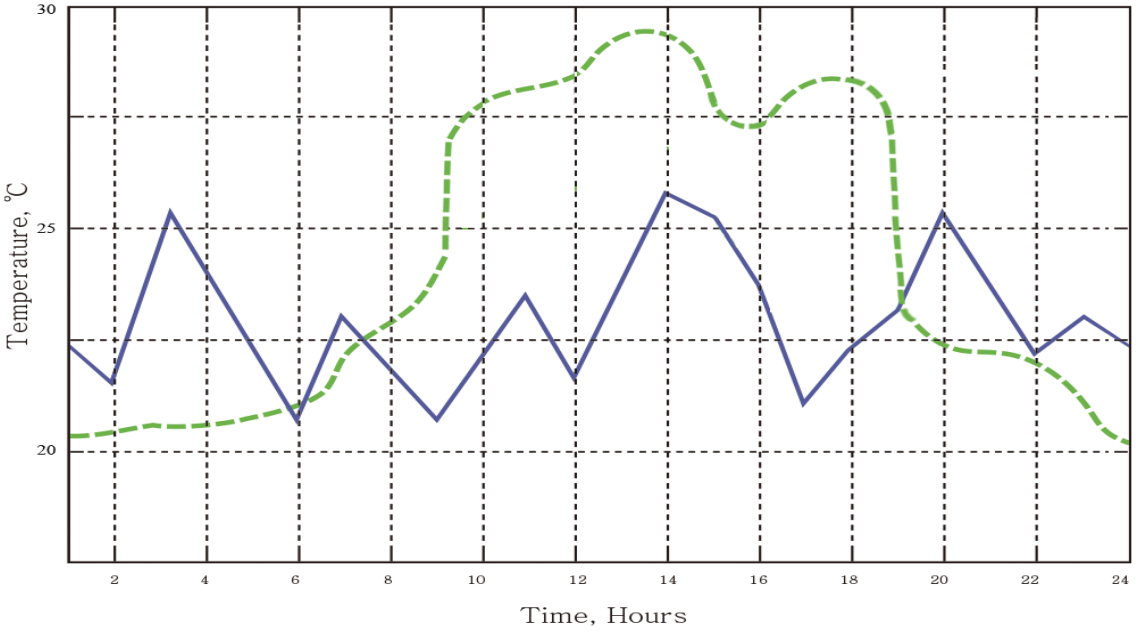
Communication between the input and output data done through distinct linguistic transformation of the input data. Finding the input membership functions can be performed through the implication and the summation, using the rule base and defuzzification of linguistic output in numerical values (degree of heating or cooling) [13]. Negative numbers refer to the degree of heating and positive values - to the degree of cooling. The output value of the controller - it is a discrete number of [-2, 1, 0, 1, 2, 3…].

**Experimental results**

Fig. 3 illustrates comparison of temperature set points using our system and conventional heating system.



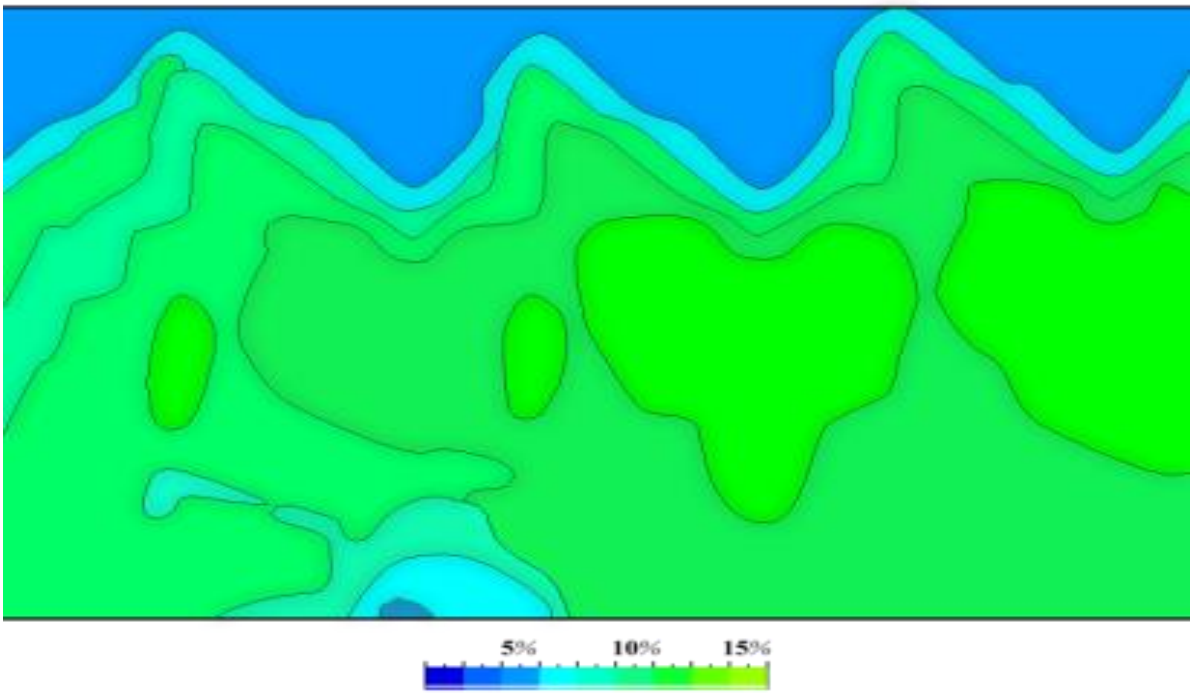

a) Simulation of air temperature distribution



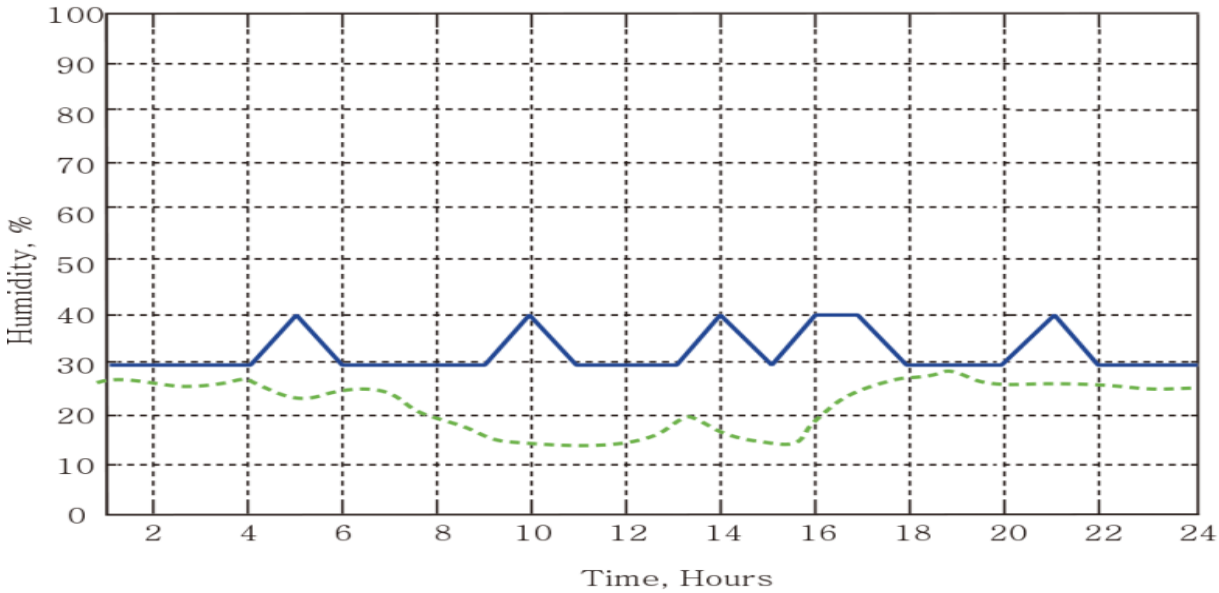

b) Experiments with air temperature variation

**Fig.3.** Air temperature variation in a smart home

The change in temperature with time. Green line means temperature changes using a conventional system, Blue line illustrates temperature changes using our approach. Fig. 3a shows distribution of indoor environment temperaturein a smart home. Fig. 3b shows experiment results. As it is illustrated in the graph (Fig. 3b), when we use our proposed fuzzy based microclimate control system temperature is changed between 21ºC to 26 ºC that coincides with comfort level of temperature. For comparison, the majority of time of conventional heating system goes out of comfort level border[14].




a) Simulation of relative humidity distribution in a smart home




b) Experiment results with relative humidity variation

**Fig. 4.** Humidity distribution and variation in a smart home

Fig. 4 illustrates simulation and experimental results of comparison of the humidity changes in conventional system and our approach. Green line shows conventional humidity changing, and Blue line shows humidity changing using our approach When using our approach humidity changes between 50% and 60% that coincides to comfort climate of ASHRAE [6] and European standards and ISO 7730 recommendations [15]. These results make it clear that the system can be optimized by adjusting comfort intervals.

**Conclusion**

Nowadays, energy-saving automatic heat management system are an integral part of the "Smart House" systems. There are practically no methods and information technologies for microclimate management, considering all the advantages and achievements of modern methods, there is practically no system that is automatically configured for each object.

In the article, on the basis of theoretical and experimental studies of fuzzy logic, the current scientific and technical problem of the development of mechatronic systems for the climate control of a building realized on the basis of providing their comfortable human habitation and economic modes of operation is considered.

Using the proposed intelligent system will reduce to an average of 20-30% of the amount of heat used for heating the premises by taking into account the wishes of maintaining comfortable indoor conditions. In the next research, we will explore neuro-fuzzy logic model of automated micro-climate control system.

REFERENCES

[1] Analysis of Energy Performance and Indoor Climate Conditions of the Slovak Housing Stock Before and After its Renovation / V. Földváry, H.P. Bukovianska, D. Petráš. Energy Procedia, vol.78, November, pp. 2184-2189. 6th International Building Physics Conference, IBPC (2015)

[2] Abraham, S., Li, X.; A Cost-Effective Wireless Sensor Network System for Indoor Air Quality Monitoring Applications. Procedia Computer Science. 34, pp. 165-171 (2014)

[3] H. Zhang, A. Ukil, "Framework for Multipoint Sensing Simulation for Energy Efficient HVAC Operation in Buildings," Yokohama, Japan, Nov. (2015), 41st IEEE Annual Conf. on Industrial Electronics-IECON.

[4] Z. Wang, R. Yang, L. Wang. Intelligent multi-agent control for integrated building and micro grid system Proceedings: IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Anaheim, pp. 1–7 (2011)

[5] deDear RJ, BragerGS. Thermal comfort in naturally ventilated buildings: revisions to ASHRAE Standard 55.EnergyandBuildings 2002; 34(6):549–61.

[6] ISO 7730, Ergonomics of the Thermal Environment e Analytical Determination and Interpretation of Thermal Comfort Using Calculation of the PMV and PPD Indices and Local Thermal Comfort Criteria. International Organization for Standardization, Geneva, 2005.

[7] Case Study: Barcelona's Smart City Strategy, September 19, 2014, http://www.c40.org/case_studies/barcelona-s-smart-city-strategy

[8] Amsterdam Smart City site, https://amsterdamsmartcity.com/

[9] Which Vendors Have Gotten Smart (Computing, That Is)?, posted by Andrew Bartels on January 7, 2011, Forrester site, http://blogs.forrester.com/andrew_bartels/11-01-07-which_vendors_have_gotten_smart_computing_that_is

[10] Alfonso Velosa, Bettina Tratz-Ryan, Luis Anavitarte, Hiranya Fernando. Market Trends: Smart Cities Are the New Revenue Frontier for Technology Providers, 2011. – Gartner, 01 April 2011, ID: G00210890

[11] Rafael Achaerandio et.al. Smart Cities Analysis in Spain. – IDC White Paper, Sept 2011, http://www.slideshare.net/cibbva/idcwp38-t-print

[12] Namiot D., Sneps-Sneppe M. On IoT Programming //International Journal of Open Information Technologies. – 2014. – Т. 2. – №. 10. – С. 25-28.

[13] Hernández-Muñoz J. M. et al. Smart cities at the forefront of the future internet. – Springer Berlin Heidelberg, 2011. – С. 447-462.

[14] Survey of Urban Platforms https://eu-smartcities.eu/content/survey-urban-platform

[15] Memorandum of Understanding─Towards Open Urban Platforms for Smart Cities and Communities http://www.fokus.fraunhofer.de/en/fokus/news/mou_opencities_2015-06

Ускенбаева Р.К., Алтаева А.Б.*

**Ақылды ғимараттағы зияткерлік микроконтроллерді басқару**

**Түйіндеме.** Ғимараттардағы жылу процестерін оңтайландыру, энергия үнемдеу қорының маңызды аспектісі болып табылады. Жылу энергиясын тұтынудың нақты сипаттамаларына, ғимараттардың желдетілуіне және сымсыз сенсорлық желілердің жылдам дамуына негізделген энергияны үнемдеуді есептеудің және эксперименталды бақылаудың жылдам әдісі біздің өміріміздегі әртүрлі мониторинг параметрлерінде пайдаланылуы мүмкін. Қазіргі таңда энергияның басты бөлігін тұтынатын ғимараттар болып табылатындықтан, энергияны үнемдеу мәселесі мақаланың өзектілігі болып отыр. Айқын емес логикаға сүйене отырып, энергияны үнемдеудің баламалы

әдісін енгіземіз және де оны адамдардың энергияны тұтыну үлгісіне негізделген жылыту, желдету және ылғалдандыру құралдарын бақылау үшін пайдаланамыз. Модельдеу нәтижелері бүкіл жүйенің мінез-құлқын және әрбір басқару параметрін көрсетеді.

**Түйін сөздер**: Ақылды қала, Жылу, Желдету, Ауаны баптау, Энергияны тұтыну, Жайлылық деңгейі, Анық емес логика.

Ускенбаева Р.К., Алтаева А.Б.

**Интеллектуальный микроклимантный контроль в умном здании**

**Резюме.** Оптимизация тепловых процессов в зданиях является важным аспектом энергосберегающего резерва. Быстрый метод расчета и экспериментального контроля энергосбережения, основанный на конкретных характеристиках потребления тепловой энергии для отопления, вентиляции зданий и быстрого развития беспроводных сенсорных сетей, может использоваться в различных параметрах мониторинга в нашей жизни. Одним из основных способов снижения энергопотребления является разработка автоматизированного контроллера для экономии энергии в здании, поддерживая уровень комфорта для жителей. Основываясь на нечеткой логике в этой статье, мы вводим альтернативный способ экономии энергии. Нечеткая логика использовалась людьми для управления устройствами нагрева, вентиляции и увлажнения на основе модели энергопотребления. Результаты моделирования иллюстрируют поведение всей системы и каждого параметра управления.

**Ключевые слова** Умный город, ОВК, потребление энергии, уровень комфорта, нечеткая логика.

ӘӨЖ 620.22

**Р.К. Ускенбаева[1], А.Б. Алтаева[1], Б.С. Омаров[2]**
([1]Халықаралық Ақпараттық Технологиялар Университеті, Алматы, Қазақстан
[2] Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы, Қазақстан)
*E-mail: aikosha1703@gmail.com

## ЭНЕРГИЯҒА АРНАЛҒАН АЙҚЫН ЕМЕС ЛОГИКАҒА НЕГІЗДЕЛГЕН КОНТРОЛЛЕРДІ ЖОБАЛАУ

**Андатпа.** Зерттеу мен дамытудың негізгі тақырыбы ғимараттардағы энергияны басқару, сондай-ақ бүкіл дүние жүзінде ғимараттар энергияның айтарлықтай көп бөлігін тұтынады. Ғимаратта энергия тиімділігін басқару үшін автоматтандырылған контроллерді жобалау тұрғындардың жайлылығын сақтау арқылы энергияны тұтынуды азайтудың негізгі әдістерінің бірі. Бұл мақалада айқын емес логикаға негізделген энергияны үнемдеудің балама жолын қолданамыз. Энергия моделін модельдеу және жылу, вентиляция және ылғалдандыру құрылғылары үшін айқын емес логика кеңінен қолданылады. Модельдеу нәтижелері бүкіл жүйенің беталысы мен басқару параметрлері элементтерінің арасындағы байланысымен көрсетіледі.

**Кілт сөздер**: ЖЖК(Жылыту, желдету, кондиционерлеу), жайлылық деңгейі, энергияны тұтыну, микроклиматты басқару жүйесі.

**Кіріспе.** Қазіргі уақытта, энергия тиімділігін арттыру, ең аз кіріс жиынын негізге ала отырып температура өрісін болжау қабілеті бар бейімделгіш өзін-өзі оқыту жүйесін дамыту тұрғысы берілген ішкі ортаны сақтау үшін ерекше өзекті мәселе болып табылады. Алайда, ішкі климатқа әсер ететін белгісіздікті ескере отырып, мәселені шешудің тиімді тәсілі айқын емес логиканы қолдану болып табылады.

Жалпы алғанда, ішкі ауа жағдайы бірнеше негізгі факторларға тәуілді, соның ішінде ауа температурасы, салыстырмалы ылғалдылық, қысым және т.б. Бөлме температура өрісі басқарылатын (жылытқыш, кондиционер) немесе басқарылмайтын (күн сәулесі, бөлмеде қосымша конвекциялық ағымдарды туғызатын қабырға, терезелер мен есіктер) көлденең немесе тік орналастырылған жылу көзіне тікелей байланысты. Бөлме климатына әсер ететін маңызды параметрлер қатарына сыртқы температура мен қысым да кіреді. Егер осы парамертлер мәндері жоғары дәлдікпен өлшенетін болса, алдын ала сыртқы орта өзгерістеріне жауап қайтара алатын жүйеге мүмкіндік беретін сыртқы орта ауа-райы жағдайларындағы қысқа мерзімді өзгерістер болжамын жүзеге асыруға болады.

Жылы маусымдардағы қоғамдық және тұрғын үйлердегі жайлылық аймағында (дене үшін оңтайлы температура, ылғалдылық пен ауа жылдамдығы) келесі параметрлер қарастырылады: 20–24°C ауа температурасы, 30-60% салыстырмалы ылғалдылық және ауа ағыны жылдамдығының шекті мәні 0,25м/с. Суық мезгілде қолайлы ауа температурасының мәні, салыстырмалы ылғалдылық пен ауа ағыны жылдамдығының шекті мәні сәйкесінше 20–22°C, 30-45% және 0,5м/с. Оңтайлы шарттар адам организміндегі ауа температурасының 0.5 - 15°C аймағында өзгеруіне мүмкігдік береді. Осылайша,

температура, ылғалдылық пен ауа ағынының жылдамдығы белгілі болған уақытта қолайлы баспанаға қол жеткізуге болады.

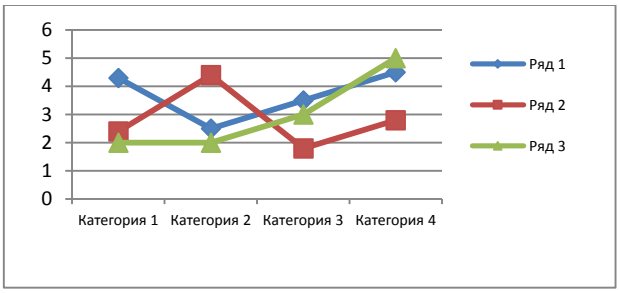
**Ішкі ортадағы климатты ұстау**

Жүйенің орталық басқару блогы келесі деректерді қабылдайды: сыртқы ауа температурасы, сыртқы атмосфералық қысым мен бөлмедегі әрбір нүктенің температурасы.

Бөлмедегі микроклиматты реттеу туралы шешім қабылдау барысында үш лингвистикалық айнымалылардың жиынтығы қолданылады. Мынадай:

$$\Delta T = \left|T_{\text{ағым}} - T_{\text{қалаған}}\right| \quad (1)$$

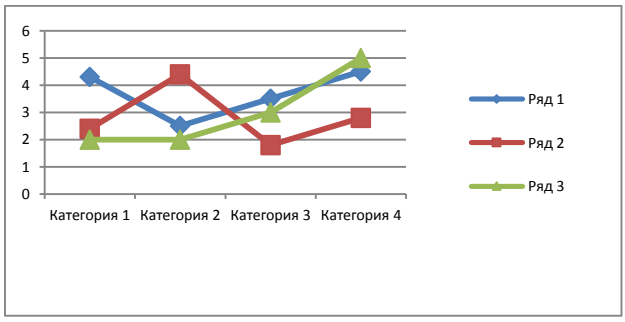
Мұндағы, $T_{\text{ағым}}$ ағымдағы бөлме температурасы және $T_{\text{қалаған}}$ біз қалаған бөлме температурасы.




**Сурет-1.** Берілген температураның ағымдағы температурадан ауытқуы

1-суретте ағымдағы температураның біз қалаған температурадан ауытқуы көрсетілген. Бұл айнымалы қажетті микроклиматты қолдау үшін дамыған басқару жүйесімен араласу қажеттілігінің негізгі көрсеткіші болып табылады. Жүйе бір уақытта бөлме температурасының ағымдағы жағдайын талдай отырып, температуралық матрицаның температуралық ауытқу мәндерін кезек-кезек итерациялайды. Лингвистикалық терминде $\Delta T$ айнымалысы теріс, бейтарап және оң мәндерге ие бола алады.

Келесі мәселе – 2-суретте көрсетілгендей бөлменің нақты бір нүктесінде орналасқан өріс мәндерінде температураның өзгеру жылдамдығы.



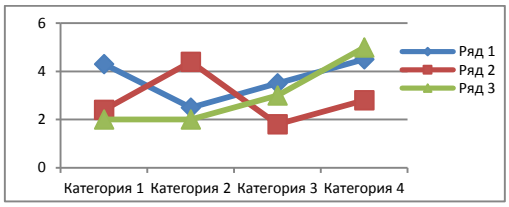

**Сурет-2.** Бөлменің нақты нүктесіндегі орналасқан өріс мәніндегі температураның өзгеру жылдамдығы

Бұл айнымалы басқару обьектісі реакциясының сыртқы ортаға әсерін көрсетеді және белгілі бір соңғы уақыт аралығындағы температура өзгерісін көрсетеді.

$$T_{dT/dt} = \frac{T_2 - T_1}{t_2 - t_1} \quad (2)$$

Мұндағы, $T_1$ және $T_2$ сәйкесінше, бастапқы және соңғы температура мәндері, ал $t_1$және $t_2$сәйкесінше, бастапқы және соңғы нүктелер.

3-суреттегі үшінші маңызды параметр жылу/суыту құрылғылары мен ең суық/ыстық аудан арасындағы арақашықтық.



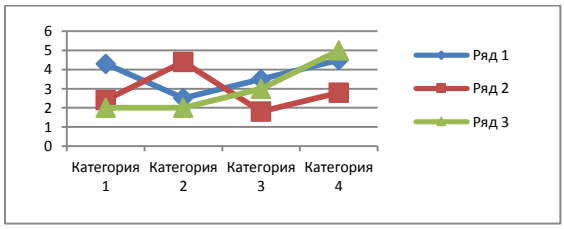

**Сурет-3.** Жылу/суыту құрылғылары мен ең суық/ыстық аудан арасындағы арақашықтық.

Бұл айнымалы шығу тегі жылыту/салқындату қондырғысы болып табылатын вектор ұзындығы, ал вектор соңындағы координаталар бөлме кеңістігіндегі ең суық/ыстық нүктелер болып табылады. Бұл айнымалы құрылғы қолданысының ұтымдылығын анықтау үшін аса маңызды:

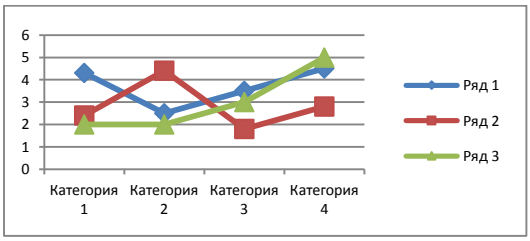
$$S = |\overrightarrow{OA}| = \sqrt{OA_x^2 + OA_y^2 + OA_z^2} \quad (3)$$

Мұндағы, $OA_x, OA_y, OA_z$ x,y және z осьтерінің сәйкес координаттары. Лингвистикалық айнымалы терминдері – алыс қашықтық, орта қашықтық және қысқа қашықтық.

Қатерсіздендіру процесі қуаттылық бойынша кезеңмен реттелген жылыту/салқындату құрылғыларына арналған шығыс сигналдарының жиынтықтарын түрлендіреді, мәселен: 0, 25, 50, 75, 100%. Реттеуші қуаттың дискреттілігі берілген дәлдікпен бөлме температурасын бақылау үшін жеткілікті. Бөлме жағдайы параметрлеріне тәуелді жылыту/салқындату бақылау құрылғыларына арналған айқын емес үш өлшемді беті 4-суретте көрсетілген:




3a) - Жылыту жүйесі үшін анық емес логиканың үш өлшемді беті




3b) - Кондициялау жүйесі үшін анық емес логиканың үш өлшемді беті

**Сурет-4.** Жылыту және кондициялау жүйелеріне арналған анық емес логиканың үш өлшемді беті.

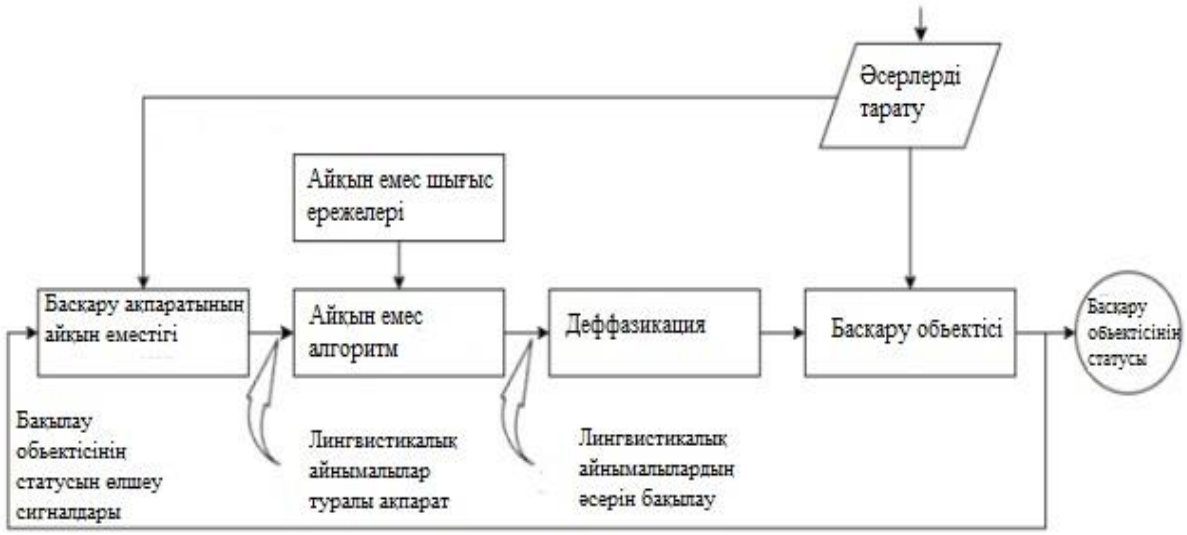
**Айқын емес логикаға негізделген басқару процесі**

Интеллектуалды қолдау көрсете алатын басқару жүйесі бар интеллектуалды басқару жүйесі проблеманы бақылауды таңдай отырып адамның қатысынсыз шешім қабылдай алады. Қазіргі таңда интеллектуалды басқару технологиялары келесі бағыттарды қамтиды.

Интеллектуалды қолдаумен берілген интеллектуалды басқару жүйесі – сараптамалық жүйені, айқын емес логиканы, нейрондық желілік құрылымды және ассоциативті жадты пайдалану арқылы эвристикалық проблеманы адамның араласуынсыз шешуге қабілетті жүйе.

Ішкі эксплуатациялық процесті жүргізу барысында сарапшылардың тәжірибесін толығымен ескеретін жағдай әділ болып табылады. Аталған талдап тексерілген жеткілікті басқару тәжірибесі логикалық шарттар тұрғысынан қарағанда процестің жағдайы мен оның сыртқы шарттарымен байланысқан процестегі бақылау әрекеттерінде сипатталуы мүмкін.

Бұл тәсіл айқын емес логикаға негізделген айқын емес басқару жүйесінің бағытын анықтау үшін басқару жүйесін құру үшін негіз ретінде қолданылады. Айқын емес басқару жүйесінің жалпыланған құрылымы 5-суретте көрсетілген.




**Сурет-5.** Айқын емес басқару жүйесінің құрылымы

Айқын емес басқару жүйесін құру барысында келесі негізгі мәселелерді шешу қажет:

- Айқын емес логика бойынша басқару үшін пайдаланылатын ақпаратты ұсыну (фаззификациялық мәселе);
- Сараптамалық білімдер мен бақылау әрекеттерін анықтау алгоритмі негізінде анық емес айқындықтың ереже базасын қалыптастыру;
- Жүйеде физикалық бақылау әрекеттерін алу үшін айқын емес логика тұрғысынан бақылауды сипаттайтын анықтау.

Жоғарыда аталған сұрақтардың шешімі ғимаратта процестерді басқару үшін қолданылатын тиісті математикалық үлгілерді зерттеу мен дамытуды қажет етеді.

**Айқын емес логиканы қолдану арқылы жабық климатты бақылау жүйесі**

Бөлмедегі микроклимат салауатты өмірдің іргелі факторы болып табылады және температура мен ылғалдылық, оған зиянды заттардың концентрациясының деңгейі және ауа ағынының жылдамдығы (жел) сияқты бірқатар физикалық көлемдермен анықталады. Бұл факторлар субьектінің «жылулық жайлылықты» сезінуін анықтайды: ыстық немесе суық. Жылулық жайлылықтың күйі – бұл орган терморегуляторлы механизмдерді қажет етпейтін жағдай, яғни адам ешбір жер асты думпуін немесе терлеуді бастан кешірмейді, ал қалған ағымы перифериялық мүшелерде тұрақты жылдамдықта сақталады. Бұл шарт термонейтралдық аймаққа сәйкес келеді.

Микроклиматтық деңгейін және ішкі ауаның сапасын ұстап тұру, белгілі бір жұмыс жағдайлары үшін экономикалық қуатпен(қуатты үнемдей отырып) басқару жүйесін әзірлеу қажет. Айқын емес контролердің дизайны – бұл бірнеше итерациядан кейін ғана басқарудың қалаған сапасына қол жеткізе алатын процесс емес. 6-сурет айқын емес контроллер рәсімін жобалауды және оңтайландыруды бейнелейді.

Үлкен ғимаратта ауа ағынын бақылау жүйесі әртүрлі операциялық режимдер үшін жасалуы керек, себебі сыртқы ауа-райы жағдайлары және ғимарат ішіндегі адамдардың саны күндіз-түні, маусымнан маусымға дейінгі аралықта өзгеріп отырады.

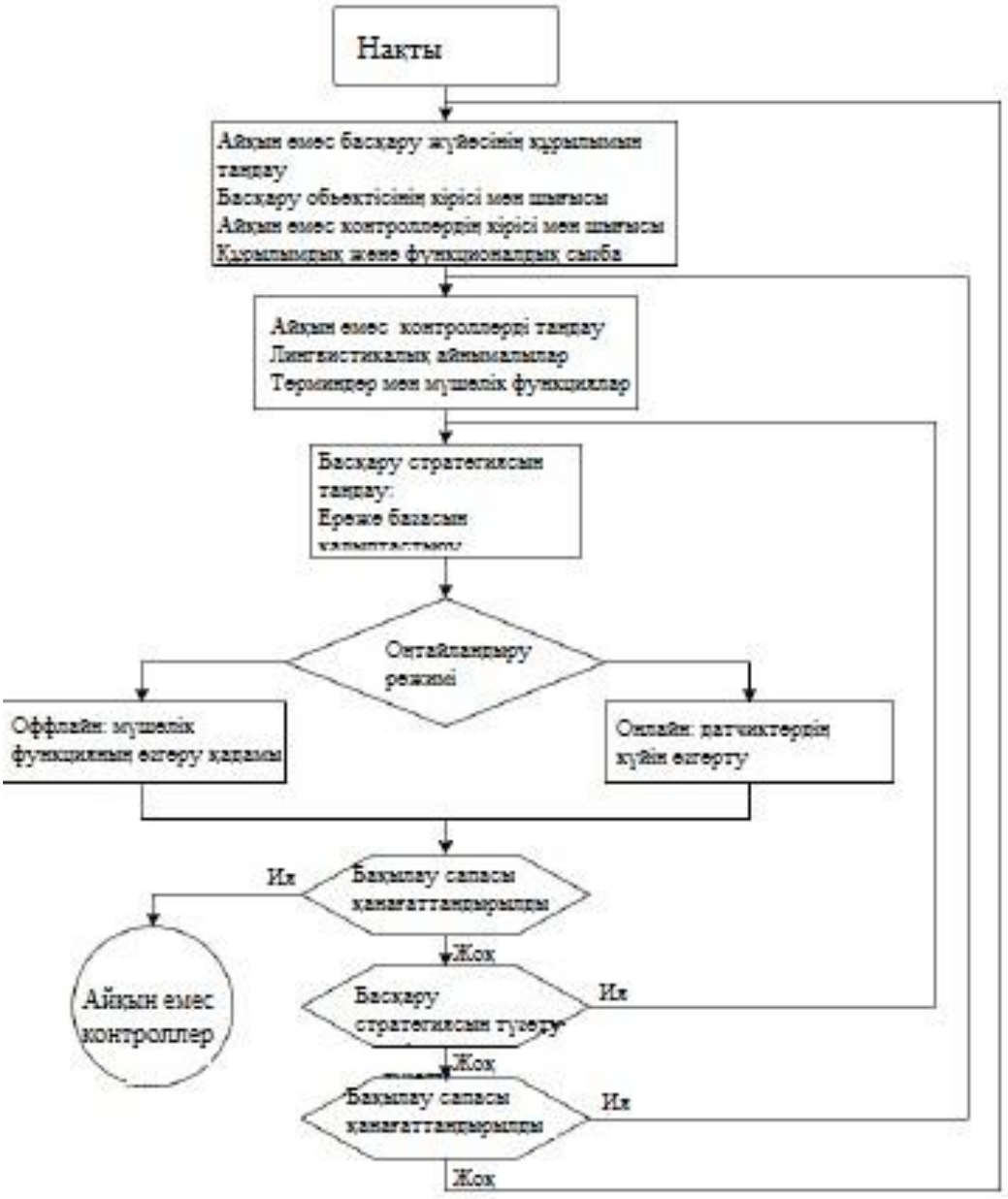
Мәселе – кіріс айнымалы мәндері төмендегі сандық-аналогты түрлендіргіш реттегішке арналған басқару деңгейіне сәйкес келетін температураны анықтау болып табылады: e (қалаған және нақты температура арасындағы айырмашылық, ˚C), Δe (есептеу циклі кезінде температура өзгерісінің бірінші туындысы,˚C/мин)

$$\Delta e = T_{\text{берілген}}(t) - T_{\text{нақты}}(t) \qquad (4)$$

Мұндағы $T_{\text{нақты}}(t), T_{\text{берілген}}(t)$ сәйкесінше берілген және нақты температуралар. Әрине, салқындату немесе қыздыру деңгейінің жоғарылауы белгілі бір уақытта температура айырмашылығына сәйкес келуі керек. Температураның өзгеру жылдамдығы төменде берілен:

$$\Delta e = \frac{e(t_1)-e(t_2)}{t_1-t_2} \quad (5)$$

Ішкі бөлме температурасы мақсатты температураға жақындағанда, онда температураның өзгеру жылмадығы төмендейді, мысалы, салқындатудың салқындық дейгейі.




**Сурет-6.** Айқын емес контроллер дизайны және оңтайландыру алгоритмі

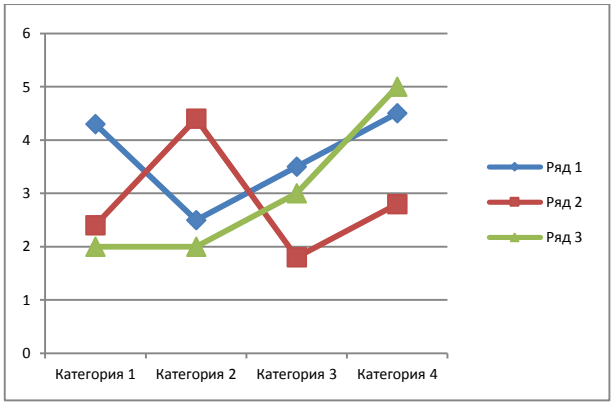
Біз *e* және *Δe* мүшелік функцияларына сәйкес келетін сәйкестендіргіштермен лингвистикалық айқын емес айнымалылардың *μ(e)* және *μ(Δe)* айқын емес белгілерін анықтаймыз. Сондай-ақ, екі мүшелік функцияларын саламыз. Бір жағдайда, аргумент температурасы айырмасы, екінші жағдайда, аргумент – температура өзгерісінің жылдамдығы *(Δe)*. Бірінші функция үшін температура диапазоны -6-8˚С, ал екінші фүнкция үшін -6-8˚С/мин. *μ(e)* және *μ(Δe)* идентификаторларының келесі формасы бар:

«Үлкен оң ауытқу» (ҮОА),

«Орташа оң ауытқу» (ООА),

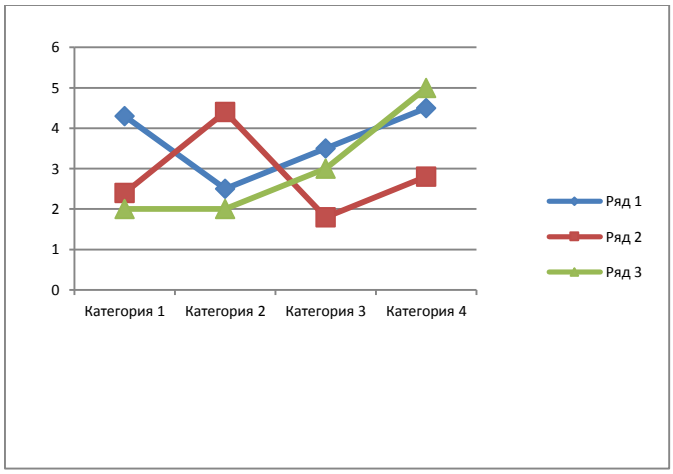
«Нөлдік ауытқу» (Н),
«Кіші теріс ауытқу» (КТА),
«Орташа теріс ауытқу» (ОТА),
«Үлкен теріс ауытқу» (ҮТА).

Шығатын параметрің мүшелік функциясының бірлескен әсерінің нәтижесі логикалық құрылғыға енгізілген тиісті бағдарламамен анықталады.




**Сурет 7.** Айқын емес контроллер дизайны және оңтайландыру алгоритмі

Мүшелік функциялардың көмегімен (8а-сурет), жылу және салқындату жүйелерінің жұмыс істеу режимдері айқындалады. Айқын емес айнымалылар келесі идентификаторларға ие: «Қатты салқындату» (С3); «Орташа салқындату» (С2); «Жеңіл салқындату» (С1); «Өзгеріссіз» (NO); «Жылыту 1» Н1; «Жылыту 2» Н2.




**Сурет 8.** Шығыс параметрі бойынша лингвистикалық мүшелік функциялар

Осылайша, ереже негізіндегі *μ(fs)* негіз желдеткіш айналу жылдамдығы есептеледі (8б-сурет). Желдеткіш жылдамдықтарға сәйкес келетін анық емес айнымалы мәндер «жоғары» (жылдам), «қалыпты» (Med), «төмен» (төмен), «нөл» (Z) сияқты идентификаторларға ие.

Шығарылымдағы мүшелік функциясы (8-сурет) шығу пәрменін жасау үшін жауап сигналын жинақтауды қамтитын ережені өңдеуді көрсетеді. Шығуды қамтамасыз ететін таңдалған функция екі жылыту деңгейінен (НІ, Н2, ..), үш салқындату деңгейінен (С1, С2, NW, ..) және норма деңгейінен (NO) тұрады.

1-кестеде келтірілген терминдер лингвистикалық айнымалылар қалай пайдаланылатынын көрсетеді. Оператордың түйсігі арқылы жауап сигналының анықталуын қосу арқылы алынады. Шығару мүшелігі функциясына және сәйкес дефузификацияға қосылған кезде, біз бақылау әрекеті үшін нақты сигнал аламыз. Бұл жағдайда бақылау сигналы деректердің негізінде [-2, -1,0, 1,2,3, ...] негізінде қыздыру немесе салқындату деңгейімен анықталады.

Кесте 1. **Айқын емес логиканы бақылау ережелері**

| Δe | | Температура айырмашылығы (e) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | *LND* | *AND* | *SND* | *Z* | *SPD* | *APD* | *LPD* |
| | LND | C3 | C3 | C2 | C1 | NO | NO | H1 |
| | | Fast | Fast | Med | Slow | Z | Z | Med |
| | AND | C3 | C2 | C2 | C1 | NO | NO | H1 |
| | | Fast | Med | Med | Slow | Z | Z | Med |
| | SND | C3 | C2 | C1 | C1 | NO | NO | H1 |
| | | Fast | Med | Slow | Slow | Z | Z | Med |
| | Z | C2 | C1 | C1 | NO | NO | H1 | H1 |
| | | Med | Slow | Slow | Z | Z | Med | Med |
| | SPD | C1 | C1 | NO | NO | H1 | H1 | H2 |
| | | Slow | Slow | Z | Z | Med | Med | Fast |
| | APD | C1 | C1 | NO | NO | H1 | H2 | H2 |
| | | Slow | Slow | Z | Z | Med | Fast | Fast |
| | LPD | C1 | C1 | NO | NO | H2 | H2 | H2 |
| | | Slow | Slow | Z | Z | Fast | Fast | Fast |

| | | |
|---|---|---|
| e | + өте суық | кондиционер |
| | - өте ыстық | |
| Δe | + жылуды тұтыну | вентилятор |
| | - суықты тұтыну (жылу шығысы) | |

**Қорытынды**

Ғимараттарда энергияны тиімді пайдалану бүкіл әлемнің назарын аударады. Осы мақалада анық емес логикалық көзқарас негізінде энергия менеджменті контроллерін жасау үшін қолданылады. Төменгі әдіс бұрынғы техниканың жүктеме профиліне қол жеткізу үшін пайдаланылады. Электр энергиясын тұтыну (сыйымдылығы) және тәулік уақыты айқын емес реттеушінің кіру айнымалысы ретінде пайдаланылады. Контроллердің шығыс сигналы құрылыстың жүктеме шығынын азайту және энергияны үнемдеу болып табылады. Әртүрлі нысандардағы тұрғын үйлер қарастырылған. Әрі қарай, рейтингі әртүрлі құрылғылар үшін орнатылады, осылайша жалпы жүктемені төмендетуге ЖЖК жүйесінің құрылғыларын қосу/өшіруді басқару арқылы қол жеткізуге болады.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Вероника Фельдвари, Хана Пустаёва Букоянска, Душан Петраш.. Словакия тұрғын үй қорының энергиясын және ішкі климаттық жағдайларын талдау, оны жаңартудан бұрын және кейін. Энергия мақалалар жинағы. 78 том, 2015 жылғы қараша, беттер 2184-2189. 6-шы Халықаралық Құрылыстық Физика Конференциясы, IBPC 201 (ағл.)

[2] Ю, Т., Лин, С.; Ішкі ауа сапасын жақсарту үшін зияткерлік сымсыз байланыс және бақылау жүйесі: мониторинг, болжау және реакция. Distributed Sensor Networks халықаралық журналы (2015)

[3] Абрахам С, Ли Х.; Ішкі ауаның сапасын бақылау бағдарламалары үшін тиімді сымсыз сенсорлар желісі жүйесі. Компьютерлік ғылым мақалалар жинағы беттер. 165 - 171 (2014)

[4] Омаров Б., Сулиман А., Күшібар Қ., Параллель сәулеттегі жасанды нейрондық желілерді пайдалана отырып тану. Теориялық және қолданбалы ақпараттық технологиялар журналы 91 (2), 238-248 б. Ашық қолжазба)

[5] Талегани, М. Тениперик, М. Курверс С. Ғимараттардағы жылулық жайлылыққа шолу, Жаңартылатын және тұрақты энергетикалық шолулар, 26 (2013) 201-215 (ағл.)

[6] Хуан Л., Укил А., — Сингапурдағы тұрғын үй ғимараттарында электрлік жүктемені профильдеудің модельдеуі және расталуы, «Энергетикалық жүйелердегі IEEE транзакциялары», 30, жоқ. 3, с. 2800-2809, 2015)

[7] Жанг Х., Укил А., " IECON, Yokohama, Жапония, 2015 жылғы қараша айындағы IEEE 41-ші Конфедерациясының ғимараттарындағы энергияны тиімді ЖЭО-ның жұмыс істеуі үшін көп нүктелі сезімталдық модельдеу негізі.

[8] Алтаева А., Омаров Б., Сулейменов Ж. Че. Ионг. Энергия үнемдейтін интеллектуалды ғимараттарда бірнеше-агент басқару жүйелерін қолдану. В: 17-ші Дүниежүзілік безендірілген жүйелердің халықаралық қауымдастығының Конгресі және Soft Computing және Intelligent Systems бойынша 9-шы Халықаралық Конференция, 2017 жылғы маусым

[9] Омаров Б., Алтаева А., Че Ионг И. (2017) Ішкі және сыртқы параметрлерін ескере отырып, Smart Building Climate Control. В: Саид К. Хоменда В., Чаки Р. (eds) Компьютерлік ақпараттық жүйелер және өнеркәсіптік менеджмент. CISIM 2017. Компьютерлік ғылымдар бойынша дәріс оқулықтары, том, 10244. Springer.

Ускенбаева Р.К., Алтаева А.Б., Омаров Б.С.

**Проектирование контроллера для энергетики на основе нечеткой логики**

**Резюме.** Основной темой исследования является управление энергетикой в зданиях, а здании во всем мире потребляют большую часть энергии. Дизайн автоматизированного контроллера для управления энергоэффективностью в зданиях является одним из основных способов снижения потребления энергии за счет обеспечения комфортности населения. В этой статье мы используем альтернативный путь энергосбережения, основанный на нечеткой логике. Для моделирования энергии и тепла, вентиляции и увлажняющих устройств широко используется нечеткая логика. Результаты моделирования показаны ссылкой между всей системой и элементами управления.

**Ключевые слова**: ОВК, уровень комфорта, потребление энергии, система управления микроклиматом.

Uskenbaeva R.K., Altayeva A.B., Omarov B.S.

**Design of fuzzy logic based controller for energy efficiency**

**Summary.** Building energy management is a major topic of research and development, as well as, buildings constitute the substantial amount of energy consumption in the worldwide. Design of an automated controller for energy efficiency operation in the building is one of the main methods to reduce energy consumption by keeping comfort level for inhabitants. In this paper, we introduce an alternative way to save energy by using fuzzy logic based approach. Fuzzy logic has been widely used to simulate energy consumption model and to control heating, ventilation and humidifying devices. Simulation results illustrate the behavior relation of whole system and each control parameter.

**Key words:** HVAC; comfort level; energy consumption; microclimate control system.

УДК 004.01/004.046

**R. Uskenbayeva, R. Satybaldiyeva, G. Bektemysova, A. Moldagulova, A. Aitim**
(International Information Technology University, Almaty, Kazakhstan
E-mail: ruskenbayeva@iitu.kz, sryskhan@gmail.com, g.bektemisova@iitu.kz)

## PECULIARITIES OF MODELING BUSINESS PROCESSES IN THE UNIVERSITY USING THE EXAMPLE OF IITU

**Abstract.** Development of the university as university of "new type" demands development and realization of strategy of his research development and, therefore, organizational changes, participation in transformation of the university to the flexible and adaptive organization. Now at the university the control system of scientific activity of the faculty and students, improvement of management in respect of collection of information, storage and search of documents in this direction is reconsidered. The concept of the description of business processes of scientific activity of the university on the example of International Information Technology University is provided in article.

**Keywords:** process management, business process, concept, providing and management processes, documenting, modeling technique.

### 1. Introduction

Modern management of the university means the activity directed to realization of business processes with the greatest possible efficiency at certain restrictions (human, material, non-material, financial resources).

To pass to management of process, it is necessary to formalize all business processes, to understand what processes are necessary as they are organized and how to control their efficiency.

The problem of formalization is always defined in life of system of standards of the organization. We understand difficult processes, methods and elements of organizational structure which provide timely development, commissioning, performance control, timely and timely abolition of standard and methodical documents of the organizations as standardization of processes.

The system of standardization of business processes includes the description of approaches to creation of models of processes. There are the specifics to the description of processes at the university as academic institutions. This article is devoted to creation of model of business process of activity in International Information Technology University (IITU).

IITU rather young university, has been founded in 2009. Despite it have already proved in labor market, annually releasing modern IT of experts.

**2. The concept of building a business model for the university**

Control systems of business processes allow to automate structured and formalized (or, at least, repeating) the lists of works which are carried out at the enterprise (for example, processing of orders of clients, registration of business trips, procurement processes of the equipment and materials, etc.) [14-15].

However the research has shown that rather most part of the works performed by employees in common in interaction among themselves is poorly structured, demands discussions, delivery of instructions on the basis of the analysis of the current situation and control of dates of performance of tasks and instructions.

Thus, management of business processes is allowed to automate as the structured settled business processes at the university, and daily collective work of teachers and employees.

Review of literature [3] and the studies carried out within the framework of the implementation of the university's technological management and the results of practical research have made it possible to determine the following sequence of work for building models of business processes in the implementation of the management process at the university:

1. Determining the registration of business processes;
2. Construction of the first and second level of detail for the process mapping;
3. Construction of a landscape model;
4. Identification of process inputs and outputs;
5. Description of the business processes of the lower level;
6. Documentary description of the business model.

Let us consider in more detail each of the proposed stages.

The first stage. The process project requires a systematization scheme that is able to present individual process models in their overall context, and also provide visual navigation from one process to another. Thus, the systematization scheme divides the subject of modeling into its constituent elements in accordance with the chosen structuring method and provides an overview of the interrelationships between the elements at a given level of abstraction [4].

The result of this stage will be the creation of a general process register of the university, in which the managerial and organizational processes are the same for the entire educational institution. In each separate cluster, on the contrary, the business process registers will radically differ in the area of the main processes, and have some differences in the field of auxiliary processes.

The second stage. For structural-functional analysis at the conceptual stage (the first level), it is best to use the simplest models with well-designed concepts.

They are convenient, widely used and available to most users. The IDEF0 methodology meets these requirements as well as possible. Despite the fact that it appeared in the 70s of the last century, it is quite popular, both among professional analysts and among specialists who are just starting to study system analysis.

The detailed functional IDEF0-model is the basis for studying and analyzing both existing in the organization of business processes, and for the design of new business processes, which in future will become the basis for the development of algorithms and structures in the management system.

The third stage. Every business process has its owner. The owner of the business process is an official who is responsible for the outcome of the process and has the authority to manage the resources necessary to perform the process [5].

To determine the owners of the process, it is advisable to use the landscape model (Figure 1), which reflects the connections of structural units and officials involved in this process in accordance with the organizational structure of the organization [3]. The landscape model is constructed for the second level of decomposition of top-level processes.

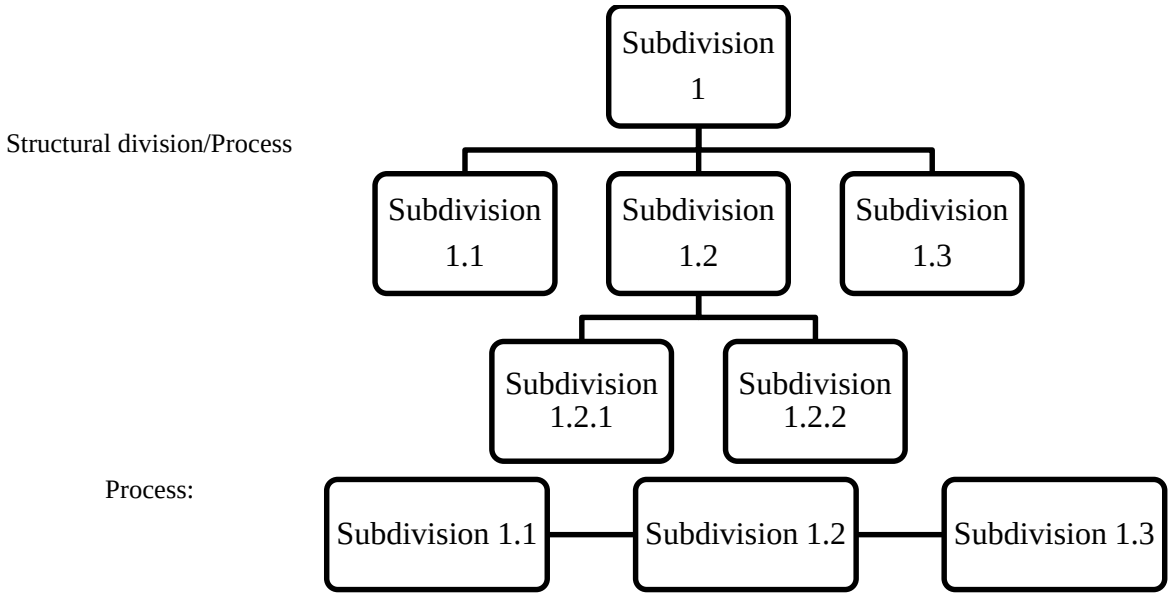



**Figure 1.** Template of the landscape model of the business process [3]

In the landscape model, the structural subdivisions of the organization are located vertically, and the decomposition of the business process-sub processes-is shown horizontally. And each sub process is located under that structural unit, which directly participates in its implementation.

Above the horizontal line of structural units are officials (the level of the heads of management and the pro-rector) to whom they are subordinate.

The fourth stage. Business process inputs are information or material resources that are consumed or converted during the execution of the process and are necessary to perform and obtain the result of the process.

For a more detailed consideration of the inputs and outputs of the process and the definition of requirements for them, we propose to refer to the methodology "Six Sigma Methodology". This concept of production management developed and put into practice by Motorola in the mid-80 [6].

XX century, serves to measure and improve the company's performance by identifying and identifying defects in production processes or the provision of services [7].

The SIPOC tool is used by process improvement teams to identify the relevant elements (suppliers, entrances, processes, outputs, customers) of the project to improve the quality of the process before starting work.

The task of the stage is the formation of a table (Table 1) of requirements to the inputs and outputs of the business process Requirements may include the timing of the provision of information, its compliance with established standards, the form of submission, etc. When adding the "requirements" columns, SIPOC turns into SIRPORC.

Table 1. **Example of requirements**

| **Suppliers** | **Entrances** | **Processes** | **Outputs** | **Customers** |
|---|---|---|---|---|
| Head of Department | Form of Individual Plan | Filling Individual Plan | Individual Plan | Lecturer |

The recommended sequence for filling the table of SIPOC (SIRPORC):

– Fill the table with the "Process" column. To crush the process into too small operations is not recommended.

– The process inputs (documents or information) are defined. The completeness of the description of inputs depends on the objectives of the project and the degree of detail of the process.

– For each entry, the requirements (terms, form of presentation, etc.), presented by the process (operation) are prescribed.

– The suppliers of all received inputs are indicated. Suppliers can be units or employees of the university (organization), information systems, external organizations.

– The outputs of the process are determined. The output can be information in the form of generated reports, documents, etc.

– Specify the output consumers. They are departments and employees of the university, information systems, external organizations.

– For each exit, the requirements set by the customer are prescribed.

SIPOC technology provides a simplified view of the process as a whole, helps to see the boundaries of the process, identify internal and external customers, inputs/ outputs and the requirements imposed on them [8].

Thus, the result of this stage is:

– identification of input and output information of the process;

– development of requirements for input and output information;

– the definition of the supplier of input information and for output information.

Fifth stage. To build a reliable model, it is necessary to present in more detail subprocesses and individual works, which is achieved by carrying out the decomposition. The depth of the decomposition is determined by the objectives of the description. In this case, the terms "embedded process" or "subprocess" are used.

Various diagrams can be used to describe the lower-level business processes. Due to the lack of expressiveness of the IDEF0 diagrams, the problem is solved by applying the BP Flowchart diagrams (decomposition of the subprocess 2.1 in Figure 3) and

Cross Functional FlowChart (Swim Lane) (decomposition of the subprocess 2.3 in Figure 3). The type of the chart is chosen depending on the level and the globality of the work.

As a result, the business process model is a hierarchically ordered set of diagrams, in which top-level diagrams refer to lower-level diagrams.

The BP Flowchart diagram is used when performing work in one department and/or one employee and is performed in the form of a flowchart [7].

The Swim Lane diagram visualizes the actions that are performed by specific resource types, roles or organizational elements or that are associated with a particular place.

As a result of the construction of all diagrams, a model that is completely adequate to the system is obtained, which allows visualizing existing shortcomings, redirecting and improving business processes, analyzing the cost of the process, and formulating fully and qualitatively the requirements for the future information system.

Sixth stage. Direct documentation of the business model (information recording) is formed during the work:

- when analyzing the available documentation relating to the passage of this process;

- when interviewing (personal conversations) with specialists of structural units, for which, in accordance with the existing organizational structure, these functions are assigned;

- with direct observation (picture of the working day).

In parallel with the simulation of the actual situation, it is necessary to document the obvious shortcomings. Creating an understandable and consistent list of weaknesses and determining the potential for optimization should be documented.

The forms of the tables are arbitrary, with the reasoning of the appropriateness of the changes or a preliminary assessment of the reason for the presence of weaknesses. Selected shortcomings will serve as a basis for subsequent suggestions for improving processes [4]. When describing suggestions for improving the process, you need to indicate the problem (weak spot), the executive unit, where this problem is found, and submit proposals for improvement.

Graphical image – scheme of the process with decomposition - it is recommended to accompany the development of a matrix, in which, in addition to the decomposition level, and the notation used. The presence of such a table will allow presenting the received business model as a whole, to estimate its volume and used notations [11].

Developed models are not self-sufficient and need text comments.

**3. Methods for collecting information in the modeling of business processes**

To improve the effectiveness of work on the description of business processes, you need to choose the right methods and sources of information about existing activities. The main methods of collection and sources of information are:

- working seminars;
- documents existing in the organization.

Workshops. The most effective method of gathering information about the business process is a workshop. The seminar gathers the main participants of the business process and jointly develop the process schemes. The quality and speed of the results obtained with this method of describing the process are the highest. The main disadvantage of the method is the large labor costs of experts of subject areas and the complexity of their collection at one time in one place.

Documents existing in the organization. The last source of information about business processes are the documents available at the enterprise. In IITU there are documents regulating their activity: provisions on subdivisions and job descriptions. Even if the regulations are outdated or fragmented, they should still be collected. Many elements of business processes can be understood by examining the forms used in the company documents and reports. All the listed documents before the start of work on the description of business processes are recommended to collect, structure and further use as one of the sources of information.

For each process it is necessary to compile a terminological (information) model with one type of object – a term. The purpose of the model development is to reduce communication problems. The table of terms is constructed as a tree for keeping order in the case of directed links. A table of terms can include both standard definitions and terms inherent in the organization in its work.

The template for the terminology model for the process is shown in Table. 4.

Documentation support of the described concept of building a business model includes the following set of documents:

- the register of processes;
- the general systematizing scheme of processes;
- detailed diagrams for each process, according to the registry;
- terminological dictionary;
- table of weak points (areas for improvement).

Table 2. **Example for the formation of a terminological dictionary for the process**

| Term | Definition |
|---|---|
| Research work | scientific developments of the teacher related to the search, conducting studies, experiments in order to obtain new knowledge, testing hypotheses, establishing regularities, scientific substantiation of projects |

Correctness of application of the described technique can be checked by observing the fulfillment of six principles, which are considered the main quality criteria in the framework of information modeling [3].

1. The principle of reliability. A reliable display of the research object is necessary to create a high-quality model. This applies both to the described structure (organizational hierarchy) and to its behavior. To achieve the reliability of the model being created, an introduction to the modeling process of analyzing the product portfolio, as well as inputs and outputs for individual sub processes (SIPOC table), with specification of requirements to them.

2. The principle of significance. The information model should document only those research objects that are relevant to the relevant perspective, and purposefully exclude redundant information that is of no interest from the point of view of the task posed for the simulation.

3. The principle of intelligibility. The model can be useful only if it is understandable to the user. The selected notations are simple to learn, intuitively understandable even not having special methodological knowledge to the user. The time spent on understanding the model will be minimal.

4. Principle of comparability. This principle implies the use of uniform modeling rules for models created independently of each other, and this is what the general proposed concept for the aims of university.

5. The principle of a systematic structure. Information models always focus on only one aspect (for example, processes, data or organizational structure) of the subject of research, therefore, to create a model system, it is necessary to provide interfaces that ensure its interconnection and structuring. Availability in the

developed business model of the matrix scheme of processes and the table SIPOC provides the necessary interfaces.

6. The principle of economic efficiency. The purpose of this principle is to ensure a balanced balance between the costs of modeling and the results achieved. The notations chosen for the proposed concept are fairly widely known and easy to use, and are also supported by most software products (Business Studio, BPWIN, Design/IDEF, etc.).

This reliable business model, including descriptions of business processes of the university, provides the solution of the following tasks:

- documentation of business processes;
- the formation of all the employees of the university process-oriented approach to the services provided (client-oriented approach);
- overcoming communication barriers between different organizational units of the university;
- a clear division of responsibility for the result and increasing the motivation of the university staff;
- a list of proposals for improving the business processes of the university in order to improve their efficiency, eliminate redundancy, reduce the time and costs of their implementation;
- increase the flexibility of the university.

## CONCLUSION

The work carried out at the university to form a business model, including descriptions of business processes of the university, provides the solution of the following tasks: - documenting business processes; - formation of a process-oriented approach to the services provided by all university staff (client-oriented approach); - overcoming communication barriers between different organizational units of the university; - a clear division of responsibility for the result and increasing the motivation of the university staff; - a list of proposals for improving the business processes of the university in order to improve their efficiency, eliminate redundancy, reduce the time and costs of their implementation; - increase the flexibility of the university.

REFERENCES

[1] B.K. Kurmangaliyeva, R.K. Uskenbayeva, A.A. Kuandykov, Methods for Functionality Improvement of Business Process Support System in Government Bodies// Proceedings of the International Scientific-Practical Conference «Smart Government: Science and Technology». – Astana, Kazakhstan, October 7-8, 2014. – P.170-178.

[2] I. Ansoff, Strategic Management. – St. Petersburg: Peter, 1999. – 358 p.

[3] S.L. Bedrina, O.B. Bogdanova, E.V. Kiykova, G.L. Ovsyannikov, Modeling of business processes of higher education institution at introduction of process management, Open Education. – 2014. – 1.

[4] A. Fleischmann, W. Schmidt, and C. Stary, S-BPM in the wild, Springer. – 2015.

[5] M. Augl, C. Stary, "In S-BPM in the wild", Communication – and Value-Based Organizational Development at the University Clinic for Radiotherapy-Radiation Oncology. – Springer. – 2015. – pp. 35-53.

[6] R. Singer, S. Rab, "Structured Communication – Approaching S-BPM with Microsoft Technologies". In S-BPM in the wild, Springer. – 2015. – pp. 235-255.

[7] W. M. P. van der Aalst, J. Nakatumba, A. Rozinat, and N. Russell. Business process simulation: How to get it right? In Handbook on Business Process Management, International Handbooks on Information Systems. – Springer-Verlag, 2010. – pp. 317-342.

[8] D. Petriu S. Bernardi, J. Merseguer. "An uml profile for dependability analysis and modeling of software systems". Technical report. – Universidad de Zaragoza, Spain. – 2008.

[9] Y. Saleh and M. Alshawi. An alternative model for measuring the success of IS projects: the GPIS model //Journal of Enterprise Information Management. – 2005. – 18(1) – pp. 47-63.

[10] R. Schierholz, L. Kolbe, and W. Brenner. Strategy alignment of mobile solutions in customer-oriented processes. Wirtschaftsinformatik, 47(1):17-24, 2005.

[11] R. Diestel, Graph Theory. – 2nd ed., Graduate Texts in Mathematics, Springer (New York). – 2000. – #173. – pp. 16-18.

[12] B. W. Kernighan, S. Lin, "An efficient heuristic procedure for partitioning graphs", Bell System Tech. J. – 1970. – vol. 49. – pp. 291-297.

[13] S.Borgert, J.Steinmetz, M.Mühlhäuser, "Enabling Inter-enterprise Business Process Modeling by S-BPM and the Internet of Service Concept". In S-BPM ONE: Learning by Doing - Doing by Learning (CCIS), Werner Schmidt (Ed.), Vol. 213. – Springer. – 2011. – pp. 190-211.

[14] E.Borger. "Approaches to modeling business processes: a critical analysis of BPMN, workflow patterns and YAWL". – Software & Systems Modeling. – 2011.

[15] J.Sinur, J.s Odell, P.Fingar. "Business Process Management: The Next Wave". – Meghan-Kiffer Press. – 2013.

[16] S.Rass, A. Fleischmann, R. Singer, S-BPM Illustrated. Springer. – 2013.

Өскенбаева Р.Қ., Сатыбалдиева Р.Ж., Бектемысова Г.У., Молдағұлова А.Н., Әйтім А.

**Хату мысалын пайдалана отырып университеттегі бизнес-процестерді модельдеу ерекшеліктері**

**Түйіндеме.** Бұл мақалада үкіметтегі бизнес-процестерді сипаттау тұжырымдамасы келтірілген. Бизнес-үдерістің сипаттамасының мысалы ретінде Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті қарастырылады, атап айтқанда университеттің ғылыми қызметін басқару үдерісі. Университеттің «жаңа тип» ретінде дамуы оның ғылыми зерттеулерінің және ұйымдастырушылық өзгерістерін дамыту стратегиясын әзірлеуді және жүзеге асыруды, университетті икемді және бейімделген ұйымға айналдыруға қатысуды талап етеді. Қазіргі уақытта университетте оқытушылар мен студенттердің ғылыми жұмыстарын басқару жүйесін жетілдіру, ақпарат жинау, құжаттарды сақтау және іздеу бойынша менеджментті жетілдіру болып табылады.

**Түйін сөздер:** процестерді басқару, бизнес-процестер, тұжырымдамалар, бағдарламалық қамтамасыз ету және басқару процестері, құжаттама, үлгілеу әдіснамасы

Ускенбаева Р.К., Сатыбалдиева Р.Ж., Бектемысова Г.У., Молдагулова А.Н., Айтим А.

**Особенности моделирования бизнес-процессов в университете с использованием примера МУИТ**

**Резюме.** В данной статье представлена концепция описания бизнес-процессов в государственных органах. Для примера описания бизнес – процесса рассмотрен Международный университет информационных технологий, а именно процесс управления научной деятельности университета. Развитие университета как, университета «нового типа» требует разработки и реализации стратегии развития его научного исследования и организационных изменений, участия в преобразовании университета в гибкую и адаптивную организацию. Сейчас в университете пересматривается система управления научной деятельностью преподавателей и студентов, совершенствование управления в отношении сбора информации, хранения и поиска документов.

**Ключевые слова**: управление процессами, бизнес-процесс, концепция, обеспечение и процессы управления, документирование, методика моделирования

УДК 621.9

**A.P. Muslimov[1], Zh.N. Shakenova[2], T.B. Nurpeissova[2], M.S. Abdigalieva[2].**
([1]Kyrgyz State Technical University named after I. Razzakov, Bishkek, Kyrgyzstan
[2]Kazakh Road Academy named after L.B. Goncharov, Almaty, Kazakhstan, milya_scorpion@mail.ru)

## EXPERIMENTAL RESEARCH OF RADIAL CUTTING FORCE FOR TREATING NON-RIGID SHAFTS

**Abstract.** Using the CFS-1 (cutting force sensor) sensor measuring force, an experiment was performed to change the radial cutting force, $P_y$, during machining of non-rigid shafts with different values of rotation speeds, feed rates and cutting depths.

**Key words:** cutter, holder, supply, depth of cut, cutting force, rotation speed, research.

**А.П. Муслимов[1], Ж.Н. Шакенова[2], Т.Б. Нурпеисова[2], М.С. Абдигалиева[2].**
([1]Кыргызский государственный технический университет имени И. Раззакова,
Бишкек, Кыргызская Республика
[2]Казахская автомобильно-дорожная академия имени Л.Б. Гончарова, Алматы, Республика Казахстан,
milya_scorpion@mail.ru)

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАДИАЛЬНОЙ СИЛЫ РЕЗАНИЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ НЕЖЕСТКИХ ВАЛОВ

**Аннотация.** С помощью силометрического датчика ДСР-1 был проведен эксперимент на изменение радиальной силы резания $P_y$ при механической обработке нежестких валов с различными значениями скоростей вращения, величин подачи и глубин резания.

**Ключевые слова:** резец, державка, подача, глубина резания, сила резания, скорость вращения, исследование

### Введение

Автоматические системы управления – одно из направлений развития промышленности машиностроения Республики Казахстан. Это связано с тем, что автоматические системы управления в производстве открывают неограниченные возможности для производительности общественного труда. Автоматические системы позволяют повысить качество изготовляемой продукции на станках, безопасность и коэффициент использования оборудования, а в некоторых случаях интенсифицировать режим

работы станочного оборудования.

Непрерывно растущие потребности общества порождают рост разнообразия машиностроительных изделий, их назначения. Необходимость выпуска конкурентно-способной продукции усиливает эту тенденцию и требует непрерывного совершенствования технологических процессов и средств технологического оснащения.

В машиностроительных предприятиях эксплуатируется огромный парк металлорежущих станков, не имеющих программного управления, на которых обработка нежестких валов является проблемной задачей [1]. Для решения данной задачи, в статье рассматривается экспериментальное исследование радиальной силы резания при обработке нежестких валов с использованием автоматической системы управления.

**1. Разложение равнодействующей силы резания R на составляющие**

Обработка нежестких валов представляет большие трудности, связанные с не жёсткостью заготовки, что требует специальной оснастки, выбора режимов резания, снижающих влияние упругих деформаций на точность обработки. Возникающие трудности заключаются в том, что даже при небольших силах резания упругая система легко деформируется, и при этом образуются погрешности обработки. Кроме того, ось вала может быть слегка искривлена вследствие перераспределения внутренних напряжений после снятия каждого слоя металла, также из-за неустойчивости системы, легко возбуждаются вибрации, которые бывают интенсивными, что в последующем не дают провести нормальную обработку изделия [2].

В процессе токарной обработки на резец воздействуют силы резания, которые разлагаются на три составляющие $P_x$, $P_y$, $P_z$:

– осевая составляющая $P_x$ равна сопротивлению обрабатываемого металла врезанию резца в направлении подачи $S$ и действующих в этом направлении сил трения;

– радиальная составляющая $P_y$ силы резания изгибает обрабатываемую заготовку в горизонтальной плоскости;

– вертикальная (главная) составляющая силы резания $P_z$ равна суммарному действию сил сопротивления металла в направлении оси $z$.

На рисунке 1 отображена схема составляющих сил резания при точении детали [3-5].

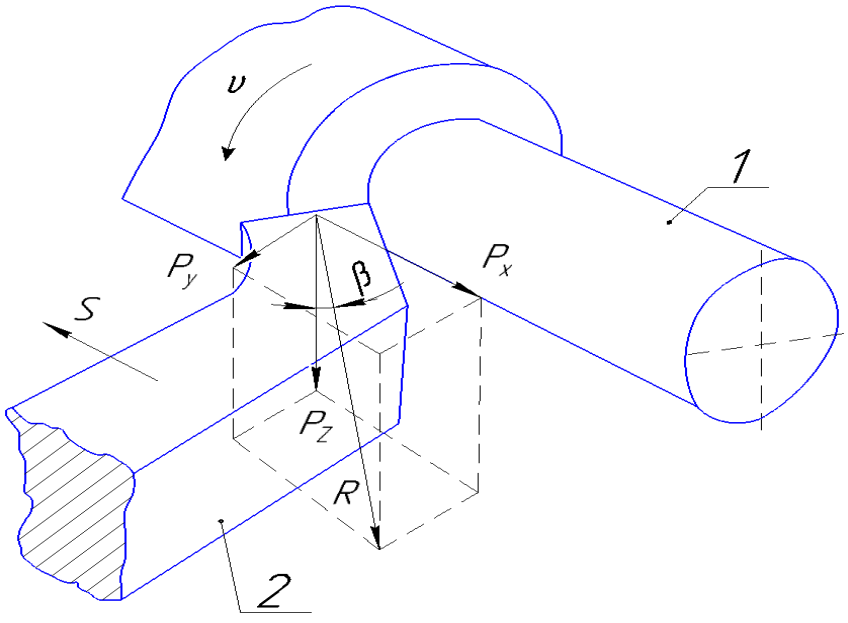



**Рис.1.** Разложение равнодействующей силы резания R на три составляющие $P_x$, $P_y$, $P_z$: 1 – обрабатываемая деталь; 2 – резец

**2. Действие сил резания на систему: инструмент – заготовка – станок**

Следует отметить, если вылет резца $l$, будет большим, то соответственно и возрастет изгибающий момент, $M_{изг} = P_z \cdot l$, тогда и сечение державки резца должно быть большим. Чтобы от действия сил $P_y$ и $P_x$, не было смещения резца, должно быть прочное закрепление его в резцедержателе.

Напряжения, вызываемые в державке инструмента от сил $P_z, P_y, P_x$, не должны превышать напряжений, допускаемых материалом державки на его прочность и жесткость. На практике принято рассчитывать резец только на плоский изгиб по силе $P_z$ без учета деформаций от сил $P_y$ и $P_z$.

Три указанные составляющие взаимно перпендикулярны, поэтому величина и направление равнодействующей силы *R* определяется как диагональ параллелепипеда [3, с.98]:

$$R = \sqrt{P_x^2 + P_y^2 + P_z^2} \quad (1)$$

Соотношения между составляющими силы резания не постоянно. Например, при резании металла вновь заточенными резцами с главным углом в плане $\varphi=45^0$ имеют место соотношения $\frac{P_x}{P_z} = 0{,}25 \div 0{,}3$ и $\frac{P_y}{P_z} = 0{,}4 \div 0{,}5$.

Для обоснования влияния на силы резания $P_y$ параметров: глубины резания *t* и подачи *s* были проведены опыты по обработке заготовки диаметром 40 мм (материал сталь 45) на токарном станке 16К20 при различных значениях переменных: *t*=1, 2, 3, 4, 5, 6 мм; *s*=0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6 мм/об.

Для измерения составляющей силы резания $P_y$ был применен силометрический датчик ДСР-1, разработанный на кафедре «Автоматизация и робототехника» Кыргызского Государственного технического университета [6].

Вначале устанавливали среднюю величину подачи $s = 0{,}3$ мм/об и производили измерение радиальной силы резания $P_y$ при разных значениях глубины резания (*t*), затем проводили другой опыт уже при среднем значении глубины резания, но при различных значениях подачи. Результаты опыта приведены в таблице 1 и таблице 2.

Таблица 1. **Измерение радиальной силы резания $P_y$ при разных значениях глубины резания**

| *t* мм | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $P_y$, кг | 40 | 80 | 125 | 150 | 175 | 250 |

Таблица 2. **Измерение глубины радиальной силы резания $P_y$ при различных значениях подачи**

| *S*, мм/об | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $P_y$, кг | 28 | 35 | 65 | 80 | 97 | 130 |

Результаты опыта, представленные в таблицах 1 и 2, показывают, что зависимость $P_y = f(t, s)$ с достаточной точностью для практики может быть аппроксимирована следующей формулой [7]:

$$P_y = c_p \cdot t^x \cdot s^y, \quad (2)$$

где среднее значение величины *x* в различных справочниках обычно принимается равным единице, что согласуется с данными экспериментов, а среднее значение показателя подачи $y = 0{,}75$ по тем же результатам вышеприведенных опытов.

Таким образом, можно считать, что радиальная составляющая сила резания равна:

$$P_y = c_p \cdot t \cdot s^{0{,}75}, \quad (3)$$

где $c_p$ – коэффициент, характеризующий физико-химические свойства металла и условия обработки, его значения представлены в справочниках [8].

При выводе формулы $P_y$сделаны следующие допущения: показатели *t* и *s* выбраны таким образом, что сила $P_y$ пропорциональна на глубине среза и не пропорциональна подаче.

На основании результатов проведенных опытов можно сделать вывод о возможности создания автоматической системы управления по подаче величиной адаптивной составляющей силы резания для получения стабильных значений прогиба нежестких валов по его длине обработки.

**3. Влияние скорости резания на радиальную составляющую силы резания $P_y$**

Для исследования этого процесса были проведены эксперименты на токарном станке 16К20 по обработке детали (материал сталь 45) при различных скоростях резания с использованием силометрического датчика ДСР-1 для регистрации значения $P_y$.

Скорость резания $V$ рекомендуется рассчитывать по эмпирическим формулам, установленным для каждого вида обработки, которые имеют общий вид [9, с.265]:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x s^y} \cdot K_v, \tag{4}$$

где $C_v$ – коэффициент, зависящий от материала заготовки и условий обработки;

$T$ – стойкость режущего инструмента в мин.;

$t$ – глубина резания в мм;

$s$ – подача в мм/об;

$m, x, y$ – показатели степеней;

$K_v$ – общий поправочный коэффициент на изменение условий обработки.

С другой стороны, скорость резания при токарной обработке является кинематической величиной и вычисляется формулой [3, с.53]:

$$V = \frac{\pi d n}{1000} \tag{5}$$

где $d$ – диаметр обрабатываемой детали в мм;

$n$ – частота вращения в об/мин.

Хотя под скоростью резания понимается физическая величина, зависящая от ряда факторов: качества материала, инструмента, геометрии резца, размерам среза, температуры резания и т.д.

Нами было проведено исследование влияния на радиальную составляющую силу резания кинематической составляющей скорости резания, т.е. с помощью настройки коробки скоростей устанавливались различные скорости вращения детали при постоянных значениях: значений подачи и глубины резания ($t$=2 мм, $s$=0,3 мм/об) при этом фиксировались значения $P_y$.

Результаты испытания приведены в таблице 3.

Таблица 3. **Влияние радиальной силы резания $P_y$ на скорость резания**

| $V$, м/мин | 20 | 40 | 80 | 120 | 160 | 200 | 240 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $P_y$, кг | 115 | 165 | 135 | 118 | 115 | 115 | 118 |

Из результатов, приведенных в таблице 3, видно, что с увеличением скоростей резания от 20 м/мин до 50 м/мин сила резания возрастает, дальнейшее увеличение скорости резания от 50 м/мин до 120 м/мин приводит к его уменьшению и, начиная с 160 м/мин, она стабилизируется. Таким образом, полученную эту закономерность можно также использовать для регулирования радиальной составляющей силы резания, при обработке нежёстких валов изменяя скорость вращения заготовки по её длине.

**4. Заключение**

Таким образом, при экспериментальном исследовании радиальной силы резания $P_y$, можно сделать следующий вывод, что для стабилизации величины прогиба нежесткого вала по его длине при токарной обработке, можно осуществить путем регулирования радиальной составляющей силы резания за счет соответствующих изменений в режимах резания: подачи инструмента или скорости резания.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Усупов С.С. Структурная схема двухконтурной адаптивной системы управления для обработки нежестких валов //Вестник КазАТК, 2008 № 1(50). – Алматы, КазАТК имени М. Тынышпаева, 2008. – С.141-146.

[2] Шакенова Ж.Н., Карпеков Р.К. Способы обработки нежестких валов с применением системы автома-

тического (адаптивного) управления //Вестник КазНИТУ, 2017 № 4 (122). – Алматы, КазНИТУ имени К.И. Сатпаева, 2017. – С.385-388.

[3] Грановский Г.И., Грановский В.Г. Резание металлов: учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 1985. – 304 с.

[4] Вереина Л.И. Справочник токаря: учебное пособие /Л.И. Вереина. – 4-е изд., перераб. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 448 с.

[5] Филиппов А.В. Повышение точности обработки нежестких валов путем оптимизации параметров бреющего точения: *диссертация канд. техн. наук: 05.02.07. – Томск, 2015. – 194 с.*

[6] Неженко О.В. Разработка резцедержателя со встроенным индуктивным датчиком для измерения силы резания при работе на токарном станке /О.В. Неженко //Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова, № 21 –Бишкек, 2010. – С. 35-37.

[7] Набилкин А.Ю., Кравченко С.А., Бирюков В.П. Автоматизированная систему управления формой нежестких валов при токарной обработке. Вестник СГТУ. –2012. – № 3 (34). – С.321-329.

[8] Набилкин А.Ю. Автоматизированная двушкальная каскадная система управления продольным профилем нежестких валов при токарной обработке: диссертация канд. техн. наук: 05.13.06. – Саратов, 2013. – 189 с.

[9] Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.2 /Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. – 496 с.

Муслимов А.П., Шакенова Ж.Н., Нурпеисова Т.Б., Абдигалиева М.С.

**Қатты емес біліктерді өңдеудегі радиальды кесу күшін экспериментады зерттеу**

**Түйіндеме.** ККД -1 (кесу күші датчигі) күш метрикалық датчик көмегімен кесу тереңдігі және айналу жылдамдығы әртүрлі мәндегі қатты емес біліктерге механикалық өңдеу кезіндегі $P_y$ радиальды кесу күшінің өзгеруіне тәжірибе жүргізілді.

**Түйін сөздер:** кескіш, ұстағыш, беріс, кесу тереңдігі, кесу күші, айналу жылдамдығы, зерттеу.

Muslimov A.P., Shakenova Zh.N., Nurpeissova T.B., Abdigalieva M.S.

**Experimental research of radial cutting force for treating non-rigid shafts**

**Summary.** Using the CFS-1 (cutting force sensor) sensor measuring force, an experiment was performed to change the radial cutting force $P_y$, during machining of non-rigid shafts with different values of rotation speeds, feed rates and cutting depths.

**Key words:** cutter, holder, supply, depth of cut, cutting force, rotation speed, research.

УДК 004.85

**A.R. Shakhanov, M.T.Ipalakova, K.Basiri**
(International Information Technology University, Almaty, Kazakhstan
Email: adil.shakhanov@gmail.com)

**AIR POLLUTION FORECASTING METHODS**

**Abstract**: In this paper, we consider air quality prediction using several machine-learning approaches to predict hourly concentrations of air pollutants (for example, PM2.5 ultrafine particles and sulfur dioxide). Machine learning, as one of the most popular methods, can effectively train a model using big data using large-scale optimization algorithms. Although there are some jobs that use machine learning to predict air quality, most previous studies are limited to a few years of data and simply train standard regression models (linear or nonlinear) to predict hourly air pollution concentrations.

**Key words**: Prediction, ultrafine particle (PM2.5), machine-learning, optimization algorithm

**А.Р. Шаханов, М.Т. Ипалакова, К. Басири**
(Международный университет информационных технологий,
Алматы, Республика Казахстан)

**МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА**

**Аннотация.** В статье рассматривается прогнозирование качества воздуха с использованием нескольких подходов машинного обучения для прогнозирования почасовой концентрации загрязнителей воздуха (например, ультрадисперсные частицы PM2.5 и диоксида серы). Машиное обучение, как один из самых популярных методов, способно эффективно обучать модель при помощи больших данных с использованием широкомасштабных алгоритмов оптимизации. Хотя существуют некоторые работы, применяющие машинное обучение прогнозированию качества воздуха, большинство предыдущих исследований ограничено несколькими годами данных и

просто тренировали стандартные регрессионные модели (линейные или нелинейные) для прогнозирования почасового воздуха концентрация загрязнения.

**Ключевые слова**: Прогнозирование, ультрадисперсные частицы (PM2.5), машинное обучение, алгоритм оптимизации.

**Введение.** На основании анализа уже существующих данных известно, что одним из наиболее важных возникающих экологических проблем в городах является загрязнение воздуха. Загрязнение воздуха представляет собой атмосферное состояние, при котором концентрация некоторых веществ, присутствующих в воздухе, оказывают вредное и разрушительное воздействие как на человека, так и на окружающую среду. Наиболее распространенными загрязняющими веществами на воздухе являются оксид серы, двуокись азота, окись углерода и диоксид и частиц PM2.5.

**Методы**. В этой работе предлагается уточненные модели для прогнозирования почасового загрязнения воздуха концентрация на основе метеорологических данных прошлых дней путем формулирования 24 часа в качестве задачи многозадачного обучения. Это позволяет нам выбрать хорошую модель с разными методы регуляризации. Это предоставляет полезную регуляризацию, применяя модели прогнозирования последовательные часы должны быть близки друг к другу и сравнивать его с несколькими типичными регуляризациями для многозадачного обучения, включая стандартную регуляцию нормирования Фробениуса, регуляризацию ядерной нормы и «2,1-норму регуляризация. Наши эксперименты показали, что предлагаемые корректирующие параметры рецептуры и регуляции, связанные с последовательностью часов, обеспечивают лучшую производительность, чем существующие стандарты регрессионных моделей и существующих регуляризаций. Для прогноза загрязнения воздуха в городах и промышленных районах обусловленного действием многих источников, ведутся различные статистические проработки на основе анализа материалов наблюдений. В большинстве из них полагается, что за период, к которому относится исследуемый материал, а также за срок прогноза, выбросы и расположение источников практически не изменяются. Естественно, что с этим связаны определенные погрешности и ограничения результатов анализа и прогнозов, не свойственные рассмотренным в литературе методам, позволяющим учитывать изменение выбросов от источника со временем.

Среди задач по метеорологическим аспектам загрязнения атмосферы большое значение приобретают исследования закономерностей распространения атмосферных примесей и особенностей их пространственно-временного распределения. Они являются основой для объективной оценки состояния и тенденции изменений загрязнения воздушного бассейна, а также разработки возможных мероприятий по обеспечению чистоты атмосферы. Анализ корреляционных связей, рассмотренных в литературе нередко осуществляется с помощью методов линейной регрессии от многих параметров. Рассмотрим некоторые из полученных результатов, используемых для разработки оперативных приемов прогноза загрязнения воздуха в городах.

Так же, рассматривается наивный Байесовский классификатор, который может использоваться для оценки вероятности того, что загрязнитель воздуха преодолеет определенный порог. Тем не менее, несколько прогнозов обычно требуются в отношении переменных, которые являются стохастически зависимыми, например, озона, измеренного на нескольких станциях, или оцениваются по разным показателям. Общей практикой (независимым подходом) является разработка независимого классификатора для каждой предсказанной переменной класса; однако этот подход не учитывает зависимости между переменными класса. Путем надлежащего моделирования таких зависимостей можно повысить точность прогнозов. Мы решаем эту проблему, создавая классификатор с несколькими метками, которые одновременно предсказывают множественные переменные загрязнения воздуха. С этой целью мы разрабатываем классификатор с несколькими метками на основе байесовских сетей и изучаем его структуру посредством структурного обучения. Мы представляем эксперименты в трех различных тематических исследованиях, касающихся прогнозирования PM2.5 и озона. Многоклассовый классификатор превосходит независимый подход, позволяющий принимать более взвешенные решения, соответствующей топологии на рис. (а).

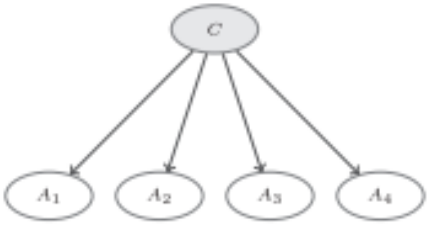



**Рис.** (a) Naive Bayes classification (Наивный байесовский классификатор)

Однако задние вероятности, рассчитанные классификатором наивного байеса, предвзяты от такого нереалистичного предположения. TAN еще больше улучшается с помощью forest-augmented naive классификатор (FAN). FAN дополняет наивный Байес с лесом. Лес - множество непересекающихся деревьев; он более общий, чем дерево, так как он включает дерево как особый случай. Таким образом, оценка BIC BAN выше или равна, чем оценка BIC TAN. Пример FAN приведен на рисунке (c). Алгоритм структурного обучения FAN получен как небольшая модификация алгоритма TAN. Предел как TAN, так и FAN заключается в том, что они не выполняют выбор функции; каждая функция принудительно подключается к классу, не проверяя, имеет ли он значение.

Tree-augmented naive классификатор (TAN) ослабляет это предположение, дополняя наивную структуру Байеса деревом, которое соединяет функции. Tree - это граф, в котором любые две вершины связаны уникальным путем.

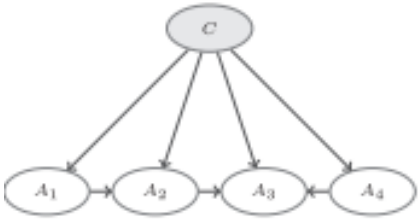



**Рис.** (b) Tree Augmented Naive Bayes(TAN)

В результате одна функция имеет только класс как родительский, в то время как остальные функции k-1 имеют двух родителей: класс и другую функцию. Пример показан на рисунке (b). Оптимальное дерево идентифицируется путем максимизации оценки, которая оценивает, насколько хорошо граф соответствует совместному распределению вероятностей переменных. Алгоритм структурного обучения, который точно идентифицирует дерево с максимальным счетом, был разработан Фридманом и др.

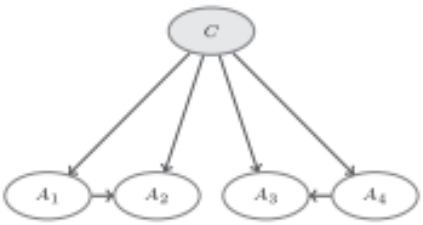



**Рис.** (c) Forest Augmented Naive Bayes(FAN)

Расширенная проблема, связанная с расширением дерева (ETAN) рис (d), преодолевает эту проблему. ETAN позволяет каждой функции иметь в качестве родителя либо (i) класс; (ii) класс и особенность; (iii) функция без класса; (iv) нет родителя, и в этом случае признак признается несущественным. Алгоритм структурного обучения ETAN точно определяет граф с наивысшим баллом, который удо-

влетворяет предыдущим ограничениям. Этот алгоритм более сложный, чем у TAN и FAN. ETAN включает в себя наивные байесовские, TAN и FAN в качестве особых случаев; таким образом, он достигает более высокой оценки BIC (равный балл в худшем случае).

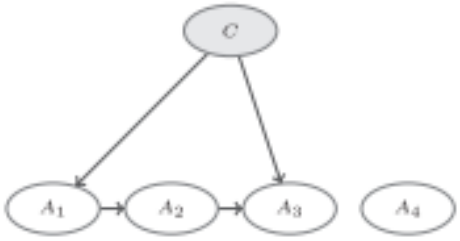



**Рис.** (d) ETAN, который признает a4 как несущественную особенность. обратите внимание также, что a2 не подключен к классу

Multi-label classification (многоклеточная классификация)

Мы разрабатываем классификатор с несколькими метками, который представляет собой совместное распределение всех переменных класса и функций, используемых для их прогнозирования. Из данных мы изучаем структуру классификатора с несколькими метками, налагая следующие ограничения: каждый класс может иметь как родительский класс не более одного другого класса; каждая функция может иметь в качестве родителей любое количество классов и до одной функции. Мы называем METAN (Multilabel ETAN) результирующим классификатором. Подобно ETAN, наш многозадачный классификатор а) выполняет выбор функции, поскольку родительский набор функции может быть пустым; б) соединяет объекты в лесу. Однако METAN расширяет ETAN, поскольку каждая функция может иметь несколько классов в качестве родителей, и, кроме того, переменные класса связаны лесом. В классификации с несколькими метками мы делаем вывод о переменных класса, учитывая наблюдаемое значение всех функций. Учитывая структуру METAN, это эквивалентно тому, чтобы сделать вывод в лесу, что очень быстро.

**Обработка данных.** Передискритизация в обработке сигналов — изменение частоты дискретизации дискретного (чаще всего цифрового) сигнала.

$$\mathrm{SMAPE} = \frac{100\%}{n} \sum_{t=1}^{n} \frac{|F_t - A_t|}{(|A_t| + |F_t|)/2}$$

**Рис. 1.** Формула SMAPE

Симметричная средняя абсолютная процентная ошибка (SMAPE - Symmetric Mean Absolute Percent Error) (рисунок 1) используется в этой конкуренции как оценочная метрика. В SMAPE относительная ошибка имеет значение, а не абсолютную ошибку, как показано в функции. Однако функции потерь, такие как потеря L1, потеря L2 и по функции потери хюбера, применяются в разных моделях, и все они направлены на уменьшение абсолютной ошибки, а не на относительную ошибку. Поэтому, если модели обучаются с использованием исходных данных и этих трех функций потери, обучаемые модели будут оптимизированы для соответствия точкам данных с огромным числом, а не точками данных с меньшими числами, что приведет к большему SMAPE при оценке с помощью набора проверки и теста с набором тестов.

Вплоть до последнего времени полученные данные о загрязнении атмосферы держались в виде Excel таблиц, какие обрабатывались вручную, а расчет статистических показателей и формирование карт распределения загрязнений выполнялось с поддержкой пакетов ArcGIS и Statistica. Общая база отсутствовала, собственно значительно ограничивало потенциал коллективной работы и анализа временных данных о загрязнений воздуха. Для того чтобы исправить данную ситуацию, в объединенном институте ядерных исследований СНГ была изобретена платформа - пакет взаимосвязанных облачных сервисов и средств для управления и обрабатывания данных мониторинга, позволяющий облегчить и автоматизировать этапы прогноза, начиная с подбора зон с целью сбора образцов и завершая генерацией карт распределения загрязнений и прогнозированием перемен в окружающей среде.

Объединив скопленные синоптические сведения и информацию о загрязнителях воздуха по времени, чтобы получить необходимый формат данных (рисунок 2) с целью использования методов машинного обучения. В частности, в интересах каждой переменной составляется согласно одному значению за каждый час. Тем не менее в определенных публикациях указывается, то что исходные данные могут включать несколько записей либо недостающих значений в течение нескольких часов. При отображении точек пробо-отбора и результатов исследований образцов может применяться от 10 до 80 различных слабо формализованных параметров.

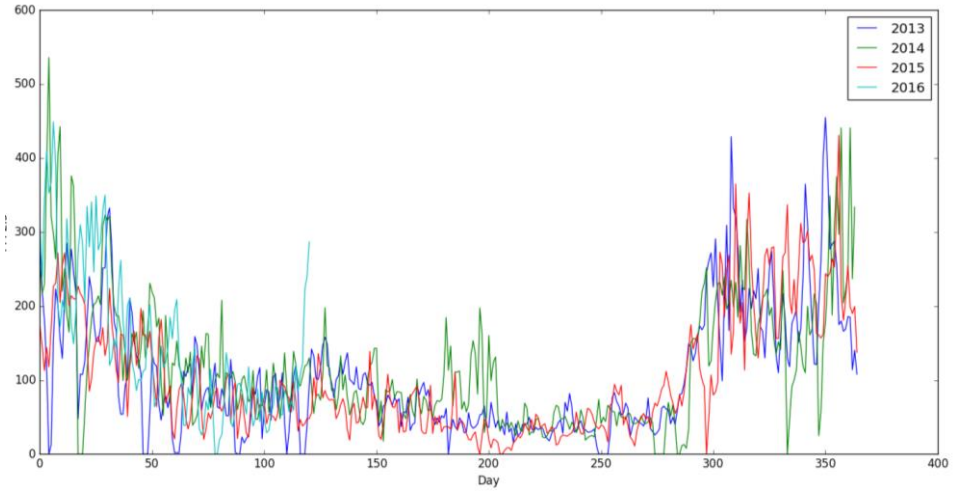



**Рис. 2.** Изменение значений PM 2.5 за 4 года
(январь 2013 г. - декабрь 2016 г.)

В целях работы платформы применяется инфраструктура IaaS OpenNebula (в программном обеспечении OpenNebula можно подчеркнуть последующие ключевые элементы: Ядро облачной инфраструктуры (OpenNebula core), блок планирования (OpenNebula scheduler), БД MySQL, интерфейсы для использования облака (пользовательскии web-инферфейс и интерфейс командной строки, а еще интерфейс программирования приложения), рабочие облачные узлы (cloud worker nodes), в каковых напрямую располагаются условные автомобили и контейнеры .) , развернутая в облачной инфраструктуре ОИЯИ (в облачном сервисе для каждого типа данных в MongoDB сформирована отдельная подборка: каждый пункт пробо-отбора находится в базе в виде раздельного документа JSON образной структуры, содержащей как обязательные (идентификатор области, географические местоположение, датировка сбора образцов и т. п.), так же и дополнительные характеристики (концентрации различных элементов).).

**Заключение**. Исследована и разработана методика оценивания периода временного ряда дискретного представления непрерывной функции концентраций выбросов, будут определены основные функциональные подсистемы и их взаимосвязи. Проанализировано программное обеспечение, необходимое для обеспечения работы автоматизированной системы мониторинга. Благодаря применению технологий искусственной нейронной сети, будут разработаны алгоритмы автоматизированной обработки и прогнозирования экспериментальных временных рядов. Изучены варианты систем прогнозирования, основанных на искусственных нейронных сетях. Результаты восстановления временных рядов должны демонстрируют высокую точность прогноза. Изучен комбинированный алгоритм прогнозирования значений временных рядов, обеспечивающий повышенную точность прогноза даже при длительной экстраполяции.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Берлянд М.Е., Соломатина Н.Н., Сонькин Л.Р. О прогнозировании загрязнения воздуха // Метерология и гидрология, 1972, № 9, с. 11-18.

[2] Вельтищева Н.С. Численная модель дальнего переноса двуокиси серы // Метерология и гидрология, 1982, №4, с. 40-45.

[3] Harmens H. and Mills G. (Eds.) Air Pollution: Deposition to and impacts on vegetation in (South)-East Europe, Caucasus, Central Asia (EECCA/SEE) and South-East Asia. Report prepared by ICP Vegetation, March 2014. ICP Vegetation Programme Coordination Centre, Centre for Ecology and Hydrology, Bangor. UK. — 2014. — 72 p.

[4] Н. Кутовский, А. Нечаевский, Г. Ососков, А. Ужинский, М. Фронасьева. Облачная платформа управления данными биомониторинга проекта Комиссии ООН по воздуху Европы ICP VEGETATION // Геоинформатика. — 2017. — № 2. — С. 11–16. ISSN 1609-364.

[5] Н.А. Балашов, А.В. Баранов, В.В. Кореньков, Н.А. Кутовский, А.В. Нечаевский, Р.Н. Семенов. Облачный сервис ОИЯИ: статус и перспективы. Труды Института системного программирования РАН. ISSN:2079-8156, eISSN:2220-6426. — 2015. Т. 27, № 6. — С. 345–353.

[6] Collobert, R.; Weston, J. A unified architecture for natural language processing: Deep neural networks with multitask learning. In Proceedings of the 25th International Conference on Machine Learning, Helsinki, Finland, 5–9 July 2008.

[7] Fan, J.; Gao, Y.; Luo, H. Integrating concept ontology and multitask learning to achieve more effective classifier training for multilevel image annotation. IEEE Trans. Image Process. 2008, 17, 407–426.

[8] Александр Ужинский, Геннадий Ососков, Марина Фронтасьева. Облачная платформа предоставляет инструменты управления и обработки данных биомониторинга, позволяя активизировать работу по прогнозированию распространения трансграничных загрязнений окружающей среды // Метерология, 2017

[9] Widmer, C.; Leiva, J.; Altun, Y.; Rätsch, G. Leveraging sequence classification by taxonomy-based multitask learning. In Annual International Conference on Research in Computational Molecular Biology; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2010.

[10] Zheng, Y., Liu, F., Hsieh, H.-P., 2013. U-Air: when urban air quality inference meets big data. In: Proceedings of the 19th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, pp. 1436e1444.

Шаханов Ә.Р. Ипалакова М.Т., Басири К.

**УЗВ өсірілген тиляпияның морфобиологиялық сипаттамасы**

**Түйіндеме.** Осы мақалада ауа ластаушы заттардың сағаттық концентрациясын болжау үшін бірнеше тәсілдерді пайдалану арқылы ауаның сапасын болжау қарастырылған (мысалы, PM2.5 ультра-бөлшектер және күкірт диоксиді). Ең танымал әдістердің бірі болып табылатын машиналық оқыту ірі масштабты оңтайландыру алгоритмдерін пайдаланып, үлкен деректерді пайдалана отырып, үлгіні тиімді оқытуға қабілетті. Ауа сапасын болжау үшін машина жасауды қолданатын кейбір жұмыс орындары бар болса да, бұрынғы зерттеулер бірнеше деректермен шектеледі және сағаттық ауаның ластану концентрациясын болжау үшін қарапайым регрессиялық үлгілерді (сызықты немесе сызықты емес) үйретеді.

**Түйінді сөздер:** болжау, ультра-бөлшектер (PM2.5), машина жасау, оңтайландыру алгоритмі

Shakhanov A.R., Ipalakova M.T., Basiri K.

**Methods of air pollution forecasting**

**Summary.** Air quality prediction using several machine learning approaches to predict hourly concentrations of air pollutants (e.g. ultrafine particles PM2.5 and sulfur dioxide). Machine learning, as one of the most popular methods, can effectively train a model using big data using large-scale optimization algorithms. Although there are some papers applying machine learning to air quality forecasting, most previous studies are limited to a few years of data and have simply trained standard regression models (linear or nonlinear) to predict hourly air pollution concentrations.

**Keywords:** Prediction, ultrafine particles (PM2.5), machine learning, optimization algorithm

УДК: 53.082.1; 53.082.6; 539.1.08

**S.B. Kislitsin, A.S. Dikov, I.V. Khromusin, A.S. Larionov, S.O. Akayev**
(Institute of Nuclear Physics, Almaty, Kazakhstan
E-mail:skislitsin@mail.ru)

## INFLUENCE OF TEST TEMPERATURE ON THE FRACTURE MECHANISM OF BERYLLIUM OXIDE

**Abstract.** The results of relative study of the helium accumulation in steel C12Cr18Ni10Ti implanted with alpha particles and irradiated with neutrons in helium atmosphere are presented. It has been established that during neutron irradiation, helium is accumulated in the surface layers of steel without forming helium porosity. The implantation of helium leads to the nucleation of helium pores, which manifests itself in blistering and flaking of the irradiated surface.

**Key words:** steel C0.12Cr18Ni10Ti, thermodesorption spectroscopy, helium, neutron irradiation, alpha particle.

**С.Б. Кислицин[1], А.С. Диков[1], И.В. Хромушин[1], А.С. Ларионов[1], С.О. Акаев[1,2]**
([1]Институт ядерной физики РК, г. Алматы, Республика Казахстан
[2]Satbayev University, Алматы, Республика Казахстан
E-mail:skislitsin@mail.ru)

# СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НАКОПЛЕНИЯ ГЕЛИЯ В КОНСТРУКЦИОННОЙ АУСТЕНИТНОЙ СТАЛИ, ИМПЛАНТИРОВАННОЙ НИЗКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ АЛЬФА-ЧАСТИЦАМИ И ОБЛУЧЕННОЙ НЕЙТРОНАМИ В СРЕДЕ ГЕЛИЯ

**Аннотация.** Приведены результаты сравнительных исследований накопления гелия в стали 12Х18Н10Т имплантированной альфа-частицами и облученной нейтронами в атмосфере гелия. Установлено, что при нейтронном облучении гелий оседает в приповерхностных слоях стали, не формируя гелиевой пористости. Имплантация гелия ведет к зарождению гелиевых пор, проявляющейся в блистеринге и шелушении поверхности.

**Ключевые слова:** сталь 12Х18Н10Т, термодесорбционная спектроскопия, гелий, нейтронное облучение, альфа-частица.

**Введение.** Известно, что гелий в конструкционных материалах ядерных установок приводит к деградации их эксплуатационных свойств [1-4]. Накопление трансмутационного гелия обусловлено ядерными реакциями элементов конструкционных материалов с нейтронами, что приводит к гелиевому распуханию, охрупчиванию и другим негативным последствиям. Еще более опасным является эффект гелия на конструкционные материалы в перспективных высокотемпературных реакторах с гелиевым теплоносителем (ВТГР), поскольку нейтронное облучение будет сопровождаться высокими температурами. В настоящее время ускорители альфа-частиц используются для определения влияния гелия на конструкционные материалы, поскольку это позволяет достичь высоких концентраций гелия за относительно короткий период облучения [5]. Однако модельные эксперименты не могут полностью заменить реальные исследования. В работе исследована проникающая способность (сорбции) и накопление гелия в конструкционной стали при синергическом воздействии нейтронного облучения в атмосфере гелия при высокой температуре. Полученные результаты по термодесорбции гелия из стали 12Х18Н10Т сравниваются с результатами термодесорбции гелия из этой же стали имплантированной низкоэнергетическими альфа-частицами.

**Материал и методы облучения и исследования**.Исследования накопления и выхода гелия в экспериментах по термодесорбции проводились на образцах стали конструкционной аустенитной стали 12Х18Н10Т, широко используемой в реакторостроении. Элементный состав приведен в таблице 1.

Таблица 5. **Содержание элементов в стали 12Х18Н10Т по данным ЭДА анализа**

| Элемент | C | Cr | Ni | Mn | Si | Ti | Mo | Fe |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Содержание, вес.% | 5.7 | 16.34 | 9.14 | 1.26 | 0.65 | 0.52 | 0.17 | 65.61 |

Для облучения альфа-частицами на ускорителе вырезались образцы размером 10 мм × 10 мм × 1 мм, далее они подвергались механической шлифовке и полировке поверхности. Облучение проводилось на низкоэнергетическом канале ускорителя ДЦ-60 (канал ЭЦР источника) Астанинского филиала ИЯФ двухзарядными ионами гелия с энергией 22.5 кэВ/заряд, т.е. полный заряд альфа-частицы равен 45 кэВ. Температура облучения не превышала 200 ºС. Флюенс α-частиц для стали составил $1\times10^{18}$ ион/см$^{-2}$ проективный пробег ~ 100 нм, разброс пробега, т.е. страгглинг ~ 80 нм.

Для нейтронного облучения в атмосфере гелия была спроектирована и изготовлена из стали 12Х18Н10Т ампула, наполненная гелием, (см. рисунок 1).

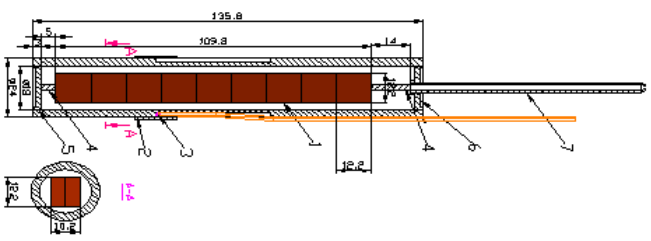



**Рис. 1.** Схема реакторной ампулы
1 – образцы; 2 – корпус капсулы (сталь 12Х18Н10Т); 3 – хромель-алюмелевые термопары; 4 – упоры (сталь 12Х18Н10Т); 5 – дно (сталь 12Х18Н10Т); 6 – крышка (сталь 12Х18Н10Т); 7 – штенгель (медь).

Облучение ампулы, наполненной гелием капсулы, проводилось в канале 10-2 исследовательского реактора ВВР-К (ИЯФ, Алматы). Общее время облучения 3254 ч 52 мин. Плотность потока нейтронов в процессе облучения составляла: $7.3 \cdot 10^{-13}$ н/(см$^2$·с) для нейтронов с E ≤ 0.1 МэВ (тепловые нейтроны) и $6.8 \cdot 10^{-12}$ н/(см$^2$·с) для нейтронов с E ≥ 0,11 МэВ, т.е. для «быстрых» нейтронов. За время облучения образцы для исследований набрали флюенс $8.5 \cdot 10^{20}$ н/см$^2$для тепловых и $8.9 \cdot 10^{19}$н/см$^2$для быстрых нейтронов. Образцы для исследований вырезались в «горячих» камерах из стенок капсулы.

Исследование структуры поверхности облученных α-частицами образцов стали проводили методами сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) на микроскопе JSM-7500F (JEOL).

Исследования накопления гелия в облученных α-частицами и нейтронами в атмосфере гелия образцов стали выполнены методом термодесорбционной спектроскопии [6].

Кривые термодесорбции автоматически снимали в процессе нагрева в вакууме ~$1{,}3 \times 10^{-6}$ Па со скоростью 42 ºС/мин в интервале 20 - 1100 ºС. До измерений проводилась калибровка на содержание гелия в вакуумной камере. Для исследования десорбции гелия методом термодесорбционной спектроскопии готовились образцы размерами 3 мм × 2 мм × 1 мм.

**Результаты и обсуждение**. Результаты исследования выхода гелия из облученной нейтронами в атмосфере гелия стали приведены на рисунке 2. Как видно, в спектре термодесорбции гелия в интервале температур от комнатной до 1100 ºС наблюдается 3 пика при 180 (I), 230 (II), 320 ºС(III).

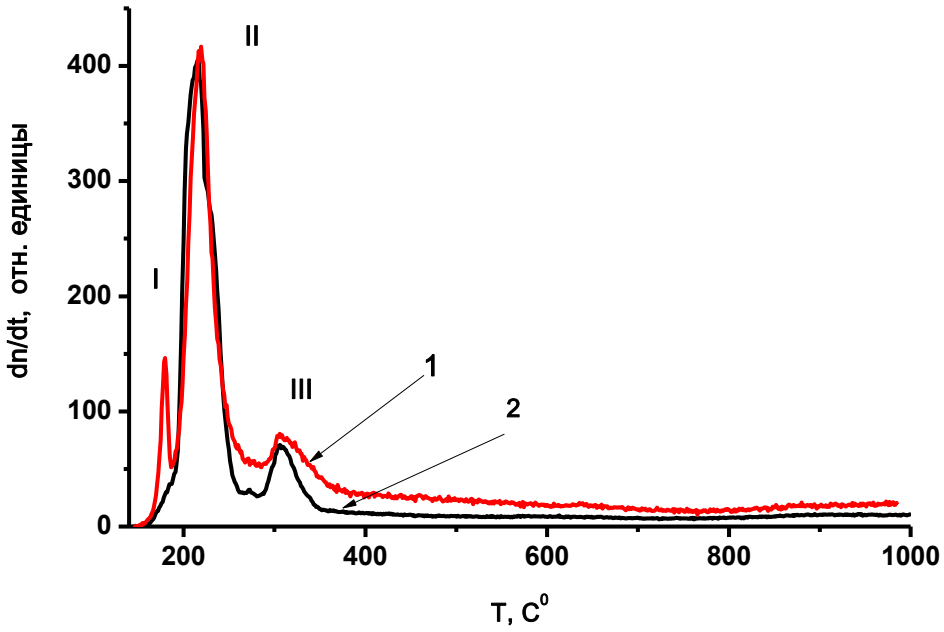



**Рис. 2.** Спектр термодесорбции гелия из двух образцов (1,2) стали 12Х18Н10Т, облученных нейтронами в атмосфере гелия в одинаковых условиях при 720 ºС

Из рисунка 2 видно, что, несмотря на малую растворимость гелия, при высоких температурах и нейтронном облучении гелий мигрирует в глубь стали.

Интерес представляет сравнение выхода гелия с данными, полученными в экспериментах по термодесорбции имплантированного в сталь облучением низкоэнергетических альфа-частиц с энергией 45 кэВ. Спектр термодесорбции гелия, имплантированного на ускорителе ДЦ-60, показан на рисунке 3.

Из приведенных на рисунке 3 зависимостей выхода гелия из имплантированной альфа-частицами стали видно, что наблюдается 4 пика выхода гелия, при этом основной пик выхода наблюдается при температуре 550 ºС. В то же время для облученного нейтронами в атмосфере гелия пик расположен при значительно меньшей температуре (230 ºС).

Это свидетельствует о том, что гелий при облучении нейтронами в атмосфере гелия залегает на значительно меньшей глубине по сравнению с имплантированным (~ 100 нм, согласно расчету по программе SRIM пробега альфа-частиц с энергией 45 кэВ в стали). Также, по-видимому, различаются формы нахождения гелия в стали, облученной нейтронами в среде гелия и имплантированного в сталь. При имплантации альфа-частиц в области торможения генерируются точечные дефекты – вакансии и междоузельные атомы. Атомы гелия образуют малоподвижные гелий-вакансионные комплексы с высокой энергией связи гелия в комплексе (порядка 4-5 эВ) и стабильные до высоких температур.

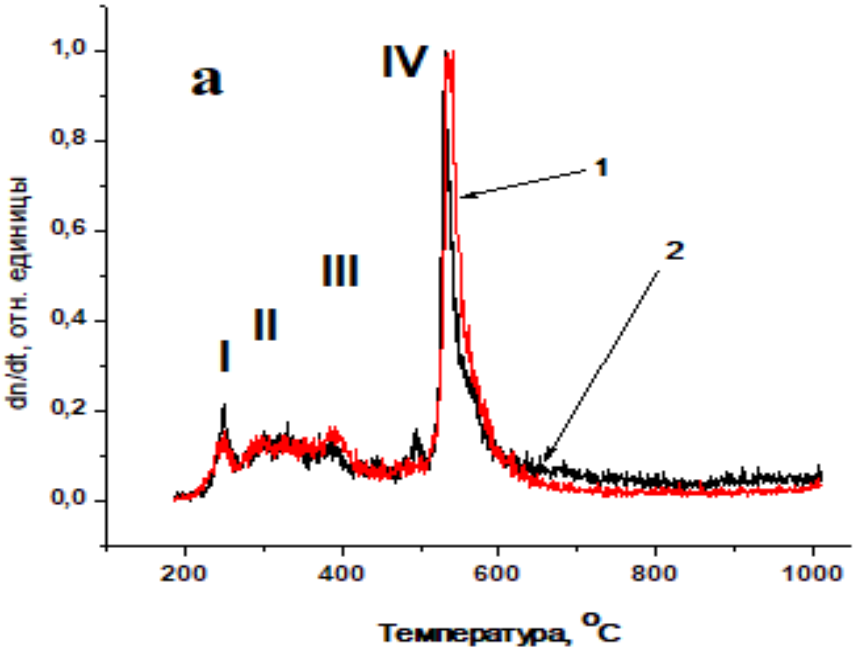
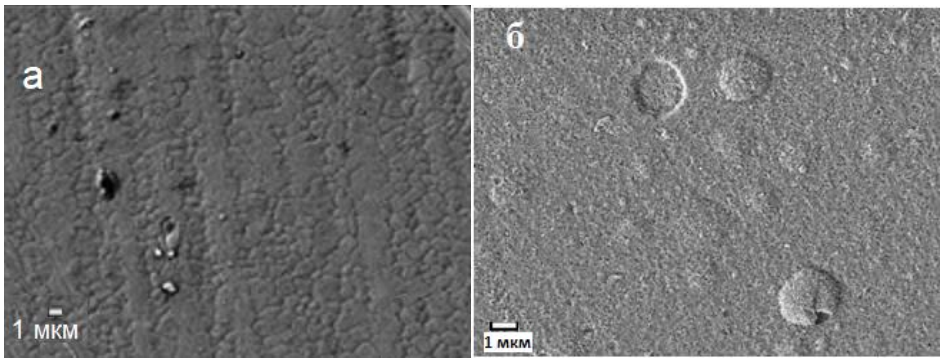



**Рис.3.** Спектр термодесорбции гелия из стали 12Х18Н10Т, облученной альфа-частицами до флюенса $1 \cdot 10^{18}$ см$^{-2}$

При нейтронном облучении область с высокой концентрацией точечных дефектов не формируется, поэтому атомы гелия образуются в комплексы, состоящие преимущественно из атомов гелия и имеющие высокую подвижность. Соответственно, десорбция гелия из таких комплексов будет идти при меньших температурах. Еще одним подтверждением различия форм нахождения гелия в стали, облученной нейтронами в среде гелия и имплантированной альфа-частицами, является формирование блистеров на поверхности имплантированной гелием стали (рис.4).




а - до облучения, б – после

**Рис. 4.** Блистеринг и флекинг в стали, облученной α-частицами с энергией 45 кэВ до флюенса $1 \cdot 10^{18}$ см$^{-2}$

На поверхности стали, облученной нейтронами в среде гелия, блистерыв на поверхности не обнаружено.

**Выводы.**

1. По выполненным исследованиям накопления гелия в стали при нейтронном облучении в атмосфере гелия можно сделать следующие выводы:наблюдаются три максимума выхода гелия при 150 , 230 и 320 ºС. Обнаруженные пики выхода гелия связаны с его десорбцией из приповерхностных дефектов структуры, таких как границы зерен, дислокации. Не наблюдается образования гелиевой пористости и выхода пор на поверхность.

2. По исследованиям накопления имплантированного в сталь гелия можно заключить, что наблюдается 4 пика выхода гелия, при этом основной пик выхода отмечается при более высокой температуре 550 ºС. Облучение альфа-частицами приводит к высокой концентрации гелия в области торможения альфа-частиц, что в свою очередь ведет к зарождению гелиевой пористости и блистерингу – вспучиваний поверхности, вызванной выходом пор на поверхность.

ЛИТЕРАТУРА

[1] И.М. Неклюдов, Г.Д. Толстолуцкая. Гелий и водород в конструкционных материалах //ВАНТ: Сер. Физика радиационных повреждений и радиационное материаловедение. - 2003. - № 3(83). -С.3-14.

[2] В.С. Карасев, В.Г. Ковыршин. Термодесорбция имплантированного гелия из аустенитных сталей типа 16-15 // Атомная энергия. – 1983. - Т.55. - В.6. - С. 362-366.

[3] В.Ф. Рыбалко, В.В. Ружицкий, С.М. Хазан, Г.П. Ковтун. Термодесорбция ионно-имплантированного гелия из Fe и Cr // ВАНТ: Серия Физика радиационных повреждений и радиационное материаловедение. – 1990. - № 1(52). - С. 54-58.

[4] K. Ono, K. Arakawa, H. Shibasaki, et al. Release of helium from irradiation damage in Fe-9Cr ferritic alloy // J.Nucl. Mater. - 2004, V. 329-333. -P. 933-937.

[5] А.С. Кальченко, В.В. Брык, В.Н. Воеводин, Н.П. Лазарев. Моделирование распухания стали Х18Н10Т в имитационных и реакторных условиях // ВАНТ: Сер. Физика радиационных повреждений и радиационное материаловедение. - 2003. - № 3(83). - Р.3-14.

[6] T.I. Aksenova, I.V. Khromushin, Zh.R. Zhotabaev. Thermodesorption study of barium and strontium cerates // Solid State Ionics. – 2003. – V. 162-163. – P. 31-36.

Кислицин С.Б., Диков А.С., Хромушин И.В., Ларионов А.С., Акаев С.О.

**Гелий ортада төмен энергетикалық альфа бөлшектерімен имплантаған аустениттік конструкциялық болаттын нейтрондардың сәулелену гелий жинақтауын салыстырмалы зерттеу**

**Түйіндеме.** Альфа-бөлшектерімен имплантацияланып, гелий атмосферасындағы нейтрондармен сәулелендірілген 12Х18Н10Т болатта гелия жиналуын салыстырмалы зерттеу нәтижелері келтірілген. Нейтронды сәулелену кезінде гелий кеуектілігі қалыптаспай болаттың беткі қабаттарында сақталады деп анықталды. Гелийді имплантациялау гелий кеуектерінің нуклеациясына әкеледі, ол сәулелендірілген беткі қабаттың қабынуы мен пиллингінде көрінеді.

**Түйін сөздер:** болат 12Х18Н10Т, термодесорбциялық спектроскопия, гелий, нейтронды сәулелену, альфа-бөлшек

Kislitsin S.B., Dikov A.S., Khromusin I.V., Larionov A.S., Akayev S.O.

**Influence of test temperature on the fracture mechanism of beryllium oxide**

**Summary.** The results of relative study of the helium accumulation in steel C12Cr18Ni10Ti implanted with alpha particles and irradiated with neutrons in helium atmosphere are presented. It has been established that during neutron irradiation, helium is accumulated in the surface layers of steel without forming helium porosity. The implantation of helium leads to the nucleation of helium pores, which manifests itself in blistering and flaking of the irradiated surface.

**Key words:** steel C0.12Cr18Ni10Ti, thermodesorption spectroscopy, helium, neutron irradiation, alpha particle.

УДК 532.517.4

**Ш.С. Оспанова, И.Э. Березовская, А.З. Нурмуханова, А.О. Нұғыманова, Л. Карымсакова**
(Казахский национальный университет им. аль-Фараби,
Алматы, Республика Казахстан)

## ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ И МЕТОДЫ РАСПЫЛА ЖИДКОЙ СТРУИ ПРИ ВЫСОКОЙ ТУРБУЛЕНТНОСТИ

**Аннотация.** В данной работе рассматриваются процессы распада, дисперсии, испарения и горения капель жидкого топлива при высокой турбулентности. В работе описаны основные характеристики и методы распыла жидких топлив, приведены виды специальных устройств, используемые в инжекторных системах подачи топлива. Также приведены статистические данные о выбросах вредных веществ в атмосферу и пути их снижения.

**Ключевые слова:** распыл, струя жидкости, выбросы вредных веществ, распад, двигатели внутреннего сгорания.

Положения о выбросах загрязняющих веществ с течением времени становятся все жестче, например, до 2025 года вследствие установленных по всему миру основных правил планируется снизить выброс углекислого газа $CO_2$ от легковых автомобилей до порядка 100 мг/км (рисунок 1 [1-3]). Хотя углекислый газ не является токсичным газом, все же он представляет опасность для окружающей среды из-за возникающего парникового эффекта. Ежегодный выброс углекислого газа, по оценкам [4-6], составляет около 30 млрд. тонн вследствие различных видов человеческой деятельности во всем мире. Концентрация углекислого газа от всех источников с 1750 года возросла на 31%.

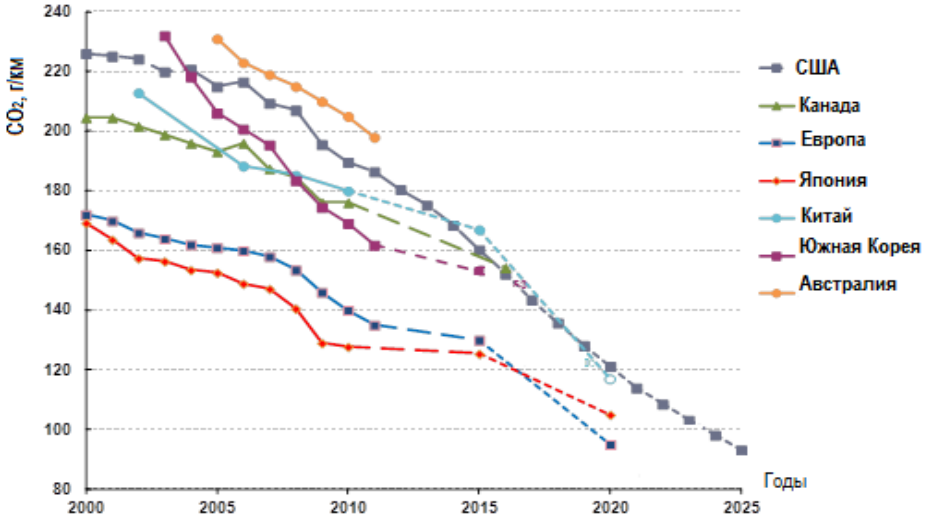



**Рис. 1.** Стандарты выбросов углекислого газа $CO_2$

На современном этапе развития энергетики проблемы экологии приобретают приоритетное значение. Известно, что Интернациональным энергетическим агентством (IEA) поставлена задача к 2050 году использовать в качестве энергоносителя до 80% возобновляемые источники энергии и вдвое сократить выброс в атмосферу углекислого газа $CO_2$ как показателя эмиссии вредных веществ [7]. Поэтому совершенствование систем и устройств для сжигания различных видов топлива направлено на повышение КПД и как следствие на снижение эмиссии вредных веществ в атмосферу. Достигается это в том числе путём усовершенствования горелок для сжигания таких видов топлива как газ и жидкое топливо, а во-вторых, за счёт интенсификации теплообмена в энергетических установках.

В связи с этим многие зарубежные фирмы на основе экспериментальных исследований разрабатывают горелки для сжигания топлива с пониженной эмиссией оксидов азота $NO_x$ и окиси углерода CO. В частности в г. Эссене в Институте «Gaswarme Institut e.v. Essen» была выполнена подобная работа, которая позволила дать рекомендации для существенного снижения эмиссии азотистых веществ $N_2$ при сжигании различных видов топлива [8]. Экспериментально было установлено, что в топочном пространстве образуется зона интенсивной рециркуляции горючего газа, поступающего из сопла с топливом, что позволяет повысить температуру его горения до максимальной.

В результате за счёт оптимальной конструкции топки, обеспечивающей эффективное перемешивание воздуха с горючими газами и повышение температуры горения с помощью таких диффузионных горелок с пламенем под девизом «Blauer Engel» - «голубой ангел» удаётся резко снизить эмиссию оксидов азота $NO_x$ в атмосферу. В связи с энергетическим кризисом ряд исследователей Университета в г. Бохуме «Ruhr-University Bochum» и Института «Gaswarme-Institut» в г. Эссене подчёркивают, что низкокалорийные виды топлива не потеряют своего значения, поскольку техника их сжигания всё время совершенствуется [9].

Правила экологического стандарта Евро 5, регулирующего содержание вредных веществ в выхлопных газах вступил в силу 1 сентября 2009 года и были применены ко всем новым автомобилям с 1 января 2011 года. Стандарт Евро 6, правила которого более жесткие по сравнению с предыдущим, действует с 1 сентября 2014 года и будет применяться ко всем новым средствам передвижения с 1 января 2015 года. Поэтому в свете этих правил необходимо улучшение качества двигателей внутреннего сгорания, которые в свою очередь контролируются системой впрыска жидкого топлива.

В связи со сказанным выше особое значение и **актуальность** приобретает интенсификация производства, снижение материалоемкости оборудования, экономное расходование топлива, охрана окружающей среды. Весьма важной является задача создания научных основ интенсивных технологических процессов, обеспечивающих комплексное использование топлива и его отходов, исключающих вредное воздействие производства на биосферу. Новая стратегия охраны природы и энергосбережения предполагает выбор наиболее эффективных достижений научно-технического прогресса. Среди них особо выделяются три основные группы мероприятий: утилизационные, энергетической модернизации, интенсивного энергосбережения.

Распыл струи жидкости имеет широкое практическое применение во многих системах подачи топлива, а также в камерах сгорания современных авиационных двигателей. Подобный тип радиальной подачи в поперечный поток улучшает характеристики распыления топлива, испарения образующегося впрыска и используется в богатых камерах сгорания, а также в камерах с быстрой подготовкой обедненных смесей или с предварительным смешением и испарением топливно-воздушной смеси. Данная задача широко применяется для изучения процесса распада струи жидкости на капли [10].

Детальное экспериментальное исследование процесса распыливания на реальных форсунках затруднено ввиду широкого диапазона размеров частиц и плотности «засеивания» потока воздуха частицами жидкости. Наиболее приемлемым является численное моделирование, которое в общем случае включает моделирование распада струй и пленок жидкости на сгустки, вторичного дробления сгустков на капли и дальнейшего переноса капель потоком воздуха. Отработка методики расчета процесса формирования и дробления топливной пленки при распыливании является первоочередной задачей при расчете движения частиц. При этом в прикладных задачах, несмотря на постоянно совершенствующиеся вычислительные ресурсы, основной проблемой при выполнении расчетов распыла является необходимость обеспечения требуемой степени дискретизации расчетных областей ввиду широкого диапазона пространственных масштабов, на которых происходит распыл.

В современных двигателях внутреннего сгорания используются высокотехнологичные топливные инжекторы, поставляющие топливо в двигатель наиболее эффективным способом. Существуют различные типы систем впрыска топлива в зависимости от вида двигателя. Наиболее часто используются двигатели с искровым зажиганием (SI), двигатели с портом впрыска (PFI или GDI) и двигатели с прямым впрыском (DI). В двигателях с искровым зажиганием давление впрыска варьируется от 2 до 3 бар, а в двигателях с прямым впрыском от 100 до 200 баров. Дизельные двигатели с прямым впрыском работают при гораздо более высоких значениях давления, эти значения около 10 или более раз больше чем в двигателях с искровым зажиганием. Системы впрыска обычно контролируются электронным путем, так как открытие и закрытие форсунки должно проходить быстро, что уменьшает потери топлива.

В случае бензиновых двигателей увеличивается производство двигателей прямого впрыска бензина (GDI). На Рисунке 2 показано увеличение производства двигателей GDI и устойчивое падение производства двигателей, имеющих порты впрыска топлива (GPI). В двигателях с непосредственным впрыском бензина (GDI), также называемые как двигатели DISI, топливо впрыскивается непосредственно в цилиндр во время такта впуска или сжатия двигателя. Топливо впрыскивается в двигатель в соответствии с условиями нагрузки двигателя. В условиях высокой оперативной нагрузки топливо впрыскивается во время такта впуска и двигатель работает как однородно-заряженный стехиометрический двигатель с искровым зажиганием. Двигатели GDI на 15% эффективнее расходуют топливо, чем PFI двигатели из-за снижения потерь в насосах, тепловых потерь и из-за высокой степени сжатия в GDI по отношению к PFI [11-13].

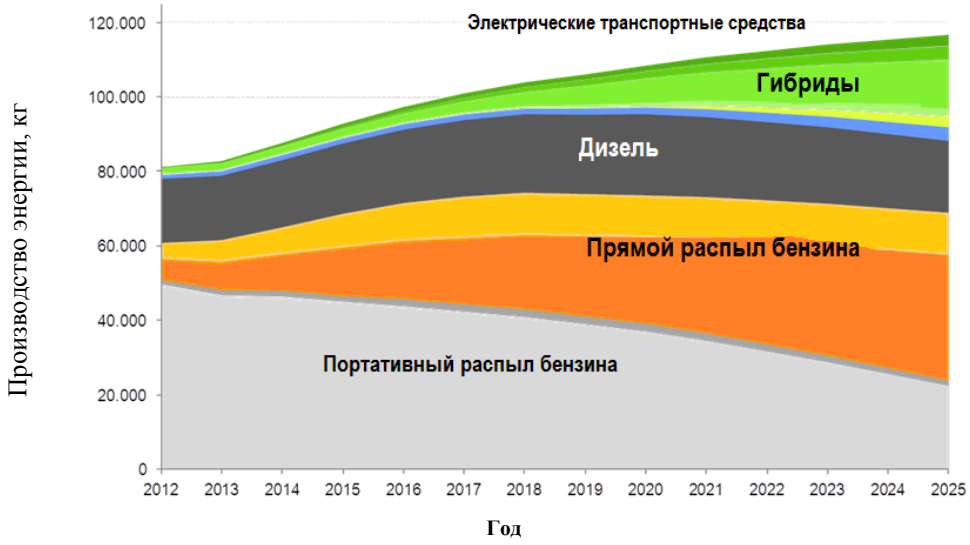



**Рис. 2.** Статистика мирового производства двигателей внутреннего сгорания [12]

В GDI двигателях топливо впрыскивается непосредственно из нескольких отверстий форсунок при давлении 200 бар. Структура впрысков из множества отверстий из GDI двигателя состоит из сочетаний жидких связок и капель различного размера и они зависят от давления впрыска. Когда жидкость впрыскивается, в двигателе создаются впрыски виде колец. Обычно жидкие связки формируются на входе в непосредственной близости от сопла инжектора и связки разрываются на капли вниз по течению из-за взаимодействия с воздухом, который способствует росту неустойчивости на поверхности жидкости. Распад капель продолжается далее по течению, которое способствует испарению (Рисунок 3).




1 – игла, 2 – клапан, 3 – корпус инжектора, 4 – привод топлива, 5 – электрический разъем, 6 – силовой привод, 7 - сопло

**Рис. 3.** Вид поперечного сечения двигателя прямого впрыска бензина (GDI)

Форсунки со множеством отверстий, как правило, имеют очень сложный характер из-за явления под названием взаимодействие струя-на-струю и кавитации внутри сопла инжектора. Взаимодействия струя-на-струю наблюдаются при высоких нагрузках, в которых высокая концентрация паров топлива увеличивают это взаимодействие. Такое поведение впрысков из множества отверстий можно заметить при проведении экспериментов, но из-за высокой плотности факела распыла это явление невозможно различить через густое и большое скопление капель [13].

На протяжении многих лет численные методы моделирования непрерывно улучшались с увеличением их использования. В виду многочисленных видов вычислительных ресурсов численное моделирование, как правило, соответствует заданной степени точности и качества результатов.

В течение последних лет непрерывно продолжался процесс совершенствования камер сгорания. Тот факт, что многие камеры сгорания авиационных двигателей, находящиеся сейчас в эксплуатации, сходны по размерам, форме и общему виду с теми, которые разрабатывались ранее, не говорит о достаточном прогрессе в этой области. Например, при проектировании двигателей боевых летательных аппаратов с момента использования газотурбинных двигателей в авиации проблема выброса загрязняющих веществ в атмосферу, практически, не рассматривалась. Это связанно, прежде всего, с тем, что при проектировании данного типа двигателей в первую очередь ставились задачи получения максимального значения тяги, широкого диапазона высот и скоростей полета, надежности высотного запуска и обеспечения необходимых тактико-технических данных для данного типа летательных аппаратов.

В настоящее время проблема вредных выбросов двигателей самолетов приобретает важное значение. При современном уровне развития технологий газоанализа время, необходимое для определения химического состава газа, значительно уменьшилось. Так, например, при полете на больших высотах за самолетом остается спутный след, концентрация продуктов сгорания в котором в несколько раз превышает нормальную атмосферную. Некоторые из продуктов сгорания обладают способностью вступать в реакцию с кислородом воздуха, а на больших высотах - и с атмосферным озоном, речь идет, в первую очередь, о таком компоненте, как окислы азота ($NO_x$).

Одним из основных требований, предъявляемых к фронтовым устройствам камер сгорания авиационных двигателей, является обеспечение стабилизации пламени в широком диапазоне изменения режимов работы двигателя. Однако, как известно, сжигание гомогенной смеси характеризуется более узким диапазоном устойчивого горения, чем для гетерогенной смеси, что вызывает трудности при обеспечении требуемых взрывных характеристик камеры сгорания. Для того чтобы выделить наиболее существенные закономерности, определяющие стабилизацию горения, а следовательно расположение

зон с максимальной концентрацией вредных веществ, необходимо проводить исследования в более упрощенных аэродинамических условиях [14].

Исследование процессов течения и влияния параметров горелки на процесс образования вредных веществ и положение зон с максимальной концентрацией вредных веществ, представляется целесообразным производить на горелках, установленных в свободном пространстве, в отличие от установки горелки в камере сгорания. Существенным вопросом является изучение структуры горения за горелкой, так как оно оказывает определяющее влияние на процесс стабилизации пламени, а следовательно и на процесс формирования зон максимальной концентрации вредных веществ.

В настоящее время при создании высокотемпературных и малотоксичных камер сгорания большое внимание уделяется новым типам фронтовых устройств, обеспечивающих высокоэффективное сжигание топлива при минимальном выбросе вредных веществ в продуктах сгорания. Известно, что для повышения интенсивности и полноты выгорания топлива, снижения нагарообразования, токсичности выхлопных газов и улучшения других рабочих характеристик камеры сгорания целесообразна гомогенизация топливовоздушной смеси и значительное ее обеднение [15].

Наиболее перспективными с точки зрения использования в авиационных двигателях и имеющие широкое распространение являются фронтовые устройства с вихревыми горелками, в которых осуществляется как подготовка смеси, так и организация процесса стабилизации пламени за ними. Наличие предварительной подготовки смеси и сжигание ее в условиях повышенной турбулентности закрученных струй приводит к уменьшению дымления камеры сгорания ниже границы видимости, а также существенному снижению содержания других вредных веществ в продуктах сгорания.

Горение представляет собой процесс быстрого и полного окисления горючего вещества, происходящий при высокой температуре и сопровождающийся выделением тепла. Полное сгорание топлива возможно только при наличии достаточном количестве кислорода. В горении участвуют окисляемое вещество, называемое топливом, и окислитель - вещество, содержащее кислород, способный достаточно быстро вступать в реакцию с топливом. В топках котельных установок используют только самый распространенный в природе окислитель — атмосферный воздух, 21% по объему или 23,2% по массе которого составляет кислород.

Воспламенение топлива происходит лишь тогда, когда температура его достигает определенной величины. Каждое топливо имеет свою температуру воспламенения. У твердых топлив она зависит от выхода летучих: чем больше выход летучих, тем меньше температура воспламенения топлива. Температура, при которой топливо начинает гореть, называется температурой воспламенения топлива. Для торфа она примерно 250, для дров — 300, каменного угля — 350, бурого угля — 400, антрацита — 500, жидкого топлива - 500-600, газа - 600°С [16, 17].

Горение факела распыленного жидкого топлива определяется в основном горением отдельных капель. Горение капли происходит только в газовой фазе. Горению предшествует прогрев капли и испарение топлива, смешение паров топлива с окислителем, прогрев горючей смеси до температуры воспламенения и собственно горение смеси. Установившееся горение характеризуется двумя взаимосвязанными процессами: испарением горючего за счет теплоты, получаемой от пламени, и горением смеси воздуха и паров топлива на некотором расстоянии от поверхности капли; при этом скорость испарения и скорость горения смеси одинаковы. Иначе, скорость горения жидкой капли понимается как скорость исчезновения жидкой фазы или как скорость испарения. На процесс испарения капли влияют различные факторы: свойства топлива, температура газа, окружающего каплю, диаметр капли [18].

В настоящее время существует два подхода к описанию горения единичной капли топлива: с использованием диффузионной теории горения и по диффузионной теории горения с учетом кинетических факторов. Различие этих двух подходов к анализу горения капли заключается в следующем. Диффузионная теория предполагает, что время выгорания капли и характеристики процесса определяются диффузионным переносом паров топлива и кислорода к месту горения. При втором подходе дополнительное учитывается кинетическое сопротивление горению. При малых диаметрах капель и малых числах Рейнольдса горение капли описывается чисто диффузионной теорией [19].

ЛИТЕРАТУРА

[1] Seibel C., Gartung K., Arndt S., Weigand B. Detailed analysis of spray structure and air entrainment in GDI sprays using a tomographic approach // ASME Journal of Turbomachinery. - 2014. - Vol. 136. – P. 1-9.

[2] Sabel’nikov V., Ovsyannikov A., Gorokhovski M. Modified level set equation for gas-liquid interfaces and its numerical solution // Proceedings of 6th European Congress on Computational Methods in Applied Sciences and Engineering (ECCOMAS). – Vienna, 2012. – P. 5597-5611.

[3] Boraiko C., Beardsley T., Wright E. Accident Investigations: one element of an effective safety culture // Professional Safety. – 2008. - Vol. 53, №9. - P. 26-30.

[4] Clarke S. Safety climate in an automobile manufacturing plant: The effects of work environment, job communication and safety attitudes on accidents and unsafe behavior // Personnel Review. – 2004. - Vol. 35, №4. – P. 413-430.

[5] Dawal S.Z., Taha Z. The effects of job organizational factors on job satisfaction in two automotive industries in Malaysia // Journal of Human Ergo logy. – 2007. - Vol. 36, № 2. – P. 63-68.

[6] Dietl H., Royer S., Stratmann U. Value creation architectures and competitive advantage: lessons from the European automotive industry // California Management Review. – 2009. - Vol. 51, №3. - P. 24-48.

[7] Donnelly T., Mellahi K., Morris D. The European automobile industry: Escape from parochialism // European Business Review. – 2002. - Vol. 14, № 1. – P. 30-39.

[8] Liang-Hung L., Iuan-Yuan L. Product quality as a determinant of product innovation: an empirical analysis of the global automotive industry // Total Quality Management and Business Excellence. – 2006. - Vol.17, №2. – P. 141-147.

[9] Mayer D.O. Greenhouse gas emissions and the social responsibility of automakers // Business and Society Review. – 2000. - Vol. 105, №3. – P. 347-361.

[10] Oh J., Rhee S.K. Influences of supplier capabilities and collaboration in new car development on competitive advantage of carmakers // Management Decision. – 2010. - Vol.48, №5. – P. 756-774.

[11] Askarova A., Bolegenova S., Gabitova Z., Bekmukhamet A., Ospanova Sh., Beketaeva M., Ergalieva A. Thermal characteristics at combustion of solid pulverized coal fuel in the furnace chamber of TPP // Materials of the IV International research and practice conference «Science, Technology and Higher Education». – Westwood, Canada, 2014. – P. 323-329.

[12] Renard L. The automobile manufacturers' global competitiveness and dimension effects: Differentiation and cost advantages reconciled // International Journal of Automotive Technology and Management. – 2002. - Vol. 2, №3 (4). – P. 280-288.

[13] Askarova A., Bolegenova S., Bekmukhamet A., Ospanova Sh., Gabitova Z. Using 3D modeling technology for investigation of conventional combustion mode of BKZ-420-140-7C combustion chamber // Journal of Engineering and Applied Sciences. – 2014. - Vol.1, №9. – P. 24-28.

[14] Richardson M., Danford A., Stewart P., Pulignano V. Employee participation and involvement: Experiences of aerospace and automobile workers in the UK and Italy // European Journal of Industrial Relations. – 2006. - Vol.16, №1. – P. 21-37.

[15] Sako M. The nature and impact of employee «voice» in the European car components industry // Human Resource Management Journal. – 1998. – Vol. 8, №2. – P. 5-13.

[16] Olivier J., Janssens-Maenhout G., Peters J. Trends in global $CO_2$ emissions. – Netherlands: PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, 2012. – 40 p.

[17] Dadach Z.E. Cost Effective Strategies to Reduce CO2 Emissions in the UAE: A Literature Review // Journal of Industrial Engineering and Management. – 2013. – Vol. 2(4). – P. 1-9.

[18] Smith M., Crotty J. Environmental regulation and innovation driving ecological designing the UK automotive industry // Business Strategy and the Environment. – 2008. - Vol.17, №6. – P. 341-349.

[19] A. Askarova, S. Bolegenova, Bolegenova Symbat, I. Berezovskaya, Zh., Ospanova Sh., Shortanbayeva, A. Maksutkhanova, G. Mukasheva and A. Ergalieva Numerical Simulation of the Oxidant's Temperature and Influence on the Liquid Fuel Combustion Processes at High Pressures // Journal of Engineering and Applied Sciences. - 2015. - Vol. 10, №4. - P. 90-95.

Оспанова Ш.С., Березовская И.Э., Нурмуханова А.З., Нұғыманова А.О., Карымсакова Л.

**Жоғары турбуленттіліктегі сұйық ағыншасын бүркудің негізгі принциптері мен әдістері**

**Түйіндеме.** Берілген жұмыста жоғары турбуленттіліктегі сұйық отын тамшыларының жіктелу, дисперсиясы, булануы мен жану процестері қарастырылады. Сонымен қатар жұмыста сұйық отынды бүркудің негізгі сипаттамалары мен әдістері бейнеленеді, отынды инжекторлы бүрку жүйелерінде қолданылатын арнайы құрылғылардың түрлері келтірілген. Сонымен қатар атмосфераға бөлінетін зиянды қалдықтар туралы статистикалық мәліметтер мен оларды азайту жолдары келтірілген.

**Түйінді сөздер:** бүрку, сұйық ағыншасы, зиянды заттардың қалдықтары, жіктелу, іштен жану қозғалтқыштары.

Ospanova Sh.S., Berezovskaya I.E., Nurmukhanova A.Z., Nugymanova A.O., Karymsakova L.

**Basic principles and methods of liquid jet atomization at high turbulence**

**Summary.** The processes of decay, dispersion, evaporation and combustion of liquid fuel droplets at high turbulence are discussed in this paper. The paper describes the main characteristics and methods of liquid fuels atomization, shows the types of special devices used in fuel injection systems. It also provides statistics on emissions of harmful substances into the atmosphere and ways to reduce them.

**Keywords:** spray, liquid jet, emissions of harmful substances, decay, internal combustion engines.

УДК 639.3

**N.O. Nietkabylova, Z. ZH. Sakiyeva, R.N. Zholmyrzayeva, S.T. Dabzhanova,**
(Kazakh national agrarian university, Kazakhstan,
e-mail: Nuriya_nietkabylova @mail.ru)

## OBTAINING FISH PRODUCTS WITH A GIVEN CHEMICAL COMPOSITION AND CONSISTENCY

**Abstract.** The present work is the creation, on the basis of complex experimental studies and generalization of the available data, methods for calculating and predicting the rheological characteristics of fish and fish products, taking into account their chemical composition.

A comprehensive coefficient or criterion for the chemical composition of fish and fish products was developed, a method for calculating and predicting the effective viscosity of minced fish depending on its grinding degree, chemical composition and speed profile was developed, and a classification of minced fish by its rheological and chemical characteristics was developed.

**Key words**: rheological properties, zoobenthos, zooplankton, fish and fish products, mince, consistency.

**Н.О. Ниетқабылова, З.Ж. Сакиева, Р.Н. Жолмырзаева, С.Т. Дабжанова**
(Казахский национальный аграрный университет,
Алматы, Республика Казахстан, e-mail: Nuriya_nietkabylova @mail.ru)

## ПОЛУЧЕНИЕ РЫБНЫХ ПРОДУКТОВ С ЗАДАННЫМ ХИМИЧЕСКИМ СОСТАВОМ И КОНСИСТЕНЦИЕЙ

**Аннотация.** На базе комплексных экспериментальных исследований и обобщения данных, получены методики расчета и прогнозирования реологических характеристик рыбы и рыбопродуктов с учетом их химического состава.

Разработан комплексный коэфориционт или критерий химического состава рыбы и рыбопродуктов, создана методика расчета и прогнозирования величины эффективной вязкости рыбного фарша в зависимости от степени измельчения , химического состава и градиента скорости, разработан классификацию рыбного фарша по реологическим и химическим характеристикам.

**Ключевые слова:** реологические свойства, зообентос, зоопланктон, рыбы и рыбные продукты, фарш, консистенция.

### ВВЕДЕНИЕ

В последние годы снижение роста потребления рыбных продуктов вызывает необходимость изыскания новых путей повышения технико - экономической эффективности производства и улучшения качест- ва готовой продукции.

Совершенствование процессов и аппаратов невозможно без современных методов их расчета. Без знания физико-химических и реологических характеристик сырья и получаемого из него полуфабриката или готового изделия нельзя точно рассчитать процессы их производства. Получение универ-

сальной математической зависимости определения у фарша, приготовленного из рыб с различным химическим составом эффективной вязкости в зависимости от градиента скорости сдвига, позволит ее прогнозировать и использовать в расчетах механических , гидромеханических , тепловых и других процессах в заданном интервале переменных. Оценка перспективности разрабатываемых процессов и аппаратов в первую очередь зависит от качества вырабатываемой продукции. Поэтому в области производства рыбных продуктов и рационального использования имеющегося сырья по оценке его качества структурно - механическими характеристиками ( СМХ ) , приоритетными являются работы , связанные с созданием процессов выработки продуктов с заданными свойствами [1].

Для проектирования состава рыбных продуктов с заданной пищевой и биологической ценностью одним из важных показателей качество является консистенция , которую обьективно характеризуют СМХ , имеющие хорошую корреляцию с органолептической оценкой.

Современная рыбная индустрия требует не только метрологического контроля консистенции, сырья и готового продукта , но и необходимой информации , в первую очередь , о сырье , а также о параметрах технологических процессов , позволяющих целенаправленно воздействовать в процессе обработки сырья на реологические характеристики.

В этой связи обоснование и получение нормативных реологических характеристик рыбы и рыбопродуктов для разработки стандарта и методик их прогнозирования расчета и контроля качества является актуальной.

В настоящее время практически отсутствуют работы , связанные с ком- плексным определением СМХ рыбных продуктов в процессе их изготовления . Поэтому необходимы приборы и средства для поэтапного контроля качества на всех стадиях производственного процесса. Это требует научного обоснования их выбора и определения рациональных параметров измерения путем проведения реометрических исследований , что позволит модернизировать существующую и организовать новую систему производственного контроля в рыбной промышленности.

Из анализа литературных данных установлено. Что наиболее перспективым являются ротационный и пенетрационный инструментальные методы контроля. Ротационный метод позволяет в автоматическом режиме контролировать качество фаршеобразных рыбных продуктов. Пенетрационный метод является универсальным и позволяет в экспрессом варианте точно и быстро оценить консистенцию сырья, рыбного полуфабриката и готовой продукции [2].

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Для более компактного и рационального использования выловленной в океане малоценной и мелкой рыбы, ее перерабатывают в фарш с различной степенью измельчения.

С целью получения рыбных продуктов с заданными химическим соста- вом и консистенцией, оцениваемой инструментально по реологическим характеристикам, необходимы специальные комплексные исследования.

Для гидродинамического расчета движения фарша в трубопроводах , в рабочих органах машин и аппаратов, помимо предельного напряжения сдвига, необходимо знать величину эффективной вязкости в зависимости от градиента скорости. Для автоматического контроля консистенции фарша, например, в процессе измельчения, перемешивания, шприцевания, формования и дозирования перспективно использовать эффективную вязкость при рациональном градиента скорости . Рациональный градиент скорости выбирается в зависимости от контролируемой переменной величины, при котором эффективная вязкость должна изменяться в наибольших пределах [3].

Для оценки консистенции рыбного фарша, который обладает определенной структурой, разрушающейся при приложении напряжения, выбрана эффективная вязкость, которую определяли на ротационных вискозиметрах " Реотест 2 " или " Брукфильда " при градиенте скорости сдвига **( ε,** $с^{-1}$**)** в пределах от 0,1 до 2, $с^{-1}$.

Таким образом , важным расчетным и качественным показателем фаршевого рыбного сырья является эффективная вязкость .

Фарш готовили в основном из охлажденной ( речная и прудовая ) и мороженой (морская и океаническая ) рыбы. Для измельчения рыбы использовали волчок с диаметром отверстия решетки , равным 3,5 мм .

Экспериментальные данные эффективной вязкости фарша, приготовленного из различныхвидов рыб.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

С целью обобщения полученного материала и уменьшения количества экспериментов по изучению влияния химического состава рыбного фарша на величину эффективной вязкости, необходимо выбрать и обосновать комплексную химическую характеристику , включающую в себе основные величины , характеризующие ( СМХ ) [4] .

Графическая и математическая обработка зависимостей изменения эффективной вязкости рыбного фарша от комплексных коэффициентов химического состава , предложенных Горбатовым А.В. , Косым В.Д. , Ма-лышевым А.Д. , Егоровым А.В. и другими для различных продуктов , показала , что в основном выявляется характер изменения , но при этом для некоторых образцов погрешность расчета достигает до 300 % . Из анализа полученных результатов можно выделить перспективные коэффициенты химического состава рыбного фарша , предложенные Косым В.Д.

/К=$m_{a.c.}/\varphi$ =(Б+З)/$\varphi$/ или Масловой Г. В. ( $K'$ = Б/$\varphi$ ) , которые более точно сравнению с другими, характеризуют изменение эффективной вязкости.

Функциональную зависимость $\eta = f(K')$ можно разбить на две прямолинейные зоны. Первая зона в пределах К' от 0 до 10 подчиняется следующей зависимости (1):

$$\eta = A \cdot K' = 165K'; \text{ Па·с} \quad (1)$$

с погрешность расчета в основном от 25% до 82 % , за исключением фарша из карпа и белого амура , у которых погрешность достигала до 140%.

Вторая зона, с погрешностью до 5% , подчиняется следующей зависимости (2):

$$\eta = A_1 ( 93{,}75 + K' ) , \text{ Па} \cdot \text{с} , \quad (2)$$

Выбранный комплексный химический коэффициент не учитывает содержание влаги в рыбном фарше, поэтому мы попробовали её учесть в виде влагосодержания. Так как вязкость рыбного фарша уменьшается с увеличением в нем влажности , то величину влагосодержания включили в знаменатель [5].

Тогда комплексный коэффициент химическоо состава рыбного фарша будет иметь следующий вид (3):

$$K_2 = Б/1(\varphi \cdot U_w). \quad (3)$$

Для более точного учета химического состава рыбного фарша , предлагаем дополнительно использовать коэффициенты обводнения белка ($K^n$=Б/W) жира (К=$\varphi/W$).

Тогда комплексный коэффициент химического состава **($K_3$)** будет равен(4):

$$K_3 = Б/( \varphi \cdot U_w) + Б/W + \varphi/W \quad (4)$$

зависимости эффективной вязкости рыбного фарша от коэффициентов химического состава $K_2$ и $K_3$ показаны на рис . 3.

Для упрощенных расчетов эффективной вязкости в зависимости от градиента скорости сдвига по уравнению $\eta_{эф}=\eta\varepsilon^m$, можно принять ее изменения (т) за постоянную величину равную 0,82.

Для более точных расчетов вязкости рыбного фарша необходимо учитывать темп изменения $\eta_{эф}$ от $\varepsilon$(m) , так как он изменяется в нашем случае от 0,80 до 0,84. С увеличением комплексного коэффициента химического состава рыбного фарша темп изменения эффективной вязкости возрастает по криволинейной зависимости (рис.3) и подчиняется следующему уравнению (5):

$$m = 0{,}016 \sqrt{K_2} + 0{,}78. \quad (5)$$

где $A_1$- коэффициент, имеющий размерность Па·с и равный 16.

Таблица 1. **Химический состав образцов рыбного фарша.**

| № | Вид рыбы | Содержание,доп .ед | | | | Влаго-содер. | белково-содерж. | жиро-содерж. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | влаги | белка | жира | золы | | | |
| | | $W\cdot 10^2$ | $Б\cdot 10^2$ | $\varphi\cdot 10^2$ | $з\cdot 10^2$ | $U_w$ | $U_Б$ | $U_\varphi$ |
| 1 | Белый амур | 75,1 | 17,4 | 6,0 | 1,5 | 3,02 | 0,211 | 0,064 |
| 1а | Белый амур | 73,1 | 18,7 | 6,7 | 1,5 | 2,717 | 0,230 | 0,072 |
| 2 | Карп | 78,0 | 16,3 | 4,5 | 1,2 | 3,545 | 0,195 | 0,047 |
| 3 | Лещ | 78,5 | 18,2 | 2,3 | 1,0 | 3,651 | 0,2225 | 0,024 |
| 4 | Линь | 79,0 | 18,0 | 1,6 | 1,4 | 3,762 | 0,232 | 0,016 |
| 5 | Сазан | 78,4 | 16,7 | 3,8 | 1,1 | 3,636 | 0,200 | 0,040 |
| 5а | Сазан | 73,8 | 20,7 | 4,6 | 0,9 | 2,817 | 0,261 | 0,048 |
| 6 | Сом | 79,3 | 16,2 | 3,5 | 1,0 | 3,831 | 0,193 | 0,036 |
| 7 | Судак | 80,0 | 18,2 | 0,6 | 1,2 | 4,000 | 0,2225 | 0,006 |
| 8 | Толстолобик | 75,9 | 17,3 | 5,0 | 1,2 | 3,150 | 0,209 | 0,053 |
| 8а | Толстолобик | 74,6 | 18,5 | 6,0 | 0,9 | 2,937 | 0,227 | 0,064 |
| 9 | Форель | 68,9 | 23,0 | 7,3 | 0,8 | 2,215 | 0,230 | 0,079 |
| 10 | Щука | 79,9 | 18,3 | 0,7 | 1,1 | 3,975 | 0,224 | 0,007 |
| 11 | Горбуша | 73,3 | 21,4 | 4,10 | 1,2 | 2,745 | 0,272 | 0,043 |
| 12 | Кета | 74,1 | 22,0 | 2,5 | 1,4 | 2,861 | 0,282 | 0,026 |
| 13 | Ледяная | 80,6 | 17,2 | 0,9 | 1,3 | 4,150 | 0,208 | 0,009 |
| 14 | Минтай | 81,0 | 17,3 | 0,4 | 1,3 | 4,263 | 0,209 | 0,004 |
| 14а | Минтай | 80,3 | 18,0 | 0,3 | 1,2 | 4,076 | 0,232 | 0,003 |
| 14б | Минтай | 81,8 | 16,7 | 0,3 | 1,2 | 4,495 | 0,200 | 0,003 |
| 15 | Окунь морск | 78,5 | 17,9 | 2,1 | 1,5 | 3,651 | 0,218 | 0,021 |
| 16 | Сельдь тихо-океанская | 62,8 | 17,8 | 18,2 | 1,2 | 1,688 | 0,217 | 0,222 |
| 17 | Ставрида | 74,7 | 21,7 | 2,2 | 1,4 | 2,953 | 0,277 | 0,022 |
| 18 | Треска тихо-океанская | 80,6 | 17,6 | 0,6 | 1,2 | 4,155 | 0,214 | 0,006 |
| 19 | Хек серебр | 79,5 | 17,1 | 2,0 | 1,4 | 3,878 | 0,206 | 0,020 |

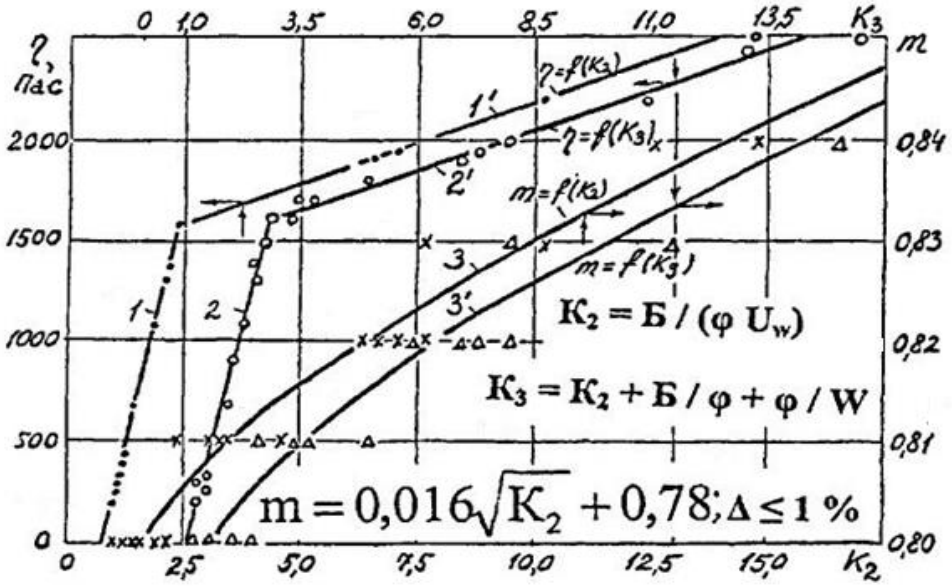



**Рис .3.** Зависимость эффективной вязкости $(\eta_{эф} = \eta \cdot \varepsilon^{-m})$ от коэффициентов химического состава рыбного фарша $K_2$ и $K_3$; $1, 1'$-соответственно для первой и второй зоны функции $\eta(K_2)$; $2, 2' - \eta(K_3)$; $3,3'$- соответственно функция m от $K_2$ и $K_3$.

прямолинейные зоны. Первая зона интенсивного роста эффективной вязкости от $K_2$ в пределах от 0,9 до 2,4 подчиняется следующей математической зависимости:

$$\eta = A(K_2 - 0{,}76) = 975(K_2 - 0{,}76), \quad (6)$$

где А- коэффициент, характеризующий темп роста вязкости т.е. тангенс угла наклона прямолинейной зависимости (tg $\alpha$), имеющий размерность Па-с и равный 975. В заданных переменных $0{,}9 \leq K_2 \leq 2{,}4$ погрешность расчета эффективной вязкости при единичном значении скорости сдвига не превышает 10%.

Вторая зона незначительного роста эффективной вязкости рыбного фарша от его химического состава, характеризуемого коэффициентом $K_2$ , находится в пределах $2{,}4 \leq K_2 \leq 15$. Критическая точка раздела двух зон равна величине $K_2$-2,4 при η ≈1600 Па·с. Во второй зоне эффективную вязкость рыбного фарша в зависимости от его химического состава можно определить по следующей математической зависимости (7):

$$\eta = A(K_2 + 17{,}5) = 80(K_2 + 17{,}5), \text{ при } 2{,}4 \leq K_2 \leq 15, \quad (7)$$

где А-коэффициент, имеющий размерность Па·с и равный 80.

Погрешность расчета по зависимости 7 составляет н более 5 %.

При этом темп возрастания эффективной вязкости от коэффициента химического состава в первой зоне больше в 12 раз по сравнению со второй. Такая разница в темпе рос $\eta$ от $K_2$ волит классифицировать рыбный фарш на две группы [6].

Погрешность расчета m по уравнению 5 составляет не более 1%.

Рассматривая функциональную зависимость изменения эффективной вязкости при единичном значении градиента скорости сдвига от комплексного химического кооэффициента $K_3$(рис.3) , можно сделать вывод, что ее характер аналогичен предыдущей $\eta = f(K_2)$ и состоит также из двух зон, подчиняясь следующим уравнениям (8, 9):

$$\eta = 950\ (K_3 - 1{,}08\ ) \text{ , при } 1{,}15 \leq K_3 \leq 2{,}8 \quad (8)$$

$$\eta = 80\ (K_3 - 1{,}75), \text{ при } 2{,}8 \leq K_3 \leq 15 \quad (9)$$

Критическая точка ($K_3$) раздела двух зон равна 2,8 при $\eta$ ≠6 3 0 Па с. Погрешность расчета в первой зоне изменения $\eta(K_3\ )$ составляет в основном до 10%, как и в функциональной зависимости от $K_2$, хотя для фарша из рыбы карп достигает - 20 % , а из рыб белый амур и сом до 14 % . Во второй зоне погрешность расчета от $\eta$ от $K_3$ ,так же как и от $K_2$ совпадает ине превышает 5%.

Анализируя экспериментальные даннье изменения эффективной вязкости от предложенных коэффициентов химического состава $K_2$ и $K_3$, можно сделать вывод , что наиболее рациональным является комплексный коэффициент химического состава рыбного фарша ($K_2$), который более точно характеризует изменение эффективной вязкости. Данный коэффициент практически полностью учитывает химический состав рыбного фарша и поэтому, по нашему мнению, мы в праве его назвать критерием [7].

Разработанная нами методика позволяет рассчитать с большой достоверностью эффективную вязкость для любого вида фарша с определенной степенью измельчения, зная его основной химический состав,в заданном интервале переменных.Универсальность предложенной методики заключается в том, что она позволяет прогнозировать важную реологическую характеристику (эффективную вязкость) для многокомпонентного фарша из новых видов рыб.

Для проверки достоверности предложенной нами методики расчета эффективной вязкости рыбного фарша в зависимости от его химического состава.

Таким образом, разработана методика определения эффективной вязкости тонко измельченного рыбного фарша (начальный период) в зависимости измельчения химического состава и градиента скорости сдвига

ОБСУЖДЕНИЕ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На базе проведенного анализа и систематизации информации по реологическим характеристикам рыбы и рыбопродуктов, выявлены возможности их использования для контроля качества сырья и за технологическими процессами, рекомендованы современные и наиболее перспективные методы и конструкции приборов для определения СМХ от вязко - пластичных ( фарш ) до упруго - эластичных ( мышечная ткань рыбы ) систем.

1. Получен и обоснован наиболее перспективный критерий химического состава рыбы и получаемого из неб фарша , включающий в себя основные химические характеристики .

2. Установлен характер изменения эффективной вязкости рыбного фарша от критерия химического состава, определены три зоны, их пределы и критические точки.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Косой В.Д., Сюткин С.В., Виноградов Я.И.,Абрамов А.Н.. Метод определения пенетрации вязко - пластичных неоднородных или грубо дисперсных продуктов и упруго - эластичных мясопродуктов. Материалы Международной научно - технической конференции «Пиша, Экология, Человек » , - М. : МГУПБ , 2009. - С.65.

[2] Косой В.Д., Виноградов Я.И., Крылов А.И., Сюткин С.В. Автоматизированная электронная система управления процессом тонкого кишечника измельчения. Материалы Международной научно - технической конференции « Пиша , Экология, Челёовек » .- М.: МГУПБ , 2008 - с.153 .

[3] Косой В.Д. , Абрамов А.Н. , Сюткин С.В. и др .. Метод и прибор для оценки качества - консистенции упруго - эластичных продуктов по структурно- механическим характеристикам. Тезисы докладов « Теоретические и практи- ческие аспекты применения методов инженерной физико - химической меха- ники с целью совершенствования и интенсификации технологических про- цессов пищевых производств » , - М .: МГУПБ, 2010. - С.19

[4] Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. - М.: Пищевая промышленность,2010.-375с.

[5] Китаев С.П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. - Петрозаводск. Карельский научный центр РАН, 2011. -395с.

[6] Сивохип Ж.Т., Чибилев А.А. Эколого-гидрологические трансграничного бассейна реки Урал и перспективы институционального сотрудничества // География и природные ресурсы, 2014. -№1. С.36-44.

[7] Михеев В.В., Мейснер Е.В. Садковое рыбоводное хозяйство на водохранилищах. - М.:Пищевая промышленность, 2013. -159с.

Ниетқабылова Н.О., Сакиева З.Ж., Жолмырзаева Р.Н., Дабжанова С.Т.

**Химиялық құрамы және біркелкі консистенциялы балық өнімдерін алу жолдары**

**Түйіндеме.** Мақалада күрделі эксперименттік зерттеулер мен деректерді қорыту, балық және балық өнімдерінің реологиялық сипаттамаларын есептеу және болжау, химиялық құрамын ескеріп, әдістері туралы баяндалды.

Балық және балық өнімдерінің химиялық құрамы үшін кешенді коэффициент немесе критерий әзірленді, оны ұсақтау дәрежесіне, химиялық құрамы мен жылдамдық профиліне байланысты тартылған балықтардың тиімді тұтқырлығын есептеу және болжау әдісі әзірленді және регенерологиялық және химиялық сипаттамалары бойынша тартылған балықтардың классификациясы әзірленді.

**Кілт сөздер:** реологиялық қасиеттер, зообентос, зоопланктон, балық және балық өнімдері, тартылған, дәйектілік.

Nietkabylova N.O., Sakiyeva Z. ZH., Zholmyrzayeva R.N., Dabzhanova S.T.

**Obtaining fish products with a given chemical composition and consistency**

**Summary.**The present work is the creation, on the basis of complex experimental studies and generalization of the available data, methods for calculating and predicting the rheological characteristics of fish and fish products, taking into account their chemical composition.

A comprehensive coefficient or criterion for the chemical composition of fish and fish products was developed, a method for calculating and predicting the effective viscosity of minced fish depending on its grinding degree, chemical composition and speed profile was developed, and a classification of minced fish by its rheological and chemical characteristics was developed.

**Key words**: rheological properties, zoobenthos, zooplankton, fish and fish products, mince, consistency.

УДК 699.86

**R. Sharipov[1], K. Alimova[2]**
([1]JSC Kazakh Scientific-Research Institute of Construction and Architecture, Almaty, Kazakhstan
[2]Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpayev, Almaty, Kazakhstan
kkalimova@mail.ru)

## CURRENT ISSUES OF ENERGY SAVING AND ENERGY EFFICIENCY

**Abstract.** The policy of reducing energy consumption and increasing energy efficiency, which has been pursued in the Republic of Kazakhstan for a number of years, is dictated by the need to take immediate comprehensive measures due to the increasing problems of the steady growth of costs of natural energy production, environmental protection, reduction of emissions of harmful substances and greenhouse gases the atmosphere. The construction sector, according to the Committee on State Energy Supervision, consumes about 45% of the total energy generated in the country. A successful solution to the problem of efficient energy use, among other things, depends on the process of further improving the regulatory framework of the construction sector in order to harmonize it with the EPBD standards (Directive 2010/31/EC on energy efficiency of buildings), which are largely free from the inherent flaws in building regulations of our country.

**Key words:** energy saving, energy efficiency, regulatory framework, energy intensity, energy efficient buildings, energy audit and certification

**Р.Ж. Шарипов[1], К.К. Алимова[2]**
([1]АО Казахский научно-исследовательский и проектный институт строительства и архитектуры,
[2]Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан
kkalimova@mail.ru)

## АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ

**Аннотация.** Политика снижения энергопотребления и повышения энергоэффективности, проводимая в течение ряда лет в Республике Казахстан, диктуется необходимостью принятия незамедлительных комплексных мер в связи с обостряющимися год от года проблемами неуклонного роста затрат на добычу природных энергоресурсов, охраны окружающей среды, снижения выбросов вредных веществ и парниковых газов в атмосферу. Строительный сектор, по данным Комитета по государственному энергетическому надзору, потребляет около 45% всей вырабатываемой в стране энергии. Успешное решение проблемы эффективного использования энергии, помимо прочего, зависит и от процесса дальнейшего совершенствования нормативно-технической базы строительной сферы с целью гармонизации ее со стандартами EPBD (Директива 2010/31/ЕС по энергетической эффективности зданий), которые в значительной степени лишены недостатков присущих строительным нормативам нашей страны.

**Ключевые слова:** энергосбережение, энергоэффективность, нормативная база, энергоемкость, энергоэффективные здания, энергетический аудит и сертификация

Вопросы рационального использования энергетических ресурсов с аспектами энергосбережения, энергоэффективности и соответственно экологических проблем, сегодня как никогда актуальны для Казахстана.

В общем виде проблема энергосбережения включает три направления: *нормативно-правовое, технологическое и организационно-процедурное* [1, 2].

*Нормативно-правовое направление* охватывает законодательную базу, технические регламенты, стандарты, строительные, санитарные и экологические нормы, а также – указы Президента РК, постановления Правительства РК, целевые программы, ведомственные документы.

*Технологическое направление* связано с достижениями в технике, технологиях и оборудовании, обеспечивающими экономию энергоресурсов.

Экономию энергоресурсов можно свести к 4-м группам мероприятий:

1. Устранение сверхнормативных потерь.
2. Сведение неизбежных потерь к минимуму.
3. Повторное использование сбросной тепловой энергии (утилизация тепла).
4. Применение нетрадиционных источников (видов) энергии, в том числе использование природного тепла.

Первая группа мероприятий требует наименьших затрат и окупается быстрее остальных.

*Организационно-процедурное направление* включает экспертизу проекта на энергоэффективность, авторский надзор, техническое сопровождение, энергоаудит объекта, паспортизация и т.д.

Потери энергоресурсов можно разделить на фактические, нормативные и оптимальные [3]. В идеале фактические потери должны совпадать с нормативными, а нормативные соответствовать оптимальным. В действительности фактические потери часто больше нормативных из-за различного рода дефектов, несоблюдения технологических режимов и т.п. Нормативные потери далеко не всегда своответствуют оптимальным (минимальным) значения, хотя достижения научно-технического прогресса предоставляют возможности для их постепенного снижения. Поэтому нормативы потерь или нормы расхода ресурса периодически должны пересматриваться в сторону уменьшения, а разность между фактическим расходом и оптимальным является резервом экономии энергоресурсов.

Дальнейшее успешное развитие промышленности и жилищно-коммунального хозяйства страны невозможно без эффективного использования энергии, что является одним из индикаторов научно-технического прогресса.

На экономическое здоровье государства оказывают существенное влияние три энергетических критерия [4,5]:

- энергоемкость внутреннего валового продукта;
- полезность расхода первичного энергоресурса, выражаемая коэффициентом полезного использования этого ресурса (КПИ), как отношение конечной энергии к расходу первичного энергоресурса в стране;
- степень социальной направленности энергетики (отношение расхода энергоресурсов в коммунально-бытовом секторе ко всему энергопотреблению).

По всем этим показателям Республика Казахстан, в настоящее время, значительно отстает от промышленно развитых стран мира, что делает не конкурентноспособной нашу продукцию и услуги на мировом рынке (из-за высокой энергетической составляющей в себестоимости продукции). Кроме того, при чрезмерном потреблении энергоресурсов истощаются природные запасы органического топлива, загрязняется окружающая среда [6]. Высокая энергоемкость товаров и услуг создает дефицит генерируемых мощностей (по теплу и электроэнергии). Единственный рациональный путь сдерживания этого дефицита - сбережение энергоресурсов.

Стратегия энергосбережения должна строиться на таких основных принципах как *комплексность и системность.*

*Комплексность* - это энергосбережение:

- на этапах проектирования, изготовления, возведения (монтажа), пуско-наладки, эксплуатации, ремонта, реконструкции и консервации объекта (системы);
- на стадиях обращения энергии, т.е. при производстве энергии, ее перемещении и при потреблении;
- по всем видам энергоресурсов в целом (топливу, электричеству и теплу), т.к. в ряде случаев сбережение одного вида энергоресурса приводит к перерасходу другого;
- при правовом (законодательном) сопровождении и организационно-техническом контроле со стороны государства.

С*истемность* - это методология изучения процесса с общих, а не частных (сиюминутных) позиций.

При системном подходе к проблеме энергосбережения становится ясным то, что энергосбережение является средством укрепления экономики и улучшения качества жизни.

В то же время необходимо отметить, что потенциал энергосбережения в строительном секторе Казахстана составляет по разным оценкам не менее 45% от общего энергопотребления [7]. Это означает, что почти половина вырабатываемой энергии затрачивается впустую.

В зданиях значительная доля расхода энергии приходится на системы климатизации – отопление, вентиляцию, кондиционирование воздуха (ОВК). Однако эффективность использования энергии в отечественных системах ОВК далека от совершенства. Одна из причин состоит в том, что энергоэффективные технологии требуют, как правило, дополнительных капитальных затрат, не всегда отвечающих интересам инвесторов [8].

В настоящее время проблема энергоэффективности строительных объектов, по-прежнему актуальна по причинам указанным выше, а также из-за резкого роста стоимости энергоносителей и стремления отечественного производителя выйти на мировой рынок.

Рассмотрим одно из трех, указанных выше, направлений энергосбережения - *нормативно-правовое.*

Базовым документом этого направления стал введенный в действие 13 января 2012 года Закон Республики Казахстан № 541-IV «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности».

Вместе с тем, следует отметить, что отечественная система нормирования энергосбережения и энергоэффективности строительной отрасли далеко не в полной мере подготовлена к реализации задач, поставленных Законом Республики Казахстан № 541-IV ЗРК от 13 января 2012 года.

К сожалению, в казахстанских нормативах по энергосбережению присутствует ряд серьезных ошибок следующего характера [9]:

- понятие «энергоэффективность зданий» подменяется оценкой годового потребления тепловой энергии, по существу, не предъявляется требований по экономии электрической энергии на привод насосов и вентиляторов, систем кондиционирования воздуха, освещения.

- уровень теплозащиты наружных ограждений и базовые показатели теплопотребления нормируются по стандартным для каждого региона показателям градусо-суток отопительного периода. В действительности продолжительность и средняя температура отопительного периода здания, определяющие показатель градусо-суток, в значительной степени зависят от среднесуточных внутренних тепловыделений.

- общее энергопотребление объекта предлагается определять как арифметическую сумму теплопотребления и электропотребления, в то время как энергоемкость выработки электрической энергии в 2,5–3 раза выше, чем тепловой.

Перечень замечаний можно продолжить, но общий вывод по этим документам – необходима их доработка и корректировка.

Следует отметить, что стандарты EPBD (Директива 2010/31/ЕС по энергетической эффективности зданий) в значительной мере лишены указанных недостатков.

Поэтому нам необходимо:

1. Прежде всего, разработать некоторый управляющий стандарт аналогичный «зонтичному стандарту» в директиве EPBD 2010/31/ЕС, включающий структуру всех нормативных документов по энергоэффективности, взаимоотношение между ними, перечень показателей энергоэффективности, их определение, обозначение, единицы измерения.

2. В систему стандартизации в области энергосбережения и энергоэффективности зданий и сооружений следует интегрировать существующую отечественную нормативно-методическую базу в части выбора расчетной мощности инженерных систем, определения показателей воздушно-тепловой комфортности (примерно 70% документов от общего числа нормативов системы), определения показателей теплозащиты наружных ограждений зданий.

3. Разработать систему общих показателей энергоемкости зданий по потреблению тепловой, электрической энергии первичного топлива и эмиссии $CO_2$ в атмосферу, методы экономической оценки энергоэффективности зданий, гармонизированных с нормативными документами директивы EPBD.

4. Разработать систему новых нормативов по определению показателей годового энергопотребления инженерными системами зданий, гармонизированных с нормативными документами директивы EPBD.

5. Предусмотреть системное развитие требований, ориентированных на строительство зданий с нулевым годовым балансом потребления энергии в ближайшие 10–15 лет и возможностями ее использования в рейтинговой оценке «зеленого» строительства.

В настоящее время в Казахстане имеется необходимая нормативно-техническая база в области проектирования и строительства энергоэффективных зданий, но она требует дальнейшего совершенствования, требуют совершенствования и процедуры контроля за соблюдением требований нормативных документов. Присутствует несовершенство системы учета и мониторинга энергопотребления зданий, отсутствует практика применения системы оценки энергетических показателей (энергетическая сертификация) и др. [9, 10].

Следует обратить внимание на опыт Республики Беларусь в вопросах совершенствования нормативно-технических документов в области проектирования и строительства энергоэффективных зданий.

С целью гармонизации нормативно-технической базы Евросоюза и Республики Беларусь в области энергоэффективности, в 2014 году начата разработка технического регламента РБ «Энергоэффективность зданий». Положения техрегламента гармонизированы с требованиями Директивы 2010/31/ЕС.

Целями разработки технического регламента являются:

- снижение выбросов двуокиси углерода;

- гармонизация с наиболее прогрессивными и экономически целесообразными положениями европейского законодательства в области строительства – заявленными требованиями Директивой 2010/31/EU Европейского парламента и Совета от 19 мая 2010 г. по энергетическим характеристикам зданий;

- экономия и рациональное использование топливно-энергетических и материальных ресурсов, снижение затрат на энергосбережение жилищно-коммунального сектора без ухудшения комфортных условий и уровня жизни, улучшение экологической обстановки;

- установление обязательных требований, систематизация, выработка единых принципов и подходов в части оценки энергоэффективности и энергосбережения зданий и сооружений, порядка проведения энергетической сертификации и энергоаудита.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Ливчак В. И. Экспертиза энергоэффективности строительства зданий// журн. АВОК № 7- 2003- стр. 5-8.

[2] Октябрьский Р.Д. Ресурсосберегающие принципы проектирования объектов строительства// Инф. бюллетень “Теплоэнергоэффективные технологии”- №3- 2001- стр. 25-29

[3] Табунщиков Ю.А. Энергоэффективные здания в Москве// Сб. материалов междунар. конференции-выставки в Москве «Уникальные и спецтехнологии в строительстве»- апрель 2006- стр.40-45.

[4] Пугачев С. В., Табунщиков Ю. А., Наумов А. Л., Фадеева Е. Н. Российская концепция нормирования энергоэффективности зданий и сооружений // АВОК – 2011 – № 8-стр.35-40.

[5] Кудревич О.О. Энергоэффективность как инструмент достижения целей устойчивого развития// Материалы IV Международной научно-практической конференции «Техническое регулирование строительной отрасли в современных условиях»- г. Минск- 2018-стр 17-21.

[6] Кудревич О.О. Новые ступени энерго эффективности// Энергоэффективный дом, март 2018 , с. 25-27

[7] Шарипов Р.Ж., Сабитбек И.Р. Характеристики энергопотребления и энергетическая сертификация зданий// Вестник (АО «КазНИИСА»- №8(84)-2018-стр.7-10

[8] Kydrevich O.O. Payback period of investments in energy saving// Magazine of Civil Engineering. -2018.- No. 2.- Pp. 65–75. (Scopus, Journal)

[9] Шарипов Р.Ж. Барьеры на пути внедрения мероприятий по энергосбережению и энергоэффективности в строительную сферу Республики Казахстан// Материалы IV Международной научно-практической конференции «Техническое регулирование строительной отрасли в современных условиях» - г. Минск- 2018-стр.15-19.

[10] Шарипов Р.Ж. Энергетическая сертификация зданий и сооружений//Сборник материалов Совместной Международной научно-практической конференции, посвященной году Узбекистана в Казахстане «Актуальные проблемы и перспективы развития строительных конструкций: инновации, модернизация и энергоэффективность в строительстве» - г. Алматы -2018- стр.308-313.

Шарипов Р.Ж., Алимова К.К.

**Энергия үнемдеу және энергия тиімділігінң өзекті мәселелері**

**Түйіндеме.** Қазақстан Республикасында бірнеше жыл бойы жүргізіліп отырған энергия тұтынуды азайту және энергия тиімділігін арттыру саясаты табиғи газды өндіру, қоршаған ортаны қорғау, зиянды заттар мен парниктік газдар шығарындыларын азайту проблемаларының тұрақты өсуіне қатысты жан-жақты шаралар қабылдау қажеттігіне тікелей байланысты. Құрылыс саласы Мемлекеттік энергетикалық қадағалау комитетінің деректері бойынша, елде өндірілген жалпы энергияның шамамен 45% -ын жұмсайды. Энергияны тиімді пайдалану проблемасын табысты шешу, басқаларды қоспағанда, біздің еліміздің ережелеріне тән кемшіліктерден елеулі айырмашылығы бар EPBD стандарттарына (ғимараттардың энергия тиімділігі туралы 2010/31/ЕС директивасы) үйлестіру мақсатында құрылыс саласының нормативтік-техникалық базасын одан әрі жетілдіру болып табылады.

**Түйінді сөздер:** энергия үнемдеу, энергия тиімділігі, нормативтік база, энергетикалық қарқындылық, энерготиімді ғимараттар, энергетикалық аудит және сертификаттау

Sharipov R., Alimova K.

**Current issues of energy saving and energy efficiency**

**Summary.** The policy of reducing energy consumption and increasing energy efficiency, which has been pursued in the Republic of Kazakhstan for a number of years, is dictated by the need to take immediate comprehensive measures due to the increasing problems of the steady growth of costs of natural energy production, environmental protection, reduction of emissions of harmful substances and greenhouse gases the atmosphere. The construction sector, according

to the Committee on State Energy Supervision, consumes about 45% of the total energy generated in the country. A successful solution to the problem of efficient energy use, among other things, depends on the process of further improving the regulatory framework of the construction sector in order to harmonize it with the EPBD standards (Directive 2010/31/EC on energy efficiency of buildings), which are largely free from the inherent flaws in building regulations of our country.

**Key words:** energy saving, energy efficiency, regulatory framework, energy intensity, energy efficient buildings, energy audit and certification

ӘОЖ 517.977.55

**Z.N. Murzabekov, G.A. Mirzakhmedova**
(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty Kazakhstan,
murzabekov-zein@mail.ru, gulbanu.myrzahmedova@gmail.com)

**Abstract.** The optimal stabilization problem is considered for one class of nonlinear systems, whose coefficients depend on the state of the control object. Nonlinear management based on the feedback principle has been identified, taking into account the restriction on the system's status and current-time management. The results obtained for non-linear systems are used to create control parameters for the three-sector economic clusters in the infinite time interval.

**Keywords:** effective management accounting, three-sector economic cluster, Lagrange multipliers method, nonlinear systems, quadratic functional.

**З.Н. Мурзабеков, Г.А. Мирзахмедова**
(Әл – Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы)
E-mail: murzabekov-zein@mail.ru, gulbanu.myrzahmedova@gmail.com)

## ЭКОНОМИКАЛЫҚ КЛАСТЕР МОДЕЛІНІҢ СЫЗЫҚТЫ ЕМЕС ЖҮЙЕСІН ОҢТАЙЛЫ ТҰРАҚТАНДЫРУ ЕСЕБІ

**Аннотация.** Бұл мақалада коэффициенттері басқару объектісінің қалып күйінен тәуелді болатын сызықты емес жүйелердің бір класы үшін оңтайлы тұрақтандыру есебі қарастырылады. Жүйенің қалып – күйінен және ағымдағы уақыттан тәуелді басқаруға қойылған шектеулерді ескере отырып кері байланыс қағидасына негізделген сызықты емес басқару анықталды. Сызықты емес жүйелер үшін алынған нәтижелер уақыттың шексіз интервалындағы үш секторлы экономикалық кластерлер үшін басқару параметрлерін құру барысында қолданылады.

**Кілттік сөздер:** тиімді басқар есебі, үш секторлы экономикалық кластер, Лагранж көбейткіштер әдісі, сызықты емес жүйелер, квадраттық функционал.

**Кіріспе.** Басқару теориясында сызықты емес басқаруды тұрақтандыру есебін және сызықты емес жүйелердегі орнықтылықты зерттеу проблемасына аса назар аударылады. Соңғы жылдары сызықты емес жүйелерді басқарудың коэффициенттері жүйенің қалып – күйінен тәуелді болатын Риккати теңдеуін қолдануға негізделген жаңа алгоритмдер пайда болды. Параметрлері жүйенің қалып – күйінен тәуелді сызықты емес жүйелерді сызықты құрылымды жүйе түрінде бейнелеудің әртектілігі және Риккати теңдеуінің шешімін анықтаудың әмбебаб алгоритмдерінің жоқтығы көптеген мүмкін болатын субоптималды шешімдердің туындауына алып келеді. Техникалық және экономикалық жүйелерде бейсызықтылықтың көптеген типтері бар болғандықтан кері байланысты басқару заңдылықтарын құрудың әртүрлі тәсілдер пайда болады [1]-[4].

Практикада экономикалық жүйелерге арналған коэффициенттері басқару объектісінің қалып – күйінен тәуелді болатын сызықты емес жүйе болып табылатын көптеген тиімді басқару есептері жиі кездеседі [5,6].

Бұл мақалада коэффициенттері басқару объектісінің қалып – күйінен тәуелді болатын сызықты емес жүйелердің бір класына арналған тиімді тұрақтандыру есебі қарастырылады. Ізделінді басқаруды тиімділіктің жеткілікті шартына негізделген сызықты емес жүйенің қалып – күйінен және уақыттан тәуелді тұрақтандырушы басқару түрінде бейнелеу тәсілдерін қолдану ұсынылады. Сонымен қатар, бұл әдіс басқаруға қойылған шектеулерді ескеруге мүмкіндік береді. Сызықты емес жүйелер үшін алынған нәтижелер уақыттың шексіз интервалында үшсекторлы экономикалық кластерлерге арналған басқарушы параметрлерін құру барысында қолданылады.

Кластердің үшсекторлы экономикалық моделі. Үш сектордан тұратын кластердің экономикалық моделіне арналған тиімді басқару есебін қарастырамыз: $i = 0$ (материалды сектор), $i = 1$ (фондқұрушы

сектор), $i = 2$ (қолданушы секторы). Әрбір секторда өзіндік біріктірілген өнімдер өндіріледі деп болжамдалады: материалды секторда – еңбек заттары (жанармай, электрэнергиясы, шикізаттар және т.с.с. материалдар); фондқұрушы секторда - еңбек құралдары (машина, жабдықтамалар, өндірістік ғимараттар, құрылыстар және т.б.); қолданушы секторында – қолдану құралдарын өндіріледі.

Қарастырылып отырған математикалық модель[5]:

а. Кобба – Дуглас типіндегі салыстырмалы өнім функциясынан

$$x_i = \theta_i A_i k_i^{\alpha_i}, \quad A_i > 0, \quad 0 < \alpha_i < 1, \quad (i = 0, 1, 2), \tag{1}$$

б. Қормен жабдықтандыру динамикасын сипаттайтын үш дифференциалды теңдеуден:

$$\dot{k}_i = -\lambda_i k_i + (s_i / \theta_i) x_1, \quad k_i(0) = k_i^0, \quad \lambda_i > 0, \quad (i = 0, 1, 2), \tag{2}$$

в. Үш баланстық қатынастан

$$s_0 + s_1 + s_2 = 1, \quad s_0 \geq 0, \quad s_1 \geq 0, \quad s_2 \geq 0, \tag{3}$$

$$\theta_0 + \theta_1 + \theta_2 = 1, \quad \theta_0 \geq 0, \quad \theta_1 \geq 0, \quad \theta_2 \geq 0, \tag{4}$$

$$(1 - \beta_0) x_0 = \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2, \quad \beta_0 \geq 0, \quad \beta_1 \geq 0, \quad \beta_2 \geq 0. \tag{5}$$

тұрады.

Бұл жерде экономикалық жүйенің қалып – күйі (қормен жабдықтандыру) $(k_0, k_1, k_2)$ векторымен, ал $(s_0, s_1, s_2, \theta_0, \theta_1, \theta_2)$ - басқару векторлары ($(s_0, s_1, s_2)$ - инвестициялық ресурстарды үлестірудегі секторлырдың үлесі, $(\theta_0, \theta_1, \theta_2)$ - еңбек ресурстарын үлестірудегі секторлырдың үлесі) сипатталған; $x_i$ – өнімнің салыстырмалы (бір жұмысшыға есептегендегі $i$-ші сектордағы шығарылатын өнімнің саны) шығарылымы; $\beta_i$ – $i$-ші сектордағы өнімді шығару барысындағы тікелей материалды шығындар; $i$ = 0,1,2. Жүйенің бастапқы қалып - күйі $(k_0^0, k_1^0, k_2^0)$ тең, мұндағы $k_i^0 = k_i(0)$ – $t = 0$ болғандағы $i$-ші сектордың қормен жабдықталуы $(i = 0, 1, 2)$.

**Тиімді тұрақтандыру есебінің қойылымы**. Коэффициенттері басқару объектісінің қалып – күйінен тәуелді болатын сызықты емес жүйелердің бір класына арналған тиімді тұрақтандыру есебін қарастырамыз. Сызықты емес жүйелерді шексіз $[0, \infty)$ уақыт интервалында берілген бастапқы күйінен $(k_0^0, k_1^0, k_2^0)$ қалауымыздағы күйге $(k_0^s, k_1^s, k_2^s)$ айналдыру есебі қарастырылады. Қалауымыздағы қалып – күй $(k_0^s, k_1^s, k_2^s)$ ретінде жүйенің тепе – теңдік жағдайы таңдалады:

$$k_1^s = \left( \frac{s_1 A_1}{\lambda_1} \right)^{\frac{1}{1-\alpha_1}}, \quad k_0^s = \frac{s_0 \theta_1 A_1 (k_1^s)^{\alpha_1}}{\lambda_0 \theta_0}, \quad k_2^s = \frac{s_2 \theta_1 A_1 (k_1^s)^{\alpha_1}}{\lambda_2 \theta_2}.$$

Тепе – теңдік жағдайында жүйені қормен жабдықтандыру шамасы $k_i^s$ $(i = 0, 1, 2)$ [7] – жұмыста $(s_0^s, s_1^s, s_2^s, \theta_0^s, \theta_1^s, \theta_2^s)$ анықталған мәндер үшін басқарудан тәуелді болады.

(2) жүйені басқару объектісінің математикалық моделін төмендегі белгілеулерді қолдана отырып:

$$y_1 = k_1 - k_1^s, \quad y_2 = k_2 - k_2^s, \quad y_3 = k_0 - k_0^s,$$

$$u_1 = s_1 - v_1^s, \quad u_2 = s_2 \theta_1 / \theta_2 - v_2^s, \quad u_3 = s_0 \theta_1 / \theta_0 - v_3^s,$$

$$v_1^s = s_1^s, \quad s_2^s \theta_1^s / \theta_2^s = v_2^s, \quad s_0^s \theta_1^s / \theta_0^s = v_3^s,$$

$$f_1(y_1) = (y_1 + k_1^s)^{\alpha_1}, \quad f_2(y_2) = (y_2 + k_2^s)^{\alpha_2}, \quad f_3(y_3) = (y_3 + k_0^s)^{\alpha_0},$$

$$A = \begin{pmatrix} -\lambda_1 & 0 & 0 \\ 0 & -\lambda_2 & 0 \\ 0 & 0 & -\lambda_0 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} A_1 & 0 & 0 \\ 0 & A_1 & 0 \\ 0 & 0 & A_1 \end{pmatrix},$$

$$D(y) = \begin{pmatrix} (y_1 + k_1^s)^{\alpha_1} & 0 & 0 \\ 0 & (y_1 + k_1^s)^{\alpha_1} & 0 \\ 0 & 0 & (y_1 + k_1^s)^{\alpha_1} \end{pmatrix}. \quad D(k^s) = \begin{pmatrix} (k_1^s)^{\alpha_1} & 0 & 0 \\ 0 & (k_1^s)^{\alpha_1} & 0 \\ 0 & 0 & (k_1^s)^{\alpha_1} \end{pmatrix}.$$

$$Ak^s + BD(k^s)v^s = 0.$$

векторлы формадағы дифференциалды теңдеулер жүйесі түрінде жазамыз:

$$\dot{y}(t) = Ay(t) + BD(y)u(t) + B(D(y) - D(k^s))v^s, \quad y(t_0) = y_0, \quad t \in [t_0, \infty). \tag{6}$$

Мұндағы $y = (y_1, y_2, y_3)^*$ объектінің қалып күй векторын, ал $u = (u_1, u_2, u_3)^*$ басқару векторын білдіреді. $u = (u_1, u_2, u_3)^*$ басқару векторының компоненттері екі жақты шектеулерді қанағаттандырады

$$u(t) \in U(t) = \{u \mid \gamma_1(t) \le u(t) \le \gamma_2(t), t \in [t_0, \infty); \ \gamma_1, \gamma_2 \in C[t_0, \infty)\}. \tag{7}$$

(6) жүйе басқарымды деп жорамалдайық. $A$, $B$ матрицалары басқарымдылық шартын қанағаттандырады, яғни $ranq[B, AB, ...A^{n-1}B] = n$ шарты орындалады. Сызықты емес жүйелерге арналған басқарымдылық критериі Дж. Кламке [8] жұмысында алынғанын, сызықты емес жүйелерді орнықтылыққа зерттеу А.П. Афанасьев және т.б. [1] және С.М. Лобанов және т.б. [2] жұмыстарында орындалғанын атап кеткен жөн. М.Г. Дмитриев және т.б. [3] шексіз уақыт интервалында коэффициенттері басқару объектісінің қалып – күйінен тәуелді болатын сызықты емес жүйелердің бір класына арналған тиімді тұрақтандыру есебін зерттеген. В.Н. Афанасьев және П.В. Орлов [4] бастапқы жүйені сызықты бөліктен және сызықты емес кері байланыстан тұратын жүйе ретінде түрлендіретін координатты бейнелері бар (диффеоморфизм) сызықты емес жүйелер класын қарастырған. [9,10] жұмыста техникалық жүйелерге және экономикалық кластерлердің сызықтандырылған жүйелеріне арналған Лагранж көбейткіші қолданылған тиімді басару есебі қарастырылған.

$\Delta(t_0)$ арқылы (6) жүйедегі сәйкес $y(t,u)$ траекторияларын және $u(t) \in U(t)$, $t \in [t_0, \infty)$ шартын қанағаттандыратын барлық мүмкін болатын басқару жиындарын белгілейік.

$\Delta(t_0)$ жиынында объектінің қалып – күйінен және басқарудан тәуелді болатын функционал берілсін:

$$J(u) = \frac{1}{2}\int_{t_0}^{\infty}[y^*(t)Q(y)y(t) + (u(t) + (E - D^{-1}(y)D(k^s))v^s)^* R(u(t) + (E - D^{-1}(y)D(k^s))v^s)]dt, \tag{8}$$

мұндағы $Q(y) = KBD(y)R^{-1}D^*(y)B^*K - KBD(k^s)R^{-1}D^*(k^s)B^*K + Q_1$ – жартылай оң анықталған матрица, ал $R$, $D(y)$ – оң анықталған матрицалар.

$[t_0, \infty)$ уақыт интервалында (6)-шы жүйені бастапқы $y(t_0) = y_0$ қалып күйінен $y(\infty) = 0$ қалауымыздағы тепе – теңдік қалпына келтіретін және (7) екі жақты шектеулерді қанағаттандыратын, сонымен бірге (8) функционалды минимумдайтын қалыптандырушы $u(y,t)$ басқаруды табу қажет.

(6) – (8) тиімді басқару есебі үшін тұйық жүйедегі тепе – теңдік жағдайы Ляпунов бойынша асимптотикалық орнықты болатын және құрылған басқару тиімді болатындай критерий құратын $u(y,t)$ басқару ізделінеді. Ол үшін [9] арнайы түрдегі Лагранж көбейткіштерін қолдануға негізделген әдіс пайдаланылған.

**Оңтайлы қалыптандыру есебін шешу.** Қойылған есептің шешімін анықтау үшін (8)-шы функционалға (6)-шы дифференциалды теңдеулер жүйесін $\lambda = K(t)y$ көбейткішімен бірге сонымен қатар келесі өрнекті

$$\lambda_1^*(t)[\gamma_1 - u(t)] + \lambda_2^*(t)[u(t) - \gamma_2],$$

қосамыз, мұндағы $\lambda_1(t) \ge 0$, $\lambda_2(t) \ge 0$. Нәтижесінде төмендегідей функционалды аламыз:

$$\begin{aligned} L(y,u) = \int_{t_0}^{\infty}\{&\frac{1}{2}y^*Q(y)y + \frac{1}{2}(u(t) + (E - D^{-1}(y)D(k^s))v^s)^* R(t)(u(t) + \\ &+ (E - D^{-1}(y)D(k^s))v^s) + (K(t)y)^*(Ay + BD(y)u(t) + B(D(y) - D(k^s))v^s - \dot{y}) + \\ &+ \lambda_1^*(t)[\gamma_1 - u(t)] + \lambda_2^*(t)[u(t) - \gamma_2]\}\,dt, \end{aligned} \tag{9}$$

мұндағы $K(t)$ – симметриялы оң анықталған матрица.

Келесі функцияны қарастырайық:

$$V(y,t)=\frac{1}{2}y^*K(t)y, \qquad \frac{\partial V}{\partial y}=K(t)y, \tag{10}$$

$$M(y,u,t)=\frac{1}{2}y^*(Q(y)+\dot{K}(t))y+\frac{1}{2}(u(t)+(E-D^{-1}(y)D(k^s))v^s)^*R(u(t)+$$
$$+(E-D^{-1}(y)D(k^s))v^s)+(K(t)y)^*(Ay+BD(y)u(t)+B(D(y)-D(k^s))v^s)+ \tag{11}$$
$$+\lambda_1^*(t)[\gamma_1-u(t)]+\lambda_2^*(t)[u(t)-\gamma_2].$$

Олай болса (9) функционал келесідей түрге ие болады

$$L(y,u)=V(y_0,t_0)+\int_{t_0}^{\infty}M(y,u,t)dt. \tag{12}$$

Ізделінді басқару төмендегі

$$R(u(t)+(E-D^{-1}(y)D(k^s))v^s)=-D^*(y)B^*K(t)y+(\lambda_1-\lambda_2), \tag{13}$$

қатынасынан анықталады, мұндағы $K(t)$ матрицасы $t\in[t_0,\infty]$ интервалында төмендегі дифференциалды теңдеуді қанағаттандырады:

$$\dot{K}+KA+A^*K-KBD(k^s)R^{-1}D^*(k^s)B^*K+Q_1=0,\ \ K(t_0)=K_0, \tag{14}$$

(14) теңдеудің шешімі бар болсын, олай болса жүйенің қозғалыс заңдылығын анықтайтын дифференциалды теңдеу келесі түрде сипатталады:

$$\dot{y}=A_1(y,t)y(t)+BD(y)\varphi(y,t),\quad y(t_0)=y_0. \tag{15}$$

Бұл жерде келесідей белгілеулер қолданылған:

$$A_1(y,t)=A-BD(y)R^{-1}D^*(y)B^*K(t),\qquad \varphi(y,t)=R^{-1}[\lambda_1(y,t)-\lambda_2(y,t)],$$
$$\lambda_1(y,t)=R\max\{0;\gamma_1-\omega(y,t)\}\geq 0,$$
$$\lambda_2(y,t)=R\max\{0;\omega(y,t)-\gamma_2\}\geq 0, \tag{16}$$
$$\omega(y,t)=-(E-D^{-1}(y)D_s)v_s-R^{-1}D^*(y)B^*K(t)y.$$

(16) – өрнектегі $\lambda_1(t)\geq 0,\ \lambda_2(t)\geq 0$ көбейткіштерін таңдау біртұтастық шартын қамтамасыз ететінін атап өтейік.

$$\lambda_1^*(t)[\gamma_1-u(t)]=0,\ \ \lambda_2^*(t)[u(t)-\gamma_2]=0.$$

(6)-(8) есебі арқылы берілген тиімді басқару есебі үшін орнатылған нәтижелерді келесі тұжырым ретінде сипаттаймыз.

Теорема. $[t_0,\infty)$ интервалында $Q(y)$ - жартылай оң анықталған матрица, ал $R(t)$, $D(y)$ – оң анықталған матрица болсын. (6)-шы жүйе $t_0$ уақытында басқарымды деп тұжырымдайық. Олай болса (6)-(8) есебіндегі $(y(t),u(t))$ жұбының тиімділігі үшін төмендегі шарттардың орындалуы жеткілікті:

1) $y(t)$ траекториясы

$$\dot{y}=A_1(y,t)y(t)+BD(y)\varphi(y,t),\quad y(t_0)=y_0 \tag{17}$$

дифференциалды теңдеуін қанағаттандырады;

2) $u(t)$ басқаруы келесі түрде анықталады:

$$u(y,t)=\omega(y,t)+\varphi(y,t). \tag{18}$$

$K(t)$ матрицасы (14) дифференциалды теңдеуді қанағаттандырады, (7) есебіндегі басқару шарттарының орындалуын қамтамасыз ететіндей етіп $\varphi(y(t),t)$ вектор – функциясы (16) формуласы арқылы анықталады.

**Оңтайлы тұрақтандыру есебін шешу алгоритмі.** (6)-(8) тиімді басқару есебін шешу алгоритмін компьютерде өңдеуге ыңғайлы түрде сипаттаймыз.

1. (14)– дифференциалды теңдеулер жүйесін $[t_0, \infty)$ интервалында $K(t_0) = K_0$ шартымен $K(t)$ матрицасын анықтау үшін интегралдаймыз.

2. (17)– дифференциалды теңдеулер жүйесін $[t_0, \infty)$ интервалында $y(t_0) = y_0$ бастапқы шартымен интегралдаймыз. (17) жүйесін интегралдау барысында $y(t)$ тиімді траектория және $u(t)$ тиімді басқару графигін баспаға шығаруы тиіс.

3. $y(t)$ жүйенің қалып – күйі және $u(t)$ тиімді басқару анықталсын делік, олай болса

$$f_i(y_i) = (y_i + k_i^s)^{\alpha_i},$$

$$v = \frac{\beta_1 A_1 f_1(y_1) + \beta_2 A_2 f_2(y_2)(1-u_1-v_1^s)/(u_2+v_2^s)}{(1-\beta_0)A_0 f_3(y_3)(1-u_1-v_1^s)/(u_3+v_3^s) + \beta_2 A_2 f_2(y_2)(1-u_1-v_1^s)/(u_2+v_2^s)} \tag{19}$$

өрнегі (5) шартының орындалуын қамтамасыз етеді;

$$s_1 = u_1 + v_1^s, \quad s_2 = (1-v)(1-u_1-v_1^s), \quad s_0 = v(1-u_1-v_1^s) \tag{20}$$

теңдеулер жүйесі (3) шартының орындалуын қамтамасыз етеді;

$$\theta_1 = \frac{1}{1 + s_0/(u_3+v_3^s) + s_2/(u_2+v_2^s)}, \quad \theta_2 = \frac{(1-v)(1-s_1)\theta_1}{(u_2+v_2^s)}, \quad \theta_0 = \frac{v(1-s_1)\theta_1}{(u_3+v_3^s)} \tag{16}$$

теңдеулер жүйесі (4) шартының орындалуын қамтамасыз етеді.

Мысал. Келесі параметрлік шамаларды (1-кесте) қолдану арқылы компьютерде сандық нәтижелер алынды:

Тиімді басқару есебі келесі түрде өрнектелген

$$y(t_0) = (-700, -300, 300)^*, \tag{29}$$

жүйенің қалып күйінің бастапқы $y(t_0)$ шамасы үшін шығарылады. Ал $R$, $Q_1$, $K_T$ матрицалары келесі түрде өрнектеледі:

$$R = \begin{pmatrix} 8100^{-1} & 0 & 0 \\ 0 & 1600^{-1} & 0 \\ 0 & 0 & 1250^{-1} \end{pmatrix}, \quad Q_1 = \begin{pmatrix} 700^{-2} & 0 & 0 \\ 0 & 300^{-2} & 0 \\ 0 & 0 & 300^{-2} \end{pmatrix},$$

$$K_T = \begin{pmatrix} 0.08*10^{-4} & 0 & 0 \\ 0 & 0.47*10^{-4} & 0 \\ 0 & 0 & 0.51*10^{-4} \end{pmatrix}$$

Жүйенің қалып – күйін көрсететін сандық нәтижелер 1(а) суретінде көрсетілген. 1(б) суретінен тиімді басқару анықталған шектеулер арқылы $U$ облысының шекарасынан аспайтыны көрініп тұр. Қарастырылып отырған мысал үшін шектеулер келесі түрде берілген:

$$-0.3476 \le u_1 \le 0.4524, \quad -0.1024 \le u_2 \le 0.6976, \quad -0.0794 \le u_3 \le 0.7205. \tag{38}$$

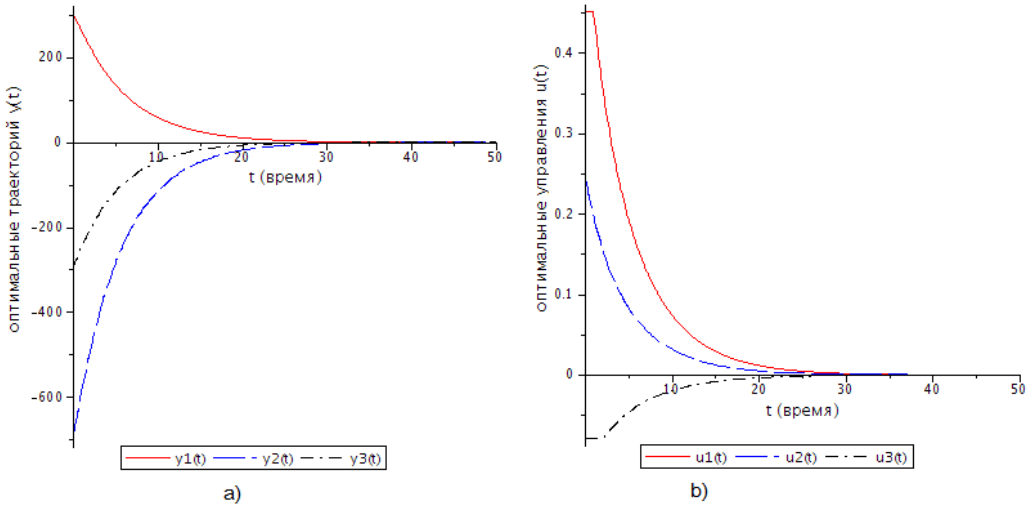
Мұнда $u_1(t)$ басқару компоненттері $[0, t_1]$ уақыт аралығында $U$ облысының шекарасында жатады, содан соң $t \in (t_1, \infty]$ болғанда $U$ облысының ішінде жатады.

(19)-(21) формулаларын қолданып $(\theta_1(t), \theta_2(t), \theta_3(t))$ еңбек және $(s_1(t), s_2(t), s_3(t))$ инвестициялық ресурстарын тиімді үлестіру анықталды. 2-суретте (3)-(5) баланстық қатынасты қанағаттандыратын ресурстардың өзгерісі көрсетілген.

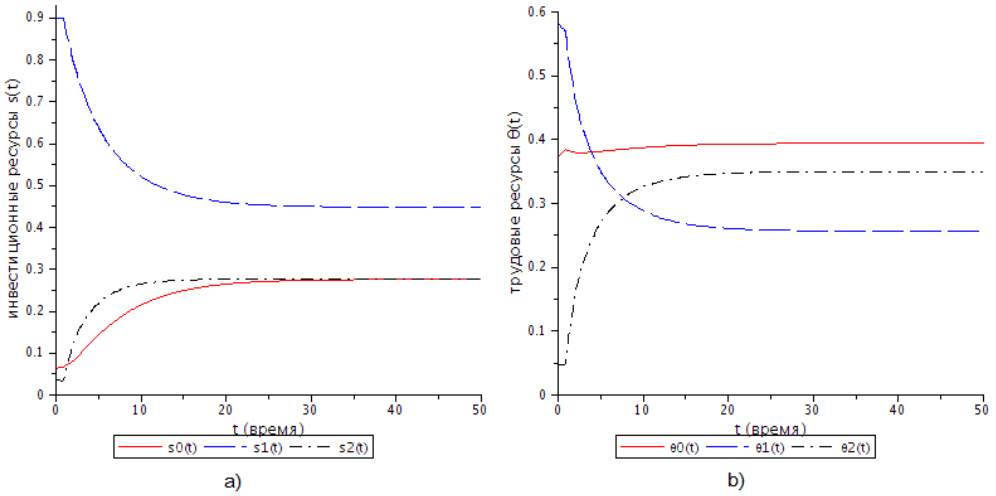
**Қорытынды.** Оңтайлы тұрақтандыру есебін шешу алгоритмі құрылды және Риккати теңдеуінің негізінде кері байланыс қағидасына негізделген сызықты емес басқару табылды. Ұсынылып отырған тәсілдің ерекшелігі бастапқы сызықты емес жүйені жүйенің қалып – күйінен тәуелді коэффициенттері және басқару бойынша сызықты түрге түрлендіру тәсіліне негізделген өте икемді тәсіл болып табылады. Сонымен қатар, құрылған басқару тиімді және тұйық жүйеде тепе – теңдік жағдайы Ляпунов бойынша асимптотикалық орнықты болады. (19)-(21) басқару параметрлері басқарудағы шектеулер орындалып, (3) – (5) теңдеулеріндегі баланстық қатынастар орындалатындай етіп таңдалды. Сызықты емес жүйелер үшін алынған нәтижелер үш секторлы экономикалық кластерлердің математикалық моделіне арналған басқару параметрлерін құру барысында қолданылады. Қарастырылып отырған мысал үшін баланстық қатынасты қанағаттандыратын еңбек және инвестициялық ресурстардың тиімді үлестірімі анықталды. 1 және 2 суреттерде берілген шектеулерді қанағаттандыратын жүйенің тиімді қалып – күй траекториясы және басқару көрсетілген.

**1-кесте.** Үшсекторлы экономикалық модель үшін параметрлер мәні

| $i$ | $\alpha_i$ | $\beta_i$ | $\lambda_i$ | $A_i$ | $s_i^*$ | $\theta_i^*$ | $k_i^*$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **0** | 0.46 | 0.39 | 0.05 | 6.19 | 0.2763 | 0.3944 | 966.4430 |
| **1** | 0.68 | 0.29 | 0.05 | 1.35 | 0.4476 | 0.2562 | 2410.1455 |
| **2** | 0.49 | 0.52 | 0.05 | 2.71 | 0.2761 | 0.3494 | 1090.1238 |




**1-сурет.** Траектория $y(t)$ және тиімді басқару $u(t)$ графигі




**2-сурет.** (3)-(5) баланстық қатынас үшін еңбек және инвестициялық ресурстарының тиімді үлестірім графигі.

ӘДЕБИЕТ

[1] Афанасьев А.П., Дзюба С.М., Емельянова И.И. Оптимальное управление с обратной связью одним классом нелинейных систем по квадратичному критерию // Вестник ТГУ. – 2015. – № 20(5). – С. 1024-1033.

[2] Лобанов С.М., Затылкин В. В., Малонга О. Ш. Построение оптимального управления одним классом нелинейных систем по квадратичному критерию // Вестник ВГУИТ. – 2012. – № 3. – С. 54-58.

[3] Дмитриев М. Г., Макаров Д. А. Гладкий нелинейный регулятор в слабо нелинейной системе управления с коэффициентами, зависящими от состояния // Труды ИСА РАН. – 2014. – № 64(4). – С. 53-58.

[4] Афанасьев В. Н., Орлов П. В. Субоптимальное управление нелинейным объектом, линеаризуемым обратной связью // Известия РАН. Теория и системы управления. – 2011. – № 3. – С. 13-22.

[5] Kolemayev, V.A.: Economic-mathematical modeling (in Russian), UNITY, Moscow (2005).

[6] Aseev, S. M., Besov, K. O., Kryazhimskii, A.V.: Infinite-horizon optimal control problems in economics. Russian Math. Surveys 67(2), 195-253 (2012).

[7] Мирзахмедова Г.А. Экономикалық модельдің тиімді стационарлы күйін іздеу есебін шешу // XLII Международная научно-практическая конференция на тему: «Инновационные технологии на траспорте: образование, наука, практика» в рамках реализации Послания Президента РК Н.Назарбаева «Новые возможности развития в условиях четвертой промышленной революции». 2 том. –Алматы, 2018. – с.343-346.

[8] Murzabekov Z., Milosz M. and Tussupova K. Modeling and optimization of the production cluster // Proceedings of 36th International Conference on Information Systems and Architecture and Technology – ISAT-2015 / Part II, Advances in Intelligent Systems and Computing. – Karpacz, 2016. – P. 99–108.

[9] Мирзахмедова Г.А. Экономикалық кластерлерді басқару// Вестник КазНИТУ. -2018. -№3 - с.460-465

[10] Klamka, J.: Constrained controllability of dynamics systems. International Journal of Applied Mathematics and Computer Science 9(2), 231-244 (1999).

[11] Aipanov, Sh., Murzabekov, Z.: Analytical solution of a linear quadratic optimal control problem with control value constraints. Computer and Systems Sciences International 53(1), 84-91 (2014).

[12] Мурзабеков З.Н., Айпанов Ш.А., Мирзахмедова Г.А. Конструирование ограниченного управления для одного класса нелинейных систем с коэффициентами, зависящими от состояния объекта управления // Междунаровная конференция по дифференциальным уравнениям и динамическим системам. – Суздаль, 2018. – с. 149-150

[13] Murzabekov, Z., Milosz, M. and Tussupova, K.: The optimal control problem with fixed-end trajectories for a three-sector economic model of a cluster. Intelligent Information and Database Systems, ACIIDS 2018, 382–391 (2018).

[14] Мирзахмедова Г.А. Сызықты емес динамикалық жүйелерге арналған тиімді басқару есептерін зерттеу// Вестник КазНИТУ.-2017.- №3 – с.29-534

[15] Мирзахмедова Г.А. Динамикалық жүйелерге арналған тиімді басқарудың сызықты – квадраттық есебі// «Көліктегі инновациялық технологиялар: білім, ғылым, тәжірибе» атты конференция. 1 том. –Алматы, 2017. - 512 - 514 б.

Мурзабеков З.Н., Мирзахмедова Г.А.

**Оптимальная стабилизация одной нелинейной системы экономической модели кластера**

**Резюме.** Разработан алгоритм решения задачи оптимальной стабилизации и найдено нелинейное управление, основанное по принципу обратной связи на основе уравнений Риккати. Полученные результаты для нелинейных систем, используются при конструировании управляющих параметров для математической модели трехсекторного экономического кластера. Для рассматриваемого примера определены оптимальное распределение трудовых и инвестиционных ресурсов, которые удовлетворяют балансовым соотношениям.

**Ключевые слова:** задача оптимального управления, трехсекторный экономический кластер, метод множителей Лагранжа, нелинейная система, квадратичный функционал.

Murzabekov Z.N., Mirzakhmedova G.A.

**Optimal stabilization of a nonlinear system of the economic model of a cluster**

**Summary.** An algorithm for solving the problem of optimal stabilization is developed and nonlinear control based on the feedback principle based on the Riccati equations is found. The results obtained for nonlinear systems are used in the construction of control parameters for the mathematical model of a three-sector economic cluster. For the example considered, the optimal distribution of labor and investment resources that satisfy the balance ratios is determined.

**Keywords:** optimal control problem, three-sector economic cluster, Lagrange multiplier method, nonlinear system, quadratic functional.

УДК 621.311.22: 502/504. 001.5

**M. Otunchieva, A. Sugirbekova, A. Kozhageldina, B. Bakhtiyar, A. Bulatova**
(Almaty University of power engineering and telecommunications, c.Almaty, Kazakhstan
e-mail: arailym_ads@mail.ru)

## INTENSIFICATION OF HEAT TRANSFER IN THE CHANNELS FOR THE DISPLAY OF THE FLUE IN THE CASE OF SMALL HOT WATER BOILERS

**Abstract:** the paper deals with the main directions of development of low-power hot water boilers and the analysis of existing methods of heat transfer intensification on screen tubes. The generalized dependence reliably reflecting the influence of artificial turbulence of the flow by annular diaphragms in the surfaces of heat-tube boilers is presented.

**Key words:** hot water boiler, heat transfer intensification, turbulence.

**М. Отынчиева, А. Сугирбекова, А. Кожагельдина, Б. Бахтияр, А.Булатова**
(Алматинский университет энергетики и связи, Алматы, Республика Казахстан
e-mail: arailym_ads@mail.ru)

## ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕПЛООБМЕНА В КАНАЛАХ ЗАЭКРАННОГО ГАЗОХОДА ПРИМЕНИТЕЛЬНО К МАЛЫМ ВОДОГРЕЙНЫМ КОТЛАМ

**Аннотация:** Рассмотрены основные направления развития водогрейных котлов малой мощности и выполнен анализ существующих методов интенсификации теплообмена на экранных трубах. Приведена обобщающая зависимость, достоверно отражающая влияние искусственной турбулизации потока кольцевыми диафрагмами в поверхностях жаротрубных котлов.

**Ключевые слова:** водогрейный котел, интенсификация теплообмена, турбулизация.

### Введение

Водогрейный котел – это устройство, имеющее топку, обогреваемую продуктами сгорания сжигаемого в ней топлива, и предназначенное для получения горячей воды с давлением выше атмосферного для использования ее вне котла. Малые водогрейные котлы имеют мощность от 400 кВт до 1 МВт с температурой воды до 115°С. Они предназначены для обеспечения индивидуального отопления и горячего водоснабжения квартир и коттеджей.

На рынке отопительных котлов малой тепловой мощности значительное место занимают жаротрубные котлы как отечественного, так и импортного производства. Это связано, прежде всего, с низкой стоимостью металла (низкосортной стали), используемого при изготовлении жаротрубных котлов, простотой конструкции, а также поставкой на опорной раме единым блоком всего необходимого котельно-вспомогательного оборудования. Безопасная и безаварийная эксплуатация таких котлов возможна только при строгом соблюдении воднохимического режима котлов и их периодической очистке [1].

### Методы

Основной фактор, приводящий к выходу жаротрубных котлов из строя, - накипь и отложения. Особенности конструкции приводят к тому, что накипь в таких котлах откладывается неравномерно, вызывая местные перегревы теплообменника, что может привести к потере прочности основного металла. Кроме того, изменение температурных полей в теплообменнике может вызвать возникновение тепловых напряжений. Результат - разрушение теплообменника, что при высоком избыточным давлением и температурой может привести к паровому взрыву котла. Следовательно, во избежание всего необходим некоторый недогрев воды до температуры насыщения при давлении, равном давлению на выходе из котла [2].

Исследования и расчеты показали, что во избежание поверхностного кипения в трубах водогрейного котла необходимо поддержание определенных скоростей воды при недогреве ее до кипения на 30—35 °С в условиях максимальной нагрузки.

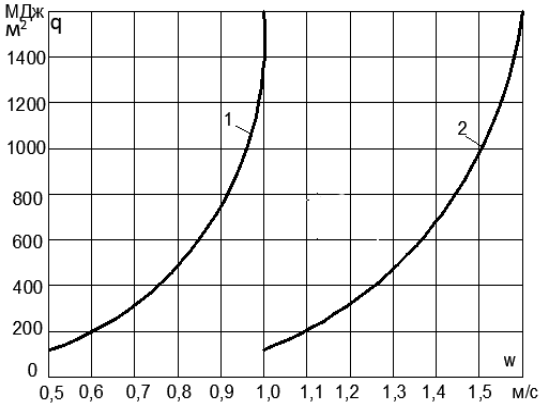



**Рис 1.** График изменения минимальной допустимой скорости воды в поверхностях нагрева водогрейных котлов
1-подъемное движение воды; 2- опускное движение воды

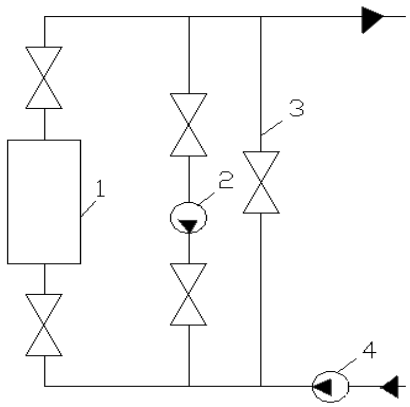



**Рис 2.** Схема включения водогрейного котла в сеть
1- водогрейный котел; 2- рециркуляционный насос; 3 – перемычка; 4- сетевой насос

На рис 1. приведено изменение минимальной допустимой скорости воды в трубах поверхностей нагрева водогрейных котлов в зависимости от удельной тепловой нагрузки при недогреве воды на входе 35—40 °С. Из графика ясно, что при движении воды в трубах снизу вверх скорость может быть значительно ниже, чем при движении сверху вниз.

Целью обеспечения надежной работы труб водогрейных контуров является уменьшение гидравлической и тепловой разверки, а также выбор средних расчетных значений скоростей движения газа и жидкостей, развитая поверхность непосредственного контакта, обеспечивающих надежную работу труб при отклонениях от расчетных величин в эксплуатации.

Во избежание гидравлических ударов при эксплуатации водогрейных котлов недопустимы тепловые перекосы в топке. Отсутствие тепловых перекосов достигается при работе всех установленных горелок с одинаковой тепловой мощностью. Регулирование форсировки топки следует производить одинаковым изменением тепловой мощности всех работающих горелок.

Как показывают многочисленные данные, из всех известных методов интенсификации теплообмена в трубах наибольшее внимание как эффективным и технологически реализуемым уделяется искусственной турбулизации потока кольцевыми диафрагмами.

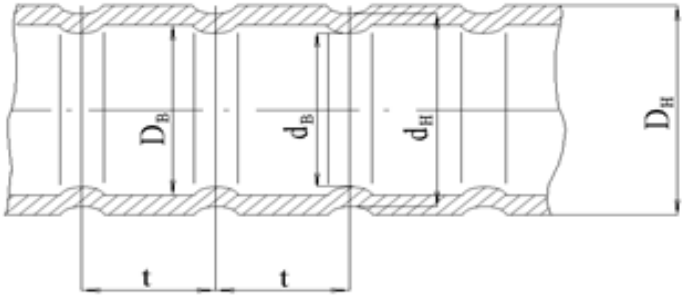



**Рис 3.** Труба с кольцевыми турбулизаторами

**Результаты и их обсужение**

Для исследования интенсификации теплообмена в жаротрубном элементе создан экспериментальный стенд - водогрейный котел КВа заданной тепловой мощности в комплекте с автоматизированной горелкой, схему топливоподачи и дымовую трубу.

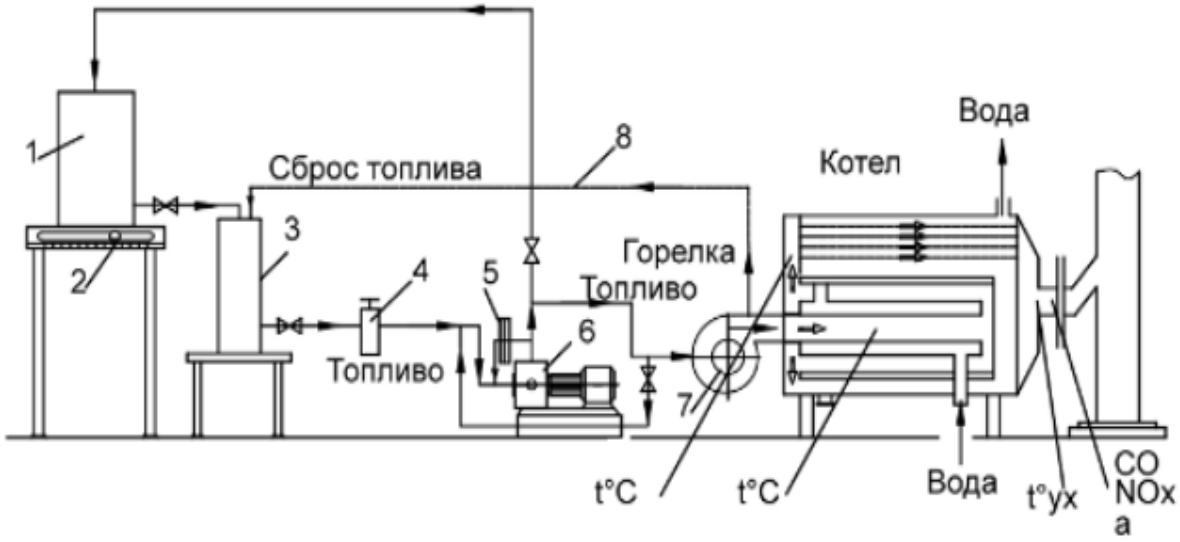



**Рис 4.** Экспериментальный стенд

Сущность предложенного метода заключается в следующем. На наружной поверхности трубы накаткой наносятся периодически расположенные кольцевые канавки (рис 3).

При этом на внутренней стороне трубы образуются кольцевые диафрагмы с плавной конфигурацией. Кольцевые диафрагмы и канавки турбулизируют поток в пристеночном слое и обеспечивают интенсификацию теплообмена снаружи и внутри труб.

При этом не увеличивается наружный диаметр труб, что позволяет использовать данные трубы в тесных пучках и не менять существующей технологии сборки теплообменных аппаратов. Разработанные трубы с кольцевыми турбулизаторами применимы для аппаратов, работающих на газах и жидкостях, при кипении и конденсации теплоносителей, т. е. обладают необходимой для практического применения универсальностью. Кроме того, этим трубам характерна пониженная загрязняемость.

Тепловой расчет топки проводят согласно нормативному методу (НМ), а коэффициент теплоотдачи по формуле Михеева для ламинарного режима

$$Nu = 1{,}4 \cdot \left(Re \cdot \frac{d_{\text{вн}}}{L}\right)^{0{,}4} Pr_{\text{г}}^{\,0{,}33} \cdot \left(\frac{Pr_{\text{г}}}{Pr_{\text{ст}}}\right)^{0{,}25} \quad (1)$$

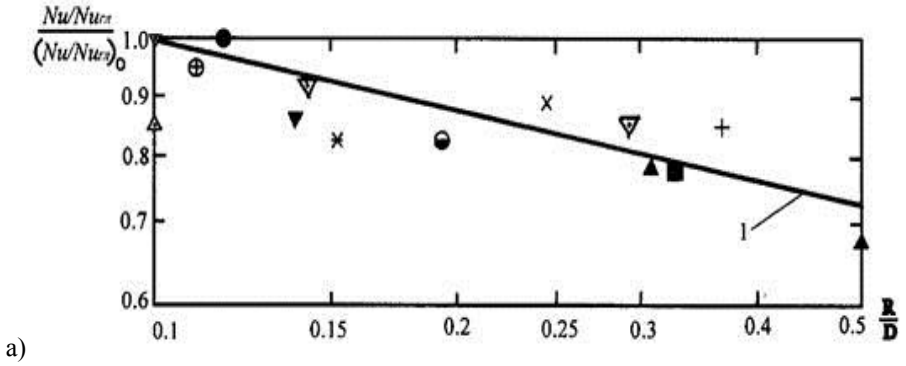
При течении в этих трубах воздуха были получены максимальные значения интенсификации теплообмена $Nu/Nu_{гл}$ = 2.65, 2.82, 3.12, соответственно при Re - $10^4$, $10^5$, $4 \cdot 10^5$.

Применение данного метода интенсификация теплообмена позволяет в 1,5-2 раза уменьшить объем теплообменного аппарата при неизменных значениях тепловой мощности и мощности на прокачку теплоносителей.

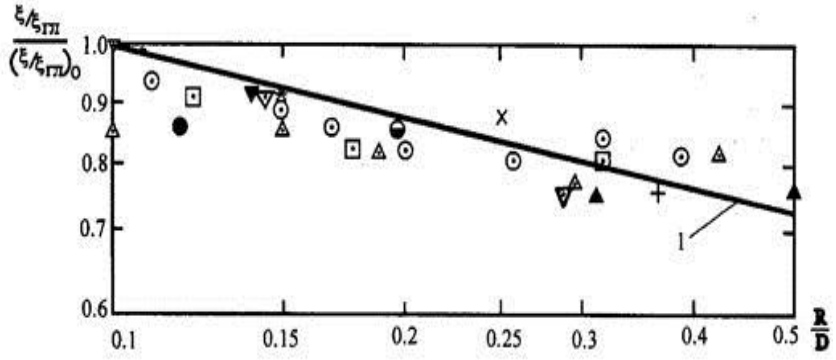
В последнее время были поставлены новые экспериментальные и расчетные исследования по влиянию геометрической формы турбулизаторов на интенсификацию теплообмена. Геометрическую форму сечения кольцевых турбулизаторов-диафрагм можно представить в виде сегмента радиусом R (рис.5). Представленные в расчеты зависимостей были получены при примерно одинаковых значениях относительных R/Dв=0,1.

Увеличение радиуса закруглений диафрагм приводит к уменьшению коэффициентов теплообмена и гидравлического сопротивления при постоянстве других параметров, определяющих эффективность интенсификации теплообмена (Re, dв/Dв, t/Dв).

С разбросом, не превышающем 10%, получены опытные данные по теплоотдаче и гидравлическому сопротивлению обобщаются единой зависимостью:




а)




б)

**Рис 5.** Влияние радиуса закругления кольцевых турбулизаторов на гидравлическое сопротивление (а) и теплообмен (б) в трубах.

$$\frac{(Nu/Nu_{\text{гл}})}{(Nu/Nu_{\text{гл}})_0} = \frac{(\xi/\xi_{\text{гл}})}{(\xi/\xi_{\text{гл}})_0} = \frac{0{,}631}{(R/D_\epsilon)^{0,2}} \qquad (2)$$

В диапазонах dв/Dв=0,88-0,98; t/Dв=0,25-2,5; Re=$10^4$-4·$10^5$. Здесь и определены по приведенным в расчетным формулам и таблицам для R/Dв=0,1.

Полученные зависимости позволяют с предельной точностью проводить расчет теплообмена и гидравлического сопротивления в трубах с практически любыми формами турбулизаторов, полученных накаткой.

При Re=$10^4$ закрученная лента дает Iгл=2.34-1.8 и Iгл=4.05-2.5, что позволяет получать уменьшение объема аппарата V/Vгл=0.53 - 0.64. С ростом Re эффективность ленточных вставок существенно падает: для Re=$10^5$ получено /гл=1.88-1.49, Iгл=5.55-1.65, что дает V/Vгл=0.822-0.70. конвективный теплообмен турбулизация поток.

Применение кольцевых турбулизаторов позволяет в характерном для теплообменных аппаратов диапазоне изменения чисел Re=$10^4$-$10^5$ обеспечить стабильное увеличение теплоотдачи в 2.3-2.43 раза при росте гидравлического сопротивления в 3.8-4.15 раза, что дает возможность получить V/Vгл=0.52-0.5 или уменьшение объема аппарата в 1.95-2 раза.

**Заключение**

Проанализированы современные направления развития котельной техники малой мощности. Рассмотрены современные способы интенсификации теплообмена в водогрейных котлах малой мощности. На основе собственных исследований и анализа работ авторов предложено рассчитывать теплообмен на экранных трубах водогрейных котлов с учетом поправки на интенсивность теплообмена на начальном участке гидродинамической стабилизации потока. Наиболее адекватным поправочным коэффициентом, по нашему мнению, является коэффициент, предложенный Миллсом. Показано, что использование кольцевых диафрагм предпочтительно в трубах как наиболее эффективный метод. Таким образом, трубы с кольцевыми турбулизаторами удовлетворяют всем требованиям, необходимым для их широкого практического использования.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Соколов Б.А. Паровые и водогрейные котлы малой и средней мощности.

[2] Пароводогрейные котлы для электростанций и котельных / Под общ. ред. Е. Ф. Бузникова. - М. : Энергоатомиздат, 1989. – 206.

[3] Волосатова Т.А. Основные вопросы энергоэффективности тепловых водяных котельных и варианты их решения // Инженерный вестник Дона, 2013, № 3. URL: ivdon.ru /ru/magazine/archive/n3y2013/1899/.

[4] Баранов П. А. Эксплуатация и ремонт паровых и водогрейных котлов. – М.: Энергоатомиздат, 1986 . – 264 с.

[5] Аскарова А.С., Мажренова Н.Р. Экологические проблемы топливо-энергетической отрасли казахстана и нетрадиционные пути их решения. – Алматы: Қазақ университеті, 1997. – 202 с .

[6] Рыжкин В.Я. Тепловые электрические станции: Учебник для вузов / Под ред. В:Я. Гиршфельда. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 328 с.

[7] Колядин Е. А. Исследование и научное обоснование интенсификации теплообмена в судовых газотрубных утилизационных котлах : автореф. дис. на соискание ученой степени канд. техн. наук : спец. 05.08.05 “Судовые энергетические установки и их элементы ( главные и вспомогательные”/ Е. А. Колядин. – Астрахань, 2007 – 20 с.

[8]Петриков С. А. Прогрессивные способы интенсификации теплообмена в отопительных котлах / С. А. Петриков, Н. Н. Хованов // Промышленная энергетика. – 2003 – № 12 – С. 18 – 22

[9] Брюханов О.Н. Газифицированные котельные агрегаты. Учебник. ИНФРА-М. - 2007.

[10] Тихомиров К.В. Сергеенко Э. С. "Теплотехника, теплогазоснабжение и вентиляция." Учеб. для вузов. 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Стройиздат, 1991г.

Отынчиева М., Сугирбекова А., Кожагельдина А., Бахтияр Б., Булатова А.

**Кіші су жылыту қазандықтарында қолданылатын экрандық газдан тыс арналарда жылу алмасуды қарқындату**

**Түйіндеме:** Бұл жұмыста қуаттылығы аз су жылытатын қазандықтардың дамуының негізгі бағыттары қарастырылған және экрандық құбырларда жылу алмастыруды интенсификациялаудың қолданыстағы әдістеріне талдау жасалған. Жылу құбырлы қазандықтардың беттерінде сақиналы диафрагмалармен ағынның жасанды турбулизациясының әсерін шынайы көрсететін жалпылама тәуелділік келтірілген.

**Түйінді сөздер**: су жылытқыш қазан, жылу алмасу интенсификациясы, турбулизация.

УДК 004.946

**R.S. Baimakhanov, N.V.Shalabayev, G.U.Bektemysova, K.Basiri**
(International Information Technology University, Almaty, Kazakhstan
ruslan.baimakhan@gmail.com, uarethecsstomyhtml@gmail.com)

**TECHNOLOGIES OF AUGMENTED REALITY IN FURNITURE INDUSTRY**

**Abstract.** The article discusses the area of augmented reality (AR), in which virtual 3D objects are integrated into the three-dimensional real-time environment in real time. This technology is widely used in various fields of human activity, such as tourism, television, education, and military training. The introduction of this technology in advertising has increased its effectiveness and sales. It describes what potential augmented reality has in the furniture industry. The future directions of development in this area are discussed, and solutions are proposed for the furniture business based on AR.

**Key words:** augmented reality, virtualization, AR, furniture industry

**Р.Ш. Баймаханов, Н.В.Шалабаев, Г.У.Бектемысова, К.Басири**
(Международный университет информационных технологий,
Алматы, Республика Казахстан)

**ТЕХНОЛОГИИ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ В МЕБЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ**

**Аннотация.** В статье рассматривается область дополненной реальности (AR), в которой виртуальные 3D объекты интегрируются в трехмерную реальную среду в реальном времени. Данная технология получила широкое распространение в различных сферах деятельности человека, таких как туризм, телевидение, образование, военная подготовка. Внедрение этой технологии в рекламу повысило ее эффективность и продажи. Здесь описывается, какой потенциал имеет дополненная реальность в мебельной индустрии. Обсуждаются будущие направления развития данной области, а также предлагаются решения для мебельного бизнеса на основе AR.

**Ключевые слова:** дополненная реальность, виртуализация, AR, мебельная индустрия.

**Введение**

В наше время, технология дополненной реальности, или Augmented reality, является одной из самых перспективных направлений в сфере IT. С помощью данного решения пользователи могут получать данные совершенно новым способом, который может оказать на человечество такое же влияние, как и изобретение Всемирной Сети. Экосистему дополненной реальности можно разделить на следующие элементы:

1. **Аппаратное решение**, которое обеспечивает возможность создания дополненной реальности. Сюда относятся различные датчики, дисплеи, процессоры, акселерометры, гироскопы, проекторы и другие устройства взаимодействия.

2. **Система распознавания** – технология для распознавания внешних объектов и людей в реальном мире, с применением вычислений данных об их геолокации, времени и расположения. При расчете также могут использоваться определенные маркеры.

3. **Браузер** – программное обеспечение, которое в реальном времени объединяет слои информации от аппаратных элементов.

4. **Контент** – содержание, которое будет отображаться в рамках приложения AR. К такому содержанию относятся как объекты, которые получаются из открытых источников, так и объекты, которые предполагают обмен информации через индивидуальные источники, которыми выступают RFID метки, QR коды и другие.

Интерфейсы AR также предполагают использование двух методов:

1. **Автономный**, который не предполагает взаимодействия с пользователем, а используют только данные из предоставленных источников. Примером данного интерфейса может выступать приложение, которое позволяет получить информацию об объекте искусства в музее при наведении на его изображение.

2. **Интерактивный**, который предполагает взаимодействие с пользователем и может настраивать варианты накладываемых слоев данных на реальные изображения и реализовать получение обратной связи по объекту. Примером можно назвать приложение дополненной реальности FaceApp, которое позволяет накладывать различные маски поверх изображения лица человека. В данном примере, используются триггерные точки, которые соответствуют только лицу, при определении которых, приложение выполняет наложение дополнительного визуального слоя, заранее предопределённого по размерам и параметрам(цвет, прозрачность, текстуру и другие).

Для мебельной индустрии коммерческий подход «попробовать, прежде чем покупать» имеет решающее значение, поскольку, для производителя и покупателя, этот вариант является выигрышным – клиент получает нужный товар, покупатель сокращает издержки за счет снижения количества возвратов. Предлагая данному сегменту рынка технологию AR, можно предполагать, что она будет иметь революционный эффект, который может в корне изменить действующий процесс производства и реализации товара конечному потребителю.

Тот факт, что у представителя мебельного производства будет приложение AR, мгновенно привлекает внимание потребителей и потенциально увеличивает продажи, так как клиенты смогут качественней подобрать необходимую мебель. Одним из хороших примеров подачи товаров такого рода является использование AR в сети магазинов GAP, которая открыла модифицированные раздевалки на их онлайн-сайте, которые позволяют пользователю наложить одежду на фотографию человека. Применение AR позволило GAP получить вирусную рекламу и более высокий трафик на их сайт. AR также является прекрасным инструментом для персонализации потребностей клиентов, особенно когда речь идет о мебели. Покупатели действительно хотят видеть, как предметы будут выглядеть в их домах или офисах.

Для создания таких приложений могут быть использованы платформы ARCore и ARKit.

**Польза AR в мебели**

В целом, при использовании приложений с дополненной реальностью предприятия могут:

- Персонализировать покупки
- Создать «Wow»-эффект
- Привлечь новых и удержать старых клиентов
- Технологическое преимущество

Клиенты могут пользоваться инструментами AR, чтобы:

- Найти и попробовать продукты удаленно
- Изучить новые способы покупок

• Принимать более обоснованные решения для покупки
• Комбинировать покупку с развлечением

Мебельные дистрибьюторы могут получить преимущества от дополненной реальности следующими способами:

**Демонстрация**. Розничные торговцы могут визуально и интерактивно демонстрировать свои продукты с помощью инструментов AR. Мебельный магазин может предложить клиентам увидеть, как будет выглядеть стол или кровать в их доме.

AR-приложения получают глубокий интерес среди более молодой аудитории покупателей, поэтому их стоит использовать в качестве новой рекламной опции. Отличие AR от приложений с использованием виртуальной реальности - отсутствие необходимости использования дополнительного оборудования, поэтому AR более доступна. Уже сейчас, использовать данную технологию имеют возможность миллионы владельцев смартфонов на базе Android и iOS.

**Экономия времени**. С помощью приложения AR, потребители могут разместить книжную полку в зале или посмотреть, как будет выглядеть диван в разных цветовых решениях, несколькими нажатиями на своем смартфоне. Поэтому, риск возврата продукта и размер соответствующих расходов сводится к минимуму.

**Новые маркетинговые возможности**. AR предлагает новые способы продвижения бренда, предоставления информации о продуктах, проведения презентации для потребителей, что позволяет привлечь больше клиентов.

**Платформа ARCore**

ARCore - это платформа, поддерживаемая корпорацией Google, используемая для создания контента дополненной реальности. Используя различные API, ARCore позволяет вашему телефону ощущать окружающую среду, воспринимать мир и взаимодействовать с информацией, которую он получает извне. Некоторые из API доступны для Android и iOS, чтобы обеспечить совместное использование AR.

ARCore использует три ключевые возможности для интеграции виртуального контента с реальным миром:

• Отслеживание движения;
• Распознавание окружающей среды;
• Оценка освещения.

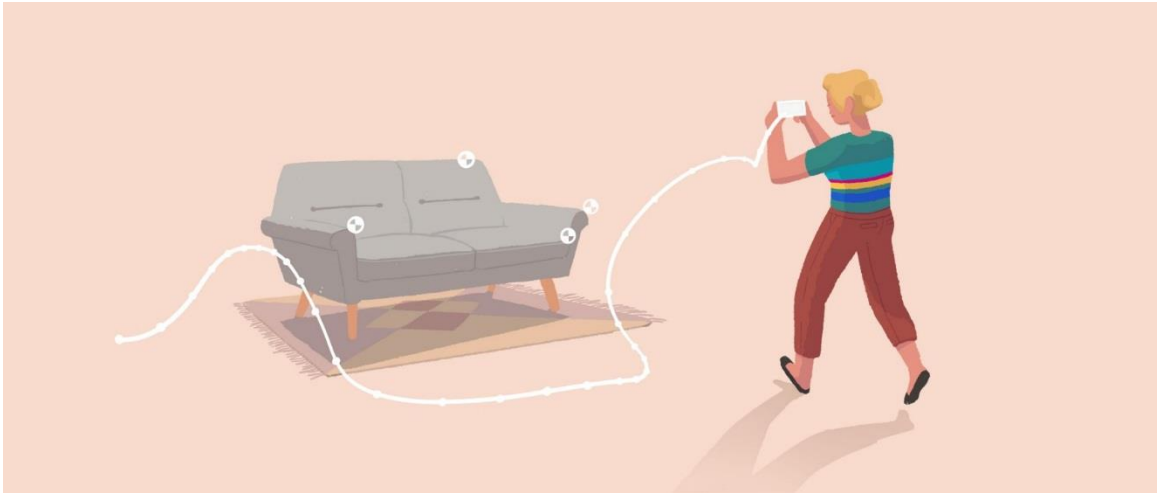


**Рис. 1.** Отслеживание движения

**Отслеживание движения –** для выполнения точных вычислений, ARCore использует процесс, называемый параллельной одометрией и сопоставлением(COM), чтобы понять местоположение смартфона относительно окружающей среды, в которой он находится. Приложение обнаруживает визуально различимые функции в захваченном изображении камеры, называемые точками функции, и использует

эти точки для вычисления изменения местоположения. Визуальная информация объединяется с инерционными измерениями, вычисляемые процессором устройства, для оценки положения и ориентации камеры относительно окружающей среды в определенную единицу времени.

Используя позиционирование, приложение отображает 3D-модели с учетом позиции камеры устройства, что позволяет отображать виртуальный контент с правильной позиции. Отображаемое виртуальное изображение может быть наложено поверх изображения, полученного с камеры устройства, при этом создается впечатление, что виртуальный контент является частью реального мира.

**Распознавание окружающей среды -** ARCore постоянно совершенствует свое понимание реальной среды, обнаруживая точки и плоскости с более высокой точностью.

ARCore ищет кластеры точек функций, которые лежат на общих горизонтальных или вертикальных поверхностях, например, столах или стенах, и делают эти поверхности доступными для вашего приложения, позволяя размещать на них виртуальные объекты. Также, есть возможность определить границу каждой плоскости, позволяя использовать эту информацию для более правильного расположения объектов. Но нужно учитывать, что плоские поверхности без текстуры, такие как белая стена, могут быть обнаружены неправильно из-за отсутствия возможности определения границы данной плоскости(Рис.2).

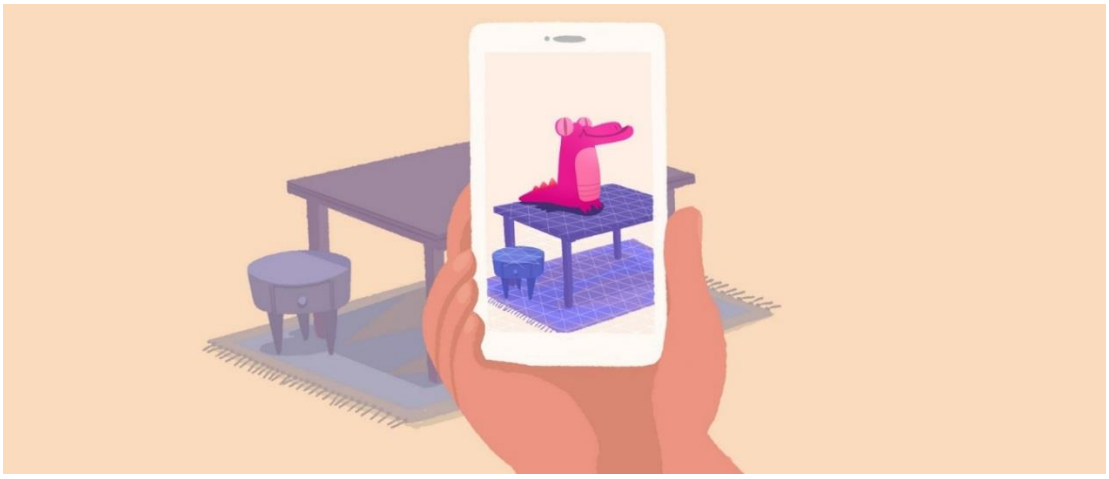


**Рис. 2.** Распознавание окружающей среды

**Оценка освещения -** ARCore может обнаруживать информацию об освещении окружающей среды и обеспечивать параметризацию интенсивности картинки и выполнять коррекцию цвета для изображения, полученного с камеры. Эта информация позволяет осветить ваши виртуальные объекты в тех же условиях, что и окружающая среда, увеличивая ощущение реализма(Рис.3).

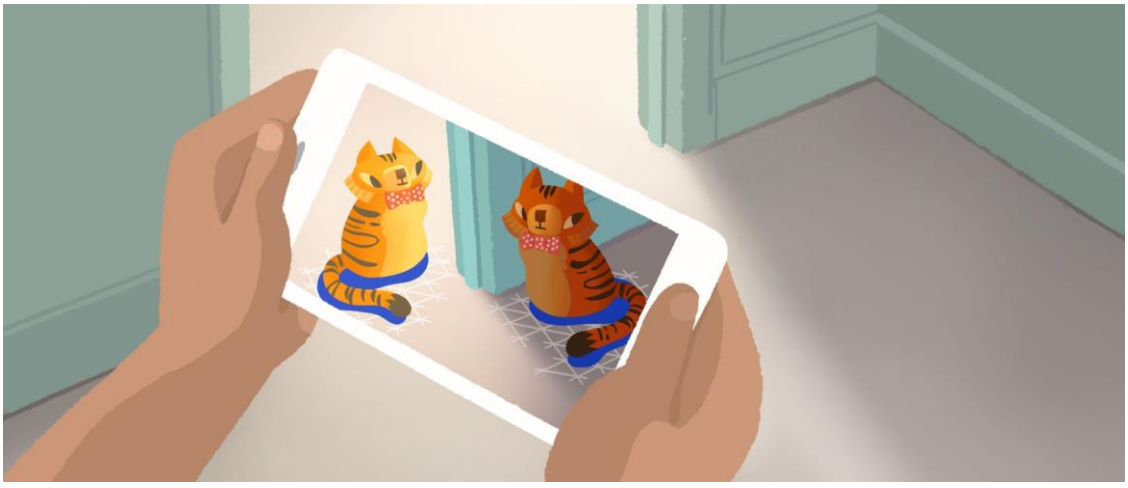


**Рис. 3.** Оценка освещения

ЛИТЕРАТУРА

[1] Radu Emanuil Petruse, Ioan Bondrea. Augmented Reality a Review on Technology and Applications. 2014, pp 3-5

[2] R. Silva, J. C. Oliveira, G. A. Giraldi. Introduction to Augmented Reality. 2014, pp 8-9

[3] Damla Sahin, Abdullah Togay. Augmented reality applications in product design process. 2016, pp 3-4

[4] Alexander Ilic, Elgar Fleisch. Augmented Reality and the Internet of Things. 2016, pp 7-9

[5] Mehdi Mekni, Andre Lemieux. Augmented Reality: Applications, Challenges and Future Trends. 2016, pp 208

[6] https://developers.google.com/ar/discover/concepts (ARCore). 2018

[7] https://thinkmobiles.com/blog/augmented-reality-furniture/ (Augmented Reality in Furniture). 2018

[8] https://medium.com/@arroundsmm/augmented-reality-is-changing-how-we-buy-furniture-83cd3645d23c (Augmented reality is changing how we buy furniture). June 2018

[9] https://medium.com/homestory-ar/building-an-ar-ai-furniture-app-with-react-native-1847bc1fcbaa (Building an AR furniture app with React Native). March 2018

[10] https://medium.com/@vaibhavg037/how-is-augmented-reality-changing-the-way-we-buy-things-cac726b7c8 (How Is Augmented Reality Changing The Way We Buy Things). June 2018

[11] Hakan Altinpulluk. Current trends in augmented reality and forecasts about the future. 2017, pp 4

[12] Gartner Inc. Top 10 personal technologies to support digital business. May, 2017.

[13] Goldman Sachs. Virtual & augmented reality understanding the race for the next computing platform. June, 2017.

[14] Coovert, M. D., Lee, T., Shindev, I., & Sun, Y. Spatial AR as a method for a mobile robot to communicate intended movement. 2014

[15] Kipper, G., & Rampolla, J.. AR: an emerging technologies guide to AR. 2014

Баймаханов Р., Шалабаев Н.,.Бектемысова Г, Басири К.

**Жабдық өнеркәсіптің қосылған реализы технологиялары**

**Түйіндеме.** AR - виртуалды 3D нысандарының нақты уақыттағы үш өлшемді ортаға біріктірілген технологиясы. Бұл технология туризм, теледидар, білім беру, әскери дайындық сияқты адам қызметінің түрлі салаларында кеңінен қолданылады. Мақалада жиһаз өнеркәсібінде кеңейтілген шындық әлеуетін зерттеу жүргізіледі. Осы саладағы дамудың болашақ бағыттары талқыланып, AR негізіндегі жиһаз бизнесіне арналған шешімдер ұсынылған.

**Кілттік сөздер:** толықтырылған шындық, виртуализация, AR, жиһаз өнеркәсібі

Baimakhanov R., Shalabayev N., Bektemysova G., Basiri K.

**Technologies of augmented reality in furniture industry**

**Summary.** The article discusses the area of augmented reality (AR), in which virtual 3D objects are integrated into the three-dimensional real-time environment in real time. This technology is widely used in various fields of human activity, such as tourism, television, education, and military training. The introduction of this technology in advertising has increased its effectiveness and sales. It describes what potential augmented reality has in the furniture industry. The future directions of development in this area are discussed, and solutions are proposed for the furniture business based on AR.

**Key words:** augmented reality, virtualization, AR, furniture industry

**Sh. T. Dauletkali, T. A. Nurlybaeyev, Kouros Basiri**
(International Information Technology University, Almaty, Kazakhstan.
Email: dauletkalichingiz@gmail.com, tnurlyb@gmail.com , k.basiri@iitu.kz)

**FUTURE DEVELOPMENT OF AUGMENTED REALITY TECHNOLOGY**

**Abstract**. This article discusses the field of augmented reality (AR), in which virtual 3D objects are integrated into a three-dimensional real-time environment in real time. This technology is widely used in various fields of human activity, such as tourism, television, education, military training. Technologies of virtual and augmented reality are called one of the most promising areas of research. Here are discussed the future directions of development of this area.

**Key words***:* Augmented Reality, virtualization, AR, 3D Objects

**Ш. Т. Дәулетқали, Т. А. Нұрлыбаев, Курос Басири**
(Международный университет информационных технологий, Алматы, Республика Казахстан)

**РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИИ, ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ В БУДУЩЕМ**

**Аннотация**. Рассматривается область дополненной реальности (AR), в которой виртуальные 3D объекты интегрируются в трехмерную реальную среду в реальном времени. Данная технология получила широкое распространение в различных сферах деятельности человека, таких как туризм, телевидение, образование, военная

подготовка. Технологии виртуальной и дополненной реальности называют одними из самых перспективных сфер исследования. Здесь обсуждаются будущие направления развития данной области.

**Ключевые слова:** Дополненная реальность, виртуализация, AR, 3D объекты.

**Введение**

Дополненная реальность — это среда, в реальном времени дополняющая физический мир, каким мы его видим, цифровыми данными с помощью каких-либо устройств — планшетов, смартфонов или других, и программной части. технология, позволяющая наложить на реальный мир дополнительный контент (информация, аудио, видео и т.п.) с целью дополнения сведений об окружающем мире и обеспечения простоты восприятия информации

В данный момент дополненная реальность широко используется в разных областях, таких как медиа, при трансляции спортивных матчей, например, желтая линия, показывающая положение игрока в “офсайде”, в военных технологиях, например, в шлеме пилота встроена дополненная реальность так, что он может видеть окружающий мир с дополненной информацией для удобства и простоты использования летательного аппарата, не отвлекаясь на отдельные приборы на панели.

**Как работает дополненная реальность?**

AR начинается с устройства (смартфон, планшет или смарт-очки), где есть камера и необходимое ПО. Если направить устройство на объект, ПО распознает его с помощью технологии компьютерного зрения, которая анализирует видеопотоки.

Затем устройство загружает информацию об объекте из облака — подобно тому, как веб-браузер загружает страницы сайта. Разница в том, что информация AR накладывается непосредственно на объект и обретает трехмерный вид, в отличие от двумерных веб-страниц на экране. Таким образом, видимая пользователем реальность отчасти физическая, отчасти цифровая.

AR может показывать данные, поступающие от продуктов в реальном времени, и помогать управлять ими — посредством сенсорного экрана, голосом или жестами. Например, чтобы отправить команду продукту через облако, можно коснуться нужной кнопки на цифровом слое AR — или просто сказать «стоп». Взаимодействуя с промышленным роботом через смарт-очки или шлем, оператор видит данные о его работе и может управлять им.

При движении пользователя размер и ориентация дисплея AR автоматически корректируются. Ненужная информация исчезает, а новая появляется. Рабочие, исполняющие разные функции (например, оператор устройства и техник-ремонтник), могут, глядя на один объект, видеть разную AR, отвечающую их потребностям.

Трехмерная цифровая модель, находящаяся в облаке, — цифровой двойник объекта, — служит мостом между объектом и AR. Такая модель создается либо при помощи САПР (обычно при разработке продукта), либо путем оцифровки физических объектов. Этот двойник собирает информацию о состоянии продукта от него самого, информационных систем и внешних источников. С его помощью ПО AR точно размещает и масштабирует на объекте актуальные данные.

**Очки с функцией дополненной реальности**

Знаменитые Google Glass (Рис.1), представляющие собой очки с замененными дисплеем стёклами, могли бы стать прорывом в использовании AR, но не получили широкого распространения. С одной стороны, это вызвано волной критики, поднявшейся из-за вопросов безопасности. Например, Google Glass позволяют своим владельцам незаметно для окружающих вести запись разговоров, делать фотографии, снимать видео и даже определять личность человека, мгновенно получая ссылку на его страницу в социальных сетях. Google недолго оставалась лидером рынка очков смешанной реальности. Одной из компаний, осознавших перспективность данной технологии, стала транснациональная компания Microsoft, которая выпустила Microsoft HoloLens. В принципе, их очки мало чем отличаются от аналогов конкурентов, но огромные финансы позволили компании раскрутить свой товар по максимуму. В частности, HoloLens были использованы для демонстрации автомобилей и показа мод.



**Рис. 1.** Google Glass

**Перспективы применения дополненной реальности**

Несмотря на то что основное применение дополненной реальности на данный момент сосредоточено в её развлекательной составляющей, перспективы применения технологии кажутся невероятными.

**Помощь людям с ограниченными возможностями.** Помощь людям с нарушениями слуха: у пользователей будет возможность получать звуковую информацию, которая будет преобразована в текст, который будет отображаться при помощи устройств AR. Перевод в режиме реального времени: устройства AR будут преобразовывать звуковой или визуальный текст на иностранном языке и показывать его пользователю уже на его родном языке. Карты маршрутов для инвалидов в колясках: можно будет получать карты с проложенными маршрутами, помогающие передвижению людям в инвалидных колясках.

**Медицина.** Содействие при операциях: во время операции определение тканей и органов, а также получение инструкций от медиков, которые наблюдают вас через POV, или от профильных приложений, которые вы запустили. Определение лекарства: помогает врачам назначить верное лекарство, даже если они к этому не подготовлены. Это снизит запросы к докторам и фармацевтам, а кроме того уменьшит возможность просчетов при назначении дозировки лекарственного средства и при выписке рецепта. Внутривенные инъекции: помогает врачам и медсестрам находить вены для совершения внутривенных инъекций, даже если вены сложно обнаружить невооруженным глазом. Увеличивает шанс попадания в вену с первого раза.

**Политика.** Проверка фактов в реальном времени: дает возможность политикам и публике оценивать насколько заявления выступающего правдивые. Телесуфлеры AR: политики будут иметь возможность прямо с экранов AR читать заранее подготовленную речь, при этом не выглядя искусственно или неестественно. Кроме того, они будут находить и читать утверждения на определенные темы во-время дебатов, даже если они совершенно не разбираются в предмете дискуссии. Опрос толпы: появится возможность измерять, как реагирует толпа на политика, при помощи анализа эмоциональной окраски высказываний, а также оценивать вероятность поддержки конкретно этого кандидата и изменения предпочтений электората.

**Военная область.** Тайники: агенты будут иметь возможность оставлять объекты друг другу и помечать их расположение при помощи сигналов AR, которые станут видны лишь конкретному получателю. Определение своих войск: для того, чтобы уменьшить потери, можно пользоваться преувеличенными элементами дополненной реальности, которые будут «наложены» на войска. Гражданские и союзники, к примеру, могут быть окружены голубым свечением, а вражеские машины и войска — красным свечением. Улучшенное зрение для пилотов: AR- технологии будут давать возможность избегать препятствия, идентифицировать цели, применять AR для более точного прицела и навигации.

**Искусство и культура.** Туры по музеям и городам: вы сможете узнавать о выставках в галереях и музеях и достопримечательностях в городе в темпе, который вам удобен, просто проходя мимо. Анализ картин: технологии могут ознакомить вас с предыдущими вариантами картин, которые будут наложены поверх итогового последнего варианта, а также вы сможете получить сведения о том, какие техники использовал художник. Инструкции по созданию предметов искусства: пошагово следуйте подсказкам AR для того, чтобы научиться рисовать красками или карандашом, делать скульптуры и прочее.

**Общественная жизнь.** Частные клубы: помечайте с виду ничем не примечательные входы в физические общественные пространства, где будет проходить частная встреча. Обычный человек, который не является членом закрытой группы, не увидит в этом месте ничего особенного. Члены группы же увидят знак или подсвеченную дверь как подпольный бар, отмеченный знаком дополненной реальности. Оценка мужчины или женщины на свидании: анализируйте свидание в процессе, включая то, насколько ваш собеседник вам симпатизирует. Найдите информацию о нем или о ней, чтобы узнать предпочтения и интересы партнера по свиданию. Создание личного бренда: выберите краткую биографическую информацию о себе, сделайте ее доступной другим пользователям AR, своего рода виртуальный профиль, который повсюду сопровождает вас. Меняйте режимы, включайте в профиль более неформальную или более социальную информацию, если вы уехали на выходные или сидите в баре, включите в профиль свои профессиональные данные, когда находитесь на совещании или конференции.

**Строительство и архитектура.** Управление проектами, сканируйте проекты, чтобы проверить, соответствуют ли они спецификациям модели, и, если нет, то где именно они отклоняются. Рабочие чертежи и модели: трехмерные AR-проекции проще визуализировать или делиться ими, чем бумажными или компьютерными моделями. Визуализация проекта: пройдитесь по стройке, посмотрите, как

будет выглядеть готовое здание. Инструкции по проекту: следуйте инструкциям AR, чтобы повысить навыки. Например, плотник увидит, куда вбивать гвоздь или как закрепить кровельную черепицу.

**Спорт.** В настоящее время профессиональные спортсмены очень серьезно относятся к своей работоспособности и здоровью. И они должны изучить все навыки и сильные стороны, чтобы победить своего противника. Это делается с помощью изучения записанных видео и анализа большого количества данных об отдельных шагах, сильных и слабых сторонах спортсменов. И вот тут появляются новейшие технологии, такие как дополненная реальность. Да, дополненная реальность позволяет вам накладывать различные данные, графики, информацию, видео и т. д. На живое видео вашей тренировки. И только соответствующая информация высвечивается на экране по мере необходимости на каждом этапе вашей тренировки.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Mark Billinghurst. Augmented Reality in Education, 2010, pp 1-2.

[2] Kun-Hung Cheng, Chin-Chung Tsai. Affordances of Augmented Reality in Science Learning: Suggestions for Future Research, 2012, pp 3-5.

[3] Хохлова Татьяна Юрьевна. Технология дополненной реальности в образовании, 2016.

[4] Otília Pasaréti, Huba Hajdú, Tamás Matuszka, András Jámbori, István Molnár, Márta Turcsányi-Szabó. Augmented Reality in education, 2010, pp 4-5

[5] http://blog.neolms.com/is-augmented-reality-ar-an-effective-learning-tool , ЯНВАРЬ 19, 2017

[6] Контроллер движения leap motion [Электронный ресурс]. – URL: http://madrobots.ru/p/leap-motion/ (дата обращения: 05.10.2015)

[7] Leap Motion for Virtual Reality [Электронный ресурс]. – URL: https://www.leapmotion.com/product/vr (дата обращения: 05.10.2015).

[8] Попова Е.Д. Методы обработки мнений экспертов при оценке качества объектов // Вестник МГУП имени Ивана Федорова. – 2015. – № 6. – С. 67-71.

[9] А. Митра У дополненной реальности проблемы с отображением. [Электронный ресурс]. – URL: http://holographica.space/articles/blippar-1774 (дата обращения: 19.04.2016).

[10] Wu, H.-K., Lee, S., Chang, H.-Y., Liang, J.-C.: Current Status, Opportunities and Challenges of Augmented Reality in Education. Computers & Education 62, 41–49 (2013).

Дәулетқали Ш.Т., Нұрлыбаев Т.А., Курос Басири

**Болашақтағы нақтылық технологиясының дамуы**

**Түйіндеме.** Бұл мақалада виртуалды 3D нысандары нақты уақыт режимінде үш өлшемді нақты уақыт жағдайында біріктірілген виртуалды шындық (AP) өрісін талқылайды. Бұл технология туризм, теледидар, білім беру, әскери дайындық сияқты адам қызметінің түрлі салаларында кеңінен қолданылады. Виртуалды және кеңейтілген шындық технологиялары зерттеулердің ең перспективалы бағыттарының бірі деп аталады. Бұл бағытты дамытудың болашақ бағыттары талқыланды.

**Түйінді сөздер:** Толықтырылған шындық, виртуалдандыру, AR, 3D нысандары

Dauletkali Sh. T., Nurlybaeyev T. A., Kouros Basiri

**Future development of augmented reality technology**

**Summary**. This article discusses the field of augmented reality (AR), in which virtual 3D objects are integrated into a three-dimensional real-time environment in real time. This technology is widely used in various fields of human activity, such as tourism, television, education, military training. Technologies of virtual and augmented reality are called one of the most promising areas of research. Here are discussed the future directions of development of this area.

**Key words***:* Augmented Reality, virtualization, AR, 3D Objects

УДК 532.517.4

**Ш.С. Оспанова, А. Нурмуханова, А.О. Нұғыманова, Б. Рахат, Б. Болосханқызы**
(Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы)

## ЖАНАРМАЙМЕН ҚАМТУ СТАНЦИЯЛАРЫНЫҢ ҚЫЗМЕТ САПАСЫ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ СЕРТИФИКАТТАУ ТӘРТІБІ

**Аңдатпа.** Аталған жұмыс мұнай өнімдері базалары мен жанармаймен қамту станцияларын сертификаттаудың ережелерін сараптауға арналған.

Қазіргі таңда Орта Азия аймағы мемлекеттерінде мұнай өнімдерінің жеткізілуі, олардың құны, сапасы мен мұнай өнімдерімен қамтамасыз ету саласының заңнамалық аспектілерімен айқын шиеленіс бар. Сонымен қатар

жаңа техникалық регламенттің тағайындалуы және Кедендік одақ шегінде жұмыс атқаратын компания қызметтерінің қыр-сырлары көптеген сұрақтар туындатады. Соған байланысты күн тәртібінде өркениетті мұнай өнімдері нарығының айқын және тиімді жүйесін құру мәселесі тұр.

**Түйін сөздер.** Жанармаймен қамту станциялары, сертификаттау, сапа, автокөлік, жылжымалы ЖҚС.

Жанармаймен қамту станциялары біздің жол пейзаждарының ажырамас бөлігі мен қоғамда автокөліктердің басымдылық символына айналды. Жанармаймен қамту станциялары - жаңа мәдениет – мобильділік мәдениетінің туындысы болып табылады.

Өткен ғасыр ішінде ЖҚС біршама даму сатысынан өтті. Олардың дамуына қарап отырып, маркетингтің қоғамдық тұтынуға әсерін анық түрде көруге болады. Жанармай колонкаларының мамандандырылған «отын» дүкендері ретінде тарихы 1907 жылы АҚШ-та Сиэтл қаласында басталды. Алғашқы станциялар жанармай құйылған бөшкелер мен қол сорғылары бар ала-құла күркелер секілді болатын. Алайда, мұндай ЖҚС иелері стандарттау мен маркетингсіз бизнестің алға дамуы үшін өсіп келе жатқан бәсекелестікпен күресті осындай жолмен жеңу мүмкін еместігін түсінді. Сондықтан жиырмасыншы жылдардан бастап станцияларды безендірудің бірыңғай корпоративті стандарттары белсенді енгізіле бастады. Сол арқылы автокөлік иелері бір мекемеге тиесілі ЖҚС-ын қайдан көрсе де, бензин сапасы мен қызмет көрсету дәрежесі туралы мұнай компаниясының маркасы бойынша талдайтын болды. Сондықтан мұнай өнімдерін үлестіріп сату орындары тұтынушылардың қызығушылығын арттыру үшін маркетинг пен бизнестің барлық құралдарының алуан түрін белсенді пайдалана бастады: фирмалық стиль, жарнама, қосымша қызметтерді дамыту және т.б.

Қазақстанда жанармай құю станциясының қарамағындағы қосымша қызметтердің алғашқысы - дүкендер өткен ғасыр аяғында ғана пайда болды. Ал, батыс елдерінде керісінше, яғни, жанармай станцияларының тарихы дүкен қарамағындағы ЖҚС ретінде бастау алды.

Жиырмасыншы ғасырдың жиырмасыншы жылдары алғаш механикалық мөлшерлейтін колонкалар, ал отызыншы жылдары электр дозаторлары бар колонкалар, содан соң отын жіберілуін басқаратын жүйелер мен ЖҚС процестерін бақылау жүйелері пайда болды. Стандарттау мен бірдейлендіру ЖҚС иелерінен, әрине, қосымша қаржыландыруды талап етті. Қазіргі таңда автоматтандыру мен заманауи ақпараттық технологияларды қолданбайтын табысты ЖҚС елестету қиын.

Автокөліктерді жанармаймен қамту станциясы - мұнай өнімдерін сақтау мен бөлшектеп сату үшін жабдықталған технологиялық кешен. ЖҚС-ның төмендегідей түрлері бар:

Көпотынды ЖҚС - Аумағында көлік құралдарына отынның екі не одан көп түрлерін (бензин және дизель отыны, сұйылтылған көмірсутек газы және сығымдалған табиғи газ) тарату қарастырылған ЖҚС.

Жанармаймен қамту пункттері - мекеме аумағынды орналасып, тек қана осы мекеме көліктеріне қызмет көрсететін ЖҚС.

Дәстүрлі ЖҚС - отын сақтау резервуарларының жерасты орналасуымен сипатталатын, технологиялық сұлбасы резервуарлар мен ЖТК-ның бөлек орналасуын қамтамасыз ететін ЖҚС.

Консрукторлық орындалуы бойынша тұрақты (дәстүрлі), блокты, контейнерлі, модульді, жылжымалы болып бөлінеді.

Контейнерлі жанармай құю станциясы (КЖҚС) — резервуарларының жер үсті орналасуымен сипатталатын, көлік құралдарын әртүрлі отын түрлерімен қамтитын жанармай станциясы. Жанармай тарату колонкасы отын сақтау контейнерінде орналасады. Контейнерлі ЖҚС бірыңғай зауыттық бұйым болып табылады.

Блокты жанармай құю станциясы (БЖҚС) — резервуарларының жер асты орналасуымен сипатталатын, көлік құралдарын әр түрлі отын түрлерімен қамтитын жанармай станциясы. Жанармай тарату колонкасы отын сақтау блогының үстінде орналасады. Блокты ЖҚС бірыңғай зауыттық бұйым болып табылады.

Модульді жанармай құю станциясы (МЖҚС) — резервуарларының жер үстінде және жанармай тарату колонкасы мен отын сақтау ыдысының бөлек орналасуымен сипатталатын, көлік құралдарын әртүрлі отын түрлерімен қамтитын жанармай станциясы. Жанармай тарату колонкасы отын сақтау ыдысынан 3 м қашықтықтан жақын орналаспайды. Жанармай тарату колонкасы 1 м-ден кем емес тереңдікте жер асты бойымен жүргізілген құбырлар арқылы ыдыспен жалғасады. Модульді жанармай құю станциясы бірыңғай зауыттық бұйым болып табылады.

Жылжымалы ЖҚС – ұшқыр технологиялық жүйесі автокөлік шассиінде, тіркеме және жартылай тіркемеде орналасқан, бірыңғай зауыттық бұйым ретінде орындалған жанармайды бөлшектеп сатуға арналған ЖҚС [4].

Функционалды тағайындалуы бойынша:

- Ортақ қолданудағы;
- Ведомстволық (жанармай құю пункттері).

Сонымен қатар таратын жанармай түрі бойынша бензиннен кейінгі орында сығымдалған табиғи газбен (CNG) қамтитын - Автокөлікті Газбен Толтыру Компрессорлы Станция (АГТКС) және сұйылтылған мұнай газы (LPG) - Автокөлікті Газбен Қамту Станциялары (АГҚС) орналасады.

Біздің елімізде 4 млн. астам автокөлік тіркелген. Сондықтан, көлік жөндеу, оларға техникалық қызмет көрсету орталықтары, жанармаймен қамту станциялары қоғам өмірінде маңызды орынға ие болып отыр. Заманауи автокөлік – экологиялық емес көлік құралының үлгісі. Дұрыс күтім болмаған жағдайда, оның қоршаған ортаға, адам денсаулығына кері әсер ететіні белгілі. Сондықтан, көлік жөндеу, оларға техникалық қызмет көрсету орталықтары, жанармаймен қамту станциялары қоғам өмірінде маңызды орынға ие болып отыр. Соның ішінде автокөлік күнделікті «қоректенетін» жағар-жанармай сапасы өзекті мәселеге айналды.

2012 жылдың 15-16 қарашада Астанада өткен «Орталық Азия мұнай өнімдері нарығы: даму басымдылықтары, технологиялар, ЖҚС және мұнай базаларының қондырғылары» атты III Халықаралық көрме-конференциясында өсіп келе жатқан отын нарығының қатысушылары жүздесіп, маңызды мәселерді талқылауға мүмкіндік туды.

Конференцияда айтылған мәліметтер бойынша, жыл сайын қазақстандықтар 3 млн. 695 мың тонна отын тұтынады, соның ішінде 900 мың тоннасы (төрттен біріне жуық) шет елдерден импортталады, ал қалғаны өз елімізде өндіріледі. Бұл қазақстандық мұнай өңдеу зауыттарында өңдеу көлемі соңғы 10 жыл ішінде 80%-ға, яғни, 14 млн. тоннаға дейін артқанның өзінде орын алып отырған жағдай.

Сондықтан, бағдарламаның маңызды тармағы қазақстандық мұнай өнімдері нарығы мен отын сапасының жағдайын талқылау болды. Бізде бүкіл әлемдегідей, ЖҚС тораптарының ірілену басымдылығы байқалуда.

Қазіргі таңда Қазақстанда шамамен 4300-ге жуық ЖҚС шоғырланған. Еліміздегі олардың ірі тораптары мыналар: «ҚазМұнайГаз» – шамамен 280 ЖҚС және 37 мұнай өнімдері базалары, «Гелиос» – 250 ЖҚС және 14 мұнай базасы, «Sinooil» – шамамен 90 ЖҚС, 3 немесе 4 мұнай базасы, «Газпром нефть» – 30 ЖҚС, «Royal Petrol» – 36 ЖҚС [1].

Мұндай шарттарда ұсақ ойыншыларға өз бағаларымен бәсекелесу өте қиынға соғады. Бірақ, сарапшылар атап өткендей, бұл жағдайдың салмақты артықшылықтары да бар. Осылайша, ірі тораптар ұсақ ойыншыларға қарағанда өнім сапасын біршама тиімдірек қадағалай алады және тұтынушылар үшін әр түрлі қосымша қызметтер енгізе алады.

Конференция баяндамашыларының бірі, «ҚазМұнайГаз Өнімдері» мекемесінің бизнесті дамыту департаментінің директоры Бақытжан Тасанбаев: «Біз шынында да, нарықта баға бәсекесінен бағалық емес бәсекеге, яғни өнімнің сапасы мен ассортиментін арттыру, жаңа қызмет көрсетулер тағайындау жолында атқарылатын жұмыстарға көшуді бақылап отырмыз», - деп атап өтті.

Заманауи ЖҚС-да қызмет көрсету саласы тек жағар-жанармай үлестірумен шектеліп қана қоймайды. Әдетте мұндай бекеттерде дүкен, асхана, сонымен қатар банкомат, көлік жуу, көлік жөндеу сияқты қызметтер де қоса жүреді [2-5].

Мұнай өнімдері базаларының және автокөліктерге жанармай құю станцияларының көрсететін қызметтерін сертификаттауды Қазақстан Республикасының МСЖ-да тіркеу жүйесінде белгіленген тәртіппен тіркелген және өз тіркеу облысында осындай ҚР СТ 3.5-96 «ҚР МСЖ. Көрсетілетін қызметтерді сертификаттау. Негізгі ережелер» және ҚР СТ 3.32-2003 «ҚР МСЖ. Мұнай өнімдері базалары мен автокөліктерге жанармай құю станцияларының қызмет көрсетулерін сертификаттау тәртібі» талаптарына сәйкес қызметтің түрі бар сертификаттау органы атқарады.

Мұнай өнімдері базаларының және автокөліктерге жанармай құю станцияларының қызмет көрсетулерін сертификаттау Қазақстан Республикасының мемлекеттік және мемлекетаралық стандарттарында, заңнама актілерінде белгіленген талаптарға, азаматтардың өмірін, денсаулығын және дүниемүлкін сақтауға, қоршаған ортаны қорғауға бағытталған санитарлық, құрылыстық және өрт қауіпсіздігі нормалары мен ережелерге сәйкес жүзеге асырылады.

Мұнай өнімдері базалары мен/немесе автокөліктерге жанармай құю станцияларында қызмет көрсетулерді сертификаттау жөніндегі жұмыстарға төлем өтінішкер жасаған келісім негізінде жүргізіледі [6].

*Сертификаттауды жүргізу тәртібі*

Қызмет көрсетулерді сертификаттау тәртібі төмендегі блок-сұлба бойынша жүзеге асырылады. Оның кезеңдері келесідей:

1. Мұнай өнімдері базалары мен/немесе автокөліктерге жанармай құю станцияларында қызмет көрсетулерді сертификаттау бойынша тіркелген органға өтініш береді (А қосымшасы).

2. Өтінішпен бірге сертификаттау органы айқындаған құжаттардың түпнұсқалары мен көшірмелері қоса беріледі.

3. Сертификаттау жөніндегі орган өтінішті тіркейді және сертификаттауды жүргізу мүмкіндігін анықтау мақсатында оны қарайды. Өтінішті қарау және шешім қабылдау мерзімі өтініш түскен күннен бастап екі аптадан аспауға тиіс.

4. Сертификаттау туралы орган өтінішті қараған кезде:

– өтінішкердің құжаттарының қауіпсіздік талаптарына сәйкестігін талдайды және олар бойынша процестің тұрақтылығы мен сертификаттауға берілген қызмет көрсетудің сапасын белгілеу мүмкіндігін бағалайды;

– өтінішкермен бірге сертификаттау сұлбасын таңдайды;

– қызмет көрсетуді сертификаттау үшін оны тексерудің принциптері мен әдістерін анықтайды;

– сертификаттауға өтініш жасаған мұнай өнімдері базалары мен/немесе АЖС-тың қызметін пайдаланатын жеке және заңды тұлғалардан сұрастыру жүргізеді, мемлекеттік қадағалау және бақылау органдарымен өткізілетін тексеру актілерінің бар екендігін анықтайды, олардың нәтижесін талдайды.

5. Сертификаттау жөніндегі орган өтінішті қарау нәтижелері бойынша шешім қабылдайды. Нәтижесі оң шешім келісім шартымен бірге сертификаттау жұмысын жүргізу үшін өтінішкерге жіберіледі [7].

Өтінім бойынша теріс шешім қабылданған жағдайда сертификаттау жөніндегі орган өтінішкерге дәлелді себебін көрсетіп, өз еркімен бас тарту жөнінде жазбаша түрде жауап жіберіледі.

6. Сертификаттау жөніндегі жұмыстарды жүргізу тәртібі қызмет көрсетулердің нәтижесін тексеру қарастырылған сертификаттау схемасымен анықталады.

7. Мұнай өнімдері базалары мен/немесе АЖС қызмет көрсетулерін сертификаттау кезінде ҚР СТ 3.5-ке сәйкес 2, 3 және 5 сертификаттау сұлбаларын қолдану мүмкін болады [8].

8. Мұнай өнімдері базалары мен/немесе АЖС қызмет көрсетулерін сертификаттау үшін мынадай бағалауды алдын-ала қарастырады:

– жерүсті және жерасты сұйық қоймаларын орналастыруға және құрылғысына қойылатын талаптарды, қажеттілігіне қарай тексере отырып, сәулеттік-жоспарлау шешімдер, май құю алаңы, жүргізушілерге, жолаушыларға және/немесе көлік құралдарына (егер ол бар болса) сервистік қызмет көрсету үшін салынған ғимараттардың (үй-жайлар), Қазақстан Республикасында бекітілген құрылыс нормалары мен ережелерінің өрттен сақтау және санитарлық нормалардан алшақтамауы;

– аумақтың және материалды-техникалық базаның ахуалы (сұйық қоймаларды тазарту дүркінділігін және салыстырып тексеру, өлшеу құралдарын сақтау, отын мен май үлестіру колонкаларының дәлдік тобының сәйкестігі, байланыс және күзет пен шақыру дабылының бар болуы, өрт сөндіру құралдарымен, өрт деполарымен, өрт техникасымен, автоматикалық өрт сигнализациясы және өртті сөндіру жүйелерімен, ішкі және сыртқы өрт сөндіру үшін жұмсалатын су мөлшерімен, адамдарға өрт туралы жариялау құралдарымен қамтамасыз етілуі);

– сертификаттау нысанында зертханалық-аспаптық зерттеулер жүргізумен қызмет көрсететін қызметкерлердің еңбек жағдайларының жұмыс орындарында аттестаттау жүргізудегі ережемен және санитарлық нормалармен сәйкестігіне;

– міндетті талаптармен бірге нормативтік құжаттардың бар болуы;

– қызмет көрсететін қызметкерлердің кәсіпкерлік шеберлігі;

– міндетті түрде сертификаттауға жататын барлық сатылатын тауарларға арналған сәйкестік сертификатының бар болуы.

Еңбек жағдайының, техникалық және өрт қауіпсіздігінің нормативтік және техникалық құжаттардың талаптарымен сәйкестігі өтінішкерлерден алынған мемлекеттік бақылау және қадағалау қызметтері органдарының тиісті қорытындылары бойынша сертификаттау жөніндегі органның сарапшы-аудиторымен бағаланады.

Сертификаттау кезінде сатылып жатқан мұнай өнімдерінің көрсеткіші бойынша, оларды сәйкестендіруді сенімді жүргізуге мүмкіндік беретін сынақ сарапшы-аудиторының талабымен жүргізілетін қызмет көрсетулерді таңдап тексеру жүзеге асырылады.

9. Сәулеттік-жоспарлау шешімдерін бақылау кезінде сызықтық өлшемдерді өлшеу ГОСТ 7502 бойынша металл рулеткасы көмегімен жүзеге асырылады.

10. Сертификаттау жөніндегі орган жұмыстар оң нәтижелі болғанда ҚР СТ 3.5 Г, Д қосымшаларында белгіленген нысан бойынша сәйкестік сертификатын рәсімдейді, оны ҚР СТ 3.11 сәйкес Мемлекеттік тізілімде тіркегеннен кейін қолын қойғызып, өтінішкерге береді. Өтінішкер қажеттілігіне қарай сертификаттау жөніндегі органмен рәсімделген белгіленген нысандағы бланкіде сәйкестік сертификатының көшірмесін алады [10].

Сәйкестік сертификатының әрекет ету мерзімі үш жылдан асырмай сертификаттау нысанының өрттен сақтану жағдайы туралы өрт қауіпсіздігі мемлекеттік органы тұжырымының қолданылу мерзімі мен таңдап алынған сұлбаны, сапа жүйесін немесе бағалау нәтижелерін есепке ала отырып сертификаттау жөніндегі орган белгілейді.

Сәйкестік сертификатының әрекет ету мерзімі сертификаттаудың нақты сұлбасы бойынша мынадан аспау керек:

– 2 сұлба бойынша – 24 айдан;

– 3 сұлба бойынша – 12 айдан;

– 5 сұлба бойынша – 36 айдан.

Сертификаттауға ұсынылған қызмет көрсетулерге қойылатын талаптар сақталмаса және тексеру нәтижелері теріс болса, сертификаттау органы өтінішкерге себебін көрсетіп, сәйкестік сертификатын беруден бас тартатындығы туралы шешімді береді. Қызмет көрсету шарттарына немесе қызметті орындау технологиясына өзгерістер енгізілген жағдайда өтінішкер бұл жайында сертификаттау органына хабарлайды.

*Сәйкестік белгісін қолдану*

Мұнай өнімдері базалары мен/немесе АЖС қызмет көрсетулерін сәйкестік белгісімен таңбалау құқын белгіленген тәртіппен сертификаттау жөніндегі орган береді.

Сертификатталған қызмет көрсетулерді сәйкестік белгісімен таңбалау ҚР СТ 3.25-ке сәйкес қызмет көрсетуді атқарушы жүзеге асырады. Сәйкестік белгісіне қойылатын техникалық талаптар мен өлшемдері, нысандары ҚР СТ 3.1-де белгіленген [11].

Қызмет көрсетулерді атқарушы сәйкестік белгісін өзінің ресми бланкілеріне, түбіртектеріне, келісімшартқа, тапсырыс нарядтарына, т.б. қоя алады.

Сәйкестік белгісін жарнама мақсатында, баспасөз басылымдарында, жәрмеңке мен көрмелерде экспонаттарды көрсету кезінде қолдана алады.

Қызмет көрсетулерді атқарушы сертификатталған қызметтің сапасы үшін және сәйкестік белгісін ҚР-ның заңнамаларына сәйкес қолданудың дұрыстығы үшін жауапты.

Сертификатталған қызмет көрсетулерді инспекциялық бақылау сәйкестік сертификатын берген сертификаттау жөніндегі органмен, қажет болған жағдайда, мемлекеттік бақылау және қадағалау органдарын, сондай-ақ тұтынушылар өкілдіктерін тартумен келісім шарт негізінде жүзеге асырылады [12, 13].

Сертификатталған қызмет көрсетулерді инспекциялық бақылау сәйкестік сертификатының жарамды кезінде жүргізіледі және:

– инспекциялық бақылауды жүргізу үшін комиссия құруды;

– сертификатталған қызмет көрсетулер туралы ақпаратты талдауды;

– инспекциялық бақылау жүргізуді;

– бақылау нәтижелері мен қабылданған шешімді рәсімдеуді қарастырады.

Инспекциялық бақылау көлемі мен дүркінділігін сертификаттау жөніндегі орган айқындайды, бірақ, кем дегенде жылына бір рет жүргізіледі.

Жоспардан тыс инспекциялық бақылау мемлекеттік бақылау және қадағалау органдарының, тәуелсіз ұйымдардың тексерудің теріс нәтиже бергендігі жайлы ақпарат алған кезде, тұтынушылар тарапынан жасалатын қызметтің орындалуына разы болмай, шағым түскенде, сондай-ақ, сертификатталған сипаттамаға әсерін тигізе алатын нормативтік құжаттамаға немесе қызмет көрсетулер жөніндегі өндіріс технологиясына өзгеріс енгізілген жағадайда жүргізіледі.

Инспекциялық бақылаудың нәтижелері бойынша сертификаттау жөніндегі орган сәйкестік сертификатының жарамдылығын және сәйкестік белгісін қолдану құқығын мынадай жағдайларда тоқтата немесе жоя алады:

– қызмет көрсетулерді сертификаттау кезінде бақыланатын нормативтік және технологиялық құжаттар талабы бұзылғанда;

– нормативтік құжаттамаға және/немесе қызмет көрсетулер жөніндегі өндіріс технологиясына өзгеріс енгізілген жағдайда;

– өтінішкер сертификаттау жөніндегі органға қатысты келісілген өзінің қаржыға байланысты міндеттерін орындамаса;

– сертификаттау жөніндегі органға кәсіпорындарға ұсынылатын қызмет көрсетулер технологиясында немесе құрамында болған өзгерістер туралы ақпарат бермесе, сондай-ақ, жоғарыда көрсетілген ақпаратты үшінші тұлғадан алып, жоспардан тыс тексеру жүргізуде сертификаттау жөніндегі органға қарсылық танытқан жағдайда [14];

– кәсіпорын таратылып немесе қызмет көрсетулер жойылса.

Сәйкестік сертификатының жарамдылығын тоқтату және сәйкестік белгісін қолдану құқығын тоқтатуы мүмкін, егер өтінішкер түзету жасау іс-шаралары жолымен айқындалған сәйкессіздік себептерін жоя алса және сертификаттау сынағын қайта жүргізбей-ақ көрсетілетін қызметтерді нормативтік құжаттарға сай етсе.

Сәйкестік сертификатының күші жойылған қызмет көрсетулер өтінішкер түзету жасау іс-шаралары жолымен инспекциялық бақылау кезінде айқындалған тәртіп бұзушылықтарды жойғаннан кейін қайта сертификаттауға болады. Бұл жағдайда сертификаттау жөніндегі жұмыстар жаңа келісімшарт бойынша осы қызмет көрсетулерді алдыңғы сертификаттау нәтижелері есепке алынбай, жүзеге асырылады [15].

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] ИСО 8402:1994 Управление качеством и обеспечение качества. Словарь

[2] ҚР СТ 3.5-96 «ҚР МСЖ. Көрсетілетін қызметтерді сертификаттау. Негізгі ережелер»

[3] Самсаев М. Өзара ауыстырымдылық, стандарттау, сертификаттау негіздері және техникалық өлшеу. Сапа менеджменті: оқу құралы.- Алматы: Бастау, 2008.- 262 б.

[4] Грозный Г. А., Вашуркин Ю. Б. Строительство нефтебаз и автозаправочных станций. - М.: Недра, 1980. – С. 142.

[5] Келесов А. А бензин-то ненастоящий // Вечерний Алматы. - 2011. - №29. – Б. 8.

[6] Тугунов П.И., НовоселовВ. Ф., Коршак А. А. и др. Типовые расчеты по проектированию и эксплуатации нефтебаз и нефтепроводов: учеб. пособие для вузов. – Уфа: Дизайн – Полиграф Сервис, 2002. – 658 с.

[7] ҚР СТ 3.32-2003 «ҚР МСЖ. Мұнай өнімдері базалары мен автокөліктерге жанармай құю станцияларының қызмет көрсетулерін сертификаттау тәртібі»

[8] Қазақстан мұнай энциклопедиясы. - Алматы: «Мұнайшы», 2005. - Т.2. – Б. 58.

[9] http://www.azskmg.kz/about/history.php «ҚазМұнайГаз Өнімдері» АҚ элекронды ақпарат көзі

[10] Қазақстан Республикасы Үкіметінің қаулысы. «Көлік құралдарына және жолаушыларға қызмет көрсету жөніндегі нысандарға қойылатын санитариялық-эпидемиологиялық талаптар» санитариялық қағидаларын бекіту туралы: 13 қаңтар 2012 жылы бекітілген, №44

[11] Қазақстан Республикасы Үкіметінің қаулысы. «Өндірістік мақсаттағы ғимараттарға және құрылыстарға қойылатын санитариялық-эпидемиологиялық талаптар» санитариялық қағидаларын бекіту туралы: 17 қаңтар 2012 жылы бекітілген, №93.

[12] Қазақстан Республикасы. ҚР Заңы. Өрт қауіпсіздігі туралы: 22 қараша 2006 жылы қабылданған

[13] «Мұнай базалары мен автожанармай құю станцияларының қауіпсіздігіне қойылатын талаптар» техникалық регламенті

[14] Руководство для операторов заправочных станции и автогазозаправочных станции АО «ҚазМұнайгаз Өнімдері»

[15] Kasyuk Yu.M., Druzhinin O.A., Buryukin A.F., Lepikhin A.M., Tverdokhlebov V.P., Buryukin F.A. Production safety as priority for a successful enterprise // Науч.-техн. жур. «Мир нефтепродуктов». – 2009. - №2. – С. 12-13.

Оспанова Ш.С., Нурмуханова А., Нұғыманова А.О., Рахат Б., Болосханқызы Б.

**Качество услуг автозаправочных станций и порядок их сертификации**

**Резюме.** Работа предназначена для изучения правил сертификации баз нефтепродуктов и АЗС. В настоящее время в Центральноазиатском регионе наблюдается напряженность в отношении правовых аспектов поставок нефтепродуктов, их стоимости, качества и поставок нефтепродуктов. В то же время назначение нового технического регламента и услуг компании, действующей в рамках Таможенного союза, вызывает много вопросов. В этой связи повесткой дня является создание прозрачной и эффективной системы рынка цивилизованных нефтепродуктов.

**Ключевые слова:** автозаправочная станция, сертификация, качество, автотранспорт, мобильная АЗС.

Ospanova Sh., Nurmukhanova A., Nugymanova A., Rakhat B., Boloskhankyzy B.

**Quality service of fuel stations and its certification**

**Summary.** This work is intended for certification of basic petroleum products and petrol stations. At present, in the Central Asian region, there is a need to address the aspect of the right aspects of petrochemicals, their cost, quality of production and delivery of petroleum products. Whether or not the new technical regulation and service company, acting in the frameworks of the slaughtered breast, calls for many questions. At present, the story is about creating a prosperous and effective system of civilized oil products.

**Key words:** fuel station, certification, quality, vehicle, mobile gas station.

УДК 351.83

**L.K. Zhankulova, S. T. Shormanov, M.K. Shakir**
(Republican Scientific Research Institute for Labor Protection of the Ministry of Labor and Social Protection of Population of the Republic of Kazakhstan, Astana, E- mail: zhankulova.l@rniiot.kz)

## ANALYSIS OF THE DYNAMICS OF INJURIES, FATAL ACCIDENTS AND OCCUPATIONAL HAZARDS CONSTRUCTION INDUSTRY OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN FOR 2012-2017

**Abstract.** The article reviews and analyzes the dynamics of injuries, fatal accidents and occupational risks in the construction industry of the Republic of Kazakhstan for 2012-2017. Professional occupational hazards of traumatization by occupations at construction sites are identified, depending on the specifics of the work. Calculations have been made to determine the level of fatal accidents at work, per 100,000 workers in the Republic of Kazakhstan, as well as specific injuries and fatal accidents per unit investment investment in construction.

**Keywords:** injuries, fatal accidents, occupational risks, occupational safety management system, construction industry, industrial safety.

**Л. К. Жанкулова, С. Т. Шорманов, М. К. Шакир**
(РГКП Республиканский научно-исследовательский институт по охране труда Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан, Астана, Республика Казахстан, E- mail: zhankulova.l@rniiot.kz)

## АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ТРАВМАТИЗМА, НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ СО СМЕРТЕЛЬНЫМ ИСХОДОМ И ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН ЗА 2012-2017ГГ

**Аннотация.** Проведен обзор и анализ динамики травматизма, несчастных случаев со смертельным исходом и профессиональных рисков в строительной отрасли Республики Казахстан за 2012-2017гг. Идентифицированы профессиональные риски травмирования по профессиям на строительных участках в зависимости от специфики работ. Проведены расчеты по определению уровня смертельных несчастных случаев на производстве, на 100000 работников по Республике Казахстан, а также удельного травматизма и несчастных случаев со смертельным исходом приходящегося на единицу объема инвестиционных вложений в строительство.

**Ключевые слова:** травматизм, несчастный случаи со смертельным исходом, профессиональные риски, система управления охраной труда, строительная отрасль, производственная безопасность.

**Введение.**

Одним из основных приоритетов на рабочем месте является сохранение жизни и здоровья сотрудника. Вопросы экономического и экологического развития, а также вопросы промышленного и инновационного развития инфраструктуры определены в Государственной программе «Нурлы Жол», «Национальный план». Реализация институциональной программы требует от Казахстана вступления во Всемирную торговую организацию, координирования трудового законодательства Республики Казахстан в соответствии с международными требованиями и стандартами, а также профилактику травматизма путем активного внедрения системы управления рисками на каждом рабочем месте .[1].

Современная статистика динамики травматизма, несчастных случаев со смертельным исходом и профессиональных рисков в строительной отрасли Республики Казахстан характеризуется процессом непрерывного прогрессирования. Исходя из сложившейся ситуации в сфере труда значительный рост инвестиционных вложений и занятости населения в строительном секторе экономики изучено пред-

метно и во взаимосвязи с профессиональными рисками в строительной отрасли. Для установления причинно-следственной связи вредного действия неблагоприятных факторов рабочей среды и трудового процесса строительной отрасли на травматизм и несчастных случаев со смертельным исходом работников проведен обзор и анализ статистических данных и актуальной литературы с глубиной 6 лет начиная с 2012 по 2017 годы.

**Методы.**

Методологическую основу исследования составляет метод анализа статистических данных. Также используется формально-логический метод исследования, метод сравнения, анализа и синтеза.

**Основная часть.**

Строительный сектор в Казахстане остается одним из важных секторов экономики, с наиболее привлекательным направлением инвестирования. На долю данного сектора приходиться до 6% ВВП Казахстана.[2, 3].

Как известно, все объекты строительного комплекса занимают огромные территории и безопасность таких объектов – это вопрос первостепенной важности. Чрезвычайные ситуации, которые могут на них возникнуть, имеют значительные негативные последствия для жизни и здоровья людей.

По оценке Международной организации труда (МОТ) на строительных площадках во всем мире ежегодно происходит до 60 000 несчастных случаев со смертельным исходом. Это означает, что один несчастный случай со смертельным исходом происходит в этом секторе каждые 10 минут, и около 17 % всех несчастных случаев на рабочем месте со смертельным исходом (один из шести случаев) происходит на строительных площадках [4,5].

Также и в Казахстане строительная сфера является наиболее опасной отраслью экономики, и занимает второе место по травматизму и несчастным случаям со смертельным исходом после горно-металлургической промышленности, об этом свидетельствуют данные Комитета по статистике Министерства национальной экономики Республики Казахстан (КС МНЭ РК) приведенные в таблице 1 [6-8].

Таблица 1. **Динамика травматизма и несчастных случаев со смертельным исходом на производстве в Республике Казахстан и в строительной отрасли за 2012-2017гг.**

| Годы | Общий травматизм по РК, чел | Количество погибших по РК, чел | Строительство общ. травматизм, чел/% | Строительство количество погибших, чел/% |
|---|---|---|---|---|
| 2012г | 2241 | 278 | 382/17,0 | 71/25,5 |
| 2013г | 1997 | 301 | 350/17,5 | 79/26,2 |
| 2014г | 2006 | 334 | 407/20,2 | 94/28,1 |
| 2015г | 1723 | 251 | 341/19,7 | 80/31,8 |
| 2016г | 1683 | 248 | 237/13,9 | 66/26,6 |
| 2017г | 1678 | 244 | 256/15,2 | 70/28,6 |

По данным МОТ во всем мире в строительной промышленности занято от 6 до 10% всей рабочей силы каждой страны, и в промышленно развитых странах количество несчастных случаев со смертельным исходом в строительстве может составлять 25-40% от всех случаев со смертельным исходом на производстве [4,5]. Такая тенденция наблюдается и в Республике Казахстан, т. е. уровень смертности на производстве также варьирует в интервале от 25,5 до 31,8%.

В плане занятости строительный сектор обеспечивает значительное количество рабочих мест в Казахстане. Об этом свидетельствуют данные по численности занятого населения в строительной отрасли, которые составили в 2016 году 679,1 тыс. человек, увеличившись на 5,4 % по сравнению с 2012 годом. При этом максимальное число занятых в данной отрасли было зафиксировано в 2015 году (689,5 тыс. человек). По оценкам экспертов, численность по итогам 2017 года имеет тенденцию к незначительному снижению в 2,2% (664 тыс. человек). В общем объеме занятого населения республики, доля занятого в отрасли строительства варьирует в диапазоне 7,6%-8% [2].

По данным МОТ оценки уровня несчастных случаев со смертельным исходом на 100 000 работников показывает нижеследующую градацию:

1) EME – страны с развитой рыночной экономикой-4,5;
2) CHN – Китай-10;
3) IND – Индия-11,5;
4) FSE – страны с пост социалистической экономикой-13,0;

5) LAC – страны Латинской Америки и Карибского бассейна-15,0;
6) MEC – страны Ближнего Востока и Северной Африки -17,5;
7) OAI – страны Восточной Азии и Тихоокеанского региона-20,5;
8) SSA – страны Африки, расположенные к югу от Сахары-21,5;

эти фактические данные колеблются на одном уровне с прогнозными данными МОТ [4].

Из вышеизложенных можно отметить, что Казахстан как страна с пост социалистической экономикой занимает пятую позицию, но если рассмотреть именно ситуацию в сегменте строительной отрасли показатель уровня несчастных случаев со смертельным исходом на 100 000 работников опускается, ниже 8-ой позиции и составляют по годам: 2015 - 24,99, 2016 – 24,78; 2017-25,27. И эти исследования показывают, что необходимо уделять особое внимание в области безопасности и охраны труда строительной отрасли.

Согласно данным КС МНЭ РК, ежегодный объем инвестиционных вложений по виду деятельности «Строительство» с 2012 по 2016 год вырос до 3 258 млрд.тенге, показав стабильную динамику роста. По прогнозным оценкам, данный показатель в 2017 году составил чуть более 3 309 млрд. тенге [2].

Таблица 2. **Объем инвестиционных вложений строительной отрасли по Республике Казахстан за 2012-2017**

| Показатели | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Объем строит. работ млрд.тнг** | 2250 | 2500 | 2600 | 2700 | 3258 | 3309* |
| **Строительн-монтажные работы,%** | 82,3 | 84,3 | 85,1 | 88,5 | 90,9 | 89 |
| **Капитальный ремонт, %** | 10,5 | 9,7 | 9,7 | 7,0 | 5,5 | 6,3 |
| **Текущий ремонт,%** | 7,1 | 6,0 | 5,2 | 4,5 | 3,6 | 4,7 |

Источник: Комитет по статистике РК, РА РФЦА, * - прогнозные данные

Строительно-монтажные работы от общего объема выполненных строительных работ по Республике Казахстан составляет от 82,3 до 90,9 % и являются основными источниками опасных и вредных производственных факторов, которые влекут за собой травматизм и несчастные случаи со смертельным исходом на производстве.

Далее в таблице 3 приведен расчетный показатель удельного травматизма и несчастных случаев со смертельным исходом приходящегося на единицу объема инвестиционных вложений РК по виду деятельности «Строительство» [6-18].

Как показывают результаты расчетов по итогам 2016 года, показатель удельного веса травматизма и несчастных случаев со смертельным исходом достигли максимального значения в 13,7 и 3,8 соответственно за исследуемый период, что связано со значительным ростом объема выполненных строительных работ в РК. А в 2017 году значение удельного веса травматизма и несчастных случаев со смертельным исходом ориентировочно составили 12,9 и 3,52 соответственно.

Статистическими и аналитическими данными научной литературы доказано, что причинами высокого травматизма в данной отрасли являются: 1) отсутствие надзора за правильным и безопасным ведением работ; 2)недостатки организации обучения и проверки знаний по охране труда; 3) нехватка или отсутствие необходимых методических и справочных материалов по вопросам охраны труда; эксплуатация неисправного оборудования; 4) недофинансирование мероприятий, связанных с охраной труда 5) грубое нарушение правил техники безопасности; нарушение технологических регламентов; 5) отсутствие проектов организации строительства, проектов производства работ и другой документации или их некачественная разработка [9-13]

Таблица 3. **Показатель удельного веса травматизма и несчастных случаев со смертельным исходом приходящегося на единицу объема инвестиционных вложений в строительной отрасли (млрд. тнг.).**

| Годы | Объем млрд. т | Строительство общ. колич. травматизм, чел. | Строительство колич. погибших,чел. | Удельный индекс травматизма, млрд.тенге/чел | Удельный индекс смертности млрд.тенге/чел |
|---|---|---|---|---|---|
| 2012г | 2250 | 382 | 71 | 5,89 | 1,1 |
| 2013г | 2500 | 350 | 79 | 7,1 | 1,6 |
| 2014г | 2600 | 407 | 94 | 6,38 | 1,4 |
| 2015г | 2700 | 341 | 80 | 7,9 | 1,85 |
| 2016г | 3258 | 237 | 66 | 13,7 | 3,8 |
| 2017г | 3309* | 256 | 70 | 12,9 | 3,52 |

Кроме того, также высокий уровень производственного травматизма зарегистрирован в строительных организациях малого бизнеса, где наблюдается наиболее низкий уровень производственной дисциплины и контроля. Традиционно на строительных объектах работает большое количество мигрантов из стран с более низким уровнем заработной платы, принимаемых на работу неформально и краткосрочно [14]

Все вышеназванные отрицательные факторы являются причинами несчастных случаев и травматизма на производстве. И анализ их свидетельствует о том, что строительные операции из года в год сопровождаются многочисленными опасными и вредными производственными факторами. Профессиональные риски травмирования работников данной отрасли связаны с особой спецификой отрасли, включая высотные виды работ (падение с крыш, строительных лесов, лестниц и т.д.), земляные работы (обрушение траншей, эксплуатация землеройно-транспортных машин), применение подъемных механизмов (кранов и строительных лебедок), использование электрооборудования и ручных инструментов, а также транспортных средств на строительной площадке. Строительные площадки часто находятся в беспорядке, загромождены, что способствует возникновению аварийных ситуаций [15].

Согласно данным информационно-аналитического центра страховой компании «Kompetenz» РК профессии строительной отрасли, такие как бетонщики, сварщики, маляры-штукатуры, занятые на высотных работах находятся на 2 месте  по степени опасности после горнорабочих. На них приходится 10% несчастных случаев от общей численности травматизма и наиболее распространенной причиной их является падение с высоты [16].

Все вышеназванные данные по травматизму и несчастным случаям со смертельным исходом заявляют о необходимости предъявления более высоких требований к деятельности предприятий строительного сектора Казахстана в части обеспечения безопасности условий труда работников.

В этой связи необходимо внедрение комплексного подхода к обеспечению безопасности и охраны труда, применение организационно – технических, технологических инноваций обеспечивающих достойные условия труда.

Самым главным рычагом в системе безопасности управления охраны труда в строительной отрасли, является *управление, планирование и координирование через социальный диалог, а также риск ориентированный подход* [2].

В строительном секторе экономики снижение уровня травматизма на производстве для обеспечения безопасности работников, исключение ущерба здоровью может быть достигнуто:

– созданием позитивной культуры безопасности для предотвращения аварий и инцидентов;

– расширением прав и возможностей работников (наделение их правом остановки работ, которые, по их мнению, выполняются небезопасным способом);

– проведением анализа коренных причин несчастных случаев;

– обучением руководителей и работников всех уровней по вопросам ОТОС;

– усилением персональной ответственности работников за соблюдение требований безопасности;

– эффективными коммуникациями между всеми заинтересованными сторонами;

– безопасным выполнением работ и исправлением небезопасного поведения;

– идентификацией всех возможных рисков;

– разработкой мер и мероприятий по предотвращению возможных профессиональных рисков;

– обеспечением средствами индивидуальной и коллективной защиты;

– обучением и распространением информации об извлеченных уроках по группе компаний.

**Выводы.** Теоретическая значимость исследования состоит в том, что содержащиеся в нем выводы и концептуальные предложения могут быть использованы для совершенствования управления в обеспечении безопасности и охраны труда в строительной отрасли. Т. е. для улучшения безопасности и гигиены труда в этой отрасли необходимо соблюдать основной принцип управления рисками – принцип профилактики и принцип минимизации последствий, которые должны быть связаны воедино, а это в частности: - идентификация опасностей и рисков; - оценка рисков травмирования или заболевания; - принятие решений о допустимости/недопустимости рисков и построение шкалы приоритетов по управлению ими; - составление плана мероприятий и выполнение их; - оценка результативности принятых мер и вновь оценка рисков.

Также необходимо продолжить постоянное мониторинговое наблюдение за динамикой травматизма, несчастных случаев со смертельным исходом и профессиональных рисков на основе системного анализа. При этом требуют проработки вопросы дальнейшего совершенствования управления, планирования и координирования через социальный диалог, а также риск ориентированного подхода в зависимости от характера трудовой деятельности и условий труда работников.

Только при таком алгоритме фундаментальных действий по соблюдению правил безопасности и охраны труда потери от несчастных случаев и заболеваемости могут быть сокращены с выгодой для всех.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Постановление Президента Республики Казахстан от 19 марта 2010 года № 957 «Об утверждении Государственной программы инфраструктурного развития «Нұрлы жол» на 2015 - 2019 годы». //интернет - ресурс сайт https://online.zakon.kz/document/?doc_id=30609166#pos=21;-103

[2] Г.Шинкеева, АО «Рейтинговое Агентство Регионального Финансового Центра города Алматы» (РА РФЦА), Сентябрь 2017 г.:«Анализ строительного сектора республики Казахстан в 2016-2017 гг.».//интернет - ресурс сайт www.rfcaratings.kz

[3] Электронный ресурс. //Объем произведенного валового внутреннего продукта в 2017 году. Источник: https://lsm.kz/vvp-v-2017-godu-sostavil-51-trln-tenge;

[4] Доклад МОТ к Всемирному дню охраны труда. Предотвращение производственного травматизма и профессиональной заболеваемости: глобальная стратегия. «Продвижение культуры охраны труда», 2005год;

[5] Тимофеева С.С., Цветкун Н.В.. Апробация методик оценки профессиональных рисков в строительной отрасли иркутской области//Иркутский национальный исследовательский технический университет// Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость Том 7, № 2, 2017г.;

[6] Официальный интернет-ресурс Агентства РК по статистике / http://stat.gov.kz/faces/wcnav_externalId/homeNumbersHealthCare?_afrLoop=2029368457097916#%40%3F_afrLoop%3D2029368457097916%26_adf.ctrl-state%3D11cfkj4292_87

[7] Официальная статистическая информация. //Оперативные данные (экспресс информация, бюллетени). Здравоохранение.// Численность пострадавших при несчастных случаях, связанных с трудовой деятельностью. Численность погибших при несчастных случаях, связанных с трудовой деятельностью за 2012 – 2017 годы. Серия 23;

[8] Официальная статистическая информация. //Оперативные данные (экспресс информация, бюллетени). Статистика труда и занятости.// Удельный вес работников, занятых во вредных и других неблагоприятных условиях труда, в общем числе работников по отдельным видам экономической деятельности за 2012 -2017 годы. Серия 17.

[9] Калинин А. В. Состояние охраны труда на предприятиях в мире.// Научно-исследовательский институт труда и социального страхования.// Вопросы инновационной экономики. – 2011.- № 5. https://creativeconomy.ru/lib/8942;

[10] Шариков Л.П. Охрана труда в малом бизнесе. Сервисное обслуживание автомобилей. Практическое пособие. – М.: Издательство «Альфа-Пресс», 2009. – 216 с.

[11] Соловьев А. Охрана труда и защита пострадавших на производстве в США [Электронный ресурс]. – электрон. дан.- Режим доступа: http://www.rhr.ru/index/rule/social_work_and_PR/5081,0.html;

[12] Охрана труда за рубежом [Электронный ресурс]. – электрон. дан.- Режим доступа: http://www.alltextile.org/stati/okhrana-truda-za-rubezhom/

[13] Охрана труда в странах мира [Электронный ресурс]. – электрон. дан. - Режим доступа: http://www.safework.ru/international_collaboration/Country/Spain.shtm;

[14] Румянцева Н.В. Экспериментально-теоретическое обоснование методики оценки условий труда на малых предприятиях строительной отрасли.// Охрана труда (по отраслям). Санкт-Петербург, 2012.- с.158// Научная библиотека диссертаций и авторефератов disserCat http://www.dissercat.com/content/eksperimentalno-teoreticheskoe-obosnovanie-metodiki-otsenki-uslovii-truda-na-malykh-predpriy#ixzz5J8CrAI00CK;

[15] Пушенко, С. Л. Методология управления рисками и повышения эффективности организации охраны труда на предприятиях стройиндустрии.// Артикул: 455699. Охрана труда (по отраслям). Волгоград, 2012. – с.406//Научная библиотека диссертаций и авторефератов disserCat http://www.dissercat.com/content/metodologiya-upravleniya-riskami-i-povysheniya-effektivnosti-organizatsii-okhrany-truda-na-p#ixzz5J8IVCmUK

[16] Kompetenz, «Профессия горнорабочего – самая опасная в РК» Информационно-аналитический центр (ИАЦ) страховой компании Kompetenz, Ноябрь 11, 2013г., www.millioner.kz

Жақұлова Л. Қ., Шорманов С. Т., Шәкір М.К.

**«2012-2017 жылдарға арналған Қазақстан Республикасы құрылыс өнеркәсібіндегі кәсіби тәуекелдер мен өлімге әкеліп соқтыратын жазатайым оқиғалар туралы деректердің динамикасын талдау»**

**Түйіндеме.** Мақалада Қазақстан Республикасының құрылыс индустриясында 2012-2017 жылдардағы жарақаттар, кәсіби тәуекелдер мен өлімге әкеліп соқтыратын жазатайым оқиғалар динамикасы қарастырылып талданған. Құрылыс алаңдарындағы кәсіптер мен мамадықтар жарақаттануының кәсіби қауіптілігі жұмыстың ауырлығына байланысты ерекшелітері мен сипаттары анықталады. Және де Қазақстан Республикасында 100 мың жұмыскерге шаққандағы өлім-жітім оқиғаларының меншікті деңгейі есептелді, сонымен қатар кәсіби тәуекелдер мен өлімге әкеліп соқтыратын жазатайым оқиғалардың еліміздегі құрылысқа салынған жалпы инвестицияға салынған қаржымен қалай байланысты екендігі анықталды.

**Түйінді сөздер.** жарақаттар, қайғылы оқиғалар, кәсіби тәуекелдер, еңбек қауіпсіздігін басқару жүйесі, құрылыс индустриясы, өнеркәсіптік қауіпсіздік.

УДК 004.85

**D.A. Baimbetov[1], R.K. Uskenbayeva[2]**
([1]The Kazakh National Research Technical University after K.I.Satbayev, Almaty, Kazakhstan.
Email: daucloudlab@gmail.com
[2]International Information Technology University, Almaty, Kazakhstan)

## PERSONALIZATION AND PROFILING – LEADING TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF MODERN RETAIL TRADE

**Abstract:** This paper presents main trends in retail and review of personalization methods for providing personalized services and products in retail trade. However, for modern recommendation systems are not enough only analyze history of client purchases and questionnaires from client, but it is important to create client profile model. Online and offline retailers in Kazakhstan need in such technologies, because locale markets experiencing intense competition from such giants as Alibaba, Amazon. However, in Kazakhstan didn't work in this direction. The future of trade is in an individual approach to the buyer.

**Key Words :** recommendation systems, collaborative filtering, client profile, machine learning.

**Д.А. Баймбетов[1], Р.К.Ускенбаева[2]**
([1]Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан
[2]Международный университет информационных технологий, Алматы, Республика Казахстан)

## ПЕРСОНАЛИЗАЦИЯ И ПРОФИЛИРОВАНИЕ – ВЕДУЩИЕ ТРЕНДЫ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННОЙ РОЗНИЧНОЙ ТОРГОВЛИ

**Аннотация:** Рассматриваются основные тенденции и обзор технологии персонализации и создание клиентского профиля для предоставления персонализированных услуг и продуктов в сфере розничной торговли. Однако для этого недостаточно только анализа историю покупок и анкетирования клиента, но и важно создать профиль пользователей. Казахстанские ритейлеры проявляют большой интерес к таким технологиям, потому что местные ритейлеры испытывают давление со стороны онлайн магазинов и глобальных игроков, как Alibaba, однако в Казахстане не ведется работа в данном направлении. Будущее торговли – в индивидуальном подходе к покупателю.

**Ключевые слова:** рекомендующие системы, коллаборативная фильтрация, профиль пользователей, машинное обучение.

**Введение.** Большие данные полностью меняют то, как бизнес воспринимает покупателей. Будущее торговли – в индивидуальном подходе к покупателю. Раньше технологии просто не позволяли делать индивидуальные предложения потенциальным покупателям – не хватило бы никаких человеческих ресурсов, а технологии еще не доросли. Индивидуальный подход к клиенту был синонимом роскоши или из-за него приходилось жертвовать масштабом бизнеса. Сегодня технологии позволяет собирать огромное количество данных о поведении клиента. Понимание привычек и паттернов поведения клиента является основополагающим фактором для успеха.

Описания характеристик клиентов в онлайн-магазинах приобрело популярность и обеспечило эффективность. Персонализация онлайн-маркетинга – очевидный тренд последнего десятилетия. По оценкам McKinsey, 35% выручки Amazon или 75% Netflix приходится именно на рекомендованные товары и процент этот, вероятно, будет расти [17].

**Методы.** В центре любой рекомендательной системы находится матрица предпочтении. Это матрица (рис. 1), по одной из осей которой отложены все клиенты сервиса, а другой объекты рекомендации.

На пересечении некоторых пар (User, Item), данная матрица заполнена оценками (ratings), - это показатель заинтересованности пользователя в данном товаре, выраженной по заданной шкале. Пользователи оценивают часть товаров, что есть в каталоге, задача рекомендательной системы – обобщить эту информацию и предсказать отношение клиента к другим товарам, про которые ничего не известно. Несмотря на множество существующих алгоритмов, все они сводятся к нескольким базовым подходам.

Content-based рекомендации – максимальное использование информации о самом пользователе, в первую очередь о его предыдущих покупках. В таком подходе описание товара сопоставляется

с интересами пользователя, полученными из его предыдущих оценок. Чем больше товар этим интересам соответствует, тем выше оценивается потенциальная заинтересованность пользователя. Неструктурированные признаки описываются векторами. Каждый элемент такого вектора – признак, потенциально характерующий интерес пользователя. Аналогично, продукт – вектор в том же пространстве.

| | Товар 1 | Товар 2 | Товар 3 | Товар 4 | Товар 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Клиент 1 | | 3 | | 5 | |
| Клиент 2 | 1 | | 1 | 1 | |
| Клиент 3 | 2 | | | 3 | 2 |
| Клиент 4 | | 4 | | | 5 |
| Клиент 5 | 5 | | 2 | 3 | 4 |

**Рис.1.** Матрица предпочтении

User-based рекомендации – коллаборативная фильтрация, данного подхода рекомендации генерируются на основании интересов других похожих пользователей. Такие рекомендации являются результатом “коллаборации” множества пользователей. Классическая реализация алгоритма основана на принципе k ближайших соседей.

Item-based рекомендации – коллаборативная фильтрация, является альтернативой user-based рекомендации – ищет близкие товары, а не пользователей.

Association rules рекомендации – обычно используется при анализе продуктовых корреляции. Если в чеке клиента есть молоко, то в 80% случаев там будет и хлеб.

Restricted Boltzmann machines – основан на стохастических рекуррентных нейронных сетях. Здесь также ищется наиболее компактное описание пользовательских предпочтений.

Autoencoders – сеть сначала сворачивает известные ей данные о пользователев некоторое компактное представление, стараясь оставить только значимые информации, а затем восстанавливает данные в исходной размерности. В итоге получается усредненный, очищенный от шума шаблон, по которому можно оценить интерес к любому продукту.

Гибридные решения – на практике редко используется только один подход. Несколько алгоритмов комбинируются в один, чтобы достичь максимального эффекта.

**Коллаборативная фильтрация.** Идея коллаборативной фильтрации заключается в формировании списка рекомендованных объектов на основе мнений пользователей, ведущих себя похожим образом (Рис.2). Анализируя профили, рекомендательная система находит таких пользователей, после чего оценка предпочтимости нового объекта рассчитывается с использованием их оценок. Такие рекомендации являются результатом «коллаборации» множества пользователей. «Похожесть» – в данном случае синоним «корреляции» интересов и может считаться множеством способов (корреляции Пирсона, есть еще косинусное расстояние, есть расстояние Жаккара, расстояние Хэмминга и пр.).

Существует два подхода к коллаборативной фильтрации: основанные на ближайщих соседей и на базе модели.

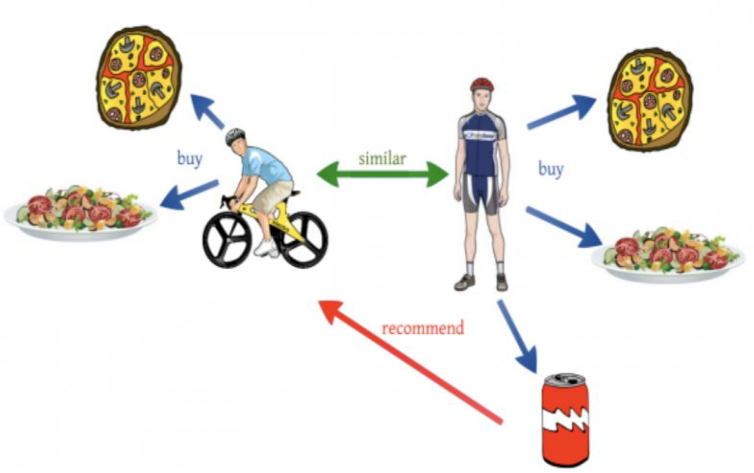



**Рис.2.** Идея коллаборативной фильтрации заключается в формировании списка рекомендованных объектов на основе мнений пользователей, ведущих себя похожим образом

Алгоритм основанные на ближайщих соседей ориентирован на пользователях (user-based) и на предметах (item-based). Первые оперируют схожестью пользователей, вторые – схожестью предметов. В описанной модели схожесть рассчитывается как коэффициент корреляции между многомерными векторами, векторами-рейтингами треков для user-based и векторами рейтингов трека у различных пользователей для item-based методов. Для этого может использоваться коэффициент корреляции Пирсона или косинус угла между векторами.

Обозначения:

- индекс i будет обозначать пользователей. Всего пользователей будет N, i = 1..N
- индекс a – предметы (сайты, товары, фильмы..), которых система рекомендует. Всего M, a = 1..M.
- когда пользователь i оценивает предмет a, он производит отклик (response, rating) $r_{i,a}$ .

Задача – предсказать оценки $r_{i,a}$ , зная признаки $x_i$ и $x_a$ для всех элементов базы и зная некоторые уже расставленные в базе $r_{i',a'}$ . Предсказание будем обозначать $r_{i,a}$ .

Для метода ближайших соседей введем расстояние (похожесть) между пользователями и будем рекомендовать то, что нравится соседям.

Расстояние:

- коэффициент корреляции (коэффициент Пирсона)

$$w_{i,j} = \frac{\sum \left(r_{i,a} - \bar{r}_a\right)\left(r_{j,a} - \bar{r}_a\right)}{\sqrt{\sum \left(\left(r_{i,a} - \bar{r}_a\right)^2\right)}\sqrt{\sum \left(r_{j,a} - \bar{r}_a\right)^2}} \tag{1}$$

где $\bar{r}_a$ - средний рейтинг продукта a среди всех пользователей.

- косинус угла между векторами рейтингов

$$w_{i,j} = \frac{\sum r_{i,a} r_{j,a}}{\sqrt{\sum r_{i,a}^2}\sqrt{\sum r_{j,a}^2}} \tag{2}$$

Простейший способ построить предсказание нового рейтинга $r_{i,a}$ - сумма рейтингов других пользователей, взвешенная их похожестью на пользователя i:

$$r_{i,a} = \bar{r}_a + \frac{\sum_j \left(r_{j,a} - \bar{r}_j\right) w_{i,j}}{\sum_j \left(\left|w_{i,j}\right|\right)} \tag{3}$$

Несмотря на легкость понимания и реализации описанных выше методов, у них есть ряд недостатков. Во-первых, возникают трудности при прогнозе предпочтений для новых пользователей или при появлении новых элементов, так как для них нет еще оценок. Это проблема известна как проблема холодного старта. Во-вторых, для расчета предпочтений необходимо хранить всю матрицу данных. В-третьих, ограничивается возможность методов при обработке больших объемов данных.

Коллаборативные фильтрации на основе модели или латентные модели – оценивает профилей клиентов и объектов. Здесь профили – это вектор скрытых характеристик. Модельные методы – методы, основанные на анализе модели данных. В этом случае сначала по совокупности оценок формируется описательная модель предпочтений пользователей, товаров и взаимосвязи между ними, а затем вырабатываются рекомендации на основании полученной модели. Эти алгоритмы могут быть основаны на анализе скрытых факторов, вероятностном подходе, кластерном анализе. Эти методы направлены на поиск закономерностей на основе обучающих данных. Такой подход является комплексным и дает более точные прогнозы, так как помогает раскрыть скрытые факторы, объясняющие наблюдаемые оценки.

Мы вводим так называемые базовые предикторы (baseline predictors) $b_{i,a}$ , которые складываются из базовых предикторов отдельных пользователей $b_i$ и базовых предикторов отдельных продуктов $b_a$ , а также просто общего среднего рейтинга по базе μ:

$$b_{i,a} = \mu + b_i + b_a \tag{4}$$

Чтобы найти предикторы, нужен баесовский подход. Надо добавить нормально распределенный шум и получить модель линейной регрессии

$$r_{i,a} = N\left(\mu + b_i + b_a, \sigma^2\right) \tag{5}$$

Можно ввести априорные распределения и оптимизировать или найти среднеквадратическое отклонение с регуляризатором:

$$b_* = argmin \sum_{(i,a)} \left(r_{i,a} - \mu - b_i - b_a\right)^2 + \lambda_1 \left( \sum_i b_i^2 + \sum_a b_a^2 \right) \tag{6}$$

Дальше необходимо обучить модел. Это просто линейная регрессия. Можно обучить линейную регрессию.

$$b_* = \left(X^T X + \lambda I\right)^{-1} X^T r \tag{7}$$

где r – вектор рейтингов, X – матрица нулей и единиц.

Если у нас рейтинги бинарные, например, лайк или дизлайк, тогда разумнее не пытаться приближать 0-1 данные линейной функцией, а рассмотреть их как распределение вероятностей. Можно моделировать через логистический сигмойд:

$$b_{i,a} = \sigma\left(\mu + b_i + b_a\right) \quad \sigma(x) = \frac{1}{1+e^{-x}} \tag{10}$$

То есть теперь это не линейная регрессия, а логистическая регрессия.

С тем чтобы напрямую обучать оставшуюся матрицу предпочтений вероятностными методами, есть проблема - матрица X, выражающая рейтинги, содержит N x M параметров, гигансткое число. Обучить их не надо, так как данные разреженные и свободных параметров гораздо меньше, проблема только с тем, как их выделить. Для этого число независимых параметров модели уменьшать. Для этого можно использовать метод SVD (Singular Value Decomposition). Метод SVD разложит матрицу X в произведение матриц маленького ранга.

Предпочтение в итоге будем подсчитывать просто как скалярное произведение:

$$q_a^T p_i = \sum_{j=1}^{f} q_{a,j} p_{i,j} \tag{11}$$

Добавляя теперь сюда baseline-предикторы, получаем следующую модель предсказаний рейтингов:

$$r_{i,a} = \mu + b_i + b_a + q_a^T p_i \tag{12}$$

Для обучения такой модели стохастический градиентный спуск.

**Метрики качества.** Как оценит качество рекомендаций? Когда мы обучаем SVD, мы оптимизируем среднеквадратичную ошибку отклонения:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N}\left(Predicted_i - Actual_i\right)^2}{N}} \tag{13}$$

В тестовом множестве собраны рейтинги некоторых продуктов, которым пользователь дал оценку. Наша задача – выдать пользователю топ рекомендации . Не предсказать все рейтинги, а найти у каких продуктов рейтинг продуктов будет самым большим. То есть это задача ранжирования.

Точность (precision) – количество “хороших” (отмеченных высокой оценкой) элеиентов в выдаче, деленное на общее количество элементов в выдаче.

Полнота (recall) – количество “хороших” элементов в выдаче, деленное на общее количество релевантных элементов.

Discounted Commulative Gain (DCG) – выберем топ – k рекомендации и посчитаем:

$$DCG_k = \sum_{i=1}^{k} \frac{2^{r_i} - 1}{\log_2(1+i)} \tag{14}$$

где $r_i$ - оценка рейтинга продукта на позиции i.

Все эти методы анализа можно применить и к офлайновым покупателям. Идентифицировав каждого отдельного посетителя, можно лучше понять их паттерны поведения и привычки — создать профили с характеристиками для каждого отдельного посетителя и подготовить для них персонализированные предложения. Мы стоим на пороге того времени, когда проводить границу между обычными и интернет магазинами больше не имеет смысла. Одна из технологий, которая ведет к этому – компьютерное зрение. Покупатель заходя в торговый центр, может получить персональное обслуживание будучи распознованным камерами или авторизуя через QR-code в мобильном приложении при входе. Система уведомляет, что пришел постоянный покупатель, и продавцы смогут уделить ему особое внимание. Идентифицировав каждого отдельного посетителя, можно лучше понять их паттерны поведения и привычки. Можно создать профили с характеристиками для каждого отдельного посетителя и подготовить для них супер-персонализированные предложения.

Кроме анализа историю покупок и анкетирования клиента, профиль пользователей можно создать используя информацию из профилей в соцсетях. Профиль пользователя, составленный на основе “лайков”, лучше описывает его личность, чем это делают даже самые близкие люди. Система смотрит профиль пользователя в социальных сетях, анализирует эти параметры и, используя истории покупок пользователей со схожими параметрами, предлагает персонализированные услуги и продуктов.

Цифровизация должна стать основой бизнеса в ритейле. Если они не будут проводить цифровую трансформацию, они просто не выдержат конкуренцию на рынке.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Стивен Д.Левитт, Стивен Дж. Дабнер. Фрикономика – М.: Вильямс, 2007. - 270 с.

[2] Sebastian Raschka, Vahid Mirjalili. Python machine learning – Second edition – Birmingham: Packt publishing, 2017. - 870 p.

[3] Петер Флах. Машинное обучение – М.: ДМК Пресс, 2015. - 400с.

[4] Хенрик Бринк, Джозеф Ричардс, Марк Феверолф. Машинное обучение – Спб.: Питер, 2017. - 330с.

[5] 5.Тоби Сегаран. Программируем коллективный разум – М.: Символ, 2008 – 368с.

[6] Себастьян Рашка. Python и машинное обучение – М.: ДМК Пресс, 2017 – 418 с.

[7] С. Николенко, А.Кадурин, Е.Архангельская. Глубокое обучение. - Спб.: Питер, 2018 – 480 с.

[8] Я. Гудфеллоу, И.Бенджио, А.Курвиль. Глубокое обучение. - М.: ДМК Пресс, 2018 – 652 с.
[9] Орельеон Жерон. Прикладное машинное обучение с помощью SciKit-Learn и TensorFlow. - М.: Диалектика, 2018 – 688 с.
[10] Нуньес-Иглесиас, Ш.Уолт, Х.Дэшноу. Элегантный SciPy – М.: ДМК Пресс, 2018 – 266 с.
[11] Дж. Паттерсон, А. Гибсон. Глубокое обучение с точки зрения практика – М. ДМК Пресс, 2018 - 418 с.
[12] М. Хейдт. Изучааем Pandas – М.: ДМК Пресс, 2018 – 432 с.
[13] С. Минору. Дифференциальные уравнения – М.: ДМК Пресс, 2018 – 238 с.
[14] С. Такахаси, И.Ироха. Линейная Алгебра – М.: ДМК Пресс, 2018 – 272 с.
[15] А.Б. Дауни. Байесовские модели – М.: ДМК Пресс, 2018 – 182 с.
[16] Сергей Николенко. Рекомендательные системы Школа данных “Билайн” 2016.
[17] Ian MacKenzie, Chris Meyer, Steve Noble. https://www.mckinsey.com/industries/retail/our-insights/how-retailers-can-keep-up-with-consumers
[18] Aristomenis S. Lampropoulos, George A. Tsihrintsiz. Machine Learning Paradigms Applications in Recommender systems – Switzerland: Springer, 2015. – 135 p.
[19] Andreas Zioupos, Panagiotis Symeonidis. Matrix and Tenzor Factorization techniques for recommender systems – Switzerland: Springer, 2016. - 101 p.
[20] Francesco Ricci, Lior Rokach, Bracha Shapira, Paul B. Kantor. Recommender systems handbook – Switzerland: Springer, 2011 – 845 p.

Баймбетов Д.А., Ускенбаева Р.К.

**Дербестендіру және профилдеу – бұл заманауи бөлшек сауда-саттықтың басты даму бағыты**

**Резюме.** Бөлшек сауда саласында клиент профилін құруда және дербестендірілген қызметтер мен тауарлар ұсынуда қолданылатын технологиялар мен болашақ бағыт-бағдарлары қарастырылған. Дербестендірілген қызметтер көрсету үшін тек сатып алу тарихын сараптау немесе клиентті сауалнамаға алу жеткіліксіз. Клиент профилін де құру өте маңызды. Қазақстандық бөлшек сауда саласы мұндай технологияға деген сұранысы жоғары. Себебі, жергілікті бөлшек саудамен айналысатын субъектілер ірі Alibaba, Amazon секілді онлайн дүкендер тарапынан айтарлықтай қысым көріп отыр. Өкінішке орай, бұл бағыттағы жұмыстар біздің елде сирек жүргізіліп келеді. Сауданың болашағы – бұл клиентке жеке жол табу.

**Түйін сөздер:** ұсыныс жүйесі, коллаборативті фильтірлеу, клиент профилі, машиналық оқыту.

Baimbetov D.A., Uskenbayeva R.K.

**Personalization and profiling – leading trends in the development of modern retail trade**

**Summary.** This paper presents main trends in retail and review of personalization methods for providing personalized services and products in retail trade. However, for modern recommendation systems are not enough only analyze history of client purchases and questionnaires from client, but it is important to create client profile model. Online and offline retailers in Kazakhstan need in such technologies, because locale markets experiencing intense competition from such giants as Alibaba, Amazon. However, in Kazakhstan didn’t work in this direction. The future of trade is in an individual approach to the buyer.

**Key Words:** recommendation systems, collaborative filtering, client profile, machine learning.

УДК 528.3.

**A. Kenesbaeva, M.B. Nurpeisova**
(Kazakh national research technical university named after K.I. Satpayev,
Almaty, Kazakhstan E-mail: agna68@mail.ru., Marzhan-nurpeisova@rambler.ru.)

## METHOD OF THE EARTH SURFACE MODELING DEFORMATION USING CELLULAR AUTOMATA

**Abstract**. In order to ensure the safe development of hydrocarbon deposits, it is necessary to create a stable predictive geodynamic model using modern computing technologies and strong algorithms. The article describes the method of creating a model of the earth's surface displacement using cellular automata. Presentations on the technology of modeling dynamic systems based on cellular automata and the possibility of its adaptation to simulate the dynamics of oil and gas fields are given.

**Key words:** modeling, geodynamics, cellular automata, the earth's surface, model of relief, subsidence trough, integrated monitoring, hydrocarbon field.

**А. Кенесбаева, М.Б. Нурпеисова**
(Казахский национальный исследовательский технический университет им.К.И.Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан
agna68@mail.ru , Marzhan-nurpeisova@rambler.ru)

# МЕТОДИКА МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЕФОРМАЦИИ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КЛЕТОЧНЫХ АВТОМАТОВ

**Аннотация.** С целью обеспечения безопасного освоения месторождений углеводородов, необходимо создать устойчивую прогнозную геодинамическую модель с использованием современных вычислительных технологий и строгих алгоритмов. В статье рассмотрена методика создания модели смещений земной поверхности с использованием клеточных автоматов. Даны представления о технологии моделирования динамических систем на основе клеточных автоматов и возможность ее адаптации для имитации динамики нефтегазовых месторождений.

**Ключевые слова:** моделирование, геодинамика, клеточные автоматы, земная поверхность, модель рельефа, мульда оседания, комплексный мониторинг, месторождение углеводородов.

**Введение.** Казахстан известен большим количеством разнообразных полезных ископаемых, в числе которых, нефтегазовые месторождения западных и южных регионов страны. Хотя добыча данного вида сырья является выгодной с экономической точки зрения, но в экологическом плане, имеет негативные последствия, к одной из которых относится смещение земной поверхности.

Для глубокого изучения и анализа данной техногенной проблемы, построены геодинамические полигоны, и ведутся многолетние комплексные наблюдения, включающие геологические, геофизические, геоморфологические и геодезические исследования. Результатом комплексных исследований деформаций земной поверхности должны стать прогнозные геодинамические модели, служащие для предупреждения опасных смещений, приводящих к техногенным землетрясениям и нарушению целостности экосистемы территории.

**Постановка задачи.**

В настоящее время, при геодинамическом мониторинге, часто используют геодезические методы определения смещений земной поверхности и данные спутниковой радиолокационной съемки. К первым относятся методы геометрического нивелирования, GPS-нивелирования и координирование с помощью тахеометра. Все перечисленные методы позволяют оценить вертикальные движения земной поверхности с субмиллиметровой точностью. В результате обработки данных мониторинга получают карту смещений земной поверхности. Это отработанная, повсеместно используемая методика, требующая дальнейшего развития в виде создания состоятельной прогнозной геодинамической модели. В данном направлении были попытки использовать различные методы моделирования, основанные на теории упругости, теории пластичности, на теории предельного равновесия сыпучей среды, с использованием дифференциальных уравнений и моделей случайных процессов. Каждый из этих подходов имеет свои безусловные преимущества, но в то же время, на наш взгляд, представляется более современным и универсальным подходом к моделированию динамических процессов, метод, основанный на использовании клеточных автоматов.

Для объективной оценки динамической ситуации территории месторождения полезных ископаемых, целесообразно рассмотрение земной поверхности как сложной, но целостной системы, имеющей собственную тенденцию развития, которая может быть установлена и предсказана. Применение клеточных автоматов позволяет смоделировать, относительно простым способом, сложную многофункциональную зависимость состояния земной поверхности от влияния природных и техногенных факторов и выполнять прогнозные оценки предстоящих смещений земной поверхности.

**Моделирование геодинамики на основе клеточных автоматов.**

Клеточные автоматы (КА) являются математическим преставлением физической системы, в которой пространство и время дискретны [1]. Они имеют долгую историю развития и совершенствования, хотя их применение широко не распространено. Впервые КА были применены при моделировании биологических и химических систем [2] и строения спиральных галактик [3]. Позже они нашли применение в моделировании транспортных потоков. А последние годы КА были использованы для устранения шумов изображений [4], создания модели изменения земной поверхности [5] и имитации движения водных потоков [6].

В данной статье рассматривается возможность использования клеточных автоматов для создания прогнозных геодинамических моделей. При этом, земная поверхность представляется в виде трехмерной матрицы - цифровой модели рельефа. Правила перехода клеток из одного состояния в другое, могут учитывать такие факторы, как глубина залегания пласта, изменение пластового давления, тектонический режим, сейсмическую активность и т.д. Такая модель позволяет рассматривать земную поверхность как цельную единую систему, состоящую из дискретных клеток, взаимосвязанных между собой и движущихся под влиянием одних и тех же внешних и внутренних факторов, характер влияния которых, описывается математическими формулами. Модель может быть адаптирована к условиям конкретного месторождения полезных ископаемых, с учетом его геологических, тектонических, сейсмических и промысловых особенностей.

Клеточные автоматы представляют собой универсальную вычислительную среду для моделирования динамики сложных систем. Они были предложены Джон фон Нейманом и Станислав Улам 1940-е годы, как технология создания самовоспроизводящихся роботов [7].

Автоматы состоят из однотипных взаимосвязанных клеток, состояние каждой из которых определяется состояниями соседних клеток, правилами перехода и граничными условиями. Совокупность всех клеток составляет решетку клеточного автомата, которая может быть различных форм и размеров. Каждая клетка является конечным автоматом с изменяющимся во времени состоянием. Если клетка $y_{ij}$ на момент времени t находится в состоянии $V_{y_{ij}}^{t}$, то эта же клетка в момент t+1 перейдет в состояние $V_{(y_{ij})}^{(t+1)}$ согласно выражению (1):

$$V_{(y_{ij})}^{(t+1)} = f(V_{y_{ij}}^{t}, V_{Q_{y_{ij}}}^{t}) \quad (1)$$

где $Q_{y_{ij}}$ представляет собой совокупность соседних с $y_{ij}$ клеток, а $V_{Q_{y_{ij}}}^{t}$ состояния этих клеток в момент $t$. Функция $f$ представляет собой набор правил перехода клеток из одного состояния в другое.

Совокупность клеток, на которых распространяется влияние центральной клетки, называется окрестностью клетки. Различают несколько видов окрестностей, в числе которых, окрестность Мура и Неймана (рис.1).

В окрестности Мура каждая клетка имеет восемь соседей, в окрестности Немана 4 соседей. Клеточные автоматы могут иметь любую размерность, однако чаще всего используют одномерные и двумерные системы клеточных автоматов [8].

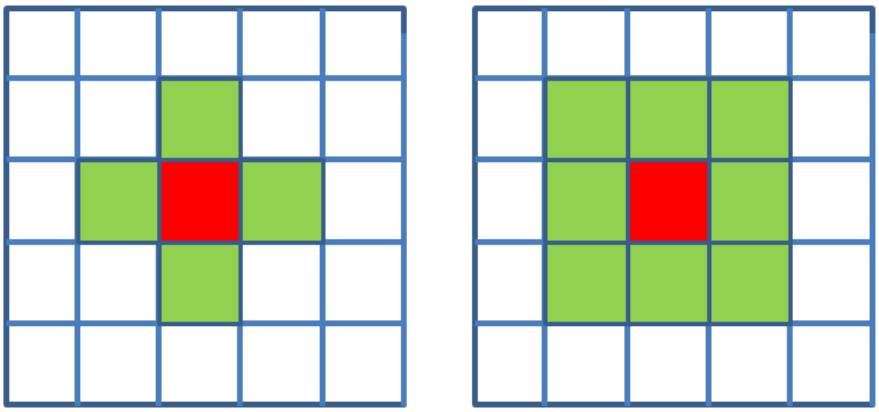


**Рис.1.** Окрестности Неймана и Мура

По типу поведения КА делятся на четыре класса. Автоматы первого класса быстро стабилизируеюся, принимая устойчивое однородное состояние. Во втором классе, ячейки быстро стабилизируются и через некоторое время генерируют периодические колебания во времени. В КА третьего класса через некоторое время возникают хаотичные, неприодичные структуры, теряется связь с начальными условиями. Автоматы четвертого класса не достигают стабильности, создавая комплексные, взаимодействующие между собой структуры.

Моделирование динамики земной поверхности на основе клеточных автоматов.

При моделировании динамики земной поверхности в качестве решетки клеточных автоматов можно принять цифровую модель рельефа нефтегазового месторождения, которая соответствует двумерному автомату, с состоянием клеток тождественным отметкам точек (рис.2).

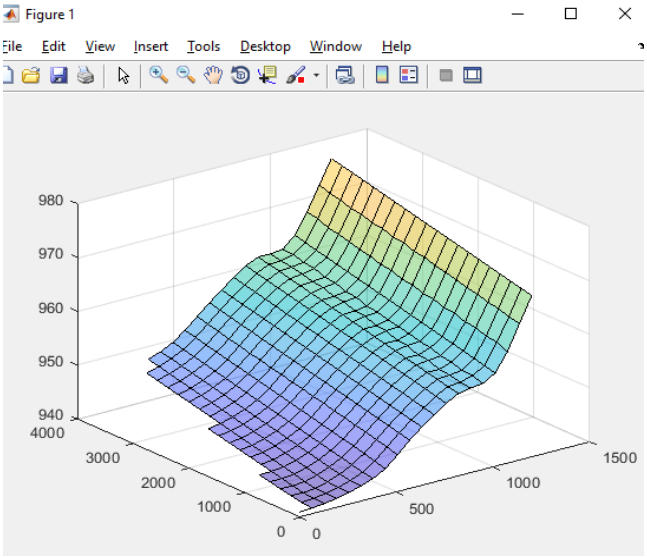



**Рис.2.** Клеточный автомат - цифровая модель рельефа

В свою очередь, состояния клеток меняются со временем, под воздействием природных и техногенных факторов, то-есть, происходит сдвижение (чаще всего, оупскание) земной поверхности. При этом, природным факторам относятся: геологические особенности строения нефтегазоносных коллекторов и свойства горных пород, из которых состоит пласт. К числу техногенных факторов относятся: способы размещения эксплуатационных и нагнетательных скважин, темпы добычи и закачки жидкости и другие [9].

**Правила изменения состояния клеток.**

Правила перехода клеток из состояния в момент t в состояние в момент t+1 должны включать функции характеризующие изменение центральной клетки в зависимости от ближайших соседей, а также функции, описывающие изменение состояния клетки в зависимости от природных и техногенных факторов.

Учитывая специфику деформации земной поверхности на разрабатываемых месторождениях углеводородов, за центральную клетку можно принять мульду оседания. И рассматривать изменение состояния остальных клеток решетки в зависимости от удаленности от мульды оседания. То-есть, мы не используем перемещающееся окно окрестности в классическом представлении, а вносим понятие одной единственной центральной клетки в мульде оседания, и рассматриваем влияние этой клетки на соседние, учитывая удаленность последних от центральной клетки.

Для расчета оседания рассматриваемой клетки от центральной можно использовать формулу Галахова [10]

$$\eta_x = \eta_m(1 - x)^4 e^{4x}, \quad (2)$$

где $\eta_x$ - оседание земной поверхности в точке с координатой $x$ (начало координат в точке с максимальным оседанием); $\eta_m$ - максимальное оседание, $e$ – основание натуральных логарифмов.

Конечно, могут быть использованы и другие формулы расчета смещений соседних клеток. Например, формулы С. Кноте, С.Г. Авершина, Р.А. Муллера или В.И. Мякенькова. Однако, это будет уточняться на стадии апробации данной методики.

Необходимо также учитывать горизонтальную составляющую сдвижения, которая имеет по С.Г. Авершину [11] следующий вид:

$$\xi = K(y)\frac{d\eta}{dx}, \quad (3)$$

где $\xi$ и $\eta$ - соответственно горизонтальная и вертикальная составляющие вектора смещения; $K(y)$ - характеристическая функция, отражающая механические свойства пород.

Для того, чтобы учесть аналогию между сдвижением земной поверхности и стохастическими (статистическими) процессами, можно использовать уравнение академика С.Г. Авершина [12]:

$$\frac{d\eta}{dy} = K\frac{d^2\eta}{dx^2} = C^2 y\frac{d^2\eta}{dx^2}, \quad (4)$$

где $K(y)$ - характеристическая функция, отражающая механические свойства пород, $C$ - коэффициент, зависящий от механических свойств вмещающих горных пород.

Конечное решение уравнения (12.6) получено в следующем виде:

$$\eta(\xi) = \frac{\eta_0}{2}\left[\Phi\left(\frac{D_p+x}{C_pH}\right) + \Phi\left(\frac{D_p-x}{C_pH}\right)\right], \quad (5)$$

где $\Phi$ – интегральная функция Гаусса; $H$- глубина разработки; $\eta_0$- максимальное оседание; $D_p$ – расчетный размер очистной выработки; $C_p$ - осредненная расчетная величина, учитывающая мощность коренных пород и наносов.

**Обсуждение пути реализации**. Реализовать геодинамическую модель месторождения можно в программе Matlab, принимая в качестве исходной сетки автоматов цифровую модель рельефа. Также должны быть известны положение мульды оседания (из наземных наблюдений или космического мониторинга) и промысловые данные месторождения. При этом, набор правил перехода клеток из одного состояния в другое может усложняться и уточняться в зависимости от поступления новых сведений о факторах влияния на земную поверхность. Клеточные автоматы, как универсальная вычислительная среда для моделирования динамики сложных систем, могут быть адаптированы к геологическим, тектоническим и геофизическим особенностям конкретного месторождения полезных ископаемых.

**Выводы.** Модель, созданная на основе клеточных автоматов, позволяет представить земную поверхность как единое пластичное тело, и прогнозировать ее динамику в зависимости от изменения природных и техногенных факторов. Что в свою очередь, дает возможность предупреждения о вероятных техногенных землетрясениях и опасных смещениях земной поверхности, с целью повышения безопасности эксплуатации месторождения полезных ископаемых.

ЛИТЕРАТУРА

[1] S. Wolfram, Cellular automata as models of complexity, Nature, 311, 419-424 (1984).

[2] J. Von Neumann, The general and logical theory of automata, in: J. Von Neumann, A.H.Taub (Eds.), Von Neumann Collected Works, Pergamon, 288 (1963).

[3] H. Gerola, P. E. Seiden, Stochastic star formation and spiral structure of galaxies, Astrophys. J., 223, 129- 139 (1978).

[4] Yasser F. Hassan, Rough Neural Networks in Adapting Cellular Automata Rule for Reducing Image Noise. International Journal of Computer and Information Engineering Vol:8, No:1, 71-74 (2014).

[5] Замятин А.В., Марков Н.Г. Подход к моделированию изменений земной поверхности с использованием клеточных автоматов. Известия Томского политехнического университета. 2005. Т. 308. № 6, с. 164-169.

[6] Juraj Cirbus, Michal Podhoranyi, Cellular Automata for the Flow Simulations on the Earth Surface, Optimization Computation Process. Appl. Math. Inf. Sci. 7, No. 6, 2149-2158 (2013).

[7] Дж. фон Нейман. Теория самовоспроизводящихся автоматов. М.: Мир, 1971.- 382с.

[8] Кенесбаева А., Картбаева К.Т. Использование клеточных автоматов для моделирования геодинамических процессов. Сб. мат. Межд. науч. прак. конф. «Современный проектный процесс и новые стандарты жизни». Алматы, 2017, с.253-256.

[9] Кенесбаева А., Нурпеисова М.Б.. Прогнозирование техногенных оседаний земной поверхности. -Алматы: Горный журнал Казахстана. №11. - 2018.

[10] Экологическая и промышленная безопасность освоения недр /под общей редакцией М.Б.Нурпеисовой. – Алматы: КазНИТУ им. К.И.Сатпаева. – 430 с.

[11] Авершин С.Г. Сдвижение горных пород при подземных разработках.–М.:Углетехиздат, 1978.-245 с.

[12] Авершин С.Г. Расчет деформаций массива горных пород под влиянием подземных разработок.-Л.:ВНИМИ, 1960.-87с.

Кенесбаева А., Нурпеисова М.Б.

**Торлық автоматтарды қолдана отырып, жер бетінің деформациясын модельдеу әдісі**

**Түйіндеме.** Көмірсутегі кенорындарын қауіпсіз игеруді қамтамасыз ету мақсатында, тұрақты болжамдық геодинамикалық модельді, заманауи есептеу технологиялары мен қатал алгоритмдерді пайдалана отырып, жасау қажет. Мақалада жер бетінің жылжу моделін, торлық автоматтарды қолдана

отырып, жасау әдісі қарастырылған. Торлық автоматтар негізінде динамикалық жүйелерді модельдеу технологиясы туралы түсінік беріліп, оны мұнайгаз кенорындары динамикасын имитациялу үшін қолдану мүмкіндігі қарастырылған.

**Түйін сөздер:** модельдеу, геодинамика, торлық автоматтар, жер беті, модель жер бедері моделі, шөгу мульдасы, кеніштік мониторинг, көмірсутегі кенорындары.

ӘОЖ621.372.8

**[1]A.T. Zhetpisbayeva, N.K. Smailov, [3]K. T. Kusainova, [4]Sh. T. Talasbayeva**
(Kazakh National Research Technical University after K.I. Satpaev Almaty,Kazakhstan,
e-mail: Nur_aly.kz@mail.ru,aigulji@mail.ru
[134]S.Seifullin Kazakh Agrotechnical university, Astana, Kazakhstan)

## THE STUDY OF THE THRESHOLD POWER OF THE NONLINEAR EFFECT

**Abstract.** This article discusses the issues of improving the capacity and determination of the threshold for stimulated Brillouin scattering. To increase the power threshold is invited to consider the dependence of the phase modulation frequency of the spectral width of the laser radiation

**Key words:** nonlinear effect, the power threshold, spectral width, optical fiber, modulation.

**[1]А. Т. Жетписбаева, Н.К. Смайлов, [3]К. Т. Кусаинова, [4]Ш.К. Таласбаева**
(Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті
e-mail: Nur_aly.kz@mail.ru,aigulji@mail.ru
[124]С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті,
Алматы, Республика Қазақстан)

## БЕЙСЫЗЫҚТЫҚ ЭФФЕКТІЛІРДІҢ ТАБАЛДЫРЫҚ ҚУАТЫН ЗЕРТТЕУ

**Аңдатпа.** Берілген мақалада бейсызықтық эффекттердің бір түрі Мандельштам-Бриллюэн еріксіз шашырауы (МБЕШ) эффектісінің табалдырық қуатын анықтау және оның мәнін жоғарылату әдістерінде жіберілген сәуле спектірінің ені мәнінің өзгеруіне – фазалық модуляция жиілігіне тәуелділігі зерттелді. Теориялық мағлұматтар арқылы, Матлаб бағдарламалау ортасын қолдану арқылы зерттеулер жүргізілді.

**Түйінді сөздер:** бейсызықтық эффект, шекті қуат, спектр ені, оптикалық талшық, модуляция.

Қазіргі заманда магистралды желілермен қоса, әрбір абоненттің құрылғысына дейін жалғанған талшықтар арқылы ақпарат тарату мүмкіндігі және талшықты оптикалық байланыс жүйесін пайдалану ауқымы барынша кеңейіп, күн сайын артуда. Осының салдарынан магистралды желілерде таратылатын ақпарат көлемі де күрт жоғарылауда. Бірақ, түрлі физикалық құбылыстардың әсерінен магистралды талшықты оптикалық желілердегі талшықтардың ақпарат тарату мүмкіндіктері шектеулі болғандықтан, таратылатын ақпарат көлемі де шектеулер жоғары болып тұр, сондықтан бұл шектеулердің көпшілігі талшықтың физикалық қасиеттері мен химиялық құрылымына тікелей тәуелді болады. XX ғасырдың бас кезінде белгілі болған Мандельштам-Бриллюэн еріксіз шашырауы (МБЕШ), Релэй шашыруы, Ми шашырауы, еріксіз комбинациялық шашыраулары (Раман шашырауы), Брэгг эффектісі секілді құбылыстардың себебінен жоғарыда аталған ақпаратты таратудағы шектеулер пайда болды. Сонымен қатар, осы құбылыстарды адамзат өз қажетіне дұрыс пайдаланудың арқасында талшықтарда болатын сыртқы әсерлерді (сыртқы қысым деңгейі, температура әсері т.б.) тіркеуші құралдарды құрастыру мүмкіндігі пайда болды.

Оптикалық талшықтағы таратылатын сигналдың қуаты артқан сайын еріксіз комбинациялық шашырау, фазалық өздік модуляция және фазалық кросс модуляциясы, Мандельштам-Бриллюэн еріксіз шашырауы және т.б. әртүрлі бейсызықтық құбылыстар байқалады [1, 7].

Оптикалық талшықта пайда болатын бейсызықтық эффекттер уақыт бірлігіне байланысты жеке оптикалық талшық арқылы берілетін ақпараттың көлеміне байланысты фундаменталды шектеулерді туғызады. Байланыс жолдарын жүйелі түрде жобалаушылар қажет емес бейсызықты эффектілердің шектеулері жайында білуі қажет және олардың алдын алу барысында іс-шаралар жүргізуі қажет.

Зерттеуші ғалымдар Partha P.Mitra және Jason H.Stark 2002 жылы бірмодалы Mitra, P. P., Stark. J. B. оптикалық талшықтары сигналдарының жиілігіне жақын орналасқан оптикалық таратулардың қарапайым теориялық моделін жетілдіріп және қазіргі технологияның жетістіктеріне байланысты бірмодалі оптикалық талшық бойымен цифрлық ақпараттардың таратылу жылдамдығының шектік мәні 100 Тбит/с болатынын теориялық түрде дәлелдеді. Бірақ, шын мәнісінде DWDM (толқын ұзындығы бойынша бөлімі бар тығыз мультиплексорлау) жүйесіндегі озық зертханалық үлгілердің жылдамдығы 16...20 Тбит/с аспайды және де бұл алдымен оптикалық талшықтарда бейсызықтық эффектілердің пайда болуымен түсіндіріледі. ТОБЖ-мен айналысатын көптеген мамандар экономикалық тұрғыдан қандай да жетістікке жеткен оптикалық талшықтар болмасын бейсызықтық эффектілерді есепке алған кездегі жылдамдықтың алатын шектік мәні 10 Тбит/с болады деген тұжырымға келген. Ақпараттық ағымдардың жылдамдығын арттыру үшін оптикалық талшықтардың санын арттыру ең дұрыс шешім болады деп есептелінеді [8].

Оптикалық талшықтың оптикалық қуат көлемін арттырған кезде МБЕШ әсерінен белгілі бір шамада немесе МБЕШ табалдырық шамасында оптикалық талшық бойында n рефракциясының индекс шамасының әсерінен өзгеретін акустикалық толқын пайда болады. n-нің өзгерісі жарықтың шашырауын туғызады және ол өз барысында акустикалық толқындардың қосымша генерациясын туғызады.

Берілген эффектінің нәтижесінде жарық көзіне қарай кері бағытта таралатын ығысқан жиілігі бар толқын пайда болады да, соның салдарынан таратылатын пайдалы оптикалық қуат әлсірейді, яғни байланыс жолында таратқыштан берілген қуаттың шектік мәні шектеледі. Мөлшері төмен оптикалық қуаттарда шағылған жарықтық толқын келтірілген оптикалық қуат деңгейіне тура пропорционал өседі, демек Мандельштам-Бриллюэн шағылу заңы бойынша анықталады. Оптикалық талшықтың типтік мәні бойынша 10 км-ге созылғын байланыс жолы үшін МБЕШ табалдырығының мәні 6...10 дБм.

МБЕШ пайда болуын жоғары жылдамдықты оптикалық жүйелерде бақылау үшін міндетті түрде сыртқы модуляциясы бар модуляторларды және үздіксіз тербелісі бар лазерлік сәуле көздерін пайдаланады. Қалыпты жағдайда толқын ұзындығы 1500 нм сигнал деңгейі үшін МБЕШ эффектінің пайда болуы 8-14 дБм аралығында жатады, яғни МБЕШ типтік мәнінен жоғары екені көрініп тұр [9].

Табиғаты бойынша пайда болатын акустикалық толқын 10...13 ТГц жиіліктік спектрде орналасқан гиппердыбысты болып есептеледі. Акустикалық жиілік толқынымен анықталатын $\omega_A$ Бриллюэндік жиілік ығысуы $\nu_B$ келесі теңдік бойынша көрсетіледі:

$$\nu_B = \frac{\omega_A}{2\pi} = \frac{2 \cdot n \cdot \nu_A}{\lambda_0} \tag{1}$$

$\lambda = 1550$ кварцтық оптикалық толқындағы акустикалық толқынның жылдамдығы $\nu_A \approx 5 \cdot 10^3 м/с$ және $\nu_B \approx 10\ ГГц\ (0{,}1\ нм)$. Көбінесе физикалық процесті жақсы түсіну үшін Бриллюэндік жиіліктік ығысуды акустикалық гипердыбысты толқынның жарықтық ағымының модуляциясымен немесе Доплер эффектісімен салыстырады.

МБЕШ табалдырығының қуатының $P_{МБЕШ}$ теңдеуі:

$$P_{МБЕШ} \approx \frac{21 в A_{эфф}}{g_B L_{эфф}} \left(1 + \frac{\Delta\nu_{LS}}{\Delta\nu_{BW}}\right), \tag{2}$$

мұндағы: $в$ – толқынның поляризациялық күйіне тәуелді 1 мен 2 аралығындағы сандық мән; $g_B \approx 4{,}6 \cdot 10^{-11}$ м/Вт – МБЕШ күшейткіш коэффициенті (оптикалық талшыққа тәуелді); $L_{эфф}$ – келесі теңдеумен анықталатын оптикалық талшықтың эффективті ұзындығы:

$$L_{эфф} = \alpha^{-1}\left[1 - \exp(-\alpha L)\right]. \tag{3}$$

мұндағы $\Delta\nu_{LS}$ – сәуле көзінің спектрлік ені; $\Delta\nu_B \approx 20$ МГц (1550 нм) МБЕШ әсерлесу жолағы. (2.22) теңдікті ыңғайлы дәстүрлі логарифмдік түрде жазуға болады:

$$L_{эфф} = \frac{4,343}{\alpha}\left(1 - \frac{1}{e^{0,23\alpha L}}\right). \quad (4)$$

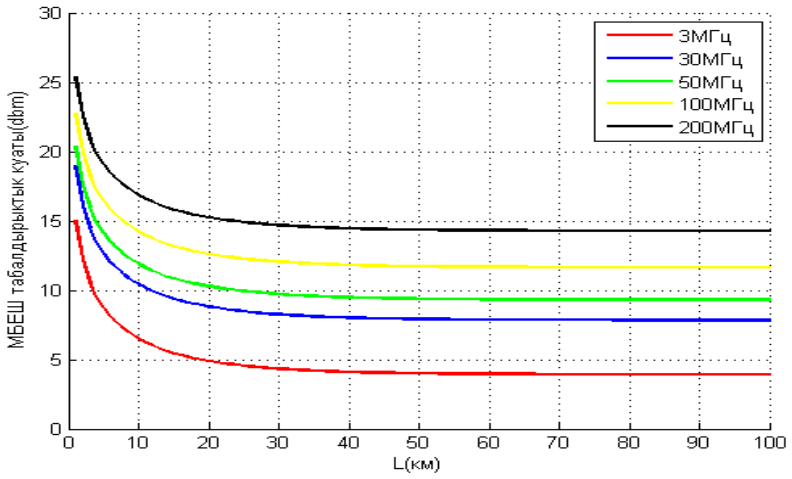
Шамасы 40 км-ден ұзын жолдар үшін $a = 0,22$ dB/км кезінде оптикалық талшықтың эффективті ұзындығы шамамен 20 км құрайды. (3) теңдіктен МБЕШ табалдырығы тербелістің сәулелену көзінің спектрлік еніне тәуелді екенін байқалады (модуляциялайтын сигнал болмаған кезде). $L_{эфф} = 20$ км және оптикалық талшықтың модасының 9,2 мкм эффективті диаметрі кезінде (4) тендікті келесі типтегі ыңғайлы логарифмдік түрде жазуға болады:

$$P_{МБЕШ}\left[dBm\right] = 14,8 - 10\lg L_{эфф} + 10\lg\left(1 + \frac{\Delta\nu_{LS}}{20}\right) + 20\lg\left(\frac{D_{эфф}}{9,2}\right). \quad (5)$$

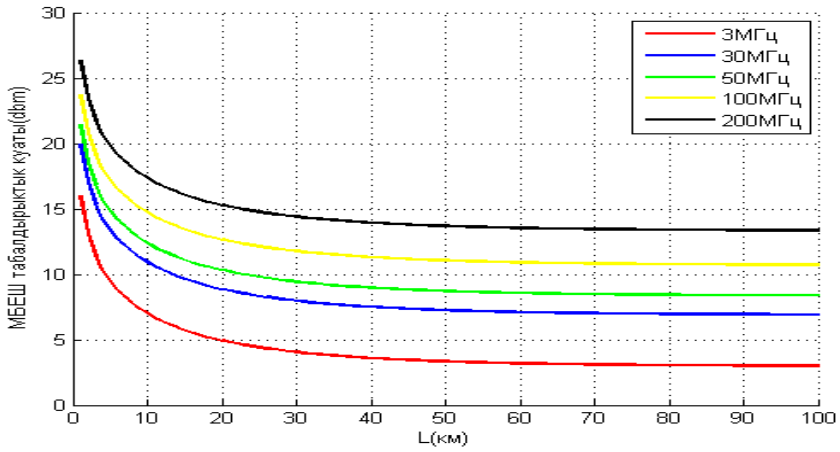
Толқын ұзындықтары 1310 нм және 1550 нм кезінде (2) және (4) өрнектерді пайдалана отырып бірмодалы оптикалық талшықтың техникалық мәліметтерін қолданып және $\Delta\nu_{LS}$ – сәуле көзінің спектрлік енінің шамасын өзгерту арқылы МБЕШ табалдырық қуатының өзгерісін байқаймыз [3].

Толқын ұзындығы 1310 нм сәуле көзі үшін бірмодалы оптикалық талшықтың келесі техникалық сипаттамалары: өшу коэффициенті α=0,35модалық өрістің диаметрі $D_{эфф}$=9,2 мкм, талшықтың ұзындығы L=20 км және сәуле көзінің спектрлік енінің мәнін $\Delta\nu_{LS}$ = 0,3; 30; 50; 100; 200 МГц өзгерте отырып МБЕШ табалдырық қуатының оптикалық талшық ұзындығы бойынша тәуелділігін аламыз (1-сурет). Алынған график бойынша сәуле көзінің спектрлік енінің мәні $\Delta\nu_{LS}$ =0,3МГц болған кезде оптикалық талшықтың МБЕШ таблдырық қуатының $P_{МБЕШ}$= 5,81дБм, ал сәуле көзінің спектрлік шамасының мәнін $\Delta\nu_{LS}$ = 200МГц болған кезде оптикалық талшықтың МБЕШ табалдырық қуатының $P_{МБЕШ}$=16,16 дБм өзгеретіні көрсетілген. Сонымен сәуле көзінің спектрлік енінің мәні өскен сайын МБЕШ табалдырық қуатының артқанын байқауға болады.

Толқын ұзындығы 1550 нм сәуле көзі үшін бірмодалы оптикалық талшықтың келесі техникалық сипаттамалары: өшу коэффициенті α=0,22модалық өрістің диаметрі $D_{эфф}$=10,4 мкм; талшықтың ұзындығы L=100 км болған кезде МБЕШ табалдырық қуатының оптикалық талшық ұзындығы бойынша тәуелділігін аламыз (2-сурет ). Алынған график бойынша сәуле көзінің спектрлік енінің мәні $\Delta\nu_{LS}$ =0,3МГц болған кезде оптикалық талшықтың МБЕШ таблдырық қуатының $P_{МБЕШ}$= 6,13 дБм өзгеретіні көрсетілген, ал сәуле көзінің спектрлік енінің мәні $\Delta\nu_{LS}$ =200МГц болған кезде оптикалық талшықтың МБЕШ таблдырық қуатының $P_{МБЕШ}$= 16,48 дБм өзгеретіні көрсетілген. Сонымен 1550 нм және 1310 нм толқын ұзыдықтар үшін алынған тәуелділктен сәуле көзінің спектрлік енінің мәні артқан сайн МБЕШ таблдырық қуатының шамасының артқанын байқауға болады




**1-сурет.** Толқын ұзындығы 1310 нм үшін МБЕШ табалдырық қуатының оптикалық талшықтың физикалық ұзындығына тәуелділігі




**2-сурет.** Толқын ұзындығы 1550 нм үшін МБЕШ табалдырық қуатының оптикалық талшықтың физикалық ұзындығына тәуелділігі

МБЕШ табалдырық қуатының мәнін есептеу және графиктерді алу үшін Матлаб бағдарламалау ортасы қолданылды.

Сонымен МБЕШ табалдырығын анықтау және оның мәнін жоғарылату әдістерінде жіберілген сәуле спектірінің ені мәнінің өзгеруіне – фазалық модуляция жиілігіне тәуелділігі зерттелді.

**Қорытынды**

Қорытындылай келе бейсызықтық эффекттердің табалдырық қуатының $P_{МБЕШ}$ теңдеуін қолдана отырып МБЕШ табалдырық қуатаның тербелістің сәулелену көзінің спектрлік еніне тәуелді екендігі анықталды. МБЕШ табалдырық қуатының мәнін есептеу және графиктерді алу үшін Матлаб бағдарламалау ортасы пайдаланылды. 1550 нм және 1310 нм толқын ұзыдықтар үшін алынған тәуелділіктен сәуле көзінің спектрлік енінің мәні артқан сайын МБЕШ табалдырық қуатының шамасының артқаны байқалды.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Agrawal G.P. Nonlinear Fiber Optics. Boston: Academic Press, 1989. 342

[2] Daisy Williams, Theoretical investigation of stimulated Brillouin scattering in optical fibers and their applications, department of physics, faculty of science, University of Ottawa, Canada, 2014

[3] С. А. Булгакова, А. Л. Дмитриев. Нелинейно-оптические устройства обработки информации / Учебное пособие. – СПб: СПбГУИТМО, 2009. – 56с.

[4] Boh A. Ruffin, Stimulated Brillouin Scattering: An Overview of Measurements, System Impairments and Applications,Corning inc. 1 Science Dr. New-York, NIST-SOFM, 2004.

[5] В.Ю. Голышев, Е.А. Жуков, И.Э. Самарцев, Д.Г. Слепов Влияние фазовой самомодуляции на вынужденное рассеяние Мандельштама−Бриллюэна в волоконно-оптических линиях связи. Журнал технической физики, 2004, том 74, вып. 7.

[6] Беспрозванных А.В. Проявление нелинейных эффектов в оптических волокнах. // Электротехника и электромеханика. 2005. № 1

[7] Basov N. G., Zubarev I. G.,Mironov A. B., Mikhailov S. I., Okulov A. Iu. Laser interferometer with wavefront-reversal mirrors. Zhurnal Eksperimental'noi i Teoreticheskoi Fiziki, vol. 79, Nov. 1980, p. 1678-1686. InRussian.

[8] Беспрозванных А.В. Проявление нелинейных эффектов в оптических волокнах. // Электротехника и электромеханика. 2005. № 1

[9] Жетписбаева А.Т., Жунусов К.Х., Зильгараева А.К., Бозымбаев Б.Д., Авелбекова С.Ш. ВРМБ-усиление в одномодово оптическом волокне. // ТРУДЫ. II Международной научно-практической конференции «Информационные и телекоммуникационные технологии: образование, наука, практика» Алматы, Казакстан, 3-4 декабря, 2015 года

[10] Сенбай Д., Жунусов К.Х., Жетписбаева А.Т., Каргулова А.Н., Абиева М.С. Бірмодалы талшықтағы кері шашыраудағы сигнал қуатын зерттеу // Труды Международных Сатпаевских чтений. Том II. Алматы: КазНИТУ 2016.

[11] Thomes W.Jr., OttM. N., Chuska R.F., Switzer R.C., Blair D.E. Fiber optic cables for transmission of high-power laser pulses in spaceflight applications. ICSO 2010, International Conference on Space Optics. Rhodes, Greece. 4-8 October 2010. p. 8-13.

[12] Daisy Williams, Theoretical investigation of stimulated Brillouin scattering in optical fibers and their applications, department of physics, faculty of science, University of Ottawa, Canada, 2014,-176с.

[13] Basov N.G., Zubarev I.G., Mironov A.B., Mikhailov S. I., Okulov A. Iu. Laser interferometer with wavefront-reversal mirrors. Zhurnal Eksperimental'noi i Teoreticheskoi Fiziki, vol. 79, Nov. 1980, p. 1678-1686.

[14] Igor' M Bel'dyugin. Loop SBS oscillator on a stationary nonlinear refractive index grating. Quantum Electronics. 2009, 39(12): pp1148-1152

[15] Oleg E Nanii. Method for calculating SBS threshold in optical fibres.Quantum Electronics . 2009, 39(8): pp. 757-759

Жетписбаева А. Т., Н.К. Смайлов, К. Т. Кусаинова, Ш.К. Таласбаева

**Исследование пороговой мощности нелинейного эффекта**

**Резюме:** В данной статье рассматриваются вопросы повышения и определения мощности порога нелинейного эффекта. Предлагается рассмотреть зависимость частоты фазовой модуляцииот спектральной ширины лазерного излучения.

**Ключевые слова:** нелинейный эффект, порог мощности, спектральная ширина, оптическое волокно, модуляция.

УДК 629.423

**T. Abay, M. Amanbay, K. Shalbaev**
(KazNRTU named after K.I.Satpayev, Almaty, Kazakhstan.
E-mail: magzhan_19_98@mail.ru)

## USING HYDROGEN GENERATOR IN INTERNAL COMBUSTION ENGINES TO REDUCE GASOLINE CONSUMPTION AND REDUCE HARMFUL EMISSIONS INTO THE ENVIRONMENT

**Abstract.** Relevance of research is that in recent years, the automotive industry has been developing rapidly, and the lack of oil resources and the increasing environmental pollution caused by vehicle emissions pose serious problems for its further development. Hydrogen as an alternative motor fuel has its unique advantages in improving fuel economy and reducing emissions of harmful gases. However, we can not directly use hydrogen as an alternative fuel because of its high cost and other properties. The development of an engine based on gasoline fuel with the addition of hydrogen is an important area of our research. We compare the results of some studies in which the HHO is used to reduce fuel consumption and emissions in internal combustion engines. Benefits of the effect of adding HHO based on the hydroxyl, as an improver of performance and power characteristics of the engine are also being considered and evaluated.

**Key words:** Gas HHO, gasoline engines, exhaust emissions.

**Т. Абай, М.Н. Аманбай, К.К. Шалбаев**
(НАО КазНИТУ имени К.И. Сатпаева E-mail: magzhan_19_98@mail.ru )

## ГЕНЕРАТОР ВОДОРОДА ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ РАСХОДА БЕНЗИНА И УМЕНЬШЕНИЯ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

**Аннотация.** В последние годы автомобильная промышленность быстро развивается, а нехватка нефтяных ресурсов и все более серьёзное загрязнение окружающей среды, вызванное выбросами автомобильных выхлопов, создает серьёзные проблемы для ее дальнейшего развития. Водород, как альтернативное моторное топливо имеет свои уникальные преимущества в улучшений экономий топлива и сокращении выбросов вредных газов. Однако мы не можем напрямую использовать водород в качестве альтернативного топлива из-за его высокой стоимости др. свойств. Разработка двигателя на базе бензинового топлива с добавлением водорода является важным направлением исследований. Мы сравниваем некоторые результаты исследования, в которых использовалась HHO для снижения расхода топлива и вредных выбросов в двигателях внутреннего сгорания. Также рассматриваются и оцениваются преимущества влияние добавления HHO на основе гидроксила, как улучшителя производительности и характеристик двигателя.

**Ключевые слова:** Газ HHO, бензиновые двигатели, выбросы выхлопных газов.

**1 Введение.** В науке в последние годы множество работ посвящено к поиску альтернативных источников энергий. Причина этого в истощении нефти, газа и угля на планете, что уже является неизбежным. Одно из доказательств было сделано в 2014 г. «BP» в День мировой энергетики. BP заявила, что в достаточном количестве нефти осталось около на 53 лет в текущих уровнях добычи [2]. Однако в правительствах нефтедобывающих стран имеются некоторые секреты. Они не показывают точное

количество остатки нефти и газа. Поэтому следует активно исследовать применения водорода в качестве альтернативного топлива.

Технология водородных топливных элементов называлась топливом как для эффективности, так и для окружающей среды. Многим нравится цитировать «эффект Гинденбурга» об опасности $H_2$. На самом деле, H2 намного больше безопасный, чем бензин. Фактически, Toyota представила свой первый автомобиль с двигателем $H_2$, Mirai, в отдельных районах США, где они также скоординировали установку заправочных станций $H_2$ [3].

На рынке наиболее известны три автомобиля с водородными топливными элементами. Это Toyota Mirai, Honda Clarity и Hyundai Tucson / ix35. Хотя ожидается, что в ближайшие годы промышленность расширится. В настоящее время количество водородных автомобилей составляет менее 0,1 процента от общего количества автомобилей. Другая проблема исходит из экономических причин, так как самая доступная Toyota Mirai предлагается для продажи начиная с 57 500 долл. [4].

По этой причине мы предлагаем использовать генератор водорода для снижения расхода топлива и уменьшить количество выбросов вредных газов в атмосферу.

**2 Цели и задачи:**

1.Определение снижение расхода бензина при использование газогенератора HHO в ДВС.

2.Исследовать есть ли уменьшение количества выбросов вредных газов в атмосферу, как NOx, CO и HC газов, когда HHO вводится в систему.

**3 Получение газа HHO путем электролиза**

Генератор HHO - это сердце системы, который производит газ HHO. Монтажное положение ячейки HHO очень важно для бесперебойной работы, так как никакая физическая модификация не производится внутри камеры. Смесь водорода и кислорода образуется при разложении воды электролизом. При давлении 0,1 МПа и температуре 25°C для процесса электролиза требуется разность потенциалов между анодом и катодом равным 1,23 V. Если используется раствор электролита с гидроксидом калия (KOH), напряжение между электродами может достигать 2,0-2,5 V, когда плотность тока составляет 2000 А/м$^2$ при температуре электролита, равной 80°C. В отсутствие проводящей мембраны OH ионов между анодом и катодом образуется смесь ионов водорода и кислорода и смесь газов $H_2$ и $O_2$ (HHO) с объемным соотношением водород / кислород 2: 1.

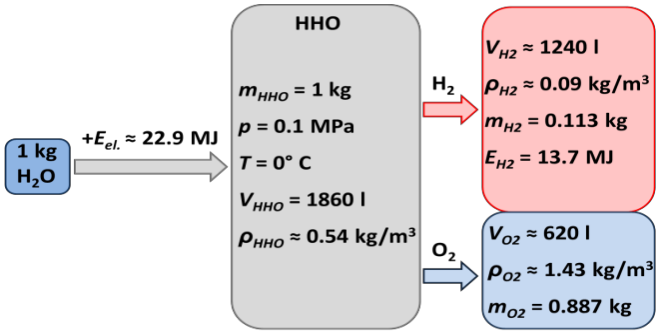



**Рис. 1.** Состав и свойства газа HHO

Из 1 кг воды (при потреблении электроэнергии 22,9 МДж) получается ~ 1860 л HHO-газа. При давлении p=0,1 МПа и температуре T=0°C плотность газа кислорода $\rho_{O2}$ = 1,43 кг/м$^3$, плотность водорода $\rho_{H2}$ = 0,09 кг / м$^3$ и плотность газовой смеси HHO $\rho_{HHO}$ = 0,54 кг/м$^3$. Один литр газа HHO состоит из 0,666 л $H_2$ - газа с массой $m_{H2}$ = 0,06 г и $O_2$-газа с массой $m_{O2}$ = 0,48 г [5].

**4. Методология исследования**

Эти эксперименты проводились на двигателе Skoda Felicia, характеристики которого приведены в таблице 1; испытания проводились при частотах вращения 1500, 2000 и 2500 об / мин с различными нагрузками. Различные параметры двигателя измеряются на испытательной установке, которая показана на рисунке 2. Нагрузка двигателя измерялась гидравлическим динамометром Froude (2), частотой вращения двигателя и расходом воздуха с помощью диагностических систем Vag-Com (VCDS) (3), двигателя расход топлива измеряется самонастраивающимся наклонным манометром (4) и выхлопом двигателя с помощью анализатора отработавших газов модели TE488 (5). Тестирование проводится

для взятого двигателя, работающего на бензине, в качестве основного топлива без использования ячейки HHO и с использованием ячейки HHO, подключенной к впускному коллектору. На этом двигателе был выполнен тест на постоянной скорости при переменной нагрузке. Двигатель проверен, и измеренные данные собираются на одинаковые условия работы как для HHO / бензина, так и для бензинового топлива. Для обеспечения безопасности система генерации HHO подключается к впускному коллектору двигателя через два разрядника, которые закрывают бензиновый двигатель в случае обратного хода впускного коллектора [6].

Таблица 1. **Характеристики двигателя.**

| | |
|---|---|
| Модель двигателя | Skoda Felicia 1.3 GLXi1.3 L (1289 см$^3$) |
| Тип двигателя: | встроенный, 4-цилиндровый |
| Топливная система | Многоточечный впрыск топлива |
| Коэффициент сжатия | 9.7:1 |
| Максимум. мощность | 67,66 HP 5500 об / мин |
| Максимум крутящий момент | 102 Нм при 3750 об / мин |

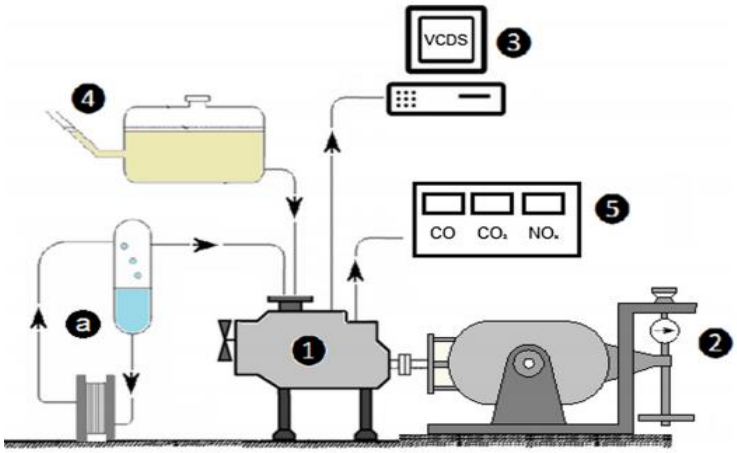



**Рис. 2.** Принципиальная схема испытательного стенда

**5 Результаты и обсуждение**

5.1 Работа двигателя

Сравнивая газ HHO с коммерческим бензиновым топливом, отмечаем, что HHO чрезвычайно эффективен с точки зрения топливной химической структуры. Водород и кислород существуют в HHO как два атома на горючую единицу с независимыми кластерами, в то время как бензиновое топливо состоит из тысяч крупных молекул углеводородов. Эта диатомическая конфигурация HHO-газа (H2 и O2) приводит к эффективному сжиганию, поскольку атомы водорода и кислорода взаимодействуют непосредственно без каких-либо задержек распространения воспламенения из-за времени прохождения поверхности реакции. При воспламенении его фронт пламени вспыхивает и от высокой температуры стенки цилиндра с гораздо большей скоростью, чем при обычном сгорании бензина/воздуха. Выделенная теплота HHO способствовала разрушению связей молекул бензина и, следовательно, увеличению скорости реакции и скорости пламени, что приводит к увеличению эффективности сгорания. Также отмечается, что введение HHO-газа в смесь топливо/воздух оказывает положительное влияние на показатель октанового числа бензинового топлива. Поэтому коэффициент сжатия двигателя может быть увеличен, и следовательно можно получить больший выигрыш в эффективности. Кроме того, можно было бы увеличить время зажигания, чтобы максимизировать крутящий момент двигателя без детонации.

5.2 Выбросы двигателей

Выброс CO сильно зависит от соотношения топлива и воздуха двигателя, поэтому использование смеси HHO-газа значительно снижает присутствие окиси углерода в выхлопе из-за снижения расхода топлива бензина.

Вольтметр и амперметр были откалиброваны в электрической лаборатории, а динамометр был откалиброван в лаборатория внутреннего сгорания Александрийского университета. Было установлено, что ошибка составляет менее 1%. Анализ ошибок, который приведена ниже, показывает неопределенность измеренных данных [6]. Некоторые результаты испытаний приведены на Рисунке 3.

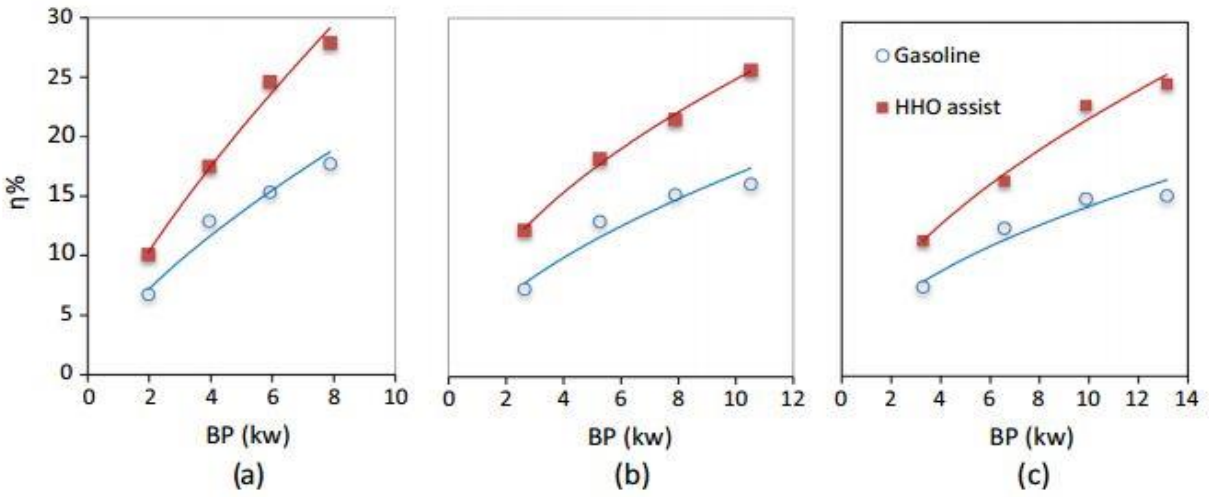



**Рис. 3.** Общее улучшение тепловой эффективности с HHO над чистым бензиновым топливом при разных скоростях двигателя; (a) 1500 об / мин, (b) 2000 об / мин и (c) 2500 об / мин.

В КазНИТУ им. К.И. Сатпаева нами были проведены натурные испытания по исследованию влияния HHO-газа на выброс и производительность двигателя автомобиля Ситроен - 5, 2003 года выпуска, объем 2,0 л, инжектор. Была разработана новая конструкция ВГ (водородный генератор), необходимого для совместной работы с ДВС. Сгенерированный газ смешивался со свежим воздухом во впускном коллекторе двигателя [14]. Результаты испытания приведены в таблице 2.

Таблица 2

| Топливо, марка бензина | Расход топлива с водородом, л $G_{сВГ}$ | Пробег автомобиля с ВГ, км | Расход топлива без водорода, л $G_{бВГ}$ | Пробег автомобиля без ВГ, км | t°C, окружающего воз-духа | Груз в автомобиле, кг | Дата, время с ВГ | Дата, время без ВГ | Средняя скорость, км/час, с ВГ $V_{сВГ}$ | Средняя скорость, км/час, без ВГ $V_{бВГ}$ | Относительная экономия топлива, $(G_{бВГ} - G_{сВГ})/ G_{бВГ}$, % | Концентрация КОН в дистилляте г/л |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| АИ-92 | 6,5 | 109 | 6,1 | 94 | 14 | 255 | 27.03. 2018 начало: 10:13 конец: 11:30 | 27.03. 2018 начало: 12:52 конец: 14:03 | 61,23 | 79,66 | 8,4 | 35 |
| АИ-92 | 4,2 | 103 | 7,45 | 103 | 16 | 255 | 07.04. 2018 начало: 07:27 конец: 08:40 | 07.04. 2018 начало: 10:20 конец: 11:35 | 84,43 | 82,4 | 43,6 | 50 |

Выводы:

Ячейка HHO может быть легко интегрирована с существующими системами двигателя [6].

Тепловой КПД двигателя увеличен до 10% при введении HHO-газа в воздушно-топливную смесь, что снижает расход топлива до 34% [6], до 43% [16].

Концентрация NOx, CO и HC газов была снижена почти до 15%, 18% и 14% [6].

Рекомендуется использовать генераторы HHO на автомобилях, чтобы снизить расход топлива и уменьшить количество выбросов.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Брагинский О.Б. Альтернативные моторные топлива: мировые тенденции и выбор для России // Российская химия. — 2015. — №6. — С. 137—147.

[2] https://www.zacks.com/stock/news/287141/how-much-oil-is-left-in-the-earth

[3] https://www.huffingtonpost.com/entry/why-car-manufacturers-favor-electric-over-hydrogen_us_59496435e4b07e2395ce0ff1

[4] https://www.otopark.com/2016/05/2027de-hidrojen-yakitli-arac-kalmayabilir/

[5] 1) Alfredas Rimkus, 2) Mindaugas Melaika, 3) Saugirdas Pukalskas, Vilnius Gediminas Technical University, Transport Engineering Faculty, Department of Automotive Engineering, J. Basanavičiaus str. 28, 03224 Vilnius, Lithuania

[6] Mohamed M. EL-Kassaby, Yehia A. Eldrainy, Mohamed E. Khidr, Kareem I. Khidr Mechanical Engineering Department, Faculty of Engineering, Alexandria University, Egypt

[7] © 2016 "Kishore Kumar" Selection and/or peer-reviewunder responsibility of Energy and Environmental Engineering Research Group (EEERG), Mehran University of Engineering andTechnology, Jamshoro, Pakistan.

[8] Sudarmanta B., Darsopuspito, S. & Sungkono, D. "Influence of Bioethanol–gasoline blended fuel on performance and emissions characteristics from port injection Sinjai Engine 650 cc", Journal of Applied Mechanics and Materials Vol. 493, pp 273-280, 2014.

[9] S. Wang, C. Ji, B. Zhang, X. Liu, Performance of a hydroxygen-blended gasoline engine at different hydrogen volume fractions in the hydroxygen, Int. J. Hydrogen Energy 37 (2012) 13209– 13218.

[10] C. Ji, S. Wang, Effect of hydrogen addition on combustion and emissions performance of a spark ignition gasoline engine at lean conditions, Int. J. Hydrogen Energy 34 (2009) 7823–7834.

[11] C. Ji, S. Wang, B. Zhang, Effect of spark timing on the performance of a hybrid hydrogen–gasoline engine at lean conditions, Int. J. Hydrogen Energy 35 (2010) 2203–2212.

[12] C. Ji, S. Wang, Experimental study on combustion and emissions performance of a hybrid hydrogen–gasoline engine at lean burn limits, Int. J. Hydrogen Energy 35 (2010) 1453– 1462.

[13] Using HHO Gas to Reduce Fuel Consumption and Emissions in Internal Combustion Engines, thesis by Ibrahim Mohamed Ahmed Ibrahim Fadul B.Sc in Mechenical Engineering, 2006 University of Khartoum

[14] https://cloud.mail.ru/stock/gYW5APaRPDDcEPnmHNonkKp3

[15] https://www.asutpp.ru/opisanie-i-princip-raboty-vodorodnogo-generatora.html.

[16] Шалбаев К.К., Торгаев Р.А., Козбагаров Р.А., Чэнь Цань. Снижения расхода дизельного топлива и выбросов вредных веществ в двигателях внутреннего сгорания с применением генератора. Труды международной научно-практической конференции. ISBN 978-601-212-067-7 «Современные инновационные системы машиностроения и транспорта, интеграция науки, образования и бизнеса». Алматы, 2018 г.

Абай Т., Аманбай М.Н., Шалбаев К.К.

**Бензин шығыны мен табиғатты ластауды азайту үшін сутекті генератор негізіндегі іштен жану қозғалтқышы**

**Түйіндеме.** Соңғы жылдары автомобиль өндірісі қарқынды дамып келеді, ал мұнай өнімдерінің жетіспеуі және қоршаған ортаның ластануы, одан әрі дамуды тежейді. Сутегі, альтернативті қозғалтқыш отыны ретінде, бензинді үнемдеуді, зиянды заттардың бөлінуін азайтады. Бірақта біз сутекті бірден альтернативті отын ретінде қолдана алмаймыз. Оған оның бағасының қымбаттығы және басқа да себептері кедергі. Бензинді қозғалтқышқа сутекті қосу арқылы жасау зерттеудің басты бағыты болады. Біз түрлі зерттеулерді салыстыру арқылы, шығынды азайту мен қоршаған ортаны ластамаудың жолдарын ұсындық.

**Кілт сөздер:** Газ HHO, бензинді қозғалтқыш, ластаушы газдарды шығару.

УДК 658.562

**M.B. Igilikova, K.R. Manap, M.S. Serikkyzy, R.U. Uazhanova**
(Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan
E-mail: khali_17_10_94@mail.ru)

## STATISTICAL ANALYSIS CERTIFICATES OF QUALITY MANAGEMENT SYSTEM COMPLIANCE OF THE NATIONAL ACCREDITATION CENTER OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**Abstract.** The article is designed to study the statistical analysis of certificates of conformity of the quality management system of the National Accreditation Center of the Republic of Kazakhstan. In this paper, studied the certificate of conformity and the effectiveness of the quality management system. The analysis of quality management methods that have the greatest impact on improving the effectiveness of the quality management system of organizations. The results were summed up and a conclusion was made about the information under study.

**Key words:** National Accreditation Center, quality, quality assessment, certificate analysis, quality management systems

**М.Б. Игиликова, Қ.Р.Манап, М.С.Сериккызы, Р.У.Уажанова**
(Алматы технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы,
E-mail: khali_17_10_94@mail.ru)

# ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ҰЛТТЫҚ АККРЕДИТТЕУ ОРТАЛЫҒЫНЫҢ САПА МЕНЕДЖМЕНТ ЖҮЙЕСІНІҢ СӘЙКЕСТІК СЕРТИФИКАТТАРЫНА СТАТИСТИКАЛЫҚ ТАЛДАМА

**Түйіндеме.** Мақала Қазақстан Республикасының Ұлттық аккредиттеу орталығының сапа менеджменті жүйесінің сәйкестік сертификаттарының статистикалық талдауын зерттеуге арналған. Мақалада сәйкестік сертификатының және сапа менеджменті жүйесінің тиімділігін зерттеді. Ұйымдардың сапа менеджменті жүйесінің тиімділігін арттыруға барынша ықпал ететін сапа менеджменті әдістеріне талдау жүргізілді. Нәтижелер жинақталды және зерттелген ақпараттарға сүйене отырып қорытынды жасалынды.

**Түйін сөздер:** Ұлттық Аккредиттеу орталығы, сапа, сапа жүйесі, мапа менеджмент жүйесі, сәйкестік сертификаты.

## Кіріспе

***Сәйкестік сертификаты*** **–** техникалық реттеу облысындағы нормативтік құқықтық актпен, стандарт ережерлерімен немесе басқа құжаттармен белгіленген менеджмент жүйелерінің белгіленген талаптарға сәйкестігін куәландыратын құжат [1].

Қазақстан республикасының **Техникалық реттеу туралы 2004 жылғы 9 қарашадағы № 603-II Қазақстан Республикасының Заңына сәйкес,** Сәйкестік сертификаттар қолданылу мақсатына қарай төмендегі түрлерге бөлінеді: Белгілі бір өнім түріне арналған (партия және топтамалы өндіріс); Халықаралық стандарттар ISO негізінде Қазақстан республикасының Ұлтық стандарттарына үйлесімделген ҚР СТ ИСО стандарттар талаптарымен рәсімделген Сапа менеджменті жүйесі СМЖ сәйкестік сертификаты [2].

Осы мақалаға арқау болатын мәліметтер жоғарыда айтылып кеткен СМЖ сәйкестік сертификаттары, дәлірек айтсам Қазақстан Республикасының Үкіметі анықтаған (ҚР Үкіметінің 2007 жылғы 28 тамыздағы № 773 «Аккредиттеу жөніндегі органдарды анықтау туралы» қаулысы) сәйкестікті бағалау аясындағы аккредиттеу жөніндегі жалғыз ұлттық орган болып табылатын, сонымен қатар өз қызметін Қазақстан Республикасының 2008 жылғы 5 шілдедегі «Сәйкестікті бағалау аясындағы аккредиттеу туралы» Заңына, ИСО/МЭК ҚР СТ 17011-2006 «Сәйкестікті бағалау бойынша органдарды аккредиттеу және бағалауды жүзеге асыратын органдар. Негізгі талаптар» стандартына, ҚР өзге де нормативтік-құқықтық актілеріне және аккредиттеу жөніндегі халықаралық ұйым талаптарына сәйкес ұлттық орган Ұлттық аккредиттеу орталығының (ҰАО) ресми сайтындағы ҚР СТ ИСО 22000-2006 (ISO 22000:2005) «Тамақ өнімдері қауіпсіздігінің менеджмент жүйелері. Тамақ өнімдерін өндіру және тұтыну саласындағы барлық ұйымдарға қойылатын талаптар» және ҚР СТ ИСО 9001-2009 (ISO 9001:2008) «Сапа менеджменті жүйелері. Талаптар» халыкаралық стандарттар негізінде рәсімделінген стандарттарға статистикалық мәлімет жасау.

## Тапсырма және зерттеу әдістері

Қазіргі күннің өзекті халықаралық стандарттарының ішіндегі бірегейлеріне жеке тоқталып өтсем, яғни: **ҚР СТ ISO 9001-2016** «Сапа менеджменті жүйелері. Талаптар».

ИСО 9000 сериясы – сапа менеджменті жүйелеріне арналған жалпы талаптар белгіленген халықаралық стандарттар. Стандарт ұйымның барлық фирма ішіндегі үрдістеріне жүйелік, кешендік тәсілдеме болатын, тиімді менеджмент жүйесін дайындаудың әлемдік тәжірибеде тексерілген, сенімді құралы болып табылады. Сапа менеджменті жүйесі – өнімнің сапасын үнемі арттыруға, тұтынушылардың қанағаттанушылығына және ұйым қызметінің тиімділігіне бағытталған сапалы басқару жүйесі. Сапа менеджменті жүйесі сапа кепілгерін қамтамасыз етуге және де тұтынушылардың қанағаттанушылық кепілі болатын, тұтынатын тауарлардың сипаттамалары мен қасиеттерін жақсарту үшін мүмкіншілік беруге қабілетті. Бүгінгі күнде ИСО 9000 халықаралық стандарттар сериясы бойынша сапа менеджменті жүйесін сертификаттау барлық жерде тапсырыс беруші мен жеткізуші арасындағы қарымқатынас бастамасы түрінде міндетті шарт болып табылады және өркениетті сауда кеңістігінде мойындауын білдіреді [4].

*Сапа менеджменті жүйелерін сертификаттаудың артықшылықтары:*

1) Ұйымның беделі, атағы және инвестициялық тартымдылығының артуы, экономикалық тұрақтылығының артуы;

2)Ұйымның өнім/қызмет сапасының жоғарылауы, сәйкессіз өнім үлесінің жоспарлы төмендеу;

3)Уақыт пен материалдардың өнімсіз шығынының азаюы;

4) Ұдайы жақсарту механизмін іске асыру;

5) Басқарудағы жүйелі тәсіл;

6) Инфрақұрылымды оңтайландыру, әкімшілік бөлімшелер жұмысының тиімділігін арттыру және өнім/қызметтің өзіндік құнын төмендету;

7) Қазақстанның ДСҰ–ға ену шарттарында бизнесті шетелдік бәсекеден сенімді қорғау;

8) Мемлекеттік сатып алу рәсіміне қатысу барысында артықшылығы, бәсекелестер алдында басқа да тең шарттар кезінде басымдылығы;

9) Енгізілген СМЖ-сін PR-акцияларда қолдану мүмкіншілігі;

10) Ұйымның сыйлылығын және жоғары мәртебесін растау.

**ҚР СТ ИСО 22000-2006** «Тамақ өнімдері қауіпсіздігінің менеджмент жүйелері. Тамақ өнімдерін өндіру және тұтыну саласындағы барлық ұйымдарға қойылатын талаптар».

2005 жылы ISO халықаралық стандарттау ұйымы HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points) принцирптеріне негізделген ISO 22000 стандартын бекітті. Стандарт өндіріске арналған талаптарды сақтауға, тамақ өнімдерін өндіру кезінде ықтимал қауіп-қатерлерді анықтау мақсатында барлық процесстерді мұқият саралауға, және осы қауіп-қатерлерді төмендетуге, жоюға және болдырмауға нақты әрекет орнатуға негізделеді.

Стандартты жасауда басты мақсаттарының бірі болып тамақ өнімдері қауіпсіздігі саласындағы көп мөлшерлі халықаралық құжаттарды үйлестіру болды.

2013 г. 1 шілдеден бастап Кедендік Одақ елдерінің территориясында жаңа Техникалық Регламент ТР ТС 021/2011 «Тамақ өнімдерінің қауіпсіздігі туралы» күшіне енді, келесіні ұйғарады: (10 баб): «...өнімнің қауіпсіздігінің талаптарымен байланысты тамақ өнімдерін өндіру (дайындау) процесстерін жүзеге асыру барысында, дайындаушы HACCP принциптеріне негізделген рәсімдерді енгузіге, өңдеуге және қолдауға міндетті.

Осылайша, ТР ТС 021/2011 сәйкес тамақ өнімдерін өндіру барысында (тамақ өнімдері, су, алкоголь өнімдері, сусындар, жартылай дайын өнім, тамақ өнімдерін дайындауға арналған өсімдік және жануар шикізаты, және т.б.), сондай-ақ өнімді сақтауда, тасымалдауда және сатуда (өндірушілер, дистрибуторлар, тасымалдаушылар, көтерме және бөлшек желілері, кафе, мейрамханалар және тамақ өнімдері айналасындағы басқа ұйымдар), Кедендік Одақ елдерінің сыртқы және ішкі нарықтарында HACCP принциптеріне негізделген қауіпсіздік талаптарын ұстануы қамтамасыз етілу керек.

HACCP принциптері, сонымен қатар ISO 22000:2005 «Тамақ өнімдері қауіпсіздігінің менеджмент жүйелері. Тамақ өнімдерін өндіру саласындағы барлық ұйымдарға қойылатын талаптар» стандартында жүзеге асырылады.

*Тамақ өнімдері қауіпсіздігінің менеджмент жүйелерін сертификаттау артықшылықтары:*

1) Өнім сапасын басқаруда тікелей өнімді бағалау орнына жүйелік тәсілдемені қолдану;

2)Барлық ресурстарды үйлесімдеу және технологиялық процесстерді оңтайландыру;

3) Жеткізушілермен, әріптестермен, тұтынушылармен және бақылау органдарымен қарым-қатынасты үйлесімдеу;

4) Жұмысшылардың жауапкершілігі мен жеке білімін жоғарылату;

5) Тұрақты негізде қауіп-қатерлерді бақылау, өнімнің өмірлік цикл операциясын бақылау үшін қаражат енгізу және дайындау;

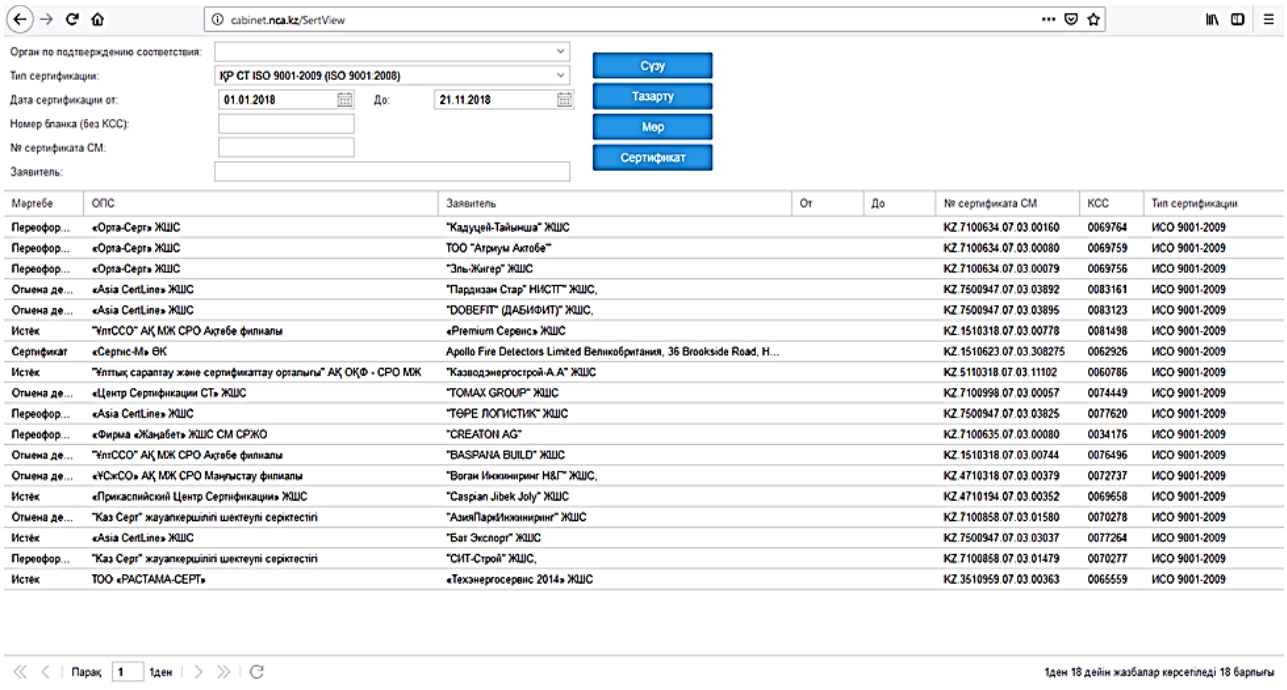
6) Тендерлерге қатысу барысында артықшылық және ұйымның халықаралық нарықтарға шығу мүмкіндігі;

7) Сіздің өнімге тұтынушылардың сенімін арттыру, және де өнімнің бәсекелесі қабілетін жоғарылату;

8) Бизнес табыстылығын арттыру [5].

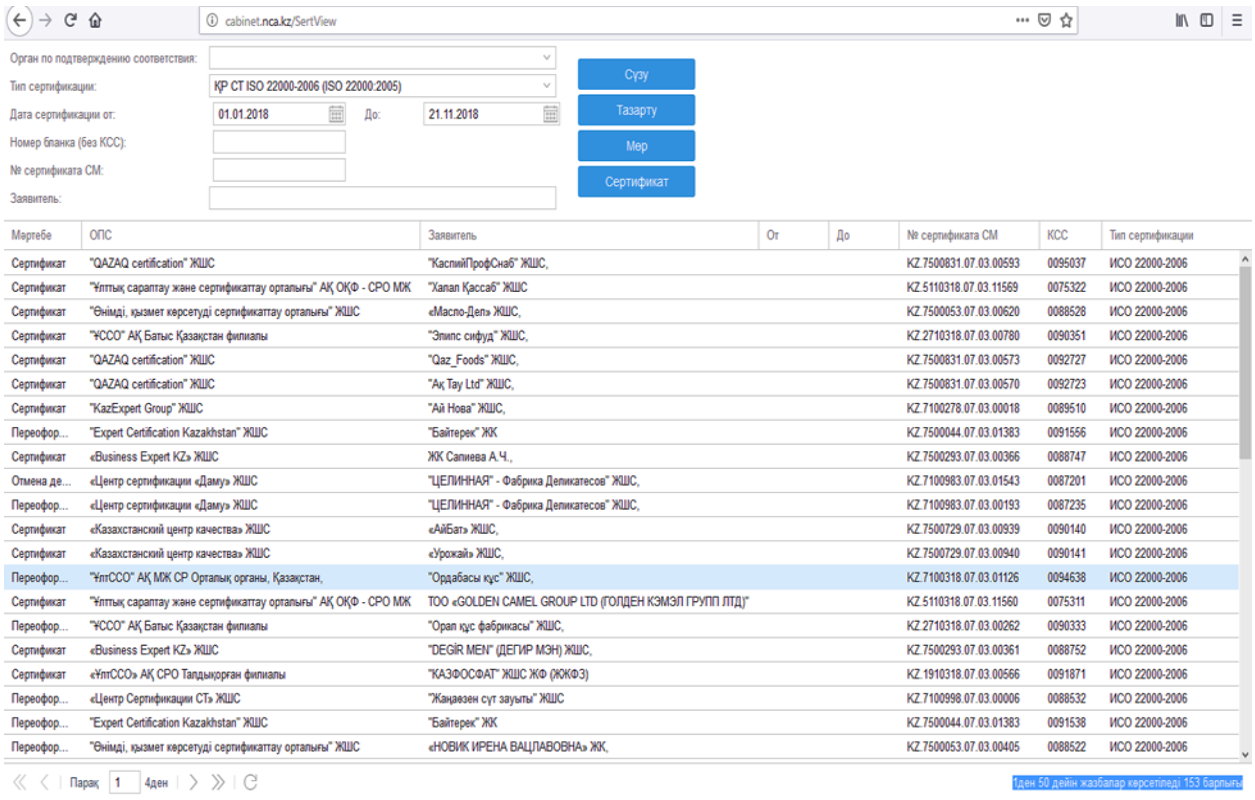
**Талдама нәтижелері**

Ұлттық аккредиттеу орталығының (ҰАО) ресіми сайтында келтірілген ақпараттарға көз жүгіртсек, 01.01.2018 – 21.11.2018 уақыт аралығында төменде көрсетілген мәліметтерге сәйкес: 1 – Суретте көріп отырғандарыңыздағыдай ҚР СТ ИСО 22000-2006 бойынша 153 СМЖ сәйкестік сертификаты рәсімделген екен.




**Сурет 1.** ҚР СТ ИСО 22000-2006 бойынша 153 СМЖ сәйкестік сертификаты

Ұлттық аккредиттеу орталығының (ҰАО) ресіми сайтында келтірілген ақпараттарға көз жүгіртсек, 01.01.2018 – 21.11.2018 уақыт аралығында төменде көрсетілген мәліметтерге сәйкес: 2-Суретте көріп отырғандарыңыздағыдай ҚР СТ ИСО 9001-2009 (ISO 9001:2008) бойынша 18 СМЖ сәйкестік сертификаты рәсімделген екен.




**Сурет 2.** ҚР СТ ИСО 9001-2009 (ISO 9001:2008) бойынша 18 СМЖ сәйкестік сертификаты

**Қорытынды**

Бүгінгі күні Ұлттық аккредиттеу орталығында 1445 субъекті аккредиттелген. Оның ішінде 89 өнімдер мен көрсетілетін қызметтердің сәйкестігін растау органы, 73 менеджмент жүйесі бойынша сәйкестітігін растау органы, 800 сынақ зертханасы, 401 салыстырып тексеру зертханасы, 50 калибрлеу зертханасы бар. Естеріңізде болса 2003 жылы Қазақстан кәсіпкерлерінің 11-ші форумында Елбасы шетелде қазақстандық сертификаттарды тану туралы мәселені көтерген еді. Осыған байланысты халықаралық нарықта қазақстандық бизнесті қолдау және қорғаудың тиімді тетігін әзірлеуге, шетелде қазақстандық сертификатты тану бойынша жұмыс жұмыс жүргізуге тапсырма берілген [6].

Ұлттық аккредиттеу орталығының (ҰАО) сайтында тіркелген мәліметтерге сүйене отырып 01.01.2018 – 21.11.2018 уақыт аралығында қанша СМЖ сәйкестік сертификаты рәсімделгендігі анықталынды.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Цыганова Л.В., Тихомирова О.И. Интегрированные системы менеджмента –// Управление качеством. -2006. №2, 46-56 с.

[2] Шепелева Е.В., Митасева Е.В. Тетерук А.П., Комисарова И.И., Интегрированная система управление безопасностью и качеством-2008, 25-26с.

[3] Сурак Д.Г. Рецепт безопасной продукции: ИСО 22000 и ХАССП -2008,96-100с.

[4] Трапезникова А.Е., Вайскробова Е.С. Обеспечение безопасности пищевой продукции на основе стандарта ИСО 22000-2009, 496с.

[5] ISO 22000:2005 «Тамақ өнімдері қауіпсіздігінің менеджмент жүйелері. Тамақ өнімдерін өндіру саласындағы барлық ұйымдарға қойылатын талаптар»

[6] https://www.inform.kz/kz/ulttyk-akkreditteu-ortalygy-otandyk-onimdi-shetelde-ilgeriletuge-septigin-tigizedi_a3046175

Игиликова М.Б., Манап К.Р., Сериккызы М.С., Уажанова Р.У.

**Статистический анализ сертификатов соответствия системы менеджмента качества Национального центра аккредитации Республики Казахстан**

**Резюме.** Статья выполнена с целью исследования статистического анализа сертификатов соответствия системы менеджмента качества Национального центра аккредитации Республики Казахстан. В данной работе изучено сертификат соответствия и эффективность системы менеджмента качества. Проведена анализ методов менеджмента качества, оказывающих наибольшее влияние на повышение эффективности система менеджмента качества организаций. Подведены итоги и сделано заключение об исследуемых информациях.

**Ключевые слова:** Национальный центр аккредитации, качество, оценка качества, анализ сертификатов, системы управления качеством

Igilikova M.B., Manap K.R., Serikkyzy M.S., Uazhanova R.U.

**Statistical analysis certificates of quality management system compliance of the national accreditation center of the republic of kazakhstan**

**Summary.** The article is designed to study the statistical analysis of certificates of conformity of the quality management system of the National Accreditation Center of the Republic of Kazakhstan. In this paper, studied the certificate of conformity and the effectiveness of the quality management system. The analysis of quality management methods that have the greatest impact on improving the effectiveness of the quality management system of organizations. The results were summed up and a conclusion was made about the information under study.

**Key words:** National Accreditation Center, quality, quality assessment, certificate analysis, quality management systems.

УДК 528.3.

**A.B.Umirbaeva, M.B.Nurpeisova**

(Kazakh national research technical university named after K.I. Satpayev,
Almaty, Kazakhstan E-mail: Marzhan-nurpeisova@rambler.ru, a_umirbayeva@mail.ru)

## GEODESIC MONITORING NAROSHENNYK TERRITORY

**Abstract.** The history of the Semipalatinsk Testing Polygon (CIP) is sought and studied on the territory of the CIP, which is widely used in many research and experimental studies. Sredies of geodesic surveys, interiors of work, submitted by the Institute of Geophysical Research of the Republic of Kazakhstan. In the article were discussed questions of planning of planting and geodesic monitoring of land surveying. Geodetic observations have been proposed. The primary analysis of geodesic monitoring results has been settled and it is established that the depth of sunlight is about 5-6 mm in diameter. The resulting results are used when applying optional appraisal and exposure guidelines to radiation safety.

**Key words:** daylight surface deformation, plan heights geodetic control, leveling work, well.

**А.Б.Умирбаева, М.Б. Нурпеисова**
(Казахский национальный исследовательский технический университет им.К.И.Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан
Marzhan-nurpeisova@rambler.ru, a_umirbayeva@mail.ru)

# ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ НАРУШЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ СЕМИПАЛАТИНСКОГО ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ПОЛИГОНА

**Аннотация.** История бывшего Семипалатинского испытательного полигона (СИП) известна и изучению его территории посвящено много научно- исследовательских работ. Среди них в части геодезических исследований, интересны работы, проводимые Институтом геофизических исследований РК. В статье рассмотрены вопросы создания планово-высотного обоснования и проведение геодезического мониторинга земной поверхности**.** Предложена методика ведения геодезических наблюдений. Выполнен первичный анализ результатов геодезического мониторинга и установлено, что оседание дневной поверхности достигает 5-6 мм. Полученные результаты используются при дополнительной оценке последствий и в разработке рекомендации по использованию земель с точки зрения радиационной безопасности.

**Ключевые слова:** подземный ядерный взрыв, деформация дневной поверхности, планово-высотное обоснование, нивелирные работы, скважина.

Территориально Семипалатинский испытательный полигон расположен на пересечении трех областей Казахстана: Павлодарской, Карагандинской и Восточно-Казахстанской и занимает площадь 18 тыс. кв.км. За время функционирования СИП (1949-1989 гг) на его территории было проведено 456 ядерных испытаний, в том числе 86- воздушных, 340- подземных и 30-контактных. Здесь проводились испытания первой в СССР атомной ( 1949 г.) и первой в мире водородной (1953 г.) бомб.

С момента запрета проведения ядерных испытаний в трех средах в 1963 г., в атмосфере, космическом пространстве и под водой, испытания ядерных устройств начали проводится только подземные ядерные испытания. На территории Семипалатинского испытательного ядерного полигона (СИЯП) подземные ядерные взрывы (ПЯВ) проводились в горизонтальных горных выработках – штольнях (участок горного массива Дегелен) и вертикальных горных выработках – «боевых» скважинах большого диаметра (участки Балапан и Сары-Узень). Схема основных испытательных участков на СИП показана на рис.1.

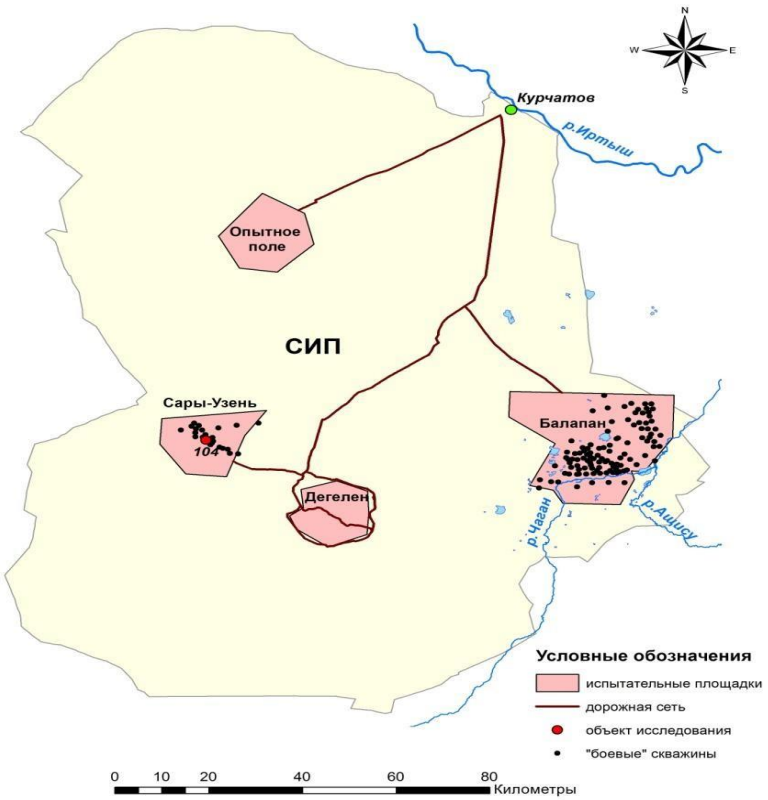



**Рис. 1.** Схема территорий Семипалатинского испытательного ролигона

ПЯВ в «боевых» скважинах проводились в различных геологических условиях и на различной глубине, что привело к разному влиянию последствий на окружающую среду. На настоящее время известно о образовании провальной воронки («боевая» скважина «Глубокая» участок Балапан) [1] и газировании на приустьевых участках отдельных «боевых» скважин, геофизический мониторинг проводимый на некоторых «боевых» скважинах так же подтверждает продолжение процессов в районе гипоцентров проведенных ПЯВ на участках Балапан и Сары-Узень.

Наиболее значительные последствия происходящих геодинамических процессов в местах проведения ПЯВ обнаруживаются в районе так называемой боевой скважины Глубокая на участке Балапан, где испытание было проведено в 1977 г. Через 15 лет здесь образовалась воронка [1] и в настоящее время ее диаметр составляет около 110 м, а глубина более 17 м (рис. 2).

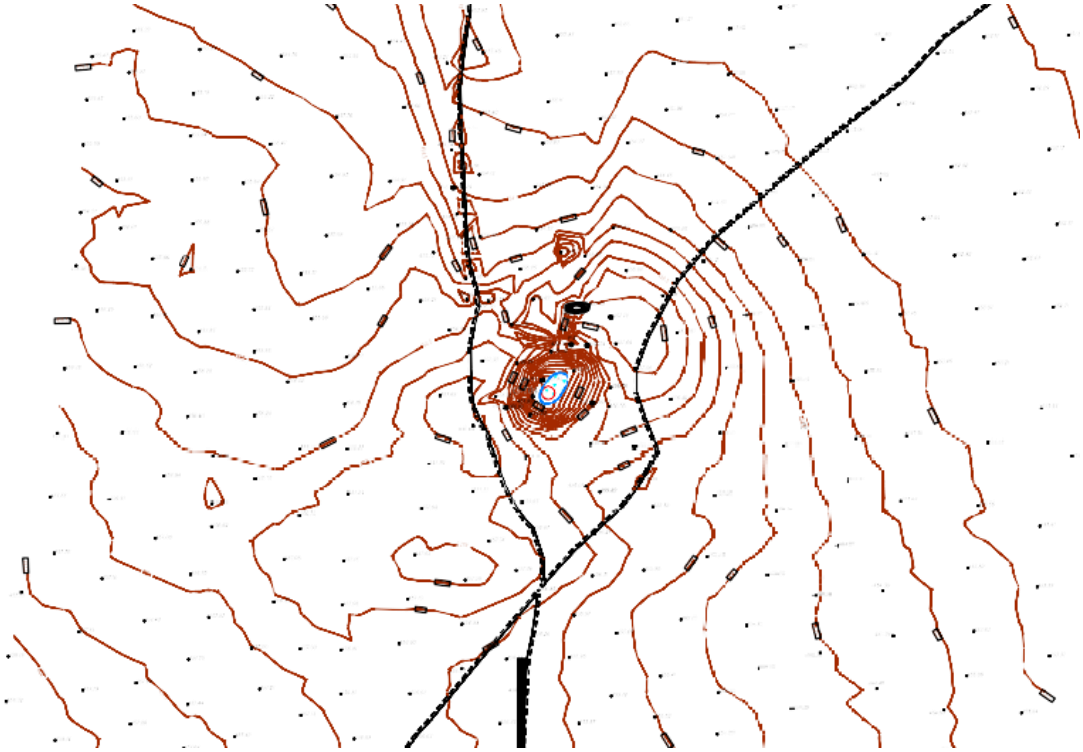


**Рис. 2.** Эпицентральная площадка скважины

Для определения влияния процессов происходящих в районе скважин на дневную поверхность и контроля за возможными проявлениями катастрофи-ческого характера (образование провальных воронок) проводится геодезический мониторинг на приустьевых площадках скважин на территории СИЯП [3].



Площадка скважины 104 представляет собой равнинную местность с пологим понижением рельефа с юго-запада на северо-восток. На приустьевом участке в 2010 году выполнена топографическая съемка масштаба 1:2000 с сечением рельефа 0,5 метра. План площадки «боевой» скважины участка Сары-Узень приведена на рис. 3.

**Рис. 3.** План площадки «боевой» скважины участка Сары-Узень

Абсолютные отметки на площадке изменяются от 458,5 м на юго-западе до 450,9 м на северо-востоке. По результатам топографической съемки на местности выделены незначительные повышения и пологие понижения. Колебания абсолютных отметок изменяется в пределах 1-7,6 м. В центре площадки располагается эллипсовидная воронка около 103 м в диаметре глубиной 5,3 м., большой осью простирающейся с юго-запада на северо-восток. В 85 м севернее центра воронки расположена насыпь вызванная техногенной деятельностью, размером 12х23 м, высотой 1,4 м, Урез воды в воронке на 8.10.2010 года составил - 450,27м.

Наблюдение за изменениями дневной поверхности производилось геометрическим нивелированием II класса. Для этого был разработан проект наблюдательной сети. Данная схема применялась для всех площадок.

Так как расстояние между испытательными скважинами значительное, то схема нивелирной сети локальная. Она представляет собой один исходный репер, установленный вне зоны возможных деформаций от ПЯВ на расстоянии 200-250 м, и четыре осадочные марки, установленные в районе воронки. При этом одна марка была закреплена в зоне наибольших деформаций - на дне воронки, а три — заложены по бортам.

Необходимо учитывать радиоактивное загрязнение на объекте, которое возникло вследствие нештатных ситуаций при проведении подземных ядерных взрывов. Для этого исполнители должны иметь допуск на проведение геодезических работ в зоне повышенного радиационного загрязнения согласно требованиям нормативных документов [5, 6], а также методика выполнения измерений должна обеспечивать минимальное время нахождения исполнителей на радиационно-загрязненном участке. Для этого создается карта-схема загрязнения места выполнения геодезических работ. Пример такой карты-схемы радиоактивного загрязнение для скважины № 101 испытательной площадки

Геодезический мониторинг на площадке выполняется нивелированием II класса по локальной наблюдательной сети [3], которая состоит из 5-ти грунтовых реперов. Общая длинна хода нивелирования II класса – 695 м., максимальное расстояние между реперами не превышало 242 м., минимальное расстояние составило 61 м. Для установки нивелира, по линии нивелирования были закреплены деревянные маркеры (выкрашены в зеленый цвет), а для установки реек (выкрашены в красный цвет)(рис.4).

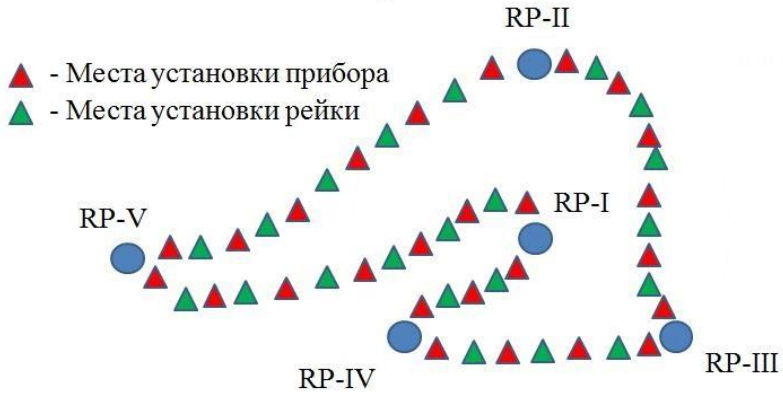



**Рис. 4.** Схема локальной наблюдательной сети на площадке скважины

Расстояние нивелира до реек измерялось цифровым нивелиром и не превышало 30м., неравенство расстояний от нивелира до реек на станции не превышало 1 м., накопление неравенств по секции не превышало 2 м., высота луча визирования не превышала 0.5 м. При проведении нивелирования II класса использовался цифровой нивелир SOKKIA SDL 30 (Япония), нивелирование проводилось по штрих-кодовым фибергласовым рейкам с RAB-кодом. Нивелирование выполнялось по замкнутому ходу в прямом и обратном направлении по кольям. Измерения проводились в осенний период года.

**Обсуждение результатов**.По данным 2014-2015 года грунтовые репера находились в состоянии проседания и величина их составила: Гр.р I -4.4 мм., Гр.р II -3.6 мм., Гр.р III -мм., Гр.р IV -5.4 мм.; По данным на 2014-2017 года можно сказать о сохранившейся тенденции положительного изменения высотного положения на Гр.р I, в этот период произошѐл подъѐм и составил +21.9 мм., на остальных реперах произошли минимальные изменения высотного положения: на Гр.р II +2.2 мм., Гр.р III +0.6 мм., Гр.р IV 0.0 мм. Сравнивая данные 2017 г и 2014 года, можно говорить, что вспучивании дневной поверхности в районе эпицентра ПЯВ, на Гр.р I (дно воронки) его величина составила +23.9 мм., на

Гр.р II небольшое проседание -3.2 мм., на Гр.р III высотное положение не изменилось, на Гр.р IV минимальное изменение высотного положения - 0.8 мм.

**Выводы.** Таким образом, можно говорить о неоднородности и непостоянстве динамики изменения высотного положения наблюдаемых грунтовых реперов что может быть вызвано недостаточным количеством данных. Необходимо продолжить наблюдения на локальной сети мониторинга для получения большего количества данных и установления причин происходящих процессов.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Труды междун научной конференции «Семипалатинский испытательный полигон. Радиационное наследие, иперспективы развития», г. Курчатов.НЯЦ РК, 2012. – 150 с.

[2] Яковенко А.М., Субботин С.Б., Уставич Г.А. К использованию комплекса геодезических работ для оценки техногенной опасности испытательных площадок бывшего семипалатинского испытательного полигона // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2015. XI Междунар. науч. конгр. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия– Новосибирск : СГУГиТ, 2015. Т. 1. – С. 105–109.

[3] Яковенко А.М., Уставич Г.А. Создание планово-высотного обоснования для топографо-геодезических работ в условиях радиационного загрязнения территорий Семипалатинского испытательного полигона // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2014. X Междунар. науч. конгр. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» □ Новосибирск : СГГА, 2014. Т. 1. □ С. 57–62.

[4] Нурпеисова М.Б. Комплексный мониторинг территории Семипалатинского ядерного полигона // Материалы НПК «Геоэкологические и геоинформационные аспекты в исследовании природных условий и ресурсов науками о Земле». -Алматы: КазНУ, 2013. – С. 213-217.

[5] Уставич Г.А., Яковенко А. М. Состав геодезических и картографических работ при изучении мест проведения ядерных взрывов на Семипалатинском испытательном полигоне // Геодезия и картография . - 2013. - № 4. - С.2-6.

[6] Бекбасаров Ш.Ш., Нурпеисова М.Б., Умирбаева А.Б. Комплексный мониторинг Семипалатинского испытательного полигона// Междунар. науч. Конфер «Современные проблемы и перспективы совершенствования рационального и безопасного недропользования».- Ташкент: ТашГТУ, 2018.- С.7-12.

Умирбаева А.Б., Нұрпейісова М.Б.

**Семей сынақ полигонының бұзылған аймақтарын геодезиялық мониторингтеу**

**Түйіндеме.** Бұрынғы Семей сынақ полигонының (ССП) тарихы және ССП -ың аймағында көптеген ғылыми-зерттеу жұмыстары жүргізілгені баршаға белгілі.. Сол жұмыстардың ішінде, әсіресе геодезиялық зерттеулер саласында, ҚР Геофизикалық зерттеулер институтының жүргізген жұмыстар ерекше. Мақалада полигон төңірегінде пландық- биіктік негіздемені құру және жер бетін геодезиялық мониторингтеу мәселелері қарастырылған**.** Геодезиялық бақылаулар жүргізудің әдістемесі ұсынылған. Геодезиялық мониторингтеудің алғашқы нәтижелеріне талдау жасалынған және жер беті шөгуінің шамасы 5-6 мм жеткендігі анықталған. Алынған нәтижелер аймақтың бұзылуына қосымша баға беруде және жер ресурстарын радиациялық қауіпсіздық тұрғысынан пайдалану ұсыныстарын жасауда пайдаланылады.

**Түйін сөздер:** жерасты ядролық жарылыстар, жер бетінің деформациялануы, пландық-биіктік негіздеме, нивелирлік жұмыстар, ұңғыма.

УДК 622.276.66

**D.Zh. Abdeli[1], S.M. Ozdoyev[2], A.E. Kontorovich[3], M.A. Mashrapova[1]**
([1]Satbayev University, Almaty, Kazakhstan
[2]**Institute** of geological sciences named after k. I. Satbayev, Almaty, Kazakhstan
[3]A.A Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, Novosibirsk, Russia
E-mail: moldir_m_m@mail.ru)

**INVESTIGATION OF HYDRAULIC FRACTURING IN LABORATORY CONDITIONS**

**Abstract.** The article describes the method of hydraulic fracturing for intensifying the flow of oil in the hole bottom. The oil fraction of increased boiling was used as the fracturing fluid in the core under laboratory conditions, and received results were analyzed.

**Key words:** hydraulic fracturing, fracturing fluid, high boiling oil fraction, permeability of a formation, saturation.

**Д.Ж. Абделі[1], С.М. Оздоев[2], А.Э. Конторович[3], М.Ә. Машрапова[1]**
([1]Сәтбаев Университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы
[2] Қ.И. Сәтбаев атындағы геологиялық ғылымдар институты,
Сәтбаев Университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы
[3]А.А. Трофимук атындағы мұнай-газ геологиясы мен геофизика институты СБ РҒА,
Новосибирск, Ресей
E-mail: moldir_m_m@mail.ru)

## ЗЕРТХАНАЛЫҚ ЖАҒДАЙДА ҚАБАТТЫ ГИДРАВЛИКАЛЫҚ ЖАРУ ӘДІСІН ЗЕРТТЕУ

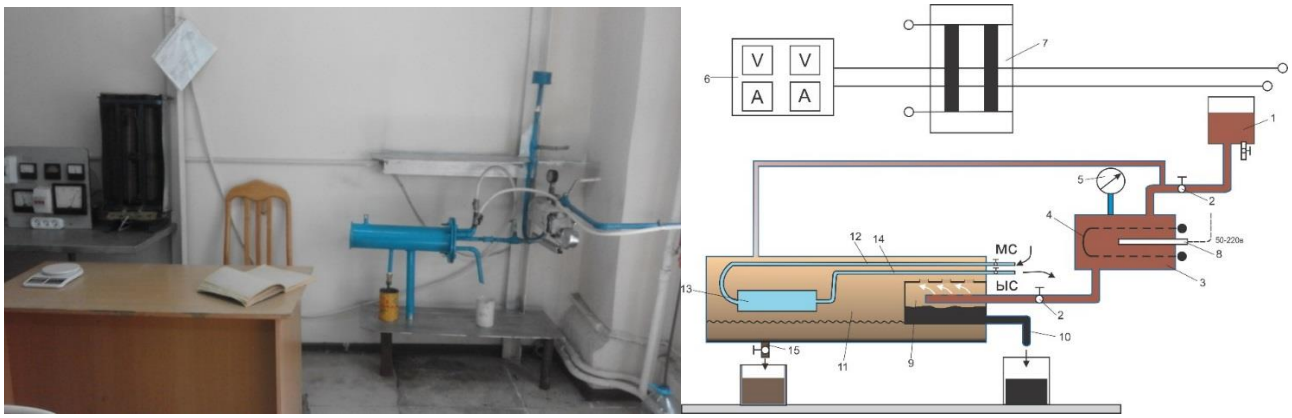
**Түйіндеме.** Мақалада мұнайдың ұңғыма түбіне келуін қарқындату мақсатында қабатты гидравликалық жару әдісінің қолданылуы қарастырылған. Қабатты гидравликалық жару барысында жару сұйықтығы ретінде қолданылатын мұнайдың қайнағыштығы жоғары фракциясы лабораториялық жағдайда кернде сыналып, оның зерттеу нәтижелері жан-жақты талданды.

**Түйін сөздер:** қабатты гидравликалық жару, жару сұйықтығы, мұнайдың қайнағыштығы жоғары фракциясы, қабаттың өткізгіштігі, қанығу.

**Кіріспе.** Қазіргі уақытта қабатты гидравликалық жару жұмыстары негізінен жару сұйықтығы ретінде су негізіндегі гельді қолдану арқылы жүзеге асырылады [1]. Бұл әдісті қолдану өткізгіштігі төмен коллекторларда, сондай-ақ өткізгіштігі жоғары қабаттарда ұзына бойлы жарықшақтарды туындату үшін проппанттың жоғары концентрациясын қолдануды талап етеді, ал бұл процесс тұтқырлығы жоғары кусырылған полисахаридті гельді қолданған кезде ғана мүмкін болады. Бірақ, сулы полисахаридті гельді дайындайтын реагенттер айтарлықтай қымбат. Осындай қасиетке ие қоспаны алу үшін саны 10 немесе одан жоғары түрлі компоненттерді қосуды талап етеді [2]. Экспериментті зерттеулер көрсететіндей, гуар және оның туындысы негізіндегі сулы полисахаридті гельді қолдану арқылы қабатты гидравликалық жаруды жүргізгеннен кейін коллектордың өткізгіштігі тек 40%-ға ғана қайта қалпына келеді [3,4]. Осы жағдайларды ескерсек, жару сұйықтығы ретінде қолданылатын судың орнына мұнайдың қайнағыштығы жоғары фракциясын қолдану керек және бұл лабораториялық зерттеуді қажет етеді. Мұнайдың қайнағыштығы жоғары фракциясы әрбір кенорынның өзінен шыққан мұнайдан бөлініп алынады.

Мұнай негізіндегі жару сұйықтығын қабатқа жіберген кезде температура артқан сайын тұтқырлығы төмендеп, сүзілгіштігі суға қарағанда тұрақты болады. Айдалған жару сұйықтығы қуыстарды кеңейтіп, капиллярлық түтікшелер ішіндегі кептелістерді ашады және жарықшақтар туындатуы мүмкін. Содан кейін, ашылған қуыстар мен пайда болған жарықшақтар қысымды төмендеткен кезде қайтадан жабылып қалмауы үшін проппант қосылған мұнай негізіндегі сұйықтық қабатқа жіберіледі. Мұнай негізіндегі сұйықтық қабаттың кеуекті қуыстарындағы проппанттардың бірқалыпты тасымалдануына мүмкіндік береді [5]. Сол себепті, ұңғыманың өнімділігін арттыру мақсатында мұнай негізіндегі жару сұйықтығын қолдану су негізіндегі жару сұйықтығын қолданғанға қарағанда тиімді болатындығын байқауға болады.

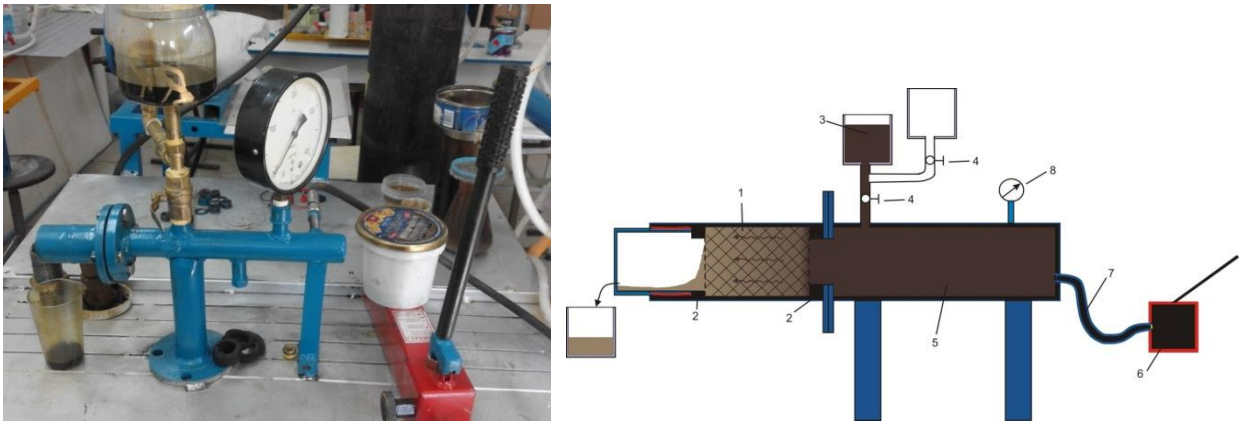
**Мұнайдың қайнағыштығы жоғары фракциясын бөліп алу.** Лабораториялық жағдайда мұнайдың қайнағыштығы жоғары фракциясын алу үшін қыздырғыш ыдысқа мұнай толтырылып, ток жіберу арқылы температура 100ºС, 150ºС, 200ºС, 250ºС дейін жеткізіледі. Қыздырылған мұнайдың ауыр фракциясы астында тұнып, астыңғы түтікше арқылы сыртқа шығарылады. Ал мұнайдың жеңіл фракциясы жоғары құбыр арқылы суытылатын кеңістікке барып, астыңғы түтікше арқылы сыртқа шығарылады. (1-сурет).




**1-сурет.** Мұнайды фракцияларға бөлу қондырғысы

Бастапқы мұнай мен құрылғы арқылы бөлініп алынған жеңіл және қайнағыштығы жоғары мұнайдың 20ºС, 60ºС, 80ºС және 100ºС-тағы тұтқырлығы анықталады.

Бөлініп алынған мұнайдың бастапқы және қайнағыштығы жоғары фракциясы арқылы қабатты гидравликалық жару үрдісін кернде сынап көру үшін алдымен кернге бастапқы мұнайды компрессордың көмегімен жоғарғы қысымда 2-суреттегі қондырғы арқылы айдайды.




**2-сурет.** Лабораториялық жағдайда кернді қою мұнаймен жару қондырғысының сызбасы.

Кернге бастапқы мұнайды жоғары қысымда итеру уақыты және керннен шыққан мұнайдың салмағы арнайы журналға жазылып алынады, сонымен қатар, жұмыс аяқталғаннан кейін қондырғыдағы кернді шешіп алып арнайы аналитикалық зертханалық таразыда өлшеп, мәліметтері жазылып алынады. Алынған мәліметтерді есептеу арқылы керннің кеуекті қуыстарындағы бастапқы мұнаймен итеру нәтижесінде алынған мұнайдың салмағы анықталады. Бастапқы мұнаймен итеру жұмысы аяқталған соң, дәл осындай ретпен кернге қайнағыштығы жоғары мұнайды, одан кейін бастапқы мұнайды қайта итеру жұмыстары жүргізіледі.

**Лабораториялық зерттеу жұмыстарының нәтижелері.** Мұнайдың қайнағыштығы жоғары фракциясын лабораториялық жағдайда бөліп алу кезінде бастапқы мұнай ретінде тығыздығы 0,860гр/см$^3$ болатын мұнай қолданылды. Мұнайдың тұтқырлығы лабораториялық жағдайда Пуазейля формуласы бойынша анықталды (1-кесте).

1-кесте. **Лабораториялық жағдайда қолданылған мұнайдың тұтқырлығы**

| № | Т, ºС | ρ, гр/см$^3$ | μ, Па*с |
|---|---|---|---|
| 1 | 20 | 0,860 | 0,020 |
| 2 | 60 | 0,848 | 0,017 |
| 3 | 80 | 0,824 | 0,010 |
| 4 | 100 | 0,816 | 0,009 |

Қондырғы арқылы бөлініп алынған мұнайдың қайнағыштығы жоғары фракциясының тығыздығы 0,943 гр/см$^3$ құрады, тұтқырлығы 2-кестеде көрсетілген.

2-кесте. **Мұнайдың қайнағыштығы жоғары фракциясының тұтқырлығы**

| № | Т, ºС | ρ, гр/см$^3$ | μ, Па*с |
|---|---|---|---|
| 1 | 20 | 0,943 | 0,057 |
| 2 | 60 | 0,851 | 0,013 |
| 3 | 80 | 0,832 | 0,011 |
| 4 | 100 | 0,808 | 0,008 |

Керннің бастапқы өткізгіштігін анықтау мақсатында кернге алдымен бастапқы мұнай айдалды. Кернге бастапқы мұнайды айдау кезіндегі қысым 5 МПа құрады. Керннен шыққан мұнайдың уақыты мен салмағы өлшеніп алынды да, 60 сек шыққан мұнайдың салмағының мәндері сәйкесінше 3; 7,3; 2,23 және 0,82 гр құрады және жеңіл мұнайды айдау жұмысы біткеннен кейінгі керндердің салмақтары 97,64; 99,13; 85,66 гр тең болды.

Кернге мұнайдың жеңіл фракциясын айдау жұмыстары аяқталғаннан кейін, мұнайдың қайнағыштығы жоғары фракциясын айдау жұмыстары жасалады. Кернге қайнағыштығы жоғары фракцияны айдау кезіндегі қысым 5 МПа және 60 сек шыққан мұнайдың салмақтары сәйкесінше 1,06; 2,36; 0,18 және 0,42 гр құрады.

Мұнайдың қайнағыштығы жоғары фракциясын айдау жұмыстары біткеннен кейін, кернде жарықшақтар мен қуыстардың қаншалықты ұлғайғандығын анықтау мақсатында кернге қайтадан мұнайдың жеңіл фракциясы айдалды. Кернге 5 МПа қысымда мұнайдың жеңіл фракциясын қайтадан айдау кезіндегі 60 сек шыққан мұнайдың салмақтары 15,24; 33,21; 9,10 және 3,21 гр құрады.

Лабораториялық жағдайда алынған мәліметтерді талдау барысында керннің кеуектілік коэффициенті 3-кестеде көрсетілген.

3-кесте. **Керннің кеуектілік коэффициенті**

| Керннің № | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| $К_к$, % | 13,42 | 12,89 | 12,54 | 12,23 |

Мұнайдың қайнағыштығы жоғары фракциясын айдауға дейінгі және айдаудан кейінгі керннің өткізгіштік коэффициенті 4-кестеде көрсетілген.

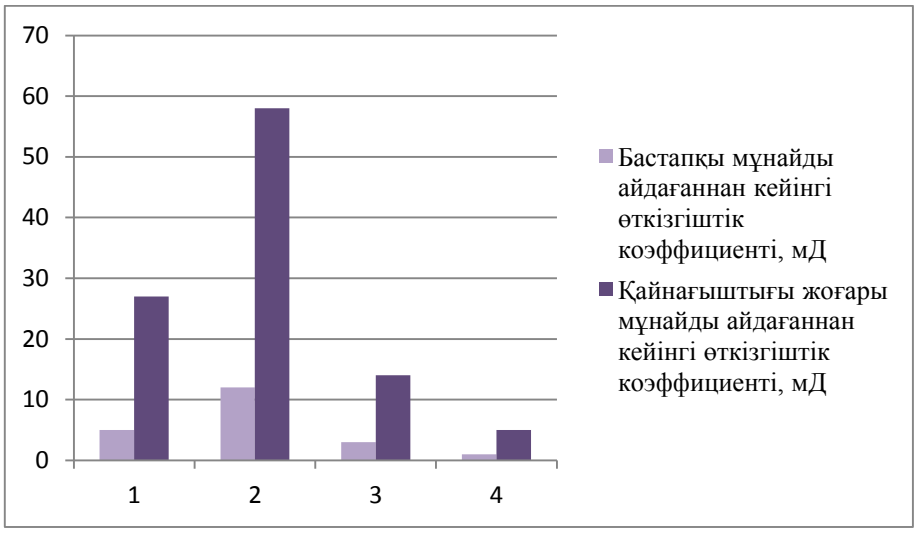
4-кесте. **Керннің өткізгіштік коэффициенті**

| Керн-нің № | Бастапқы мұнайды айдағаннан кейінгі өткізгіштік коэффициенті, мД | Қайн.жоғ.мұн. айдағаннан кейінгі өткізгіштік коэффициенті, мД |
|---|---|---|
| 1 | 5 | 27 |
| 2 | 12 | 58 |
| 3 | 3 | 14 |
| 4 | 1 | 5 |

Жасалған эксперименталды зерттеулер нәтижелерінен керннің өткізгіштігін бастапқыға қарағанда қабатты мини-гидравликалық жарудан кейін бірнеше есеге арттырғандығын көруге болады. Демек, қабаттық жағдайда мини-гидравликалық қабатты мұнайдың қайнағыштығы жоғары фракциясын қолданып жару әдісі қабаттың мұнай бергіштігін арттыруда үлкен роль атқаратындығы анықталды.

**Зерттеу нәтижелерін талдау**. Мұнайға қаныққан кернді арнайы қондырғыда жоғары қысымда жару сұйықтығы ретінде ең алдымен жеңіл мұнай қолданылды, одан кейін қыздыру арқылы алынған мұнайдың қайнағыштығы жоғары фракциясы қолданылды. Ең соңында кеуекті қуыстардың қаншалықты кеңейгендігін немесе жарықшақтардың пайда болғандығын білу мақсатында жеңіл мұнайды қолданып, тағы да бір рет эксперимент жасалынды.

Арнайы қондырғыда ең алдымен жүргізілген жару сұйықтығы ретінде жеңіл мұнайды қолданған кезде керндердің өткізгіштігі сәйкесінше 5; 12; 3 және 1 мД болып, ал жару сұйықтығы ретінде мұнайдың қайнағыштығы жоғары фракциясын қолданғаннан кейінгі керндердің өткізгіштігі сәйкесінше 27; 58; 14 және 5 құрайды. Бұл жерден керндердің өткізгіштігі бірнеше есеге артқандығына байланысты керндердің қуыстарының кеңейгендігін байқауға болады (3-сурет).




**3-сурет.** Керннің бастапқы мұнайды айдағаннан кейінгі және қайнағыштығы жоғары мұнайды айдағаннан кейінгі өткізгіштік коэффициенті

Эксперименталды зерттеулер жүргізу арқылы алынған мәліметтердің нәтижесі мұнайдың қайнағыштығы жоғары фракциясын қолданып қабатты гидравликалық жару тәсілі қабаттың мұнай бергіштігін және ұңғыманың өнімділігін арттыруға зор мүмкіндік береді.

Лабораториялық зерттеу нәтижелері көрсеткендей, мұнай негізіндегі жару сұйықтығын қолданып қабатты жарудың су негізіндегі жару сұйықтығына қарағанда мынадай артықшылықтары бар екендігін көрсетті:

- Мұнайдың қайнағыштығы жоғары фракциясы негізіндегі жару сұйықтығы өндіріліп жатқан кенорынның қабат мұнайынан алынатындықтан өзіндік құны төмен;
- Су негізіндегі жару сұйықтығына қосылатын өзіндік құны жоғары ешқандай қоспаларды қосуды қажет етпейді;
- Мұнайдың қайнағыштығы жоғары фракциясы негізіндегі жару сұйықтығы кенорнының мұнайлы қабатынан алынатындықтан, айдалатын қабаттың қабат суы мен мұнайының қасиеттерімен сәйкес болып, ешқандай реакцияға ұшырамайды;
- Су негізіндегі жару сұйықтығы мұнайлы қабаттағы жоғары температурада өз қасиетін жоюы мүмкін, ал мұнайдың қайнағыштығы жоғары фракциясы негізіндегі жару сұйықтығы жоғары температураға тұрақты келеді;
- Су негізіндегі жару сұйықтығына қарағанда фильтрациялану қасиеті төмен болғандықтан, коллекторлы жыныстардағы қуыстар мен капиллярлы түтікшелерге еніп, оларды біртекті жаруға қабілетті болады;
- Тұтқырлығы жоғары болғандықтан ашылған қуыстар мен жарықшақтарға проппантты біркелкі тасымалдау мүмкіндігі жоғары болады.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Мустаков П.Н. Повышение эффективности скважинной добычи нефти на Ватинском месторождении. Дипломный проект. Москва, 2014. -148с.

[2] Магадова Л.А. Разработка жидкостей разрыва на водной и углеводородной основах и технологий их применения для совершенствования процесса гидравлического разрыва пласта. Автореферат дисс. на соискание уч.ст. д.т.н. Москва, 2007.

[3] Ибатуллин Р.Р. Технологические процессы разработки нефтяных месторождений. –М.: ОАО «ВНИИОЭНГ», 2011. -304 с.

[4] Бобков Д.О. Проблемы, возникающие при проведении ГРП, и возможности их решения//Современные научные исследования и инновации. 2017. № 7.

[5] Баженов С.Л. Гидравлического разрыва пласта на углеводородной основе с использованием железных и алюминиевых солей ортофосфорных эфиров. Диссертация на соискание ученой степени к.т.н. Москва, 2007. -167с.

Абдели Д.Ж., Оздоев С.М., Конторович А.Э., Машрапова М.А.
**Исследование гидравлического разрыва пласта в лабораторных условиях**
**Резюме.** В статье рассмотрен метод гидравлического разрыва пласта для интенсификации притока нефти в забой скважин. При гидравлическом разрыве пласта в лабораторных условиях в керне в качестве жидкости разрыва использована фракция нефти повышенного выкипания, полученные результаты в ходе исследования были проанализированы.
**Ключевые слова:** гидроразрыв пласта, жидкость разрыва, фракция нефти повышенного выкипания, проницаемость пласта, насыщенность.

УДК 656.226.12.

**В.А. Лахно[1], А.А. Досжанова[2], Т.С. Картбаев[2], Ф.У. Маликова[2], Ш.Д. Толыбаев[2]**
([1]Еуропалық университеттің киберқауіпсіздік және ақпараттық жүйелерді қорғауды басқару бөлімінің бастығы, Киев, Украина
[2]Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы, Республика Қазақстан
tolybayev.sh@gmail.com)

## ЗИЯТКЕРЛІК КӨЛІК ЖҮЙЕЛЕРІН БАҚЫЛАУ ЖӘНЕ БАСҚАРУДА БҰЛТТЫҚ ҚЫЗМЕТТЕРДІҢ КИБЕРҚАУІПСІЗДІГІН АРТТЫРУ

**Аннотация.** Осы зерттеу мақаласында зияткерлік көлік жүйелерін бақылау және басқару үшін бұлтты сервистердің киберқауіпсіздігін қамтамасыз ету мәселесіне арналған жан-жақты зерттеулердің нәтижелері көрсетілген. Зерттеу барысында төмендегідей негізгі нәтижелер алынды. Зияткерлік көлік жүйелерінің киберқауіпсіздігін бағалауға жаңа көзқарас, іс жүзінде ұсынылып, сыналды. Интеллектуалды көлік жүйелеріне арналған киберқауылдардың моделі көрсетілген. Киберқауіпсіздіктің қауіп-қатерін бағалау әдісі мен әдістемесі, сондай-ақ интеллектуалды көлік жүйелеріндегі бұлттық инфрақұрылымдарда үйлесімді бағдарламалық және ақпаратты қорғау құралдарын таңдаудың алгоритмдері әзірленді.
**Түйінді сөздер:** зияткерлік көлік жүйелері, бұлтты есептеулер, киберқауіпсіздік, ақпаратты қорғау, қауіп-катерлерді бағалау әдістемесі.

**Кіріспе.**

Ақпараттық және коммуникациялық технологиялар мен жүйелердің (АКТ) қарқынды дамуы салдарыннан әртүрлі көліктер және деректердің артуына байланысты, көптеген көліктік компаниялар деректерді және есептеулерді бұлтқа көшіруді кеңнен қолдана бастады [1]. Зиялы көлік жүйелерінің бұлттық инфрақұрылымдары (бұдан әрі зияткерлік көлік жүйесі немесе ЗКЖ деп аталады) дәстүрлі желілер сияқты бірдей қауіп-катерлерге ұшырайды. Алайда, [2, 3] хостинг-провайдерлердің бұлттық орталары киберқылмыскерлердің негізгі нысаны болып табылады. Мысалы, жеке пайдаланушының ақпаратын, коммерциялық құпияларды және бұлтдағы басқа деректерді жариялау хостинг-провайдерлердің үлкен қаржылық және беделінің жоғалуына әкелуі мүмкін. Сондықтан, бұлтты есептеу және деректерді сақтау қызметтерінің провайдерлері кибер қауіпсіздік тиісті деңгейін қамтамасыз ету үшін, қауіп-қатерлерді азайту және киберқауіптерді жою қажет. Егер физикалық қауіпсіздік инфрақұрылымдық компоненттерге қол жеткізуді қатаң бақылауға негізделген болса, желілік қауіпсіздік көптеген ЗКЖ үшін бұлтты инфрақұрылымның киберқауіпсіздігінің периметрі бойынша проблемалы аумағы болып қалмақта [3]. Атап айтқанда, ЗКЖ үшін, тиімділікті арттырудың бір жолы - ғаламдық желідегі қызметтермен өзара әрекеттесуді ұйымдастыру, мысалы, электрондық карталар мен спутниктік суреттер қызметтері, электронды кестеге қол жеткізу және т.б. ЗКЖ бұлтты инфрақұрылымы үшін кибершабуылдық сценарийлердің күрделене түсуі тұрғысынан, жедел қызмет көрсететін ең маңызды міндеттердің бірі олардың киберқауіпсіздігін қамтамасыз ету міндеті болып табылады [3, 4] .

ЗКЖ-дегі бұлтты есептеулерді қолдану, KRB мамандарынан бұлтты қорғау жүйелерін басқарудың жаңа тәсілдерін синтездеу бағытында зерттеулер жүргізуді талап етеді. Осылайша, ЗКЖ үшін бұлтты бұлттық қызметтерін құру міндеттері және ЗКЖ-ғЕ зиянды әсерімен байланысты қауіп-қатерлерді төмендету әдістемесін жасау, өзекті және үлкен ғылыми практикалық маңызды мәселе болып қалады.

**Әдебиеттерді шолу.**

Атап өткендей, бұлтты технологиялар сегментінде ұсынылған барлық компаниялар[ 3 - 6 ], соның ішінде көліктік компаниялар [ 7 ], өздерінің бұлт инфрақұрылымын КБР- ға зиянкестердің бұзуынан бас тартуға мәжбүр етеді . КрБ-ның әртүрлі «тесіктері» үлкен көліктік компанияларда жиі кездеседі [2, 4, 7]. Бұл зерттеу тақырыбы тек соңғы жылдары ғана көптеген басылымдарға арналды [ 8-10 ]. Көптеген жұмыстың болмауы – компьютерлік зиянкестердің әртүрлі типтерінен ИТС-қа зиян келтіретін әсерімен байланысты тәуекелдерді төмендетуге мүмкіндік беретін нақты ұсыныстар мен әдіснамалардың жетіспеушілігі (1 0 ).

Бұл модельдер [8 -1 0] өз жағына қорғау үшін ресурстарды жоғалту тәуекелін бағалауға, сондайақ мүмкін емес.

[ 3 , 5 , 8 , 1 0 ]-да көрсетілген ережелердің сәйкессіздігін ескере отырып, тәуекелдерді бағалау әдіснамасын әрі қарай дамыту проблемасы СТБ әртүрлі деңгейлері бар қорлар құрамын сандық негіздеу қажеттілігін және МТС-дағы бұлтты сервистердің қауіпсіздігін ескере отырып, өзекті болып қалады.

**Жұмыстың мақсаты.**

Жұмыстың мақсаты ИТЖ-де бұлтты есептеу технологиясының киберқауіпсіздігін қамтамасыз етуде қолданылатын әдіснамалық тәсілдерді жетілдіру болып табылады.

**Мақаланың негізгі мазмұны.**

- ЕО, АҚШ, Жапония, Қытай және басқа елдерде жоғары технологиялық АКТ қарқынды дамып келеді. Осы жобалардың көпшілігі жолаушылар мен жүктерді тасымалдау үшін ғаламдық ақпараттық технологияларды (АТ) енгізу барысында мамандардың күш-жігерін біріктіреді. Мұндай АКТ тасымалдарының мысалдары [9]:

- «интеллектуалды жүк» технологиялары мен жүйелері. Тасымалдау процесінде мұндай тауарлар автоматты түрде жіберушіні / алушыны олардың ағымдағы координаттары мен қасиеттерін хабардар етеді;

- тасымалданатын жылжымалы қондырғыларды (мысалы, авто-басқару жүйелерімен жабдықталған жүк автомобилдері мен автокөліктер) автоматты басқаруға арналған технологиялар;

- жолаушылар мен жүктерді тасымалдаудың жоғары деңгейін қамтамасыз ететін технологиялар;

- тұрақты және төтенше жағдайларда көлік инфрақұрылымы объектілерін басқару жүйелерінің тұрақтылығын қамтамасыз ететін технологиялар (әр түрлі көлік түрлерінің өзара байланысын қоса алғанда, жер, әуе, теңіз және т.б.);

- әртүрлі жағдайларда жеке тасымалдаушылардың әрекеттерін жоспарлау кезінде ведомствоаралық ынтымақтастықты қамтамасыз ететін интеллектуалды технологиялар мен жүйелер;

- жолаушылар мен жүктерді тасымалдаудың технологиялық үдерістеріне қатысатын материалдық, қаржылық және өзге де ресурстарды басқаруды қоса алғанда, көліктің әртүрлі режимдері үшін ақылды автоматтандырылған басқару жүйесі;

- және тағы басқалары

Кез-келген заманауи ЗКЖ мынадай компоненттерден тұрады :

- әуедегі қондырғылар мен жүйелер. Бұл жүйелер мобильді объектілерде орнатылады және қашықтан мониторинг (мониторинг) және т.б. үшін арналған;

- көліктік инфрақұрылымның тіркелген объектілерінде орнатылған объектілер мен жүйелер;

- ақпаратты өңдеуге және сақтауға арналған серверлер. Соңғысы бұлтты есептеу жүйелері ретінде жіктелуі мүмкін (бұдан әрі деректерді өңдеу орталықтары - деректер орталығы);

- диспетчерлік, жедел және жағдайлық орталықтар;

байланыс құралдары. Мысалы, Интернет, GSM / GPRS желілері, спутниктік байланыс жүйесі және т.б .;

- ақпараттық және телекоммуникациялық объектілер. Бұл компоненттер сыртқы ақпараттық жүйелермен қауіпсіз өзара әрекеттесуді қамтамасыз етеді.

Жоғарыда айтылғандай, бөлінген көлік жүйелеріне, оның ішінде ЗКЖ үшін, платформада және бұлтты есептеу технологиясындағы ақпаратты [1, 2, 4] интеграциялау үшін тұрақты үрдіс қалыптасты. Бұл әртүрлі тасымалдаушылар мен көлік түрлерінің жоғары деңгейлі географиялық бөлінген ресурстарына тиімді қолжетімділікті қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Жоғарыда аталған компоненттердің кез келгені компьютерлік шабуылдардың объектісі бола алады. Демек, ЗКЖ-тің бұлттық қызметтері мен көліктегі компьютерлік интеллектуалды технологиялардың басқа компоненттерін ұсыну мәселесі әлі де өзекті болып табылады [4, 5, 10].

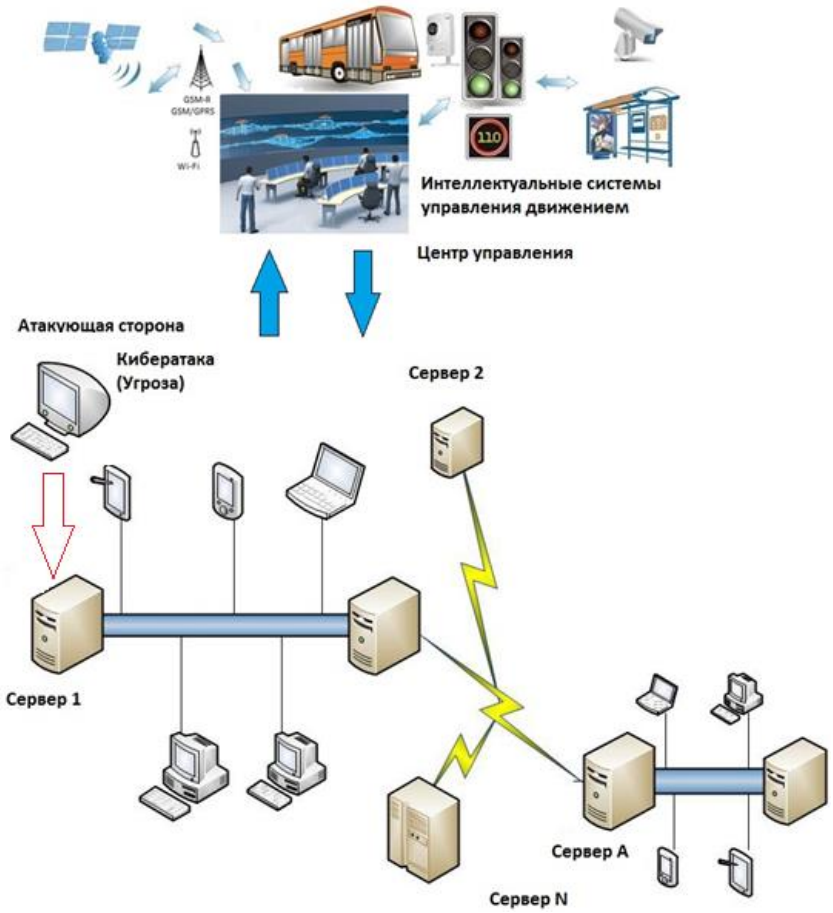
ЗКЖ үшін қауіптердің негізгі түрлері:

- белсенді жабдықтар мен перифериялық құрылғыларды басқаруға рұқсатсыз кіру ;
- деректерді ауыстыру немесе жою мақсатымен деректерге рұқсатсыз кіру ;
- тұтастай жүйені және оның жеке компоненттерін өшіру мақсатында ЗКЖ-ге хакерлік шабуыл жасау.

ЗКЖ-дегі бұлтты есептеуді қамтамасыз ету шарттары көліктегі классикалық деректер орталықтарының қауіпсіздік талаптарынан ерекшеленбейді. Дегенмен, көліктегі деректер орталығында сандық виртуализация технологиясы және бұлттық орталарға көшу ЗКЖ-ді жаңа қауіп-қатерлерге әкеледі. Бұл жүйелердің күрделілік деңгейінің сәтсіздігінің ауырлығына ИЕТ-ті қамтамасыз ету міндеттерін мұқият талдау қажет, оның ішінде ЗКЖ тұрақтылығына назар аудару керек, оның құрамында деструктивті әсерлер киберқылмыскерлер тарапынан, 1-сурет.

Тиімді МСБ-ны ұйымдастыру үшін қорғау шаралары кешені талап етіледі, атап айтқанда:

- интеллектуалды агенттерді, мониторинг және оқиғаларды талдау жүйелерін дамыту (ЗКЖ бұлтты инфрақұрылымындағы оқиғаларды қоса алғанда) [4];
- сертификатталған телекоммуникациялық жүйелер мен жабдықтарды, оның ішінде ақпараттық қауіпсіздікті пайдалану;
- жәнеде басқалары .




**Сурет 1.** ЗКЖ бұлтының фрагменті

Зерттеу және бұрынғы жарияланымдарды жалғастыра отырып, ITS CRB үшін келесі негізгі кезеңдерден тұратын тәуекелдерді төмендету әдістемесі әзірленді:

1) ITS бұлттық қызмет ресурстарының деңгейі мен өлшемі бойынша «қауіпсіздік деңгейін» ажырату [4, 5];

2) ЗКЖ киберқауіпсіздік контурына осалдықтар мен қауіп-қатерлерді анықтау үшін модульдерді енгізу [4, 10-12];

3) кибершабуылды жүзеге асыру ықтималдығының сандық мәндерін жылдам алуға мүмкіндік беретін параметрлерді моделдеу;

4) ЗКЖ кибер қауіпсіздік жүйесін қолдау шығындарының арасындағы теңгерімді орнату үшін экономикалық параметрлерді есептеу және ЗКЖ-де қызмет ететін бұлтта орнатылған бүкіл қызмет көрсетудің құны.

Бұрын [4, 6, 10, 11] кибер қауіпсіз ЗКЖ контурлары үшін үйлесімді аппараттық және бағдарламалық құралдардың кешендерін таңдау әдісін, соның ішінде бұлтты қызметтердің енгізілуін ескере отырып сипаттады.

Ұсынылған әдіс ЗКЖ үшін тәуекелдерді бағалау матрицалары, клиенттердің талаптары және ЗКЖ -де қолданылатын бұлттық технологияларды қамтамасыз етудің әртүрлі нұсқаларының тиімділігінің экономикалық көрсеткіштеріне негізделген кибершабуыл қауіп-қатерлерді бағалауға және азайтуға мүмкіндік береді.

**Қорытынды.**

Осылайша, ЗКЖ-ін мониторинг және басқару үшін бұлтты қызметтердің киберқауіпсіздігін қамтамасыз ету мәселелері бойынша жан-жақты зерттеулердің нәтижесінде келесі нәтижелер алынды:

- ЗКЖ киберқауіпсіздігінің қауіп-қатерін бағалауға жаңа көзқарас ұсынылды. Бұған ЗКЖ үшін кибертроэфирлік үлгілерді спецификациялау арқылы, сондай-ақ ЗКЖ бұлттық сервисінде айналысатын ақпараттың тұтастығын, қол жетімділігін, құпиялылығын қамтамасыз етуге бағытталған клиенттердің классикалық талаптары қарастырылды;

- ЗКЖ инфрақұрылымында деректерді қорғау құралдарын үйлесімді бағдарламалық және аппараттық құралдарды таңдаудың жаңа алгоритмдерін ескере отырып, ЗКЖ киберқауіпсіздігінің қауіп-қатерлерін бағалау әдісі мен әдістемесі жетілдірілді.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Sagar, KD, Kumar, AP, Ankush, GS, Harika, T., Saranya, M., Хемант, Д. (2016). Бұлтты есептеу технологиясын қолданатын IoT негізіндегі темір жол апаттарының алдын алу жүйесін енгізу , *Үндістан ғылым және технология журналы* , 9 (17), б. 1- ден 5-ке дейін.

[2] Рамговинд, С., Элофф, ММ және Смит, Э. (2010). Бұлтты есептеулерде қауіпсіздікті басқару, *Оңтүстік Африкада ақпараттық қауіпсіздік (ISSA)* , с. 1 - 7. IEEE.

[3] Сайджид, А., Аббас, Х., & Салем, К. (2016). Cloud-assisted iot-based scada жүйелерінің қауіпсіздігі: *өнер жағдайын шолу және болашақ сынақтар. IEEE* қатынасы, 4, б. 1375 - 1384.

[4] Петров, О., Боровик, Б., Карпинский, М., Корченко, О., Лахно, В. (2016). Зияткерлік сәйкестендіру қауіптілігі бар иммундық және қорғаныстық корпоративтік жүйелер, Пскжина: Śląska Oficyna Drukarska, 222 б. ISBN: 978-83-62674-68-8.

[5] Лахно, В. (2014). Ақпараттық процестердің сенімділігі мен қауіпсіздігін қамтамасыз етуді сыни қолдану деректерін өңдеу жүйелерінде қамтамасыз ету, *MEST журналы* , *2* , с. 79 - 71.

[6] Лахно В.А. киберқауіпсіздікті басқару жүйесін, *Радиоэлектроника, информатика, басқару* , 2017ж. 2, с. 109-116.

[7] Лахно, В.А., Петров, О.С., Храбариев, А.В., Иванченко, Ю.В., Бекетова, Г.С. (2016). Ақпараттық-коммуникациялық жүйесіне деструктивті әсер ету жағдайында ақпараттық қауіпсіздікті қамтамасыз етуді жетілдіру, *Теориялық және қолданбалы ақпараттық технологиялар журналы* , *89* (2), б . 352 - 361 .

[8] Бен-Ашер Н., Гонсалес С. Киберқауіпсіздіктің шабуылды анықтауға әсері , *Адамның мінез-құлқы туралы компьютерлер* , 2015, т. 48, с. 51-61.

[9] Әл Хадиди, М., Ибрахим, Ю.К., Лахно, В., Корченко, А., Терешчук, А., Переверзев А. (2016). Ақпараттық-коммуникациялық жүйелерде кибершабуылды бақылау және тану үшін интеллектуалды жүйелер, *Компьютерлер мен бағдарламалық қамтамасыз ету бойынша халықаралық шолу* , 11 (12), б. 1167-1177.

[10] Ахметов, Б., Лахно, В., Бойко, Ю., Мищенко А. (2017). Киберқауіпсіздікті қамтамасыз етудегі нашар ресімделген проблемаларды шешуге қолдау көрсету жүйесін құрастыру , *Шығыс Еуропалық Кәсіпкерлік Технологиялар Журналы* , 1 (2 (85)), б. 4-15.

[11] Бекетова, Г.С., Ахметов, BS, т.б. Korchenko, AG, & (2017). *Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясының бюллетені* , сыни маңызды ақпараттық жүйелер үшін оңтайландырудың резервтік үлгісі , 5-б., С. 37-44.

[12] Бекетова, Г., Ахметов, Б., т.б. Korchenko, A., & (2017). *Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясының бюллетені* Matlab және Simulink-де киберқауіпсіздікті симуляциялық модельдеу , (3), с. 54-64.

Лахно В.А., Досжанова А.А., Картбаев Т.С., Маликова Ф.У., Толыбаев Ш.Д.

**Обеспечение кибербезопасности облачных сервисов для мониторинга и управления интеллектуальными транспортными системами**

**Резюме.** В рамках обзорной статьи представлены результаты комплексных исследований, посвященных проблематике обеспечения кибербезопасности облачных сервисов для мониторинга и управления интеллектуальными транспортными системами

**Ключевые слова:** интеллектуальные транспортные системы, облачные вычисления, кибербезопасность, защита информации, методика оценки рисков.

Lakhno V.A., Doszhanova A.A., Kartbaev T.S., Malikova F.M., Tolybaev Sh.D.

**Cyber security support of clouds for the smart transport systems management and control**

**Summary** .This research article summarizes the results of comprehensive research on cloud security cyber security in the management and control of intelligent transport systems.

**Key words:** intelligent transport systems, cloud computing, cyber security, information protection, risk assessment technique

УДК 665.775.4

**[1]D.F. Nigmatov, [2]Lesbayev B.T., [2]D. U. Bodykov, [2]R. Salakhov**

([1]Al- Farabi Kazakh National University, Almaty, Republic of Kazakhstan. [2]The Institute of Combustion Problems, Almaty, Republic of Kazakhstan).

E-mail: nigmatovdias@gmail.com)

## «PROCESSING OF OIL SLIME WITH USE OF ELECTROHYDRAULIC EFFECT OF YUTKIN»

**Abstract:** One of the most significant sources of pollution, in addition to greenhouse gas emissions from oil refining, is oil slime. This paper presents a flowchart of an installation for processing complex high-viscosity and high-hardening compounds of oil sludge using the Yutkin electrohydraulic effect. As part of the experiment, the number of pulsed discharges was established for the flow of conversion processes. According to studies, the possibility of obtaining light fractions from oil slime was proved.

**Key words:** oil slime, processing, electro-hydraulic effect, deposit, discharge, light fractions.

**[1]Д.Ф. Нигматов, [2]Б.Т. Лесбаев, [2]Д.У. Бодыков, [2]Р. Салахов**

([1]Казахский национальный университет им. Аль-Фараби Алматы, Республика Казахстан

[2]Институт проблем горения, Алматы, Республика Казахстан)

E-mail: nigmatovdias@gmail.com

## ПЕРЕРАБОТКА НЕФТЯНОГО ШЛАМА С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ЮТКИНА

**Аннотация:** Одним из наиболее существенных источников загрязнения, помимо выбросов парникового газа при переработки нефти, являются нефтяные шламы. В работе представлена технологическая схема установки для переработки сложных высоковязких и высокозастывающих соединений нефтяного шлама с применением электрогидравлического эффекта Юткина. В рамках проведенного эксперимента было установлено количество импульсных разрядов для протекания конверсионных процессов. Согласно проведенным исследованиям, доказана возможность получения светлых фракций из нефтешлама.

**Ключевые слова:** нефтяной шлам, переработка, электро-гидравлический эффект, месторождение, разряд, легкие фракции.

Республика Казахстан входит в десятку стран по разведанным запасом нефти в мире и обладает порядка 11-12 млрд. тонн запасов нефти. Основная добыча нефти ведеться в Западна-Казахстанской, Атырауской, Актюбинской, Мангистауской и Кызылординской областях [1].

Нефтяная промышленность является одним из лидеров по отрицательному воздействию на окружающею среду, накопление шламов в шламонакопителях оценивается более чем в 4,5 миллионов тонн [2].Возникает логический вопрос экологической безопасности нефтяной промышленности Республики Казахстан, а именно влияния нефтеотходов на окружающую среду от добычи/переработки нефтяного сырья.

Нефтяной шлам образуется в результате эксплуатации нефтяных месторождений. Нефтешлам представляет собой остаток, который характеризуется стабильной эмульсией W/O воды-нефть, твердых веществ и металлов [3]. Соотношение нефтепродуктов, воды и механических примесей (частицы песка, глины, ржавчины т.д.) колеблется в очень широких пределах: углеводороды составляют 5-90%, вода 1-52%,твердые примеси 0,8-65%. Столь значительного изменения состава нефтешламов, диапазон изменения их физико-химических характеристик тоже очень широк. Плотность нефтешламов колеблется в пределах 830-1700 кг/м3, температура застывания от-30С до + 50$^{o}$С. Температура вспышки лежит в диапазоне от 35 до 120$^{0}$С [4]

Например, общее содержание нефтяного углеводорода в нефтешламе может варьироваться от 5% до 86,2% по массе, но чаще в диапазоне 15-50%, тогда как содержание воды и твердых веществ находится в пределах 30 -85% и 5-46% соответственно [5,6,7].

Нефтешлам можно условно разделить на несколько групп в соответствии с условиями его образования:

- Грунтовые – процесс образования происходит за счет пролива нефтепродуктов на почву.
- Придонные – появляются за счет оседания нефтеразливов на дно водоемов.
- Резервуарного типа – при хранении или транспортировки в различных емкостях.
- Технологические – за счет не переработки эмульсии традиционными методами подготовки нефти.

Опасность добычи нефти в Казахстане обуславливается тяжелыми климатическими условиями (резко континентальный климат и засушливостью), некоторыми геологическими условиями из-за высокого пластового давления и содержанием некоторых агрессивных компонентов (сероводорода). Вышеперечисленные факторы приводят к авариям на месторождениях, что в свою очередь приводит к экологической катастрофе [2].

Складирование шлама, осуществляется на специально отведенных полигонах на территории которого, недропользователь ведет добычу полезного ископаемого. На сегодняшний день есть два способа складирования нефтяного шлама: в открытых земельных резервуарах (нефтешламовый пруд) и специализированных нефтешламовых амбарах. В рамках экологической безопасности нашей страны необходимо кардинально решать проблемы с утилизацией нефтешламов и ликвидации накопленных «отходов» в резервуарах/амбарах.

В мировой практики существует ряд технологий, которые направлены на утилизацию нефтешлама, сами технологии можно разделить на группы, согласно таблице 1.

Таблица-1. **Классификация технологий по переработки нефтешлама**

| Метод | Технология |
|---|---|
| Термический | Утилизация путем сжигания нефтешлама в различных печах и амбарах |
| Механический | Физическое воздействие на нефтешлам с их последующим разделением |
| Химический | Экстрагирование при помощи растворителей |
| Физико-химический | Воздействие специальными реагентами, которые в свою очередь меняют состав шлама, для дальнейшей переработки на специализированном оборудовании |
| Биологический | Разложение шлама при помощи бактерии непосредственно в местах хранения |

Наиболее опасный и вредный метод – термический, потому как в процессе переработки происходит выпаривание нефтешлама, где значительная часть вредных испарений сразу попадает в атмосферу. Существующие технологии на данный момент обладают низкой производительностью, высокими материальными, энергетическими и финансовыми затратами. Из за перечисленных факторов, на сегодняшний день, технологии не получили глобального внедрения на нефтяные предприятия.

Нефтешлам с высокой концентрацией (> 50%) нефти и относительно низкой концентрацией твердых веществ (<30%) предпочтительнее рециркулировать [8]. Другие исследования показали, что нефтещлам в котором содержится относительно низкое содержание нефти (> 10%), можно тоже подвергнуть переработки [9].

В настоящей работе представлен новый подход переработки нефтешлама с получением многих полезных продуктов, включая товарную нефть, топливо для ТЭЦ, а так же некоторые строительные материалы[10].

**Технологическая схема процесса переработки нефтешлама**

Процесс воздействия импульсного электрического разряда на нефтешлам способствует образованию сверхвысокого гидравлического давления, при этом возникает гидравлический удар за счет воздействия искры на жидкость. При первом воздействии гидравлического удара на нефтешлам происходит образование пустой полости, которая мгновенно заполняется жидкостью, происходит второй гидравлический удар – кавитационный.

Разработанная ранее технологическая установка с электрогидравлическим воздействием состоит из двух составных частей [14]. Первая часть установки состоит из вспомогательного электрического оборудования, которая позволяет выходить на необходимый электрический режим. Вторая основная часть установки состоит из устройства электрогидравлического (-ЭГ) разряда с дефлегматором-холодильником.

Технологическая схема лабораторной установки показана на рисунке 1.

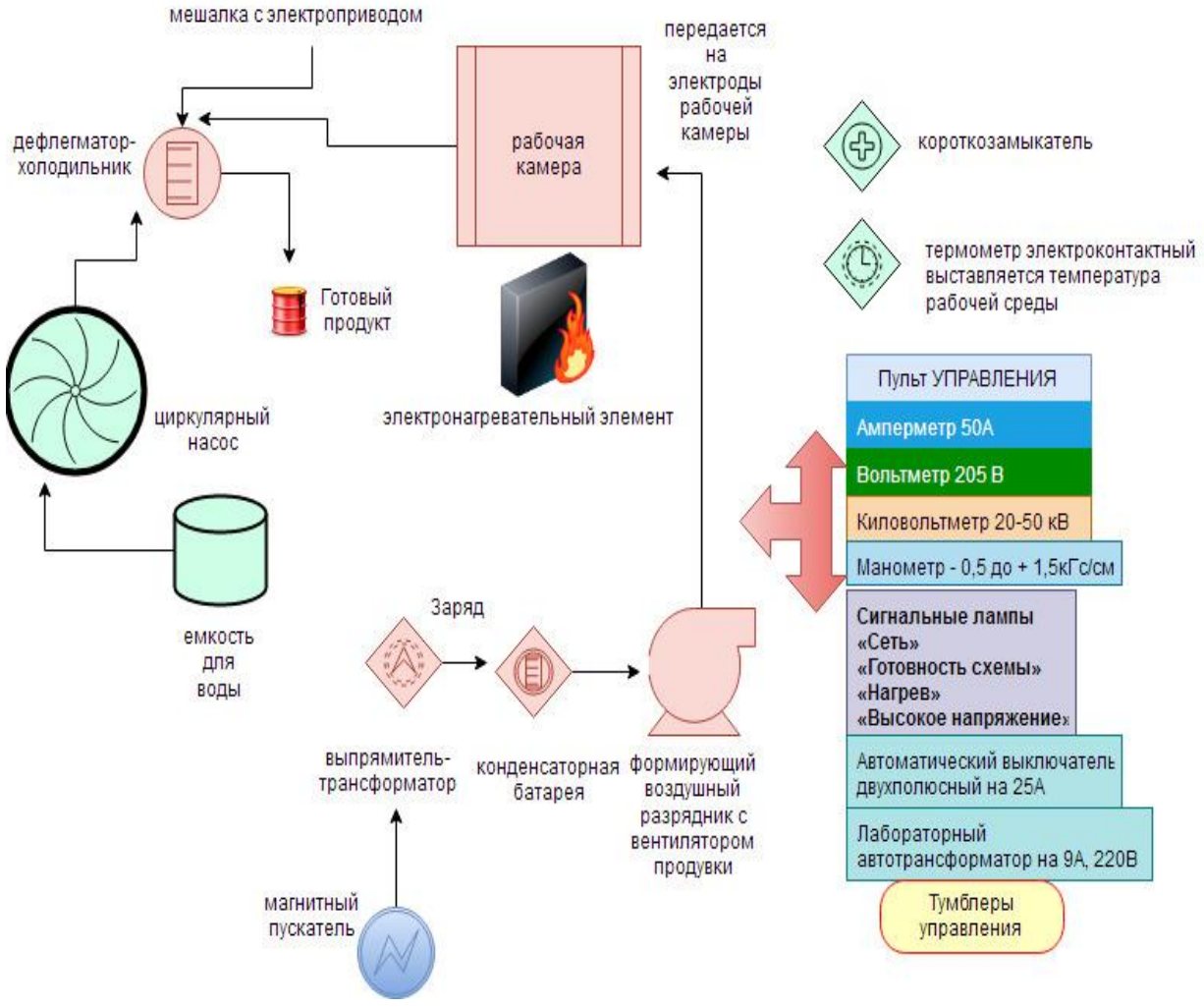



**Рис.1.** Технологическая схема лабораторной установки для обработки нефтешлама ЭГ-ударами

Высоковольтные коротко-импульсные разряды воздействуют на нефтешлам в рабочей камере лабораторной установки, высоковольтное напряжение подается в стальной электрод диаметром 6 мм из капролактана (см. рисунок 2). В процессе воздействия высоковольтными коротко-импульсными разрядами на нефтешлам, испарившиеся светлые фракции проходят через дефлегматор-холодильник, далее конденсируются и стекают в приемник. В процессе обработки нефтешлама выделяется газ, который улавливается через трубку.

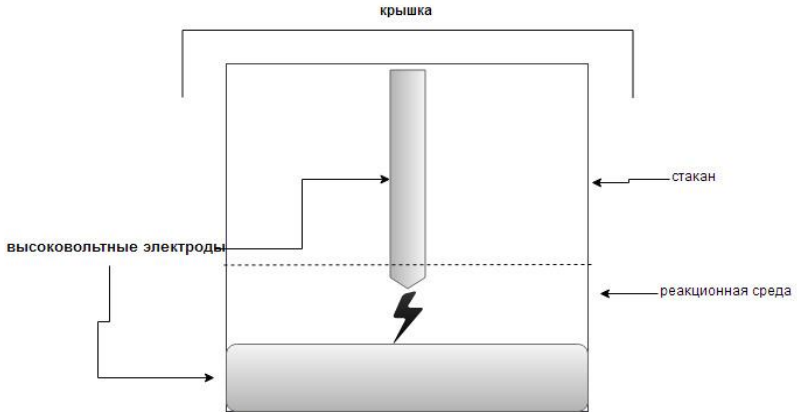



**Рис.2.** Схема рабочей камеры с расположением электродов «острие-дно»

Все металлические части оборудования установки подключены медными проводниками и клеммам заземления. Устройство подключают к сети 220В и отдельным проводником к контуру заземления лаборатории.

**Результаты проведенных испытаний**

Говоря о результатах предыдущих работ [11,12,13], электрогидравлический эффект наиболее приемлем для переработки нефтешлама с высоким содержанием органической массы. Так как нефтешлам относиться к вторичным минеральным ресурсам, технология по разделению жидко/вязкого нефтешлама экономически оправдана.

В рамках проведения предыдущих опытов по переработки нефтешлама был использован донный осадок из резервуара Шымкентского нефтеперерабатывающего завода. Состав шлама представляет собой устойчивую трехкомпонентную систему, которая содержит: нефтепродукт 18,98%, механические примеси 8,0%, воду 73,02%. Отобранный нефтешлам имел высокую вязкость в связи с малым содержанием воды и большим количеством механических примесей. Нефтешлам был подвергнут предварительной обработки с добавлением растворителя (бензин и дизельное топливо) для уменьшения вязкости. Далее перемешанный шлам был пропущен через сетку различного диаметра для удаления механических примесей.




**Рис. 3.** Результаты эксперимента выхода светлой фракции при различных соотношениях нефтешлам/растворитель (от 1:0,3 до 1:1)[14]

Следующим этапом после подготовки нефтешлама (с ранее добавленным растворителем бензина и дизельного топлива) происходит его обработка на электрогидравлической установке с целью получения товарного вида нефтепродукт. Для сравнения технологий при традиционном способе и электрогидравлической перегонке были проведены тестовые эксперименты перегонки нефтешлама с бензином в соотношении 50:50. При перегонке традиционным способом был получен результат порядка 7 мл светлой фракции, а при электрогидравлической перегонке получили 55 мл светлой фракций. Так же в рамках проведения эксперимента была изучена зависимость выхода светлых фракций от количества электрогидравлических ударов при соотношении нефтешлам/бензин 1:1.

Опытным путем было выявлено, что порядка 20-25 импульсов достаточно для протекания процесса. При использовании менее 5 разрядов эффект проявляться слабо. Если использовать в качестве растворителя бензин, то достаточно 10-ти ЭГ-ударов, а при использовании в качестве растворителя дизельное топливо, при таком же соотношении также достаточно 10-ти ЭГ-ударов. Соответственно все проводимые эксперименты проводились при 10-ти ЭГ-ударов. Из рисунка ниже можно увидеть результаты эксперимента по получению светлой фракции после обработки электрогидравлическим воздействием на нефтешлам с бензином и дизельным топливом путем перегонке до 350 $^0$C при различных соотношениях растворителя и нефтешлама.

Из вышеуказанных результатов видно, что при использовании в качестве растворителя бензина, выход светлой фракции чуть больше количества добавленного растворителя, а при использовании дизельного топлива при перегонке получили только добавленное количество растворителя (эксперимент № 1-5).

В эксперименте №6 было принято решение попробовать применить в качестве растворителя светлые фракции, которые были получены в экспериментах №1-5, после проведения данного эксперимента на основаниях результатов из табличных данных мы можем видеть, что есть возможность вторичного использования в качестве растворителя полученные ранее при перегонке светлые фракции.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования по воздействию на нефтешлам электрогидравлическим эффектом показали возможность применения данного метода для переработки шлама с последующим получением различных нефтепродуктов. По итогам лабораторных исследований была собрана опытная ЭГ установка, установлено количество импульсов для протекания процесса, определено количество добавляемого растворителя, а так же получены результаты проведенных экспериментов.

Основываясь на результатах проведенного эксперимента №6 (согласно рисунку 3) мы можем видеть перспективу во вторичном использовании в качестве растворителя полученные ранее светлые фракции. Теоретически, при многократном применение светлых фракции в качестве растворителя с поэтапным добавлением нефтешлама, мы можем извлечь гораздо больше нефтепродуктов товарного вида. Данный факт существенно должен снизить себестоимость применяемого метода.

Необходимо продолжить исследования по разработке опытно-промышленной ЭГ установки и технико-экономических обоснований для дальнейшего внедрения вышеуказанного метода на нефтедобывающих/перерабатывающих предприятиях страны, проектирование новых полигонов и амбарах не решать проблему накопления нефтяного шлама, а только на время отсрочит проблему [15].

ЛИТЕРАТУРА

[1] Андрюшина Е. Анализ нефтегазового сектора Казахстана по итогам 8 месяцев 2017 года, АО «Рейтинговое Агентство РФЦА» Электронная версия на сайте «www.rfcaratings.kz».

[2] Бекбаева В.К. Отходы производства нефтепромыслов как источник развития новых геотехнологий для их комплексной переработки // Научный журнал «Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты». - №3(75)2. – С. 167-172.

[3] E.A. Mazlova, S.V. Meshcheryakov. Ecological characteristics of oil sludges, Chem. Technol. Fuels Oils 35 (1999). – C. 49–53.

[4] Цой С.К., Оразалина К.Н., Отчет о научно - исследовательской работе «Научное обоснование путей решения проблем образования и утилизации отходов » (Итоговый отчет за 2011 - 2012 год, ТОМ II ), - 2012. – С. 63

[5] D. Ramaswamy, D.D. Kar, S. De, A study on recovery of oil from sludge con- taining oil using froth flotation, J. Environ. Manage. 85 (2007). – C.150–154

[6] R.A. Tahhan, T.G. Ammari, S.J. Goussous, H.I. Al-Shdaifat, Enhancing the biodegradation of total petroleum hydrocarbons in oily sludge by a modified bioaugmentation strategy, Int. Biodeter. Biodegr. 65 (2011). – C. 130–134

[7] B.K. Biswal, S.N. Tiwari, S. Mukherji, Biodegradation of oil in oily sludges from steel mills, Bioresour. Technol. 100 (2009). – C. 1700–1703.

[8] W.J. Hahn, High-temperature reprocessing of petroleum oily sludges, SPE Prod. Facil. 9 (1994). – C.179–182.

[9] D. Ramaswamy, D.D. Kar, S. De, A study on recovery of oil from sludge con- taining oil using froth flotation, J. Environ. Manage. 85 (2007). – C. 150–154

[10] Д.У.Бодыков, М.С.Абдикаримов , М.А.Сейтжанова , Ж.К.Елемесова «Переработка нефтешлама с использованием электрогидравлического эффекта». Горение и плазмохимия, 2017, том 15 №2, – С. 140-146.

[11] Патент на полезную модель №1729, опубл.30.09.2016 г. Бодыков Д.У., Абдикаримов М.С., Миртапов Р.Т., Алиев Е.Т., Салахов Р.Х., Мансуров З.А. "Способ переработки нефтяных шламов".

[12] Абдикаримов М.С., Елемесова Ж.К., Мирталипов Р.Т., Бодыков Д.У., Салахов Р.Х., Алиев Е.Т., Мансуров З.А Электрогидравлическая установка для переработки сложных молекул // Тезисы докл. VIII Международного симпозима «Горение и плазмохимия». – 2015. С. – 235-238с.

[13] Бодыков Д.У., Абдикаримов М.С., Мансуров З.А. "Переработка нефтешлама с использованием электрогидравлического эффекта Юткина" // журнал "Горение и плазмохимия" –2015, том 13, –№4, –С.303-311.

[14] Бодыков Д.У. Абдикаримов М.С. Алиев Е.Т. Султанов Ф.Р. Танирбергенова С.К. Министерство образования и науки Республики Казахстан РГП на ПХВ «Институт проблем горения» Отчет О НИР «Разработка технологии переработки нефтешлама в рк с применением электрогидравлического эффекта юткина и ультразвука» (промежуточный), - 2016, - С. 30-31

[15] Жанбулатова А.Б, Киишева Д.Ж. МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангирхана // «Экологические проблемы производства и потребления нефтепродуктов», г. Уральск, 2017 г., стр. 72

Нигматов Д.Ф., Лесбаев Б.Т., Бодыков Д.У., Салахов Р.

**Юткин электрогидравликалық эффектісі арқылы мұнай қоқырын өңдеу**

**Түйіндеме:** Мұнай өңдеудегі парниктік газдар шығарындыларына қосымша, ластанудың ең маңызды көздерінің бірі, мұнай қоқыры болып табылады. Бұл мақалада Юткиннің электрогидравликалық әсерін қолдану арқылы мұнай қоқырларының жоғары тұтқырлығы мен жоғары қатайтатын қосылыстарын күрделі өңдеуге арналған қондырғының блок-схемасы келтірілген. Эксперимент барысында конверсия процестеріне арналған импульстік разрядтардың саны анықталды. Зерттеулерге сәйкес, мұнай қоқырынан жеңіл фракциялар алу мүмкіндігі дәлелденді.

**Түйінді сөздер:** мұнай қоқыры, қайта өңдеу, электрогидравликалық әсер, кен орны, разряд, жеңіл фракциялар.

Nigmatov D.F., Lesbayev B.T., Bodykov D. U., Salakhov R.

**Processing of oil slime with use of electrohydraulic effect of yutkin**

**Summary:** One of the most significant sources of pollution, in addition to greenhouse gas emissions from oil refining, is oil slime. This paper presents a flowchart of an installation for processing complex high-viscosity and high-hardening compounds of oil sludge using the Yutkin electrohydraulic effect. As part of the experiment, the number of pulsed discharges was established for the flow of conversion processes. According to studies, the possibility of obtaining light fractions from oil slime was proved.

**Key words:** oil slime, processing, electro-hydraulic effect, deposit, discharge, light fractions.

УДК 621.311.212

**B. Utegulov[1], I. Koshkin[2]**

([1]Kazakh Agrotechnical University named after Saken Seifullin,
Kazakhstan, e-mail: bolatu@mail.ru
[2]A.Baitursynov Kostanian State University, Kazakhstan, e-mail: elektroenergetika@mail.ru)

## ANALYSIS OF LOCAL CLIMATIC CONDITIONS FOR THE VIABILITY OF CREATING A MINIGES IN THE TOBOL RIVER IN THE TERRITORY OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**Abstract.** The article describes the research, analysis and calculations of the potential of the hydropower resources of the Tobol River near the site of the mini hydro power plant installation. The average flow rate of the Tobol River at the place of installation of mini hydroelectric power station Hydrogeological factors of influence on the flow rate of the river at the installation site of the mini hydroelectric station are identified. It is proved that the Tobol River has all the favorable conditions for the construction of a mini hydropower plant on it to supply small consumers, as well as it gives impetus to the development of renewable energy in the Kostanay region, corresponds to the concept of Kazakhstan's transition to green energy and the introduction of innovative technologies.

**Key words:** River, mini hydroelectric station, speed, flow, current.

**Б.Б. Утегулов[1] , И.В Кошкин[2]**
([1]Казахский агротехнический университет имени Сакена Сейфуллина,
Республика Казахстан, e-mail: bolatu@mail.ru
[2]Костанайский государственный университет имени А.Байтурсынова,
Республика Казахстан, e-mail: elektroenergetika@mail.ru)

# АНАЛИЗ ЛОКАЛЬНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ДЛЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ СОЗДАНИЯ МИНИГЭС НА РЕКЕ ТОБОЛ В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН

**Анотация.** В статье описываются исследования, анализ и расчёты потенциала гидроэнергетических ресурсов реки Тобол вблизи места установки миниГЭС. Рассчитана средняя скорость течения реки Тобол у места установки миниГЭС. Выявлены гидрогеологические факторы влияния на скорость течения реки в месте установки миниГЭС. Доказано, что река Тобол имеет все благоприятные условия для строительства на ней миниГЭС для электроснабжения малых потребителей, а так же дает толчек развитию возобновляемой энергетики Костанайской области, соответствует концепции перехода Казахстана к «зеленой» энергетики и внедрению инновационных технологий.

**Ключевые слова:** Река, миниГЭС, скорость, поток, течение.

## ВВЕДЕНИЕ

Перспективным направлением внедрения новых регенеративных источников энергии является гидроэнергетика, в Казахстане потенциал малой гидроэнергетики достаточно велик. Малая энергетика - это наиболее перспективное решение энергетических проблем для части территорий нашего государства, с децентрализованным электроснабжением. Самыми перспективными регионами для развития малых ГЭС является северные, центральные и южные области Республики [1 ,2].

Несмотря на высокий потенциал развития крупных ГЭС, Казахстан может успешно перенять исторически первый опыт внедрения миниГЭС, частично апробированный еще в советский период. Потенциал малых ГЭС с экономической точки зрения на всей территории РК, по некоторым оценкам, достигает около 6,5 млрд кВт/ч в год. Небольшие реки, естественные перепады высот на озерных водосбросах, промышленные сбросы, технологические водотоки могут служить для выработки электроэнергии [2].

Сегодня способы производства электрической энергии изменяются, повышая свою экологическую чистоту и эффективность. При этом ВИЭ развиваются и внедряются в некоторых странах опережающими темпами.

Исторически, первые малые и большие гидроэлектростанции в Казахстане вводились в эксплуатацию в период СССР. Зачастую миниГЭС были полукустарными установками, применяемыми в отдаленных населенных пунктах. Однако строительство малых ГЭС в тот период уступило в конкуренции с большими гидроэлектростанциями, в результате чего строительство первых было приостановлено. В большинстве высокоразвитых стран шел такой же процесс. Однако, спустя время они возвратились к реконструкций старых миниГЭС и созданию новых. Например, Китай увеличил общую мощность малых ГЭС за последние 20 лет более чем в 4000 раз, и 80000 станций общей мощностью 6300 мВт производят 15 млрд. кВт*ч электроэнергии. Так же миниГЭС действуют в Австрии, Германии, США, Швейцарии, Франции и Японии [3].

Современные миниГЭС разрабатываются с учетом современных технологий, полностью автоматизированы и отличаются простой в управлении. Специалисты так же отмечают, то что и качество тока, вырабатываемого миниГЭС, соответствует требованиям ГОСТа как по напряжению, так и по частоте. При этом, миниГЭС могут действовать как автономно, так и в составе электросети [10,15].

Большой вклад для оптимизации конструктивных характеристик миниГЭС внесли такие выдающиеся ученые как: Н.И. Ленёв, В.С. Квятковский, Б.Б. Кажинский, Ю.С. Козловский, М.П. Федоров и другие. Данной проблеме посвящены также работы многих зарубежных ученых, среди них Д. Френсис, В.Каплан , К. Льюис, А. Брисден и др.[4-12,14,]

Первые разработки миниГЭС внедрявшиеся в том числе и на территории Казахстана, были разработаны Б.Б. Кажинским. Они представляли собой полустационарные свободнопоточные миниГЭС с горизонтально расположенными двумя соосными роторами Савониуса, развёрнутыми относительно друг друга на угол 90° с для облегчения самозапуска. Так же, другие оригинальные конструкции минигидроэлектростанций предлагались известными учеными - изобретателями, одним из них был Ле-

нёв Н.И., предложивший бесплотинную минигидроэлектростанцию нового поколения. Этот способ использования водного потока по предположению ученого являлся самым экологически эффективным, так как не воздействовал на естественное русло рек, на площади от 5% до 10%.

Последние разработки казахстанских ученых были представлены на международной выставке технологических достижений ЭКСПО-2017. Среди новейших научных разработок в сфере малой гидроэнергетики, была представлена биротрная минигидроэлектростанция. Разработали установку миниГЭС ученые из Алматы, Ажумакан Жамалов и Мурат Кунелбаев. В установку встроен гидрогенератор на новейшей технологии. Он осуществляет противоположное вращение двух лопастей, и с помощью этой противоположности создается удвоение частоты [16]. Другой современной разработкой представленной на ЭКСПО-2017, была миниГЭС распечатанная на 3D-принтере с объёмно-шнековой турбиной из композиционного материала. Еще одной из интересных разработок, представленных на выставке ЭКСПО-2017, была минигидроэлектростанция ученого из Усть-Каменогорска Несыпхана Галымжанова. Эта установка малогабаритная, может быть как мобильной, так и компактной. Работа миниГЭС основана на научных трудах по малой гидроэнергетике советского учёного Козловского.

Учитывая вышесказанное можно предположить, что в Казахстане после распада СССР не велись разработки отечественных миниГЭС, а использовалось только импортные технологии, и это ставило Казахстан в зависимость от иностранных разработчиков и производителей оборудования для миниГЭС. Этот вопрос стал актуален только перед ЭКСПО-2017, и в связи с этим развитие отечественной малой одной энергетики в Казахстане имеет широкие перспективы. Решению данных актуальных проблем и посвящена данная научная работа.

Целью исследования является комплексный анализ климатических условий для целесообразности создания МиниГЭС при водохозяйствах Костанайской области.

Задача исследования заключается в том, чтобы заложить основы рационального использования гидроэнергии малых водотоков – малых рек, ручьев и каналов Костанайской области, проведя исследования потенциала водохозяйственных объектов города Костанай и области.

**ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Объектами исследования является река Тобол и гидроресурсы в Костанайской области. Методы исследования включали: аналитическое сочетаний известных научно-технических результатов, натурные обследования реки Тобол. Научные и практические результаты работы основаны на научных основах гидрологии, гидросферы, гидрогеологии и инженерная геология. В работе использовались точное математическое и физическое м\моделирование.

**РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ**

Проанализировано, что на территории Республики Казахстан основными являются восемь речных водохозяйственных бассейнов: Балкаш-Алакольский, Арало-Сырдарьинский, Нура-Сарыский, Есильский, Жайык-Каспийский, Шу-Таласский, Тобол-Торгайский и Иртышский. Самыми крупными водными артериями страны являются реки Урал, Сырдарья, Иртыш, Ишим, Тобол, Или и др. [2].

Доказано, что наиболее обеспеченными по водным ресурсам на одного жителя являются области: Восточно-Казахстанская, Алматинская, Южно-Казахстанская, Павлодарская и Костанайская [1,2].

Реки и водотоки рассматриваемых водохозяйственных бассейнов имеют преобладающее снеговое питание. Для них характерно наличие одного максимума в период весеннего половодья.

К Костанайской области относится Тобол-Торгайский водохозяйственный бассейн. Карта-схема Тобол - Торгайского водного бассейна.

Крупные водохранилища на реке Тобол – Каратомарское (объем 361,8 млн м$^3$) и Верхнетобольское (объем 792 млн м$^3$) – используются для промышленного и хозпитьевого водоснабжения (табл. 6). Основным водопотреблением в бассейне реки является - лиманное орошение.

Средние затраты стока в Тобол - Торгайском водохозяйственном бассейне составляют около 0,3 км$^3$ в год. Потери на испарение в руслах рек и водохранилищах составляют примерно в 0,11 км$^3$ [2].

Особенностью реки Тобол является то, что она является трансграничной для Российской Федерации и Республики Казахстан. Начало река Тобол берёт на территории Южного Урала, где впадает в реку Иртыш у города Тобольск Российской Федерации. Общая протяженность реки в длину 1590 км. В Костанайской области протяженность реки – 681 км. Реки Аят и Уй являются притоками реки Тобол, с верховьями расположенными в Челябинской области Российской Федерации. Реки Шортанды, Тогузак, Убаган является одними из крупных притоков реки Тобол.

Основное питание водного ресурса реки Тобол в зимнее время за счет грунтовых вод, оно распределено довольно равномерно убывая очень слабо от начала зимы к весне. По весне питание стока реки Тобол сильно изменяется. Весной поверхностные водные ресурсы реки Тобол питаются талыми водами в огромном количестве, что быстро подпитывает реку, воздействуя на уровень воды в реке. Замерзает Тобол в низовьях в середине октября или ноября, в верховьях этот период приходится на ноябрь месяц, вскрывается во второй половине апреля или начале мая [2].

Промерзание реки Тобол начинается в местах, где наиболее слабое течение в верхнем слое воды, как правило, в прибрежной зоне с образованием тонких пленок льда. Затем при дальнейшем охлаждения реки появляются льдины. В некоторых случаях непрерывной осенний ледоход не прекращается в течении ряда суток, а при сильных морозах речка «встает» достаточно быстро, особенно в зонах, где скапливается большое количество льдин. Уже после этого, как она покрылась льдом, питание реки переходит на грунтовые воды, причем водный уровень в реке понижается и часто это приводит к тому, что лед на реке прогибается.

Весенний ледоход на реке Тобол намного сильнее осеннего, что обусловливается, значительно, большим количеством воды и льда. Ледяные заторы весной на реке также сильнее, осенних. В результате образуются мощные водные потоки, которые за 1-5 часов способны поднять уровень воды на несколько метров. Большие потоки воды способны привести к разрушениям и подтоплениям. Для защиты от этих последствий на данных участках реки Тобол обычно проводятся взрывы ледяного покрова.]

Многолетние и сезонные изменение стока реки являются основными параметрами, влияющими на глубину реки и скорость течения водного потока. Гидрология помогает в осуществлении правильного определения характеристик стока и, следовательно, в расчете электроэнергии и мощности станции миниГЭС. Сток водного потока в створе реки у Большого моста г.Костанай находится в зависимости от количества осадков с участка площади русла реки. Часть выпавших осадков стекает в реку, а остальная часть испаряется. Сток формируется из осадков. Формирование стока происходит в результате воздействия многочисленных взаимосвязанных факторов. К числу главных факторов относится климатический, который носит в основе случайный характер. Гидрограф реки Тобол представлен на рисунке 1. Изменение уровня воды в реке Тобол у г.Костанай у Большого моста данные ГРП «Казгидромет» по месяцам и годам представлено на рисунке 2.

Как видно из графика в летние месяца, наступает период низкого стояния уровня вод в реке, который носит название межень, т.е. когда река питается за счет грунтовых вод и небольшого количества осадков. Это связано в первую очередь с испарением воды с поверхности реки, отбором воды для нужд орошения.

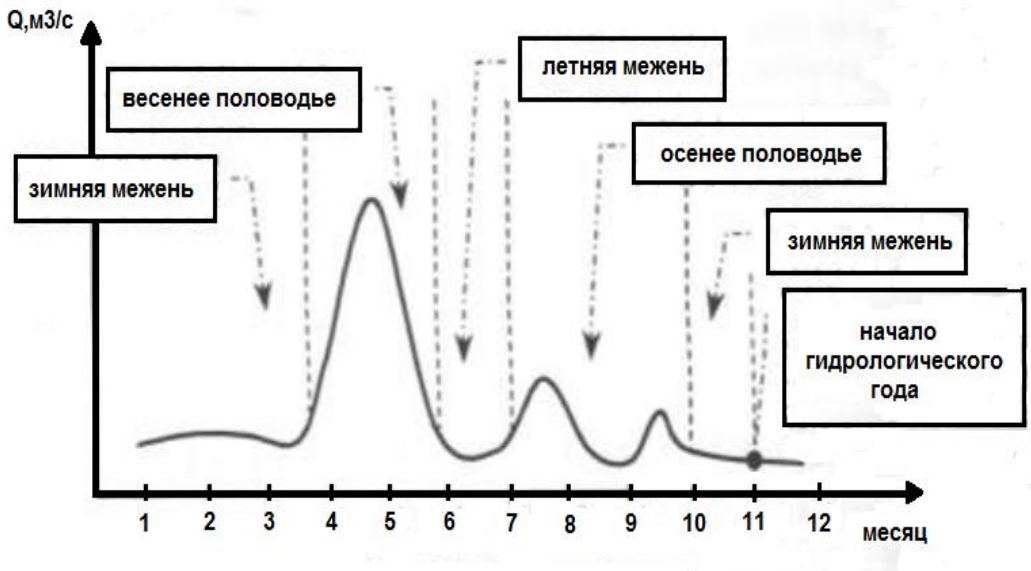



**Рис.1.** Гидрограф реки Тобол в г. Костанай у Большого моста [2]

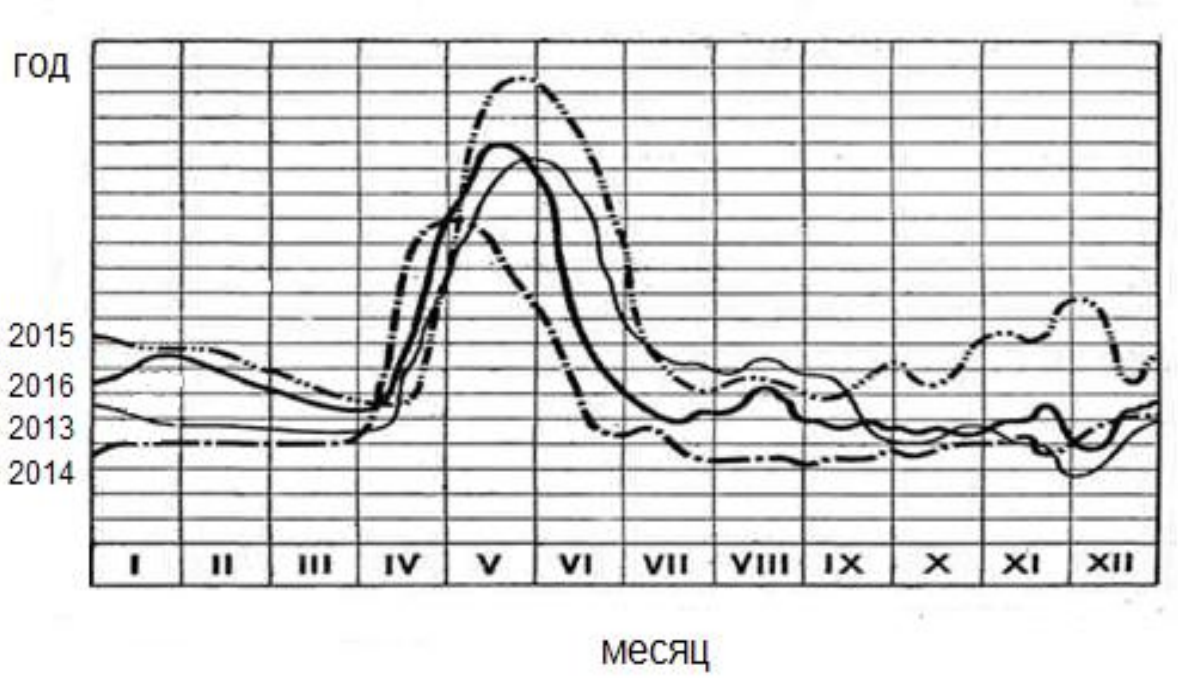



**Рис. 2.** Изменение уровня воды в реке Тобол у г.Костанай у Большого моста (данные РГП "Казгидромет" по Костанайской области по месяцам и годам)

Конец спада весеннего половодья считают началом межени, а концом периода межени считается начало осеннего подъема уровня воды. Меженный период реки в большинстве случаев возникает летом согласно статистическим данным, представленным на рисунке 3

Как видно из рисунка 3, при 80% обеспеченности годового стока в бассейн с марта по май, исключением является река Торгай в районе гидропоста пески Тусум максимум смещается на май, соответственно увеличивается и продолжительность паводка.

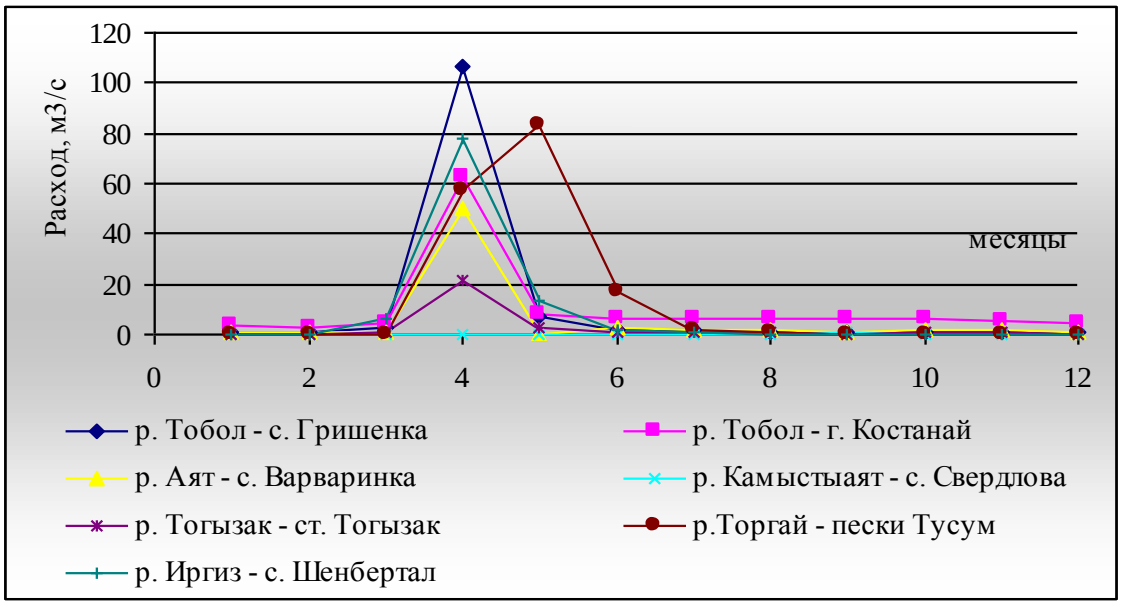



**Рис.3.** Распределения стока по рекам Костанайской области 2017 года, в том числе по реке Тобол у Большого моста г.Костанай

Причиной такого поведения хода кривой свидетельствует о дополнительном питании из грунтового горизонта, которое очень быстро истощается, т.к. в остальные месяцы расходы на этом гидропосту становятся меньше, чем на остальных постах (рисунок 4).

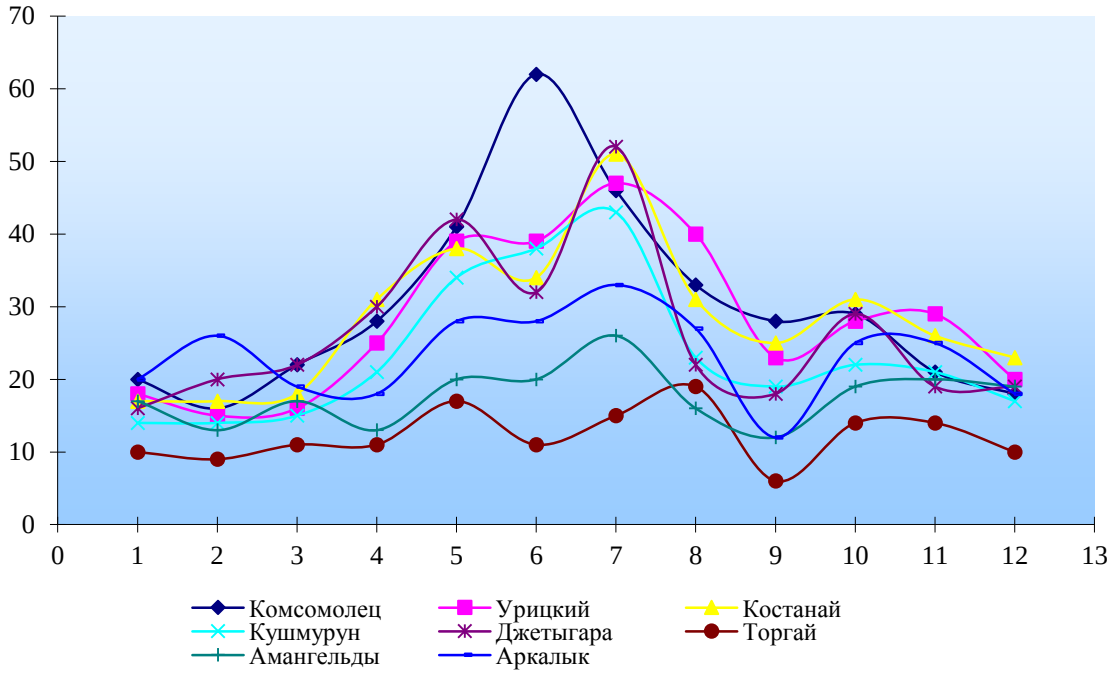
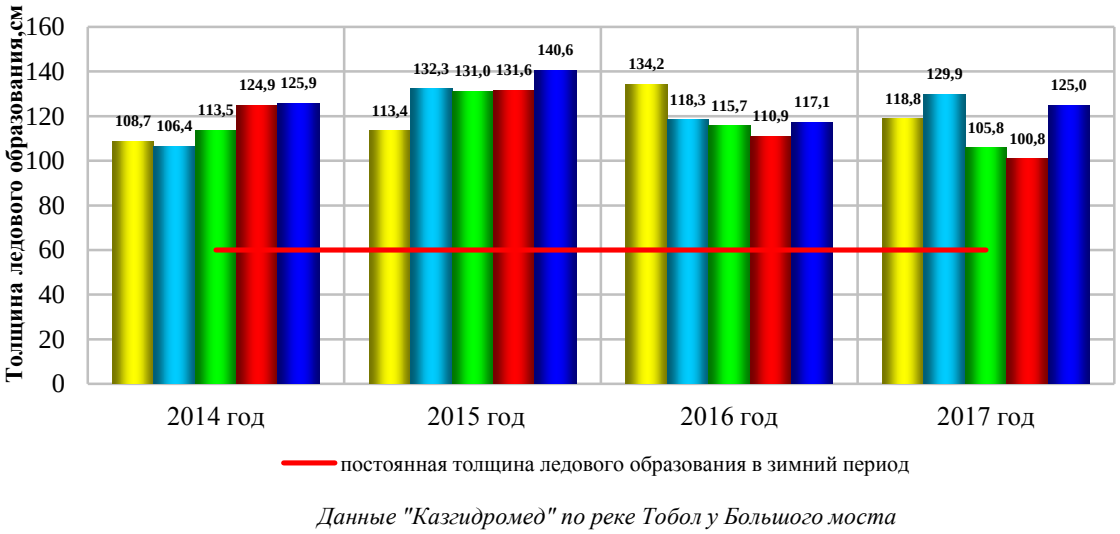



**Рис. 4.** Среднее месячное количество осадков в течении года, мм

Уровень осадков в виде снега в зимний период в среднем составляет не менее 30-60 см. Снежный покров устойчив со второй декады ноября, разрушение его происходит с начала марта (рисунок 5, 6).

Русло реки Тобол у Большого моста находится в широкой пойме, сложенной современными песчаными отложениями. Глубина реки в месте установки миниГЭС от 5,7 до 6,5 метров в зависимости сезона. Максимальная глубина промерзания льдом 1 метр. Чрезмерное развитие водорослей, так называемое «цветение», так же максимально на глубине до 1 метра.




*Данные "Казгидромед" по реке Тобол у Большого моста*

**Рис. 5.** Данные по уровню промерзанию реки Тобол в месте установки миниГЭС

Основная часть цветущей массы сосредотачивается у берегов, а не по центру русла реки. Это связано в первую очередь с тем, что скорость течения реки увеличивается от периферии к центру. Истинная средняя скорость потока находится на глубине 1/3 от дна реки и соответствует 85% от скорости течения на поверхности. Данные по скорости течения приведены в таблице 1.

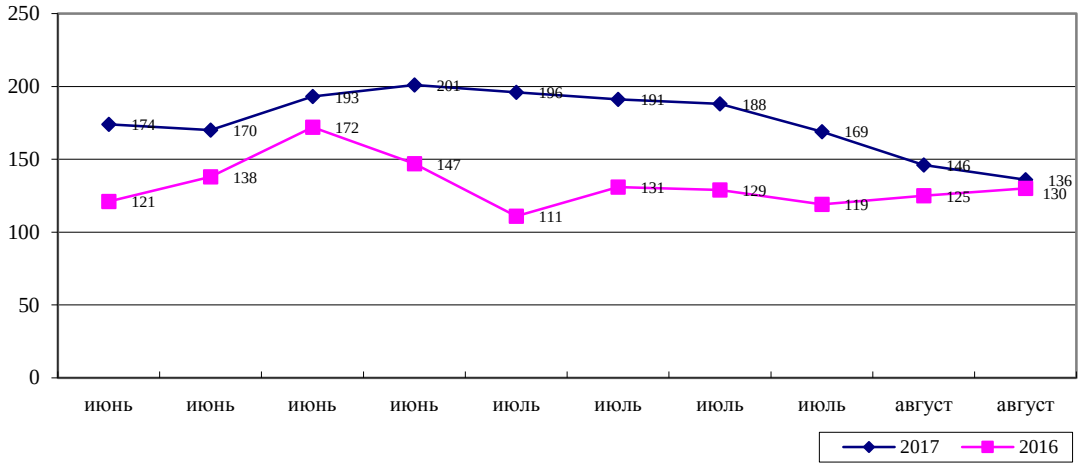



**Рис. 6**. Количество осадков в мм, летом 2016 года и 2017 у Большого моста г.Костанай

Для определения боле точных данных по скорости течения, в месте установки миниГЭС были осуществлены замеры эмпирическим методом. Для реки Тобол у Большого моста это значение, определенное опытным путем составило - 2,5 м/с на поверхности.

Таблица 1. **Данные по статистике водных ресурсов реки Тобол на территории Республики Казахстан**

| Время года | Минимальная скорость течения с учетом 85% от скорости течения на поверхности |
|---|---|
| Зима | 1.7 м/с |
| Весна | 2.3 м/с |
| Лето | 2.1 м/с |
| Осень | 1.9 м/с |

Однако с учетом того, что чем глубже расположен слой воды, тем медленнее течение и истинная средняя скорость потока находится на глубине 1/3 от дна реки и соответствует 85% от скорости течения на поверхности, это значение стало равным 2,1 м/с.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для достижения задач, поставленных Казахстаном в плане водохозяйственной политики, проведен анализ и рассмотрены особенности работы различных конструктивных решений имеющихся миниГЭС в Казахстане и мире.

Проанализирован и рассчитан, потенциал гидроэнергетических ресурсов реки Тобол вблизи города Костанай и у места установки миниГЭС в частности. Рассчитана средняя скорость течения реки Тобол у места установки миниГЭС по сезонам года.

Выявлены следующие факторы, что **на скорость течения реки влияют следующие параметры:**

1) Рельеф местности - равнинные реки имеют более медленное течение, чем горные.

2) Наличие водной растительности на дне и поверхности реки.

3) Скорость течения реки находится в прямой зависимости от уклона русла, а также от ширины русла реки.

4) Скорости течения в водном потоке увеличивается от периферии к центру и зависит от неровности дна реки, в этом случае перед препятствием скорость резко уменьшаются ко дну.

Учитывая эту информацию делается заключение, что река Тобол имеет все благоприятные условия для строительства на ней миниГЭС для освещения проезжей части моста, а так же это дает толчок развитию возобновляемой энергетики Костанайской области, соответствует концепции перехода Казахстана к «зеленой» энергетики и внедрению инновационных технологий.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Гидроэнергетика в Казахстане [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://gbpp.org/ru/gidroenergetika. – (Дата обращения: 18.05.2018).

[2] Современное состояние и перспективы развития малой гидроэнергетики в странах СНГ: Отраслевой обзор №14 / под редакцией Ясинский В. А., Мироненков А.П., Сарсембеков Т. Т.– Алматы.: Евразийский банк развития (ЕАБР), 2011. –36 с.

[3] Helseth, Arild; Fodstad, Marte; Askeland, Magnus Assessing hydropower operational profitability considering energy and reserve markets / Arild Helseth; Marte Fodstad ; Magnus Askeland // IET RENEWABLE POWER GENERATION. Volume: 11 Issue: 13, NOV 15 2017, Pages: 1640-1647

[4] Yildiz, Veysel; Vrugt, Jasper A. A toolbox for the optimal design of run-of-river hydropower plants / Veysel Yildiz, Jasper A.Vrugt. // ENVIRONMENTAL MODELLING & SOFTWARE Volume: 111. -2019 Pages: 134-152

[5] Rogozhin, E. A.; Kapustian, N. K.; Antonovskaya, G. N. A New System for Monitoring Hydraulic Engineering Structures / E. A. Rogozhin ; N. K. Kapustian; G. N. Antonovskaya // SEISMIC INSTRUMENTS Volume: 54 Issue: - 2018. Pages: 531-535

[6] Berrocal Menarguez, A. B.; Molina Holgado, P.; del Cuvillo Martinez-Ridruejo, R. Innovation in hydroelectric power plant design in early twentieth century. Casto Fernandez-Shaw's Engineering Architecture in La Jandula dam / A. B. Berrocal Menarguez ; Holgado, P. Molina ; del Cuvillo Martinez-Ridruejo, R. // INFORMES DE LA CONSTRUCCION Vol: 69 Issue: 547 Article number: e206 Published: JUL-SEP 2017

[7] Jui, Fahmida Sharmin;; Alam, Md. Didarul. A Feasibility Study of Mini Hydroelectric Power Plant at Sahasradhara Waterfall / Fahmida Sharmin Jui, Sabrina Alam // 3rd International Conference on Advances in Electrical Engineering (ICAEE). – Dhaka, Bangladesh, 2015 – page 80-83.

[8] Sidek, L. M.; Zaki, A. Z. A.; Mustaffa, Z. Hydrological assessment for mini hydropower potential at Sungai Pahang @ Temerloh / L. M. Sidek ; A. Z. A. Zaki ; Z. Mustaffa. // 4th International Conference on Energy and Environment (ICEE). - Putrajaya, Malaysia. Volume: 16 Article number: 012046 Published: 2013.

[9] Payo, I; Del Castillo, F.; Jerez, J. Design of a laboratory mini hydroelectric plant for educational purposes / I Payo; Castillo, F Del; J Jerez. // 4th International Conference on Education and New Learning Technologies (EDULEARN). - Barcelona, SPAIN. Book series: EDULEARN Proceedings . 2012.- Pages: 7051-7058

[10] Kasymbekov, Zh K.; Atamanova, O., V; Kasymbekov, G. Zh Hydro-electrostation of hydrocyclone type of small power for local energy supply / Zh. K. Kasymbekov ; O., V. Atamanova; G. Zh. Kasymbekov // Bulletin of the national academy of sciences of the Republic of Kazakhstan Выпуск: 5: - 2018.- стр.: 48-54

[11] Mini hydro supplies large hydro site//Int. J. Hydropower and Dams.-1997.-4, №4.-P.96.

[12] Need seen for low-head propeller turbine//HRW: Hydro Rew. Worldwide.- 1997.-5, №2.-P.53.159

[13] Малые ГЭС Казахстана [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http:// https://ru.wikipedia.org/wiki/Малые_ГЭС_Казахстана. – (Дата обращения: 18.04.2018).

[14] Yao, Fulai; Gao, Qingbin. Optimal Control and Switch in a Hydraulic Power Station / Fulai Yao ; Qingbin Gao // IEEE 2nd advanced information technology, electronic and automation control conference (iaeac). – 2017, Pages: 2429-2433

[15] Фортов, В.Е., Попель О.С. Энергетика в современном мире [Текст] / В. Е. Фортов, О. С. Попель // Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2011. - С. 79-85..

[16] Пат. 29792 Республика Казахсан, МПК: F03B 13/00. Микрогидроэлектростанция / Жамалов Ажумакан Жамалович, Кунелбаев Мурат Меркебекович; Опубликовано: 15.04.2015.

Утегулов Б.Б., Кошкин И.В.

**Қазақстан Республикасының тобыл өзеніңің аймағында жергілікті шағын гэс жасаудың климаттық шарттарын талдау.**

**Түйіндеме.** Мақалада шағын гидроэлектрстанцияларды орнату учаскесінің жанында Тобыл өзенінің гидроэнергетикалық ресурстарының әлеуетін зерттеу, талдау және есептеулер сипатталады. Шағын гидроэлектростанциясын орнату орнында Тобыл өзенінің орташа ағымы есептелген. Шағын ГЭС орнату алаңында өзеннің жылдамдығына әсер ететін гидрогеологиялық факторлары анықталды. Тобыл өзенінде кішігірім тұтынушыларға шағын гидроэлектрстанцияларды салу үшін барлық қолайлы жағдайлар бар.

**Тіректі сөздер:** өзен, шағын гидроэлектрстанциясы, жылдамдық, ағын.

УДК 29.19.21; 29.19.04

**S.O. Akayev[1], A.S. Larionov[2], A.N. Karpikov[2], L.V. Chekushina[2], A.S. Dikov[2]**
([1]Satpaev University, Almaty, Kazakhstan.
[2]INP RK, Almaty, Kazakhstan.
E-mail: larionov@inp.kz)

## FORMATION OF SURFACE NEUTRON-ABSORBING COATINGS WITH B-TI SYSTEM BY EED AND MAGNETRON SPRAYING METHODS

**Abstract.** The results of experiments on the synthesis of a neutron-absorbing coating from B-Ti system deposited by magnetron sputtering and electroexplosive doping (EED) are presented. The phase structure and elemental composition of the obtained coatings were investigated. Comparative analysis fulfilled on syntheses coatings and analogues from other authors was performed. It is shown that the magnetron sputtering provides the highest boron content in the material. This will provide the best neutron-absorbing characteristics with a significant decrease in the thickness of the coating.
**Key words:** titanium boride, neutron absorption, magnetron sputtering

**С.О. Акаев[1], А.С. Ларионов[2], А.Н. Карпиков[2], Л.В. Чекушина[2], А.С. Диков [2]**
([1]Satpaev University, Алматы, Казахстан,
[2]ИЯФ РК, Алматы, Казахстан,
E-mail: larionov@inp.kz)

## ФОРМИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ НЕЙТРОННО-ПОГЛОЩАЮЩИХ ПОКРЫТИЙ С СИСТЕМОЙ B-TI МЕТОДАМИ ЭВЛ И МАГНЕТРОННОГО НАПЫЛЕНИЯ

**Аннотация.** Приведены результаты экспериментов по синтезу нейтронно-поглощающего покрытия с системой B-Ti методами магнетронного напыления и электровзрывного легирования (ЭВЛ). Исследованы структурно-фазовый и элементный состав полученных покрытий, проведен сравнительный анализ существующими аналогами. Показано, что метод магнетронного напыления обеспечивает наибольшее содержание бора в материале. Это позволит обеспечить лучшие нейтронно-поглощающие характеристики при значительном уменьшении толщины покрытия.

**Введение.** Для стран с развивающейся атомной отраслью решение задач безопасного обращения с отработанным ядерным топливом и радиоактивными отходами являются приоритетными. К настоящему времени объёмы накопленных радиоактивных отходов (РАО) и прогнозы роста их количества требуют повышения уровня организации обращения с РАО и отработанным ядерным топливом (ОЯТ) [1]. ОЯТ является источником нейтронного излучения, что может при уплотнённом хранении привести к регенерации части топлива и, как следствие, росту общей активности. Обеспечить повышение уровня радиационной безопасности возможно, применяя нейтронно-поглощающие материалы при производстве транспортных упаковочных контейнеров и шестигранных чехловых труб для уплотненного хранения в бассейнах выдержки отработанного ядерного топлива [2-4]. Современные требования к нейтронно-поглощающим материалам диктуют повышение уровня поглощения. Решение этой проблемы развивается в двух направлениях: создание новых конструкционных сталей и сплавов, легированных нейтронно-поглощающими элементами, и создание упрочняющих нейтронно-поглощающих покрытий [5-7]. По мере повышения стоимости объемного легирования и стремления получить требуемые эксплуатационные свойства более экономичным способом, напыление становится все более предпочтительным. В качестве кандидатного материала рассматривается бор – он имеет наибольшее сечение поглощения тепловых нейтронов и поэтому предполагалось синтезировать бориды металлов. Отличие нашй технологии от существующих методов порошково-плазменного нанесения обусловлено тем, что плотность распределения бора зависит не от размеров гранул порошка и расстояния между ними (порядка 100 нанометров), а от параметров кристаллической структуры образующегося соединения (несколько ангстрем). Такой подход позволит добиться повышения нейтронно-поглощающих характеристик при снижении толщины покрытий. Помимо магнетронного напыления нами исследована возможность создания нейтронно – поглощающего слоя на поверхности конструкционной стали методом электро взрывного легирования бором. Данный метод позволяет получить соединения бора с титаном в приповерхностном слое материала.

В настоящее время существуют методики нанесения упрочняющих покрытий на основе боридов металлов применительно к режущему инструменту и в микроэлектронике [8]. В качестве нейтронно-поглощающих материалов синтезированные магнетронным способом покрытия на основе боридов металлов ранее не рассматривались. В связи с этим технология нанесения, определение нейтронно-поглощающей способности и физико-механические характеристики таких покрытий требуют детального рассмотрения.

**Методы.** В качестве подложки для нанесения покрытий использовалась аустенитная нержавеющая сталь 12Х18Н9Т. Элементный состав, согласно РФА-анализу на спектрометре S1 TITAN (Bruker AXS) и ЭДС-анализу на сканирующем электронном микроскопе PHENOM XL (Phenom-World), представлен в таблице 1. Образцы изготавливались в форме параллелепипеда размерами 20×2×0,3 мм$^3$. Поверхность образцов подвергалась шлифовке (тонкая шлифовка, полировка), шероховатость не хуже Ra = 150 нм.

При изготовлении катодной мишени для магнетрона использовался карбид бора $B_4C$. Для большего увеличения электропроводности в мишень был добавлен титан. Таким образом, магнетронная мишень представляла собой спеченную смесь порошков $B_4C$ и Ti с соотношением по массе 1:1.

Таблица 1. **Элементный состав стали 12Х18Н9Т**

| Эл-т | Fe | Cr | Ni | C | Si | Mg | In | Ru | Cu | Ti | Mo | V | W |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ат.% | 71.46 | 16.88 | 8.74 | 4,23 | 1.38 | 0.49 | 0.43 | 0.38 | 0.26 | 0.14 | 0.04 | <<0.08 | <<0.08 |

Фракция порошков от 10 до 200 мкм. Получение катодной мишени для магнетронной установки проводилось путем горячего прессования смеси порошков $B_4C$ и Ti в вакууме при давлении ~ 300 МПа и температуре ~ 800 °С с последующим отжигом при температуре 1250 °С. Диаметр мишени 40, толщина 4 мм. Удельная площадь рабочей поверхности ~ 0,1 м$^2$/г. Такая конфигурация мишени позволяет не только повысить электропроводность, но и сократить время нанесения покрытия.

Напыление мишени проводили на двухканальной магнетронной установке ВУП-5М (DC). В рабочей камере создавался вакуум ~ $10^{-5}$ Па, затем нагнетался плазмообразующий газ (Ar), давление которого составляло ~ $2\times10^{-3}$ Па. На катод подавалось напряжение 600 В и ток 70 А (мощность ~ 42 кВт). Время распыления составляло 30 мин.

В Институте сильноточной электроники СО РАН осуществлено легирование поверхности аустенитной нержавеющей стали 12Х18Н10Т методом электровзрывного легирования (ЭВЛ). Метод ЭВЛ заключается в следующем: на поверхности подложки располагается токопроводящая фольга (Ti), на которую наносят порошок легирующего элемента (В). Через фольгу пропускается импульсный электрический ток (аналог короткого замыкания). Фольга испаряется, формирующаяся плазма с остатками от взрываемого проводника и порошком направляется на образец. Под воздействием плазмы поверхность образца плавится на глубину до 30 мкм, затем в расплав попадают частицы порошка. Время воздействия – 100 мкс. Плотность мощности тока q = 2,2 ГВт/м$^2$.

При проведении эксперимента использовалась титановая фольга марки ВТ 1-0 массой 0,3607 г и аморфный бор марки В-99В-ТУ 1-92-1549, В > 99% с диаметром частиц 0,5-5 мкм и весом 0,05 г. Далее была проведена дополнительная обработка поверхности ЭВЛ интенсивным импульсным электронным пучком с целью формирования более однородного по элементному составу слоя.

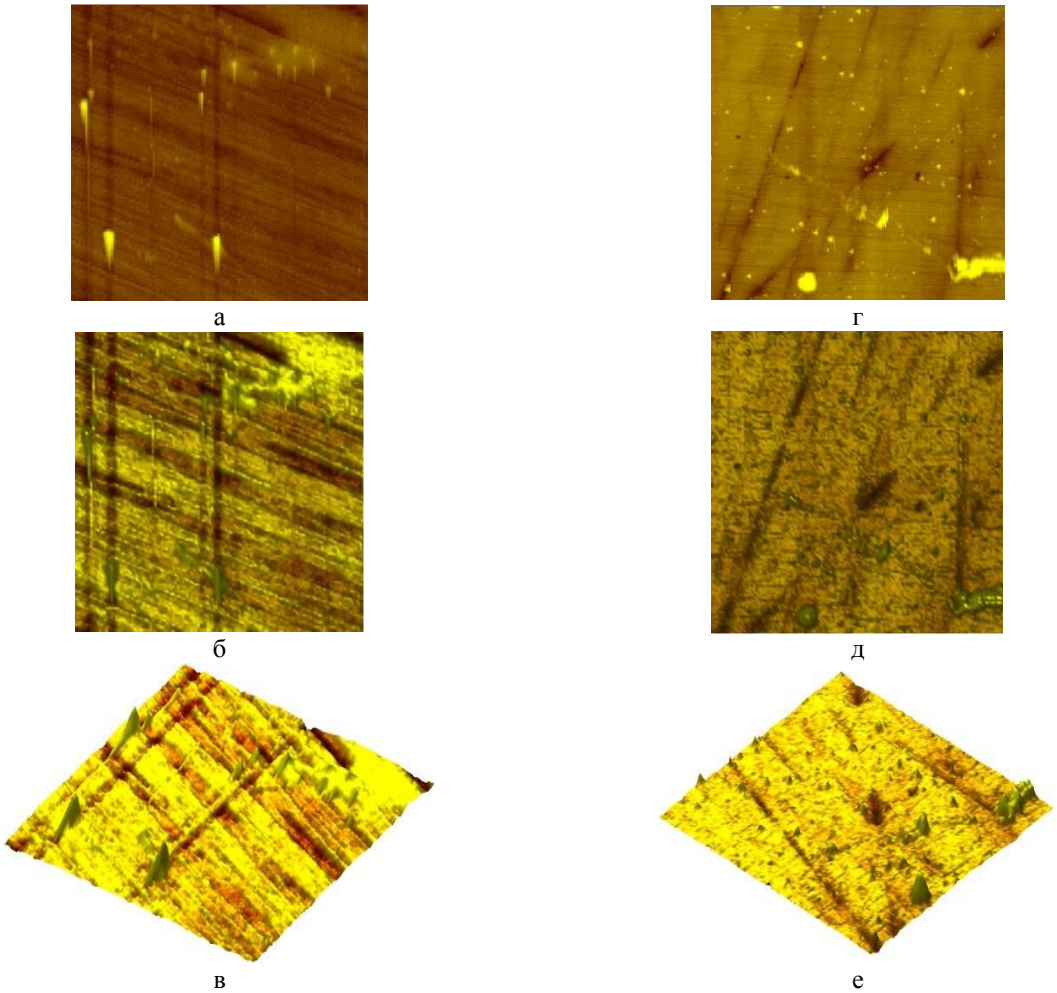
Исследование состава полученного покрытия проводилось методом энергодисперсионного спектрального (ЭДС) анализа с помощью сканирующего электронного микроскопа Hitachi TM 3030. Рентгенофазовый анализ (XRD) проводился на дифрактометре D8 ADVANCE ECO (Bruker, Германия) при использовании излучения медной трубки CuKα. Для идентификации фаз и исследования кристаллической структуры использовалось программное обеспечение BrukerAXSDIFFRAC.EVAv.4.2 и международная база данных ICDD PDF-2. Условия съемки рентгеновских дифрактограмм: напряжение – 40 кВ, ток – 25 мА, 2θ = 48-82°, шаг, 0.03°, время стояния в точке – 5 с, в качестве поглотителя использовался никелевый соллер. При данных условиях съемки глубина проникновения рентгеновских лучей в материал составляет не более 8-10 мкм. Толщина покрытия определялась методом резерфордовского обратного рассеяния (РОР) на протонах с энергией 1 МэВ на ускорителе тяжёлых ионов УКП-2-1 (ИЯФ,

Казахстан). Морфология поверхности полученного покрытия исследовалась методом оптической металлографии и сканирующей зондовой микроскопии (СЗМ), реализованном в сканирующем микроскопе – нанотвердомере Наноскан - компакт (Россия).

**Результаты.** Проведенные ранее исследования структуры и состава синтезированного покрытия показали, что фазовый состав полученных методом магнетронного напыления покрытий представляет собой смесь фаз, состоящий из 66.8% $Ti_2B_5$ и 33.2% $TiB_{12}$ [9]. Среднее содержание атомов бора в покрытии ~ 80%. Это существенно выше содержания бора в покрытиях, синтезированных другими, широко используемыми в настоящее время методами, например, такими, как плазменное напыление.

На рисунке 1 приведены СЗМ - изображения поверхности подложки (сталь 12Х18Н9Т, а – в) и покрытия (борид титана, г – е). Для более детального анализа технология Наноскан позволяет строить оптическое, рельефное и 3D изображение. На рисунках 1, а и 1, г видно, что после нанесения покрытия произошло незначительное выравнивание поверхности. Шероховатость Ra поверхности подложки ~ 150, покрытия – 90 мкм.

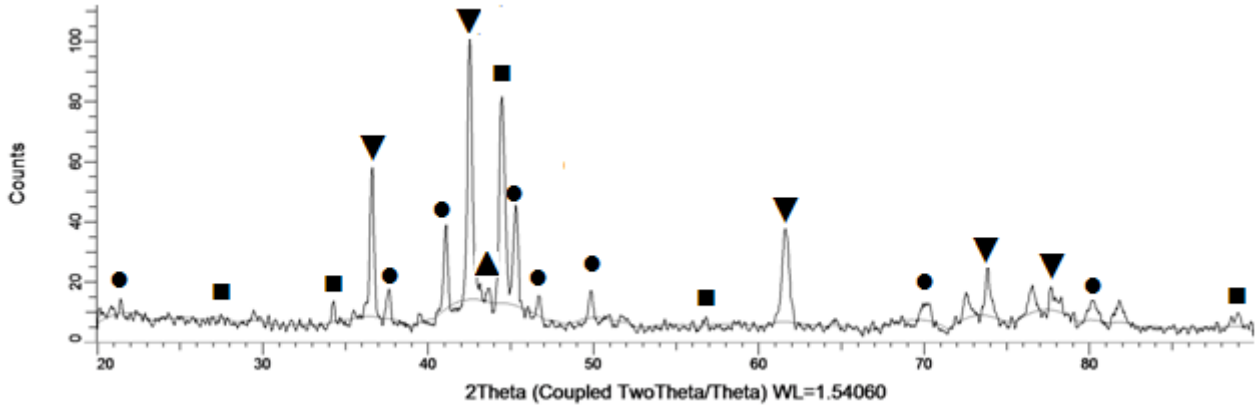
Сопоставляя рисунки 1, б, в и 1, д, е, можно заключить, что покрытие в значительной степени повторяет рельеф подложки. Также, после нанесения покрытия, наблюдается увеличение числа мелких дисперсных частиц, которые представляют собой включение фазы $TiB_{12}$.




Сталь 12Х18Н9Т: а – оптическое изображение, б – рельеф поверхности, в – 3D изображение; покрытие борид титана: г – оптическое изображение, д – рельеф поверхности, е – 3D изображение.

**Рис. 1.** Морфология поверхности подложки и покрытия (размер изображения 50×50 мкм)

Электровзрывное легирование поверхности стали 12Х18Н10Т привело к образованию в приповерхностном слое сплава, структура которого приведена на рисунке 2.



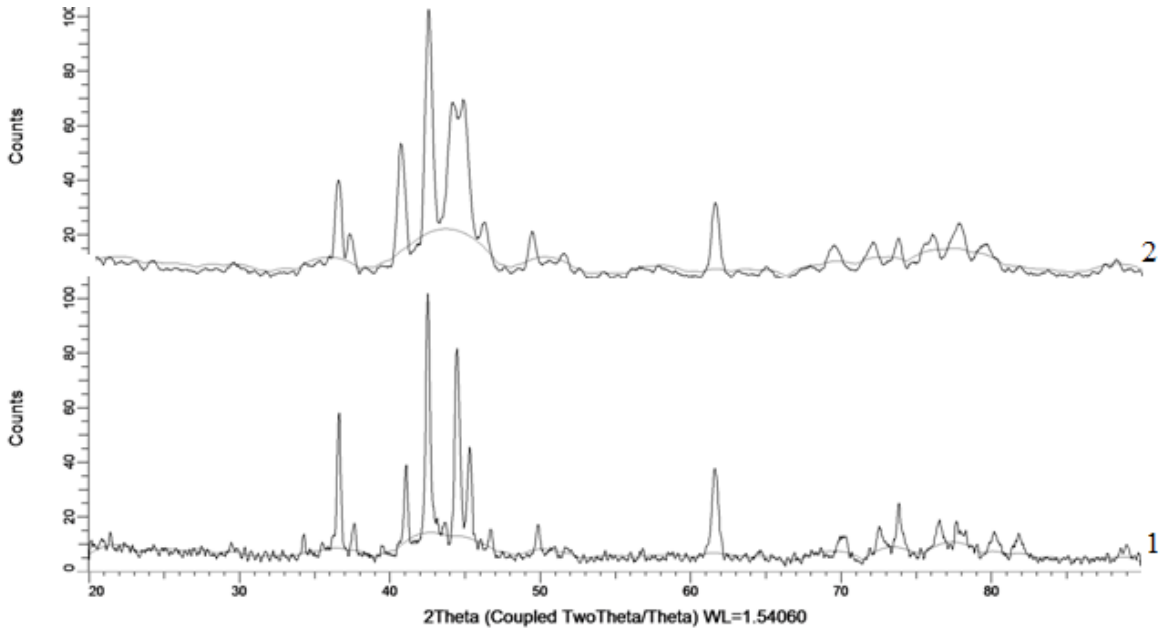

● –$TiFe_2$, ■ –$TiB_2$, ▼ – $Ti_4N_4$, ▲ – $Fe_{0.5}Ni_{0.5}Ti$.

**Рис. 2.** Рентгеновская дифрактограмма приповерхностного слоя с ЭВЛ - легированием

Покрытие представляет собой поликристаллическую структуру, содержащую 4 основных интерметаллических соединения в аморфной матрице. Наиболее интенсивные дифракционные пики характерны для кубической фазы осборнита $Ti_4N_4$ (COD 1100033). Второй по интенсивности рефлекс соответствует кубической фазе диборида титана $TiB_2$ (COD 2002800). Присутствует множество пиков малой интенсивности, соответствующих фазе $TiFe_2$ (COD 1539904). На основе полученных дифрактограмм можно утверждать, что поверхностное легирование аустенитной стали ЭВЛ - методом привело к образованию соединений Ti с бором и элементами, входящими в состав стали. Преобладает кубическое строение решётки. Наблюдается большое количество дефектов структуры, определяющих аморфное строение матрицы.

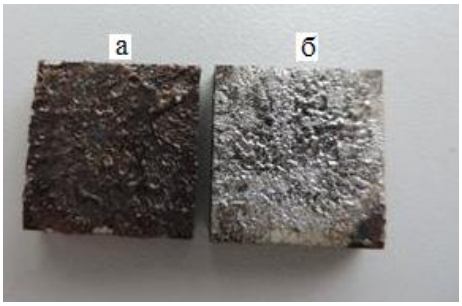
Как показано на рисунке 3, обработка электронным пучком не привела к изменениям фазового состава. При этом по значительному уширению пиков и увеличению гало видно, что обработка электронным пучком привела к сильной разориентации решётки и аморфизации сплава.

На рисунке 4 представлен внешний вид легированной поверхности образцов. Наблюдается незначительное сглаживание поверхности после обработки электронным пучком. Осветление указывает на снятие окалины, т.е. удаление кислорода с поверхности. На рисунке 5 приведены микрофотографии ЭВЛ - поверхности.




1 – до обработки, 2 – после

**Рис. 3.** Изменение структуры ЭВЛ - поверхности после обработки электронным пучком




а – до обработки электронным пучком, б – после
**Рис. 4.** Вид поверхности легированной ЭВЛ - методом

На рисунке 5 (б) показано наличие трещин на поверхности длиной до 30 и шириной ~1 мкм. Таким образом, увеличение числа дефектов в кристаллической структуре обработанной электронным пучком ЭВЛ- поверхности, приводит к охрупчиванию и образованию трещин.

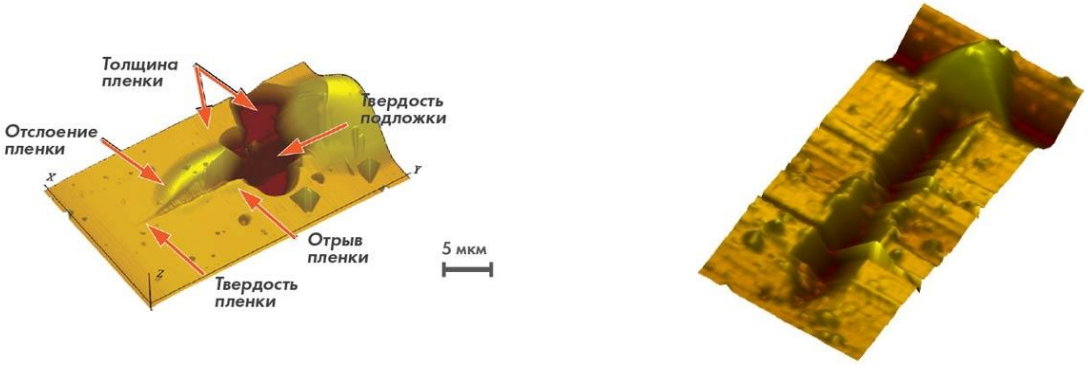
При легировании ЭВЛ - методом приповерхностный слой формируется посредством диффузии легирующих элементов в глубь поверхности и имеет общую структуру с основным материалом в переходном слое. Поэтому вопрос об адгезии в данном случае ставить не корректно. В связи с чем, ниже приводятся только результаты исследования адгезии покрытия борида титана к аустенитной стали, синтезированное методом магнетронного распыления.



а б

а – до обработки электронным пучком, б - после
**Рис. 5.** Изображение поверхности ЭЛВ - поверхности (×100)

Исследование адгезии проводилось методом склерометрии с помощью сканирующего микроскопа – нанотвердомера Наноскан - компакт (Россия). Метод заключается в нанесении на поверхность царапин с определённой нагрузкой и последующего анализа их параметров [10-11]. Для нанесения царапин используется наноиндентор в виде трёхгранной пирамиды Берковича, максимальная прикладываемая нагрузка 200 мН. Для изучения адгезии царапина наносится тупой стороной пирамидки. На рисунке 6 приведено сканированное изображение царапины на поверхности покрытия борида титана с максимальной приложенной нагрузкой.




а б

а – пример отслоения плёнки, б – царапина на покрытии $Ti_2B_5$.
**Рис. 6.** Сканированное изображение поверхности покрытия с нанесенной на него царапиной

На рисунке 6-а показан пример отрыва плёнки от поверхности при нанесении царапины. На рисунке 6-б показано изображение царапины на покрытии $Ti_2B_5$, нанесенной при нагрузке на индентор 200 мН. Видно, что отрыва плёнки от поверхности не произошло, что говорит о высокой адгезионной прочности. На рисунке 7 показан профиль царапины, по которому можно оценить её глубину, которая составляет ~ 400 нм, что соответствует толщине покрытия.

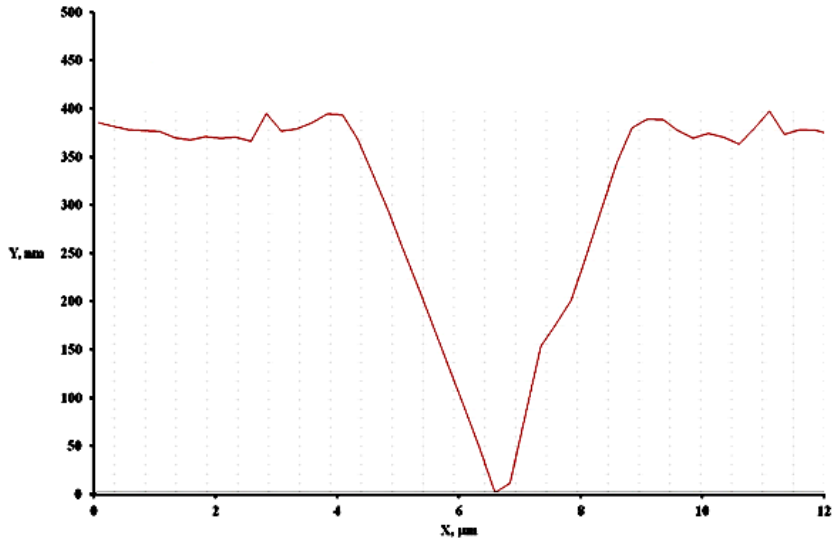



**Рис. 14.** Профиль поперечного сечения царапины на поверхности покрытия $Ti_2B_5$

**Обсуждение.** В результате исследований получены покрытия с системой B-Ti двумя принципиально разными методами. В таблице 2 представлены данные по содержанию бора в полученных образцах и в покрытиях, синтезированных методом плазменного нанесения [12].

Магнетронное напыление покрытия позволило получить соединение бора с титаном в двух фазовых состояниях, тогда как ЭВЛ - метод привёл к образованию соединений титана с бором и элементами подложки. При плазменном напылении фазовый состав определяется исходным материалом – порошком карбида бора. Различие фазового состава покрытий, полученных тремя методами, определяет разницу в содержании бора. Наибольшее содержание бора достигается в соединении B-Ti, синтезированным магнетронным напылением. ЭВЛ - метод позволил получить содержание бора, сопоставимое с его содержанием в покрытии, синтезированном плазменным напылением. При этом толщина легированного бором слоя на порядок меньше, чем необходимо для эффективного ослабления нейтронного пучка при таком содержании бора.

Помимо высокого содержания бора метод магнетронного напыления позволяет синтезировать покрытие, не модифицируя поверхности подложки. Плазменное напыление и ЭВЛ - метод предполагают нагрев поверхности подложки, приводящий к изменению фазового состава и, как следствие, изменению физико-механических свойств. Это может привести к ухудшению характеристик элементов конструкций.

Таблица 2. **Параметры покрытий, полученных различными методами**

| Метод синтеза | Фазовый состав | Толщина покрытия, мкм | Содержание B, % |
|---|---|---|---|
| Магнетронное распыление | $Ti_2B_5$<br>$TiB_{12}$ | 0,37 | 80 |
| ЭВЛ | $TiB_2$<br>$TiFe_2$<br>$Ti_4N_4$<br>$Fe_{0.5}Ni_{0.5}Ti$ | 30 | 12,5 |
| Плазменное напыление [12] | $B_4C$ | 2×103 | 15,2 |

ЛИТЕРАТУРА

[1] Национальный доклад по науке. – Астана; Алматы, 2016. – 232 с.

[2] Пат. 2434969 Российская федерация, МПК C22C38/32. Коррозионно-стойкая сталь с повышенной нейтронной поглощаемостью / Дуб В.С., Дуб А.В., Дурынин В.А. и др.; заявитель и патентообладатель Москва. науч.-исслед. ин-т технологии машиностроения. – № 2011110286/02; заявл. 18.03.11; опубл. 27.11.11, Бюл. №33. – 6 с.

[3] Dvilis E. S., Khasanov O. L, Gulbin V. N. and etc. Spark Plasma Sintering of Aluminum Magnesium-Matrix Composites with Boron Carbide and Tungsten Nano-powder Inclusions: Modeling and Experimentation // The Journal of The Minerals, Metals & Materials Society. – 2016. – V.68.№3. – P. 908-919.

[4] Choi J. S, Lee C. K., Anderson B. L. and etc. Applications of Neutron-Absorbing Structural-Amorphous Metal (SAM) Coatings for Criticality Safety Controls of Used Fuel Storage, Transportation, and Disposal // ICNC 2015 Charlotte, NC, United States, 2015 through September 17, 2015.

[5] Choi J-S., Farmer J.C., Lee C. and etc. Neutron-Absorbing Coatings for Safe Storage of Fissile Materials with Enhanced Shielding & Criticality Safety // Materials Science & Technology 2007 Conference and Exhibition Detroit, MI, United States September 16, 2007 through September 20, 2007.

[6] Neutron Absorbing Coating for Nuclear Criticality Control / United States. Department of Energy. – 2007.

[7] Sanchez C.M.T., Rebollo Plata B., Maia da Costa M.E.H., Freire F.L.Jr. Titanium diboride thin films produced by dc-magnetron sputtering: Structural and mechanical properties // Surface & Coatings Technology. – 2011. – №205. – P. 53698–3702.

[8] Гальченко Н.К., Самарцев В.П., Колесникова К.А. и др. Принципы формирования защитных покрытий на основе диборида титана на поверхности металлических катодов при плазменном напылении // Вестник ТГУ. – 2013. – Т.18, вып.4. – С. 1815-1816.

[9] Larionov A.S., Zhakanbaeyev E.A., Kozlovski A.L., Dikov A.S., Kislitsin S.B., Chekushina L.V. Synthesis of boride-titanium coatings by magnetron sputtering of composite targetss. // Eurasian Journal of Physics and Functional Materials. – 2018. – Vol. 2(3). – P. 251-258.

[10] Усеинов С. С. Измерение твердости конструкционных материалов методами индентирования и склерометрии на субмикро- и нанометровом масштабах: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – М. – 2010. – 123 с.

[11] Ларионов А.С., Уралов М.К., Диков А.С., Кислицин С.Б. Сравнительные исследования влияние облучения низкоэнергетическими ионами He, Kr и Xe на физико-механические свойства покрытий TiMoN и конструкционной стали 12Х18Н10Т / Вестник НЯЦ РК. – В.3. – 2015. – С. 51-58.

[12] Choi J., Lee C., Day D. and etc. Application of Neutron-Absorbing Structural-Amorphous Metal (SAM) Coatings for Spent Nuclear Fuel (SNF) Container to Enhance Criticality Safety Controls // MRS Fall Meeting Boston, MA. – 2006. – 23 P.

Акаев С.О., Ларионов А.С., Карпиков А.Н., Чекушина Л.В., Диков А.С.

**Әдісті қолдану магнетронды бүрку әдістерімен және эжк нейтрон-сіңіру жабындарды қалыптастыру**

**Түйіндеме.** B-Ti жүйесімен нейтрондармен сіңіру жабындарды магнетронды бүрку әдістерімен және электр жарылыс қоспалау (EVL) синтездеу бойынша эксперименттер нәтижелері келтірілген. Алынған жабындардың құрылымдық-фазалық және элементтік құрамы зерттелді. Синтезделген жабындарды және қолданыстағы аналогтар салыстырмалы талдау жасалды. Магнетронды шашырау әдісі материалдағы ең жоғары бор құрамы қамтамасыз ететіндігі табылды. Бұл жабынның қалыңдығының едәуір төмендеуімен жақсы нейтронды сіңіргіш сипаттамаларын қамтамасыз етеді.

**Түйін сөздер:** титан бориды, нейтрон сіңіруі, магнетронды бүркуі

Akayev S.O., Larionov A.S., Karpikov A.N., Chekushina L.V. , Dikov A.S.

**Formation of surface neutron-absorbing coatings with b-ti system by eed and magnetron spraying methods**

**Summary.** The results of experiments on the synthesis of a neutron-absorbing coating with a B-Ti system using the methods of magnetron sputtering and electroexplosive doping (EED) are presented. The structural-phase and elemental composition of the obtained coatings were investigated. Comparative analysis performed of the obtained coatings and existing analogues was performed. It is shown that the method of magnetron sputtering provides the highest boron content in the material. This will provide the best neutron-absorbing characteristics with a significant decrease in the thickness of the coating.

**Key words:** titanium boride, neutron absorption, magnetron sputtering

ӘОЖ: 621.867.7

**Д.Қ. Әбілда**
(Satbayev University, Kazakhstan, Almaty
E-mail: abilda-dauren@bk.ru
Improved hydraulic cylinder stability)

**Abstract.** This article is about the ways of ensuring the hydraulic cylinders to lock in the event of an accident during the lifting operation. The purpose of the article is to lock the hydraulic cylinders, i.e. to improve the ways of possibility to keep the cargo for a long time in its maintenance in a stationary state. Preparation of the cuffs from the materials which are used in recent years is as a first way of improving the sustainability of hydraulic cylinders and as a second way there was considered the design of the locking devices. It is directed to the search new materials and their structural solutions for the mobile connections of hydraulic cylinders and to improve their reliability, service life and degree of density, the reduction of the friction forces in the moving connection, to reduce of the production costs and simplification of their structure.

**Key words:** hydraulic cylinder, cuffs, locking device, the stem sealing.

**Д.Қ. Әбілда**
(Сәтбаев Университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы,
E-mail: abilda-dauren@bk.ru)

## ГИДРАВЛИКАЛЫҚ ЦИЛИНДРЛЕРДІҢ БАЙЛАНЫСТАҒЫ ТҰРАҚТЫЛЫҚТАРЫН АРТТЫРУ

**Аңдатпа.** Бұл мақалада гидравликалық цилиндрлердің жүктерді көтеру кезіндегі аппаты жағдайда бұғатталуын қамтамасыз ету жолдары қарастырылды. Мақала мақсаты гидравликалық цилиндрлер құлыпталуы, яғни жүкті қозғалыссыз ұзақ уақыт өз қалыпында ұстап тұру мүмкіншілігін арттыру жолдарын қарастыру. Манжеттердің соңғы жылдары пайдаланылып жүрген материалдармен жасау, гидравликалық цилиндрлердің тұрақтылығын арттырудың бір жолы ретінде қарастырсақ, екінші жолы ретінде құлыптау құрылғыларының конструкцияларын қарастырдық. Гидравликалық цилиндрлердің жылжымалы қосылыстары үшін жаңа материалдар мен құрылымдық шешімдерін іздестіру, олардың сенімділігін, қызмет ету мерзімін және тығыздық дәрежесін арттыруға, сондай-ақ жылжымалы қосындыдағы үйкелу күштерін азайтуға, өндіріс шығындарын азайтуға және құрылымын жеңілдетуге бағытталған.

**Түйін сөздер:** Гидравликалық цилиндр, манжеттер, тоқтатқыш құрылғы, шток, тығыздағыш.

Осы уақытқа автоматты және роботтандырған технологиялық желілерде механикалық, пневматикалық және электрлі жетектермен салыстырғанда гидрожетек көптеп қолданылуда, себебі ол жұмысшы механизмдерде түзусызықты және айналмалы қозғалысты оңай жасауға, күштер, жылдамдықтар мен орынауыстыруларды реттеудің дәлдігін жоғарылатуға, сонымен қатар жиі және тез ауыстырып қосуларды орындауға мүмкіндік береді. Гидравликалық жетектің төменгі инерциясы бар және жабдықты шамадан тыс жүктемеден қорғайды. Барлық осы қасиеттер автоматтандырылған және роботталған технологиялық желілердің орындаушы механизмдері ретінде күштік гидроцилиндрлерді тиімді пайдалануды алдын-ала белгілейді.

Гидравликалық жабдықтардың істен шығуының себептерінің бірі - жүктемедегіні жұмыс бөлігінің өздігінен төмендеуі, бұл қуат көзінің кенеттен ажыратылуы немесе газ құбырының бұзылуы, сондай-ақ поршеньдік немесе штоктің тығыздағыштары бұзылған жағдайда орын алады [1]. Ақаулардың салдарын болдырмау немесе азайту - басты тапсырма, бұл тоқтатқыш (стопор) құрылғы (құлыптар) көмегімен шешіледі, ол гидроцилиндр штогын піспектің шекті нүктелерінде, піспектің кез-келген жүріс нүктесінде немесе технологиялық процесс анықтайтын позицияларда бекітеді.

Гидравликалық цилиндрлер – гидротехникалық компоненттердің іс жүзінде жалғыз түрі болып табылады, олдың стандартты және арнайы түрлеріболады [2].

Соңғы жылдары теориялық және эксперименттік зерттеулер жүргізілді, оның негізінде жақсартылған сипаттамалары бар гидроцилиндрлердің штоктарына арналған тоқтатқыш құрылғылардың жаңа конструкциялары әзірленді, патенттелді және өндірілді.

Гидравликалық цилиндрдің бекітілген бөліктері арасындағы тығыздық статикалық, ал жылжымалы бөліктер арасында - динамикалық деп аталады. Тығыздалатын гидравликалық цилиндрлердің көпшілігінің бір немесе бірнеше айналма эластомерлермен қамтамасыз етілуі мүмкін, бірақ полимерлерден басқа материалдардан жасалған басқа тығыздағыштар пайдаланылуы мүмкін. [3].

Піспек пен штоктың жылжымалы байланысындағы тығыздағыштар гидравликалық станоктарда, автоматты желілерде, өндірістік жұмыстарда және станоктық құрылғыларда кеңінен қолданылатын күштік гидроцилиндрлердің сенімділігін, жұмыс жасау ресурсын анықтайды [4].

Манжетті тығыздағыштар (манжеталар) - піспек пен штокқа арналған ең көп тараған тығыздағыш түрі [5]. Төменде шетелдік компаниялар тарапынан соңғы жылдары жасалған манжеттердің материалдары мен конструкциялары сипатталған.

Компания Fa Carl Freudenberg (Германия) Simriz брендінің серпімділік материалын жасады [6]. Ондағы манжеттер ұзақ уақыт бойы -15-ден +250 ° С-қа дейінгі температуралық диапазонда және 300 ° С-қа дейінгі температурада қысқа мерзімді жұмыс кезінде сақталады.

Viton эластомерлері фторлы қабықшалар негізінде жасалған, жоғары өнімділік қасиеттеріне ие [7]. 300-ден астам заттардың химиялық әсеріне (соның ішінде төмен молекулалық күрделі эфирлер, кетондар, аминдер, ыстық гидрофторлық және хлорсульфон қышқылдары, метанол және этанол және т.б.) төзімді және тығыздалған ортаның -68-тен + 200 ° С-ға дейінгі температурасында жұмысқабілетті. + 150 ° С температурасында сыналған Viton сериясының эластомерлерінің манжеталары тығыздағыш бетіне бастапқы сығымдау күштерінің 90% -ын 100 сағат жұмыс істегеннен кейін және 8000 сағат жұмысынан кейін күштің 70% -ын сақтайтындығын көрсетті. Бізге белгілі бірде-бір эластикалық тығыздағыш материал мұндай қасиеттерге ие емес.

Перфторэластомерлі материалдар [8] фторопласттың химиялық төзімділігіне және резеңкенің серпімділігіне ие. Оларды жасау кезінде, жұмыс ортасының түріне қарай, әртүрлі қоспаларды қолданады. Осы материалдардан жасалған тығыздауыштар жоғары температура тұрақтылығына ие және 280 ° С температурада олар өздерінің серпімділік қасиеттерін сақтайды. Соңғы кездері молекулалардың сызықты құрылымына ие термопластикалық полиуретандар манжеттер өндірісі үшін жиі пайдаланылуда. Олар полиуретанның химиялық құрылымы мен енгізілген компоненттердің арақатынасын өзгерту арқылы кең ауқымда реттелуі мүмкін жақсы физика-механикалық қасиеттермен ерекшеленеді. Манжетаның үйкелу коэффициентін азайту үшін оны жасау кезінде полиуретанға графит, молибден дисульфидтерін, фторлондар және т.б. қосады.

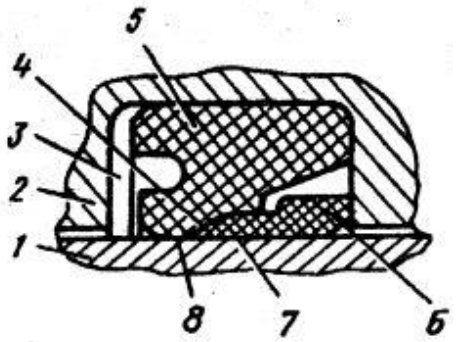
Полиуретанды манжеттерді термокамераларда немесе инфрақызыл және лазерлік сәулелерде өңдегенде, олардың тозуға төзімділігі айтарлықтай артады (резеңке манжеттердің тозуға төзімділігіне қарағанда 2 еседен артық).

Busak Luyken (Германия) фирмасының манжеттер өндірісі үшін пайдаланатын Luytan маркалы полиуретан [9] жоғары тозуға төзімді, Шор бойынша 70-тен 95-ке дейінгі қаттылыққа ие және түрлі жұмыс орталарының әсеріне төзімді. Бұл материалдың манжеталары 40 МПа дейін қысымда сенімді жұмыс істейді.

Fa Carl Freudenberg фирмасының шығарған полиуретаны түрлі жұмыс ортасында (әсіресе рапс майымен немесе синтетикалық эфирден) жақсы үйлесімділігімен ерекшеленеді. Ол жұмыс ортасының жоғары температурасы мен қысымы кезінде жұмыс істейтін жоғары жүктелген тығыздағыштарға арналған. Мұндай манжеттер жылжымалы буындардың жақсы тығыздығын қамтамасыз етеді және үлкен ресурсқа ие.

Parker фирамасы (АҚШ) дайындаған эластомерлі материалдан жасалған TS-2000 типті манжеттері поршень сыртқы жүктеменің әсерінен гидравликалық цилиндрде жылжығанда және штоктың қуысында жұмыс ортасының қысымы жоқ болғанда жылжымалы қосылыстың жоғары герметикалық тығыздалуын қамтамасыз етеді [10].

Green, Tweed және CO (АҚШ) фирмасының манжеттік тығыздағышы (1-сурет) қақпағының 2 ойығына 3 орнатылған, ол сәйкесінше төменгі және жоғарғы қаттылықты эластомерлі материалдан жасалған манжеттен (5) және сақинадан (6) тұрады [11]. Манжетаның (5) тар тығыздауыш белдігі (8) жұмыс қысымы салыстырмалы төмен болғанда, ал сақинаның (6) кең тығыздауыш белдігі (7) жоғары жұмыс қысымы кезінде штоктың (1) сенімді герметикалық тығыздалуын қамтамасыз етеді. Канавкада (3) жұмыс қысымы артуы кезінде манжета (5) деформацияланып, ось бойымен жылжиды, сақинаның (6) конусты бетіне (4) басу арқылы белдікте (7) қажетті радиалды керілуді қамтамасыз етеді. Тығыздағыш ұзақ жұмыс ресурсымен ерекшеленеді және жылжымалы қосылысты сенімді түрде тығыздайды.

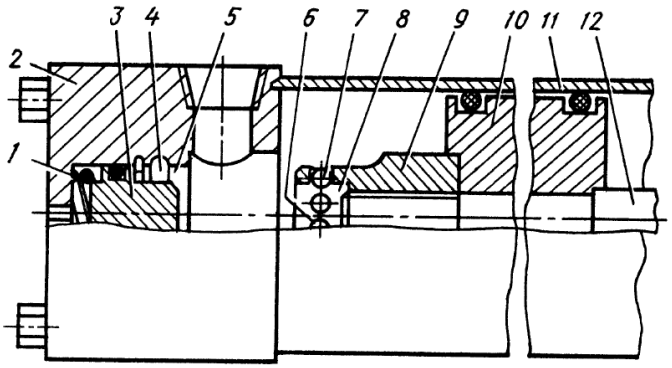



**1- сурет.** Екі тығыздағыш белдігі бар манжетті тығыздағыш

Mitsui, Constr. (Жапония) фирмасының дифференциалдық гидравликалық цилиндрі [12] жұмысшы сұйықтықтың авариялық қысымының төмендеуі кезінде белгілі бір күйде штокты құлыптайтын гидравликалық құрылғымен жабдықталған. Гидравликалық цилиндр корпусында екі сатылы ұңғыма жасалған. Кішірек диаметрлі ұңғымада штокқа қосылған жұмысшы піспек орынауыстырады. Үлкен диаметрлі ұңғымада штокқа қатысты еркін қозғалатын қосалқы піспек орналасқан.

Бұл ұңғыма жабдығымен байланыстыру клапанымен желі арқылы байланысады. Төтенше жағдайда жабдықтау қысымының төмендеуі кезінде, шток жұмыс істейтін және қосалқы піспектер жанасуда болғанға дейін ғана жылжиды, өйткені ұстап тұрған клапаннан қосалқы поршенге дейінгі жұмыс сұйықтығының қысымы штокты тоқтатады. Құрылғы қарапайым конструкциялы және дайындалу технологиясы оңай.

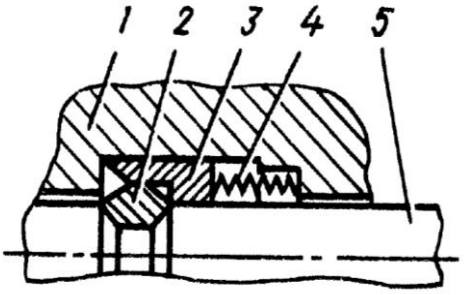
Miller Fluid Power Corp. (АҚШ) фирмасының шарикті гидромеханикалық құлыптау құрылғысы (2-сурет) [13] өзінің жоғары сенімділігімен ерекшеленеді. Штоктың 12 артында піспек 10 және сатылы гильза 9 бекітілген, онда ұңғыма 8 және шариктер 7 орналасқан радиалды конусты каналдар 6 бар. Піспек солға жылжытылғанда, гильза қақпақтың 2 ұңғымасына 5 кіреді, ал серіппелі қаптаманың 8 ернеуі - гильзаның ұңғымасына 8 шығыңқы орналасқан шариктерге 7 жанасқанға дейін кіреді. Содан кейін, ернеу мен гильза бірге жылжып, серіппені 1 шариктер канавка 4 кіріп, штокты 12 бекіткенге дейін сығады. Жұмысшы сұйықтықты қысыммен гидроцилиндрдің 11 піспектік қуысына жібергенде ернеу 8 піспектен 10 ажырап, серіппені 1 қысады және шариктерді 7 босатады.




**2- сурет.** Гидроцилиндр штогына арналған шарикті гидромеханикалық құлыптау құрылғысы

Сегментті гидромеханикалық қондырғы (3-сурет) [14] гидравликалық цилиндрден толығымен шыққан штокті қауіпсіз бекітуге арналған. Штокта 5 сақиналық ойық бар, ал гидравликалық цилиндрдің қақпағында 1 сегменттер 2, композитті бекітетін гильза 3 және серіппелер 4 бірінен соң бірі орналасқан ұңғыма бар. Піспек жүрісінің соңында шток 5 шыққан кезде серіппелер 4 гильзаны солға ығыстырады, және сегменттер сығылып, штоктың сенімді тоқтап тұруын қамтамасыз етеді. Жұмыс сұйықтығы гидравликалық цилиндрдің штоктық қуысқа қысыммен жеткізілген кезде, гильза серіппелердің күшін жеңіп оңға тірелгенге дейін жылжиды, осы кезде сегменттер мен шток босатылады.

Күштік гидроцилиндр – піспек пен штокты бұғаттау құрылғысымен біргежасалған[15].




**3-сурет.** Гидроцилиндр штогына арналған сегментті гидромеханикалық құлыптау құрылғысы

Гидравликалық цилиндрлердің штангаларына арналған құлыптау құрылғыларының жаңа конструкцияларын енгізу гидротехникалық жабдықтардың жұмысын жақсартады. Гидравликалық цилиндрлердің жылжымалы қосылыстары үшін жаңа материалдар мен құрылымдық шешімдерін іздестіру, олардың сенімділігін, қызмет ету мерзімін және тығыздық дәрежесін арттыруға, сондай-ақ жылжымалы қосындыдағы үйкелу күштерін азайтуға, өндіріс шығындарын азайтуға және құрылымын жеңілдетуге бағытталған. Еріндік тығыздағыштар үшін материалды таңдаған кезде, қабылданған және жіберілген жүктемелерге қатысты нақты талаптарды (олардың еңбек жағдайларына байланысты), сондай-ақ таңдалған материалдан оңтайлы құрылым жасау мүмкіндігін ескеру қажет.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Кишкевич П.Н. Жилевич М.И. Торможение пневмодвигателей гидравлическим демпфером // БНТУ.— 2018.— № 7.—С. 16-18.

[2] Корнюшенко С.И.,. Гидроцилиндры специальных исполнений // СТТ: Строительная техника и технологии. — 2015. — Т. 4. — № 8. — С. 58–59.

[3] Корнюшенко С.И.,. Уплотнения гидроцилиндров// СТТ: Строительная техника и технологии. — 2015. — Т. 4. — № 4. — С. 110–115. 4. Beaufils Ph. Verins hydrauliques: Des gains en precision et en fiabilite // Bureaux d'etudes Automatismes. - 1991. - № 75. - P. 81 -83.

[4] Бурении В.В. Новые манжетные уплотнения для соединений с возвратно-поступательным движением // Станки и инструмент. -1990. - №4. - С. 32-34.

[5] Elastische Alternative // Maschine - Anlagen + Verfaren. - 1991. - №10. - S.82.

[6] Dichtungsringe Welches Elastomer fur Welche Dichtung? // Cav. - 1986. - Nov. - S. 79-80,82.

[7] Beron M.Perfluoroelastomers Seal in Hostile Enviroments // Materials Engineering. - 1986. - №11. - P. 53 - 54.

[8] Luytan-abriebfester Dichtungswerkstoff // Schmierungstechnik. - 1991. - №5. - S.157.

[9] TS-2000 for Leak - Free Performance // Hydraulics and Pneumatics. - 1991. - №10. - P. 35.

[10] Патент 4893823 США, МКИ F16J 9/06. Уплотнение для подвижных соединительных деталей.

[11] Заявка 62-13807 Япония, МКИ F 15 B 15/08. Гидроцилиндр с аварийной фиксацией штока.

[12] Пат. 4635536 США, МКИ F 15 B 15/26. Устройство для фиксации штока гидроцилиндра.

[13] Hydraulische Verriegelungszylinder //Kunststoff - Plaste. - 1987.- N 4. - S. 19.

[14] Патент 4825746 США, МКИ F15 B 15/62. Универсальный гидроцилиндр.

Әбілда Д.Қ.

**Улучшение устойчивости гидравлических цилиндров.**

**Резюме.** Описываются способы обеспечения блокировки гидравлических цилиндров в случае аварии во время подъема. Цель статьи - блокировка гидравлических цилиндров, т.е. улучшение способов обеспечения длительного хранения груза в стационарном состоянии. Подготовка манжет из материалов, которые используются в последние годы, является первым способом повышения устойчивости гидравлических цилиндров, а вторым способом считается конструкция запорных устройств. Он направлен на поиск новых материалов и их структурных решений для мобильных соединений гидравлических цилиндров и повышения их надежности, срока службы и степени плотности, уменьшения сил трения в подвижном соединении, снижения издержек производства и упрощение их структуры.

**Ключевые слова:** гидравлический цилиндр, манжеты, стопорное устройство, шток, уплотнитель.

Abilda D. K.

**Improved hydraulic cylinder stability**

**Summary.** This article is about the ways of ensuring the hydraulic cylinders to lock in the event of an accident during the lifting operation. The purpose of the article is to lock the hydraulic cylinders, i.e. to improve the ways of possibility to keep the cargo for a long time in its maintenance in a stationary state. Preparation of the cuffs from the materials which are used in recent years is as a first way of improving the sustainability of hydraulic cylinders and as a second way there was considered the design of the locking devices. It is directed to the search new materials and their structural solutions for the mobile connections of hydraulic cylinders and to improve their reliability, service life and degree of density, the reduction of the friction forces in the moving connection, to reduce of the production costs and simplification of their structure.

**Key words:** hydraulic cylinder, cuffs, locking device, the stem sealing.

УДК 620.193

**[1]A. E. Narewski, [2]S. A. Subbotin, [2]S. B. Belikov, [3]G. Yar-Mukhamedova, [3]R. Atchibayev**
([1]"Ukrspetsmash" LLC, Berdyansk, Ukraine,
[2]Zaporozhye National Technical University, Zaporozhye, Ukraine,
[3] al-Farabi Kazakh National university, SRI of Experimental and theoretical physics, Almaty, Kazakhstan)

**Abstract.** The goal of the work was to study the affect of the parameters of steel and circulating waters on the pitting resistance of AISI304 steel to develop practical recommendations for its use when manufacturing and operating heat exchangers.

Based on the analyzed results of the study of how the AISI304 steel and circulating waters' parameters affect its pitting resistance, there were plotted regression models: a first-order linear model, a second-order model, a second order-model with first order quotients, and a linear model with a reduced number of indications. The analysis of these models has showed that the pitting resistance of the steel in model circulating waters is most affected by its chloride content and the average distance between oxides in the steel. The indications x3 (average diameter of austenite grains) and x10 (Cr content) have a slightly lesser affect the steel's pitting resistance criterion.

**Key words:** corrosion, pitting resistance, chloride-containing solution, steel, heat exchangers.

**[1]А.Э. Наривский, [2]С.А. Субботин, [2]С.Б. Беликов, [3]Г.Ш. Яр-Мухамедова, [3]Р.А. Атчибаев**
([1]ООО "Укрспецмаш", Бердянск, Украина,
[2]Запорожский национальный технический университет»,
Запорожье, Украина,
[3]Казахский национальный университет им. Аль-Фараби, НИИЭТФ, Алматы, Казахстан)
**E-mail:** gulmira-alma-ata@mail.ru; r.atchibayev@kgnt.kz)

## ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОБОРОТНЫХ ВОД, ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И СТРУКТУРНОЙ ГЕТЕРОГЕННОСТИ СТАЛИ AISI304 НА ЕЕ ПИТТИНГОСТОЙКОСТЬ

**Аннотация.** Целью работы являлось исследование влияния параметров стали и оборотных вод на питтингостойкость стали AISI304 с целью выработки практических рекомендаций по ее использованию при изготовлении и эксплуатации теплообменников.

В результате анализа результатов исследования влияния параметров стали AISI304 и оборотной воды на ее питтингостойкость построены регрессионные модели: линейная модель первого порядка, модель второго порядка, модель второго порядка с частными первого порядка и линейная модель с сокращенным числом признаков. Анализ этих моделей показал, что наиболее значительное влияние на питтингостойкость стали в модельных оборотных водах, оказывает содержание в ней хлоридов и среднее расстояние между оксидами в стали. Несколько меньшее влияние на критерий питтингостойкости стали оказывают признаки x3 – средний диаметр зерна аустенита и x10 – содержание Cr.

**Ключевые слова:** Коррозия, питтингостойкость, хлоридосодержащий раствор, сталь, теплообменники.

### Постановка проблемы

Пластинчатые и кожухотрубчатые теплообменники, изготовленные из сталей и сплавов аустенитного класса (AISI304, AISI321, AISI3l6L(Ti), 06ХН28МДТ), часто подвергаются питтинговой коррозии со стороны оборотной воды, содержащей хлорид-ионы. При этом толщина теплопередающих

элементов этого оборудования изменяется от 0,2 до 1,0 мм для пластинчатых и от 0,8 до 3,0 мм для кожухотрубчатых теплообменников.

Поэтому зарождение и развитие питтинговой коррозии со стороны оборотной воды способствует перфорации пластин теплообменников за несколько месяцев их эксплуатации [1–4].

Целью работы являлось исследование влияния параметров стали и оборотных вод на питтингостойкость стали AISI304 с целью выработки практических рекомендаций по ее использованию при изготовлению и эксплуатации теплообменников.

**Анализ литературы по проблеме**

Исследованиям влияния хлоридсодержащих сред [5–7], химического состава сталей и сплавов [8–10] и структуры [11–14] на их питтингостойкость уделялось и уделяется большое внимание со стороны отечественных и зарубежных ученых. Однако эти исследования, в основном, проводились в модельных растворах, содержащих очень высокое количество хлорид-ионов (водный раствор 3% NaCl). При этом в оборотных водах количество хлоридов на порядок меньше, чем в вышеуказанном, часто применяемом при исследованиях, растворе. Применение электрохимических методов исследования сталей и сплавов на их питтингостойкость в растворе 3% NaCl дает возможность определить только относительную их стойкость к этому виду коррозии. Поэтому для прогнозирования питтингостойкости материалов теплообменников в оборотных водах результаты таких исследований фактически не пригодны.

Для решения этой проблемы в период с 2003 по 2015 год на заводах ОАО “Павлоградхиммаш” и ЗАО “Азовский машиностроительный завод” в рамках научно-исследовательской программы Запорожского национального технического университета были проведены системные научные исследования, которые позволили установить регрессионные зависимости между критериями питтингостойкости сталей AISI304 (08Х18Н10), AISI321 (12Х18Н10Т), сплава 06ХН28МДТ и их химическим составом и структурной гетерогенностью. [1, 15–19]. Кроме того, в работах [4, 20–24] предложены методики определения скорости роста питтингов на поверхности вышеуказанных сталей и сплавов в модельных оборотных водах, если они подвергались питтинговой коррозии. На этом этапе исследований также была решена проблема идентификации метастабильных и стабильных питтингов [4,25]. Это решение основано на установленных характерных особенностях селективного растворения металлов в метастабильных и стабильных питтингах на поверхности этих материалов. В отличие от ранее предложенных методик, основанных на геометрических размерах питтингов [26], предложенная методика, основана на критерии, имеющем физический смысл [4], что дает возможность идентифицировать характер питтингов на любых сталях и сплавах аустенитного класса в хлоридсодержащих средах, основываясь на едином подходе.

Однако недостатком проведенных исследований является отсутствие оценки значимости параметров сталей, сплавов и оборотных вод по их влиянию на питтингостойкость в оборотных водах, применяемых в работе теплообменников. Кроме того, погрешность определения критерия питтингостойкости сталей и сплавов, используя установленные регрессионные зависимости, достаточно высокая.

Это ограничивает возможности производителей оборудования при выборе материалов, а организаций, эксплуатирующих его, в производительности технологических процессов.

Поэтому для устранения изложенного выше недостатка необходимо разработать математические модели, описывающие связь между критерием питтингостойкости стали AISI304 в модельных оборотных водах и ее химическим составом и структурой.

**Материалы и методика исследований**

Исследовали пять промышленных плавок стали AISI304. Химический состав стали и ее структурную гетерогенность определили ранее [1, 15]. Критические температуры питтингообразования стали (КТП) в модельных оборотных водах с *pH* 4…8 и концентрацией хлоридов 350; 400; 500; 550 и 600 мг/л определяли в работе [15].

Для построения математических моделей, позволяющих рассчитать критерий питтингостойкости стали AISI304 (КТП, $y$) в зависимости от параметров модельной оборотной воды ($x_1$ – *pH* оборотной воды, $x_2$ – содержание хлоридов в оборотной воде ($Cl^-$)), параметров структурной гетерогенности стали ($x_3$ – средний диаметр зерна аустенита ($d_з$), $x_4$ – объем оксидов ($V_{ок}$), $x_5$ – среднее расстояние между оксидами титана ($L_{ок}$), $x_6$ – количество дельтаферрита в стали ($P_\alpha$)), химического состава стали ($x_7$ – содержание углерода в стали (C), $x_8$ – содержание марганца в стали (Mn), $x_9$ – содержание кремния в стали (Si), $x_{10}$ – содержание хрома в стали (Cr), $x_{11}$ – содержание никеля в стали (Ni), $x_{12}$ – содержание

азота в стали (N), $x_{13}$ – содержание титана в стали (Ti), $x_{14}$ – содержание серы в стали (S), $x_{15}$ – содержание фосфора в стали (P)), применяли следующие методики и подходы.

В качестве базы для построения моделей использовались многомерные линейные регрессии разных порядков [27], а также нейронные сети прямого распространения сигнала [28], которые можно рассматривать как многомерные нелинейные полиномы.

В простейшем случае многомерная линейная регрессия первого порядка [27] будет иметь вид:

$$y^s = \sum_{j=1}^{N} w_j x_j^s, \; s = 1, 2, ..., S,$$

где: $y^s$ – значение выходного признака для $s$-го экземляра (наблюдения) выборки, $w_j$ – вес $j$-го признака, $x_j^s$ – значение $j$-го признака для $s$-го экземляра выборки, $N$ – число признаков, характеризующих экземпляры выборки, $S$ – объем выборки.

В более сложных случаях многомерная линейная регрессия, кроме переменных первого порядка, может также включать переменные возведенные в разные степени, а также их комбинации в виде произведений и частных разных порядков. При этом каждая такая комбинация или переменная некоторого порядка рассматривается как дополнительная фиктивная переменная первого порядка. И регрессия, по сути комбинирующая нелинейные функции, сводится к линейной взвешенной сумме переменных первого порядка.

Прямонаправленная нейронная сеть с одним выходом [28] может быть описана следующим образом. На входы сети поступают значения признаков, распознаваемого экземпляра: значение $j$-го признака поступает на $j$-й вход каждого $i$-го нейрона первого слоя сети, значение с выхода $j$-го нейрона $\eta$-го слоя поступает на $j$-й вход каждого $i$-го нейрона следующего ($\eta$+1)-го слоя слоя сети. Внутри каждого слоя нейроны между собой не связаны. В сети отсутствуют обратные связи, а также прямые связи через слой, кроме последовательных слоев. Выход единственного нейрона последнего слоя сети соответствует выходной переменной. Функционирование $i$-го нейрона $\eta$-го слоя сети описывается формулой:

$$y^{(\eta,i)} = \psi^{(\eta,i)}\left( w_0^{(\eta,i)} + \sum_{j=1}^{N_\eta} w_j^{(\eta,i)} x_j^{(\eta,i)} \right),$$

где: $y^{(\eta,i)}$ – значение на выходе $i$-го нейрона $\eta$-го слоя нейросети, $\psi^{(\eta,i)}$ – функция активации $i$-го нейрона $\eta$-го слоя нейросети, $w_j^{(\eta,i)}$ – весовой коэффициент (вес) $j$-го входа $i$-го нейрона $\eta$-го слоя, $x_j^{(\eta,i)}$ – значение на $j$-м входе $i$-го нейрона $\eta$-го слоя сети, $N_\eta$ – число нейронов в $\eta$-м слое сети.

Для оценки качества синтезируемых моделей использовалась сумма квадратов мгновенных ошибок [27, 28]:

$$E = \sum_{s=1}^{S} (y^s - y^{s*})^2,$$

где: $y^s$ – фактическое значение выходного признака для $s$-го экземпляра (наблюдения) обучающей выборки, $y^{s*}$ – расчетное значение выходного признака для $s$-го экземпляра (наблюдения) обучающей выборки, определенное соответствующей моделью, $S$ – объем выборки.

Для нахождения значений коэффициентов многомерных линейных регрессионных моделей использовался метод наименьших квадратов [27], а для построения нейромоделей – метод Левенберга-Марквартда [29] и техника расчета частных производных на основе метода обратного распространения ошибки [28].

**Результаты и их обсуждение**

На основе выборки экспериментально полученных наблюдений [1] получена многомерная линейная регрессионная модель (1):

$$КТП(y) = w_0 + 0{,}32934\,pH - 0{,}053423\,Cl^- + 0{,}049534\,d_з + 0{,}024811\,L_{ок} - \\ - 3{,}6591\,Mn + 2{,}2966\,Cr + 0{,}060093\,Ni. \quad (1)$$

Согласно (1) критическая температура питтингообразования возрастает при увеличении *pH* модельной оборотной воды, среднего диаметра зерна аустенита ($d_з$), среднего растояния между оксидами ($L_{ок}$), содержания Cr, Ni и уменьшении содержания хлоридов в рабочей среде, а также снижении содержания марганца (Mn) в стали.

Следует отметить, что характер влияния параметров хлоридосодержащего раствора на питтингостойкость стали согласуется с ранее проведенными нами исследованиями [1, 15, 18, 24] и общеизвестными данными в научно-технической литературе [6–14]. Однако эта информация не учитывает синергетический эффект влияния этих параметров на критерий питтингостойкости стали. В соответствии с данными (1) выходит, что влияние *pH* модельной оборотной воды на КТП стали не существенное, потому что при увеличении *pH* модельной оборотной воды от 4 до 8 критерий ее питтингостойкости растет на 1,65 °С. В тоже время рост концентрации хлоридов в модельной оборотной вод от 350 до 600 мг/л способствует увеличению КТП стали на 13,36 °С. Выходит, что рост концентрации хлоридов в модельной оборотной воде от 350 до 600 мг/л в 8,1 раза интенсивней влияет на снижение КТП стали AISI304, чем рост ее *pH* от 4 до 8 ее увеличению.

Представляет интерес вопрос, как показатели гетерогенности стали AISI304 ($d_з$, $L_{ок}$) влияют на ее питтингостойкость в исследуемых модельных оборотных водах.

По результатам анализа уравнения (1) выходит, что увеличение среднего диаметра зерна аустенита ($d_з$) стали от 49 до 86 мкм способствует росту ее КТП в модельных оборотных водах на 1,83 °С Таким образом, средний размер зерна аустенита стали AISI304, как и *pH* модельной оборотной воды в интервале от 4 до 8, не значительно влияет на ее питтингостойкость в исследуемых хлоридсодержащих средах.

Среднее расстояние между оксидами титана в стали AISI304 характеризует их размеры. При этом, чем выше этот параметр, тем крупнее оксиды. Учитывая, что среднее расстояние между оксидами титана в стали изменилось от 151 до 172 мкм, согласно (1) выходит, что при увеличении размеров оксидов в таком интервале способствует росту КТП стали на 5,21 °С. С практической точки зрения это достаточно весомое значение КТП, чтобы учитывать его влияние на питингостойкость стали AISI304 в оборотных водах. Таким образом, среди параметров, характеризующих гетерогенность стали AISI304, только среднее расстояние между оксидами титана влияет на ее питтингостойкость.

Вместе с тем следует отметить, что в предыдущих исследованиях [1, 15, 24] установили прямопропорциональные зависимости между КТП стали AISI304 и средним диаметром зерна аустенитов ($d_з$), объемом оксидов ($V_{ок}$) и средним расстоянием между ними. В частности, было установлено, что в модельных оборотных водах с *pH* 4…8 и концентрацией хлоридов 350…600 мг/л КТП стали AISI304 по прямопропорциональной зависимости растет при увеличении в ней $d_з$, $L_{ок}$ и уменьшении $V_{ок}$. Однако эти регрессионные зависимости не учитывают синергетический эффект от влияния химического состава стали и параметров модельных оборотных вод. Поэтому согласно (1) на КТП стали AISI304 в модельных оборотных водах из параметров, характеризующих ее структурную гетерогенность, влияет только $L_{ок}$.

Таким образом учитывая, что объем оксидов $V_{ок}$ не влияет на КТП стали AISI304, можно с большей степенью вероятности предположить, что влияние оксидов на критерий питтингостойкости стали связан не с электрохимическими параметрами, которые она приобретает в модельных оборотных водах при уменьшении в ней количества оксидов, а со структурой аустенитной матрицы около оксидов. Поскольку, чем больше среднее расстояние между ними ($L_{ок.}$), тем меньше их размеры и степень некогерентности между смежными атомами оксидов и аустенитной матрицы. Это, по данным предыдущих исследований [4], способствует снижению твердофазной диффузии атомов Fe к поверхности метастабильных питтингов, образующихся около оксидов и предотвращает их переход из метастабильного в стабильное состояние.

Следует отметить, что, в отличие от низкоминерализованных хлоридсодержащих сред, в высокоокислительных растворах 65% азотной кислоты при испытании стали AISI304 по методу ДУ ГОСТ 6039-89 ее коррозионные потери после третьего цикла испытаний по прямопропорциональной зависимости растут при увеличении среднего расстояния, в основном, между крупными оксидами (от 2 до

4 мкм). Однако после четвертого и пятого циклов испытаний стали ее коррозионные потери прямопропорционально снижаются при увеличении среднего расстояния между крупными оксидами, что связано с тем, что эти включения вытравились из аустенитной матрицы после предыдущих циклов испытаний [4].

Важно отметить, что влияние геометрического размера включений установлено и для стали AISI321 [4] и сплава 06ХН28МДТ [30, 31]. В частности, для стали AISI321 установлен прямопропорциональный рост коррозионных потерь после четырех из пяти циклов испытаний по методу ДУ ГОСТ 6032-89 при увеличении среднего расстояния между включениями. Это связано с тем, что в структуре коррозионных потерь стали, в основном, присутствуют вытравленные мелкие оксиды и нитриды. При этом коррозионные потери по границам зерен аустенита незначительные. Это обусловлено тем, что оксиды, нитриды и карбиды Cr [4], вытравливаясь из аустенитной матрицы, способствуют снижению анодных токов по границам зерен, таким образом, защищая их от коррозии. Однако для сплава 06ХН28МДТ такая тенденция установлена только после второго цикла испытаний по методу ДУ ГОСТ 6032-89. При этом после 3…5 циклов испытания сплава установлено прямопропорциональное снижение корррозионных потерь при увеличении среднего расстояния между нитридами [30].

Таким образом, анализируя вышеизложенные зависимости, можно сделать вывод, что механизм влияния включений на коррозионные потери стали или сплавов около них может иметь геометрический фактор, связанный с некогерентностью между смежными атомами кристаллических решеток двух фаз, и электрохимический. Очевидно на это влияет химический состав стали или сплава и характеристика среды в какой их испытывают, потому что это, как показали исследования [4], определяет особенность селективного растворения металлов около включений.

Таким образом, полученная математическая модель (1) подтверждает гипотезу [4, 25, 32] о влиянии размеров включений в стали на твердофазную диффузию атомов Fe, Cr, Ni и других элементов к поверхности метастабильных и стабильных питтингов, которые могут образовываться около них на поверхности сталей в хлоридсодержащих средах.

В соответствии с результатами анализа (1) выходит, что КТП стали AISI304 в модельных оборотных водах с *pH* 4…8 и концентрацией 350…600 мг/л растет при увеличении в ней содержания Cr, Ni и снижении Mn. Это согласовывается с данными работ [33, 34] и предыдущих исследований [4, 15, 18–24]. Однако следует отметить, что прямопропорциональные регрессионные зависимости КТП = $a + b$ (Cr, Mn) получены только в некоторых модельных оборотных водах. В частности, это модельные оборотные воды с *pH* 4...6 и концентрацией хлоридов 550 мг/л для Cr и *pH*5 и концентрацией хлоридов 500 мг/л для Mn. К тому же, для частных решений было установлено, что в этой модельной оборотной воде КТП стали AISI304 растет при увеличении в ней содержания Mn.

Анализ влияния содержания Mn на КТП стали AISI304 в модельных оборотных водах с *pH* 4...8 и концентрацией хлоридов 350…600 мг/л показал, что этот критерий возрастает на 2,12 °С при увеличении его содержания от 1,23 до 1,81 мас. %. С практической точки зрения это несущественное изменение КТП стали и находится близко к ошибке эксперемента ±0,5°С. Поэтому можно отметить, что разногласий между предыдущим результатом исследований [4] и (1) не существует. Однако учитывая негативную тенденцию влияния Mn на питтингостойкость стали AISI304 производителям оборудования необходимо рекомендовать выбирать плавки с содержанием Mn не более 1,5 мас. %.

Содержание Cr в стали AISI304 изменяется от 17 до 19,5 мас. %, поэтому согласно (1) ее КТП может возрасти на 5,75 °С при увеличении в ней содержания Cr в таком интервале. Поэтому с практической точки зрения производителям теплообменного оборудования, работающего с применением оборотной воды, рекомендовано выбирать плавки стали AISI304, содержащие Cr выше среднего значения согласно стандарта на ее изготовление.

Сталь AISI304 содержит от 8,0 до 10,5 мас. % Ni, поэтому увеличение его содержания в этих пределах способствует росту ее КТП на 0,15 °С. Это значение КТП стали меньше ошибки ее измерения (±0,5°С). Поэтому можно считать, что Ni практически не влияет на питтингостойкость стали AISI304 в исследуемых модельных оборотных водах.

Обобщая вышеизложенное, можно отметить, что чем больше в стали AISI304 содержание Cr и меньше размеры оксидов титана, тем выше ее КТП в модельных оборотных водах и ее питтингостойкость. Кроме того, установлено, что в исследуемых модельных оборотных водах на питтингостойкость, в основном, влияет содержание в них хлоридов. При этом содержание хлоридов в рабочей среде в 2,44 раза интенсивней влияет на КТП стали, чем содержание в ней Cr и размеры оксидов титана.

На основе выборки наблюдений также была построена модель второго порядка (2):

$$КТП = w_0 + 22{,}289\,pH - 0{,}0681\mathrm{Cl}^- - 0{,}234 d_3 - 1{,}8306\,pH^2 + \\ + 1{,}5743\mathrm{Cl}^{-2} + 0{,}0018 d_3^2 + 0{,}00095977 L_{ок}^2 + 0{,}01027\mathrm{Cr}^2 + 0{,}08997\mathrm{Ni}^2. \quad (2)$$

Согласно линейной регрессионной модели второго порядка (2) установлено, что КТП стали AISI304 в исследуемых оборотных водах возрастает на 1,28 °С при увеличении *pH* среды от 4 до 8 и на 13,28 °С при снижении концентрации хлоридов от 600 до 350 мг/л. При этом согласно линейной регрессионной модели первого порядка (1) получены практически аналогичные результаты, потому что установлено рост КТП стали AISI304 на 1,31 °С при увеличении *pH* модельных оборотных вод от 4 до 8 и на 13,35 °С при снижении в них концентрации хлоридов от 600 до 350 мг/л. Таким образом, можно отметить, что питтингостойкость стали AISI304 практически зависит только от концентрации хлоридов в оборотных водах.

Кроме того, анализ (1) и (2) показал, что показатели структурной гетерогенности стали AISI304 независимо от модели в равной степени влияют на ее КТП (питтингостойкость) в исследуемых модельных оборотных водах, потому что в соответствии с моделью (1) КТП стали возрастает на 1,63 °С, а в соответствии с моделью (2) – на 0,5 °С при увеличении среднего диаметра зерна аустенита от 49 до 86 мкм. В тоже время, в соответствии с моделью (1), КТП стали и, соответственно, ее питтингостойкость растет на 5,2 °С, а в соответсвии с моделью (2) – на 6,5 °С при увеличении среднего расстояния между оксидами титана от 151 до 172 мкм. Таким образом, КТП стали в среднем возрастает на 5,85 °С при увеличении среднего расстояния между оксидами от 151 до 172 мкм. С практической точки зрения такое влияние среднего расстояния между оксидами на КТП стали достаточно существенное и, соответственно, его необходимо учитывать в рекомендациях организациям, которые изготавливают и эксплуатируют теплообменное оборудование, изготовленное из стали AISI304 или ее отечественного аналога 08Х18Н10. Обобщая вышеизложенное, можно сделать вывод, что чем больше среднее расстояние между оксидами в стали, тем меньше их размеры, но выше питтингостойкость стали в хлоридсодержащих модельных оборотных водах.

Анализируя влияние химического состава стали AISI304 на ее питтингостойкость в модельных оборотных водах, используя модели (1) и (2), можно отметить, что согласно модели (1) на питтингостойкость стали влияет содержание в ней Mn, Cr и Ni, а согласно (2) – Cr и Ni. При этом содержание Mn в стали от 1,4 до 2,0 мас. % не существенно влияет на ее питтингостойкость , потому что ее КТП снижается только на 2,2 °С при изменении в ней содержания Mn от 1,4 до 1,5 мас. %. Поэтому на практике это влияние Mn на питтингостойкость стали можно не учитывать. Следует отметить, что увеличение содержания Ni в стали способствует росту ее КТП в этих средах.

Однако согласно (1) это влияние очень низкое , потому что КТП стали возрастает на 0,15 °С при увеличении в ней содержания Ni от 8 до 10,5 мас. %. В соответствии с моделью (2) влияние Ni несколько выше и составляет 4,15 °С при росте содержания Ni в стали в вышеуказанных пределах. В тоже время учитывая, что среднеарифметический рост КТП стали составляет 2,15 °С при увеличении в ней содержания Ni в пределах стандарта и то, что его содержание в промышленных плавках близкое к среднему значению, можно считать влияние Ni на ее питтингостойкость не существенным. Следует отметить, что в предыдущих исследованиях [1, 4] также было выявлено положительное влияние Ni на питтингостойкость сталей AISI304, AISI321 и сплава 06ХН28МДТ, но предыдущая математическая обработка результатов исследования питтингостойкости этих материалов [4, 15–25] не дала возможности оценить насколько существенно Ni, в том числе и Mn, Cr и другие химические элементы в сталях и сплаве, влияют на их питтингостойкость в модельных оборотных водах.

В соответствии с (1) КТП стали AISI304 возрастает на 5,74 °С, а в соответствии с (2) уменьшается на 0,94 °С при увеличении в ней содержания Cr от 17,0 до 19,5 мас. %.

Снижение КТП стали, выявленное согласно (2), не значительно и очень близко к ошибке измерения КТП стали в процессе ее испытания ( ±0,5°С ). Поэтому, в соответствии с этой моделью, можно считать, что Cr не оказывает влияние на КТП стали и ее питтингостойкость в модельных оборотных водах. Значение КТП стали, определенное по (1), достаточно существенное, поэтому даже при среднем

значении содержания Cr в стали его влияние на ее питтингостойкость необходимо учитывать. Это согласуется с данными работ [33, 34], хотя питтингостойкость сталей в них определяли в средах со значительно большей концентрацией хлоридов.

С точки зрения точности определения КТП стали AISI304 в зависимости от параметров оборотной воды и непосредственно стали также представляет большой интерес полученная регресионная модель второго порядка с частными первого порядка (3):

$$КТП(y) = w_0 + \sum_{j=1}^{N} w_j x_j + \sum_{j=1}^{N} \sum_{p=j+1}^{N} \left( w_{N+j} \frac{x_j}{x_p} \right) + \sum_{j=1}^{N} w_{(N(0{,}5N-1)+j)} x_j^{\,2}, \quad (3)$$

где в скобках представлен полином, веса которого приведены в таблице №1.

Таблица 1. **Веса линейной регрессионной модели вторго порядка с частными первого порядка**

| | | |
|---|---|---|
| $w_{16}$ | $x_1{:}x_2$ | 0.00066849 |
| $w_{17}$ | $x_1{:}x_3$ | –0.011663 |
| $w_{19}$ | $x_1{:}x_5$ | 0.01813 |
| $w_{22}$ | $x_1{:}x_8$ | 4.2318 |
| $w_{24}$ | $x_1{:}x_{10}$ | –0.16388 |
| $w_{25}$ | $x_1{:}x_{11}$ | 1.9056 |
| $w_{30}$ | $x_2{:}x_3$ | –0.00022833 |
| $w_{32}$ | $x_2{:}x_5$ | –0.00033949 |
| $w_{35}$ | $x_2{:}x_8$ | 0.022315 |
| $w_{37}$ | $x_2{:}x_{10}$ | –0.0012484 |
| $w_{38}$ | $x_2{:}x_{11}$ | –0.001783 |
| $w_{44}$ | $x_3{:}x_5$ | –0.022957 |
| $w_{70}$ | $x_5{:}x_{10}$ | –0.055707 |
| $w_{71}$ | $x_5{:}x_{11}$ | 0.051534 |
| $w_{121}$ | $x_{12}$ | –1.8314 |
| $w_{122}$ | $x_{22}$ | $1.4934 \times 10^{-5}$ |
| $w_{123}$ | $x_{32}$ | 0.026562 |
| $w_{125}$ | $x_{52}$ | 0.0093197 |

Эта модель (3) дает возможность несколько точнее определить питтингостойкость стали AISI304, чем (2) и значительно лучше, чем (1).

В тоже время, предложенная регресионная полиномиальная модель (3) с сокращенным числом признаков ($x_1$ (*pH*), $x_2$ ($Cl^-$), $x_3$ ($d_з$) и $x_5$ ($L_{ок}$)) показывает наиболее точные результаты, которые более чем приемлемы для практики экспертных оценок питтингостойкости стали и рекомендаций производителям теплообменников по выбору оптимальных ее плавок. К тому же признак $x_3$ (средней диаметр зерна аустенита, $d_з$) в модели (3) имеет существенное значение, поэтому необходимо рекомендовать производителям теплообменников выбирать плавки стали AISI304, имеющие средний диаметр зерна аустенита более 86 мкм. Это согласуется с предыдущими результатами исследований [4;15] и наиболее вероятно, что рост КТП стали AISI304 при увеличении $d_з$ обусловлен уменьшением вероятности пересечения оксидов титана с границами зерна аустенита, где наиболее вероятен процесс питтингообразования согласно общеизвестным данным академика Я. М. Колотыркина.

Для обеспечения большей точности модели использовался аппарат искусственных нейронных сетей, с помощью которых получена модель (4):

$$y = \psi^{(2,1)}\left( w_0^{(2,1)} + \sum_{i=1}^{24} w_i^{(2,1)} \psi^{(1,i)}\left( w_0^{(1,i)} + \sum_{j=1}^{N} w_j^{(1,i)} x_j^s \right) \right), \quad (4)$$

где: $\psi^{(\eta,i)}$ – функция активации $i$-го нейрона $\eta$-го слоя нейросети: $\psi^{(2,1)}(a) = a$, $\psi^{(1,i)}(a) = \frac{2}{1+e^{=2a}} - 1$.

Матрица весовых коэффициентов двухслойной нейромодели представлена в таблице №2.

Таблица 2. **Матрица весовых коэффициентов двухслойной нейронной сети**

| $w_j^{(1,i)}$ | $j$ | | | | | $j$ | $w_j^{(2,1)}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $i$ | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 0 | –1.4701] |
| 1 | 5.1883 | –2.3442 | 6.0911 | –2.8472 | –2.8201 | 1 | 0.2796 |
| 2 | 4.9426 | –3.6743 | 1.4896 | 4.0575 | 0.5259 | 2 | –0.2770 |
| 3 | –1.9978 | 1.2779 | 0.4668 | 1.1561 | 0.0419 | 3 | 0.8500 |
| 4 | 6.4622 | –1.7005 | –2.6446 | –2.9706 | –1.8061 | 4 | 0.4317 |
| 5 | –2.0913 | 0.7425 | –2.8097 | 0.9035 | –3.1919 | 5 | –0.5914 |
| 6 | 3.0633 | –2.4742 | 4.3250 | 2.3750 | –0.2338 | 6 | –0.3841 |
| 7 | –5.5235 | 3.6310 | 4.4237 | –5.5813 | –0.8157 | 7 | –0.2869 |
| 8 | –3.2443 | 2.6379 | 0.0662 | –0.0172 | –0.1659 | 8 | –2.3041 |
| 9 | –1.6118 | –0.1469 | –0.9910 | –5.1603 | 1.5106 | 9 | –2.0524 |
| 10 | –0.3344 | –0.4297 | –1.4913 | 3.4566 | 0.8671 | 10 | 0.7092 |
| 11 | –0.3901 | 4.1230 | –1.7473 | –1.1606 | –4.2783 | 11 | –0.2272 |
| 12 | –0.8580 | 1.5069 | –0.8273 | 2.6614 | –2.0490 | 12 | 0.5984 |
| 13 | 0.8204 | –1.0456 | 1.3423 | 3.0261 | 1.6625 | 13 | –0.4705 |
| 14 | 1.1508 | –0.1108 | –0.1409 | 1.4309 | –3.9010 | 14 | 1.5266 |
| 15 | 2.7021 | 4.3384 | –3.2522 | –4.3223 | –0.6514 | 15 | 0.4301 |
| 16 | 0.1168 | 2.8876 | –1.7098 | 1.7940 | –4.5369 | 16 | –0.3098 |
| 17 | –0.1496 | 0.4400 | –1.4937 | 2.9931 | –2.3009 | 17 | –0.5596 |
| 18 | –1.4876 | 0.2188 | –0.7752 | –4.7101 | 2.1187 | 18 | 2.1687 |
| 19 | 4.7116 | 5.4322 | 4.6818 | 2.5467 | 5.2645 | 19 | –0.2316 |
| 20 | 3.1822 | 0.6937 | 1.5710 | –0.5993 | –3.4633 | 20 | –0.6100 |
| 21 | –6.6068 | –5.5799 | –5.5747 | –0.0027 | –1.1067 | 21 | 0.4103 |
| 22 | 3.9606 | 4.0561 | 3.8443 | 0.6597 | 1.7855 | 22 | 0.4427 |
| 23 | 5.2412 | 1.4244 | –2.2788 | 1.8085 | –3.0245 | 23 | –0.7845 |
| 24 | –7.2445 | –6.6678 | 4.0052 | –2.0509 | –0.1400 | 24 | –0.3090 |

Следует отметить, что модель (4) наименее пригодна для анализа степени влияния признаков $x_1$ ($pH$), $x_2(Cl^-)$, $x_3$ ($d_3$) и $x_5$ ($L_{ок}$) на (КТП, $y$) – критерий питтингостойкости стали AISI304, но эта модель дает высокоточные результаты вычисления этого критерия в зависимости от этих признаков.

Обобщая результаты анализа построенных моделей (1)–(4), можно отметить, что КТП (питтингостойкость) стали AISI304 значительно возрастает при уменьшении размеров оксидов титана ($x_5$) и содержания хлоридов в оборотной воде ($x_2$). Кроме того, признак ($x_3$) – средний диаметр зерна аустенита при увеличении способствует росту $y$ (КТП-критерий) питтингостойкости стали. При этом признак ($x_3$) можно регулировать термообработкой стали, поэтому производителям теплообменной аппаратуры необходимо рекомендовать сталь AISI304, имеющую средний диаметр зерна аустенита ($x_3$) больше 86 мкм или добиваться такого значения термообработкой стали. В тоже время производителям теплообменников следует рекомендовать плавки стали, имеющие среднее расстояние между оксидами титана более 172 мкм, а организациям, экспуатирующим их, использовать оборотную поду с концентрацией хлоридов менее 350 мг/л. Вместе с этим, анализируя результаты предыдущих исследований [1, 4, 15] и данные полученных результатов в работе, эксплуатирующим организациям необходимо поддерживать $pH$ оборотной воды в интервале от 6,5 до 7,5.

**Заключение**

В работе рассмотрена актуальная задача построения моделей зависимости питтингостойкости стали AISI304 от ее параметров и оборотной воды по данным экспериментальных исследований.

В результате анализа результатов исследования влияния параметров стали AISI304 и оборотной воды на ее питтингостойкость построены регрессионные модели: линейная модель первого порядка, модель второго порядка, модель второго порядка с частными первого порядка и линейная модель с сокращенным числом признаков. Анализ этих моделей показал, что наиболее значительное влияние на питтингостойкость стали в модельных оборотных водах, оказывает содержание в ней хлоридов и среднее расстояние между оксидами в стали. Несколько меньшее влияние на критерий питтингостойкости стали оказывают признаки $x_3$ – средний диаметр зерна аустенита и $x_{10}$ – содержание Cr.

В частности, установлено, что КТП стали ($y$) возрастает на 13,36 °С при снижении в оборотной воде содержания хлоридов $Cl^-$ ($x_2$) от 600 до 350 мг/л и на 5,31 °С при росте среднего расстояния между оксидами $L_{ок}$ ($x_5$) от 151 до 172 мкм. Эти результаты подтверждают, что на питтингостойкость стали AISI304, влияет интенсивность адсорбции хлорид-ионов на границах оксидов титана с аустенитной матрицей и возможность твердофазной диффузии атомов Fe к поверхности питтингов около этих включений в результате повышенной некогерентности между атомами смежных кристалических решеток, что способствует переходу метастабильных питтингов в стабильные.

Производителям теплообменной аппаратуры, работающей с применением оборотной воды, рекомендовано выбирать плавки стали AISI304, имеющие среднее расстояние между оксидами титана ($x_5$) более 172 мкм, средний диаметр зерна аустенита ($x_3$) более 86 мкм. Организациям, эксплуатирующим это оборудование, рекомендовано применять оборотные воды с $pH$ ($x_1$) от 6,5 до 7,5 и концентрацией хлоридов ($x_2$) менее 350 мг/л. Кроме того, для прогнозирования питтингостойкости стали в зависимости от $pH$ ($x_1$) и содержания хлоридов в оборотной воде ($x_2$), среднего расстояния между оксидами титана ($x_5$) и среднего диаметра зерна аустенита ($x_3$) рекомендуется использовать построенную линейную регресионную полиномиальную модель с сокращением числом признаков.

Результаты исследования позволяют устранить недостатки предыдущих исследований, потому что они показывают значимость исследуемых признаков и их влияние на питтингостойкость стали AISI304 при эксплуатации теплообменников, изготовленных из нее, в оборотных водах.

Перспективы дальнейших исследований состоят в том, чтобы построить и проанализировать модели зависимостей для характеристик других сталей и сплавов, оценить информативность (значимость) параметров стали и оборотных вод для определения КТП стали на основе различных методов и показателей, определить по совокупности оценок значимости признаков минимальный по размеру набор высокоинформативных признаков, достаточный для для построение модели завивисмоти КТП стали от ее параметров, обладающей приемлемой точностью, определить минимальное по объему подмножество наблюдений, достаточное для построение модели завивисмоти КТП стали от ее параметров, обладающей приемлемой точностью, провести кластер-анализ выборки наблюдений для выявления групп подобных наблюдений и их последующеголокального анализа, построить модели зависимостей КТП стали от ее параметров на основе кластер-регрессионной аппроксимации, нечеткой логики, деревьев регрессии и гибридных "мягких" вычислений.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Нарівський О. Е. Корозійно-електрохімічна поведінка конструкційних матеріалів для пластинчастих теплообмінників у модельних оборотних водах: дис. … канд. техн. наук: 05.17.14 / Нарівський Олексій Едуардович. – Львів, 2009. – 209 с.

[2] Narivs'kyi O.E. Micromechanism of corrosion fracture of the plates of heat exchangers / O.E. Narivs'kyi // Materials Science. – 2007. – Vol. 43, Issue 1. – P. 124-132.

[3] Narivs'kyi O.E. Corrosion fracture of platelike heat exchangers / O.E. Narivs'kyi // Materials Science. – 2005. – Vol. 41, Issue 1. – P. 122-128.

[4] Нарівський О. Е. Закономірності і механізми локальної корозії корозійнотривких сталей і сплаву аустенітного класу для ємнісної та теплообмінної апаратури : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.17.14 / О. Е. Нарівський; НАН України, Фіз.-мех. ін-т ім. Г.В. Карпенка. - Львів, 2015. - 42 с. - укр.

[5] Pistorius P. C. Growth of corrosion pits on stainless steel in chloride solution containing dilute sulphate / P.C. Pistorius, G.T. Burstein // Corrosion Science. – 1992. – Vol. 33, Issue 12. – P. 1885-1897.

[6] Pistorius P. C. Aspects of the effects of electrolyte composition on the occurrence of metastable pitting on stainless steel / P.C. Pistorius, G.T. Burstein // Corrosion Science. – 1992. – Vol. 36, Issue 3. – P. 525-538

[7] Moretti G. Pitting corrosion behaviour of superferritic stainless steel in waters containing chloride / G. Moretti, G. Quartarone, A. Tassan, A. Zingales // Materials and Corrosion. – 1993. – Vol. 44, Issue1. – P. 24-30.

[8] Dutta R. S. The sensitization and stress corrosion cracking of nitrogen-containing stainless steels / R.S. Dutta, P.K. De, H.S. Gadiyar // Corrosion Science. – 1993. –Vol. 34, Issue 1. –P. 51-60.

[9] Osozawa K. Passivity and its Breakdown on Iron and Iron Based Alloys / K. Osozawa, N.Okato // U.S.A.-Japan Seminar, Honolulu. – Houston: NACE, – 1976. – P. 135.

[10] Jargelius-Pettersson R.F.A Electrochemical investigation of the influence of nitrogen alloying on pitting corrosion of austenitic stainless steels / R.F.A Jargelius-Pettersson // Corrosion Science. – 1999. – Vol. 41, Issue 8. – P. 1639-1664.

[11] Schmuki P. The composition of the boundary region of MnS inclusions in stainless steel and its relevance in triggering pitting corrosion / P. Schmuki, H. Hildebrand, A. Friendrich, S. Virtanen // Corrosion Science. – 2005. – № 47. – P. 1239-1250.

[12] Web E. G. Pit initiation at single sulfide inclusions in stainless steel. II. Detection of local pH, sulfide and thiosulfide / E.G. Web, R.C. Alkire // Journal of Electrochemical Society. – 2002. – № 149. – P. 280-285.

[13] Williams D.E. Explanation for initiation of pitting corrosion of stainless steel at sulfide inclusions / D. E. Williams, Y.Y. Zhu // Journal of Electrochemical Society. – 2000. – № 147. – P. 1763-1766.

[14] Pardo A. Pitting corrosion behaviour of austenitic stainless steel-combining effects of Mn and Mo additions / [A. Pardo, M. C. Merino, A.E. Coy, F. Viejo, R. Arrabal, E. Matydinal] // Corrosion Science. – 2008. – № 50. – P. 1796-1806.

[15] 15 Narivskyi A.E. Determination of pitting resistance steel AISI304 became in chloride-containing environment which are in work of type heat excahngers / A.E. Narivskyi // Physicochemical mechanics of materials. Special issue. – 2006. – P. 136-140.

[16] Narivs'kyi O.E. Influence of the heterogeneity AISI321 on its pitting in chloride-containing media / O.E. Narivs'kyi // Materials Science. – 2007. – Vol. 43, Issue 2. – P. 256-264.

[17] Нарівський О. Е. Оцінка стійкості сплаву 06ХН28МДТ до пітингової та щілинної корозії в хлоридовмісних середовищах / О. Е. Нарівський, С. Б. Бєліков // Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні. – 2007. – № 2. – С. 45-53.

[18] Narivskyi O. E. Criterions of estimation of pitting resistance of non-rusting steels AISI304, 08Х18Н10 which use for the production of type heat echangers / O. E. Narivskyi // Физко-химическая механика материалов. Специальный выпуск. – 2007. – № 6. – P. 172-177.

[19] Narivskyi O. E. Pitting resistance of 06KHN28MDT allog in chloridecontaining media / O. E. Narivskyi // Materials Science. –2008. – Vol. 44, Issue 4. – P. 573–580.

[20] Бєліков С. Б. Кінетика корозійних процесів сталей AISI 321 та 12Х18Н10Т у нейтральних хлоридовмісних розчинах та швидкість їх корозії / С. Б. Бєліков, О. Е. Нарівський // Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні. – 2011. – № 1. – С. 36-44.

[21] Нарівський О. Е. Вплив хімічних елементів і структурної гетерогенності сталі AISI 321 на корозійне розчинення Cr, Ni та Fe у хлоридовмісних розчинах / О. Е. Нарівський // Науковий вісник НЛТУ України. – 2014. – Вип. 24.2. – С. 164-172.

[22] Нарівський О. Е. Кінетика корозійних процесів та швидкість пітінгування сплаву 06ХН28МДТ у слабокислих хлоридовмісних середовищах / О. Е. Нарівський // Наукові нотатки. – 2011. – Вип. 31. – С. 214-220.

[23] Нарівський О. Е. Закономірності корозійного розчинення та швидкість пітінгування сплаву 06ХН28МДТ у нейтральних хлоридовмісних розчинах / О. Е. Нарівський // Наукові нотатки. – 2011. – Вип. 32. – С. 255-261.

[24] Наривский А.Э. Коррозионные процессы и скорость роста питтингов сталей AISI 304 и 08Х18Н10Т в модельных оборотных водах / А.Э. Наривский, Н.А. Солидор // Вісник Приазовського державного технічного університету. Серія: Технічні науки. – 2011. – № 2. – С. 87–97.

[25] Наривский А. Э. Характерные особенности селективного растворения питтингов на поверхности стали AISI 321 в модельных оборотных водах / А. Э. Наривский, С. Б. Беликов // Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні. – 2015. – № 1. – С. 24-31.

[26] Фрейман Л. И. Определение критического размера питтинга на нержавеющей стали / Л. И. Фрейман, А. Р. Баеман, Е. А. Пикус, Л. Е. Гуджабидзе // Защита металлов. – 1988. – Т. 24, № 4. – С. 614–617.

[27] Freedman D. A. Statistical Models: Theory and Practice / D. A. Freedman. – Cambridge: Cambridge University Press, 2005. – 458 p.

[28] Haykin S.O. Neural Networks and Learning Machines / S.O. Haykin. – London: Pearson, 2008. – 936 p.

[29] Nocedal J. Numerical Optimization / J. Nocedal, S. Wright. – New York: Springer-Verlag , 2006. – 664 p.

[30] Наривский А. Э. Влияние структуры сплава 06ХН28МДТ на его коррозионное поведение в окислительных средах / А. Э. Наривский // Коррозия: материалы, защита. – 2011. – №2. – С. 33–40.

[31] Наривский А. Э. Стойкость сплава 06ХН28МДТ к межкристаллитной коррозии в зависимости от его химического состава / А. Э. Наривский // Коррозия: материалы, защита. – 2010. – № 11. –С. 15–20.

[32] Нарівський О.Е. Особливості селективного розчинення металів у пітингах на поверхні сталі AISI304 / О.Е. Нарівський // Фізико-хімічна механіка матеріалів. – 2016. – № 11 Спеціальний випуск "Проблеми корозії та протикорозійного захисту конструкційних матеріалів". – С. 50–55.

[33] Gutierrrez de Sainz-Solabarria S. Estudio de la susceptibilidad de un acero inoxidable austenitico estabilizado con niobio al danado por tensocorrosion en midioH2S (SSC) y corrosion intergranular (IGG) en otros medios agresivos / S. Gutierrrez de Sainz-Solabarria, J.M. San Juan Nutez// Deformación metálica. – 1996. – ¹ 226. – P. 77–83.

[34] Olefjord I. The influence of nitrogen on the passivation of stainless steels /I. Olefjord, L. Wegrelius // Corrosion Science. – 1996. – Vol. 38, Issue 7. – P. 1203-1220.

Наривский А.Э., Субботин С.А., Беликов С.Б., Яр-Мухамедова Г.Ш., Атчибаев Р.А.

**Су айналдыру параметрлерінің әсері, химиялық құрамы және aisi304 болаттың конструкциялық гетерогеннің ұңғымаға төзімділігі**

**Түйіндеме:** Жұмыстың мақсаты жылу алмастырғыштарды өндіру мен пайдалануда практикалық ұсыныстарды әзірлеу үшін болат және айналымдағы судың параметрлерін AISI304 болатының шөктіргіштікке әсерін зерттеу болды.

AISI304 болат параметрлері мен айналдыратын судың қарсылыққа төзімділік әсерін зерттеу нәтижелерін талдау нәтижелері бойынша регрессиялық модельдер құрылды: бірінші ретті сызықтық модель, екінші реттік модель, бірінші ретті үлгілеу моделі және азайған ерекшеліктерімен сызықты модель. Осы модельдерді талдау көрсеткендей, хлоридтердің мазмұны және болаттың оксидтері арасындағы орташа қашықтық қимылдаған үлгілік сулардағы болатты қарсылама қарсылығына айтарлықтай әсер етеді. Х3 - аустенит дәндерінің орташа диаметрі және х10 - Cr мазмұны болат құймаларына қарсы тұрақтылық критерийіне сәл аз әсер етеді.

**Түйінді сөздер:** коррозия, ұңғымаға төзімділік, хлор құрамды ерітінді, болат, жылу алмастырғыштар.

**Auyeskhan E.S., Zhomartova Sh.A.**

**USE OF PROJECT METHODOLOGY IN THE MANAGEMENT OF THE DEVELOPMENT OF INDUSTRIAL INFORMATION SYSTEMS**

**Summary:** The main reason for the use of the project methodology in managing the development of industrial information systems is the achievement of time and cost-effectiveness indicators. It is important to use project methodology to avoid negative consequences such as shortage of time, project costs and poor performance of project management, and the project management techniques and techniques are taken into account. Various methodologies for the management of industrial information systems include the features and advantages of the project methodology, research and practical implementation.

**Key words:** Information system, automated system , project methodology, project management, industrial information systems.

**Э.С. Әуесхан , Ш.А. Жомартова**
(әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,
Алматы, Республика Қазақстан, E-mail: elmira444.kz@gmail.com)

**ӨНЕРКӘСІПТІК АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІ ДАМЫТУДЫ БАСҚАРУДАҒЫ ЖОБАЛЫҚ ӘДІСНАМАНЫ ҚОЛДАНУ**

**Аңдатпа:** Өнеркәсіптік ақпараттық жүйелерді дамытуды басқарудағы жобалық әдіснаманы қолданудың негізгі себебі уақыт пен экономикалық тиімділік көрсеткіштеріне қол жеткізу болып табылады. Жобаны басқаруда уақыт тапшылығы, бюджет шығындарының артуы және жұмыс сапасының төмен дәрежеде орындалуы сияқты теріс салдар орын алмау үшін жобалық әдіснаманы қолданудың маңызы зор және жобаны басқару ерекшеліктері мен әдістемесі ескеріледі.Өнеркәсіптік ақпараттық жүйелерді дамытуды басқарудағы әр түрлі әдіснамалардың ішіндегі жобалық әдіснаманың ерекшеліктері мен артықшылықтарын және қолданылу аясын зерттеу мен іс жүзінде енгізу.

**Түйінді сөздер:** Ақпараттық жүйе,автоматтандырылған жүйе,жобалық әдіс,жобалық басқару, өнеркәсіптік ақпараттық жүйелер.

Кез-келген жоба әрқашан күрделі тапсырма болып келеді.Жобаның күрделілігі мен негізгі міндеттері өзара тығыз байланысып,бір-бірін толықтырады,яғни әлеуметтік-мәдени, техникалық және технологиялық, ұйымдастырушылық және басқарушылық жағын толықтырып басқарудың жаңа стилін анықтайды. Жобада тек объект емес, сол объектімен тығыз байланыста болатын айналасындағы бүкіл жүйе қарым-қатынаста болады[1].

Нақты жүйелік проблемалар мен жүйелік объектілердің бар болуы жүйелік әдіснаманың облысы болып табылады.Бұл модельдер мен онтологиядағы нысандарды ұсынуды әртүрлі объектілік тұрғыда түсіндіріп, оларды жобалау түрінде бейнелейтін етіп жасауға мүмкіндік береді[2-3].

Қазіргі таңда өнеркәсіптік ақпараттық жүйелерді дамытуды басқаруда мынадай мәселелерге тап болады:

- қалыптасқан заңнамалық базаның жоқтығы;
- жобалардың санын арттыруды ынталандырудың механизмдерінің жоқтығы;
- жобаны басқару үшін нормативтік базаның жоқтығы:

а) жобаны жоспарлау;

б) жобаларды дайындаудағы тәсілдердің бірлігі;

с) жобаларды басқару құралдары;

д) жоба тәуекелдерін басқару;

- жобаның барлық сатылары мен фазаларын сапалы қамтамасыз ететін кепілдіктің жоқтығы;

Жоғарыдағыдай мәселелерге тап болмау үшін келесі міндеттердің
орындалуын міндеттейміз:

- жобаларды басқару әдіснамасын әзірлеу;
- жобаны басқару жүйесін құру;
- жобаларды басқару құралдарын әзірлеу;
- жобаны басқару бойынша әдістемелік ұсыныстарды қалыптастыру;

Жобаны жоспарлау мен жүзеге асыру үш негізгі сұрақпен тығыз байланыста:

- жоба қанша уақыт талап етеді;
- жоба құны;
- соңғы нәтиже бастапқы нәтижемен сәйкес келеді ме.

Жобалық әдіснама негізінде жобаның ұйымдастырылуы, олардың дәйектілігін анықтайтын орындаушылардың құрамы, құралдары мен ресурстары, әрекеттерді орындау үшін қажет алгоритм қолданылады.Жобалық әдіснама әрқайсысы жеке дара объект ала алатын , өзара тығыз байланысты әрекеттер жиынтығынан тұрады:

- жобалау,қолданыстағы жобаны қалыптастырады немесе өзгертеді;
- бағалау,белгіленген критерийлерге сәйкес бағалау нәтижелері.Әдіснамалық жобаны қолдануды іске асырудан бастап,функционалдық қызметін тоқтатқанға дейінгі аралық ақпараттық жүйенің өмірлік циклі деп аталады.
- таңдалған технологияны жобалауға қойылатын негізгі талаптар мыналарды қамтиды:
- талаптарға сәйкес тапсырыс берушінің талаптары осы технология көмегімен құрылған жобаға максималды деңгейде қанағаттандырылуы керек;
- технология жобаның барлық кезеңдеріндегі өмірлік циклін мүмкіндігінше максималды көрсетуі керек;
- технология жобаның минималды уақыт шығыны мен жобалау қаражатын, өнімнің сапасын қамтамасыз етуі керек;

Ақпараттық жүйенің жобалық әдіснамасын автоматтандыру және стандартты жобалау шешімдерін қолдану дәрежесі бойынша жобалау әдістері келесіге бөлінеді[4-5]:

- қолмен жобалау әдістері,ақпараттық жүйелер арнайы құралды пайдаланбай жүргізіледі;
- автоматтандырылған жобалау әдісі, арнайы құралдарды пайдалану арқылы жобалау әдістерін жасау немесе реттеу
- типтік жобалық шешімдерін пайдалану дәрежесі бойынша :
- жеке жобалау, жобаның шешімдерін ақпараттық жүйенің талаптарына сәйкес басынан жасау ;
- типтік жобалау,ақпараттық жүйелерді құрастыру мен жинақтау дайын типтік компоненттердер қамтиды.

Әдіснамалық жобалаудың әр түрлі белгілерінің классификациясы жіктеудің екі негізгі сыныптарының сипатын анықтайды: канондық және өнеркәсіптік әдістер. Каноникалық әдіс- қолмен негізделген жеке жобалық технологияда қолданылады.Өндірістік әдістер – автоматтандырылған типтік жобалау технологиясына негізделген.

Жобаның жүзеге асыруындағы ерекше орын (терминологияның қабылданған батыстасына - жобаның жоба немесе менеджері ) жоба жетекшісінде орналасады. Бұл - жоба бойынша жұмыспен басқару бойынша өкілеттік берді (жобаның инвестор немесе басқа қатысушысы) тапсырма беруші заңды тұлға: жоспарлау, бақылаулар және жобаның қатысушыларының жұмыстарының үйлестіруі. Жобаның (менеджер) жетекшісінің басқаруы астындалары жобаның командасы жұмыс істейді - жоба жетекшісімен оның мақсаттарының тиімді табыстың мақсаты бар жобасының жүзеге асыруын мерзім құрылған басшылық етілетін ерекше ұйымдық құрылым[6].

Кәсіпорынның қорлардың кішірейтін бюджеттер және жеткіліксіз пул сипаттайтын ортасының бизнес-ге өз кәсіпкерлігінің ықшамдауын жолдарды жігермен іздейді. Қабілеттілік керекті нәтижелер күштерді минимумда алынсын, қаржы немесе заттық шығындар процесстер, бұл нәтижелердің алуына жақсы селісім жолдың құрастыру болысушы аспаптар және қызмет өте құнды зат, сонымен бірге алады. Және дұрыс маңыз негізделген орындау кез келген табысты кәсіпорынға арналған міндетті түрде шартпен, ақылды орындауды маңыздылық болып табылатындығымен бірдей мөлшерде танылуы керек. Жетекшілер көбінесе бұл екі идеалдардың арасындағы тиісті баланстың табыстың қажеттілігі интуициялық ұғынып, сол бұл баланс ойдағыдай іске асыр іс жүзінде және ұйымға оның өздің мәдениеттеріне ендіретін жетекшілер, таңдануға сирек кездесетіндігімен[7].

Қолданыстағы жоба технологиясы бірнеше кезеңде жүйенің дамуын қамтиды Ақпараттық жүйенің өмірлік циклінің типтік мазмұны келесі кезеңдерді іске асырады :

1. Талаптарды жоспарлау және талдау (алдын ала жобалау кезеңі). Ол объектіні зерттеу мен талдауды және қолданыстағы ақпараттық жүйені, ақпараттық жүйеге қойылатын талаптарды анықтауды, техникалық-экономикалық негіздеме(ТЭН) мен техникалық тапсырманы (ТТ) әзірлеуді қамтиды. Экономикалық есептер техникалық-экономикалық негіздемеде ұсынылуы керек, бұл ақпараттық жүйені дамытудың орындылығын растайды. ТТ-да ақпараттық жүйенің мақсатын, ақпараттық жүйеге ге қойылатын талаптарды, оның кіші жүйелерін және бағдарламалық қамтамасыз ету түрлерін, сондай-ақ жобалау ресурстарына шектеулерді көрсетеді.

2. Жобалау (техникалық жобалау, логикалық жобалау). Автоматтандырылған функциялар құрамының қалыптасқан талаптарына және кіші жүйелерінің құрамына, ақпаратты сақтау құрылымына, ақпараттық жүйенің техникалық жобасын жобалауға сәйкес әзірлеу.

3. Іске асыру (жобалау жұмысы, физикалық жобалау). Ол бағдарламаларды дамытуды, деректер қорының мазмұнын, қызметкерлерге арналған жұмыс нұсқаулықтарын жасауды, жұмыс жобасын әзірлеуді қамтиды. Іске асыру ақпараттық жүйені техникалық жобалауға негізделген.

4. Енгізу (тестілеу, сынақ жүргізу). Ақпараттық жүйенің кіші жүйелерін кешенді отладтау, кадрлар даярлау, кәсіпорын бөлімшелері арқылы ақпараттық жүйені кезең-кезеңмен енгізу, қабылдау сынақтарын өткізу, АЖ-ны пайдалануға жіберу.

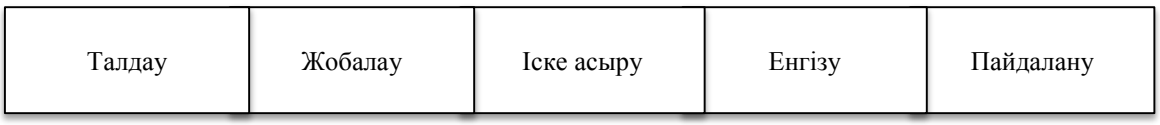
5. Пайдалану (техникалық қызмет көрсету, жаңғырту). АЖ-ның жұмыс істеуі туралы шағымдар мен статистиканы жинау, қателер мен кемшіліктерді түзету,жүйенің өзгертілген жұмыс жағдайына бейімделуі, АЖ-ның келесі нұсқасына қойылатын талаптарды қалыптастыру[8-9].

Жүйенің өмірлік цикл моделінің кезеңдерін жүзеге асыру тұрғысынан олар белгілі бір эволюциядан өтті.Жүйенің өмірлік циклінің танымал үлгілері:

- каскадтық модель;
- итеративті модель;
- спиральды модель.

Бұл модельдердің пайда болу хронологиясы тізімдегі өз орындарына сәйкес келеді: каскадтық модель 20-шы ғасырдың 70-ші жылдарынан бастап, итеративті модель - 70-80-ші жылдардан, ал спиральды модель - 80-ші жылдардан бастап келеді. Осы күнге дейін кез-келген үш модельдің әртүрлі жобаларда пайдаланылуы мүмкін, бірақ жиі қолданылатын моделіне спиральды модель жатады.

Каскадтық модель (ағыл. *waterfall model* -«сарқырама моделі») бірінен кейін бірі орындалатын кезеңдерде, алдыңғы кезеңдерге оралусыз жүйелі түрде орындалады(Сурет 1):

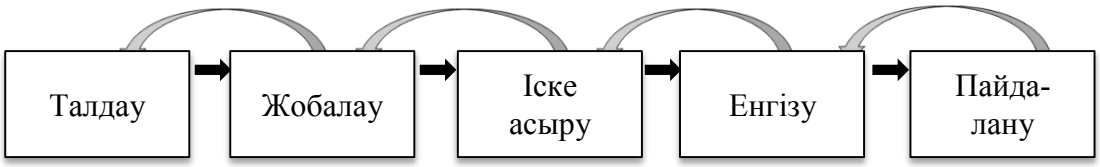



**1-сурет.** Каскадтық моделдің өмірлік циклі

Модельдің авторы - У.В. Ройс, ол 1970 жылы өз мақаласын жариялады. Каскадтық модель келесі кезеңге дейін әр кезеңнің толық және табысты аяқталуын білдіреді. Мысалы, «Талдау» сатысы толығымен орындалуы керек, яғни жобалаушыларда клиенттердің талаптары, жүйені құруға арналған арнайы жағдайлар және т.б. туралы ақпаратқа қатысты ешқандай проблема болмауы керек[10].

Күрделі жобаларда каскадтық модельге жобалау үдерісінің ұзақтығына байланысты қандай да бір өзгеріс енгізуде, жүйе талаптарының өзгермелілігінің аздығы немесе мүлдем жоқ болған кезде ғана мүмкін болады. Талаптар өзгерген кезде, сондай-ақ бұрын жасалған қателіктерді түзету қажет болса,бұрын жасалған жүйенің өмір циклінің кейбір кезеңдеріне қайта өзгеріс енгізу керек болған жағдайда, осы кезеңдердің барлық немесе кейбір жұмыстарын қайта орындау қажет. Бұл тәсіл итеративті модельде жүзеге асырылады.

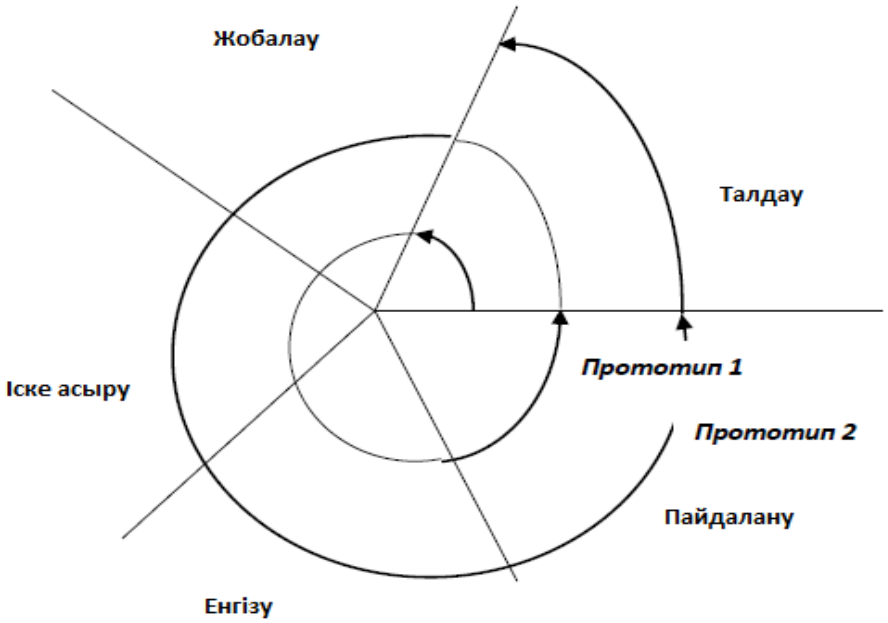
Итеративті модельдің өмірлік циклін пайдалану дамудың ерте кезеңдерінде орын алған қателердің тәуекелдерін барынша азайтуға, сондай-ақ алдын-ала нұсқаларды (прототиптерді) пайдалану арқылы жүйедегі клиенттермен өзара іс-қимылды жеңілдетуге арналған. Итеративті модель, егер осы кезеңдерде қосымша жұмыс жасау қажеттілігі анықталса немесе жүйе талаптарының өзгеруі орын алса (Сурет 2), өмірлік циклдің алдыңғы кезеңдеріне оралу мүмкіндігін ұсынады. Әдетте, алдыңғы кезеңге оралу жүзеге асырылады, сондай-ақ, қашықтан қайтару нұсқасы да қарастырылады[11].




**2-сурет.** Итеративті моделдің өмірлік циклі

Осылайша, өмірлік циклдің әрбір сатысы АЖ әзірлеу және енгізудің бүкіл процесіне таралуы мүмкін.

1986 жылы Б.Боэм ұсынған спираль үлгісінің негізі жүйенің дәйекті прототиптерін жасау технологиясы болып табылады, ол тапсырыс берушінің талаптарын дәлірек көрсететін болады. Проблемалар туындаған кезде ғана , өмір циклінің алдыңғы кезеңдеріне қайтып оралатын итеративті модельге қарағанда, спираль үлгісінде бірнеше кезеңдерді қайта қарау бастапқы кезден қарастырылады. Талдау мен іске асыру сатыларының дәйектілігі «спиральда» жүзеге асырылады және спиралдың әрбір бұрышында өнімнің тағы бір неғұрлым озық нұсқасы пайда болады (Сурет 3).



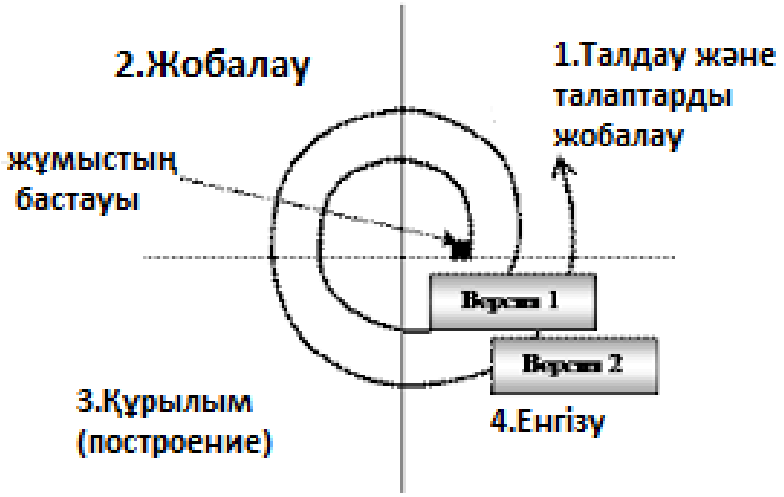

**3-сурет.** Спиральды моделдің өмірлік циклі

Негізгі мақсат,жұмыстың бағыты мен жетістіктерін бағалау, олардың талаптарын түсіндіру және толықтыру үшін, жүйенің тұтынушыларына қолданыстағы өнімді дереу шығару.

Спиральді модельді енгізу үшін келесі кезектің өту уақытын дұрыс анықтап, жүйенің келесі нұсқасын жасау керек. Өтпелі кезең бұрынғы жобалардан алынған статистикалық деректер негізінде жасалған, сондай-ақ әзірлеушілердің жеке тәжірибесі негізінде жасалған жоспарға сәйкес жүзеге асырылады.

Көптеген заманауи технологиялар АЖ-ның спираль үлгісінің өзін пайдаланады немесе оның идеялары мен компоненттерін қамтиды. Осы технологиялардың кейбірі келесі бөлімдерде сипатталған.

RAD технологиясы (ағыл.Rapid Application Development) спиральдық үлгінің өмірлік цикліне негізделген және болашақ пайдаланушыларды жобалау процесіне кеңінен тарту арқасында АЖ-нің дамуын жеделдетеді.(Сурет 4) Бұл технология жұмыстың негізгі көлемін жобалауға дейінгі сатысынан ,толық жобалау сатысына көшірумен сипатталады. Тапсырыс берушінің өкілдері жүйені құру үдерісін бақылауға, оның құрамына тезірек ықпал етуге және оның функцияларын жүзеге асыруға мүмкіндік алады[12].




**4-сурет.** RAD технологиясының өмірлік циклінің моделі

RAD-тің негізін қалаушы 1980 жылы Б. Бем мен С.Шульц идеяларына негізделген RAD негізгі принциптерін құрастырған IBM Дж. Мартин компаниясының қызметкері. 1991 жылы Дж Мартин кітапты жариялады, онда ол RAD тұжырымдамасын және оны қолдану мүмкіндіктерін баяндады[13].

RAD технологиясының ерекшеліктері

RAD технологиясын пайдалану мына жағдайларда орынды:

1.Бағдарламалық жасақтамаға (БҚ) қойылатын талаптар нақты анықталмаған немесе толық анықталмаған. Көптеген жағдайларда тапсырыс беруші болашақ жүйенің жұмысын елестетіп, оның барлық талаптарына нақты жауап бере алмайды.

2. Пайдаланушы интерфейсі тапсырыс беруші үшін негізгі фактор болып табылады. RAD-технологиясы осы интерфейсті прототипінде жобаның басталған сәттен бастап көрсетуге мүмкіндік береді.

3. Жобаның қысқа мерзім ішінде орындалуын талап етеді. Жобаны жедел орындау бүгінгі талаптарға жауап беретін жүйені жасауға мүмкіндік береді. Егер жүйе ұзақ уақыт бойы жобаланған болса, онда осы уақыт ішінде ұйым қызметінің шарттары айтарлықтай өзгеретініне, яғни оның жобасы аяқталғанға дейін жүйе моральдық тұрғыдан ескіретін болады деген ықтималдылық бар.

4. Жоба шектеулі бюджет жағдайында жүзеге асырылады. Дамуды шағын RAD-топтар қысқа мерзімде жүзеге асырады ,ең аз күш-жігерді қамтамасыз етеді және бюджеттік шектеулерге сәйкес келуге мүмкіндік береді.

5. Бағдарламалық жасақтама үлкен көлемдегі есептеушілік қиындыққа ие емес.

RAD жаңашылдық элементтері бар орташа күрделі жүйелер үшін қолданылады. Егер жобаланған жүйе үлкен болса, онда ол кішігірім функционалды компоненттерге бөлінуге мүмкіндік беруі керек. Олар бірінен кейін бірі немесе параллель өндірілуі мүмкін[14].

RAD негізгі әдістері мыналарды қамтиды.

1. Пайдаланушылардың қажеттіліктерін толығымен түсінуге мүмкіндік беретін прототипті пайдалану.

2. Пайдаланушыларды жүйені дамыту процесіне тарту.

3. Итерациялар арқылы өмірлік циклдің ертерек кезеңдеріне қайта оралу.

4. Келесі кезеңде жұмысты бастау үшін өмірлік циклдің бір кезеңінен келесі кезеңіне жұмыстарды толық аяқтау міндетті емес. Итеративті тәсілмен жіберіп алған жұмыс кейінірек орындалуы мүмкін. Өмірлік циклдің келесі кезеңіне көшу жоспарға сәйкес жүзеге асырылады, тіпті жоспарланған жұмыстар аяқталмаған болса да. Жоспар алдыңғы жобаларда алынған статистикалық деректерге негізделген.

5. Жұмыстың параллелді орындалуының жоғары дәрежелігі.

6. Жобаның бөліктерін қайта қолдану.

7. Жобалаудың барлық кезеңдерінде, соның ішінде генераторларды пайдаланудың техникалық тұтастығын қамтамасыз ететін CASE-құралдарды (CASE-Computer Aided System Engineering) пайдалану.

8. Жобаға өзгерістер енгізу және дайын жүйені қамтамасыз ету үшін конфигурациялық басқару құралдарын пайдалану.

Жоғарыда айтылғандай, RAD технологиясы АЖ өмірлік циклінің спиральды үлгісін пайдаланудың үлгісі болып табылады. АЖ-ның өмірлік циклі төрт қайталанатын сатылардан тұрады:

1.Талаптарды талдау және жоспарлау.

2. Жобалау.

3. Іске асыру.

4. Енгізу нұсқасы.

RAD тобы тек бір ғана прототиппен жұмыс жасайды. Бұл мақсаттардың бірлігін, даму үрдісінің жақсы қадағалануы мен басқарылуын қамтамасыз етеді, бұл түпкілікті өнім сапасын жақсартады[15].

АЖ прототипі талаптарды шынайы етеді, өмірде пайдалану параметрлерін жақындатады және талаптарындағы түсінушіліктің кемшіліктерін жояды. Прототиптер пайдаланушыларға жаңа жүйенің эксперименталды моделін ұсынып, олардың ой-өрісін ынталандырады және талаптарды талқылауды белсендіреді. Прототиптерді дамыту процесінің ерте кезеңдерінде талқылау жобаға қызығушылық танытқандарға жүйенің талаптарын жалпы түсінуге көмектеседі, бұл жоба сәтсіздігінің тәуекелін төмендетеді (Сурет 6).




**6-сурет.** RAD пен Каскадтың айырмашылығы

RAD-технологиясы әмбебап болып табылмайды, оны қолдану әрдайым пайдалы емес. Мысалы, бағдарламалық қамтамасыз ету талаптары нақты анықталған және өзгертілмеуі тиіс жобаларда, тұтынушыларды дамыту процесіне қатысу талап етілмейді және каскадты әдіс неғұрлым тиімді болуы мүмкін. Сонымен қатар күрделі алгоритмдерді енгізу қажеттілігімен анықталған жобалар үшін де қолданылады және пайдаланушы интерфейсінің рөлі мен көлемі аз.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Шапиро В.Д. и др. Управление проектами. Учебник для вузов СПб.; «ДваТрИ», 2006.

[2] Управление проектами. Толковый англо-русский словарь – справочник / Под ред. проф. В.Д. Шапиро. М.: «Высшая школа», 2007.

[3] Мазур И.И., Шапиро В.Д. Управление проектами. Справочное пособие. М.: Высшая школа, 2001.

[4] Грекул, В.И. Проектирование информационных систем / В.И. Грекул, Г.Н. Денищенко, Н.Л. Коровкина. – М. : Бином, 2010. – С. 300.

[5] Коберн, А. Быстрая разработка программного обеспечения / А. Коберн. – М. : Лори, 2013. – С. 314.

[6] Кон, М. Пользовательские истории. Гибкая разработка программного обеспечения / М. Кон. – М. : Вильямс, 2012. – С. 256.
[7] Воропаев В.И., Гальперина З.М.,. Разу М.Л, Секлетова Г.И., Якутин Ю.В. и др. Управление программами и проектами. 1999. - 392 стр.
[8] Тебекин А.В., Сурат И.Л. К вопросу о развитии методологии проектного управления инновационной деятельностью в системе высшего профессионального образования
[9] Ивасенко А. Г. Управление проектами : учебное пособие для студентов. – Ростов н/Д. : Феникс , 2009. - 330 с.
[10] Мазур И. И. Управление инвестиционно-строительными проектами: международный подход. – М. : Омега-Л , 2011. - 736 с.
[11] Матвеева Л. Г. Управление проектами. – Ростов н/Д.: Феникс, 2009. - 423 с.
[12] Попов Ю. И. Управление проектами. – М.: ИНФРА-М, 2010. - 208 с.
[13] Романова М. В. Управление проектами. – М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2010. - 253 с.
[14] Туккель И.Л. Управление инновационными проектами. – СПб.: БХВ-Петербург, 2011. - 396 с.
[15] Фунтов В.Н. Основы управления проектами в компании. – СПб.: Питер , 2011. – 394 с.

Ауесхан Э.С., Жомартова Ш.А.

**Использование проектной методологии в управлении развитием индустриальных информационных систем**

**Резюме:** Основной причиной использования методологии проекта в управлении развитием индустриальных информационных систем является достижение временных и экономических показателей эффективности. Важно использовать методологию проекта, чтобы избежать негативных последствий, таких как нехватка времени, стоимость проекта и низкая эффективность управления проектом, а также учитываются методы управления проектом. Различные методологии управления индустриальными информационными системами включают в себя особенности и преимущества методологии проекта, исследование и практическая реализация.

**Ключевые слова:** Информационные системы, автоматизированные системы, проектная методология, управление проектами, индустриальные информационные системы.

Auyeskhan E.S., Zhomartova Sh.A.

**Use of project methodology in the management of the development of industrial information systems**

**Summary:** The main reason for the use of the project methodology in managing the development of industrial information systems is the achievement of time and cost-effectiveness indicators. It is important to use project methodology to avoid negative consequences such as shortage of time, project costs and poor performance of project management, and the project management techniques and techniques are taken into account. Various methodologies for the management of industrial information systems include the features and advantages of the project methodology, research and practical implementation.

**Key words:** Information system, automated system , project methodology, project management, industrial information systems.

**N.M. Kalambayev, T.T. Velyamov**
(Kazakh National University named after al-Farabi, Almaty, Kazakhstan.
E-mail: k.nurik_18@mail.ru)

## SYNTHESIS FREQUENCY-PULSE MANAGEMENT SYSTEMS OF TECHNOLOGICAL PROCESSES

**Abstract:** At present, dynamic pulse-pulse modulation control system has been widely used. Dynamic frequency pulse introducing the modulator in the process control system gives it a new edge and opens up wide possibilities for its optimization, keeping its simplicity of technical and algorithmic performance.

Theoretical and applied research on the determination of deterministic frequency pulse control systems has reached a high level. Other systems, such as dynamic pulse control, operate in their internal settings with random changes in the real environment.

Analysis of the current state of the theory and practice of stochastic dynamic frequency-pulse control systems, lack of effective statistical analysis methods and the synthesis of such systems. Analysis of the current state of the theory and practice of stochastic dynamic frequency-pulse control systems, lack of effective statistical analysis methods and the synthesis of such systems.

**Keywords:** Dynamic pulse frequency modulation (DPFM), Dynamic pulse frequency automatic control systems (DPFACS), reduced continuous part (RCP), pulse device (PD),

**Н.М. Қаламбаев, Т.Т. Велямов**
(әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы,
E-mail: k.nurik_18@mail.ru)

## ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ҮРДІСТЕРДІ БАСҚАРУДЫҢ ЖИІЛІКТІК-ИМПУЛЬСТЫҚ ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ СИНТЕЗІ

**Андатпа:** Қазіргі уақытта динамикалық жиілік-импульстік модуляциялы басқару жүйесі (ДЖИМ) іс жүзінде кең қолданысқа ие болды. Динамикалық жиілік-импульстік модуляторды процестерді басқару жүйесінде енгізу оның жаңа қасиеттерін береді және оны техникалық және алгоритмдік орындаудың қарапайымдылығын сақтай отырып, оны оңтайландыру үшін кең мүмкіндіктер ашады.

Детерминистикалық жиілікті импульстік басқару жүйелерін зерттеу бойынша теориялық және қолданбалы нәтижелер жоғары деңгейге жетті. Басқа жүйелер сияқты динамикалық жиілік-импульстік басқару жүйелерінің жұмыс істеуі олардың ішкі параметрлерінде кездейсоқ өзгерістермен нақты ортада сипаттау. Стохастикалық динамикалық жиілік-импульстік басқару жүйелерінің теориясы мен практикасының ағымдағы жағдайын талдау статистикалық талдаудың тиімді әдістерінің болмауы мен осындай жүйелердің синтезін көрсету.

Осыған байланысты теориялық негіздерді құру, қолданылатын автоматтандыру және бақылау тапсырмаларын кең ауқымымен шешуге бағдарланған стохастикалық динамикалық жиілік импульсті басқару жүйелерін синтездеудің үлгілері мен әдістерін жасау өте өзекті болып табылады.

**Түйінді сөздер:** Динамикалық жиіліктік-импульстық модуляцияға (ДЖИМ), автоматты басқарылатын динамикалық жиіліктік-импульстық жүйелерінің (АБДЖИЖ), келтірілген үздіксіз бөлігі (КҮБ), импульстық құрылғы (ИҚ),

Кедергіден жоғары дәрежеде қорғалғандығы және техникалық пен бағдарламалық іске асырылуының қарапайым болуынан басқарушы алгоритмі динамикалық жиіліктік-импульстық модуляцияға (ДЖИМ) негізделген басқару жүйелері тәжірибеде кең қолданылуда.

Қазіргі кездегі басқару жүйелерінің сапасына қойылатын талаптардың жоғарылауы ішкі және сыртқы кездейсоқ ауытқудың және оларды жобалау мен енгізу қадамында басқару объектісінің кешеуілдеу нәтижесінің есебін жүргізуді талап етеді.

Жұмыстың мақсаты – стохастикалық орнықтылық пен статикалық өлшемнің оңтайлығы жағдайынан технологиялық үрдістерді автоматты басқарылатын динамикалық жиіліктік-импульстық жүйелерінің (АБДЖИЖ) синтез әдісін жасау болып табылады. Бұл үшін осы сыныптағы жүйелердің стохастикалық вольтерр әдістері негіз ретінде қызмет етеді [1].

Технологиялық үрдістерді автоматты басқарылатын стохастикалық динамикалық жиіліктік-импульстық жүйесі (АБДЖИЖ) кері байланысы теріс тұйық жүйе болып табылады. Жүйенің тура тізбегіне динамикалық жиіліктік-импульстық модуляторы ДЖИМ және келтірілген үздіксіз бөлігі (КҮБ) тізбектеп қосылған. Жүйенің кірісінде кездейсоқ стационарлы үрдіс f(t) әрекет етеді және ол ақ шудың μ (t) ықпалымен қызмет етеді.

Келтірілген үздіксіз бөлік [1] түріндегі функционалымен сипатталады

$$z(t) = \int d\vec{u}_1^T = (\tau)\vec{h}(\tau_0, t, \theta)d^{\bullet}\vec{\omega}(\theta) \quad (1)$$

Мұндағы; $d\vec{u}_1(\tau)^T = \lfloor d\tau | du_1(\tau) | du_1(\tau_1) du_1(\tau_2) | \ldots du_1(\tau_1) \ldots du_1(\tau_r) \rfloor$, (2)

$$\vec{h}(\tau_0, t, \theta) = \begin{bmatrix} h_{0.0}(\tau_0,\tau,\theta) h_{0.1}(\tau_0,\theta) h_{0.2}(\tau_0,\theta_1,\theta_2) \ldots\ldots\ldots h_{0.s}(\tau_0,\theta_1,\ldots,\theta_s) \\ h_{1.0}(\tau_0,\tau) h_{1.1}(\tau_0,\tau,\theta) h_{1.2}(\tau_0,\tau,\theta_1,\theta_2) \ldots\ldots\ldots h_{1.s}(\tau_0,\theta_1,\ldots,\theta_s) \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ h_{r.0}(\tau_0,\tau_1,\ldots,\tau_r) h_{r.1}(\tau_0,\tau_1,\ldots,\tau_r,\theta) h_{r.s}(\tau_0,\tau_1,\ldots,\tau_r,\theta_1,\ldots,\theta_s) \end{bmatrix}, \quad (3)$$

$$d^*\vec{\omega}^T(\theta) = \lfloor d\theta | d^*\omega(\theta) | d^*\omega(\theta_1) d^*\omega(\theta_2) | \ldots d^*\omega(\theta_1) \ldots d^*\omega(\theta_s) | \ldots \rfloor, \quad (4)$$

$$du_1 = u(\tau)d\tau \,, d\omega^*(\theta) = \mu(\theta)d\theta, \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad M\{\mu(t)\mu(s)\} = r_{11}\delta(t-s)$$

$\tau_0$- басқарылатын объектінің кешігу уақыты, $r_{11}$- ақ шудың μ(t) спектралды тығыздығының қарқындылығы.

Технологиялық үрдістердің режімдік параметрлерін автоматты басқарылатын динамикалық жиіліктік-импульстық жүйесі синтезінің міндеті әртүрлі динамикалық жиіліктік-импульстық модулятор түрімен түзілген жинағынан басқаратын құрылғысын таңдауға келіп саяды.

Келесі түрдегі функционал таңдау өлшемі ретінде қолданылады

$$Q = M\{G[z(t), u(t)/0 \le t \le T]\}, \quad (5)$$

Мұндағы: G – z(t) және u(t) кездейсоқ үрдістерінде берілген функционал.

[2] белгілі болғандай, ДЖИМ модуляторы толығымен С сүзгінің W функционалының қасиеттерімен, ИҚ импульстық құрылғы Δ шегінің мәнімен және γ(t) шығатын басқарылатын импульстың формасымен беріледі.

[1]-де модулятордың вольтерр моделі алынды, ол кешеуілдей отырып объектілерді басқару үшін келесі түрде қолданылады:

$$u(t) = \int_0^t d\vec{x}_1^T(\tau)\vec{m}_1(\tau_m, t, \tau). \quad (6)$$

Мұндағы:

$$\vec{m}_2(\tau_m, t, \tau) = [m_0(\tau) \vdots m_1(\tau_m, \tau) \vdots m(\tau_m, \tau_1, \tau_2) \vdots m_r(\tau_m, \tau_1, \dots, \tau_r) \vdots \cdots], \quad (7)$$

$d\vec{x}_1^T$- (2) векторына ұқсас анықталады, $\tau_m$– кешеуілдейтін объектілердің қасиеттерін ескеретін ДЖИМ сипаттамасы.

(1) және (6) өрнектері жүйенің тұйықталу теңдеуімен бірге осы жүйедегі үрдістердің жүру заңдылығын сипаттайтын синтез тапсырмасын шешкен кезде шектеу қызметін атқарады. Бұдан бөлек, өзге жүйелердегідей техникалық, технологиялық, экономикалық және өзге шектеулері болуы мүмкін. Жалпы түрде оларды [3] түріндегідей жазуға болады:

$$B_{1,\alpha}[z(\tau), u(\tau)/0 \le \tau \le t] \le b_{1,\alpha}, \alpha = 1, \dots, \alpha_0,$$
$$B_{2,\beta}[z(\tau), u(\tau)/0 \le \tau \le t] \le b_{2,\beta}, \beta = 1, \dots, \beta_0. \quad (8)$$

(8) шектеуіне жүйенің стохастикалық тұрақтылық шарттары да кіреді. Мысалға, орташа квадраттығында жүйенің асимптоматикалық тұрақтылық шарты [4] түрінде жазылады:

$$\lim_{n\to\infty} M\{|z(t, t_0, z_0)|^2\} = 0, \quad \lim_{n\to\infty} M\{|y(t, t_0, y_0)|^2\} = 0. \quad (9)$$

Сол кезде үздіксіз технологиялық үрдістердің режімдік параметрлерін автоматты басқарылатын динамикалық жиіліктік-импульстық жүйесі синтезінің міндеті (5) өлшемі өзінің төтенше мәніне жететін және тиісті шектеулер (1), (6), (8) – (9) орындалатын W функционалдарын және модулятордың Δ, h, γ тұрақты параметрлерін табудан тұрады.

(1), (6) ескере отырып режімдік параметрлеріндегі ашық ақпараттық-басқарушы жүйесінің математикалық моделі мына түрде болады

$$z(t) = \int d\vec{f}_1^T(\tau)\vec{c}(\tau_0, \tau_m, t, \theta)d * \vec{\omega}(\theta), \quad (10)$$

Мұндағы:

$$d\vec{f}_1(\tau)^T = [d\tau|df_1(\tau)|df_1(\tau_1)df_1(\tau_2)|\dots df_1(\tau_1)\dots df_1(\tau_r)], df_1(\tau) = f(\tau)d\tau, \quad (11)$$

$\vec{c}(\tau_0, \tau_m, t, \tau, \theta)$ матрицасы (2)-ге ұқсас түрде анықталады.

(1), (6), (10) модельдері және олардың өзара байланыстары үздіксіз технологиялық үрдістердің режімдік параметрлерін автоматты басқарылатын динамикалық жиіліктік-импульстық жүйесінің синтез процедурасын жүргізуге мүмкіндік береді, ол келесі қадамнан тұрады.

Синтездің бірінші қадамында (5) мағынасында оңтайлы (11) вольтерр моделі жасалады. Бұл кезде $c(\tau_0, \tau_m, t, \tau, \theta)$ матрицасының

$c_{r,s}(\tau_0, \tau_m, \tau_1, \dots, \tau_r, \theta_1, \dots, \theta_s)$ элементтері анықталады, мұнда:

$$Q = min,$$
$$B_{1,\alpha} \le b_{1,\alpha}, \alpha = 1, \dots, \alpha_0, \quad B_{2,\beta} \le b_{2,\beta}, \beta = 1, \dots, \beta_0. \quad (22)$$

Синтез процедурасының екінші қадамында (10) түріндегі ашық жүйенің табылған оңтайлы моделі іске асырылады. Келтірілген үздіксіз жиіліктің КҮЖ берілген моделінде (1) осы қадамның міндеті үздіксіз технологиялық үрдістердің автоматты басқарылатын динамикалық жиіліктік-импульстық жүйесі оңтайлы жүйеге (10) сәйкес келетін модулятордың математикалық моделінің импульстық сипаттамаларын (6) таңдаудан тұжырымдалады.

Бұл үшін жүйе теңдеуін (1) және (6) негізінде келесі түрде құрастырамыз

$$z(t) = \int d\vec{u}_1^T(\tau)\vec{h}(\tau_0, t, \theta)d * \vec{\omega}(\theta),$$

$$du_1^T = \left[d\tau \vdots \int_0^- m_1^T(\tau_m, \tau_1, \gamma)[df_1(\gamma) - dz_1(\gamma)]d\tau_1\right] \times \left(\int_0^\infty m_1^T(\tau_m, \tau_1, \gamma)\left[d\vec{f}_1(\gamma) - d\vec{z}_1(\gamma)\right]\right)^2 d\tau d\tau_2 \vdots \cdots]. \quad (13)$$

Мұндағы (13) теңдеулерінің шешімін (10) түрінде алуға болады.

Үшінші қадамдың міндеті – сызықтық емес жүйенің (2) баламалы ДЖИМ көмегімен оңтайлы вольтерр моделін (6) іске асырудан тұрады. Төртінші қадамда кешеуілдейтін объектілерді басқару мақсатында қолданылатын ДЖИМ таңдалған түрі үшін күйге келтірілетін параметрлердің саласы стлхастикалық орнықтылық (9) жағдайынан жасалады.

Бесінші қадамда жүйенің стохастикалық орнықтылық жағдайынан алынған параметрлердің саласында таңдалған жүйенің параметрлік оңтайландырылуы жүргізіледі. Алтыншы қадамда басқару үрдісінің сапасын және әртүрлі аппроксимация (жуықтау) үрдісінде қолданылған болжамдардың негіздегендігін бағалау үшін жүйенің машиналық модельдеуі (үлгілеуі) жүргізіледі.

Синтез нәтижесі қанағаттарлық болмаған жағдайда, шешілетін тапсырманың бастапқы шарттары түзетіліп, синтез үрдісі қажетті қадамдан бастап қайталанады.

Үздіксіз технологиялық үрдістердің режімдік параметрлерін автоматты басқарылатын динамикалық жиіліктік-импульстық жүйесін синтездеудің әзірленген әдістемесі диалогты жүйе түрінде ресімделіп, цифрлық басқару жүйелерінің АЖЖ (автоматтандырылған жобалау жүйесі) қолданылды, сонымен қатар ол түсті металлургия, фосфор және қорғасын өндірісінде және мұнай-газ саласындағы бірқатар ТҮ АБЖ (технологиялық үрдістің автоматтандырылған басқару жүйесін) тікелей цифрлық басқарудың шағын жүйелерін жобалау мен енгізуде кең түрде қолданыс тапты.

ӘДЕБИЕТ

[1] Айтчанов Б.Х. Кешеуілдейтін объектілерді стохастикалық басқару жүйелерінің бір сыныптағы математикалық модельдерін жасау // Қазіргі жағдайдағы энергетика, телекоммуникация және жоғары білім. Алматы: АЭБИ, 1998. 108-110-б.

[2] Айтчанов Б.Х. Кешеуілдейтін объектілерді автоматты басқарылатын динамикалық жиіліктік-импульстық жүйелерінің модельдері // Өндірістік жүйелердің басқаруын автоматтандыру модельдері мен әдістері. Алматы: ҚазҰТУ, 1996. 2-шығарылым, 65-73-бет.

[3] Попков Ю.С. және т.б. Сызықтық емес стохастикалық жүйелерді сәйкестендіру және оңтайландыру. М.: Энергия, 1976. 440-бет.

[4] Асаубаев К.Ш., Айтчанов Б.Х. Кешеуілдейтін объектілерді динамикалық жиіліктік-импульстық басқару жүйелерінің стохастикалық тұрақтылығы // ҚазҰТУ хабаршысы. Алматы: ҚазҰТУ, 1997. 49-53-бет.

Каламбаев Н.М., Велямов Т.Т.

**Синтез частотно - импульсных систем управления технологическими процессами**

**Резюме.** В настоящее время широко применяется динамическая система управления импульсной импульсной модуляцией (ДЧИМ). Внедрение динамического частотно-импульсного модулятора в систему управления технологическим процессом дает ему новые возможности и открывает широкие возможности для его оптимизации, сохраняя его техническую и алгоритмическую простоту.

Теоретические и прикладные исследования по определению детерминированной частоты импульсных систем управления достигли высокого уровня. Другие системы, такие как динамическое импульсное управление, работают в своих внутренних настройках со случайными изменениями в реальной среде. Анализ современного состояния теории и практики стохастических динамических частотно-импульсных систем управления, отсутствие эффективных методов статистического анализа и синтеза таких систем.

В связи с этим очень важно создать теоретические основы и разработать образцы и методы синтеза стохастических динамических частотно-импульсных систем управления, ориентированных на широкий спектр задач автоматизации и управления.

**Ключевые слова:** Динамическая частотная импульсная модуляция (ДЧИМ), автоматические динамические частотно-импульсные системы (АДЧИС), непрерывная часть (НЧ), импульсное устройство (ИУ).

UDC 669.333.41

**N.K. Dosmukhamedov, E.E. Zholdasbay,**
**M.B. Kurmanseitov**
(Non-commercial joint stock company: Kazakh national research technical university named after K. I. Satpayev, Almaty, Kazakhstan. zhte@mail.ru)

# TECHNOLOGICAL EXPERIENCES FOR LEVEL RECOVERY OF COPPER-LEAD SHEINS

**Abstract.** A comprehensive analysis of the methods of extracting lead from copper-lead matte was carried out in the work. On the basis of laboratory studies, the possibility of depletion of copper-lead matte in lead was investigated. It is shown that the use of such reducing agents as metallic iron, soda, as well as pyrite concentrate as a sulphidizer does not provide a complete solution to the problem. It is established that the most effective is the use of intensive bubbling of the melt with natural gas.

Based on the results obtained and their mathematical processing, mathematical models are constructed that allow determining the content of copper and lead in commercial products, matte and draft lead, respectively, depending on various parameters.

The resulting regression equations of multiple correlation allow us to calculate the optimum consumption of reagents for obtaining commodity mattes of a given composition and will be used in developing a new method aimed at processing copper-lead mattes together with other copper-, lead-containing materials.

**Key words:** copper-lead matte, lead, depletion, bubbling, natural gas, sulphidizer, reducing agent, metal losses.

## Introduction

An analysis of the world practice of lead production [1-6] shows that one of the main problems of lead production is the processing of copper-lead mattes, which are characterized by a high lead content and, as a non-conditioned intermediate product, require further processing. Despite the various measures taken, the question of obtaining copper matte with a minimum content of lead remains open. The solution of the problem of lead content reduction in copper-lead mattes will make it possible to significantly increase the general technical and economic indicators of lead production by increasing its extraction into the final target product - leaded lead. The search for new methods for a highly efficient method of extracting lead from copper-lead matte is of great practical interest, both from the point of view of technology and the reduction of the material and energy costs of the general production of lead.

A number of works [7-11] are devoted to the problem of depletion of copper-lead mattes in lead in the technical literature. However, the results of known works are devoted to the solution of local problems: the problem of reducing the lead content in matte was exclusively solved. At the same time, a wide range of reducing agents and sulfidizers was used, the application of which, although leading to the solution of the main problem, was followed by others. Simultaneous use of a wide range of materials to reduce the content of copper-lead mattes did not make it possible to evaluate the influence of a material, which made it difficult to describe the overall chemistry of the process. Thus, in work [9], a method for precipitating lead from copper-lead mattes by means of their joint treatment with sodium cesium, sodium sulfate and iron sulphide is proposed. Good results were achieved on the separation of copper and lead into the target products: copper - in matte, lead - into the rough metal. Despite the positive results achieved, the method did not ensure a high recovery of copper and lead into final products and has a number of fundamental drawbacks: the introduction of an additional amount of iron in the process increases the yield of slags; the addition of iron sulphide increased the solubility of lead in matte, which ultimately led to a reduction in the extraction of lead into the rough metal; The use of expensive reagents of sodium and sodium sulphate leads to significant material costs.

Another solution is also known [10], which consists in pouring matte into a furnace on a soda bath, and blowing the melt with natural gas in the presence of a solid reducing agent. In this case, coke is used as a solid reducing agent. The main drawback of the method is the need to use expensive coke. From a technological point of view, the lead lead produced in the process contains an increased amount (up to 2%) of copper, which worsens the quality of leaded lead and reduces the extraction of copper into matte. Also in the process, it is not possible to achieve a sufficiently complete extraction of lead from matte into the rough metal. Increased residual lead content in matte reduces the quality of the copper matte produced.

From the practical point of view, the results of [11-15] are of great interest, where for purging lead from copper-lead matte, melt was purged with natural gas in the presence of various reducing agents-metallic copper, iron and cupric copper, obtained after cementation depletion of lead slag.

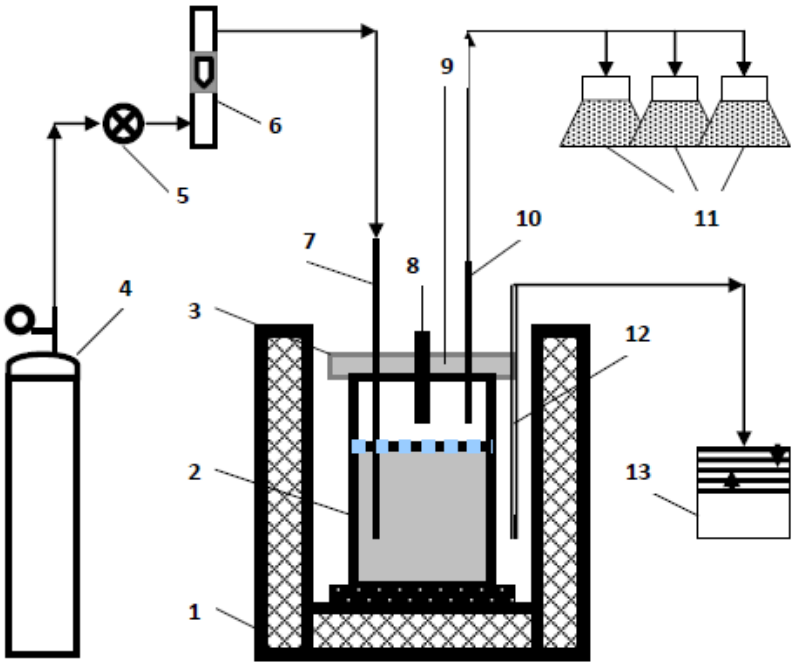
An increase in the content of copper and associated impurity metals in the primary sulphide raw material leads to an increasingly significant output of copper-lead mattes, which makes the solution of the problem of extracting lead from copper-lead mattes actual.

In this paper, the results of technological experiments on the depletion of copper-lead mattes for lead by blowing with natural gas in the presence of various reducing agents are presented.

**Scheme of installation and procedure for conducting experiments**

To conduct studies on the depletion of copper-lead matte on lead, an installation is used whose schematic diagram is shown in the figure 1.

The method of carrying out the experiments was as follows. A sample with the initial charge (matte + various reducing agents), in an amount of 200 g, was charged into an alundum crucible (2), which was placed in an oven (1). After loading the crucible, the furnace was closed with a lid made of foam chocked bricks and equipped with three holes: for carrying natural gas into the melt with an alundum tube (7); for the loading of sulphidizers and reducing agents; for the exit of exhaust gases from the reactor. The furnace was heated to a temperature of 1373 K and held at the prescribed temperature for 10-15 minutes to obtain a homogeneous melt.




*1 - heating furnace; 2 - alundum crucible; 3 - cover; 4 - cylinder with natural gas; 5 - the valve; 6 - rheometer; 7 - a tube for supplying gas to the melt; 8 - loading window;9 - liquid melt; 10 - exhaust of gases; 11 - vessels with water; 12 - thermocouple XA; 13 - potentiometer KSP-4*

**Figure 1.** Schematic diagram of the laboratory installation for extraction of lead from copper-lead matte

After the material melted, the Alundum tube (7) was lowered into the melt and the reducing agent-natural gas from the cylinder (4) started to start. After 10 minutes from the start of bubbling, the melt purge was stopped by gas and the pre-prepared product (sulphidizer, reducing agent or successively both products) was fixed onto the melt surface through a window (8) in a fixed amount. After loading the necessary materials, the alundum tube was lowered into the melt and the melt was blown for a predetermined time. The flow rate of the gas supplied to the melt was controlled with a valve (5) and a rheometer (6). The off-gases were withdrawn from the reaction zone through the tube (10) and absorbed in the vessels with water (11). After the required purging time, the tube (7) rose above the level of the melt. The crucible with the sample was kept in the furnace for 15 minutes at 1373 K for settling and complete separation of the smelting products. The temperature in the furnace was measured with a chromel-alumel thermocouple XA (12) and monitored using a KSP-4 potentiometer (13). After a given exposure time, the crucible was removed from the furnace and cooled in air.

The melting products obtained after the experiment were crushed, weighed and sent to the elemental analysis for the content of copper and lead in them. Matte, obtained as a result of processing, is hereinafter referred to as a commodity.

For the experiments, we used synthesized copper-lead mattes, prepared using pure copper, grade MOO, lead grade COO, carbonyl iron, and elemental sulfur. Synthesis of sulphides was carried out as follows. Pre-weighed initial components corresponding to the stoichiometry of Cu2S, PbS and FeS were placed in a quartz ampoule, which was evacuated to a residual pressure of 10-1 Pa, and sealed. Then the ampoule with the initial sample of sulfides was placed in a horizontal oven and smooth heating was carried out. At first, the ampoule with the sample was held at 473 K for 1 hour. After the required time, the temperature in the furnace was raised to 980 K and held at a given temperature for 36 hours. After the required time, the vial was taken out of the furnace and loaded into a silicate silicate furnace, where it was kept for 6 hours at a temperature of 1473 K. After the required time had expired, the ampoule was removed from the oven and cracked. The finished sulphide was ground and used for the intended purpose.

**Results of the experiments and their discussion**

*Mathematical description of the process of copper-lead matte impoverishment in lead.* To calculate the model of the copper-lead lead matte depletion process, a full factorial experiment was realized 24, the planning matrix of which is presented in the table 1. Calculations were carried out on a computer by a specially developed program.

Taking into account the fact that industrial copper-lead mattes are heavily metallized as parameters of variation (factors of variation), the consumption of metallic iron ($x_1$), pyritic concentrate ($x_2$), soda ($x_3$) and natural gas ($x_4$) was chosen.

The results of the experiments (y) are presented as lead content ($y_1$) and copper ($y_2$) in commodity matte, as well as lead losses with matte ($y_3$) and copper recovery into matte ($y_4$).

The data obtained as a result of the technological experiments were subjected to mathematical processing. As a result of the processing of the experimental data, the dependences describing the influence of the selected parameters on the final technological parameters of the experiments were established.

*Lead content in matte.* The regression equation describing the influence of the selected factors on the lead content in commodity matte has the form:

$$y_1 = 20{,}16 - 1.10 * x_1 + 0.73 * x_2 - 0.33 * x_3 - 0.18* x_4 \quad (1)$$

The relative measurement error is 5%. The calculated value of the Fisher test is 3.6, which almost coincides with the tabulated value of 3.8. The hypothesis of the adequacy of the model is accepted with a 5% level of significance.

Analysis of equation (1) allows us to draw a number of conclusions about the influence of the factors investigated on lead content in commodity matte. In this area of the factor space, metal iron, soda ash and natural gas are responsible for reducing the lead content in matte. With an increase in their consumption, lead content in matte is reduced. In our opinion, this dependence is due to two main reasons, firstly, the chemistry of the process of reduction of lead sulphide by the course of reactions:

$$3PbS + 2Na_2CO_3 = 3Pb + 2Na_2S + 2CO_2 + SO_2, \quad (2)$$

$$PbS + Fe = Pb + FeS, \quad (3)$$

$$2PbS + CH_4 = 2Pb + 2H_2S + C \quad (4)$$

secondly, by saturation of the sulphide melt (matte) with iron and sodium sulphide formed by reaction (2) and (3).

It also follows from equation (1) that an increase in the consumption of pyrite concentrate is accompanied by an increase in lead content in commodity matte. This can be explained by the additional interaction of iron sulphide with the previously reduced metallic lead in reactions (2) - (4).

*Copper content in matte.* The equation of regression, reflecting the influence of the selected factors on the copper content in commodity matte, is as follows:

$$y_2 = 58{,}31 - 0{,}65 * x_1 - 1{,}12 * x_2 + 0{,}47 * x_3 \quad (5)$$

The relative measurement error is 2%. The adequacy of the model is confirmed by the Fisher test (the estimated value of the criterion is 1.7, the tabulated value is 3.8).

As follows from equation (5), the significant factors for this optimization parameter are the consumption of metallic iron, pyritic concentrate and soda ash. The correlation of these factors with the content of copper in matte is expressed by a linear relationship.

Increasing the consumption of metallic iron and pyrite concentrate reduces the copper content in matte. Moreover, the consumption of pyrite concentrate exerts a stronger influence on the concentration of copper than metallic iron. The increase in the consumption of iron and pyritic concentrate by 1% of the weight of matte leads to a decrease in the content of copper in matte by 0.65% and by 1.12%, respectively. In our opinion, this can be explained by the effect of iron on the decrease in lead content in matte. When the iron is dissolved in the sulphide phase, lead substitution by iron can be expected, which leads to a redistribution of sulfur over the matte components. Iron dissolved in a sulphide melt forms with sulfur a strong association of the Fe-S type and weakens the bond strength with sulfur of other metals, including copper. This, in turn, reduces the bond of copper to the sulphide phase, which leads to the transition of a certain amount of copper to leaded lead.

The effect of pyrite concentrate on the copper content in matte is explained by the increase in the amount of matte. An increase in the consumption of pyrite concentrate in the melt leads to the concentration of iron sulphide in matte. At the same time, the transition of lead into matte will be intensified by the sulfidation of lead, previously reduced from lead sulphide by metallic iron. In addition, a quantity of metallic lead will pass into the matte, since iron sulphide sharply increases its solubility. An increase in the amount of matte, due to these processes, will dilute its composition by copper.

Table 1. **Matrix for planning the process of depletion of matte for lead**

| Variables | $Fe_{мет}$, % | $FeS_2$, % | $Na_2CO_3$, % | $CH_4$, $m^3/g$ | Optimization options | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Basic level | 2,5 | 5,75 | 7,5 | 20 | Content in commodity matte, % | | Loss of lead with commodity matte, % | Extraction copper in commodity matte, % |
| The interval is varved. | 2,5 | 5,75 | 2,5 | 6,5 | | | | |
| Top level | 5 | 11,5 | 10,0 | 26,5 | | | | |
| Lower level | 0,0 | 0,0 | 5,0 | 13,5 | Pb | Cu | | |
| Code Symbol | $x_1$ | $x_2$ | $x_3$ | $x_4$ | $y_1$ | $y_2$ | $y_3$ | $y_4$ |
| №№ | Technological regimes of conducting experiments and the results obtained | | | | | | | |
| 1 | + | + | + | - | 16,47 | 52,21 | 56,60 | 82,37 |
| 2 | - | + | + | - | 23,40 | 53,05 | 98,63 | 100 |
| 3 | + | - | + | - | 10,59 | 63,10 | 27,11 | 73,99 |
| 4 | - | - | + | - | 14,1 | 68,45 | 42,93 | 95,34 |
| 5 | - | + | - | - | 19,97 | 47,44 | 78,80 | 85,64 |
| 6 | - | + | - | - | 22,32 | 51,93 | 96,04 | 97,84 |
| 7 | + | - | - | - | 10,04 | 61,08 | 29,94 | 83,34 |
| 8 | - | - | - | - | 16,37 | 64,63 | 54,05 | 97,62 |
| 9 | + | + | + | + | 14,08 | 52,95 | 55,60 | 95,66 |
| 10 | - | + | + | + | 23,00 | 53,42 | 93,99 | 100 |
| 11 | + | - | + | + | 5,24 | 63,59 | 11,25 | 62,45 |
| 12 | - | - | + | + | 10,33 | 69,18 | 28,62 | 87,69 |
| 13 | + | + | - | + | 16,46 | 51,95 | 64,37 | 92,95 |
| 14 | - | + | - | + | 21,44 | 51,85 | 90,01 | 99,60 |
| 15 | + | - | - | + | 8,81 | 61,29 | 22,78 | 72,50 |
| 16 | - | - | - | - | 14,89 | 66,90 | 45,11 | 92,91 |

From equation (5), it is not difficult to see the opposite nature of the effect of soda ash on the copper content in matte: an increase in the consumption of soda ash increases the content of copper in matte. This, most likely, can be explained by a reduction in the amount of matte, due to the lead smelted with soda from matte. In addition, sodium sulfide, formed as a result of the decomposition of soda, reduces the solubility of copper in lead lead, which also contributes to its accumulation in matte.

It can be seen from the table that with increasing natural gas consumption, the copper concentration in matte increases. However, this effect did not appear in equation (5), which indicates a less significant depend-

ence of copper concentration in matte on the consumption of natural gas, compared to other factors. Apparently, this is the result of the influence of a number of factors that compensate each other. So, on the one hand, natural gas helps to increase the concentration of copper by reducing the amount of matte; on the other hand, natural gas restores not only lead sulfide but also copper sulfide, as a result of which the metallic copper passes into the rough metal, which on the contrary reduces its concentration in matte.

*Loss of lead with commodity matte.* Such a parameter as the loss of lead with matte, most fully characterizes the process of depletion of copper-lead matte in lead. If the reduction in lead concentration can be achieved by mere dilution of the matte, a reduction in losses implies the withdrawal of lead from the matte phase. The regression equation describing the influence of various factors on reducing lead losses with matte has the following form:

$$y_3 = 56{,}25 - 5{,}17 * x_1 + 4{,}09 * x_2 - 1{,}55 * x_3 - 0{,}66 * x_4 \quad (6)$$

The relative measurement error is 7%. Checking the equation for adequacy gave a positive result: the calculated value of the Fisher test was 3.1 (tabulated value - 3.8). Consequently, the hypothesis of the adequacy of the model described by equation (6) is accepted with a 5% significance level.

As can be seen from the equation, all the factors studied have a significant effect on the loss of lead with matte. With increased consumption of iron, soda ash and natural gas, lead losses are reduced.

The opposite effect on lead losses is exerted by pyrite concentrate: an increase in its consumption, in the intervals studied, leads to a sharp increase in lead losses with matte. This is due to the fact that, as was shown earlier, the increase in iron sulphide in matte leads to a sharp increase in the solubility of lead in matte. On the other hand, the reduction in matte recovery due to consumption of soda and natural gas for interaction with sulfur pyrite concentrate. All this increases lead content in commodity matte and its overall yield.

*Copper recovery into commodity matte.* The extraction of copper into commodity matte is described by the first-degree regression equation. After evaluating the coefficients by the Student's criterion and excluding the insignificant parameters, the final equation has the form:

$$y_4 = 88{,}74 - 3{,}05 * x_1 + 0{,}96 * x_2 \quad (7)$$

The relative measurement error is 5%. The calculated value of the Fisher test is 2.01 (tabular value is 3.7).

In contrast to the previously considered cases, the effect of calcined soda and natural gas did not appear in equation (7). Apparently, this is due to the fact that with increasing consumption, both soda ash and natural gas, the concentration of copper in commodity matte increases. On the other hand, the presence of soda and gas helps to reduce the amount of commodity matte due to its impoverishment in lead. The resulting influence of these opposing factors slightly changes the degree of copper recovery into commodity matte. Moreover, against the background of the strong influence of metallic iron and pyrite concentrate on the extraction of copper, an increase in the consumption of natural gas and soda ash to extract copper into matte affects insignificantly.

It can be seen from equation (7) that metallic iron has a significant negative effect on the degree of copper recovery into matte. In the investigated range of variation of independent parameters, an increase in the consumption of iron by 1% reduces the extraction of copper in commodity matte by 3.05%. As already indicated, metallic iron weakens the bond of copper with the sulphide phase, due to which the concentration of copper in the matte decreases. In addition, iron contributes to a deep depletion of matte in lead, hence, a sharp reduction in its mass. The combined effect of these factors also causes a significant inverse proportion of the consumption of iron and the degree of copper recovery in matte.

The pyrite concentrate has a positive effect on the degree of copper recovery into matte. In our opinion, this is due to favorable conditions that ensure the process of removal of leaded lead. When the pyritic concentrate is added to the melt, the copper present in the lead lead is sulphided and converted to matte. And although the pyritic concentrate is insignificant and dilutes the matte by copper, the total amount of copper in matte will grow, therefore, the extraction of copper into matte will also increase.

**Conclusions:**

1. The principal possibility of depletion of copper-lead matte in lead by blowing with natural gas in the presence of various sulphidizers and reducing agents - pyritic concentrate, metallic iron and soda is shown.
2. It has been established that the use of iron as a reducing agent does not significantly affect the reduction in lead content in matte. The presence of soda, although it affects the reduction in lead content in matte, but complicates the composition of the final matte, which, with further processing of matte by conversion, will have a significant impact on the technological indicators of the process.
3. The obtained regression equations of multiple correlation allow us to calculate the optimal consumption of reagents for obtaining commodity mattes of a given composition and will be used in developing a new method aimed at processing copper-lead mattes together with other copper-, lead-containing materials.

BIBLIOGRAPHY

[1] M.E. Schlesinger, M.J. King, K.C. Sole, W.G. Davenport. Extractive Metallurgy of Copper. - 2011. - 411 p.

[2] Shtoyk SG, Tsehemkhman L.Sh., Seregin PS Thermodynamic calculation of the distribution of lead in products of direct smelting of lead raw materials // Tsvetnaya metallurgiya. -2011. - № 2. - P.32-37.

[3] Development and improvement of production technologies for non-ferrous metals with the solution of environmental problems: Sat. scientific. works. -Ust-Kamenogorsk: VNIITSVETMET. - 2001.

[4] Z. Asaki, T. Taniguchi, and M. Hayashi. Kinetics of the Reactions in the Smelting Furnace of the Mitsubishi Process // JOM. - May 2001. - P.25-27

[5] Sophra J., Hughes RA Application of the Ausmelt process at smelters. Lead-Zinc 2005, Kyoto, Japan, October 17-19, 2005.

[6] Kotyhov MI, Fedorov AN, Lukaviy SL, Khabiev RP Study distribution of copper between slag and lead in the bubbling reduction process // Non-ferrous metals. 2014. - No. 2. - P.40-44.

[7] Onaev IA, Panfilov PF, Fert MI Restoration of metals from sulfide alloys with calcium carbide // Bulletin of the Academy of Sciences of the Kazakh SSR. -1972. -№ 5. -P. 60-66.

[8] I.A. Onaev, VS Spitchenko. Restoration of sulphides. Alma-Ata: Science. -1988. -P.144.

[9] Pollyvyaniy I.R. Oxygen and natural gas in the metallurgy of lead // Alma-Ata: Science (KazSSR). 1976.

[10] Polovyanniy IR, Demchenko RS Sulfate-sodium method of processing copper slips // M .: Tsvetinformatsiya. -1968. -P. 64.

[11] A.c. USSR No. 1723164. Method of processing copper-lead matte / Dosmukhamedov NK, Zhakanov K. Sh., Kasyanov E. A. 1992. BI. №21.

[12] Yazawa A. Thermodynamic konsiderations of Copper Smelting // Can. Met. Quart. –1974. –13. N 3. –P. 43-53.

[13] Yazawa A. Thermodynamic Evaluation of Extractive Metallurgical Processes // Met.Trans. –1979. –10 B. –P.307-321.

[14] Voisin L. and Itagaki K. Phase Relations, Activities and Minor Element Distribution in Cu-Fe-S and Cu-Fe-S-As Systems Saturated with Carbon at 1473 K. // Materials Transactions B. –2006. –Vol.47, No. 12. −P.2963−2971.

[15] Bulatov KV, Skopov GV, Skopin D. Yu., Yakornov SA Processing of polymetallic concentrates in a smooth unit "Pobeda" LLC "Mednogorsk copper-sulfur plant" // Colored Metals. -2014. - No. 10. - P.39-44.

Досмұхамедов Н.Қ., Жолдасбай Е.Е., Құрмансеитов М.Б.

**Мысты-қорғасынды штейндерден қорғасынды бөліп алу бойынша технологиялық тәжірибелер**

**Түйіндеме.** Жұмыста мысты-қорғасынды штейндерден қорғасынды бөліп алу бойынша кешенді әдістердің талдауы жүргізілді. Тәжірибелік зерттеулер негізінде мысты-қорғасынды штейндерді қорғасын бойынша кедейлендіру мүмкіндігі зерттелінді. Тотықсыздандырғыш ретінде металды темір, сода, сондай-ақ сульфидтеуші есебінде пиритті концентратты пайдалану мәселенің шешімін толықтай қамтамасыз етпейтіні көрсетілген. Балқыманы интенсивті барботаждауда табиғи газды пайдалану едәуір тиімді екені орнатылды.

Алынған нәтижелер негізінде және олардың математикалық өңдеу кезінде математикалық модельдер тұрғызылды. Бұл әртүрлі параметрлерден тәуелді мыстың және қорғасынның тауарлы өнімдерде, сәйкесінше штейнде және қаралы қорғасында, құрамын анықтауға мүмкіндік береді.

Алынған көптік корреляциялаудың регресионды теңдеулері таңдалған құрамды штейндерді алу үшін оптималды қажетті реагенттердің шығымын есептеуге мүмкіндік береді және мысты-қорғасынды штейндерді басқада мыс-, қорғасынқұрамды материалдармен бірге қайта өңдеуге бағытталған жаңа әдісті жасақтауда қолданылады.

**Түйін сөздер:** мысты-қорғасынды штейн, қорғасын, кедейлендіру, барботаж, табиғи газ, сульфидтеуші, тотықсыздандырғыш, металдардың жоғалуы.

Досмухамедов Н.К., Жолдасбай Е.Е. Курмансеитов М.Б.

**Технологические опыты по извлечению свинца из медно-свинцовых штейнов**

**Резюме.** Проведен комплексный анализ способов извлечения свинца из медно-свинцовых штейнов. Исследована возможность обеднения медно-свинцовых штейнов по свинцу. Показано, что использование таких восстановителей, как металлическое железо, сода, а также пиритного концентрата в качестве сульфидизатора не обеспечивает полного решения проблемы. Установлено, что наиболее эффективно использование интенсивного барботажа расплава природным газом.

На основании полученных результатов и их математической обработки построены математические модели, позволяющие определять содержание меди и свинца в товарных продуктах, штейне и черновом свинце, соответственно, в зависимости от различных параметров.

Полученные регрессионные уравнения множественной корреляции позволяют рассчитать оптимальный расход реагентов для получения товарных штейнов заданного состава и будут использованы при разработке нового способа, направленного на переработку медно-свинцовых штейнов совместно с другими медь-, свинец содержащими материалами.

**Ключевые слова:** медно-свинцовый штейн, свинец, обеднение, барботаж, природный газ, сульфидизатор, восстановитель, потери металлов.

ӘОЖ 628.54

**Zh.M. Maldybaeva, R. Adyrbaykyzy**
(Institute of chemical and biological technologies, Satpaev University, Almaty, Kazakhstan.
E-mail: madibekovna @mail.ru)

**WASTEWATER TREATMENT TECHNOLOGY**

**Abstract.** From the standpoint of ecology, life safety, scientific and technical progress in the revitalization of the human influence on nature leads to the aggravation and deterioration of environmental situation in Kazakhstan . At the same time, depleting natural resources, polluting the natural sphere. Exacerbated economic and political struggle for territory. As a consequence, violated the commodity markets, deteriorating quality of life. Here is the actual orientation of environmental policy, legislation, and scientific aspects of environmental law on ecological safety of population, protection of natural environment and more prudent use of natural resources of the country.

**Keywords:** Problems of wastewater treatment, ecology,monitoring of harmful components,effective sorbents and reagents,waste,rational utilization.

**Ж.М. Малдыбаева, Р. Адырбайкызы**
(SatbayevUniversity, Казахстан, Алматы
Институт химических и биологических технологий, Алматы, Республика Казахстан,
madibekovna@mail.ru)

**АҒЫНДЫ СУЛАРДЫ ТАЗАРТУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ**

**Аңдатпа.** Экологиялық тұрғыда, қоршаған орта қауіпсіздігі тұрғысынан адамның табиғатқа әсерін арттыру кезіндегі ғылыми және техникалық прогресстің дамуы Қазақстандағы экологиялық жағдайдың шиеленісуі мен нашарлауына алып келеді. Осылайша табиғи ресурстар таусылып, табиғи сала ластанады. Аумақтағы экономикалық және саяси күрес шиеленіседі. Соның салдарынан - шикізат нарығы бұзылады, өмір сүру сапасы нашарлайды. Осыдан-мемлекеттің экологиялық саясатын, заңнаманы, экологиялық құқықтың ғылыми аспектілерін халықтың экологиялық қауіпсіздігін қамтамасыз етуге, табиғи ортаны қорғауға және елдің шикізат ресурстарын неғұрлым кеңірек пайдалануды бағдарлау өзекті болып табылады.

**Кілтті сөздер:** Ағынды суларды тазарту мәселелері, экология, зиянды компоненттердің мониторингі,тиімді сорбенттер және реагенттер, қалдықсыздық, рациональді утилизация.

Проблеманың өзектілігі Қызылорда қаласында жиі кездесетін, талап етілмеген сусымалы, талшықты, пленкалы, тоқыма, жеңіл өнеркәсіп, көлік, аралас салалар мен құрылыс-саласының қалдық заттары көп мөлшерде жинақталған, олар ұтымсыз пайдаланылады (жағылады, қоқыс төгетін жерге әкелінеді), сондай-ақ кәсіпорындардың әрекет ету аймағында және индустриялық орталықтардың су ортасын ластайды[1].

Тәжірибеде сорбенттер және дисперсиялықтың төрт тобы бойынша суды тазартудың әртүрлі әдістері қолданылады:

I - Микроағзалар мен планктонды қоса алғанда, судың лайлануын тудыратын эмульсиялар мен суспензиялар, өлшемі 10-1 мкм асатын қоспалар;

II –өлшемі 10-1-10-2 мкм құрайтын коллоидтық ерітінділер, судың тотығуы мен түстілігін негіздейтін жоғары молекулалық қосылыстар, вирустар;

III –10-2-10-3 мкм өлшемді бөлшектері бар молекулалық - ерітілген заттар, газдар, органикалық, суға иістер мен дәм беретін заттар;

IV –бөлшектер мөлшері 10-3 мкм кем иондарға, тұздарға, қышқылдарға, негіздерге диссоциациялайтын заттар.

Осылайша, жалпы кешенді зерттеу қажет: сорбенттер мен ағынды суларды тазарту әдістерін әзірлеу және өндірудің әлеуетті мүмкіндіктері қайта өңдеудің барлық түрлеріне шығындарды барынша азайтуды ескере отырып, әлеуметтік-экономикалық тиімділікті мониторингілеу және бағалау керек [2].

**Ағынды суларды ауыр металдар иондарынан тазартудың биотехнологиялық әдістері**

Қызылорда қаласында ағынды суларды ілеспе бөлшектерден және ауыр түсті металдардың иондарынан темір негізіндегі биокоагулянт көмегімен тазарту бойынша жұмыстар жүргізіліп келеді. Комбинатта ағынды суларды ауыр түсті металдардан, сонымен қатар катионды немесе анионды формадағы радионуклидтерден, титаннан, мышьяктан, жүзгіндерден, органикалық заттар қатарынан Fe (III) негізіндегі коагулянт көмегімен биотехнологиялық тазарту бойынша жартылай өндірістік зерттеулер жүргізілді, тазарту деңгейі 99,9-100 % құрады [3].

Қарастырылған биотехнология Fe (III) негізіндегі коагулянт биомассасының өндірістік өнімін және ағынды суларды ластаушы заттардан биохимиялық алдын ала тазартуды қарастырады. Биомасса – ацидофильді хемоавтотрофты культурамен *Thiobacillus ferrooxidans* бактериалды тотығу Fe (II) өнімі. Комбинатта биомассаны пайдалану үшін, сонымен қатар ВНИИцветметпен бірге басқа да кәсіпорындарға жіберу үшін техникалық жағдайлар және биомасса сапасын талдау әдістері қарастырылған. Жүргізілген жұмыстар нәтижесінде Fe (III) негізінде биокоагулянтқа техникалық талаптар, негізгі параметрлер және төменде көрсетілген сипаттамалар бекітілген: концентрация, г/дм (масса бойынша):

Концентрация, г/дм (масса бойынша):

Fe (III) ..... 28-ден32-ге дейін

Fe(II) ..... 0,3 артық емес

Тығыздығы, г/см ..... 1,2-ден 1,3-ке дейін

Титр, кл/см$^3$.....$110^3$-нен $110^4$-не дейін

pH ..... 2,2-ден 2,3-ке дейін

Fe (III) концентрациясы 28 г/дм төмен кезде ағынды суларды тазартуға кететін биомасса шығыны өседі, Fe (III) концентрациясы 32 г/дм жоғары болғанда биомасса тазарту үшін жарамсыз, себебі оның тұтқырлығы ұлғаяды және ағынды суда ерігіштік төмендейді [4].

Техникалық талаптар индикатор ретінде сульфосалицил қышқылымен бірге қышқыл ортада трилон Б ерітіндісімен кеомплексометриялық титрлеу әдісімен және өңделген өндірістік әдіспен Fe (II) және Fe (III) анықтаудың жаңартылған әдістемесін қолдануға негізделген. Азот қышқылымен Fe (II)-ді Fe (III)-ге дейін тотықтырады және $Fe_{жалпы}$ құрамын анықтайды. $Fe_{жалпы}$ және Fe (III) мөлшерінің арасындағы айырмашылық бойынша Fe (2+) құрамы анықталады. Биомассадағы Fe (II) және Fe (III) концентрациясы – оның сапасының негізгі шектелген көрсеткіші.

*Биомассадағы Fe (III) анықтау* келесі түрде жүргізіледі. 100 см сыйымдылығы бар өлшегіш колбаға биомассаның 1-5 см сынама алынады және сызыққа дейін сумен толтырамыз, кейін 10 см араласқан сынаманы конусты колбаға салады, 100 см су құяды және қайнатады. Ыстық ерітіндіге тамшылатып темір гидроксидінің тұнбасы толық бөлініп шыққанға дейін аммиак ерітіндісін (1:1) қосады, оны сүзіп алып, 3-4 рет ыстық сумен шайып тастайды, ал фильтратты жойып тастайды [5].

Сүзгідегі тұнбаны тұз қышқылының (1:1) аз ғана мөлшерімен ерітеді. Сүзгіні 2-3 рет ыстық сумен шаяды. Кейін алынған фильтраты бар колбаға индикатор қағазының біреуін салады (конго қызыл) және ішіндегісін pH 2 (индикатор қағазы ақшыл күлгін түске боялады) дейін тұз қышқылының ерітіндісімен бейтараптандырады. Ерітіндіні 70-80 °С температураға дейін қыздырады, 8-10 тамшы сульфосалицил қышқылының ерітіндісін қосады және трилон Б 0,1 N ерітіндісімен титрлейді, яғни динатрийлі тұзбен этилендиамин- N, N, N , N – тетрауксус қышқылы (екі еселік). Титрлеу толықтығын титрленген сынамаға сульфосалицилді қышқыл ерітіндісінің 1-2 тамшысын қосу арқылы анықтайды. Қоңыр қызыл түс пайда болса, ерітіндіні қайта титрлейді және нәтижелерін жазып алады [6].

*Биомассада Fe (II) анықтау.* Араластырылған сынамасы бар өлшеуіш колбадан 10 см биомассаны алады және конусты колбаға салады, 100 см су, 1-2 см азот қышқылын, сутегі пероксидінің 5-6 тамшысын қосады, сосын толық ыдырамағанша қайнатады. Кейін ыстық ерітіндіге тамшылатып аммиак ерітіндісін қосады, ары қарай жоғарыда айтылған биомассадағы Fe (III) сияқты.

Fe (III) негізіндегі коагулянт биомасса сапасының екінші көрсеткіші – жасушалар титрінің зерттелетін сынамасында анықталатын Thiobacillus ferrooxidans бактерия жасушаларының (кл/см) саны.

Сильверман-Люйгреннің (9"К") сұйық минералданған қоректік ортасын алдын ала зерттелетін биомасса үлгілерімен жұқтырады және қоспаны бактерияның өсу белгілері пайда болғанға дейін қолайлы жағдай кезінде инкубирлеуге ұшыратады. Жасуша титрі есебін шектеулі егу әдісі бойынша микробтар есебінің нәтижесін өңдеу үшін Мак-Креди кестесі бойынша жүргізеді [7]. Қателік ықтималдылығы 1 % аспайды. Минералданған қоректік ортаны 9К екі ерітіндіден дайындайды (А және Б).

*А ерітіндісі:* 700 см дистилленген су; 3 г күкіртты қышқыл аммоний; 0,1 г хлорлы калий; 0.5 г бір рет орын басқан фосфорқышқылды калий; 0,5 г 7-сулы күкіртті қышқыл магний; 0,01 г 4-сулы азотты қышқыл кальций.

*Б ерітіндісі:* 300 см дистилленген су; 44,2 г 7-сулы Fe (II) күкіртті қышқыл; 1 см$^3$10-сулы $(NH_4)_2SO_4$

Ерітінділерді жеке-жеке стерильдейді, А ерітіндісінің қысымы 0,1 МПа, Б ерітіндісінің қысымы 0,05 МПа. Қолданар алдында ерітінділерді араластырады.

Жасуша титрін анықтау үшін қарастырылатын биомассада өлшегіш стерильді пипеткамен 1 см$^3$ зерттелетін биомассаны стерильді пробиркаға (сыйымдылығы 20 см) ауыстырады, ал кейін бірінші егуді ала отырып, 9"К" ортасынан – 9 см$^3$ алынады [8].

Жаңа стерильді пипеткамен мұқият араластырады және бірінші егуден пробиркадан 1 см$^3$ алынады, оны – 9 см$^3$ келесі пробиркаға ауыстырады, осы кезде екінші егу алынады және т.с.с.

Егулер саны биомассадағы жасушалардың жорамалды санына байланысты анықталады. Бірінші егудің 1 см$^3$ жасушалар құрамы зерттелетін биомассамен салыстырғанда 10 есе, екінші егуден – 100 есе, үшіншіден 1000 есе аз және ары қарай т.с.с. Әр егу үшін бірнеше параллель тұрған пробиркаларды (3-5) зерттелетін биомасса үлгілерімен жұқтыру қажет [9].

Барлық егілген пробиркаларды 5-7 тәулік ішінде +25 – +30 °С температурада термостатта инкубирлейді. Бактериялар дамуының бастамасын қоректік ортада қоңыр түсті қабықшаның пайда болуымен анықтайды.

Бактерия жасушаларының санын Мак-Креди кестесіне сәйкес жүзеге асырылады, ол шекті егулер әдісі бойынша нәтижелерді тең өңдеу үшін қажет және үш мәнді санның сипаттамасын құрайды: бірінші сан – соңғы егудегі оң реакциясы (қоңыр түс пайда болғанша) бар пробиркалар саны, бұл жерде барлық параллель пробиркаларда бактерия дамуы жүреді. Бұл сан әр егуге егілген параллель пробиркалар санына сәйкес келеді. Келесі екі сан – келесі екі егудегі оң реакциясы бар пробиркалар саны [10].

Мак-Креди кестесі бойынша алынған үш мәнді санға сәйкес егудің 1 см$^3$ микроорганизмдердің соған сай мүмкін санын табады, ол үш мәнді санның бірінші саны болып қабылданады. Бұл мүмкін санды сәйкес егуге көбейтеді, кейін зерттелетін биомассаның титрін алады, кл/см .

Биомасса қышқылдылығын (рН) нәтижесін ала отырып, қарапайым әдіспен зертханалық рН-метр көмегімен анықтайды.

Биомассаның негізгі сапалық және сандық көрсеткіштерін (Fe (II) және Fe (III) құрамы, жасуша титрін, тығыздығын және биомасса рН анықтау) регламенттейтін темір негізіндегі биокоагулянтқа техникалық талаптардың (ТТ 647 ҚР 00202028-089-97) болуы Fe (III) негізіндегі коагулянттың сұйық биомассасының ірі тоннажды өндірісін жүзеге асыруға және комбинаттың ағынды суларын тазарту үшін, сонымен қатар құжаттар мәліметтері мен сертификаттарға сәйкес басқа кәсіпорындарға жеткізуге мүмкіндік береді [11].

ЛИТЕРАТУРА

[1] Инженерная защита поверхностных вод от промышленных стоков: Учеб. пособие/Д.А. Кривошеин, П.П. Кукин, В.Л. Лапин и др. – М.: Высшая школа, 2003. – 344 с.

[2] Будыкина Т.А., Емельянов С.Г. Процессы и аппараты защиты гидросферы: учеб. пособие для студ. высш. проф. образования. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 288 с.

[3] Яковлев С.В., Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод/Учебник для вузов: - М.: АСВ, 2004. – 704 с.

[4] Родионов А.И., Кузнецов Ю.П., Соловьев Г.С. Защита биосферы от промышленных выбросов. Основы проектирования технологических процессов. – М.: Химия, КолосС, 2005. – 392 с.

[5] Очистка производственных сточных вод: Учеб. пособие для вузов/С.В. Яковлев, Я.А. Карелин, Ю.М. Ласков, Ю.В. Воронов; Под ред. С.В. Яковлева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1985. – 335 с.

[6] Яковлев С.В., Волков Л.С., Воронов Ю.В., Волков В.Л. Обработка и утилизация осадков производственных сточных вод. – М.: Химия, 1999. – 448 с.

[7] Евилевич А.М., Евилевич В.А. Утилизация осадков сточных вод. – Л.: Стройиздат, 1988. – 248 с.

[8] Туровский И.С. Обработка осадков сточных вод. – М.: Стройиздат, 2009. – 256 с.

[9] СанПиН 2.1.7.573-96 Гигиенические требования к использованию сточных вод для орошения и удобрения. – М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 1997. – 54 с.

[10] СНиП 2.04.03-85 Канализация. Наружные сети и сооружения. – М.: ЦИТП, 1986. – 72 с.

[11] Мазаев В.Т., Ильницкий А.П., Шлепнина Т.Г. Руководство по гигиене питьевой воды и питьевого водоснабжения. – М.: ООО «Медицинское информационное агентство», 2008. – 320 с.

[12] Журба М.Г., Соколов Л.И., Говорова Ж.М. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений: т.2., изд. 2-е, пер. и доп. Учеб. пособие. – М.: Издательство АСВ, 2004. – 496 с.

[13] Губонина З.И. Промышленная экология. Проблемы питьевой воды: учеб. пособ./ Губонина З.И., Владимиров С.Н. – М.: Изд-во МГОУ, 2010. – 100 с.

[14] Шевцов М.Н. Водоснабжение промышленных предприятий: учеб. пособ. для вузов. – Хабаровск: Изд-во ТОГУ, 2010. – 127 с.

[15] Мазаев В.Т., Королев А.А., Шлепнина Т.Г. Коммунальная гигиена/Под ред. В.Т. Мазаева. – «2-е изд., испр. и доп. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2005. – 304 с.

Малдыбаева Ж.М., Адырбайкызы Р.

**Технология очистка сточных вод**

**Резюме.** С позиций экологии, безопасности жизнедеятельности научный и технический прогресс при активизации влияния человека на природу приводит к обострению и ухудшению экологической обстановки в Казахстане . При этом, истощаются природные ресурсы, загрязняется природная сфера. Обостряется экономическая и политическая борьба за территории. Как следствие - нарушаются сырьевые рынки, ухудшается качество жизни. Отсюда - актуальна ориентация экологической политики государства, законодательства, научных аспектов экологического права на обеспечение экологической безопасности населения, на охрану природных сред и более рачительное использования сырьевых ресурсов страны.

**Ключевые слова:** Проблема очистки сточных вод, сервисные предприятия, экология, мониторинг вредных компонентов, эффективные сорбенты и реагенты, безотходность, рациональная утилизация.

Maldybaeva Zh.M., Adyrbaykyzy R.

**Wastewater treatment technology**

**Summary.** From the standpoint of ecology, life safety, scientific and technical progress in the revitalization of the human influence on nature leads to the aggravation and deterioration of environmental situation in Kazakhstan . At the same time, depleting natural resources, polluting the natural sphere. Exacerbated economic and political struggle for territory. As a consequence, violated the commodity markets, deteriorating quality of life. Here is the actual orientation of environmental policy, legislation, and scientific aspects of environmental law on ecological safety of population, protection of natural environment and more prudent use of natural resources of the country.

**Keywords:** Problems of wastewater treatment, ecology,monitoring of harmful components,effective sorbents and reagents,waste,rational utilization.

УДК 004.946

**A. Avdienko, Kouros Baisiri**
(International Information Technology University, Almaty, Kazakhstan
jvoermanandshiherlis@gmail.com , k.baisiri@iitu.kz)

## WORKFLOW FOR PROGRAMS FOR FLUID SIMULATIONS

**Abstract.** This article discusses common programs that are used for fluid simulations and their visualizations, analyses typical workflow with that software. The study researches optimization of software algorithms with different hardware, compares software functionality and researches their workflow.

**Key words.** physical simulations, fluid simulations, RealFlow, Houdini

**А. Авдиенко, Курос Байсири**
(Международный университет информационных технологий, Алматы, Республика Казахстан)

## РАБОТА С УТИЛИТАМИ ДЛЯ СИМУЛЯЦИИ ЖИДКОСТЕЙ

**Аннотация.** В статье описаны об основные утилиты для симуляции жидкостей и их визуализации, дан анализ методологии работы. Проведена работа над оптимизированием работы программ на различных системах, сравнение функционала утилит и изучена методология работы.

**Ключевые слова.** физические симуляции, симуляции жидкостей, RealFlow, Houdini

### Введение

Традиционные симуляции жидкостей требуют больших вычислительных мощностей даже для небольших результатов, и спектр таких симуляций является очень широким. Не существует строгих классификаций, и симулировать можно как стакан с жидкостью, так и отдельный кусок пространства в океане. Симулируется не только вода, но и различные типы жидкостей с множеством различных параметров – плотность, материал, расстояние между частицами и многое другое.

Реалистично анимированные жидкости могут значительно усилить эффект реализма как в интерактивных приложениях, так и в анимации. Для симуляции жидкостей используются разные методы и алгоритмы. Помимо RealFlow и Houdini, редкая программа дает возможность подробно изучить и изменить код симуляции и разрешить пользователю изменить сами алгоритмы моделирования физических процессов. В данной статье описаны методы оптимизации работы в существующих утилитах.

**Симуляции жидкостей**

Симуляции жидкостей являются одними из самых распространенных и ресурсозатратных видов симуляций физических процессов. Несмотря на повсеместное использование утилит для подробного создания процессов динамического симулирования жидкостей, их оптимизация неидеальна. При симуляции жидкостей огромные ресурсы используются центральным процессором, а при визуализации – графическими картами.

Существует множество алгоритмов для симуляции физических параметров жидкостей в разных условиях. Вычисление таких симуляций обычно требует особых утилит ввиду сложности и узкого направления. Среди них выделяют Houdini, Cinema4D, Blender и RealFlow. Тогда как RealFlow является созданной с целью моделирования и симуляции разнообразных физических тел в динамике, Houdini, Blender и Cinema4D дают возможность просчитывать симуляции жидкостей лишь как одну из вариации своего функционала. Тем не менее, все эти утилиты предназначены прежде всего для использования в индустрии компьютерной графики, анимации и спецэффектов.

**Методология работы утилит**

Как и с симуляциями тканей, симуляции жидкостей можно поделить на два условных этапа – саму симуляцию и манипуляции с ее результатами. RealFlow и Houdini позволяют совершить большое количество операций над симуляцией еще до ее начала, тогда как трехмерные пакеты с возможностью симуляции жидкостей (Blender, Maya, Cinema4D) не имеют широкого контроля над самой симуляцией, но имеют широкий спектр инструментов для деформирования и визуализации готовой симулированной модели.

Среднестатистический пользователь адаптирует под себя обычный процесс работы с утилитой. Одной из самых популярных программ для симуляции жидкостей является RealFlow. RealFlow существует как в виде самостоятельного приложения, так и в виде плагинов к другим трехмерным пакетам, таким как Maya и Cinema4D. Созданная из программы для научного исследования симуляции поведения различных типов жидкостей (таких как вода, лава, слизь), утилита развилась как коммерческий продукт.

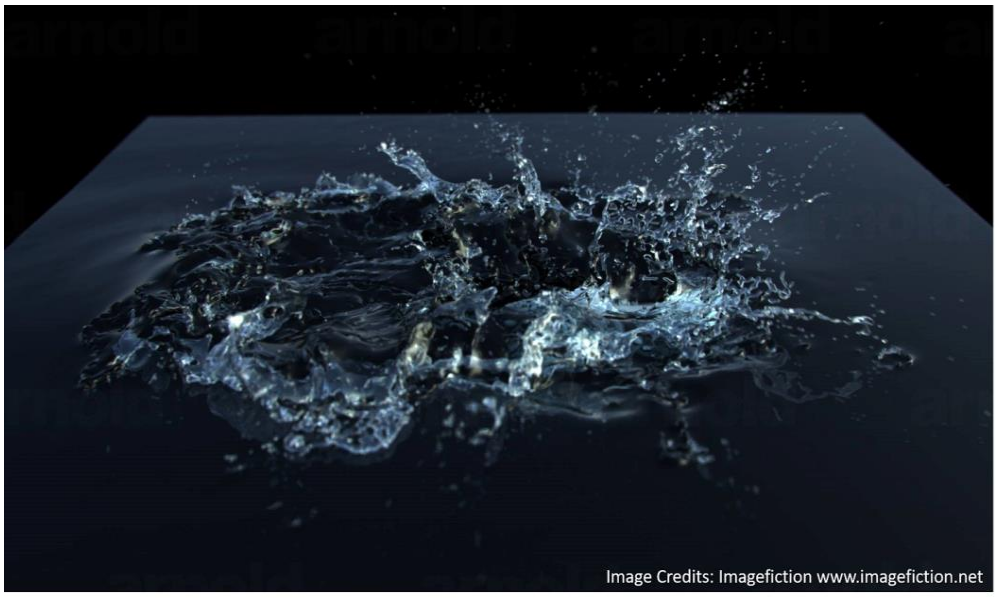



**Рис. 1.** Симуляция воды в RealFlow

RealFlow использует уникальные наработки разработчиков, что позволяет жидкостям иметь более реальное поведение, приближенное к динамике настоящей жидкости, и избавиться от некоторых

признаков симуляции. Также RealFlow имеет ряд инструментов для обработки жидкости еще на этапе симуляции, тогда как большинство других программ (за исключением Houdini) позволяет совершить большую часть операций над симуляцией только на этапе готовой модели.

Комплексный, но всемогущий недеструктивный интерфейс RealFlow дает пользователю доступ к широкому спектру процессов с жидкостью. Широкий ряд возможностей для контроля симуляции еще до ее начала делают ее очень популярным инструментом, который используется разработчиками компьютерной графики по всему миру.

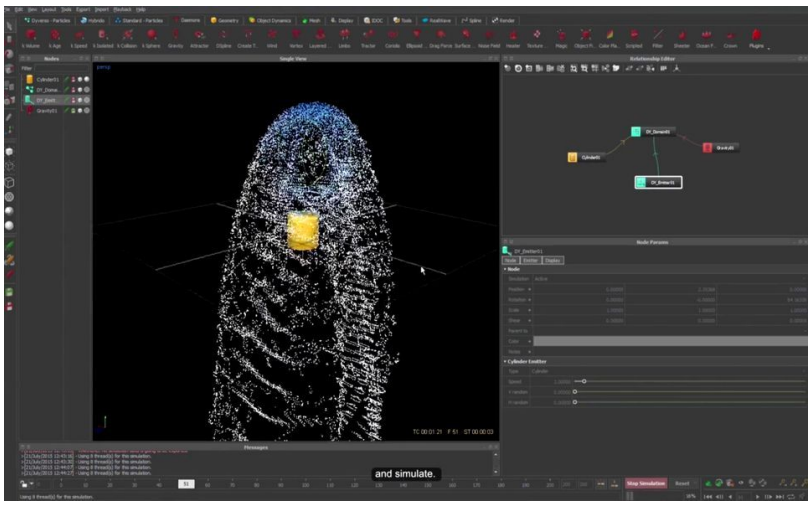



**Рис. 2.** Интерфейс RealFlow

Благодаря широким возможностям для контроля различных физических параметров, RealFlow позволяет широко изменять параметры самой жидкости. Редкая программа позволяет физически корректно симулировать, например, поток мёда или корректное поведение воды в неидеальных условиях. Наиболее близко с точки зрения реализма и контроля над симуляции к RealFlow подходит Houdini, позволяющий крайне детальный контроль над симуляцией.

Houdini также дает пользователю возможность изменять детали симуляции, и так же, как и RealFlow, использует недеструктивную систему работы, позволяя в любой момент вернуться и изменить любой параметр симуляции без потери результата. Обычные пакеты для работы с трехмерной графикой в большинстве своем использует деструктивную работу, и готовую симуляцию необходимо перепросчитывать заново в случае, если пользователю требуется изменить какой-либо параметр на поздней стадии работы.

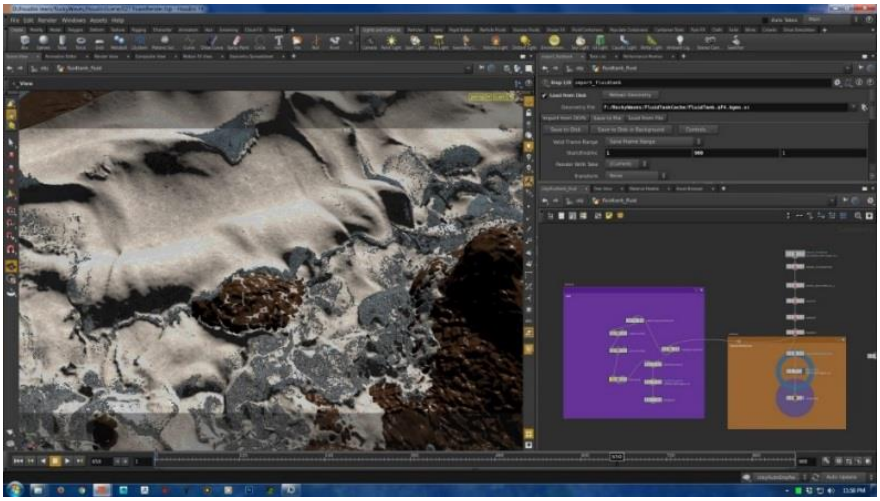


**Рис. 3.** Интерфейс Houdini

ЛИТЕРАТУРА

[1] Pascal Volino*, Frederic Cordier, Nadia Magnenat-Thalmann: From early virtual garment simulation to interactive fashion design. MIRALab, C.U.I., University of Geneva, CH-1211 Geneva, Switzerland, 2004. *http://www.mage.fst.uha.fr/cordier/Home_files/Papers/From_early_virtual_garment_simulation_to_interactive_fashion_design.pdf*

[2] Aaron Adams, Dmitriy Pinskiy, Jose Gomez, Edward Robbins, Christopher Gallagher, Evan Goldberg, Walt Disney Animation Studios: The Artistry of TechAnim: New Cloth Workflows on Big Hero 6. SIGGRAPH 2015 Talks, August 09 – 13, 2015, Los Angeles, CA. *https://projet.liris.cnrs.fr/m2disco/pub/Congres/2015-SIGGRAPH/content/talks/81-0179.pdf*

[3] Senem Kursun Bahadir: Assembly Line Balancing in Garment Production by Simulation. 2010. *https://www.intechopen.com/books/assembly-line-theory-and-practice/model-sequencing-andassembly-line-balancing-in-garment-production-by-simulation-worker-transfer-syst/*

[4] Mikael Seidler: Using Blender's Eevee Render Engine for Art Projects. Bachelor's Thesis, May 2018. *https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/146589/Seidler_Mikael.pdf?sequence=1&isAllowed=y*

[5] F. Cordier ; N. Magnenat-Thalmann: A data-driven approach for real-time clothes simulation. November 2004.*https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/1348356*

[6] Kwang-Jin Choi Hyeong-Seok Ko: Research problems in clothing simulation. 2004. *https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0010448504002192*

[7] Mihai FRÂNCU, Florica MOLDOVEANU: Virtual try on systems for clothes: issues and solutions. U.P.B. Sci. Bull., Series C, Vol. 77, Iss. 4, 2015. *https://www.scientificbulletin.upb.ro/rev_docs_arhiva/full6ab_135000.pdf*

[8] K Yu, Z Pang, M Gidlund, J Åkerberg: REALFLOW: Reliable real-time flooding-based routing protocol for industrial wireless sensor networks. 2014. http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1155/2014/936379

[9] MA Rudgyard: Cell vertex methods for steady inviscid flow. VKI, Computational Fluid Dynamics 51 p http://adsabs.harvard.edu/abs/1993VCFDy....R....R.

[10] M Rudman: Volume-tracking methods for interfacial flow calculations. 1997. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/(SICI)1097-0363(19970415)24:7%3C671::AID-FLD508%3E3.0.CO;2-9

Авдиенко А., Курос Байсири

**Сұйықтықтарды имитациялау үшін коммуналдық қызметтермен жұмыс істеу**

**Түйіндеме.** Мақалада сұйықтықтарды моделдеу және олардың визуализациясы үшін негізгі коммуналдық қызметтер туралы айтылады, олардың жұмыс әдіснамасын талдайды. Әртүрлі жүйелердегі бағдарламалар жұмысын оңтайландыру, коммуналдық қызметтердің функционалдығын салыстыру және онымен жұмыс істеу әдіснамасын зерттеу бойынша жұмыстар жүргізілді.

**Кілттік сөздер:** физикалық модельдеу, сұйықтық модельдеу, RealFlow, Houdini

Avdienko A., Kouros Baisiri

**Workflow for programs for fluid simulations**

**Summary.** This article discusses common programs that are used for fluid simulations and their visualizations, analyses typical workflow with that software. The study researches optimization of software algorithms with different hardware, compares software functionality and researches their workflow.

**Key words.** physical simulations, fluid simulations, RealFlow, Houdini

УДК 00.004.5

**A.V. Shaporeva, E.V. Kuharenko**
(ManashKozybayev North Kazakhstan State University, Petropavlovsk, Kszakhstan
E-mail:annvolkova@mail.ru)

## ON THE ISSUE OF AN AUTOMATED SYSTEM FOR ASSESSING THE QUALITY OF ASSURANCE AND ORGANIZATION OF THE EDUCATIONAL PROCESS WITH DISTANCE LEARNING TECHNOLOGY

**Abstract.** This article describes the dynamics of the use of distance learning technology in the world, its advantages and disadvantages. The necessity of creating an automated system for assessing the quality of support and organization of the educational process with distance learning technology is substantiated.

**Key words:** distance learning technology, distance education, quality of distance education.

**А.В. Шапорева, Е.В. Кухаренко**
(Северо-Казахстанский государственный университет им. М Козыбаева
Петропавловск, Республика Казахстан,
E-mail: annvolkova@mail.ru)

# К ВОПРОСУ О РАЗРАБОТКЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПРИ ДИСТАНЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ОБУЧЕНИЯ

**Аннотация**. Описывается динамика применения дистанционной технологии обучения в мире, ее достоинства и недостатки. Обоснована необходимость создания автоматизированной системы оценки качества обеспечения и организации учебного процесса при дистанционной технологии обучения.
**Ключевые слова:**дистанционная технология обучения, дистанционное образование, качество дистанционного образования.

**1.Введение.** Вопросы качества образования, а особенно качества обеспечения и организации учебного процесса при дистанционной технологии обучения, в современном мире приобретают все большую значимость и потому исследования в области эффективности организации процесса обучения актуальны.Дистанционная технология обучения - одна из наиболее популярных технологий организации обучения на сегодняшний день. В связи с чем целью исследования, представленного в данной статье, является исследование процессов мониторинга и контроля процесса обучения с целью придания ему свойств наблюдаемости и управляемости, и в то же время – организации учебного процесса с позиций системности и целостности.

Дистанционная форма получения знаний возникла еще в XVIII столетии в Европе, ее активно внедряли в XIX веке Германия и США. В 1960-х гг. в Советском Союзе этот вариант воплотился в заочной форме обучения. Лидером в дистанционном образовании в настоящее время являются США, покрывающие вместе с Канадой более 50 % всего рынка электронного образования.

С начала 2000-х гг. активно реализовывается программа внедрения информационно-коммуникационных технологий в систему высшего образования. Поскольку компьютер и интернет стали доступными и популярными средствами общения, то университеты воспользовались этим. ВУЗы разработали и предложили программы, выполнив которые дистанционно, студент может приобрести компетенции специалиста необходимого ему профиля. Применение дистанционной технологии дало возможность очень многим работникам получить второе высшее образование, соответствующее характеру работы или повысить квалификацию.

**2. Методы.** Для функционирующих в образовательном пространстве субъектов – ВУЗов - внедрение дистанционной технологии обучения представляет собой организационный процесс информационного и программного обеспечения параллельно с накоплением методических и информационных ресурсов на базе имеющегося потенциала организации образования. На сегодняшний день в мире существуют ВУЗы, обучающие только с применением дистанционной технологии обучения.

Использование такого подхода предъявляет к образовательной среде определенные требования, учитывая возрастающий спрос целевой аудитории к услугам в образовательной неконтактной среде - в своей статье «Анализ мирового рынка дистанционного образования» Батаев А. В.пишет, что по прогнозу к 2025 году число обучаемых по дистанционной форме может достичь 650 млн чел (рисунок 1).

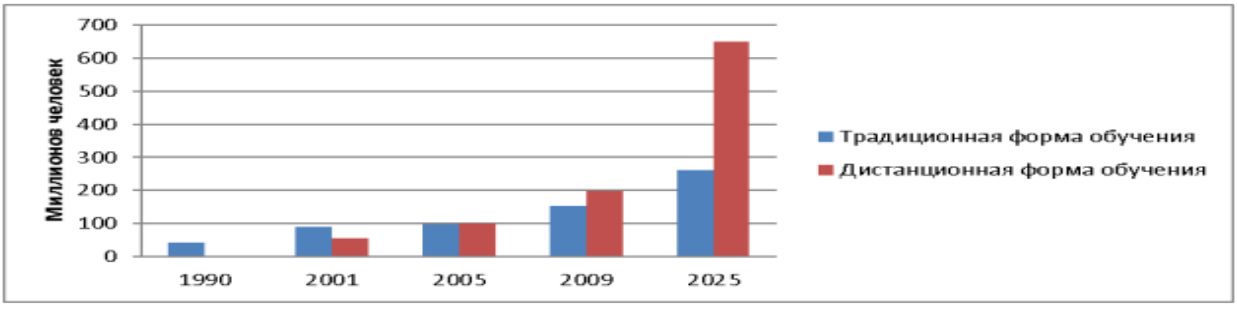



**Рис. 1.** Динамика роста слушателей
по традиционной и дистанционной форме обучения

Несмотря на все перечисленные преимущества, дистанционные образовательные технологии имеют ряд недостатков:

− Ввиду отсутствия прямого человеческого общения между студентом и преподавателем сложно создать эмоциональноокрашенную творческую атмосферу.

− Невозможно на 100% быть уверенным, кто выполняет предложенные задания, что требует специальных мер, приемов и соответствующего программного обучения.

− Отсутствие постоянного контроля приводит к отсутствию побудительного стимула обучающегося, что для наших студентов достаточно актуально.

− Недостаточная компьютерная грамотность студентов и преподавателей.

− Достаточно высокая трудоемкость разработки заданий и курсов дистанционного обучения.

Однако, несмотря на вышеизложенное, развитие дистанционного обучения в системе образования необходимо продолжать и совершенствовать, т.к. оно позволяет реализовать два основных принципа современного образования – «образование для всех» и «образование через всю жизнь». Совершенствование системы дистанционного обучения предполагает его развитие в двух направлениях – разработка новых автоматизированных систем управления контентом и методик обеспечения качества предоставляемых услуг, оба из которых целевым индикатором должны иметь – качество образования на рынке образовательных услуг.

Качество образования представляет собой комплексную характеристику научно-педагогической деятельности в профессиональной и педагогической сфере, а также уровня обучения/научения и обеспеченностиобучающихся управляющими и координирующими воздействиями. Эти показатели, отражают степень соответствия результатов обучения государственным стандартам, аккредитационным требованиям и потребностям работодателей, в чьих интересах осуществляется деятельность организаций образования. Качество профессионального образования также определяется степенью достижения планируемых результатов тематической программы -их оценивают, сопоставляют с эталонами (выраженными в профессиональных стандартах) и анализируют с целью совершенствования организационных аспектов оказания образовательных услуг.

Для выявления факторов, определяющих качество образования, целесообразно рассмотреть компоненты процесса обучения. Качество зависит от особенностей каждого компонента.Компонентами системы являются обучаемый (управляемая подсистема), преподаватель, учебные материалы (репозиторий), система доставки материалов обучаемому, система оценивания результатов учебы, модель обучаемого (его профиль). Участники процесса обучения, рассматриваемого как система с обратной связью, в процессе обмена формируют информационные потоки, представленные на рисунке 2 в форме архитектуры образовательной системы.

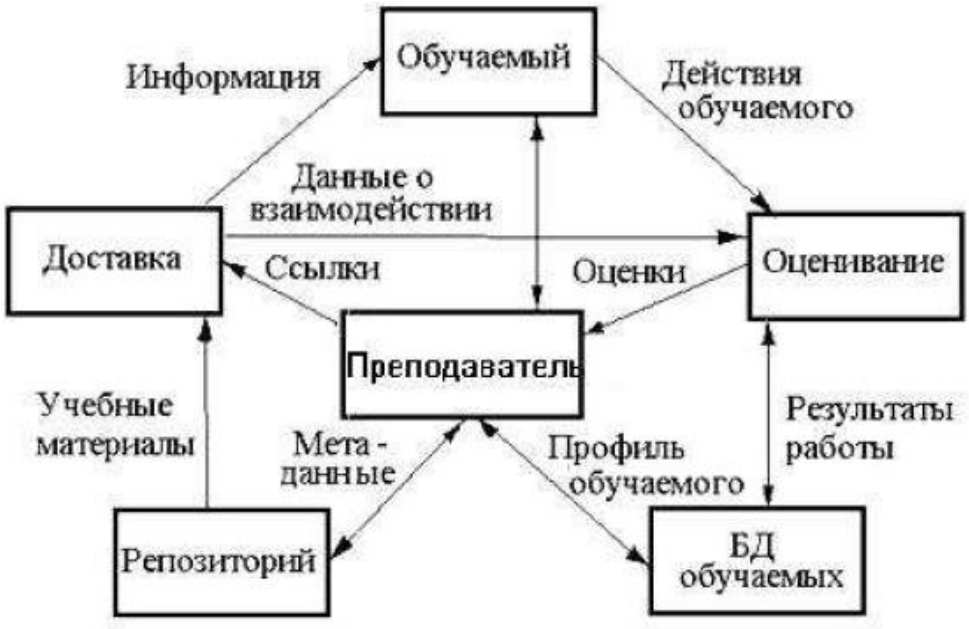



**Рис. 2.** Архитектура образовательной системы

**3. Результаты.** Выбор групп показателей и конкретных показателей качества должен быть подчинен следующим требованиям: нужно учитывать основные показатели, которые, во-первых, существенно влияют на качество процесса дистанционного обучения, во-вторых, могут быть оперативно оценены для практического использования в системе управления качеством.

Внутренней составляющей системы оценки качества образования является его мониторинг,рассматриваемый как комплексное аналитическое обследование всех процессов, определяющих количественно-качественные изменения особенностей образовательной деятельности. Результатом мониторинга являются качественные показатели, обоснованные количественными данными, свидетельствующими о степени соответствия организационного, информационного, правового, методического обеспечения требованиям, зафиксированным в нормативной документации и локальных актах государственной системы.

Контроль качества обучения базируется на данных, полученных в процессах сбора, обобщения и анализа информации о состоянии системы управления дистанционным образованиемв ВУЗе. Для обеспечения системы мониторинга и анализа необходимо внедрение в систему управления дистанционным образованием следующих подсистем и моделей, обеспечивающих контроль качества инструментами и средствами проведения контроля:

− Методы и механизмы сбора, обработки и сохранения адекватной, полной и достоверной информации о процессах и фактических результатах образовательного процесса.

− Система координации деятельности всех задействованных участников процессов мониторинга и обучения.

− Система идентификации и анализа точек роста динамики результатов процесса обучения.

− Система оперативного управления и идентификации факторов, влияющих на процесс обучения, позволяющая отслуживать и нивелировать негативные факторы, вследствие чего принимать управленческие решения по устранению возможных отрицательных последствий тех из них, которые не несут положительной динамики.

− Система взаимодействия и анализа взаимозависимости программно-методических, материально-технических, кадровых, информационно-технических, организационных и других баз, улучшающих качество образования.

− Система менеджмента качества, определяющая направления в соответствии с результатами образовательной деятельности программы ВУЗа за предыдущий учебный год, в состыковке с проблемами и поставленными задачами на текущий период.

Существование таких систем и методов организации их функционирования позволяет не только рассматривать понятие качества образования, но и оценивать эффективность процессов и систем, внедряемых в систему дистанционного обучения. Для исследований вопросов обеспечения качества образования и обеспечения эффективности процессов, участвующих в формировании качества, разрабатываютсямодели, методы, технологии и инструментарий, методологии сравнительных исследований эффективности процесса обучения и обеспечения его индикативных качественных показателей.

**4. Обсуждение.** Модернизация системы образования и внедрение в процесс обучения информационных и коммуникационных технологий предоставляют новые возможности контроля, мониторинга и информационного обеспечения для формирования качества профессиональных знаний. Делается акцент на индивидуализации образования, более свободном планировании учебного процесса, выборе времени, темпа и места.

Дистанционное образование в Казахстане проходит этап реформирования и накопления кумулятивного эффекта - вырабатываются новые методы преподавания, консультирования и контроля за выполнением учебных задач и проектов, реализуется переход к новому концептуальному понятию «знания через всю жизнь».Разрабатываемые методы и модели анализа качества обеспечения и организации учебного процесса при дистанционной технологии обучения, позволят в автоматизированном режиме формировать объективную оценку системы дистанционного обучения вуза.В нашей стране назрела необходимость разработки своей автоматизированной системы оценки качества образования, способной отвечать образовательным стандартам Республики Казахстан.

Автоматизированная система оценки качества обеспечения и организации учебного процесса при дистанционной технологии обучения, основанная на взаимосвязях факторов, влияющих на формирование качества обучения, реализующая мониторинг, контроль и анализ эффективности организации процессов и обеспеченности образовательной среды с позиций целостности и системности, придаст системе управления дистанционным обучением новые возможности для реализации образовательного потенциалаВУЗов Казахстана и позволит повысить конкурентоспособность страны на мировом рынке образовательных услуг.

ЛИТЕРАТУРА

[1] «Риски и преимущества при дистанционном обучении.»[В Интернете].Available:https://infourok.ru/riski-i-preimuschestva-pri-distancionnom-obuchenii-634333.html [Дата обращения: 2018 11 05]

[2]«Качество образования: требования, оценка, контроль.»[В Интернете]. Available:https://business-man.ru/new-kachestvo-obrazovaniya-trebovaniya-ocenka-kontrol.html[Дата обращения: 2018 11 06]

[3]Батаев А. В. «Анализ мирового рынка дистанционного образования» // Молодой ученый. - 2015. - №20.- С. 205-208.

[4]Прокофьева Т. Ю. «Становление и развитие дистанционного обучения в мире» // Проблемы местного самоуправления - 2016- № 43.-С. 27-29.

[5] «Прогноз мирового рынка e-learning в области высшего образования.»[В Интернете]. Available:http://webinform.ru/digitolog/analytics/2007/09/27/e-learning.html[Дата обращения: 2018 11 05]

[6] Барбаков О.М., Горева О.М. «Управленческий контроль качества дистанционного образования в виртуальном пространстве» // Известия высших учебных заведений.Социология. Экономика. Политика. - 2014. - № 1. - С. 110-113.

[7] ShabaevaAlfiya F. «Useofdistanceeducationaltechnologies» // Образование через всю жизнь: непрерывное образование в интересах устойчивого развития. - 2014.- №2 (eng).

[8] Salishova D.R.«Organization of distance learning in Moodle» // Молодойученый.- 2015. -№6. -С. 207-210.

[9] Scanlon, E., McAndrew, P. and O'Shea, T. «Designing for Educational Technology to Enhance the Experience of Learners in Distance Education: How Open Educational Resources, Learning Design and Moocs Are Influencing Learning». JournalofInteractiveMediainEducation,- 2015.-1

[10] Hu, M., Li, H., Deng, W., & Guan, H.«Student Engagement:One of the Necessary Conditions for Online Learning. In Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) (Ed.)»International Conference on Educational Innovation through Technology (EITT). Red Hook, NY: Curran Associates, Inc Tainan, Taiwan, 22 - 24 September 2016.

[12] Arbaugh, J. B., &Duray, R.«Technological and structural characteristics, student learning and satisfaction with web-based courses An exploratory study of two on-line MBA programs. Management Learning»[ВИнтернете].Available:https://www.researchgate.net/publication/247747589_Technological_and_Structural_Characteristics_Student_Learning_and_Satisfaction_with_Web-Based_Courses_An_Exploratory_Study_of_Two_On-Line_MBA_Programs[Датаобращения: 2018 11 04]

[13] Moore, M. G., &Kearsley, G. (2015). Distance education: A systems view (2nd ed.). Belmont, CA: Wadsworth Publishing Company.

[14] Wolff, A., Zdrahal, Z., Nikolov, A., &Pantucek, M. (2013). Improving retention: Predicting at-risk students by analysing clicking behaviour in a virtual learning environment. Paper presented at the 3rd International Conference on Learning analytics and Knowledge.

[15] Логачёв М.С., Самарин Ю.Н., Тигина М.С.Автоматизированные системы управления качеством образовательного процесса : монография .- М.: МГУП имени Ивана Федорова. 2016. - 294 с.

[16] Кузнецова Ирина Александровна Оценка качества систем дистанционного обучения // Интернет-журнал Науковедение. 2011. №2 (7). [В Интернете].Available: https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-kachestva-sistem-distantsionnogo-obucheniya [Датаобращения: 10.11.2018].

[17] Сейфуллина А.О., Тажибай Л.К. Автоматизированные обучающие ситемы в образовательном процессе высших учебных заведений Казахстана // Технические науки - от теории к практике: сб. ст. по матер. VI междунар. науч.-практ. конф. – Новосибирск: СибАК, 2012.- С.115-123

ШапоревоА.В., Е.В. Кухаренко

**Қашықтықтан оқыту технологиясымен білім беру процесін ұйымдастырумен сенімділігін-бағалаудың автоматтандырылған жүйесін әзірлеу туралы**

**Түйіндеме** Бұл мақалада әлемдегі қашықтықтан оқыту технологиясын қолдану динамикасы, оның артықшылықтары мен кемшіліктері сипатталған. Қашықтықтан оқыту технологиясымен білім беру үдерісін қолдаудың және ұйымдастырудың сапасын бағалаудың автоматтандырылған жүйесін құру қажеттілігі негізделген.

**Түйінді сөздер**: қашықтан оқыту технологиясы, қашықтан оқыту, қашықтан оқыту динамикасын талдау, қашықтықтан оқыту сапасы, қолдаудың сапасын бағалаудың автоматтандырылған жүйесі және қашықтан оқыту технологиясымен оқу процесін ұйымдастыру.

Shaporeva A.V., Kuharenko E.V.

**On the issue of an automated system for assessing the quality of assurance and organization of the educational process with distance learning technology**

**Summary.** This article describes the dynamics of the use of distance learning technology in the world, its advantages and disadvantages. The necessity of creating an automated system for assessing the quality of support and organization of the educational process with distance learning technology is substantiated.

**Key words:** distance learning technology, distance education, analysis of the dynamics of distance learning, quality of distance education, automated system for assessing the quality of support and organization of the educational process with distance learning technology.

УДК 65.015.6

**О.Л. Копнова**
(Казахский национальный университет им. аль-Фараби,
Алматы, Республика Казахстан
ok_10_ok@mail.ru)

# SUBSTANTIATION OF THE PLATFORM SELECTION OF THE INFORMATION AND ANALYTICAL SYSTEM AND BUILDING IT IN THE CIRCUIT OF THE CORPORATE INFORMATION SYSTEM OF THE UNIVERSITY

**Abstract** In this article, the importance of integrating information and analytical systems into corporate contexts is considered. Informational and analytical systems are developed and developed. They are given a glimpse, as well as a choice of choice for the realizations. Typical problems are found in the infrastructure organization and are recommended for optimization work.

**Keywords:** Monitoring and management, analysis of work processes, integration of corporate applications, information and analytical system, corporate management system.

## 1. Introduction

The purpose of this article is to describe a methodology for analyzing data from corporate information systems using an information and analytical system, as well as identifying hidden dependencies and patterns to improve the quality of decisions made by the example of interactive analytical reports.

Today, requirements for university management are increasing, which leads to the inclusion of information and analytical systems in the control loop. The information and analytical system in the management of scientific and educational activities of the university should not only provide administrative management of the university with information about the current and future state, but also identify problem areas of the NOD functioning of the university, develop corrective actions to enhance work in this direction.

The introduction of new educational and information technologies in the GCD and the formation of a single educational space are currently the dominant trends that determine the development of the education system. IAS should be developed taking into account the need to meet all the requirements of the development strategy of the university, while taking into account all socially important activities of the university, the country. The program of informatization of the education system proclaims the creation of a unified information-educational space based on a unified information-educational network. One of the tasks set by this program is the introduction of new information technologies into the education system, which would allow them to be used both for learning and for managing the learning process.

Interpretation of the results of the analysis will allow the head of the organization to monitor and make prognostic decisions concerning both the internal and external situation. Since the management of the university, improving the quality of the scientific and educational process is a complex task that requires systematic and timely analysis of comprehensive and reliable information about the state and problems of the university, which is possible only as a result of the introduction of modern information technologies in the university management process and their continuous improvement.

The approaches proposed in the article can be used not only in educational institutions since the effect of using the information analytical system is due to several factors:

- reduction of the timing of the formation of reporting information by providing interactive panels to end users to select the necessary information;
- the ability to receive operational data from outside the organization;
- the possibility on the basis of the information provided to evaluate the advantage of the decision made;
- optimization of management decision making by providing complete and reliable information.

## 2. The description of the conducted researches.

*The corporate management information system* higher education institution represents a complex of the programs directed to automation and control of different business processes of higher education institution which are based on process approach that allows to develop systemically each activity of higher education institution and to organize operations on creation and attending of program development by workers of information subdividings of higher education institution.

*The Information and Analytical System* (IAS) is a modern highly effective instrument of support of acceptance of strategic, tactical and operational administrative decisions on the basis of evident and operational provision of all necessary data set to the users responsible for the analysis of the state of affairs and acceptance of administrative decisions [1].

IAS is developed taking into account such circumstances as [2, pp. 51-52]: L. Dallemule, T. Deyvenport, 2018

- data access according to a role policy;
- data acquisition, from various and many sources at the same time;
- use of tools of the intellectual and operational analysis for preparation of assessment of statuses of control objects;
- structurization and systematization of output information, for effective perception by users.

We will understand a complex of the events held by officials of the organization for implementation of information processes, to carrying out information analysis and report generation about the current situation and forecasts of development for further acceptance of administrative decisions as analytical activities of the university.

Control of higher education institution, improvement of quality of scientific and educational process – the complex task requiring for making decisions of the systematic and timely analysis of all-round and reliable information on a status and problems of activities of higher education institution that is possible only as a result of implementation of the modern information technologies in administrative process by higher education institution and their continuous improvement. Therefore higher educational institutions carry constant search of effective methods of control of the scientific and educational activities (SEA), in communication with what information infrastructure of the university gains development.

Generalizing the aforesaid we will define the main signs of information and analytical system [3, p. 12]:

- shall promote improvement of quality of acceptance of administrative decisions due to application of the rules, procedures and technologies allowing to structure and automate administrative processes by information;
- shall analyze the data obtained from different sources (both internal, and external);
- it shall be separate the software product functioning separately from child systems however to have with them double-sided interaction.

Authors carried out the analysis of information and analytical systems in the market of software products. It is necessary to mark that these program projects contain summarized statistical data about the quantitative indices, are oriented on provision only of keyword parameters of an education system and do not give the chance of the deep analysis. In fact the provided systems are information bases, the providing information for analytical data handling [4], [5], [6], [7]. One more essential lack of such systems is absence of communication with the primary source of information and as a result, there is a question of relevance of the provided data. Indirect couplings of development of education in these systems are not viewed. The built-in algorithms for data analysis in these systems not obvious and therefore raise more questions, than give responses.

Proceeding from the carried-out analysis authors made a choice that is inexpedient to adapt ready software solutions to the organization. Was to make the decision to analyze the market of platforms for carrying out a business analytics and to pick up the most fitting to the signs defined above.

According to the research Gartner [8] products of the Microsoft company rather steadily for 8 years are in a square of leaders that corresponds to a figure 1.

In this research the BI systems which are present at the market are broken into 4 classes Leaders, Challengers, Visionaries, Niche players (Niche players). Axes of coordinates for a magic square are the Integrity of vision (Completeness of vision) and Perfection of the platform (Ability to execute). This research independent testing of the trawl version of a software of each provided software product of BI is based on inquiry of users of systems, according to the questionnaire on 15 key features of analytical systems and also.

Apparently from a figure 1 products of the Microsoft company in the field of BI it is sure keep in leaders for the last 8 years. Also it is necessary to mark that from the point of view of integrity of vision of development of system for data analysis this company takes a leading place. And from the point of view of perfection of the platform is on the royena with Tableu.

Thus authors drew a conclusion that for implementation of information analytical system it is expedient to use a product of the Microsoft company - Power BI.

Conditionally information and analytical system can be divided into two logical parts. One represents hardware and technical structure for the organization, storage and information processing which contains different storage systems and data handlings. Another consists of intellectual, analytical forms of submission of storable information and cast for collection and provision of access to reporting information [9].

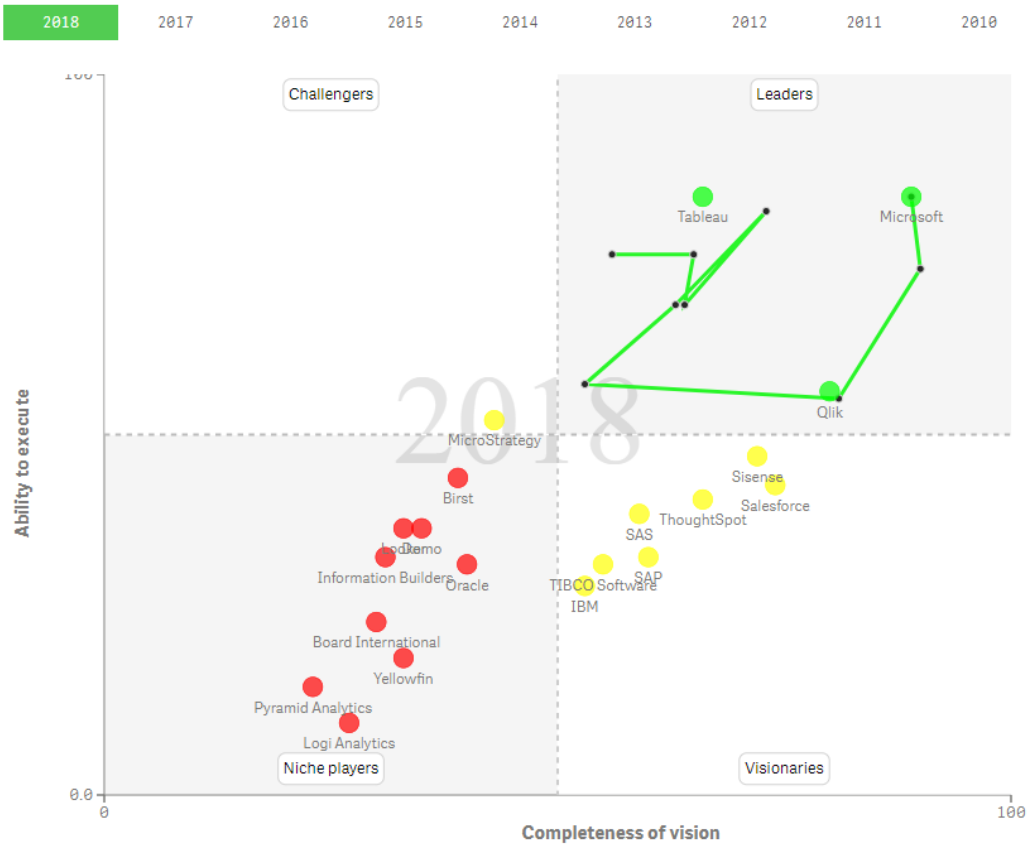



**Figure 1.** Results of the research Gartner for 2018

After analyzing the total amount of analytical indicators, the authors identified the following categories of dashboards:

- Administrative department
- Analysis of student performance
- Activities for the implementation of the Anti-Corruption Strategy of the Republic of Kazakhstan
- Research work
- University admissions office
- Production and economic activity
- Social work
- University financial and economic activities

**3. The results received during the research**

In case of design of IAS it is necessary to consider a number of questions and to accept a row of technology solutions. List the mains:

1. Determination of the purpose. The first step defines the short-term and medium-term objectives of the program. What strategic objective (purposes) of the organization will the program solve? What organizational mission / vision? The detailed description of a hypothesis taking into account results (strategy map development).

2. Basic requests. The information type which is necessary for report generation is defined. Whether the organization has a possibility of monitoring of important information sources? What data the organization collects and how it stores these data? What statistical parameters of these data, for example. How many accidental variations does it contain? Whether the organization measures it?

3. Cost and risks. Assessment of financial consequences of a new initiative of IAS. It is necessary to estimate the cost of the current AND operations increase in the expenses connected to an initiative of creation of IAS? What does the risk of failure of an initiative consist in?

4. Determination of levels of users. At this stage the access level of certain users to a certain group of information is defined. What categories of users are interested in what information sorts? How will a monitoring of the information access layers?

5. Quality of the acquired information. Determination of groups of the employees providing information and also type and a type of reporting information. It is necessary to decide what indices to use for each assembled information. Whether they are the best indices? From where do we know it? How many indices need to be traced? If this large number (it is normal it), what system can be used for their tracing? Whether indices are standardized that they could be compared with efficiency indices in other organizations? What standard branch indices?

6. Measurement methodology. The methodology of measurement of the required indices is defined. What methods will be used and how often the organization will collect data? Whether there are for this purpose industry standards? These are best method to make measurements? From where do we know it?

7. Assessment of results. Someone shall control data in IAS to be convinced of achievement of the goals. Adjustment in the program can be required. Data shall be checked for the accuracy, reliability and reliability. How it is possible to show that IAS (but not other factors) promoted change of results? How many changes were?

In the result, the following analysis of the following **problems** has been made in the infrastructure analysis:

1) In the information systems of the university are represented by the primary data on the specific measurement;

2) Очень много показателей, не унифицированы (в разных отчетах разная формулировка, не совсем понятна для какого отчета, сколько раз в год запрашивается, Who is the process, куда отчет направляется, кто отвечает за формирование отчета, каких системах должны хранится данные viewers);

3) Many viewers represent the same process as the evaluation process, or the procedure of the questionnaire calculation, and the need for a collection of inquiries;

4) There are work vids that are completely automated;

5) There are no voodoo jobs that are not even scored (missing out there);

6) There is no method of analyzing the function

**Recommendations for their solution:**

1) to unify the formulation of indicators in the context of each activity.

2) the entire bank of indicators must be presented in the context of analytical reports for the organization of "operational monitoring procedures" and "rapid response", "forming a holistic view of the business process described by the scorecard, presented in a single system".

3) separately submit a system of statistical reports on areas of activity, with the aim of organizing a single repository of reports and indicators, for a single regulated access, transparency and relevance.

4) separately provide a system of strategic indicators.

5) separately provide a rating system.

6) separately provide strategic maps.

7) to consider the possibility of acquiring automation systems for engineering departments to account for the consumption of resources.

8) to form working groups at the level of the CSB and the Center for Process Management for the preparation of analytical reporting forms.

9) determine the category of users to open access to the IAS.

**4. Discussion**

The usual methods of mathematical statistics have ceased to be relevant for analysis, since they mainly work with averaged sampling of data, which leads to operations with dummy values. These methods may be useful mainly for testing pre-formulated hypotheses, but it does not allow to reveal fragments of multi-aspect interactions. While Data Mining technologies make it possible to isolate the patterns inherent in subsamples of data that can be compactly expressed in an understandable form. Such technologies make it possible to isolate hidden patterns for more in-depth data analysis and, as a consequence, to make management decisions.

Summarizing the above, we define the main features of the information-analytical system:

- should contribute to improving the quality of management decision-making through the application of rules, procedures and technologies that allow to structure and automate information management processes;

- should analyze data obtained from various sources (both internal and external);

- it should be a separate software product, which operates separately from the subsidiary systems, but have two-way interaction with them.

From the point of view of the description of the functionality and tasks solved by the information and analytical system, we also note that the main purpose of the information and analytical system (IAS) is to provide multidimensional analysis of data, trends and forecasting the results of various management decisions at all levels of the management vertical, including corporate reporting, financial - economic planning and strategic planning.

The very same data system in the form of analytical indicators can exist in various forms of reporting the main task of the information and analytical system to combine disparate indicators to build strategic maps. Such

strategic maps demonstrate the various activities of the organization, on the one hand, and on the other hand, they show the real state of affairs within one information panel. This will greatly facilitate the work of the decision maker, since the data is presented in a convenient visual form and does not involve the formation of reports by the relevant departments of the organization.

The approaches proposed in the article can be used not only in educational institutions since the effect of using an information and analytical system is due to a number of factors:

- reduction of the timing of the formation of reporting information by providing interactive panels to end users to select the necessary information;
- the ability to receive operational data from outside the organization;
- the possibility on the basis of the information provided to evaluate the advantage of the decision made;
-optimization of management decisions by providing complete and reliable information.

REFERENCES

[1] «Primeneniye IKT v vysshem obrazovanii stran SNG i Baltii: tekushcheye sostoyaniye, problemy i perspektivy razvitiya. Analiticheskiy obzor,» SPb.: GUAP, 2009.

[2] L. Dallemule, T. Deyvenport, «Kak postroit' strategiyu raboty s dannymi,» Harvard business review (Rossiya), pp. 49-57, yanvar'-fevral' 2018.

[3] Isayev D.V., Analiticheskiye informatsionnyye sistemy (Uchebno-metodicheskoye posobiye), Moskva : Gosudarstvennyy universitet – Vysshaya shkola ekonomiki, Fakul'tet biznes-informatiki, Kafedra biznes-analitiki, 2008 , p. 60.

[4] «Yedinaya informatsionno-analiticheskaya sistema (YEIAS),» Ministerstvo obrazovaniya i nauki Permskogo kraya, 2018. [V Internete]. Available: http://edustat.iro.perm.ru/. [Data obrashcheniya: 12 04 2018].

[5] M. o. i. n. P. kraya, «Anketa dlya rukovoditeley obshcheobrazovatel'noy organizatsii,» 2016.

[6] V.N. Vasil'yev, V.A., Gurtov,B.A. Sazonov, M.V. Surovov, «Informatsionno-analiticheskaya sistema «Obrazovaniye v regionakh Rossii,» g. Perm', [V Internete]. Available: http://gcon.pstu.ac.ru/pedsovet/fair/cat/obsh/konf/Tezis/razd1/8.htm. [Data obrashcheniya: 2018 03 11].

[7] A.I. Mitin, T.A. Filicheva, «INFORMATSIONNO-ANALITICHESKAYA SISTEMA MONITORINGA KACHESTVA PROFESSIONAL'NOY PODGOTOVKI,» OTKRYTOYe OBRAZOVANIYe, Rossiyskiy ekonomicheskiy universitet imeni G.V. Plekhanova, № 4 (99) , pp. 46-51, 2013.

[8] Terekhov Andrey, «GARTNER BI MAGIC QUADRANT 2018: OBZOR RYNKA BIZNES-ANALITIKI,» 29 04 2018. [V Internete]. Available: http://blog.atkcg.ru/gartner-bi-magic-quadrant-2018-obzor-rynka-biznes-analitiki/. [Data obrashcheniya: 02 05 2018].

[9] Mamykova ZH.D., Kopnova O.L., «Oblachnyye tekhnologii dlya biznesa,» v Ispol'zovaniye oblachnoy sluzhby biznes-analitiki v upravlenii universitetom, Almaty, 2017.

[10] J. RANJAN, «BUSINESS INTELLIGENCE: CONCEPTS, COMPONENTS, TECHNIQUES AND BENEFITS,» Journal of Theoretical and Applied Information Technology, pp. 060 - 070, No 1. Vol 9. © 2005 - 2009 JATIT. All rights reserved..

[11] Shvab K., Chetvertaya promyshlennaya revolyutsiya, Moskva: Izdatel'stvo "E", 2017, p. 208.

[12] Alekseyeva T.V., Ameridi YU.V., Luzhetskiy M.G., «Informatsionno-analiticheskiye sistemy.,» Moskovskaya finansovo-promyshlennaya akademiya, , M.:, [Elektron. resurs]. - 2005 URL: http://www.e-biblio.ru/book/bib/01_informatika/IAS/Book.html.

[13] K. I., Trebovaniya dlya programmnogo obespecheniya: rekomendatsii po sboru i dokumentirovaniyu, M.: : Izdatel'stvo «Kniga po Trebovaniyu», 2013, p. 118 .

[14] Elizabeth Hull, Ken Jackson, Jeremy Dick, Requirements Engineering, Springer-Verlag London Limited 2011, 2011, p. 229.

[15] D. Leffingwell, Agile Software Requirements: Lean Requirements Practices for Teams, Programs, and the Enterprise (Agile Software Development Series) Scaling Software Agility Best Practices for Large Enterprises, Wesley, p. 418.

[16] KH. YU., «Sbor i analiz trebovaniy k programmnomu produktu (Versiya 1.03),» URL: https://pmi.ru/profes/Software_Requirements_Khimonin.pdf., [Elektron. resurs], 2009.

[17] K. A., Sovremennyye metody opisaniya funktsional'nykh trebovaniy k sistemam, Izdatel'stvo "Lori", 2002, p. 263.

[18] A. Cooper, The Inmates Are Running the Asylum: Why High Tech Products Drive Us Crazy and How to Restore the Sanity, Sams Publishing , 2004.

[19] B. Minto, The Pyramid Principle: Logic in Writing and Thinking, United Kingdom: Pearson Education Limited, 2009.

[20] K. E. Wiegers, Software Requirements Second Edition Practical techniques for gathering and managering requirements throughout the development cycle, Microsoft Press, 2014, p. 736.

[21] Alexander Osterwalder, Yves Pigneur, Business Model Generation, A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers, ohn Wiley & Sons, 2011, p. 288.

[22] D. Schmitz, Managing Dynamic Requirements Knowledge An Agent-Based Approach, Tag der mundlichen Prufung, 2010, p. 346.

[23] Ethan M. Rasiel, Paul N. Friga, The McKinsey Mind Understanding and Implementing the Problem-Solving Tools and Management Techniques of the World's Top Strategic Consulting Firm, McGraw-Hill, 2009, p. 224.

[24] Paklin N. B., Oreshkov V. I., Biznes analitika: ot dannykh k znaniyam: Uchebnoye posobiye. 2 e izd., SPb.: Piter, 2013, p. 704.

[25] B. Ralston, PowerPivot for Business Intelligence Using Excel and Sharepoint Business Intelligence Solutions for the Desktop, Apress, 2011, p. 277.

[26] B. Larson, Delivering Business intelligence with Microsoft SQL Server 2008, MC Graw Hill, 2009, p. 741.

[27] Dean Browne Brecht Desmeijter, Rodrigo Frealdo Dumont, Armin Kamal, John Leahy, Scott Masson, Ksenija Rusak, Shinsuke Yamamoto, Martin Keen, IBM Cognos Business Intelligence V10.1 Handbook, International Technical Support Organization, ibm.com/redbooks, p. 549.

[28] «Ob utverzhdenii Tipovykh pravil deyatel'nosti organizatsiy vysshego i poslevuzovskogo obrazovaniya,» Prikaz Ministra obrazovaniya i nauki Respubliki Kazakhstan ot 16 oktyabrya 2013 goda № 420. Zaregistrirovan v Ministerstve yustitsii Respubliki Kazakhstan 28 noyabrya 2013 goda № 8930.

Копнова О.Л.

**Ақпараттық-аналитикалық жүйе түрлерін платформаны таңдау және бірлестіктің құрылысының құрылысы университеттің корпоративті мәліметтік жүйесі**

**Түйіндеме**. Атап айтқанда, корпоративтік жүйедегі информациялық-аналитикалық жүйелерді құрудың артықшылықтары айқындалады. Ақпараттық-аналитикалық жүйелерді әзірлеу және шығаруды қалыптастыру. Осыны ризашылықпен қабылдап, сондай-ақ реализации ортаны таңдауға болады. Корпоративтік ақпарат жүйесіндегі контур бойынша ақпараттық-аналитикалық жүйелердің құрылымдық құрылымын қолдады. Ұйымдастыру инфрақұрылымының типтік проблемалары ұсынылды және оңтайландыру жұмыстарын шешу жолдарын ұсынды.

**Түйінді сөздер:**: Мониторинг және басқару, талдау жұмыстары, корпоративтік қосымшаларды интеграциялау, ақпараттық-аналитикалық жүйе, корпоративтік жүйені басқару.

Копнова О.Л.

**Обоснование выбора платформы информационно-аналитической системы и встраивание ее в контур корпоративной информационной системы вуза**

**Резюме**. В статье рассматриваются преимущество встраивания информационно-аналитической системы в контур корпоративной системы вуза. Сформулирована цель разработки и внедрения информационно-аналитической системы. Определены ее признаки, а также обоснование выбора среды реализации. Выявлены типовые проблемы в инфраструктуре организации и предложены пути решения для оптимизации работы.

**Ключевые слова:** Мониторинг и управление, анализ рабочих процессов, интеграция корпоративных приложений, информационно-аналитическая система, корпоративная система управления.

**V.A. Lobodyuk, K.M. Mukashev, G.Sh. Yar-Mukhamedova, Zh.A. Mustayap, S.T. Omirkul**

## THE IMPACT OF THE INITIAL AND MARTENSITIC PHASE OF THE SHAPE MEMORY EFFECT IN THE ALLOY BASED ON COPPER

**Abstract.** The work on specific examples involving real copper-based alloys containing 14 wt.% Al and 3 wt.% Mn describes the results of a study of the process of restoring the shape of a material that has been deformed according to the three-point bending scheme. Studies were conducted by measuring the temperature dependence of the electrical resistance and deflection of the sample, as well as by obtaining microelectron diffraction patterns using an electron microscope. It has been established that in martensitic crystals arising in quenched samples, there is a high density of stacking faults and thin twins formed on the (121) γ′ plane.

**Key words:** martensitic transformation, shape memory effect, copper based alloy, austenite, martensite, hysteresis

**В.А. Лободюк, К.М. Мукашев, Г.Ш.Яр-Мухамедова, Ж.А. Мустаяп, С.Т. Омиркул**
(Институт металлофизики НАН Украины. Киев
НИИЭТФ Казахский национальный университет им.аль-Фараби,
Алматы, Республика Казахстан)

## ВЛИЯНИЕ ИСХОДНОЙ И МАРТЕНСИТНОЙ ФАЗ НА ЭФФЕКТ ПАМЯТИ ФОРМЫ В СПЛАВЕ НА ОСНОВЕ МЕДИ

**Аннотация.** В работе на конкретных примерах с привлечением реальных сплавов на основе меди, содержащего 14вес.%Al и 3вес.%Mn, описываются результаты исследования процесса восстановления формы материала, который подвергался деформации по схеме трехточечного изгиба. Исследования проводились методом измерения температурной зависимости электросопротивления и прогиба образца, а также путем получения микроэлектронограмм с помощью электронного микроскопа. Установлено, что в мартенситных кристаллах, возникающих в закаленных образцах, наблюдаются высокая плотность дефектов упаковки и тонкие двойники, образующиеся на плоскости (121)γ′.

**Ключевые слова:** мартенситное превращение, эффект памяти формы, сплав на основе меди, аустенит, мартенсит, гистерезис.

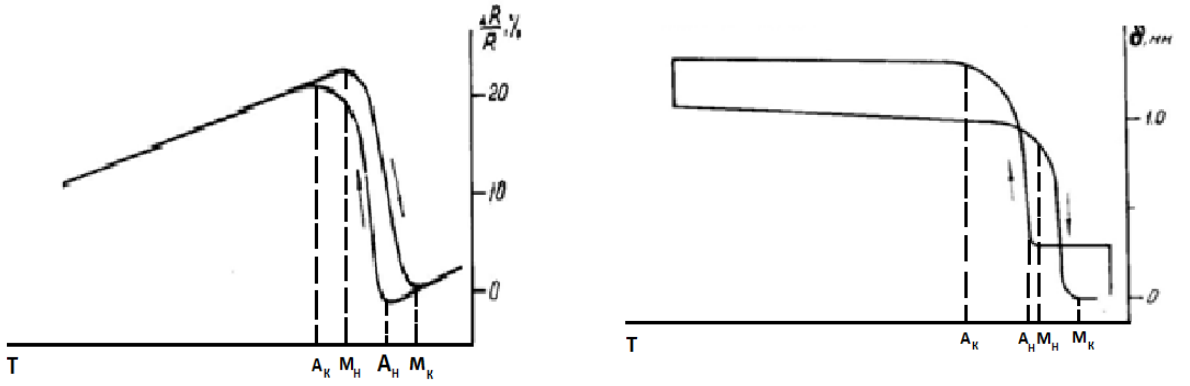
**Введение.**Предсказанное в свое время Г.В.Курдюмовым [1] и обнаруженное позже на сплавах CuAlNi явление термоупругого мартенситного превращения [2,3] привели к появлению множества работ, посвященных изучению различных аспектов этого уникального явления. К наиболее интересным и имеющим важное научно-прикладное значение относятся эффект памяти формы (ЭПФ), сверхупругость и двусторонняя (обратимая) память формы. Сущность эффекта памяти формы заключается в следующем.Нагружение образца материала в интервале температур мартенситного превращения приводит к его деформации в виде растяжения, изгиба и др. Эту деформацию можно «снять» посредством нагрева выше температуры конца обратного превращения. При этом деформация образца осуществляется за счет направленного роста мартенситных кристаллов под действием приложенных напряжений. Подобный процесс наблюдается во всех материалах, в которых происходит обратимое мартенситное превращение. Различие может быть лишь в степени восстановления исходной формы,существовавшей до превращения. Следует отметить, что в сплавах с термоупругим мартенситным превращением происходит полное восстановление исходной формы. В материалах с большим гистерезисом процесса прямого-обратного превращения наблюдается частичное восстановление исходной формы, в результате чего часть деформации, полученная при охлаждениипод нагрузкой, сохраняется [4,5].

За истекшее время выполнено значительное число работ, посвященных изучению явления, связанного с мартенситным превращением. Тем не менее, существует ряд не решенных до сих пор проблем, в том числе отсутствует единого мнения относительно условий существования полного восстановления исходной формы при нагреве материала после деформации. Определение этих условий крайне важно при выборе материалов с ЭПФ, используемых в устройствах, предназначенных для решения различных конструкционных и многофункциональных задач. Вкратце поясним сущность мартенситного превращения.

Мартенситное превращение – это подвидполиморфного превращения, при котором изменение взаимного расположения составляющих кристалл атомов происходит путём их упорядоченного перемещения. При этом относительные смещения соседних атомов малы по сравнению с междуатомным расстоянием[1]. Перестройка кристаллической решётки в микрообластях обычно сводится к деформации её ячейки, и конечная фаза мартенситного превращения может рассматриваться как однородно деформированная исходная фаза. Значение деформации мала (порядка 1-10 %) и соответственно мала по сравнению с энергией связи в кристалле. Микроструктура мартенсита имеет игольчатый (пластинчатый) или реечный (пакетный) вид. Его можно наблюдать в закалённых металлических сплавах и в некоторых чистых металлах, которым свойственен полиморфизм. Мартенсит — основная структурная составляющая закалённой стали. Для стали он представляет собой упорядоченный пересыщенный твёрдый раствор углерода в α-железе такой же концентрации, как у исходного аустенита. С превращением мартенсита при нагреве и охлаждении связан эффект памяти металлов и сплавов. Свое название он получил в честь немецкого металловеда Адольфа Мартенса, с именем которого связано открытие данного явления.

Одной из важных особенностей мартенситного механизма является обязательное образование мартенсита с дефектами, представляющего тонкую структуру[6,7]. Последнее оказывает определенное влияние на ряд свойств материалов, в том числе на упрочнение и на параметры ЭПФ. Меняя концентрацию одного из элементов в сплаве, можно получить мартенсит с различной субструктурой при неизменных механических свойствах всей системы. Кроме того, поскольку сплавы с ЭПФ работают в условиях обязательного термоциклирования, выяснение термостабильности этих материалов имеет важный практически интерес. В связи с этим в данной статье будут рассмотрены некоторые экспериментальные результаты исследования ЭПФ в тех случаях, когда мартенситное превращение протекает с различным гистерезисом, а сам мартенсит имеет разную тонкую структуру.

**Тонкая структура мартенсита и эффект памяти в сплаве на основе меди**. Для исследования восстановления формы при протекании обратного превращения образцы сплава были приготовлены в следующем составе: Cu+14вес.% Al+3вес.%Mn $cM_н = 10^oC$. Образцы деформировали по схеме трехточечного изгиба. Нагружение производили выше точки $A_к$ [6]. Нагрузку подбирали таким образом, чтобы максимальные напряжения, возникающие в образце, оказывались значительно ниже предела текучести высокотемпературной $\beta_1$-фазы.При охлаждении в некоторой области температур прогиб образца резко увеличивается (рис.1б). Из сопоставления кривых электросопротивления (рис.1а) и прогиба (рис.1б) видно, что температурный интервал возрастания прогиба при охлаждении совпадает с интервалом темератур прямого мартенситного превращения




а) б)

**Рис. 1.** Температурные зависимости электросопротивления (ΔR/R) и прогиба (δ) сплава CuAlMn

После снятия нагрузки при температуре жидкого азота, восстановление формы при нагреве происходит в интервале обратного мартенситного превращения (рис.1 а,б). Если максимальные приложенные до нагружения напряжения не превышают предела текучести, то полное выпрямление при нагреве наблюдается даже в том случае,когда перед нагревом образец не разгружается и он, разгибаясь, совершает работу против внешней силы. При этом интервал температуры восстановления формы несколько смещается в сторону более высоких температур по сравнению со случаем, когда нагрузка не препятствует восстановлению формы. Следует отметить, что кривые температурной зависимости электросопротивления при нагреве под нагрузкой остаются практически неизменными. Это происходит, вероятно, потому, что количество мартенситной фазы, обуславливающее изменение формы, находится на уровне порога чувствительности резистометрической методики. Полное восстановление исходной формы при нагреве наблюдали также после пластической деформации при -196ºС. Однако в этом случае для получения такого же остаточного прогиба, как при охлаждении под грузом, требуются нагрузки в 10-15 раз большие.

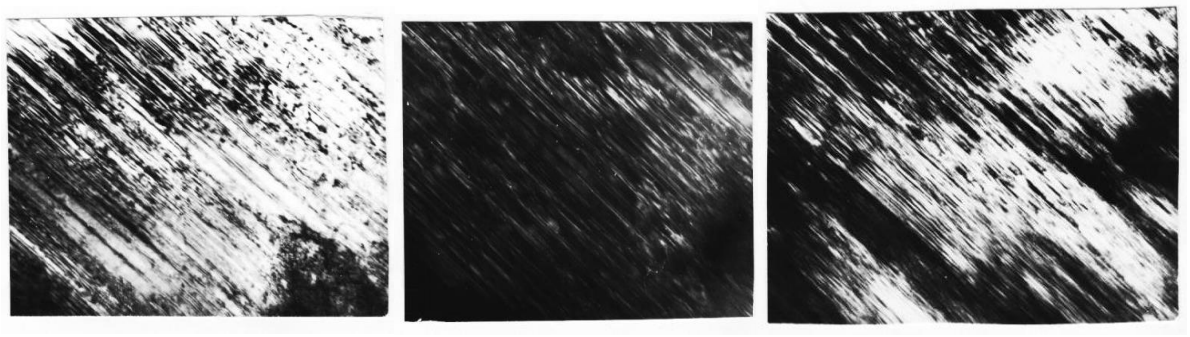
В процессе закалки в исследованном сплаве в исходной β - фазе происходит упорядочение и образуется $\beta_1$ – фаза с параметром в 2 раза большим, чем параметр β – фазы. На микроэлектронограммах от упорядоченной $\beta_1$ – фазы видны сверхструктурные рефлексы, а на микрофотографиях –изогнутые антифазные границы (рис.2). В образцах при комнатной температуре сохраняется некоторое количество мартенситных кристаллов. γ´-фаза также упорядочена, однако антифазные домены в мартенсите имеют меньшие размеры, чем в исходной фазе.

Мартенситные кристаллы, возникающие в закаленных образцах, чаще всего состоят из двух половин, разделенных средней плоскостью. В каждой половине кристалла наблюдается полосчатость, приводящая к появлению тяжей на микроэлектронограммах,



**Рис. 2.** Антифазные границы в $\beta_1$ - фазе сплава CuAlMn

полученных от таких участков. Тяжи всегда расположены перпендикулярно полосчатости на микрофотографиях. Полосчатость обусловлена дефектами упаковки, которыележат в плоскости {121}Плотность дефектов упаковки достаточно высока. На рисунке 3 приведены микрофотографии участка мартенситного кристалла с полосчатостью в светлом и темном поле.



а) б) в)

**Рис. 3.** Участок мартенситного кристалла сплава CuAlMn с дефектами упаковки:
а) светопольное изображение; б) изрбражение в рефлексе (100)γ´ ; в) изображение в рефлексе (200)γ´.

Кроме дефектов упаковки в мартенситных кристаллах наблюдаются и тонкие двойники толщиной 0,01-0,04 мкм. При анализе было установлено, что двойникование в мартенсите происходит по плоскости {121}γ´. Микрофотография участка мартенситного кристалла с тонкими двойниками приведена на рис.4. Внутри более широких двойниковых участков также наблюдается полосчатость, обусловленная дефектами упаковки. В исходной $\beta_1$– фазе после закалки плотность дислокации низкая, наблюдаются лишь одиночные дислокации. После $\beta_1 \rightarrow \gamma'$превращения в мартенситных кристаллах также не были обнаружены участки с высокой плотностью дислокации.

Кроме тонких двойников в γ´ - фазе были обнаружены и сравнительно широкие (до 1мкм) двойниковые участки.Границы таких двойников чаще всего прямые.Эти двойники могли образовываться за счетнапряжений, возникающих при мартенситном превращений (наблюдались после ококнчания $\beta_1 \rightarrow \gamma'$превращения при данной температуре) или в

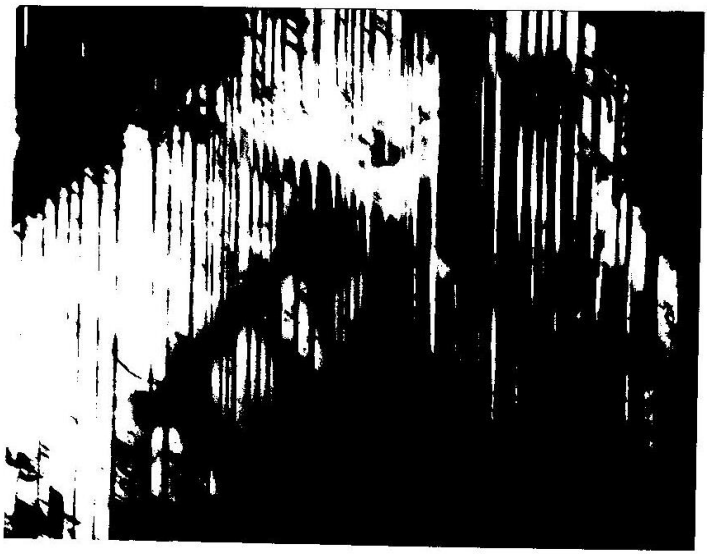


**Рис. 4.** Тонкие двойники в γ´ - фазе сплава CuAlMn при ориентировке [111]

результате появления в тонких пленкахпри их просмотре в электронном микроскопе локальных термических напряжений (двойники образовывалисьв процессе наблюдения). В передвойниковых участках меняется направление полосчатости (рис.5). Было установлено, что и в этом случае двойникавание происходит по плоскости {121}γ´.



**Рис. 5.** Двойниковые участки сплава CuAlMn в γ´ –фазе при ориентировке [010].



а) б)

**Рис. 6.** Мартенситные кристаллы сплава CuAlMn с ровными (а) и зубчатыми (б) границами

При охлаждении образуются мартенситные кристаллы или пластины как с ровными, так и с зубчатыми границами (рис.6). Деформация сжатием (2%) приводит к появлению пластин мартенсита с полосчатостью и переориентированных участков шириной примерно (0,2-0,4) мкм. Границы этих участков расположены в плоскостях {121}γ´ и {101}γ´. В некоторых участках повышается плотность дислокаций в мартенсите. Следует отметить, что после деформации чаще появляются мартенситные кристаллы с зубчатыми межфазными границами.

**Заключение.**Установлено, что согласованный кооперативный сдвиг атомов в исследованных материалах неизбежно приводит к изменению геометрической формы той области материала, которая испытала превращение. Экспериментально это изменение проявляется возникновению нового рельефа на полированной поверхности образца, что является главной особенностью мартенситного превращения. Благодаря этому механическое напряжение может достаточно активно влиять на мартенситное превращение. Следовательно, можно утверждать, что мартенситное превращение – это и фазовый переход, и деформационный процесс, протекающий в структуре материала одновременно. Однако, в отличие от двойникования, эта деформация достаточно эффективно стимулируется не только нагрузкой, но и температурой.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Курдюмов Г. В. Явления закалки и отпуска стали. - М.: Наука, 1960. 310 с.

[2] Несовершенства кристаллического строения и мартенситные превращения. Сборник статей.-М.: Металлургиздат, 1972. 300с .

[3] Бойко В.С., Гарбер Р.И., Косевич А.М. Обратимая пластичность кристаллов. - М.: Наука, 1991. 280 с.

[4] Физическое металловедение / под редакцией Р. Кана. Выпуск 2, М.: Наука, 1968. 416 с.

[5] Зотов О.Г., Кисельников В.В., Кондратьев С.Ю. Физическое металловедение. - СПБГТУ, 2001. 295 с.

[6] Мукашев К.М., Мурадов А.Д., Умаров Ф.Ф. Влияние никеля на мартенситные превращения в сплавах титана с памятью формы // Вестник Казахстанско-Британского технического университета. 2017. Т.14, Вып.4. С.109-115.

[7] Мукашев К.М. Структурные превращения в металлах и сплавах переходных групп.- Deutschland, Palmarium Academic Publishing. 2015. 333 с.

Лободюк В.А., Мукашев К.М., Яр-Мухамедова Г.Ш., Мустаяп Ж.А., Омиркул С.Т.

**Бастапқы және мартенситикалық фазалардың мыс негізіндегі қорытпадағы пішінді есте сақтау эффектісіне әсері.**

**Түйіндеме.** Ұсынылып отырған жұмыста 14вес.% Al және 3вес.% Mn құрайтын мыс негізіндегі қорытпаларды қамтитын нақты мысалдар бойынша үш нүктелі иілу схемасына сәйкес деформацияланған материалдың формасын қалпына келтіру процесін зерттеу нәтижелері сипатталды. Зерттеулер электрлік қарсыласудың температуралық тәуелділігін және үлгінің бұрылуын өлшеу арқылы, сондай-ақ электронды микроскоп арқылы микроэлектрондық дифракция үлгілерін алу арқылы жүргізілді. Сынамалы үлгілерде пайда болатын мартенситикалық кристалдарда (121) γ' жазықтықта қалыптасқан жұқа қаптамалардың жұқа тығыздығы және жұқа егіздердің бар екені анықталды.

**Түйін сөздер:** мартенситикалық трансформация, пішінді еске түсіру әсері, мыс негізіндегі қорытпа, аустенит, мартенсит, гистерезис

УДК: 53.082.1; 53.082.6; 531.76; 536.5; 539.1.08

**S.O. Akayev[1,2], A.S. Dikov[2], L.A. Dikova[2], S.B. Kislitsin[2], A.S. Larionov[2]**
([1]SatbayevUniversity, Almaty, Kazakhstan
[2]Institute of Nuclear Physics, Almaty, Kazakhstan
E-mail:lexa_edji@mail.ru)

**INFLUENCE OF TEST TEMPERATURE ON THE FRACTURE MECHANISM OF BERYLLIUM OXIDE**

**Abstract.** The results of mechanical tests for compression and bending of beryllium oxide samples tested at temperatures of 24 and 1000 ° C are presented. At temperature of 1000 ° C, the strength of BeO decreases by ~ 23%.It is established that the character of the destruction of samples at low-temperature tested is brittle, while at 1000 °C the mixed character of destruction is observe. In the area of tensile strain the ductile destruction take place while in compression region the brittle - ductile destruction.

**Key words:** mechanical properties, BeO, strength, mechanism of destruction.

**С.О. Акаев[1,2], А.С. Диков[2], Л.А. Дикова[2], С.Б.Кислицин[2], А.С. Ларионов[2]**
([1]SatbayevUniversity, Алматы, Республика Казахстан
[2]Институт ядерной физики РК, Алматы, Республика Казахстан
E-mail:lexa_edji@mail.ru)

**ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ИСПЫТАНИЙ НА ХАРАКТЕР РАЗРУШЕНИЯ ОКСИДА БЕРИЛЛИЯ**

**Аннотация.** Приведены результаты механических испытаний на сжатие и изгиб образцов оксида бериллия, испытанных при температуре 24 и 1000°С.Показано, что при температуре 1000 °С прочность BeO снижается на ~23 %. Установлено, что характер разрушения образцов при низкотемпературных испытанных – хрупкий, в то время как при 1000 °С – смешанный. В области растягивающих напряжений – вязкий, в области сжимающих напряжений – хрупко-вязкий.

**Ключевые слова:** механические свойства,BeO, прочность, механизм разрушения.

**Введение.** Современные тенденции развития атомной энергетики диктуют необходимость адаптации исследовательского оборудования к условиям эксплуатации при длительном воздействии ионизирующего излучения. В связи с этим, в горячих камерах реактора ВВР-К было смонтировано оборудование для механических испытаний высокорадиоактивных конструкционных и топливных материалов. После ввода оборудования в эксплуатацию были проведены испытания на сжатие и изгиб образцов BeO.

Оксид бериллия обладает высокой теплопроводностью и широко используется как высокотемпературный изолятор [1]. Кроме того, BeO применяют в ядерных реакторах в качестве отражателя и замедлителя нейтронов [2-4]. Так как в условиях реакторного облучения материалы активной зоны находятся под воздействием высоких температур, то определение механических характеристик при рабочих температурах является необходимой задачей. Поэтому целью данной работы является выявление характеристик прочности образцов BeO при температурах 24 и 1000 °С.

**Материал и методы исследования**.Исследования проводились на образцах BeO ядерной чистоты т.е. содержание BeO ≥ 99,5 вес.%; − сумма оксидов примесей (Mn, Ni, Fe, Ca, Si, Mg, Cu, Al, Zn, Cr, Na) ≤ 0,5 вес.% [5].Объемная концентрация примесей в исследуемых образцах приведена в таблице 1.

Таблица 1. **Содержание примесей в образцах BeO.**

| Концентрация примесей, $\times 10^{-3}$% | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Si | Mg | Al | Ca | Fe | K | Na | Ti | Zn | Cr | Ni | Mn | Cu |
| 170 | 100 | 10 | 5 | 3,5 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |

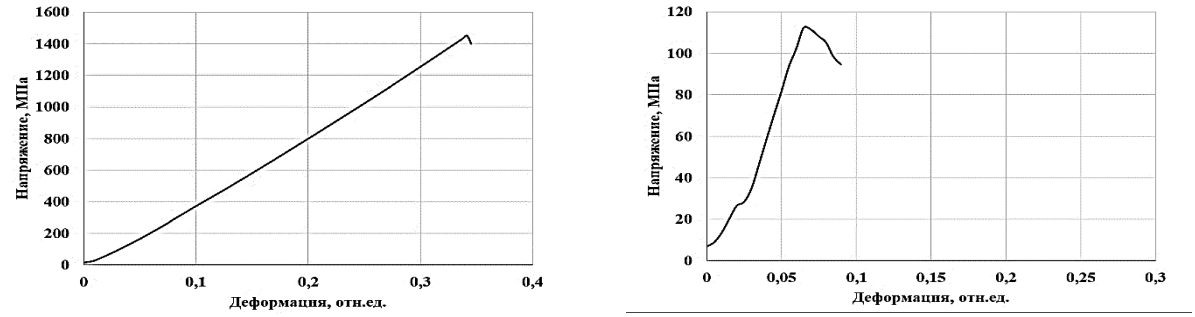
Вырезка образцов производилась из пластины, полученной изостатическим прессованием порошка Beo. Для испытаний на изгиб использовались образцы размером 0,005×0,005×0,035 м$^3$, котрорые имели форму куба с размером граней 0,005 м$^3$.

Механические испытания проводились на универсальной испытательной машине «LR50KPlus». Температура испытаний ($T_{исп}$) – 24 и 1000 °С. В качестве защитной атмосферы при высокотемпературных испытаниях использовался гелий чистотой ~ 99,5%. Скорость перемещения подвижной траверсы при испытаниях на сжатие составляла 1 мм/мин. При испытаниях на изгиб скорость испытаний составляла 5 мм/мин. По результатам испытаний определяли относительную деформацию образцов (δ), а также, согласно [6], предел прочности на сжатие ($\sigma_{сж}$), и, согласно [7], напряжение при изгибе ($\sigma_{изг}$). Скорость нагрева печи до температуры проведения испытаний составляла 5°С/мин. После выхода на температуру испытаний 1000 °С образец выдерживался в течении 10 мин.

**Результаты**. На рисунке 1 показаны инженерные диаграммы, полученные в результате кратковременных механических испытаний на сжатиеобразцов BeO. Механические характеристики сжатия образцов при температурах 24 и 1000 °С приведены в таблице 2.

Как видно, с повышением температуры испытанияот 24 до 1000 °С наблюдается снижение предела прочности при сжатии $\sigma_{сж}$ на ~ 7%. Одновременно с этим происходит снижение величины относительной деформации в точке разрушения материала на ~23%.

Разупрочнение оксида бериллия, по-видимому, связано с перераспределением межкристаллитных примесных соединений по границам зерен BeO при высоких температурах [8]. Установлено, что сегрегация примесей приводит к снижению теплопроводности и механической прочности BeO в процессе обжига изделий.




а б

а - $T_{исп}$ – 24; б - 1000°С

**Рис. 1.** Диаграммы испытаний образцов BeO на сжатие.

Следует отметить, что разрушение образцов оксида бериллия при комнатной температуре происходит мгновенно и сопровождается громким хлопком. При этом сам образец разрушается на небольшие по величине частицы (~ $2\times10^{-4}$ м$^3$) разной формы.

Таблица 2. **Механические характеристики сжатия образцов BeO.**

| $T_{исп}$, °C | $\sigma_{сж}$, МПа | δ, отн.ед. |
|---|---|---|
| 24 | 1450±2 | 0,34±0,03 |
| 1000 | 105±2 | 0,08±0,01 |

Мгновенное разрушение и характер кривой на диаграмме испытаний (рисунок 1а), указывают на хрупкий характер разрушения [9]. При температуре испытаний 1000 °C мгновенный характер разрушения сохраняется. Однако образец разрушается на более крупные,плоские части (~ $1\times10^{-3}$ м$^3$) покрытые пылью BeO, рисунок 2.

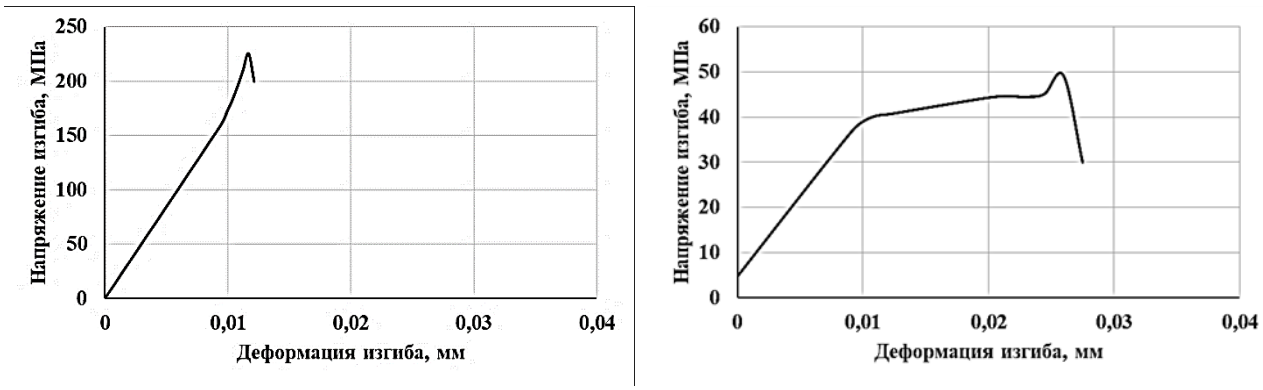


**Рис. 2.** Снимок образца BeO после испытаний на сжатие при 1000°C.

Диаграммы испытаний образцов BeO на изгиб показаны на рисунке 3. Механические характеристики BeO, полученные в результате испытаний на изгиб при $T_{исп}$= 24 и 1000 °C, приведены в таблице 3.

Как видно, повышение температуры испытаний приводит к снижению предела прочности при изгибе на ~21 %. При этом величина относительной деформации в точке разрушения материала увеличивается на ~46%.

На диаграмме испытаний при 1000°C (рисунок 3б) наблюдается участок текучести, после которого следует резкий рост напряжений, приводящий к разрушению образца.




а б

а - $T_{исп}$ – 24; б – 1000 °C

**Рис. 3.** Диаграммы изгиба образцов BeO.

Наличие на диаграмме изгиба участков, параллельных оси ординат, свидетельствует о появлении и распространении трещины в некоторой части сечения образца[9]. Учитывая, что высокие температуры повышают вязкость разрушения [10], наблюдение участка текучести на кривой изгиба и увеличение δ, указывают на пластическое течение в материале, которое обеспечивает вязкий механизм разрушения.

Таблица 3. **Механические характеристики образцов BeO при изгибе**

| $T_{исп}$, °C | $\sigma_{изг}$, МПа | δ, отн.ед. |
|---|---|---|
| 24 | 225±3 | 0,012±0,002 |
| 1000 | 49±3 | 0,026±0,005 |

Данный факт подтверждают снимки поверхности излома образцов, представленные на рисунке 4. Как видно, некоторая часть поверхности излома имеет прямую площадку характерную для вязкого разрушения.Так называемая зона стабильного роста трещины.

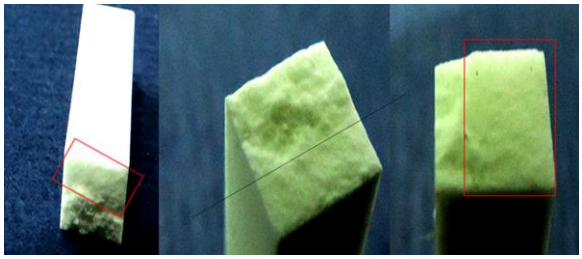


**Рис.4.** Снимки излома образцов BeO при $T_{исп}$ – 1000°C.

Появление на диаграмме испытаний участка резкого повышения напряжений приводящего к разрушению образцов свидетельствует о смене механизма разрушения на хрупкий. Это также подтверждается наличием объемного рельефа в верхней части сечения образцов.

Смену механизма разрушения можно объяснить следующим образом. При испытаниях на трехточечный изгиб в поперечном сечении образца возникают одновременно растягивающие и сжимающие напряжения – частный случай сложного сопротивления материала. В нижней части сечения изгибающий момент вызывает растягивающие напряжения, в то время как в верхней части, изгибающиймомент и подвижная опора вызывают сжимающие напряжения. То есть, в верхней части образца, непосредственно под подвижной опорой, присутствуют зоны и растяжения и сжатия. Причем эти зоны расположены асимметрично и образуют область неравноосного сжатия.

Медленно распространяясь в области нормальных растягивающих напряжений, трещина перемещается к области неравноосного сжатия где сосредоточены препятствия в виде дислокационных скоплений [11] и ее распространение прекращается. В этот момент у вершины трещины происходит рост напряжений. Когда напряжения достигают критического значения, дальнейшее распространение трещины происходит практически мгновенно.

**Выводы**. Проведенные исследования влияния температуры испытаний на характер разрушения оксида бериллия показали, что при $T_{исп}$= 24 °C разрушение BeO носит хрупкий характер, а при $T_{исп}$= 1000 °C - смешанный, т.е. вязко-хрупкий. Наличие участка пластического течения на диаграмме испытаний на изгиб связано с повышением вязкости разрушения материала вследствие нагрева.

Снижение величины разрушающих напряжений при $T_{исп}$ = 1000 °C составляет ~ 7 % для $\sigma_{сж}$ и ~ 21 % для $\sigma_{изг}$.

Проведен анализ смены механизма разрушения BeO при высокотемпературных испытаниях на изгиб. Показано, что смена механизма разрушения с вязкого на хрупкий обусловлена асимметрично расположенными зонами растяжения и сжатия под подвижной опорой.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Г.А. Ягодин, О.А. Синегрибова, А.М. Чекмарёв. Технология редких металлов в атомной технике. – М.: «Атомиздат», 1974.– С. 15.

[2] Материалы ядерных энергетических установок: Пер. с англ. – М.: Энергоатомиздат. 1987. – 408 с.

[3] Популярная библиотека химических элементов. Бериллий [Электронный ресурс] // http://n-t.ru/ri/ps/pb004.htm.

[4] Б.А. Калин, П.А. Платонов, Ю.В. Тузов, И.И. и др. Физическое материаловедение: Учебник для вузов: В 7 т. /Под общей ред. Б.А. Калина/ – Том 6. Конструкционные материалы ядерной техники– М.: МИФИ, 2012. – 736с.

[5] В.Е. Матясова, М.Л. Коцарь, С.Л. Кочубеева, В.И. Никонов. Получение бериллиевых материалов для ядерной и термоядерной энергетики из бериллийсодержащих отходов // ВАНТ. 2013. №2(84)

[6] ГОСТ Р 57605-2017. Композиты керамические. Метод испытания на сжатие при повышенной температуре – М.: Госстандарт России: Стандартинформ .2017. – 23 с.

[7] ГОСТ Р 57749-2017. Композиты керамические. Метод испытания на изгиб при нормальной температуре. – М.: Госстандарт России: Стандартинформ .2017. – 12 с.

[8] Р.А Беляев, И.Ф. Шалимова и др. Влияние добавок на теплопроводность оксида бериллия // Огнеупоры. 1975.– №2.– С. 51-53.

[9] Курс сопротивления материалов с примерами и задачами : учеб. пособие / В. И. Водопьянов, А. Н. Савкин, О. В. Кондратьев ; ВолгГТУ. – Волгоград, 2012. – 136 с.

[10] Стефанов Ю.П., Поболь И.Л., Князева А.Г., Гордиенко А.И. Рост трещины вблизи границы раздела разнородных материалов в условиях сжатия // Физическая мезомеханика. 2002. – № 1. – С 81–88.

[11] Хоникомб Р. Пластическая деформация металлов / Р. Хоникомб. - М.: Мир. 1972. – 408 с.

Акаев С.О., Диков А.С., Дикова Л.А., Кислицин С.Б., Ларионов А.С.

**Бериллий оксидінің бұзылғандағы сипаты бойынша температуралық сынақтардың әсері**

**Түйіндеме.** Бериллий оксидінің үлгілерін 24 және 1000 ° С температурада сығу және иілуге механикалық сынау нәтижелері келтірілген. 1000 ° С температурасында BeO беріктігі ~ 23% төмендейді.Төмен температураларда сыналған үлгілердің бұзылу сипаты - морт сынғыш, ал 1000 ° С кезінде аралас болатындығы анықталды. Созылу кернеу аймағында - тұтқыр, сығылу кернеулері аймағында - сынғыш-тұтқыр.

**Түйін сөздер:** механикалық қасиеттері, Beo, беріктігі, бұзылу механизмі.

Akayev S.O., Dikov A.S., Dikova L.A., Kislitsin S.B., Larionov A.S.

**Influence of test temperature on the fracture mechanism of beryllium oxide**

**Summary.** The results of mechanical tests for compression and bending of beryllium oxide samples tested at temperatures of 24 and 1000 ° C are presented. At temperature of 1000 ° C, the strength of BeO decreases by ~ 23%. It is established that the character of the destruction of samples at low-temperature tested is brittle, while at 1000 °C the mixed character of destruction is observe. In the area of tensile strain the ductile destruction take place while in compression region the brittle - ductile destruction.

**Key words:** mechanical properties, BeO, strength, mechanism of destruction.

УДК 621.867.2

**O. Zharkevich, E. Dandybaev, S. Mikheev**
(Karaganda State Technical University, Karaganda, Kazakhstan
E–mail: sergey_miheev_95@mail.ru.)

## INVESTIGATION OF THE STRESS STRAIN STATE OF A SHAFT SWIVEL BUCKET – HANDLE

**Abstract.** Excavator is the main type of earth–moving machinery equipped with a bucket designed for the soil excavation (rocks, minerals) and loading of bulk materials. The front linkage of the excavator, representing a combination of boom, arm and bucket is the main body for performing various manipulations. The important indicator of the effective use of the excavator is its performance, which depends on the reliability of the equipment. This type of equipment is used in a variety of geological and climatic conditions.

Working equipment undergoes high dynamic loads during the excavation of wet and frozen soils. The service life of the equipment is largely determined by the swivel joints. One of these is the connection of the bucket–handle, which in its work is experiencing significant loads. Therefore, this article is devoted to the study of the stress – strain state of the shaft of the bucket – handle connection. The simulated stress–strain state in SOLIDWORKS 2017. The stress–strain state is calculated by the finite element method. The study identified areas of stress in the shaft. The maximum values of deformation are determined. The safety factor is calculated.

**Key words:** swivel joints, shaft, handle, tension, safety factor, excavator

**О.М. Жаркевич, Е. С. Дандыбаев, С. С. Михеев**
(Карагандинский государственный технический университет,
Караганда, Республика Казахстан)

## ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО–ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ПАЛЬЦА ШАРНИРНОГО СОЕДИНЕНИЯ КОВШ – РУКОЯТЬ

**Аннотация:** Экскаватор основной тип землеройных машин, оснащённых ковшом, предназначенный для разработки грунтов (горных пород, полезных ископаемых) и погрузки сыпучих материалов. Передний рычаг экскаватора, представляющий совокупность стрелы, рукояти и ковша является основным органом для выполнения

различных манипуляций. Важным показателем эффективного использования экскаватора является его производительность, которая зависит от надежности оборудования. Данный вид техники используется в самых различных геологических и климатических условиях.

Рабочее оборудование испытывает высокие динамические нагрузки во время экскавации сырых и мерзлых грунтов. Ресурс работы оборудования во многом обуславливают шарнирные соединения. Одним из таких является соединения ковш – рукоять, которое в своей работе испытывает значительные нагрузки. Поэтому данная статья посвящена исследованию напряженно – деформированного состояния пальца соединения ковш – рукоять. Смоделировано напряженно–деформированное состояния в программе SOLIDWORKS 2017. Расчет напряженно–деформированного состояния произведен по методу конечных элементов. В результате исследования установлены участки возникновения напряжений в пальце. Определены максимальные значения деформации. Рассчитан коэффициент запаса прочности.

**Ключевые слова:** шарнирные соединения, палец, рукоять, напряжение, коэффициент запаса, экскаватор.

Наиболее яркими представителями землеройных, выемочно – погрузочных машин, эксплуатируемых на открытых разработках, являются одноковшовые экскаваторы.

Экскаватором называется машина, предназначенная для черпания (экскавации) горной массы, перемещения ее на относительно небольшие расстояния и погрузки на транспортные средства и отвал.

Одноковшовые экскаваторы являются машинами цикличного (прерывного) действия, поскольку рабочий цикл складывается из четырех последовательных операций:

1 – черпания (наполнения ковша);

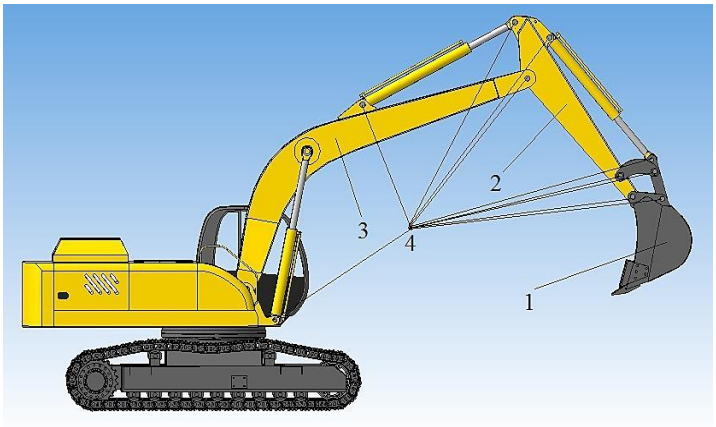
2 – транспортирования (перемещения ковша к месту разгрузки);

3 – разгрузки;

4 – транспортирования (перемещения ковша к месту черпания) [1].

Экскаваторы относятся к технике манипуляторного типа, поскольку имеют механизм для управления положением предметов, называемый рабочим оборудованием [2]. А от надежности агрегатов и узлов рабочего оборудования зависит надежность функционирования экскаватора в процессе его эксплуатации [3].

На рисунке 1 представлено рабочее оборудование экскаватора, в состав которого входят: ковш, рукоять, стрела.




1 – ковш, 2 – рукоять, 3 – стрела, 4 – шарнирные соединения

**Рис. 1.** Рабочее оборудование экскаватора

Копание (срезание) грунтов производится ковшом. Рукоять служит для передачи на ковш напорного усилия. Стрела является основанием для всех элементов рабочего оборудования и воспринимает от них нагрузки [4, 5]. Стрела, рукоять и ковш соединены между собой шарнирно с помощью пальцев и бронзовых втулок, представляющих собой подшипники скольжения (рисунок 1) [6]. Они обеспечивают подвижность звеньев технологического оборудования, крепление гидроцилиндров и рабочих органов [7].

На детали рабочего оборудования воздействуют значительные динамические нагрузки, возникающие в периоды разгона и торможения механизмов подъема, напора и поворота и вызывающие большие напряжения в этих деталях [5]. Согласно статистическим данным, наибольшее количество отказов основных механизмов экскаваторов, эксплуатируемых в различных условиях, приходится на рабочее оборудование [3].

Однако ресурс рабочего оборудования в значительной мере определяют шарнирные соединения, поскольку детали трущихся пар имеют значительно меньший рабочий ресурс по сравнению с ресурсом металлоконструкций [8].

Опыт эксплуатации землеройных машин показывает, что при разработке горной массы, влажных грунтов (особенно при отрицательной температуре) существенно снижается производительность машин из–за увеличения сопротивления при врезании (копании) ковша в грунт. Для внедрения ковша в грунт требуются значительные усилия. Это приводит к возникновению предельных нагрузок оказывающих действие не только на конструкцию ковша и рукояти, но и на их шарнирное соединение [9, 10]. Палец, обеспечивающий подвижность соединения, может выйти из строя в связи, с чем резко нарушится их подвижность, и дальнейшая эксплуатация техники станет фактически невозможной [11].

В связи с этим было принято решение исследовать напряженно деформированное состояния пальца шарнирного соединения ковш – рукоять, в период первой операции – черпания (врезания ковша в грунт). Объектом исследования был выбран шарнирный палец крепления ковша к рукояти экскаватора марки Komatsu PC400LC [12]. В качестве материала выбрана сталь 45 [13].

Геометрические размеры пальца приведены на рисунке 2. Схема действия сил приведена на рисунке 3, Р – усилие, действующее на палец со стороны рукояти, Рс – усилие сопротивления действующее на ковш со стороны.

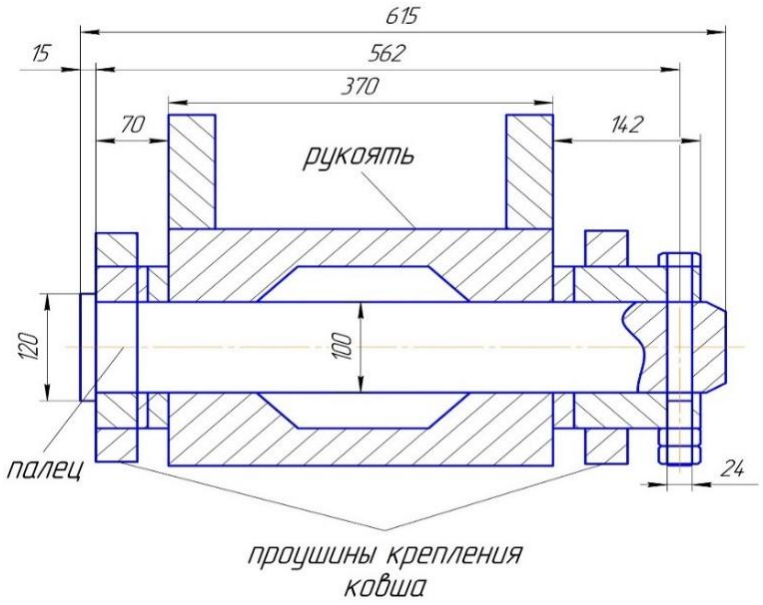



**Рис. 2.** Соединение ковш – рукоять экскаватора Komatsu PC400LC

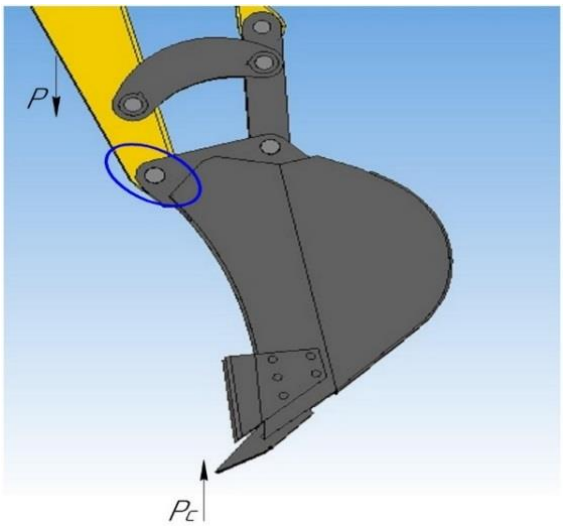



**Рис. 3.** Схема действия сил на палец соединения ковш – рукоять

Для проведения моделирования напряженно–деформированного состояния была выбрана программа SOLIDWORKS 2017 [14]. Определение напряженно–деформированного состояния осуществлялось на основе метода конечных элементов, используемого при решении различных инженерных задач [15].

Для имитации нагрузки, действующей на палец соединения ковш – рукоять, были использованы следующие значения [12]:

– нагрузка по оси Y – усилие резания рукоятью при максимальной мощности: 214000 Н (рисунок 4).

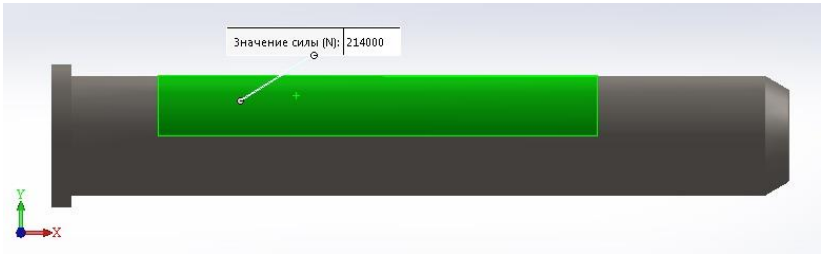



**Рис. 4.** Усилие воздействия рукояти на палец соединения ковш – рукоять по оси Y

Фиксации пальца в проушинах ковша была произведена в соответствии с рисунком 2 и представлена на рисунке 5.

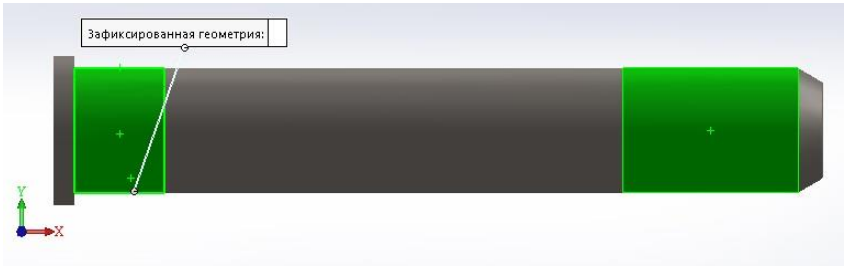



**Рис. 5.** Фиксация пальца в проушинах ковша

В результате проведенного анализа, распределение напряжений в пальце носит неравномерный характер. Наибольшим участком скопления напряжений является место соприкосновения рукояти с проушинами ковша, где максимальное значение составило 111 МПа (рисунок 6). Напряжения в этих местах могут стать источниками трещин, что в конечном итоге может привести к выходу из строя всего шарнирного соединения. Минимальные напряжения присущи местам закрепления пальца в проушинах ковша.

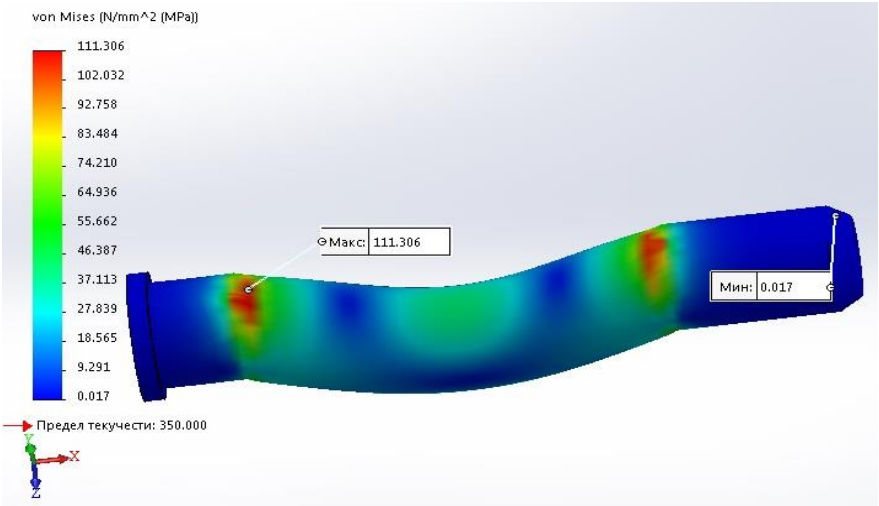



**Рис. 6.** Напряжения в пальце соединения ковш – рукоять

Наибольшие перемещения в пальце наблюдаются в его центральной части, поскольку действующая на него нагрузка пытается изогнуть и сломать в местах соприкосновения стрелы с рукоятью. Максимальное значение перемещения – 0,063 мм.

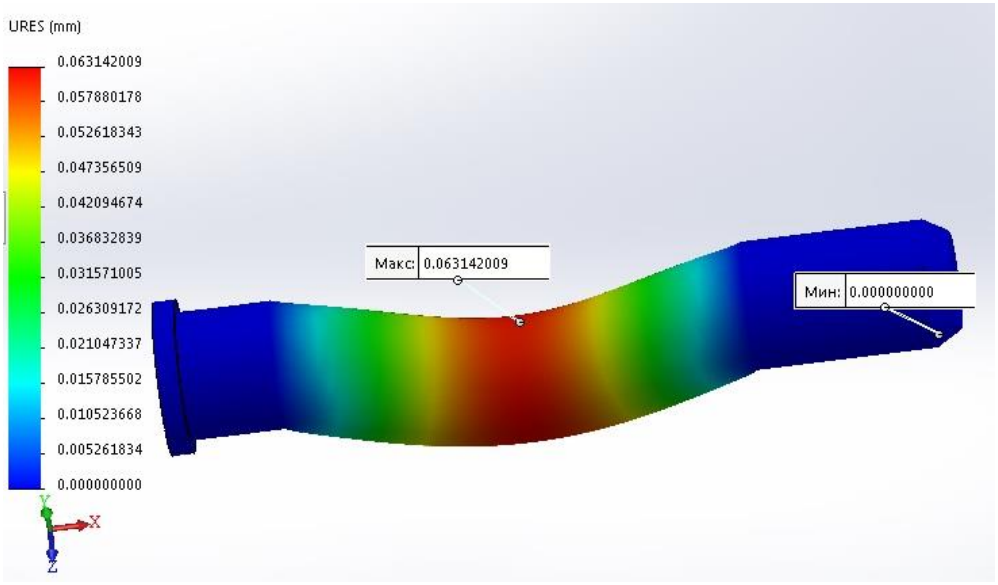



**Рис. 7.** Перемещения в пальце соединения ковш – рукоять

Распределение деформаций в пальце также носит неравномерный характер. Очагами деформации является места соприкосновения ковша и рукояти. При возрастании напряжений выше предела упругости деформация на этих участках станет необратимой, что в конечном итоге приведет к нарушению целостности пальца, т.е. к его разрушению. Максимальная деформация – 0,000449 (рисунок 8).

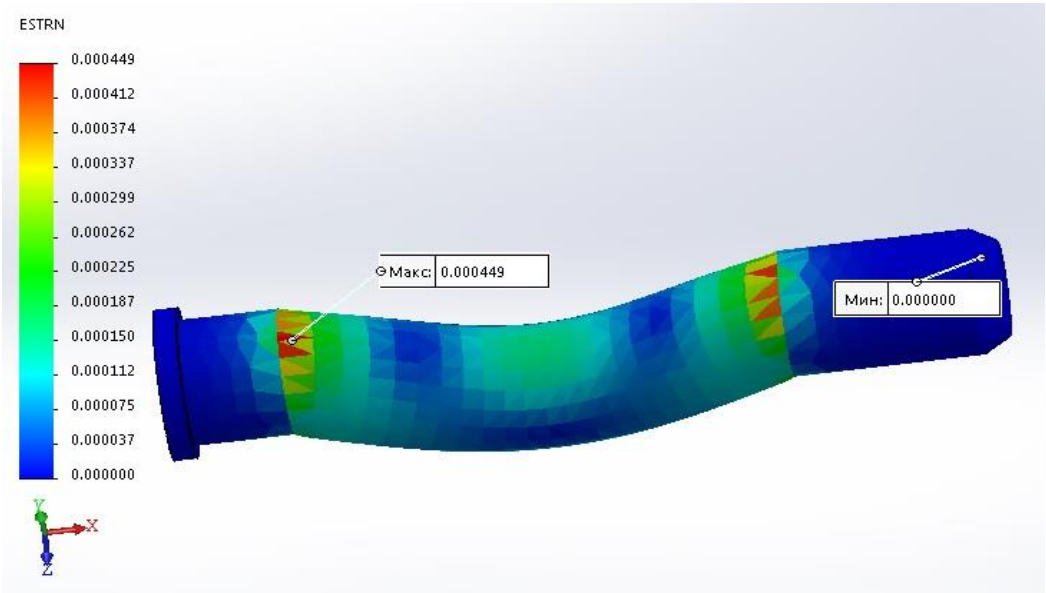



**Рис. 8.** Деформация в пальце соединения ковш – рукоять

После проведенного исследования необходимо проверить, обеспечиваются ли необходимый запас прочности. При расчете конструкций по напряжениям условие прочности записывается в виде [16]:

$$\sigma_{max} \leq [\sigma], \quad (1)$$

где $\sigma_{max}$ – расчетное значение напряжения в точке, где возникают наибольшие напряжения, МПа;

$[\sigma]$ – допускаемое напряжение, МПа.

Условия прочности для пальца соединения ковш – рукоять марки 45 диаметром 100 мм обеспечены, т.к. 111 МПа ≤ 345 МПа [17].

Для определения коэффициента запаса прочности воспользуемся формулой:

$$n = [\sigma]/\sigma_{max}, \quad (2)$$

$$n = 345/111 = 3{,}1.$$

Для проверки сходимости результатов вычисления, рассчитаем коэффициента запаса прочности и построим график с помощью программы SOLIDWORKS 2017. В результате минимальный коэффициент запаса прочности составил 3,1, что подтверждает правильность выполненного расчета (рисунок 9).

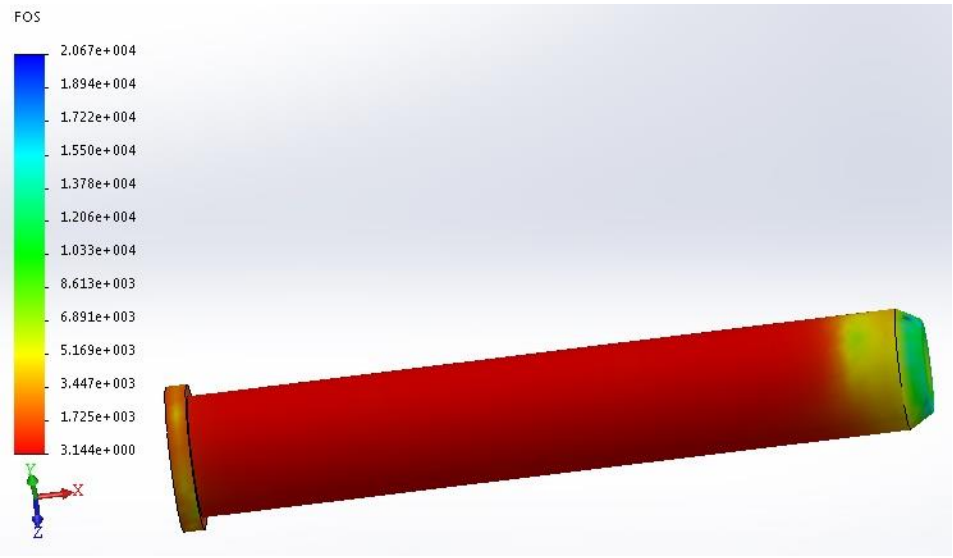



**Рис. 9.** Запас прочности пальца соединения ковш – рукоять

В машиностроении на основании практики конструирования, расчета и эксплуатации машин и сооружений для пластичных материалов при статической нагрузке принимают = 1,4 ÷ 1,6; для хрупких материалов = 2,5 ÷ 4,0, поэтому требуемая прочность обеспечена.

Результаты проведенного исследования позволяют сделать вывод, что участками скопления максимальных напряжений и перерастаний их в очаги деформаций являются места соприкосновения ковша и рукояти экскаватора. Именно здесь в результате приложения значительных усилий существует большая вероятность образования трещин, что приведет к разрушению пальца и выходу из строя соединения ковш – рукоять. Наибольшие перемещения наблюдаются в центральной части пальца, поскольку действующее на него усилие со стороны рукояти стремится изогнуть и сломать палец в местах контакта проушин ковша с рукоятью. Рассчитанный коэффициент запаса прочности равный 3,1 обеспечивает требуемую прочность, поскольку величина коэффициента соответствует диапазону рекомендуемых значений 2,5 ÷ 4,0.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Дроздова, Л. Г. Одноковшовые экскаваторы: конструкция, монтаж и ремонт: учеб. Пособие /Л. Г. Дроздова, О. А. Курбатова. – Владивосток: ДВГТУ, 2007. – 235 с.

[2] Афоничев Д. Н, Василенко В. В., Кондрашова Е. В. Повышение ремонтной технологичности манипуляторов сельскохозяйственного назначения // Вестник воронежского государственного аграрного университета. – 2014. – №3. – С. 109 - 112.

[3] Саитов В.И., Андреева Л.И., Красникова Т.И. Влияние грансостава забоя на количество отказов механизма напора экскаватора цикличного действия // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 2. [Электронный ресурс] URL: http://science-education.ru/102-5859 (дата обращения 12.11.2018).

[4] Jong–Won Kim, Seungmin Jung, Jinuk Kim, Jongwon Kim, TaeWon Seo. Optimal design of the front linkage of a hydraulic excavator for multi–objective function // Journal of Mechanical Science and Technology. Volume 28, 2014. – P. 3103 - 3111.

[5] Mohammad Mostafa Soltania, Zhenhua Zhub, Amin Hammad. Skeleton estimation of excavator by detecting its parts // Automation in Construction, Volume 82, October 2017, Pages 1-15

[6] Голован Ю. В., Емельянов В. К., Козырь Т. В. Спасательная техника и базовые машины. – Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2008. - 227 с.

[7] Серебрянский А. И. Исключение отрицательного эффекта реверса и автоматическая компенсация износов в шарнирах манипуляторов // Научно–методический электронный журнал «Концепт». – 2014. – Т. 20. – С. 3061 - 3065.

[8] Серебрянский А. И., Абрамов В. В., Канищев Д. А. Обоснование выбора антифрикционного материала для шарниров лесных манипуляторов // Лесотехнический журнал. – 2014. – №1. – С. 194 – 200.

[9] Зеньков С.А., Курмашев Е.В., Елохин А.В., Красавин О.Ю. Использование пьезокерамических преобразователей (трансдьюсеров) для снижения сил адгезии грунтов на рабочих органах строительно–дорожных машин // Политранспортные системы Сибири: сб. докл. VI Всерос. науч.–техн. конф. – Новосибирск, 2009. – Ч.1. – С. 346 - 351.

[10] Шарипов Р. Х. Изучение влияния скорости подъема ковша на долговечность рукояти экскаваторов с зубчато - реечным напором: автореф. дис канд. техн.наук. – Екатеринбург, 2010. - 131 с.

[11] Компания СПЕЦТЕХСНАБ [Электронный ресурс] / Электрон. дан. – М.: Любые запчасти для спецтехники, 2018. – Режим доступа: http://sptsnab.ru/servis/, свободный. – Загл. с экрана. Яз. Рус.

[12] Qihuai Chena, Tianliang Lina, Haoling Rena. Parameters optimization and control strategy of power train systems in hybrid hydraulic excavators// Mechatronics, 56 (2018). - P. 16 - 25

[13] Серебрянский А. И., Богатырева Ж. И. Анализ видов изнашивания и возможные пути повышения износостойкости шарниров манипуляторов // Воронежский научно–технический вестник. – 2017. – Т. 19. – № 1. – С. 63 - 77.

[14] Зиновьев Д. В. Основы моделирования в SolidWorks. – ДМК – Пресс, 2017. – 240 с.

[15] Emmanuil H. Georgoulisa, Tristan Pryer. Recovered finite element methods// Comput. Methods Appl. Mech. Engrg., 332, 2018. - P. 303 - 324

[16] Саргсян А.Е. Сопротивление материалов, теории упругости и пластичности. – 2 – е изд. – М.: Высшая школа, 2000. – 286 с.

[17] Зубченко А.С. Марочник сталей и сплавов. – М.: Машиностроение, 2003. – 640 с.

Жаркевич О. М., Дандыбаев Е. С., Михеев С. С.

**Кернеулі-деформацияланған жағдайды зерттеу саусақтың шарнирлі қосылыстар шөміш – сабы**

**Түйіндеме:** Экскаватор топырақтың (тау жыныстары, минералдар) игерілуіне және көлемдік материалдарды тиеуге арналған ожаумен жабдықталған жер үсті техникасының негізгі түрі болып табылады.

Жебенің, саптың және ожаудың жиынтығын білдіретін экскаватордың алдыңғы рычагы түрлі манипуляцияларды орындауға арналған негізгі орган болып табылады. Экскаваторды тиімді пайдаланудың маңызды көрсеткіші - оның жұмыс істеуі, бұл жабдықтың сенімділігіне байланысты.

Техниканың бұл түрі түрлі геологиялық және климаттық жағдайларда қолданылады.

Жұмыс жабдығы шикі және қатып қалған топырақты экскавациялау кезінде жоғары динамикалық жүктемелерді сынайды. Жұмыс ресурсы көп жағдайда топсалы қосылыстарды байланыстырады. Олардың бірі-ожау-тұтқаны жалғау, ол өз жұмысында елеулі жүктемелерді сезінеді. Сондықтан, бұл мақала ожау-сапты жалғау саусағының кернеулі – деформацияланған жағдайын зерттеуге арналған. SOLIDWORKS 2017 бағдарламасында кернеулі-деформацияланған күйі үлгіленген. Кернеулі-деформацияланған күй есебі соңғы элементтер әдісі бойынша жүргізілді. Зерттеу нәтижесінде саусақта кернеудің пайда болу учаскелері анықталды. Деформацияның ең жоғарғы мәндері анықталды. Беріктік қорының коэффициенті есептелген.

**Түйінді сөздер:** бұрылыс түйістері, саусақ, таяқ, кернеу, қауіпсіздік коэффициенті, экскаватор

УДК 007-51

**E.S. Kostandyan**
(International Information Technology University, Almaty, Kazakhstan
era_9519@mail.ru)

## CONSTRUCTION OF ENTERPRISE ANALYTICAL REPORTING USING OLAP-TECHNOLOGY

**Abstract:** Electronic analytical online processing analysis (OLAP) of complex multidimensional data greatly simplifies the processing of business intelligence queries. OLAP is a database technology which optimizes queries processing and reports constructions, instead of transactions processing. The data source for OLAP is the Online Transaction Processing (OLTP) database systems, usually hosted within the data warehouses. OLAP data is organized hierarchically and stored in cubes instead of tables, and derived from this data over a long period of time, combined into structures which increases possibilities for complex data analysis. OLAP is a complex technology that uses multidimensional structures, in order to provide fast data access for analysis, which makes it easy to create reports of pivot tables and pivot charts for displaying high-level summaries, such as average employees number, sales statistics across the country, and others. This article discusses the concept and architecture of OLAP systems, the multidimensional cubes properties, and also provides an example of the practical implementation of OLAP technology, for creation of a summary report of the average the number of employees, including the creation of fact tables, ETL (Extract, Transform, and Load) processes.

**Key words:** OLAP-technology, multidimensional cubes, measures, dimensions, fact tables, ETL-processes.

**Э.С. Костандян**
(Международный университет информационных технологий,
Алматы, Республика Казахстан
era_9519@mail.ru)

## ПОСТРОЕНИЕ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ОТЧЕТНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ OLAP-ТЕХНОЛОГИИ

**Аннотация:** Электронная аналитическая обработка комплексного многомерного анализа данных Online Analytical Processing (OLAP) баз данных значительно упрощает обработку запросов бизнес-аналитики. OLAP – это технология организации баз данных, оптимизированная для обработки запросов и получения отчетов, вместо обработки транзакций. Источником данных для OLAP являются базы данных систем оперативной обработки транзакций Online Transaction Processing (OLTP), обычно размещенные в хранилищах данных. Данные OLAP организуются иерархически, хранятся в кубах вместо таблиц, выводятся из этих данных за длительный период времени и объединяются в структуры, дающие возможность сложного анализа. OLAP – это сложная технология, использующая многомерные структуры для обеспечения быстрого доступа к данным для анализа. Такая организация позволяет легко создавать отчеты сводных таблиц и сводных диаграмм для отображения высокоуровневых сводок, таких как среднесписочная численность, совокупность продаж по всей стране и другие. В настоящей статье рассмотрены концепция, а также архитектура OLAP-систем, свойства многомерных кубов. Приведен пример практической реализации OLAP-технологии, включающий в себя создание таблиц фактов, процедуры ETL (Extract, Transform, Load)-процессов, для создания сводного отчета среднесписочной численности предприятия.

**Ключевые слова:** OLAP-технология, многомерные кубы, набор мер, набор измерений, таблицы фактов, ETL-процессы.

### Концепция OLAP-систем

Термин OLAP был введён в 1993 г. одним из наиболее выдающихся британских учёных, Эдгаром Коддом, работы которого заложили основы теории реляционных баз данных [1]. OLAP (от англ. On-Line Analytical Processing) – технология оперативной аналитической обработки данных, использующая методы и средства для сбора, хранения и анализа многомерных данных в целях поддержки процессов принятия решений. Основной целью OLAP-систем является облегчение решения задач анализа данных. Кодд сформулировал 12 основных признаков OLAP-данных, на которые ориентируются большинство современных OLAP-средств.

В свою очередь, для обобщения и выделения ключевых моментов концепции OLAP, предложенной Эдгаром Коддом, бизнес-аналитик, специализирующийся на OLAP, Найджел Пендс, взамен предложенных Коддом 12-ти правил OLAP, предложил использовать так называемый тест FASMI (от англ. Fast Analysis of Shared Multidimensional Information – быстрый анализ доступной многомерной информации) [3], для более точного и емкого описания требований, предъявляемым к OLAP-системам.

Таблица 1.1 – 12 **признаков OLAP-данных**

| № | Признак, характеризующий OLAP-данные | Описание |
|---|---|---|
| 1 | Многомерная концепция данных | оперирует CUBE-данными [2], которые являются многомерными массивами. Число измерений OLAP-кубов не ограничено. |
| 2 | Прозрачность | OLAP-системы должны опираться на открытые системы, поддерживающие гетерогенные источники данных. |
| 3 | Доступность | OLAP-системы должны представлять пользователю единую логическую схему данных. |
| 4 | Постоянная скорость выполнения запросов | Производительность не должна падать при росте числа измерений. |
| 5 | Клиент/сервер архитектура | Системы должны базироваться на открытых интерфейсах и иметь модульную структуру. |
| 6 | Различное число измерений | Системы не должны ограничиваться трехмерной моделью представления данных. Измерения должны быть эквивалентны по применению любых функций. |
| 7 | Динамическое представление разреженных матриц | Под разреженной матрицей понимается матрица, не каждая ячейка которой содержит данные. OLAP- системы должны содержать средства хранения и обработки разреженных матриц больших объёмов. |
| 8 | Многопользовательская поддержка | OLAP-системы должны поддерживать многопользовательский режим работы. |
| 9 | Неограниченные многомерные операции | Аналогично требованию о различном числе измерений: все измерения считаются равными, и многомерные операции не должны накладывать ограничения на отношения между ячейками. |
| 10 | Интуитивно понятные инструменты манипулирования данными | Для формулирования многомерными запросами пользователи не должны работать в усложнённых меню. |
| 11 | Гибкая настройка конечных отчётов | Пользователи должны иметь возможность видеть только необходимые им данные, причём все их изменения должны немедленно отображаться в отчётах. |
| 12 | Отсутствие ограничений | Отсутствие ограничений на количество измерений и уровней агрегации данных. |

Согласно тесту FASMI, OLAP-система должна быть:

1) *Fast* – быстрой, обеспечивать почти мгновенный отклик на большинство запросов;

2) *Shared* – многопользовательской, должен существовать механизм контроля доступа к данным и возможность одновременной работы многих пользователей;

3) *Multidimensional* – многомерной. Данные должны представляться в виде многомерных кубов;

4) *Information* – данные должны быть полны с точки зрения аналитика, т.е. содержать всю необходимую информацию.

**Многомерные кубы, определения и свойства**

Для того чтобы лучше понять свойства и принцип построения многомерных кубов, рассмотрим базовую (фактическую) таблицу, на основе которой можно будет строить OLAP-куб. Множество атрибутов условно делят на две группы:

1) *Набор измерений* (категорий, локаторов), служащих критериями для анализа и определяющих многомерное пространство OLAP-куба. За счёт фиксации значений измерений получаются срезы (гиперплоскости) куба. Каждый срез представляет собой некий запрос к данным, включающий агрегации.

2) *Набор мер* – функций, ставящих данные в соответствие каждой точке пространства. Из атрибутов создаются измерения, содержащие проекцию по атрибуту, с введённой иерархией (например, для таблицы, содержащей фактические данные по продажам магазина, возможно измерение «Время», содержащее иерархию вида «Год-Месяц-Неделя-День»). Куб представляет собой декартово произведение измерений, где для каждого элемента произведения проставлен набор мер.

В кубе существуют отношения обобщения и специализации (roll-up/drill-down) по иерархиям измерений. Ячейка высокого уровня иерархии может «спускаться» (drill-down) к ячейке низкого уровня. Например, (R1, ALL, весна) может «спуститься» к ячейке (R1, книги, весна) и наоборот, «подниматься»

(roll-up) от (R1, книги, весна) к (R1, ALL, весна) по измерению «продукты». Таким образом, многомерную модель данных можно представить, как гиперкуб (Рис. 1.1). Ребрами такого гиперкуба являются измерения, а ячейками – меры.

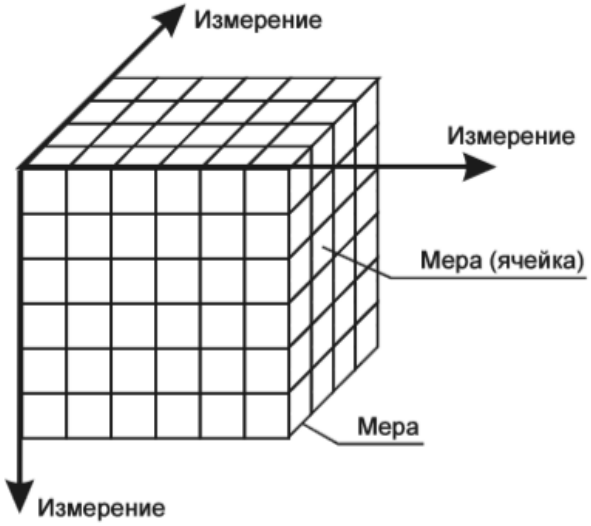



**Рис. 1.1.** Представление данных в виде гиперкуба

Измерения куба – это набор доменов, по которым создаётся многомерное пространство. Важная особенность OLAP-моделей – разделение измерений на локаторы (задающие точки) и меры (задающие значение). Как отмечено в [4], данное разделение может носить как условный, так и жесткий характер. В случае условного разделения возможно «разворачивать» измерения как данные и как аналитики, создавая новое значение куба по продажам – «количество продаж». Таким образом, чрезвычайно возрастает гибкость моделей и уровень абстракции. Однако данный подход, несмотря на свою привлекательность, чрезвычайно сложен в реализации (в частности, необходимость создания оптимальных алгоритмов хранения абстрактных типов данных) и, насколько известно, нигде промышленно не реализован.

Иерархичность данных – одно из важнейших свойств многомерных кубов. Иерархии призваны добавлять новые уровни в аналитическое пространство пользователя. Самый распространённый пример иерархии – «неделя – месяц – год». Соответственно, для уровней иерархии работают отношения обобщения и специализации (roll-up/drill-down). Как правило, в работах рассматриваются простые примеры иерархий «детальное значение – ALL», однако подобного уровня детализации может быть недостаточно. Все иерархии можно разбить на 2 типа. Основой разбиения будет служить расстояние от корня до листов. Если расстояние одинаково до всех листов – иерархии уровневые (leveled), в другом случае – несбалансированные (ragged). Можно привести следующие примеры типов иерархий:

1) *уровневые*: день–месяц–год; улица – город – страна;

2) *несбалансированные*: организационная диаграмма, различная группировка продуктов.

Важное свойство уровневых иерархий – возможное наличие частичного порядка внутри каждого уровня иерархии. Например, возможность сравнения месяцев по старшинству или городов по географическому положению. Большинство современных средств (алгоритмов) пренебрегают данным свойством, удаляя тем самым потенциально полезные связи модели.

Агрегирующие функции, меры и формулы. Неотъемлемая часть OLAP-модели – задание функций агрегирования. Поскольку цель OLAP – создание многоуровневой модели анализа, данные на уровнях, отличных от фактического, должны быть соответствующим образом агрегированы. По каждому измерению возможно задавать собственную (и не одну) функцию агрегации. В [5] приведена следующая классификация агрегирующих функций с точки зрения сложности распараллеливания:

1) *дистрибутивные функции* позволяют разбивать входные данные и вычислять отдельные итоги, которые потом возможно объединять;

2) *алгебраические функции* возможно представить комбинацией из дистрибутивных функций (например, Average() можно представить как сумму, разделённую на count);

3) *холистические функции* невозможно вычислять на частичных данных или представлять каким-либо образом.

**Архитектура OLAP-систем**

OLAP-система включает в себя два основных компонента [6]:

1) *OLAP-сервер* – обеспечивает хранение данных, выполнение над ними необходимых операций и формирование многомерной модели на концептуальном уровне. В настоящее время OLAP-серверы объединяют с ХД или ВД;

2) *OLAP-клиент* – представляет пользователю интерфейс к многомерной модели данных, обеспечивая его возможностью удобно манипулировать данными для выполнения задач анализа.

OLAP-серверы скрывают от конечного пользователя способ реализации многомерной модели. Они формируют гиперкуб, с которым пользователи посредством OLAP-клиента выполняют все необходимые манипуляции, анализируя данные. Между тем способ реализации очень важен, т. к. от него зависят такие характеристики, как производительность и занимаемые ресурсы. Выделяют три основных способа реализации:

1) *MOLAP* – многомерный (multivariate) OLAP. Для реализации многомерной модели используют многомерные БД;

2) *ROLAP* – реляционный (relational) OLAP. Для реализации многомерной модели используют реляционные БД;

3) *HOLAP* – гибридный (hybrid) OLAP. Для реализации многомерной модели используют и многомерные, и реляционные БД.

Более подробно способы хранения данных в OLAP-системах представлены в таблице 1.2.

Таблица 1.2. **Способы хранения данных в OLAP-системах**

| Способ хранения | ROLAP (Relational OLAP) | MOLAP (Multidimensional OLAP) | HOLAP (Hybrid OLAP) |
|---|---|---|---|
| Описание | Данные, включающие в себя все возможные агрегации, хранятся в реляционных таблицах. Все запросы пользователя транслируются в SQL-операторы выборки из данной таблицы. | Все данные хранятся в многомерной базе данных. Все запросы пользователя транслируются в запросы многомерной выборки (MDX, Express 4GL и др). | Базовые данные хранятся в реляционной таблице, агрегированные – в многомерной структуре. |
| Достоинства | Все данные хранятся внутри одной СУБД в одном формате. | Все данные хранятся в многомерных структурах, что существенно повышает скорость обработки запросов. Высокая производительность и простота использования встроенных функций. | Метод пытается совмещать достоинства предыдущих методов ROLAP и MOLAP. |
| Недостатки | Чрезмерное увеличение объёма таблицы данных для куба и сложности пересчёта агрегированных значений при изменениях начальных данных. | Данные куба «оторваны» от базовой таблицы, необходимы специальные инструменты для формирования кубов и их пересчёта в случае изменения базовых значений. Более экономичное использование ресурсов и большая гибкость при добавлении новых измерений. | По скорости уступает MOLAP. Невозможно целостное хранение данных и возрастают затраты на поддержку и определение типа хранения для подкубов. |

В настоящее время, довольно часто в литературе по OLAP-системам можно встретить также аббревиатуры DOLAP и JOLAP:

*DOLAP* – настольный (desktop) OLAP. Является недорогой и простой в использовании OLAP-системой, предназначенной для локального анализа и представления данных, которые загружаются из реляционной или многомерной БД на машину клиента;

*JOLAP* – новая, основанная на Java коллективная OLAP-API-инициатива, предназначенная для создания и управления данными и метаданными на серверах OLAP. Основной разработчик – Hyperion Solutions. Другими членами группы, определяющей предложенный API, являются компании IBM, Oracle и др.

**Практическая реализация аналитической отчетности с применением OLAP-технологии**

В ходе исследования OLAP-технологии, а также вышеизложенных свойств и преимуществ использования OLAP-кубов, на практике был реализован отчет «Среднесписочная численность предприятия» с применением технологии OLAP, в рамках реализации которого были созданы следующие объекты базы данных Oracle в программе PL/SQL Developer: две таблицы фактов

(XXHCM_EMPLOYEE_FACTS_T, XXHCM_POSITION_FACTS_T), два PL/SQL пакета (XXHCM_EMPLOYEE_FACTS_PKG, XXHCM_FACTS_PKG), созданы процедуры ETL-процесса по извлечению, очистке и загрузке данных по сотрудникам и позициям, также подготовлен шаблон отчета.

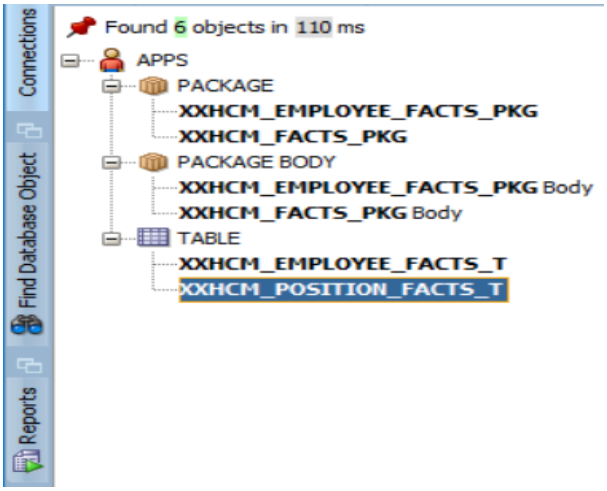



**Рис. 2.1.** Объекты БД, созданные для реализации отчета среднесписочная численность

Ниже более подробно представлены каждая из таблиц – столбцы, данные, а также суммарное общее количество записей после загрузки данных в таблицы (после отработки ETL – процедур).

Таблица фактов позиций **XXHCM_POSITION_FACTS_T** содержит следующие столбцы EFFECTIVE_DATE, POSITION_ID, ORGANIZATION_ID, JOB_ID, LOCATIONA_ID, FTE, MAX_PERSONS.

```
select * from XXHCM_POSITION_FACTS_T t
```

| | EFFECTIVE_DATE | POSITION_ID | ORGANIZATION_ID | JOB_ID | LOCATION_ID | FTE | MAX_PERSONS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 28.09.2014 | 3210 | 313 | 1200 | 146 | 4 | 4 |
| 2 | 28.09.2014 | 3211 | 313 | 1201 | 146 | 2 | 2 |
| 3 | 28.09.2014 | 3212 | 313 | 1202 | 146 | 4 | 4 |
| 4 | 28.09.2014 | 3213 | 313 | 1203 | 146 | 8 | 8 |
| 5 | 28.09.2014 | 3214 | 269 | 1204 | 146 | 1 | 1 |
| 6 | 28.09.2014 | 3215 | 269 | 1185 | 146 | 4 | 4 |
| 7 | 28.09.2014 | 3216 | 309 | 1205 | 146 | 1 | 1 |
| 8 | 28.09.2014 | 3217 | 309 | 1206 | 146 | 1 | 1 |
| 9 | 28.09.2014 | 3218 | 309 | 1207 | 146 | 2 | 2 |
| 10 | 28.09.2014 | 3219 | 309 | 1208 | 146 | 2 | 2 |
| 11 | 28.09.2014 | 3220 | 309 | 1209 | 146 | 2 | 2 |
| 12 | 28.09.2014 | 3221 | 350 | 1126 | 149 | 1 | 1 |
| 13 | 28.09.2014 | 3222 | 339 | 1210 | 149 | 0 | 5 |
| 14 | 28.09.2014 | 3223 | 351 | 1211 | 149 | 1 | 1 |
| 15 | 28.09.2014 | 3224 | 272 | 1212 | 149 | 1 | 0 |
| 16 | 28.09.2014 | 3225 | 318 | 1213 | 146 | 2 | 2 |
| 17 | 28.09.2014 | 3226 | 322 | 1214 | 146 | 1 | 1 |
| 18 | 28.09.2014 | 3227 | 283 | 1215 | 146 | 1 | 1 |
| 19 | 28.09.2014 | 3228 | 248 | 1216 | 149 | 1 | 1 |
| 20 | 28.09.2014 | 3229 | 325 | 1217 | 146 | 1 | 1 |
| 21 | 28.09.2014 | 3230 | 325 | 1218 | 146 | 1 | 1 |
| 22 | 28.09.2014 | 3231 | 266 | 1219 | 146 | 11 | 11 |
| 23 | 28.09.2014 | 3232 | 324 | 1220 | 146 | 1 | 1 |
| 24 | 28.09.2014 | 3233 | 266 | 1221 | 146 | 2 | 2 |
| 25 | 28.09.2014 | 3234 | 251 | 1222 | 146 | 1 | 1 |
| 26 | 28.09.2014 | 3235 | 334 | 1223 | 149 | 1 | 1 |
| 27 | 28.09.2014 | 3236 | 336 | 1224 | 149 | 0 | 0 |
| 28 | 28.09.2014 | 3237 | 298 | 1225 | 149 | 1 | 1 |
| 29 | 28.09.2014 | 3238 | 286 | 1147 | 146 | 4 | 4 |
| 30 | 28.09.2014 | 3239 | 286 | 1226 | 146 | 1 | 1 |
| 31 | 28.09.2014 | 3240 | 351 | 1227 | 149 | 4 | 4 |

1:1 5:04 apps@CRP_OEBS 337577 rows selected in 304,875 seconds (more...)

**Рис. 2.2.** Данные таблицы фактов позиций XXHCM_POSITION_FACTS_T

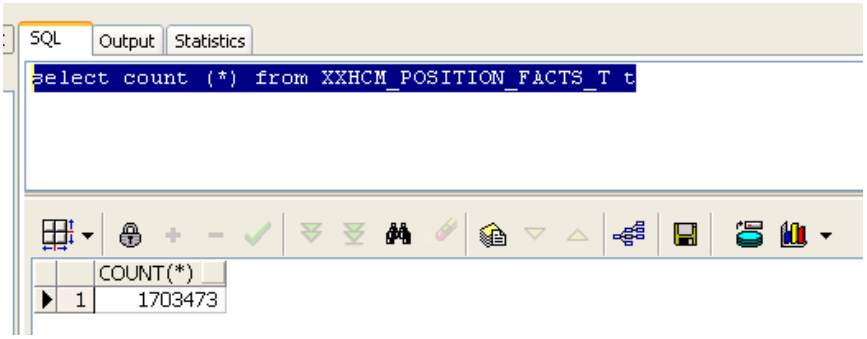



**Рис. 2.3.** Общее количество записей таблицы фактов позиций XXHCM_POSITION_FACTS_T

Таблица фактов сотрудников **XXHCM_ EMPLOYEE_FACTS_T** содержит следующие столбцы EFFECTIVE_DATE, PERSON_ID, PERSON_TYPE_ID, GENDER, ASSUGNMENT_ID, ASSIGNMENT_STATUS_TYPE_ID, LOCATION_ID, ORGANIZATION_ID, POSITION_ID, GRADE_ID, PEOPLE_GROUP_ID, PAYROLL_ID, HEADCOUNT,FOT_AMOUNT,FZP_AMOUNT,ACTUAL_HOURS,WORK_SCHEDULE_HOURS,ABSENCE_ATTENDANCE_ID,HIRE_DATE,TERMINATION_DATE.

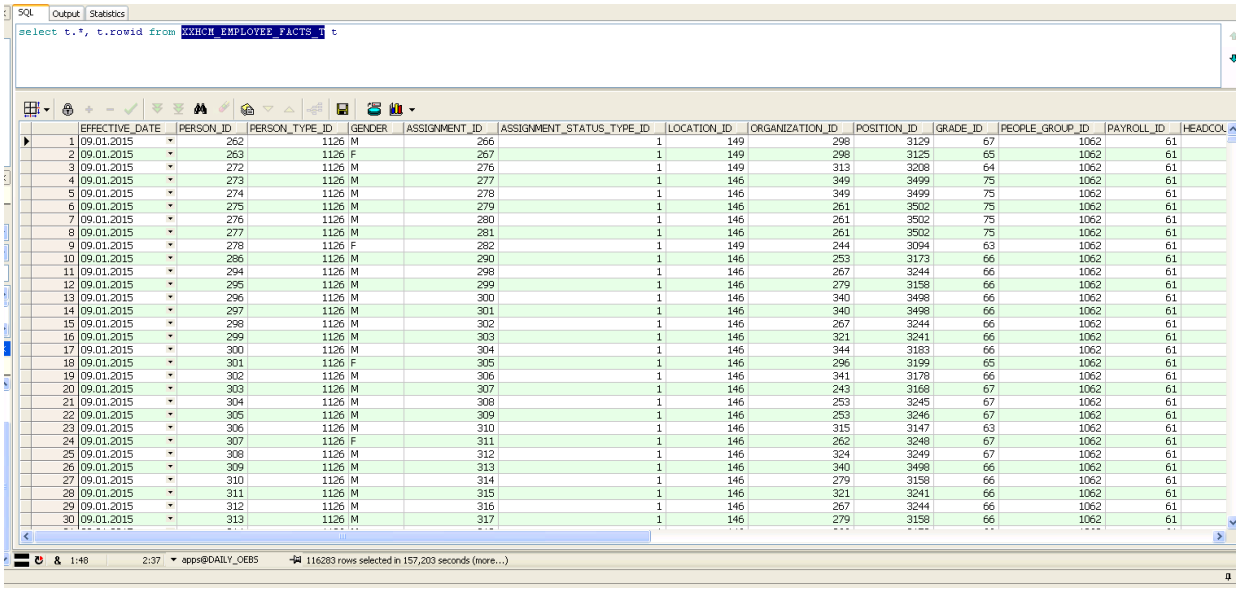



**Рис. 2.4.** Данные таблицы фактов сотрудников XXHCM_ EMPLOYEE_FACTS_T

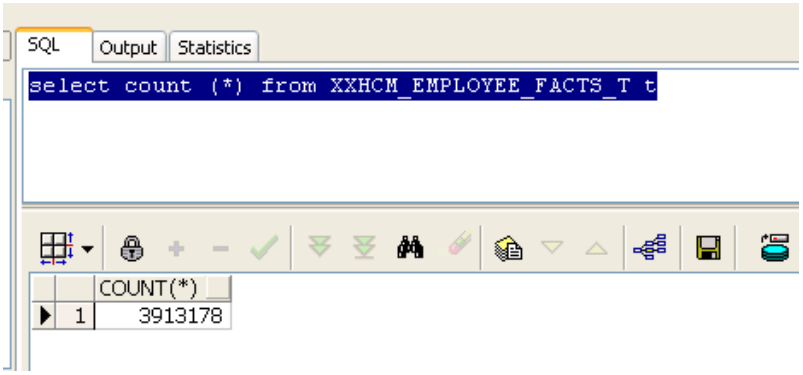



**Рис. 2.5.** Общее количество записей таблицы фактов позиций XXHCM_POSITION_FACTS_T

В пакете xxhcm_employee_facts_pkg содержится одна функция function recreate_calendar и две процедуры по ETL-загрузке данных.

*create or replace package xxhcm_employee_facts_pkg is*
*-- Author : ERA.KOSTANDYAN*
*-- Created : 31.07.2018 14:52:41*
*-- Purpose :*

*function recreate_calendar(p_validate boolean default true, p_start_date date, p_end_date date) return number;*
*procedure employee_etl(p_validate boolean default true, p_start_date date, p_end_date date);*
*procedure positions_etl(p_validate boolean default true, p_start_date date, p_end_date date);*
*end xxhcm_employee_facts_pkg;*

```
function recreate_calendar(p_validate boolean default true, p_start_date date, p_end_date date) return number is
  n_inserted_days number := 0;
begin
  --Delete
  delete from XXHCM_CALENDAR_T t; /*where t.effective_date between p_start_date and p_end_date;*/
  if p_validate = false then
    commit;
  end if;
  --Insert
  insert into XXHCM_CALENDAR_T
    (effective_date, day_of_week, day_of_week_name, Week_Number, Month_number, Month_name, Quarter, half_year, YYYY)
    select x.effective_date
          ,TO_CHAR(x.effective_date, 'D') day_of_week
          ,trim(TO_CHAR(x.effective_date, 'DAY')) day_of_week_name
          ,TO_CHAR(x.effective_date, 'WW') Week_Number
          ,TO_CHAR(x.effective_date, 'MM') Month_number
          ,trim(TO_CHAR(x.effective_date, 'MONTH')) Month_name
          ,TO_CHAR(x.effective_date, 'Q') Quarter
          ,(case
            when extract(month from x.effective_date) <= 6 then
             1
            else
             2
           end) as half_year
          ,TO_CHAR(x.effective_date, 'YYYY') YYYY
      from (select p_start_date + rownum - 1 effective_date
              from all_objects
             where rownum <= p_end_date - p_start_date + 1) x;

  if p_validate = false then
    commit;
  end if;
  select count(c.effective_date) into n_inserted_days from XXHCM_CALENDAR_T c;
  return n_inserted_days;

end recreate_calendar;
```

**Рис. 2.6.** Код функции recreate_calendar()

Отчет формируется в формате .xslx и открывается средствами EXCEL, время выполнения не более 2-х минут. Выгружается напрямую с формы Oracle посредством выполнения параллельной программы.

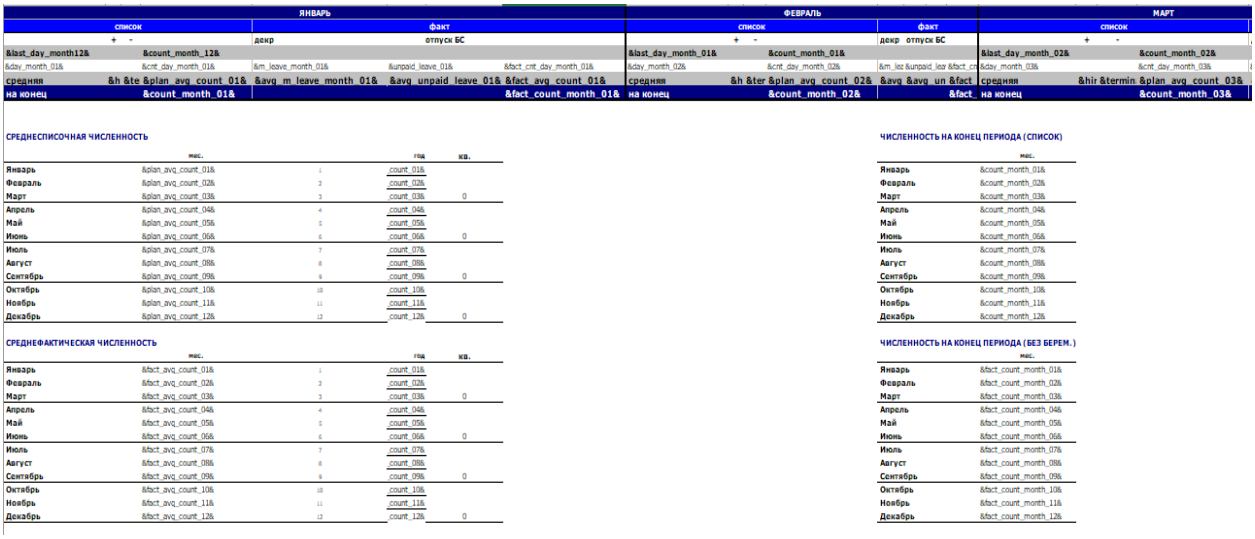



**Рис. 2.7.** Отчет «Среднесписочная численность» предприятия

**Заключение**

В настоящее время одной из самых актуальных задач, стоящих перед компаниями, является превращение разрозненных данных в структурированную информацию, описанную в экономических терминах и позволяющую принимать обоснованные управленческие решения. Именно для этого предназначены специальные системы аналитической обработки данных в режиме реального времени – OLAP (On-Line Analysis Processing). Примером программного продукта такого класса может служить Hyperion Essbase (разработка Hyperion Solutions Corporation). Чтобы моделировать деятельность компании и оперативно составлять точные отчеты, нужно уметь выбирать данные из многих источников одновременно. Поэтому OLAP-системы специально настраиваются на различные форматы источников данных и формируют многомерный массив корпоративной информации. OLAP-системы обеспечивают решение многих аналитических задач: анализ ключевых показателей деятельности, маркетинговый и финансово-экономический анализ, анализ сценариев, моделирование, прогнозирование и т.д. Такие системы не обусловлены особенностями информационной инфраструктуры компании и могут работать со всеми необходимыми данными, независимо от их источников. Программные продукты этого класса получили широкое распространение во всем мире, причем используются они в компаниях самых разных отраслей и видов деятельности.

Таким образом, были осуществлены исследование предметной области, изучение OLAP-технологии, анализ и разработка отчета, работающего с применение технологии OLAP, разработка скриптов дополнительной обработки данных (извлечения, преобразования, загрузки данных) – ETL-процессов.

Новые результаты, полученные в процессе исследования предметной области:

1) Реализован первый отчет с применением технологии OLAP, исследована предметная область.
2) Оптимизирован код подзапросов, формирующих отчет.
3) Улучшена скорость формирования отчета.
4) Снижены временные затраты на сбор и составление ежеквартальной отчетности для руководства.
5) Автоматизирован процесс сбора информации и формирования отчетов.
6) Найдено комплексное решение аналитических и статистических задач не только в иерархическом (предприятие, подразделение, департамент) разрезе, но и временном (сбор аналитики с момента создания предприятия, подразделения, департамента и по текущий момент).

ЛИТЕРАТУРА

[1] J. Paredes. The multidimensional data-modeling toolkit. Making Your Business Intelligence Applications Smart with Oracle OLAP. 2009. 656 p.

[2] О'Лири Д.Э. ERP системы. Современное планирование и управление ресурсами предприятия//Вершина, 2004. -272 с.

[3] Репин В. Бизнес-процессы. Моделирование, внедрение, управление//Манн, Иванов и Фербер, 2013. С.512 с.

[4] Леон А. Enterprise Resource Planning (ERP). Tata McGraw-Hill Education, 2008. – С.370 с.

[5] Орлов А.А. Хлебников В.Ю. Технологии концептуальных информационных систем – инструмент моделирования логических систем//IV Международная научно-практическая конференция.– Пермь, 2017. – С. 580-585

[6] Репин В., Елиферов В. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов// Манн, Иванов и Фербер, 2012. - 408с.

[7] Mohan Iyer. Oracle E-Business Suite Financials R12: A Functionality Guide//Packt Publishing, 2012. 336 p.

[8] Simona Sternad Zabukovsek, Samo Bobek. EPB Business Solutions Acceptance in Companies// Managing in Recovery Markets, 2014. pp 283-284.

[9] [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-81-322-1979-8_22]

[10] В.В, Ильин. Внедрение ERP-систем. Управление экономической эффективностью/Теревинф, 2015. – С. 296

[11] Zaheer, Syed, Arslan, Erman. Practical Oracle E-Business Suite. An Implementation and Management Guide/Apress, 2016. 774 p.

[12] Thomas F. Wallance, Michael H.Kremzar. ERP: Making It Happen: The Implementers' Guide to Success with Enterprise Resource Planning/ Willey, 2001. 372 p.

[13] Martin Adam, Johannes Keckeis, Peter Kostenzer, Heiner Klepzig. Learn ERP: How ERP Systems Learn and Management Fit Together//Innovation and Future of Enterprise Information Systems, 2013. pp 13-18. [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-37021-2_3]

[14] Daphne Rich, Jens Dibbern. A Team-Oriented Investigation of ERP Post-Implementation Integration Projects: How Cross-Functional Collaboration Influences ERP Benefits//Innovation and Future of Enterprise Information Systems, 2013. pp 115-127. [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-37021-2_10]

[15] Электронно-информационный_ресурс: [https://ca.idc.com/ru/about-idc/company-overview]

[16]Электронно-информационный_ресурс: http://profit.kz/articles/7158/ERP-v-Kazahstane-vihod-iz-teni-v-oblaka/
[17]Ю. Кудрявцев. OLAP-технологии: Обзор решаемых задач и исследований. 2008. – С. 297
[18]Орлов А.А. Записки автоматизатора//Манн, Иванов и Фербер, 2008. – С.180 с.

Костандян Э.С.

**Olap-технологиясының қолдануымен кәсіпорынның аналитикалық есеп-қисабының құрылуы**

**Түйіндеме:** Электрондық аналитикалық жан-жақты көп-өлшемді Online Analytical Processing (OLAP) деректер қорының деректердің талдауының өңдеуын және бизнес-талдауының сұрауларының өңдеуын жеңілдетеді. OLAP технологиясы - деректер қорының ұйымдастыруы, сұрауларының өңдеуына және есептердіңм алуына оңтайландырылған. Деректердің сақтау орнына орналасқан Online Transaction Processing (OLTP) тез талдаған транзакциялар OLAP үшін деректердің көзі. OLAP деректері ұзақ мерзімдердің ішінде иерархиялық сатысын бойынша құрылатын, кестелерін орнына кубдарында сақталатын және қиын талдау жасалауына мүмкіндектір беретін құрылымына біріктірген. OLAP – деректердің тез қол жеткізуін беру үшін, көп-өлшемді құрылымын пайдаланатын қиын технологиясы. Осындай ұыймдастыруы кесетелер және диаграммалар негізделген жиынтық есептіліктердің құрылуын жеңілдетеді. Осы мақалама OLAP – жүйесілердің тұжырымдамасы,құрылымы, көп-өлшемді кубдардың ерекшеліктері, OLAP – технологиясының қолдануымен кәсіпорынның аналитикалық есеп-қисабының жүзеге асыруының мысалы, факт кестелері және ETL процедурасы (Extract, Transform, Load) зерттеген.

**Түйінді сөздер:** OLAP-технологиясы, көп өлшемді кубы, өлшемдердің жинақталымы, өлшеулердің жинақталымы, деректердің кестесі, ETL-үдересі.

Костандян Э.С.

**Построение аналитической отчетности предприятия с использованием olap-технологии**

**Резюме:** Электронная аналитическая обработка комплексного многомерного анализа данных Online Analytical Processing (OLAP) баз данных значительно упрощает обработку запросов бизнес-аналитики. OLAP — это технология организации баз данных, оптимизированная для обработки запросов и получения отчетов, вместо обработки транзакций. Источником данных для OLAP являются базы данных систем оперативной обработка транзакций Online Transaction Processing (OLTP), обычно размещенные в хранилищах данных. Данные OLAP организуются иерархически и хранятся в кубах вместо таблиц, и выводятся из этих данных за длительный период времени и объединяются в структуры, дающие возможность сложного анализа. OLAP - это сложная технология, использующая многомерные структуры для обеспечения быстрого доступа к данным для анализа. Такая организация позволяет легко создавать отчеты сводных таблиц и сводных диаграмм для отображения высокоуровневых сводок, таких как среднесписочная численность, совокупность продаж по всей стране и другие. В настоящей статье рассмотрены концепция, а также архитектура OLAP-систем, свойства многомерных кубов, и приведен пример практической реализации OLAP-технологии, включающих в себя создание таблиц фактов, процедуры ETL (Extract, Transform, Load)-процессов, для создания сводного отчета среднесписочной численности предприятия.

**Ключевые слова:** OLAP-технология, многомерные кубы, набор мер, набор измерений, таблицы фактов, ETL-процессы.

УДК 007-51

**E.S. Kostandyan, K. Basiri**
(International Information Technology University, Almaty, Kazakhstan
era_9519@mail.ru)

**REVIEW OF THE MOST PREVALENT ERP-SYSTEMS IN KAZAKSHTAN**

**Abstract:** Kazakhstan is one of favorites of the financial and economic growth on the territory of the CIS. Industrial complexes and enterprises develop rapidly, however management methods are unable to develop as fast as industrial enterprises'. For the great number of major concerns such tasks as increase in productivity of business processes, decline of productive losses, optimization of deliveries, operative receipt of accounting (both economic, administrative), repair of equipment and management become the most essential challenges. The universally recognized practice for control and decision of analogical tasks is introduction of informative ERP/ERP II systems on enterprises. The given article focuses on the history of the development of ERP-systems, review of the Kazakhstan's ERP-market, and provides comparative analysis of the foreign ERP-systems represented on domestic market.

**Keywords:** enterprise resource planning, ERP/ERP II systems, material requirements planning (MRP), business-processes automation, SAP, Oracle.

**Э.С. Костандян, К. Басири**
(Международный университет информационных технологий, Алматы, Республика Казахстан
era_9519@mail.ru)

## ОБЗОР НАИБОЛЕЕ РАСПРОСТРАНЕННЫХ В КАЗАХСТАНЕ ERP-СИСТЕМ

**Аннотация:** Казахстан является одним из фаворитов финансового и экономического подъема на территории СНГ. Быстрыми темпами развиваются промышленные комплексы и предприятия, однако способы управления не успевают за их развитием. Для множества крупных предприятий наиболее важными становятся такие задачи как увеличение производительности бизнес-процессов, снижение производственных убытков, оптимизация поставок, оперативное получение отчетности (экономической, управленческой), ремонт оснащения и оборудования, а также управление качеством продукции. Общепризнанной практикой для контроля и решения аналогичных задач является внедрение информационных ERP/ERP II систем на предприятиях. В настоящей статье рассмотрены история развития ERP-систем, рассмотрен казахстанский ERP-рынок, а также произведен сравнительный анализ представленных на отечественном рынке зарубежных ERP-систем.

**Ключевые слова:** планирование ресурсов предприятия, ERP/ERP II системы, планирование потребности в материалах (MRP), автоматизация бизнес-процессов, SAP, Oracle.

**История развития ERP систем**

История развития ERP систем берет свое начало с первой половины 60-х гг., когда люди впервые задумались о потенциале применения средств вычислительной техники для прогнозирования как деятельности предприятий в целом, так и внутренних и внешних производственных процессов. Одной из первых методологий, разработанных для решения вышеизложенных задач, была методология планирования в материалах MRP (material requirements planning), основу которой, составляла минимизация издержек на различных участках предприятия. В дальнейшем, методология MRP заложила основу для создания так называемых MRP-систем, главной задачей которой являлось снабжение требуемого количества необходимых комплектующих и материалов на складе, в рамках срока планирования.

Изначально, MRP-системы, основываясь на утвержденной производственной программе, формировали план заказов на определенный перевод, что со временем перестало удовлетворять возрастающие потребности предприятия. В конце 70-х гг. для того, чтобы увеличить эффективность от планирования, в MRP-системах была внедрена концепция воспроизведения замкнутого цикла – т.е. теперь создание и контроль программы производства осуществлялись на уровне цеха. Однако несмотря на это, главным недостатком MRP-систем по-прежнему оставался тот факт, что стоимость рабочей силы, производственные мощности и многие другие производственные показатели не учитывались при расчетах потребности в материалах. Поэтому в 80-х гг. MRP-система, получившая теперь название MRP-II, была преобразована в систему планирования производственных ресурсов для наиболее эффективного планирования не только складских материалов, но и финансовых и кадровых ресурсов предприятий. Новое название (MRP-II) сохранялось вплоть до начала 90-х гг., когда аналитическая компания Gartner Group ввела новый термин - система планирования ресурсов предприятий - ERP (enterprise resource planning), для обозначения интегрированных систем MRP-II совместно с модулем финансового планирования FRP (finance requirements planning)[1].

**Компоненты ERP систем**

Основу ERP-систем составляет концепция создания так называемого хранилища данных, единого для хранения всей (финансовой, производственной, кадровой и т.д.) бизнес-информации предприятия, тем самым не только улучшая производственную деятельность корпорации, но и снижая затраты на поддерку внутренних потоков внутри самого предприятия. Одним из наиболее часто встречающихся определений ERP-систем, является следующее: ERP-система - это набор интегрированных приложений, позволяющих создать единую информационную среду (ЕИС) для автоматизации планирования, учета, контроля и анализа всех основных бизнес-операций предприятия. Согласно некоммерческой международной образовательной организации APICS, занимающейся реализацией программ сертификации и стандартизации в области производственного операционного управления, для поддержания непрерывного производства, современная ERP-система (помимо ядра, реализующего стандарт MRP-II) должна включать в себя следующие модули [2, 3]:

1. SCM (supply chain management) – модуль управления цепочками поставок
2. APS (advanced planning and scheduling) – модуль для усовершенствования планирования и составления производственных графиков.

3. CRM (customer relationship management) – модуль для управления взаимоотношениями с клиентами.

4. EC (electronic commerce) – модуль электронной коммерции.

5. PDM (product data management) – модуль для управления данными по изделию.

6. Business Intelligence – надстройка, работающая на основе технологий DSS (decision support systems) и OLAP (online analytical processing).

7. Автономный модуль, отвечающий за конфигурированные системы SCE (standalone configuration engine)

8. FRP (finite resource planning) - модуль окончательного и детализированного планирования ресурсов.

В настоящее время ERP-системы используют повсеместно: помимо промышленных предприятий, возможности ERP-систем широко применяются в банках, торговых и страховых компаниях, сфере услуг и многих других сферах жизнедеятельности человека. Высокая популярность ERP-систем связана с тем, что ERP-системы используются для создания инфраструктуры электронного обмена данными между поставщиками/потребителями и предприятием, а также для предоставления информации, необходимой для принятия управленческих решений. Класс ERP-систем ориентирован на управление так называемым «виртуальным предприятием» т.е. предназначен для управления производством, трудовыми ресурсами, активами и финансами и нацелен на оптимизацию ресурсов предприятия.

Благодаря огромному спектру методов управления и планирования, предоставляемых ERP-системами, предприятия могут осуществлять контроль над количеством запасов, регулировать их залеживание и устранять дефицит; снижать складские издержи; сокращать незавершенное производство; оценивать возможность выполнения поступивших заказов, с учетом имеющихся на предприятии производственных мощностей; оптимизировать бизнес-процессы, тем самым сокращая время и расходы на изготовление продукции; вносить корректировки в производственные планы, с помощью сравнительного анализа между фактической и плановой производительности каждой производственной единицы; гибко и оперативно реагировать на спрос, в связи с уменьшением циклов выполнения заказа и производства продукции; повысить качество обслуживания потребителей за счет исполнения поставок в указанные заказчиком сроки [3, 4].

**ERP системы в Казахстане**

По оценкам отраслевых аналитиков, на казахстанских предприятиях в основном внедряют зарубежные и российские ERP-продукты, в виду того, что как таковых, собственных разработок в Казахстане не существует. SAP AG, Oracle, Microsoft Business Solutions, Epicor-Scala, Галактика и IFS AB составляют основу казахстанского IT рынка ERP-систем [6].

Согласно исследованиям экспертов, в самое ближайшее время рынок информационных технологий будет ориентироваться на мобильные решения, анализ больших данных и облачные услуги. Основываясь на статистических данных, представленной International Data Corporation (IDC) [5], являющимся одним из ведущих поставщиков информации и консалтинговых услуг, объем казахстанского рынка программного обеспечения для ERM (enterprise resource management) составил 60 миллионов долларов. В целом, наблюдается позитивная динамика роста рынка ERM-систем - за последние 5-10 лет объем рынка ERM-систем возрос в 5 раз [6]. На сегодняшний день, в Казахстане и СНГ существуют около 150 программных средств и различных продуктов для управления предприятием. Важно отметить, что наибольшая доля внедрений систем ERP приходится на сырьевой сектор, добывающую и нефтегазовые отрасли, финансовый сектор, энергетику и телеком, а также компании, входящие в Фонд Национального Благосостояния «Самрук-Казына».

Абсолютным лидером казахстанского рынка ERP-систем является немецкая компании SAP с долей рынка более 70 % (источник International Data Corporation (IDC)) [5], а количество клиентов составляет 158, в числе которых наиболее крупными являются Karachaganak Petroleum, «КазМунайГаз», «КазахстанТемирЖолы», ENRC, «Казахтелеком», Сбербанк и мн.др. В Казахстане SAP имеет порядка 26 деловых парнтеров с более чем 500 консультантов, и это число из года в год только увеличивается. Если же говорить о внедрении SAP ERP, то лидерство в Казахстане принадлежит компании, оказывающей консалтинговые услуги в области управления бизнесом, направленные на управление и оптимизацию бизнес-процессов. Основное решение, предлагаемое компанией - комплексное интегрированное решение для управления бизнесом mySAP Business Suite. В Казахстане компания Key Century успешно внедрила это решение на такие предприятия, как: Аэропорт Алматы, АО «Казахтелеком», Шнос, КазахстанТемирЖолы и Народным Банком Казахстана. Второе место по внедрениям можно отдать компании BIPS, которая провела внедрение систем SAP на такие предприятия, как: Издательский дом "БИКО", Жайремский ГОК, а также принимала участие во внедрении на НПЗ

«ШНОС». Помимо этого, внедрением ERP-систем SAP занимаются компании «KazTransCom» и "СофтЛайн Интернейшнл"[6].

Второе место казахстанского ERP рынка занимает американская корпорация Oracle, насчитывающая порядка 100 партнеров в Казахстане, (из которых 25 партнерских компаний имеют статус Oracle Platinum, с 5 и более специализациями по Oracle) наиболее известными из которых являются такие компании как АО «Эйр Астана», «КаР-Тел», «Сбербанк Казахстан», «Нурбанк», «Страховая компания Лондон-Алматы», «Азиатский газопровод», Комитет казначейства Министерства финансов РК и др. Основное решение, предлагаемое компанией – Oracle e- Business Suite. В качестве примера компании, занимающимся внедрением продуктов Oracle в секторе ERP-систем, можно привести компанию ТОО «Business Applications Solutions» (BAS), являющийся платиновым партнером Oracle [6].

Продукты и услуги от корпорации Microsoft, MS Dynamics также показывает положительную тенденцию роста за последние годы. В Казахстане у Microsoft очень разнообразный портфель проектов в финансовом секторе, в рознице, в добывающей промышленности. Несмотря на то, что центрально-азиатский регион занимает небольшую долю от основного дохода корпорации Epicor (всего 11%), а основная доля доходов (84%), приходится на Северную и Южную Америку, компания представлена на рынке Казахстана, и фокусируется на предприятиях производственного и дистрибутивного секторов. Помимо всего прочего, стоит отметить российскую компанию «1С», набирающую популярность и имеющую в Казахстане около 400 партнеров и 4 дистрибьюторов. Другая крупная российская компания «Галактика» представлена на казахстанском рынке ERP-систем уже более 20 лет, предоставляя свои программные решения и услуги для крупных корпораций добывающей и нефтегазовой отраслей [6].

Таким образом, очевидно, что в казахстанском сегменте ERP-систем преобладают международные зарубежные решения, которые кроме готовых продуктов, предлагают отечественным потребителям методологию внедрения, отраслевую экспертизу, а также готовы поделиться опытом международных партнеров. Так, например, крупные транснациональные корпорации закупают SAP и Oracle, а предприятия мелкого и среднего бизнеса предпочитают работать с «1С». Все это не может не сказываться на развитии казахстанских ERP- систем – собственные разработки не всегда отвечают современным требованиям, медленно развиваются, и требуют огромных инвестиций на постоянной основе, т.е. инвестиции в отечественное корпоративное программное обеспечение зачастую не окупаются, именно поэтому предпочтение отдается иностранным вендорам. Однако и в случае, с использование зарубежных ERP-систем существуют свои трудности, так как их необходимо адаптировать с учетом особенностей казахстанского законодательства, налогообложения, учета и т.д., что сказывается на стоимости поддержки готового решения и сроках внедрения проектов. К основы трудностям, при внедрении ERP-систем в Казахстане можно отнести специфику бизнес-процессов, непринятие и сопротивление со стороны пользователей, неправильный подход в проектировании, недостаток квалифицированных специалистов, а также недостаточное обучение персонала и т.д. SAP, Oracle, Microsoft и др. ERP-системы – это готовые решения, это просто инструменты, для эффективного использования которых, необходимы грамотное внедрение, квалифицированные консультанты и постоянное обучение пользователей.

**Заключение**

ERP-системы являются мощным инструментов для объединения всего необходимого функциала в единой компьютерной системе, для обслуживания текущих (и будущих) потребностей всех подразделений компаний. ERP-системы хранят данные по всем задачам и подразделениям предприятия в единой базе данных, обеспечивая возможность обмена информацией и предоставляя быстрый доступ к информации. Главными преимуществами ERP-систем являются объединение финансовых данных, стандардизация производственных процессов и стандарадизация информации в кадровой системе.

Невзирая на то, что казахстанский рынок только начинает формироваться, уже на настоящий момент руководители предприятий имеют большой выбор ERP-систем, которые в будущем, могут послужить катализатором для дальнейшего развития и совершенствования предприятий, за счет оптимизации бизнес-процессов, а как следствие, могут послужить толчком к развитию отечественный решений для ERP сектора.

Важно помнить, что только при грамотном внедрении, ERP-система сможет окупить затраты, связанные с ее внедрением, в кратчайшие сроки. В противном случае, применение ERP-систем может крайне негативно отразится как на текущей, так и на будущей работе всего предприятия. Следует реально оценивать необходимость внедрения ERP-системы на предприятии, учитывать факторы постоянно изменяющегося рынка, уже на стадии планирования проекта, проводить тщательный анализ, для того, чтобы ERP-система была внедрена в указанные сроки, не выходя за рамки установленного бюджета.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Орлов А.А. Записки автоматизатора//Манн, Иванов и Фербер, 2008. – С.180 с.

[2] О'Лири Д.Э. ERP системы. Современное планирование и управление ресурсами предприятия//Вершина, 2004. -272 с.

[3] Репин В. Бизнес-процессы. Моделирование, внедрение, управление//Манн, Иванов и Фербер, 2013. С.512 с.

[4] Леон А. Enterprise Resource Planning (ERP). Tata McGraw-Hill Education, 2008. – С.370 с.

[5] Орлов А.А. Хлебников В.Ю. Технологии концептуальных информационных систем – инструмент моделирования логических систем//IV Международная научно-практическая конференция: Формирование системы материально-технического обеспечения военной организации государства/Общие и комплексные проблемы технических и прикладных наук и отраслей народного хозяйства. – Пермь, 2017. – С. 580-585

[6] Репин В., Елиферов В. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов// Манн, Иванов и Фербер, 2012. - 408с.

[7] Mohan Iyer. Oracle E-Business Suite Financials R12: A Functionality Guide//Packt Publishing, 2012. 336 p.

[8] Simona Sternad Zabukovsek, Samo Bobek. EPB Business Solutions Acceptance in Companies// Managing in Recovery Markets, 2014. pp 283-284.

[9] [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-81-322-1979-8_22]

[10] В.В, Ильин. Внедрение ERP-систем. Управление экономической эффективностью/Теревинф, 2015. – С. 296

[11] Zaheer, Syed, Arslan, Erman. Practical Oracle E-Business Suite. An Implementation and Management Guide/Apress, 2016. 774 p.

[12] Thomas F. Wallance, Michael H.Kremzar. ERP: Making It Happen: The Implementers' Guide to Success with Enterprise Resource Planning/ Willey, 2001. 372 p.

[13] Martin Adam, Johannes Keckeis, Peter Kostenzer, Heiner Klepzig. Learn ERP: How ERP Systems Learn and Management Fit Together//Innovation and Future of Enterprise Information Systems, 2013. pp 13-18.

[14] [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-37021-2_3]

[15] Daphne Rich, Jens Dibbern. A Team-Oriented Investigation of ERP Post-Implementation Integration Projects: How Cross-Functional Collaboration Influences ERP Benefits//Innovation and Future of Enterprise Information Systems, 2013. pp 115-127.

[16] [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-37021-2_10]

[17] Электронно-информационный_ресурс: [https://ca.idc.com/ru/about-idc/company-overview]

[18] Электронно-информационный_ресурс: http://profit.kz/articles/7158/ERP-v-Kazahstane-vihod-iz-teni-v-oblaka/

Костандян Э.С., Басири К.

**Обзор наиболее распространенных в Казахстане** ERP **-систем**

**Резюме:** Казахстан является одним из фаворитов финансового и экономического подъема на территории СНГ. Быстрыми темпами развиваются промышленные комплексы и предприятия, однако способы управления не успевают за их развитием. Для множества крупных предприятий наиболее важными становятся такие задачи как увеличение производительности бизнес-процессов, снижение производственных убытков, оптимизация поставок, оперативное получение отчетности (экономической, управленческой), ремонт оснащения и оборудования, а также управление качеством продукции. Общепризнанной практикой для контроля и решения аналогичных задач является внедрение информационных ERP/ERP II систем на предприятиях. В настоящей статье рассмотрены история развития ERP-систем, рассмотрен казахстанский ERP-рынок, а также произведен сравнительный анализ представленных на отечественном рынке зарубежных ERP-систем.

**Ключевые слова:** планирование ресурсов предприятия, ERP/ERP II системы, планирование потребности в материалах (MRP), автоматизация бизнес-процессов, SAP, Oracle.

Костандян Э.С., Басири К.

**Қазақстандағы кең тараған** ERP **-жүйесілердің шолуы**

**Түйіндеме:** ТМД-ның мемлекеттердің арасында, Қазақстан қаржалық және экономикалық дамуын боыйнша алғашқы орын алатын ел. Өнеркәсіптік кешендері мен кәсіпорындары тез қарқынымен өседі бірақ басқаруының тәсілдері осы дамуынан үлгермейді. Ірі кәсіпорындарың жиынтығына үшін бизнес-үдерістердің өнімділіктің көбейтуы, кәсіпорындағы залаллардың төмендеуы, жеткізілімдердің оңтайландыруы, жылдам экономикалық пен басқару есеп берулердің алуы, жабдықтаулардың жөндеуы, өндірілген заттардың сапасын басқаруы және т.б. елеулі мәселелер пайда болады. Кәсіпорындарда енгізген ERP/ERP II жүйесілері ұқсас мәселелердің шешуіне және бақылауна көпшілікке танылған іс-тәжірибесін бірі. Осы мақалада ERP жүйесілердің дамуының тархи, қазақстадағының ERP нарығы және отандық нарығында көрсетілген шетелдік ERP жүйесілердің салыстырмалы талдауы зерттеген.

**Түйінді сөздер:** кәсіпорындарының ресурстарын жоспарлауы, ERP/ERP II жүйесілері, материаллардың қажеттілігін жоспарлауы (MRP), бизнес-үдерістердің атоматтандыруы, SAP, Oracle.

УДК 539.3

**N. Ashirbayev, Zh. Ashirbayeva , Zh.Alibekova, L.Kulbayeva, Sh. Altynbekov**
(M.Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan
ank_56@mail.ru)

## EFFECT OF THE INHOMOGENEITY OF BOUNDARY CONDITIONS ON THE PARAMETERS OF WAVE FIELDS

**Abstract.** The paper deals with the problem of propagation of unsteady elastic waves in an elastic multisupport construction, which is a rectangular strip. The mixed problem is formulated in terms of the stress and velocity and is numerically modeled using an explicit difference scheme through computation based on the method of spatial characteristics. The concentration of dynamic stresses was investigated in the vicinity of the gap of the boundary conditions. The results of the study were brought to the numerical solution.

**Key words:** speed, stress, load, plane strain, stress concentration, numerical solution.

**Н.К. Аширбаев, Ж.Н. Аширбаева, Ж.Д. Алибекова, Л.Ж. Кулбаева, Ш.Е. Алтынбеков**
(Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова,
Шымкент, Республика Казахстан
ank_56@mail.ru)

## ВЛИЯНИЕ НЕОДНОРОДНОСТИ ГРАНИЧНЫХ УСЛОВИЙ НА ПАРАМЕТРЫ ВОЛНОВЫХ ПОЛЕЙ

**Аннотация.** В работе рассматривается задача о распространении нестационарных упругих волн в упругой многоопорной конструкции, представляющей собой прямоугольную полосу. Сформулированная в терминах напряжений и скоростей смешанная задача моделируется численно с помощью явной разностной схемы сквозного счета, основанной на методе пространственных характеристик. Исследована концентрация динамических напряжений в окрестности разрыва граничных условий. Результаты исследования доведены до численного решения.

**Ключевые слова:** скорость, напряжение, нагрузка, плоская деформация, концентрация напряжений, численное решение.

**Введение.** В последнее время значительно возрос интерес к проблемам динамического деформирования твердых тел. Это связано с постоянным расширением использования ряда технологических операций металлообработки (штамповка, сварка взрывом, взрывная обработка), с запросами горного дела, сейсмостойкого строительства, новой техники.

Экспериментальные исследования в реальных масштабах обычно требуют больших материальных затрат. В связи с этим возрастает роль аналитических и численных методов расчета динамических процессов. Особенно перспективным является численное моделирование этих процессов на персональном компьютере, позволяющее существенно сократить количество натурных экспериментов и в то же время максимально учесть реальные свойства явлений. В целом, количество работ, посвященных динамическим задачам с учетом ряда ослабляющих факторов, очень невелико, в них рассматриваются еще далеко не все аспекты их работоспособности в условиях действия нестационарных внешних нагрузок [1-17 ].

Таким образом, потребности практики определяют круг актуальных научных и практических задач динамики сплошной среды, которые стали предметом исследования настоящей работы.

**Постановка задачи.** Рассмотрим основные уравнения задачи динамической теории упругости для однородного изотропного упругого тела в декартовой системе координат. Для удобства изложения оси декартовой системы координат обозначены через $Ox_i$ (i=1,2), а время через t. Составляющие тензора напряжений обозначаются через $\sigma_{ij}$ ( $x_1$, $x_2$, t), тензора деформаций – через $\varepsilon_{ij}$ ($x_1$, $x_2$, t) (i, j = 1,2) и, наконец, вектора перемещения – через $u_i$ ($x_1$, $x_2$, t) ( i = 1,2).

Напряженно-деформированное состояние в упругом теле в общепринятых обозначениях описывается системой уравнений линейной теории упругости

$$\sigma_{ij,j}=\rho\partial^2 u_i/\partial t^2 \quad (i = 1, 2), \tag{1}$$

$$\sigma_{ij}=\lambda\theta\delta_{ij}+2\mu\varepsilon_{ij}, \quad (2)$$

где $\rho$ – плотность материала среды, $\lambda$, $\mu$ – постоянные Ламе, $\delta_{ij}$ – символ Кронекера, $\theta$ – объемная деформация, равная

$$\theta = \varepsilon_{11}+ \varepsilon_{22}+\varepsilon_{33}.$$

Запятая с индексом означает частную производную по соответствующему аргументу. По j производится суммирование (j=1,2).

Следуя работе [4], введем безразмерные независимые переменные и искомые величины:

$$\vec{t} = \frac{tc_1}{b}; \qquad \vec{x}_i = \frac{x_i}{b}; \qquad v_i = \frac{1}{c_1}\frac{\partial u_i}{\partial t}, \ (i=1,2)$$

$$p = \frac{\sigma_{11}+\sigma_{22}}{2\rho c_1^2}; \qquad q = \frac{\sigma_{11}-\sigma_{22}}{2\rho c_1^2}; \quad (3)$$

$$\tau = \frac{\sigma_{12}}{\rho c_1^2}; \qquad \gamma = \frac{c_1}{c_2},$$

где b – характерная длина, $c_1, c_2$ -скорости волн расширения и сдвига, $\sigma_{11}, \sigma_{22}, \sigma_{12}$ - компоненты тензора напряжений, $\gamma$ - постоянный параметр. В дальнейшем черта над безразмерными параметрами опускается. Дифференцируя зависимости (2) по времени, складывая и вычитая нормальные напряжения $\sigma_{11}$ и $\sigma_{22}$, уравнения движения (1) и физические соотношения (2) записываются в виде системы уравнений для скоростей перемещений $v_1, v_2$ и трех линейных комбинаций p, q, $\tau$ компонент тензора напряжений:

$$v_{1,t} - p_{,1} - q_{,1} - \tau_{,2} = 0; \quad v_{2,t} - p_{,2} + q_{,2} - \tau_{,1} = 0; \quad (4)$$
$$\gamma^2(\gamma^2-1)^{-1} p_{,t} - v_{1,1} - v_{2,2} = 0; \quad \gamma^2 q_{,t} - v_{1,1} + v_{2,2} = 0;$$
$$\gamma^2 \tau_{,t} - v_{1,2} - v_{2,1} = 0.$$

Запятая с индексом означает частную производную по соответствующему аргументу. Эта постановка выбрана потому, что такие системы изучены к настоящему времени довольно хорошо, и кроме того, при выборе скоростей перемещений и напряжений в качестве зависимых переменных исключаются производные из граничных условий.

Исследуется плоская деформация упругого тела с прямоугольным поперечным сечением. Сечение имеет размеры $0 \le x_1 \le l, \quad -L \le x_2 \le L$ (рисунок 1). Краевая задача, формулируемая для разрешающих уравнений (4), предполагает, что в начальный момент времени $t = 0$ тело находится в состоянии покоя

$$v_1(x_1, x_2, 0) = v_2(x_1, x_2; 0) = p(x_1, x_2, 0) = q(x_1, x_2, 0) = \tau(x_1, x_2, 0) = 0. \quad (5)$$

В любой другой момент времени t>0 на лицевой границе $x_1 = 0, \ |x_2| \le L$ прямоугольной области прикладывается внешняя нагрузка

$$v_1 = f(t), \quad v_2 = 0 \qquad \text{при} \qquad x_1 = 0, \quad |x_2| \le L. \quad (6)$$

Боковые границы $x_2 = \pm L$ полосы считаются свободными от каких–либо воздействий

$$p - q = 0, \ \tau = 0 \qquad \text{при} \qquad |x_2| = L, \quad 0 \le x_1 \le l. \quad (7)$$

На нижней грани $x_1 = l$ полосы рассмотрены неоднородные граничные условия

$$v_1 = v_2 = 0 \qquad \text{при } x_1 = l \text{ и}$$
$$\forall x_2^0 \le |x_2| \le L, \forall x_2^2 \le |x_2| \le x_2^1, \quad \forall |x_2| \le x_2^3 \quad (8)$$

$$p + q = 0, \quad \tau = 0 \quad \text{при} \quad x_1 = l \text{ и}$$
$$\forall x_2^1 \le |x_2| \le x_2^0, \quad \forall x_2^3 \le |x_2| \le x_2^2. \quad (9)$$

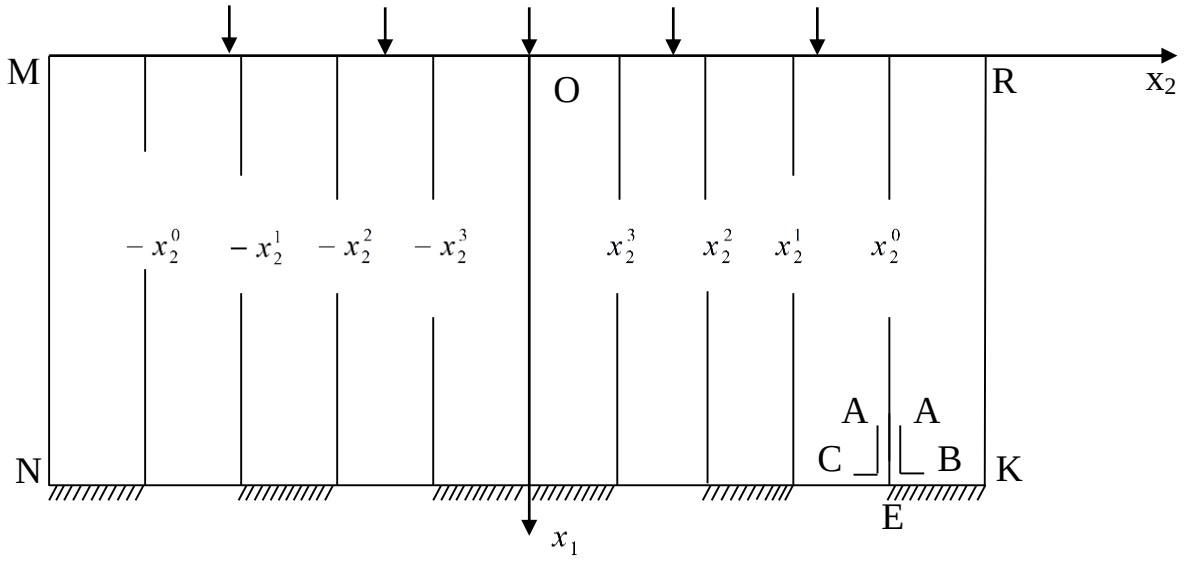



**Рис. 1.** Исследуемая область

Здесь $f(t)$ - заданная функция; $x_2^0, x_2^1, x_2^2, x_2^3$ - некоторые постоянные числа, удовлетворяющие требованию $|x_2^i| \le L \ (i = 0,1,2,3)$. Нулевые начальные условия (5) означают, что полоса до момента времени $t \le 0$ находится в невозмущенном состоянии. Граничные условия (7) означают, что соответствующие точки границы $|x_2| = L$ полосы свободны от напряжений для всех моментов времени. Граничное условие (6) – задание нормальной компоненты скорости частиц $x_1 = 0$ полосы и отсутствие касательной компоненты скорости частиц для всех моментов времени. Граничные условия (8) соответствуют условиям жесткого закрепления тыльной части границы $x_1 = l$ полосы. Условия (9) означают, что другая часть тыльной границы $x_1 = l$ полосы свободна от напряжений. Они моделируют условия работы многоопорной конструкции. Задача заключается в определении внутри рассматриваемого тела волнового движения в момент времени t>0.

**Методы.** Поставленная задача решена методом пространственных характеристик, подробный алгоритм численной реализации которого изложен в [4]. Особенностью рассмотренного тела является то, что в точках типа E (рисунок 1) границы $x_1 = l$ исследуемого тела нарушается «привычная» для динамических задач гладкость функций, т.е. в этих точках искомые функции и их производные терпят разрыв первого рода. Именно на такие особенности не было распространено или вообще, как нам известно, не было метода решения таких задач. В дополнение к известным соотношениям [4] получены расчетные соотношения в особых точках типа E границы $x_1 = l$ для нахождения искомых функций, в которых граничные условия терпят разрыв первого рода [5].

**Анализ числовых результатов.** Таким образом построен численный алгоритм решения поставленной нестационарной задачи теории упругости в особых точках, в которых входящие параметры терпят разрыв первого рода. На основе построенного численного алгоритма составлена программа расчетов на персональном компьютере на алгоритмическом языке Фортран, которая как составная часть включена в единую общую программу. Настоящие расчеты проведены для прямоугольной области $0 \le x_1 \le 100h_1$, $|x_2| \le 100h_2$. При этом $h_1 = h_2 = h$. Шаг по времени *k* выбран в соответствии с необходимыми условиями устойчивости

$$\left(\frac{k}{h}\right)^2 \le \min\left\{\frac{\gamma^2}{\gamma^2+1}, \frac{\gamma^2}{2\left(\gamma^2-1\right)}\right\}$$

используемой явной конечно–разностной расчетной схемы. Материал тела обладает следующими характеристиками: модуль упругости E=200 ГПа, коэффициент Пуассона ν=0.3, плотность $\rho = 7.9 \cdot 10^3 кг/м^3$, $c_1 = 5817\ м/сек$, $c_2 = 3109\ м/сек$, $\gamma = 1.87$. Параметры волнового поля получены при следующих значениях исходных данных:

$$f(t) = t \cdot e^{-t},\ k = 0.025,\ h = 0.05,\ \left|x_2^0\right| = 80 \cdot h,\ \left|x_2^1\right| = 60 \cdot h,\ \left|x_2^2\right| = 40 \cdot h,\ \left|x_2^3\right| = 20h.$$

Из-за симметрии условий закрепления и характера нагружения искомые параметры $v_1$, p, q являются четными, а $v_2$ , $\tau$ - нечетными функциями относительно оси $x_2 = 0$. Поэтому результаты расчетов представлены только для положительных значений $x_2 (x_2 \geq 0)$. Фактически расчет был выполнен до момента времени $t = 600 \cdot k$, который соответствует двухкратному отражению волны от тыльной границы прямоугольной полосы.

**Обсуждение.** На рисунке 2 для момента времени $t = 300 \cdot k$ показаны изолинии нормальных $p + q$ = const напряжений, демонстрирующие характерное для данной задачи напряженное состояние.

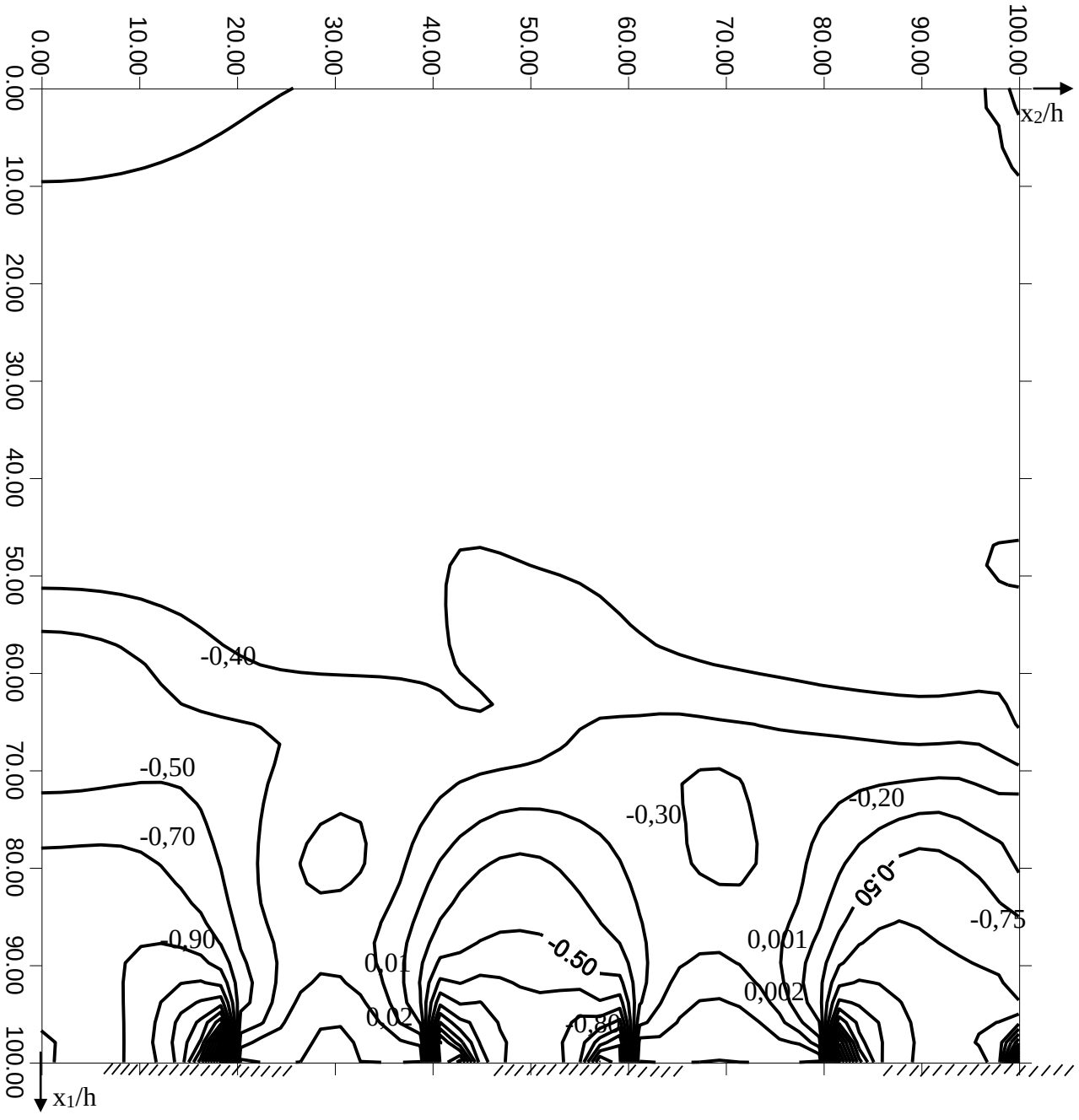



**Рис. 2.** Изолинии нормальных напряжений $p + q$ = const в момент времени $t = 300 \cdot k$

Это время характерно тем, что волна возмущения отразилась от тыльной границы $x_1$=100h прямоугольной области, но ещё находится на пол пути до лицевой границы $x_1 = 0$. Эти изолинии дают общую картину напряженного состояния во всей области в определенный момент времени $t = 300 \cdot k.$ Суперпозиция многократно отраженных и дифрагированных волн от границ прямоугольной полосы и особых точек типа Е приводит к формированию сложной волновой картины внутри полосы. Для напряженного состояния характерно сложное взаимодействие отраженных, дифракционных и интерференционных явлений, обуславливающих появление большого числа локальных экстремумов отдельных компонентов напряжений и заметное их изменение на малых участках. Представляет интерес провести анализ динамического поля напряжений вблизи точек разрыва граничных условий на внутренней тыльной границе $x_1 = 100\,\mathrm{h}$ прямоугольной области. Такой анализ проводится с целью выявления областей концентрации напряжений. Можно предположить, что именно в этих областях может произойти разрушение среды. Хотя результаты, полученные для упругой среды имеют характер прогнозов, можно предположить, что они будут полезными и в других ситуациях.

Наибольшие значения градиентов напряжений $p+q$ наблюдаются вблизи точек разрыва граничных условий, а также в окрестности угловой точки K ($x_1 = 100\,\mathrm{h}$, $x_2 = 100\,\mathrm{h}$) прямоугольной полосы. По мере удаления от указанных точек градиенты нормальных напряжений $p+q$ быстро уменьшаются. Видны чередующиеся зоны сжимающих и растягивающих напряжений $p+q$, обусловленные различным характером отражения волны нагрузки, движущейся от лицевой границы $x_1 = 0$ прямоугольной области, от свободных и закрепленных участков тыльной границы $x_1 = 100\,\mathrm{h}$ прямоугольной области. Отметим еще, что области растяжения и сжатия выделяются друг от друга изолинией нулевых напряжений.

Анализ изолиний нормальных $p+q$ напряжений, построенных для различных моментов времени, показывает практически идентичный описанному характер их распределения. Однако, уровень напряжений, место расположения локальных экстремумов, появление и образование зон растягивающих напряжений в различные моменты времени отличаются друг от друга. Точки разрыва в граничных условиях оказывает заметное влияние и на характер распределения скоростей движения в отдельных точках полосы. Уровень концентрации напряжений является функцией времени и в различные моменты времени достигает различных значений.

Анализ скоростей перемещений точек и напряжений в них показывает, что для области с разрывами в граничных условиях и для области без разрыва в граничных условиях вдали от точки разрыва их распределения по оси $x_1 / h$ практически совпадают. Отличия этих параметров наблюдаются лишь вблизи точки разрыва, на расстояниях равных $6 \cdot h - 8 \cdot h$ от точки разрыва.

**Заключение.** Разработанная методика может быть использована для исследования динамических напряжений при скачкообразном изменении граничных условий, максимально приближенных к реальным типам закрепления ряде инженерных сооружений. В результате проведенных исследований можно заключить, что разработанная методика расчета применительно к нестационарным динамическим задачам достаточно правильно передает основные закономерности и особенности протекающих волновых процессов и позволяет проводить исследование напряженно-деформированного состояния в односвязных и многосвязных средах со сложной системой неоднородностей рассмотренных типов.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Ержанов Ж.С., Каримбаев Т.Д., Байтелиев Т.Б. Двумерные волны напряжений в однородных и структурно–неоднородных средах.–Алма-Ата: Наука, 1983.–171 с.

[2] Кукуджанов В.Н. Деформирование, повреждаемость и разрушение сред и материалов с дефектами и со структурами дефектов // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского, 2011.– №4 (4). – С.1557–1558.

[3] Alexeeva L.A.,Sarsenov B.T. Mathematical model of massive dynamics in the neighborhood of disturbance focus //AIP Conference Proceedings, 2015.– Vol.1676, 020067,DOI: http://dx.doi.org/10.1063/1.4930481.

[4] Clifton R.J. A difference method for plane problems in dynamic elasticity// Quart. Appl. Math.- 1967.-Vol. 25.- No.1.- P. 97-116.

[5] Ashirbayev N., Ashirbayeva Zh., Abzhapbarov A., Shomanbayeva M. The features of a non-stationary state of stress in the elastic multisupport construction // AIP Conference Proceedings. 2016, V. 1759, 020039, http://dx.doi.org/10.1063/1.4959653.

[6] Мамаев Ш.М., Борашева Н.Т. Численное исследование распространения динамических возмущений в составных стержнях сеточно-характеристическим методом//Известия НАН РК. – 2015.–№3(301).–С.145–154.

[7] Ashirbayev N., Ashirbayeva Zh. , Shomanbayeva M. " Features of the Wave Field in a Finite Body with a Noncentral Hole," in International Conference «Functional analysis in interdisciplinary applications» (FAIA2017), AIP Conference Proceedings 1880, edited by Tynysbek Kal'menov and Makhmud Sadybekov (American Institute of Physics, Melville, NY, 2017), 060013 (2017); http://doi.org/10.1063/1.5000667.

[8] Аширбаев Н.К., Аширбаева Ж.Н**.** Расчетные соотношения динамической задачи для прямоугольной области с инородными включениями //Вестник КазНИТУ. – 2017. – №4 (122). – С.500–506.

[9] Gavrilov S.N., Herman G.C. Wave propagation in a semi-infinite heteromodular elastic bar suljected to a harmonic loading//J. Sound and Vibr. 2012.–331 с.– № 20.–P.4464-4480.

[10] Kochaev A.L., Brazhe R.A. Mathematical modeling of elastic wave propagation in crystals: 3d-wave surfaces//Acta mechanika, 2011. – Vol.- 222 № 1-2.–P.193-198.

[11] Parvanova S., Dineva P., Manolis George D. Elastic wave fields in a half-plane with free-surface relief, tunnels and multiple buried inclusions// Acta Mechanica. – 2014.– Vol.225.–P.1843–1865.

[12] Lys E.V., Romenski E.I., Cheverda V. A., Epov M. I. Interaction of seismic waves with zones of concentration of initial stresses // Doklady Earth Sciences. - 2013.–Vol.449 (2).– P. 402-405.

[13] Lesan D., Scalia A. On the deformation of or thotropic Cosserat elastic cylinders // Mathematics and Mechanics of Solids, 2011.–Vol. 16(2).–P.177–199.

[14] Israilov M.Sh. Reduction of Boundary Value Problems of Dynamic Elasticity to Scalar Problems for Wave Potentials in Curvilinear Coordinates // Mechanics of Solids. – 2014.–Vol.46, №1.–P.104-108.

[15] Yi-chao Chen. On the dynamic behavior of a class of Cauchy elastic materials// Mathematics and Mechanics of Solids. – 2016.–Vol16(5).– P.563–569.

[16] Dan Sun, Song-Nan Luo The wave propagation and dynamic response of rectangular functionally graded material plates with completed clamped supports under impulse loadoriginal Research Article// European Journal of Mechanics-A/Solids. – 2015.–Vol.30, №3.–P.396–408.

[17] Ashirbayev N., Ashirbayeva Zh., Shomanbayeva M. Influence of heterogeneity of nature of border fixing on the propagation of two-dimensional waves// AIP Conference Proceedings. – 2015.–Vol. 1676, 020067, DOI: http://dx.doi.org/10.1063/1.4930493.

Аширбаев Н.Қ., Аширбаева Ж.Н., Алибекова Ж.Д.,Кулбаева Л.Ж., Алтынбеков Ш.Е.

**Бір текті емес шекаралық шарттардың толқындық өрістің параметрлеріне әсері**

**Түйіндеме.** Мақалада көлденең қимасы тіктөртбұрыш формалы серпімді көптіреулі конструкцияда стационар емес толқындардың таралу есебі қарастырылған. Кернеулер мен жылдамдықтар терминінде қойылған аралас есеп айқын айырымдық схема, атап айтқанда сандық кеңістіктік сипаттамалар әдісімен шешілген. Шекаралық шарттағы үзілісті нүктелердің маңайында пайда болатын динамикалық кернеулердің концентрациясы қарастырылған. Зерттеу нәтижелері сандық шешімге дейін жүргізілді.

**Түйін сөздер:** жылдамдық, кернеу, күш, жазық деформация, кернеу концентрациясы, сандық шешім.

Ashirbayev N.K., Ashirbayeva Zh.N., Alibekova Zh., L.Kulbayeva, Altynbekov Sh.

**Effect of the inhomogeneity of boundary conditions on the parameters of wave fields**

**Summary.** The paper deals with the problem of propagation of unsteady elastic waves in an elastic multisupport construction, which is a rectangular strip. The mixed problem is formulated in terms of the stress and velocity and is numerically modeled using an explicit difference scheme through computation based on the method of spatial characteristics. The concentration of dynamic stresses was investigated in the vicinity of the gap of the boundary conditions. The results of the study were brought to the numerical solution.

**Key words:** speed, stress, load, plane strain, stress concentration, numerical solution.

УДК 691.92

**S.A. Abylov, B.A. Masylkanova**
(Kyrgyz State University of Construction, Transport and Architecture named after N. Isanov,
Bishkek, Kyrgyz Republic
E-mail: abylov.s@gmail.com)

## MODIFICATION OF GIPSUM PLASTERS BINDING SUBSTANCES WITH THE USE OF VOLLASTONITS

**Abstract.** The article presents the results of a study of the possibility of using vollastonite rock from the Makmal field for modifying gypsum binders. The use of vollastonite as a filler characterizes the increase in bending strength of products, the active adsorption of hydration products of the binder, which contributes to the formation of a dense structure of products, which is a very important factor for increasing the water tightness of vollastonite-containing gypsum products. The needle shape of the grain structure of vollastonite determines its main direction of use as micro-reinforcing fillers. The paper also presents the results of studies of the adhesive properties of gypsum-vollastonite compositions, which makes it possible to effectively replace pure gypsum binders with gypsum-vollastonite compositions in solutions, plaster mixes, and fine-grained concretes.

**Key words**: gypsum, vollastonite, hydration, adsorption, adhesion, electrical resistance, properties.

**С.А. Абылов, Б.А. Масылканова**

## МОДИФИЦИРОВАНИЕ ГИПСОВЫХ ВЯЖУЩИХ ВЕЩЕСТВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВОЛЛАСТОНИТА

**Аннотация.** В статье приведены результаты исследования возможности использования волластонитовой породы Макмальского месторождения для модификации гипсовых вяжущих. Использование волластонита в качестве наполнителя способствует повышению прочности на изгиб, активная адсорбция продуктов гидратации вяжущего обусловливает образование плотной структуры изделий, что является весьма важным фактором для повышения водонепроницаемости волластонитсодержащих гипсовых композитов. Игольчатая форма зерна структуры волластонита определяет его основное направление использования как микроармирующих наполнителей. В работе также приведены результаты исследований адгезионных свойств гипсо-волластонитовых композиций, что обусловливает возможность эффективной замены чистых гипсовых вяжущих веществ на гипсо-волластонитовые композиции в составе растворов, штукатурных смесей, мелкозернистых бетонов.

**Ключевые слова:** гипс, волластонит, гидратация, адсорбция, адгезия, электросопротивление, свойства.

**Введение.** Изделия из гипса отличаются относительной легкостью, прочностью и низкими тепло- и звукопроводностью. Кроме того, гипсовые материалы обладают достаточной огнестойкостью, способны поддерживать благоприятный микроклимат в помещении, за счет способности поглощать и отдавать избыточную влагу [1]. Вместе с тем, гипсовые вяжущие и изделия имеют следующие недостатки: значительная хрупкость, низкая водостойкость и морозостойкость и высокая ползучесть при увлажнении.

Преодоление многих недостатков гипсовых вяжущих и изделий на его основе возможно в результате создания композитов с использованием эффективных наполнителей и модифицирующих добавок.

В технологии вяжущих применяются активные минеральные вещества, связывающие при твердении извести [3].

Однако некоторые инертные в химическом отношении к минералам цементного камня кристаллические вещества (волластонит, диопсид) при обычном и тонком измельчении могут оказывать положительный эффект на гидратацию вяжущих [8].

При введении свежемолотых порошков клинкера волластонит оказывает влияние на процесс гидратации, т.к. образование новых соединений (гидратов) происходит при влиянии сильного адсорбционного поля частиц волластонита [10,11,12].

При выборе наполнителя необходимо учитывать его воздействие, как на прочностные, так и декоративные свойства гипса.

В Кыргызстане имеются значительные запасы волластонитовой породы с пониженным содержанием данного минерала, обогащение которых нецелесообразно, поэтому они не нашли применения в промышленности.

К таким месторождениям относится волластонитсодержащая порода месторождения Макмал, которое расположено в хребте Западный Акшийрак (левобережье р. Нарын) [5,7].

Волластонитовая минерализация развивается как в зоне контактного воздействия юга-западной части Чаардашского массива гранитов на карбонатные породы за счет замещения кремния, так и вскрыша в глубоких горизонтах среди карбонатных пород вблизи дайкообразных тел изменённых плагипорфиритов, т.е. генезис данного месторождения волластонита обусловлен образованием на контакте магматических тел известняков [4,5,7].

Химический состав породы представлен содержанием, мас. %: $SiO_2$ – 20,31-20,58; $Al_2O_3$ – 2,57-2,72; $Fe_2O_2$ – 2,57-2,72; $Fe_2O_3$ – 0,65-0,79; CaO - 48,50-49,77 MgO - 1,99-2,02; п.п.п. - 24,16-25,0

Известно, что белизна чистого волластонита составляет 92-96 %. Анализируемая волластонитсодержащая порода характеризуется более низкой степенью белизны; коэффициент отражения составляет 89 %, что объяснятся незначительным содержанием красящих оксидов ($Fe_2O_3$ – 0,65-0,79 %).

Значение pH водной вытяжки волластонита – 10, а породы составляет 11,5, что можно объяснить значительным содержанием кальцита в породе.

Минеральный состав породы подтверждает условия ее образования и представлен содержанием, %; волластонита – 32,54; кальцита -54,16; кварца - 3,2 %, магнезита - 4,06 %, полевого шпата – 10,26 [9].

Волластонитовая руда и концентраты нетоксичны, невзрывоопасны, негорючи и не выделяют токсичных веществ.

Для природного волластонита характерна игольчатая структура частиц, при раскалывании которых образуются зерна игольчатой формы и упругие волокна высокой механической прочностью на разрыв, термической стойкостью, высокой сцепляемостью волокон с гипсом и другими органическими связующими. Игольчатая форма зерна структурно-активных минеральных добавок определяет основное направление их использования как микроармирующих наполнителей.

Дифрактограмма и дериватограмма (рис. 1 и 2) волластонитовой руды говорят о наличии в ней кварца, полевого шпата, кальцита [2].

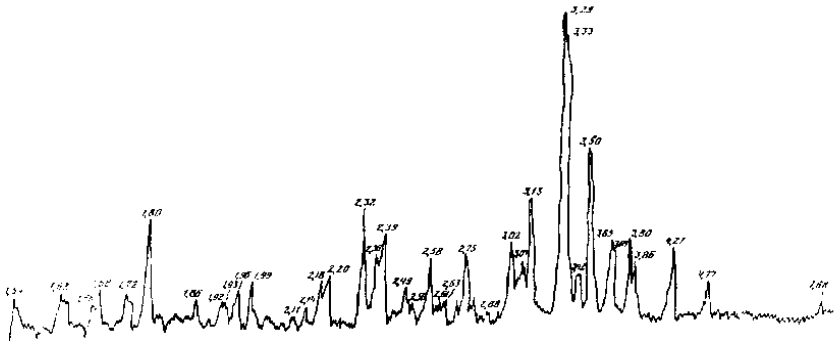


**Рис.1.** Рентгенографический анализ воллостанита

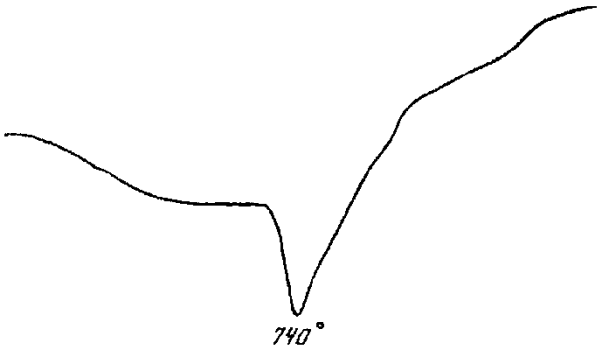



**Рис. 2.** Дифференциально-термический анализ воллостанита

**Методы исследования.** Для исследования использован гипс марки Г5 ГОСТ 125-79. Волластонитсодержащая порода была использована в качестве наполнителя в гипсовых композитах, предварительно измельчена до тонкости помола, соответствующей полному прохождению через сито 02. Активность волластинотовой породы по поглощению извести из насыщенного раствора извести, которая за 15 титрований составила 8.. 10 мг/г, тогда как активность чистого волластонита составляет 25…30 мг/г добавки. Затем производился совместный помол материалов (порода, гипс, известь.) добавка вводилась в воду затворения. Для модифицирования свойств смешанных гипсовых вяжущих с наполнителем была использована известь I сорта ГОСТ 9179-77 и комплексная добавка, состоящая из 0,2 - 0,3 г гранулированного костного клея ГОСТ 2069-93 и 0,5 % алюминиево-калиевых квасцов ГОСТ 15028-77 [6,14,15,16,17].

Однако повышенное содержание кальцита в составе породы (54,16%) способствует повышению реакционной способности породы, так как при механоактивации кальцит, как известно, заряжается преимущественно положительно. При гидратации композиционных вяжущих, содержащих волластонитсодержащую породу, наполнитель является активным, так как образующая в результате гидролиза трехкальциевого силиката $Ca(OH)_2$будет реагировать с кальцитом. При этом образуется основной карбонат кальция, выделяющийся в виде гелеобразных масс, обладающих адгезионными свойствами, упрочняющими поверхность новообразований с частицами наполнителя при последующей кристаллизации.

Особая роль в процессе гидратации гипса, содержащих волластонитсодержащую породу отводится волластониту, который благодаря кристаллической структуре и химическому составу ($CaO{\cdot}SiO_2$) обладает сродством к $CaSO_4{\cdot}2H_2O$ и интенсифицирует процесс гидратации, так как игольчатые удлиненные кристаллы волластонита играют роль каркаса и затравки для твердеющей массы [2].

Вышеописанные процессы обусловливают образование плотной и прочной структуры волластонисодержащего гипсового камня.

Для оптимизации состава и свойств гипсовых композитов был поставлен трехфакторный эксперимент по плану, где $x_1$- содержание волластонита; $x_2$-содержание извести; $x_3$-содержание комбинированных добавок:

| $x_1$ | $x_2$ | $x_3$ | |
|---|---|---|---|
| *-1* | *0* | *5* | *0* |
| *0* | *22,5* | *10* | *1* |
| *+1* | *45* | *15* | *2* |

Критериями оптимизации служили прочность на сжатие ($R_{сж} \geq 5$ МПа), коэффицент размягчения ($K_р \geq 0{,}45$).

Были получены математические модели прочности на сжатие (1) и коэффицента размягчения гипсовых композитов (2):

$$R_{сж} = 24{,}6 + 3{,}66 X_1 - 7{,}3 X_1^2 - 0{,}5 X_1 X_2 + 1{,}19 X_1 X_2 + 1{,}3 X_2 - 5{,}9 X_2^2 - 0{,}06 X_2 X_3 + 0{,}14 X_3 - 1{,}2 X_3^2 \quad (1)$$

$$K_р = 0{,}45 + 0{,}71 X_1 - 0{,}14 X_1^2 - 0{,}01 X_1 X_2 - 0{,}03 X_1 X_3 + 0{,}017 X_2 + 0{,}07 X_2^2 - 0{,}065 X_2 X_3 + 0{,}002 X_3 \quad (2)$$

Методом экспериментально-статистического моделирования установлены оптимальные составы гипсовых композитов, обеспечивающие достаточно высокую прочность ($R_{сж}$ до 31,6 Мпа) и водостойкость ($K_р \geq 0{,}65$): содержание волластонитовой породы 20-30 % ; извести – 5-6 %; комбинированной добавки -0,5-1,0 %.

Разработанные составы смешанных гипсовых вяжущих могут быть эффективной заменой чистых гипсовых вяжущих веществ в составе растворов, штукатурных смесей, мелкозернистых гипсовых бетонов. Поэтому были исследованы адгезионные свойства этих композиций с бетонной поверхностью методом электросопротивления.

Для этого парные электроды из медной проволоки толщиной 2 мм, отстоящие на 40 мм друг от друга, укладывали на поверхность бетона, затем покрывали слоем гипсо-волластонитового раствора толщиной 50 мм. Другие парные электроды аналогичного типа укладывали сверху этого слоя на соседнем участке.

Таким образом измерялось прохождение тока в зоне адгезионного контакта и в зоне поверхности покрытия.

Для сравнения адгезии гипса к бетонной поверхности аналогичные испытания проводили с чистым гипсовым раствором.

Результаты исследования приведены на рис. 3 и 4.

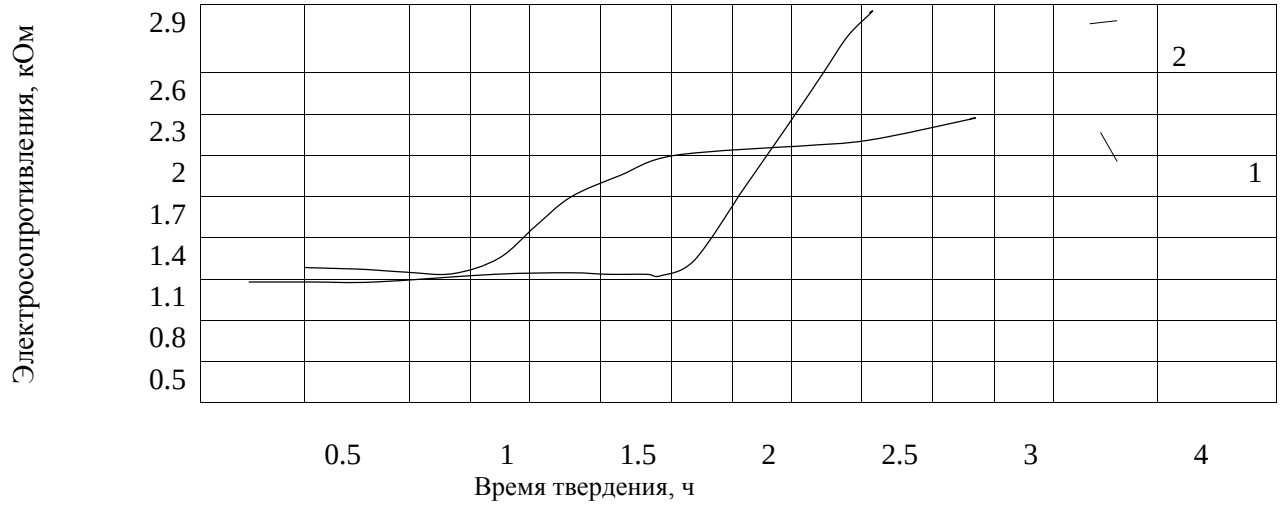



**Рис.3.** Кривые изменения электросопротивления чистого гипса: 1- твердеющей массы; 2 – в контактной зоне с бетонной поверхностью

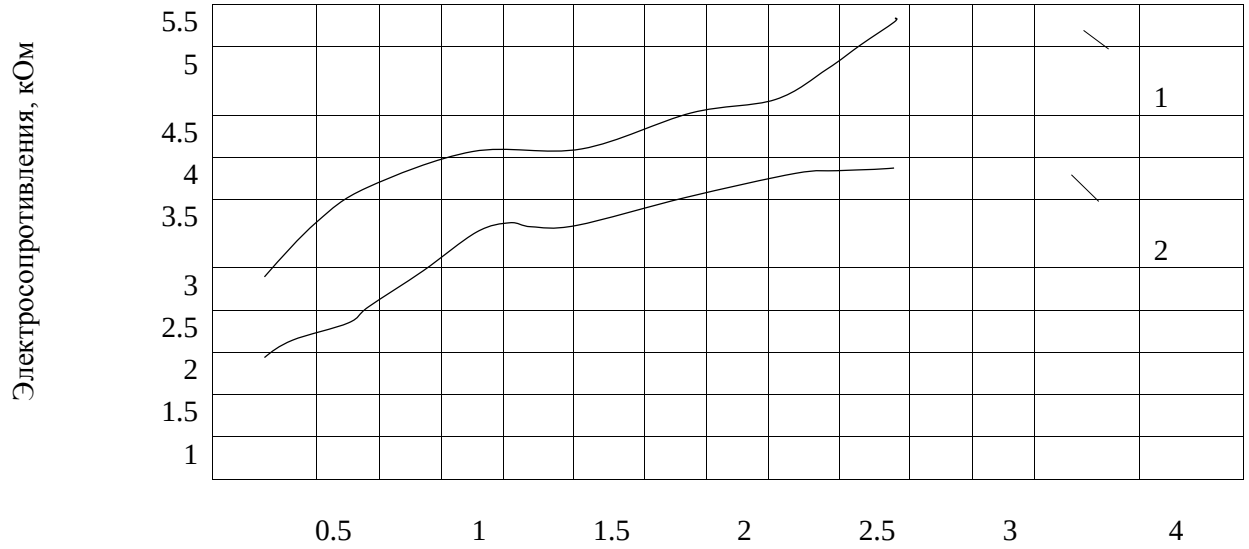



**Рис.4.** Кривые изменения сопротивления гипсо-волластонитовых композиций: 1 твердеющей массы; 2 – в контактной зоне с бетонной поверхностью

**Результаты.** Кривые электросопротивления чистого гипса с бетонной поверхностью показывают, что в контактной зоне более замедленный рост сопротивления электротоку, тогда как в контактной зоне известково-гипсо-воластонитовой композиции с бетоном рост электросопротивления идет с повышенной скоростью, достигая через 1,5 ч твердения 3,0 МОм, а через 4 ч превышает 5,0 МОм. Электросопротивление контактной зоны гипса с бетонной поверхностью через 1,5 ч составляет 1,5 МОм, через 4 ч – 2,4 МОм.

Повышение электросопротивления свидетельствует об уплотнении адгезионных связей, что объясняется постепенным удалением электропроводящей ионизированной влаги. Поэтому по вышеприведённым результатам уплотнение адгезионных связей известково-гипсо-волластонитовых композиций с бетонной поверхностью выше чем чистого гипса. Электросопротивление на поверхности гипсового и известково-гипсо-волластинитового теста отражает процесс их твердения. Кривые электросопротивления гипса показывает резкий скачок значений после 2,5 ч твердения. Далее до 4 ч твердения идет плавный рост электросопротивления.

Твердение известково-гипсо-воластонитовой композиции идет с большей скоростью, чем чистого гипса. На участке 1,5-2 ч наблюдается прямой участок, что, по-видимому, можно объяснить наличием извести и образованием гелеобразных гидросиликатов кальция. В дальнейшем происходит повышение электросопротивления, т.е. идет процесс кристаллизации.

Ускоренный процесс структурообразования известково-гипсо-воластонитовых композиций можно объяснить тем, что тонкоизмельченный волластонит играет роль центров кристаллизации.

Из приведенных данных видно, что скорость упрочнения контактной зоны известково-гипсо-воластонитовых композиций с бетонной поверхностью значительно превышает процесс структурообразования самих композиций.

Кривые электросопротивления известково-гипсо-воластонитовых композиций подтверждает их повышенные адгезионные свойства, что является весьма важным фактором для использования их в составе сухих смесей, штукатурных растворов, мелкозернистых бетонов взамен чистого гипса.

Была исследована адгезионная прочность при растяжении образцов из известково-гипсо-воластонитовых композиций оптимального состава с различной поверхностью. И для сравнения определялась адгезионная прочность чистого гипса.

Исследования проводилась на образцах восьмёрках из вяжущих со вставленной керамической пластинкой из волластонита с гладкой поверхностью, пластинкой из волластонита с рифленой поверхностью.

Результаты исследования приведены в таблице.

Адгезионная прочность гипсовых композиций с различной поверхностью

| Характеристика поверхности | Адгезионная прочность в возрасте, МПа | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2 ч | 2 ч | 28 сут | 28 сут |
| | Чистый гипс | гипсо-воластонитивленовых композиция | Чистый гипс | гипсо-воластонитивленовых композиций |
| Керамическая плитка | 1,62 | 1,62 | 2,52 | 2,61 |
| Волластонитовая плитка с гладкой поверхностью | 1,51 | 1,69 | 1,78 | 1,98 |
| Волластонитовая плитка с рифленой поверхностью | 1,45 | 1,59 | 1,75 | 1,78 |

**Обсуждение.** Наличие уступов на рифленой поверхности волластонита способствует нарушению процесса кристаллизации полугидрата, тем самым большая вероятность рекристаллизации способствует понижению адгезионной прочности вяжущих к рассматриваемым поверхностям. Однако наличие в составе композиции одноименных с рассматриваемой поверхностью кристаллов волластонита оказывает упрочняющий эффект на адгезию композиций вяжущего с рассматриваемыми поверхностями.

Повышенную адгезионную прочность гипсовых композитов можно объяснить их составом и особенностями структурообразования. Известь, содержащаяся в составе композиции, оказывает влияние как на гипсовую составляющую, так и на наполнитель. Известно, что известь замедляет процесс кристаллизации гипса, тем самым удлиняя время насыщенного состояния раствора и обеспечивая вероятность межфазных контактов, что является условием повышения прочности кристаллизационных структур.

С другой стороны, наличие извести в смеси при совместном помоле с наполнителем способствует образованию основных карбонатов и гидросиликатов кальция в гелевой фазе, характеризующихся повышенным сцеплением с поверхностью кристаллов двуводного гипса.

Все вышеизложенное обусловливает повышение адгезии гипсового композита к различным поверхностям. Таким образом, адгезионная прочность известково-гипсо-волластонит-кальцитовых композиций к различным поверхностям выше прочности чистого гипса в 1,3 - 1,5 раза.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Будников П.П. Адгезионные свойства ангидритовых вяжущих / П.П. Будников, А.А Морова // строительные материалы. – 1969. - № 10. – С.20-22

[2] С.А. Абылов. Безобжиговая черепица из местного сырья - Б.: Китеп компани, - 2008. – 96 с.

[3] Г.И. Овчаренко., А.В. Викторов, А.О Содрашева, А.В. Песоцкий Новая классификация активных минеральных добавок к цементам// сбор. Науч. Тр. Современные строительные материалы, технологии и конструкции, \ Грозный \ 2015 г.

[4] Волластонит / М.: Наука, 1982-284 с.

[5] Караханиди С.Г. Использование природных сырьевых материалов и попутных продуктов промышленности в производстве строительных материалов. //Обз.информ. КыргызНИИНТИ. Фрунзе, 1990, 55 с.

[6] Хрулев В.М. Синтетические клеи и мастики. Применение в строительстве. Учебн.: Пособие для строительных вузов.-М.: Высшая школа, 1970.-324с.

[7] Абдыкалыков А.А., Абдылдаев Н.С., Ассакунова Б.Т., Степовая Н.М. Сырьевые ресурсы и перспективы развития строительных материалов в Кыргызской Республике – Бишкек, КыргНИИТИ, 1996 -48 с.

[8] Абдыкалыков А.А. экспериментально теоретические основы оптимизации реологических и прочностных свойств наполненных композиционных строительных материалов – Б.: Технология, 2000.-252 с.

[9] Жекишева С.Ж., Калманов Д.К. и др. Волластонитовые породы Кыргызской Республики и перспективы их использования. Бишкек: Илим, 1994. 79 с.

[10] Абдыкалыков А.А., Абылов С.А. Кровельные материалы на основе цементно-волластонитовой композиции // Сб.трудов республ. научно-техн. конференции, Б.: 2001. – С.47-49.

[11] Абдыкалыков А.А., Абылов С.А. Безобжиговая черепица на основе цементно-волластонитовой композиции//В кн.: Мат. научно-техн. конференции, Токмок, 2001. – С.94-96.

[12] Абылов С.А. Оптимизация рецептуры безобжигового кровельного материала // Сб.научных трудов НАН КР, Б.: Илим, 2003. – С. 110-114.

[13] Абдыкалыков А.А., Абылов С.А. Оптимизация рецептурно-технологических свойств безобжиговой черепицы с волластонитом // В кн.: Мат. научно-техн. конференции, Токмок, 2001. – С.109-111.

[14] ГОСТ 125-79. Вяжущие гипсовые. Технические условия. М.: ИПК Издательство стандартов, 2002

[15] ГОСТ 9179-77. Известь строительная. Технические условия (с Изменением N 1). М.: ИПК Издательство стандартов, 2001

[16] ГОСТ 2069-93. Гранулированный костный клей. Технические условия. М.: ИПК Издательство стандартов, 1996

[17] ГОСТ 15028-77. Квасцы алюминиево-калиевые технические. М.:ИПК Издательство стандартов, 1997 (Переиздание с изменениями).

Абылов С. А., Масылканова Б. А.

**Волластонитті пайдаланып гипсті тұтқыр заттарды түрлендіру**

**Резюме.** Мақалада келтірілген зерттеу нәтижелерін пайдалану мүмкіндігі волластонитовой тұқымды Макмальского кен орны үшін модификациялы гипс тұтқыр. Пайдалану волластонит толтырғыш ретінде арттыруға ықпал етеді беріктігі иілу, белсенді адсорбция өнімдерді гидратациялаудың тұтқыр негіздейді білім тығыз құрылымын бұйымдарды, бұл өте маңызды фактор арттыру үшін Волластониттің астық құрылымының игл пішіні оны микро арматуралық толтырғыштар ретінде пайдаланудың негізгі бағытын айқындайды. Гипс-волластонит композицияларының адгезивтік қасиеттерін зерттеудің нәтижелері келтірілген, бұл гипс-волластонит компонентерімен гипс-волластонит композицияларымен таза гипс қышқылдарын ерітінділердің, сылақ қоспаларының және майда байытылған бетондарды тиімді түрде ауыстыруға мүмкіндік береді.

**Түйінді сөздер:** гипс, волластонит, ылғалдандыру, адсорбция, адгезия, электр кедергісі, қасиеттері.

УДК: 533.15; 536.25

**M.C. Moldabekova, M.K. Asembayeva, K.T. Aripbayev, A.M. Aidarkhanova**
(Al-Farabi Kazakh National University,
Kazakhstan, Almaty.
E-mail: kakhar_adal-k@mail.ru)

## DESCRIPTION OF MASS CARRIER IN THE GAS MIXTURE BY THE COEFFICIENT OF EFFECTIVE DIFFUSION

**Annotation.** The article deals with methods for determining the effective diffusion coefficient $D_i^{эф}$of the mass carrier in a multicomponent gas mixture. The effective diffusion coefficient in a binary system is considered to be equivalent to the usual mutual diffusion coefficient. $D_i^{эф}$-diffusion coefficient is characterized by the speed of diffusion of the $i$ component to other gases in another $(n-i)$ mixture. It is proved that the effective diffusion coefficient is a complex value. In inhomogeneous systems, $D_i^{эф}$local values change continuously from one point to another, since each component of $\boldsymbol{j_i}$ depends on the distribution of the concentration of all components in the mixture. The symbol of the effective diffusion coefficient depends on the distribution of the concentration of these components in the system. The mass carrier in the gas mixture H2+N2-CH4 is characterized by the effective diffusion coefficient method.

**Keywords:** gas mixture, mass carrier, diffusion, effective diffusion coefficient, component, concentration, diffusion flow, process.

**М.С. Молдабекова, М.К. Асембаева, К.Т.Арипбаев, А.М.Айдарханова**
(Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы,
E-mail: kakhar_adal-k@mail.ru)

## ГАЗ ҚОСПАСЫНДАҒЫ МАССАТАСЫМАЛДАУДЫ ЭФФЕКТИВТІК ДИФФУЗИЯ КОЭФФИЦИЕНТІ АРҚЫЛЫ СИПАТТАУ

**Аннотация.** Мақалада көпкомпоненттік газ қоспасындағы массатасымалдау $D_i^{эф}$ эффективтік диффузия коэффициентін анықтау әдісіне негізделеді. Бинарлық жүйе кезінде эффективтік диффузия коэффициенті әдеттегі өзара диффузия коэффициентімен теңбе-теңдікте деп қарастырылады. $D_i^{эф}$ - диффузия коэффициенті $i$ компоненттің қалған басқа ( $n-i$ ) қоспадағы газдарға диффузия жылдамдығымен сипатталады. Эффективтік диффузия коэффициенті күрделі шама болатыны дәлелденеді. Біртекті емес жүйелерде $D_i^{эф}$ локалды мәндері бір нүктеден екіншісіне өткенде үздіксіз өзгеріп отырады, өйткені әр компоненттің $\boldsymbol{j_i}$ ағыны қоспадағы барлық компоненттердің концентрациясының үлестірілуіне тәуелді. Жүйедегі осы компоненттердің концентрациясының үлестірілуіне эффективтік диффузия коэффициентінің таңбасы тәуелді болады. $H_2$+$N_2$–$CH_4$ газ қоспасындағы массатасымалдау эффективтік диффузия коэффициенті әдісімен сипатталды.

**Түйінді сөздер:** газ қоспасы, массатасымалдау, диффузия, эффективтік диффузия коэффициенті, компонент, концентрация, диффузиялық ағын, процесс.

Диффузия табиғатта және техникадағы көптеген процестерде елеулі роль атқарады. Мысалы, химиялық технологияда, катализ процестерінде химиялық өзара әрекеттесулерімен бірге маңызды ролін диффузия атқарады. Гетерогенді-каталитикалық реакциялардың өтуі диффузия процесімен тығыз байланысты. Массатасымалдау процестерінің негізгі қозғалтқыш күші қоспадағы компоненттердің концентрациясы арасындағы айырмашылығы болып табылады. Диффузия дегенді бір заттың екіншісіне өздігінен енуі деп түсінеді. Диффузия процесі бинарлық қоспаларда жеткілікті зерттелген деп есептеледі. Алайда, көпкомпоненттік (үш-, төрт- және т.б. одан жоғары компоненттік) газ қоспасындағы диффузия процесі өте күрделі, бинарлық қоспада байқалмайтын эффекттермен қосарласып өтеді.

Көпкомпоненттік газ қоспасында массатасымалдау мәселелерін қарастырғанда әдетте Стефан-Максвелл теңдеуін қолданады [1]:

$$\nabla c_i = \sum_{j=1}^{n} \frac{1}{D_{ij}} \left( y_i \vec{j}_j - y_j \vec{j}_i \right), \qquad (1)$$

мұндағы $c_i, c$ - $i$ компонент және қоспаның тұтастай алғанда мольдік концентрациясы; $y_i = \frac{c_i}{c}$ – $i$- компоненттің мольдік үлесі, ал $\vec{j}_i = c_i \vec{\vec{V}}_i$ – диффузиялық ағынның тығыздығы, $D_{ij}$ - $i, j$ газдардың өзара диффузия коэффициенті.

Бұл теңдеуді шешу үшін мынадай шарттар

$$\sum_{j=1}^{n} \vec{j}_i = 0\,, \quad \sum_{j=1}^{n} c_i = 0 \text{ немесе } \sum_{j=1}^{n} \nabla c_i = 0 \tag{2}$$

орындалуы керек.

Бірақ, (1) өрнекті практикада қолдану қиыншылықтар тудырады, өйткені күрделі теңдеулер жүйесін шешуді талап етеді. Бұл жағдайда сандық интегралдау әдістерін немесе қайсыбір жуықтау есептеу әдістерін іздестіру қажет. Осындай әдістердің біреуі газ қоспасындағы $i$ компоненттің диффузиясын эффективтік диффузия коэффициенті (ЭКД) арқылы сипаттау болады [1-4]. Бұндай көзқарастың негізінде жататын болжам, егер көпкомпоненттік массатасымалдау процесі эффективтік диффузия коэффициенті арқылы сипаталатын болса, онда осы ЭКД бинарлық жүйе кезінде әдеттегі өзара диффузия коэффициентімен теңбе-теңдікте болады. Сондықтан $i$ компоненттің диффузиялық ағынының тығыздығын анықтау үшін Фиктің бірінші заңын қолдануға болады, демек

$$\vec{j}_i = -D_i^{эф} \nabla c_i\,, \tag{3}$$

мұндағы $D_i^{эф}$ - эффективтік диффузия коэффициенті, $i$ компоненттің қалған басқа (n-i) қоспадағы газдарға диффузия жылдамдығын сипаттайды.

Өзара диффузия коэффициентіне қарағанда ЭКД газ қоспасындағы барлық компоненттердің қасиеттерінің, концентрацияларының, концентрация градиенттерінің (ағындардың) күрделі функциясы болатынын ескеру керек. ЭКД мәндері оң таңбалы да, теріс таңбалы да болуы мүмкін. Біртекті емес жүйелерде ЭКД-нің локалды мәндері бір нүктеден екіншісіне өткенде үздіксіз өзгеріп отырады, өйткені қоспаның құрамына тәуелді, сондықтан оны іс жүзінде анықтау қиын, тіпті мүмкін емес. Сондықтан, көпкомпоненттік газдар қоспасындағы массатасымалдауды сипаттау үшін эффективтік диффузия әдісін қолдану тиімді.

Бұл әдістің тиімділігі тәжірибиелерде дәлеледенген [2-4], соның ішінде эффективтік диффузия коэффициентінің температуралық тәуелділігі диффузия процесін айтарлықтай дұрыс сипаттайды және оның қолдануы қарапайым. Бұл зерттеулерде эффективтік диффузия коэффициентін мына түрде тәжірибеде қолдануы ұсынылған:

$$D_i^{эф} = D_{ii}^{*} + \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^{к-1} D_{ij}^{*} \frac{dc_j}{dc_i}\,, \tag{4}$$

мұндағы $D_{ii}^{*}$, $D_{ij}^{*}=f(D_{ij}, y_i, y_j)$ – негізгі және айқас «практикалық» диффузия коэффициенті немесе көпкомпоненттік диффузияның матрицалық коэффициенттері делінеді; $dc_j/dc_i$ – қатынасы, $j$ - компоненттің концентрациясымен $i$ – компонентінің концентрациясының қатынасы; $D_{ij}$ – $i,j$ - газ қоспасының өзара диффузия коэффициенті; $y_i, y_j$ – $i, j$ компоненттерінің мольдік үлестері.

(4) теңдеуді тікелей локальді аймақта қолдану қиындық келтіреді, сондықтан оны ықшамдайды, $i$ компоненттің $k$ компонентімен қоспасының эффективтік диффузия коэффициентін есептеу үшін диффузиялық қабат шетіндегі $0$ и $L$ нүктелерінің арасындағы компонент концентрацияларының айырмашылығының қатынасымен градиенттерін алмастырады. Компоненттердің жүйенің ішіндегі бөлінуі эффективтік диффузия коэффициентінің таңбасына тәуелді. Сол себептен практикада жалпы жағдайда $i$ компоненттің $n$ компонентті қоспадағы интегралдық (диффузиялық қабат бойынша орташаланған) мәнін есептейді. Бұл кезде $D_{ij}, D_{ii}$ шамалары концентрацияға тәуелді болмайды деп болжанады және олардың концентрация градиенттерінің қатынастары диффузиялық қабаттың шекарасындағы 0 мен L нүктелер арасындағы компоненттердің концентрациялар айырмасымен алмастырылады [2, 5].

Эффективтік диффузия коэффициенті $i$ компоненттің $n$ компонентті қоспадағы интегралдық мәні былай анықталады:

$$\overline{D}_i^{эф} = \overline{D}_{ii}^{*} + \sum_{\substack{j=1 \\ j\neq i}}^{n-1} \overline{D}_{ij}^{*} \left( \frac{c_j^L - c_j^0}{c_i^L - c_i^0} \right). \qquad (5)$$

(5) теңдеуінен көретініміз, ЭКД жүйе ішіндегі компоненттердің концентрациялары үлестірілуіне байланысты, таңбасы өзгереді, ол оң да теріс те бола алады.

Үшкомпоненттік қоспа жағдайында (3) және (5) теңдеуінен эффективтік диффузия коэффициентінің интегралдық түрі былай жазылады

$$\overline{D}_i^{эф} = \frac{(1-\bar{y}_i)D_{ij}D_{ik} + \bar{y}_i D_{jk}D_{ik} + \bar{y}_i \left(D_{ik}D_{jk} - D_{ij}D_{jk}\right)\left( \frac{c_j^L - c_j^0}{c_i^L - c_i^0} \right)}{\bar{y}_i D_{jk} + \bar{y}_j D_{ik} + \bar{y}_k D_{ij}}, \; i,j,k=1,2,3 \qquad (6)$$

мұндағы $\bar{y}_i, \bar{y}_j, \bar{y}_k$ - орташаланған (орташа арифметикалық) компоненттердің мольдік үлесі.

Көпкомпоненттік изотермдік диффузия кезінде кейбір арнайы жағдайларда ЭКД компоненттердің бастапқы концентрациясына тәуелді болмайды [1]. Сонда ЭКД-ні анықтайтын теңдеудің түрі оңайлатылады:

1) $i$ компоненттің табынының (аз ғана араласқан газдың диффузиясы) қалған басқа ($n$-$i$) қоспадағы газдарға диффузиясы:

$$\overline{D}_i^{эф} = \frac{1}{\sum_{\substack{j=1 \\ j\neq i}}^{n} \bar{x}_j / D_{ij}}. \qquad (7)$$

2) $i$ компоненттен басқасынан бәрі қозғалмайтын жүйелер үшін немесе тұрақты жылдамдықпен қозғалатын жүйелер үшін:

$$\overline{D}_i^{эф} = \frac{1-\bar{x}_i}{\sum_{\substack{j=1 \\ j\neq i}}^{n} \bar{x}_j / \overline{D}_{ij}}; \qquad (8)$$

Бұл теңдеуді Бланк заңы немесе Уилке ережесі деп атайды.

3) қоспадағы газдардың өзара диффузия коэффициенттері $D_{ij}$ бір-біріне жуық немесе бірдей, демек:

$$\overline{D}_i^{эф} = D_{ij}. \qquad (9)$$

ЭКД-нің интегралдық мәндерін $n$ - компонентті газ қоспасында (5) формула бойынша, ал үшкомпоненттік жүйедегі диффузия үшін (6) формуламен есептеуге болады. Интегралдық ЭКД-ні компоненттердің концентрациясының тепе-теңдік мәндеріне қатысты жүйеге кіретін газдардың өзара диффузия коэффициенттерін қолданып анықтайды. Бұл кезде, қандай диффузия шарттарында ЭКД анықталғанын, ескеру керек. Әйтпесе, бұл шарттар орындалмаса, онда соңғы нәтиже дұрыс болмайды. Осы айтылғандар, әсіресе, (8) теңдеуге қатысты, өйткені көбінесе көпкомпонентік диффузияны есептегенде, оны қорытудағы шектеулерін ескермей қолданады, қарапайымдылығына қызығып.

Біз мысал ретінде эффективті диффузия коэффициентінің температурадан тәуелділігін сандық эксперимент арқылы $H_2$+$CH_4$–$N_2$ компоненттер жүйесі үшін анықтадық. Зерттеуде қысымы тұрақты 0,101 МПа–ға тең, бинарлық газ қоспасының температурасы 298,0–1000,0 К интервалы аралығында алынды. Есептеу нәтижелері 1-кестеде келтірілген. Кестенің соңғы бағанында қоспа компоненттерінің температуралық тәуелділік көрсеткішінің орташаланған мәндері берілген. Осы сандық зерттеулерден көпкомпоненттік газ қоспасының температуралық тәуелділігін анықтау барысында, компоненттің конценратциясының әсері әлсіз екендігі байқалады.

Қарастырылған жүйеде компонентерінің эффективтік диффузия коэффициентінің температуралық тәуелділігі келесі дәрежелік көрсеткіштерге ие екендігі: сутек үшін $n$=1,711±0,003; азот үшін $n$ =1,72±0,02, ал $D_{T_0}^{эф}$ бұл газдар үшін бинарлық қоспадағы концентрацияға тәуелді түрде анықталды: метан үшін $n$=1,98±0,16. Есептеуде $D_{T_0}^{эф}$ бұл газдың сутектегі концентрациясын 0,8 мольдік үлеске шектедік.

1–кесте. **Эффективтік диффузия коэффициенттері және 298,0–1000,0 К температура аралығындағы бастапқы бинарлық қоспадағы сутек концентрациясынан тәуелді $H_2$+$N_2$–$CH_4$ жүйе компоненттерінің температуралық дәрежелік көрсеткіші**

| № р/с | Бинарлық қоспадағы $H_2$ концентрациясы мольдік үлесі | Газ | Компоненттердің эффективтік диффузия коэффициенті, см$^2$/с | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Температуралық дәреже көрсеткіші | | | | | | | | |
| | | | Температура, К | | | | | | | | |
| | | | 298 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | 900 | 1000 | сред. |
| 1 | 0,2 | $H_2$ | 0,750 | 1,247 | 1,835 | 2,514 | 3,282 | 4,134 | 5,067 | 6,080 | |
| | | | | *1,728* | *1,728* | *1,728* | *1,728* | *1,728* | *1,729* | *1,729* | *1,728* |
| | | $CH_4$ | 0,293 | 0,494 | 0,736 | 1,018 | 1,339 | 1,698 | 2,094 | 2,526 | |
| | | | | *1,779* | *1,779* | *1,780* | *1,780* | *1,780* | *1,780* | *1,780* | *1,780* |
| | | $N_2$ | 0,179 | 0,306 | 0,461 | 0,643 | 0,853 | 1,089 | 1,351 | 1,638 | |
| | | | | *1,832* | *1,832* | *1,832* | *1,831* | *1,831* | *1,831* | *1,831* | *1,831* |
| 2 | 0,4 | $H_2$ | 0,746 | 1,242 | 1,828 | 2,505 | 3,271 | 4,121 | 5,067 | 6,064 | |
| | | | | *1,730* | *1,731* | *1,731* | *1,731* | *1,731* | *1,731* | *1,731* | *1,731* |
| | | $CH_4$ | 0,377 | 0,634 | 0,940 | 1,297 | 1,703 | 2,155 | 2,654 | 3,197 | |
| | | | | *1,765* | *1,765* | *1,766* | *1,766* | *1,766* | *1,766* | *1,766* | *1,766* |
| | | $N_2$ | 0,131 | 0,228 | 0,348 | 0,491 | 0,657 | 0,845 | 1,054 | 1,285 | |
| | | | | *1,894* | *1,892* | *1,891* | *1,890* | *1,889* | *1,888* | *1,887* | *1,890* |
| 3 | 0,5 | $H_2$ | 0,744 | 1,239 | 1,823 | 2,500 | 3,265 | 4,115 | 5,046 | 6,056 | |
| | | | | *1,732* | *1,732* | *1,732* | *1,732* | *1,732* | *1,732* | *1,731* | *1,732* |
| | | $CH_4$ | 0,424 | 0,712 | 1,054 | 1,453 | 1,906 | 2,411 | 2,967 | 3,571 | |
| | | | | *1,760* | *1,760* | *1,760* | *1,760* | *1,760* | *1,760* | *1,760* | *1,760* |
| | | $N_2$ | 0,104 | 0,185 | 0,285 | 0,406 | 0,547 | 0,708 | 0,888 | 1,087 | |
| | | | | *1,953* | *1,949* | *1,947* | *1,944* | *1,942* | *1,940* | *1,938* | *1,945* |
| 4 | 0,6 | $H_2$ | 0,742 | 1,235 | 1,819 | 2,494 | 3,258 | 4,107 | 5,037 | 6,047 | |
| | | | | *1,733* | *1,733* | *1,733* | *1,733* | *1,733* | *1,733* | *1,733* | *1,733* |
| | | $CH_4$ | 0,475 | 0,796 | 1,178 | 1,622 | 2,126 | 2,688 | 3,306 | 3,977 | |
| | | | | *1,755* | *1,755* | *1,755* | *1,755* | *1,755* | *1,755* | *1,755* | *1,755* |
| | | $N_2$ | 0,075 | 0,138 | 0,217 | 0,314 | 0,428 | 0,560 | 0,708 | 0,873 | |
| | | | | *2,062* | *2,052* | *2,046* | *2,040* | *2,035* | *2,031* | *2,028* | *2,042* |
| 5 | 0,8 | $H_2$ | 0,736 | 1,228 | 1,459 | 2,482 | 3,244 | 4,090 | 5,018 | 6,026 | |
| | | | | *1,736* | *1,736* | *1,736* | *1,736* | *1,736* | *1,736* | *1,736* | *1,736* |
| | | $CH_4$ | 0,591 | 0,988 | 1,809 | 2,007 | 2,627 | 3,317 | 4,075 | 4,898 | |
| | | | | *1,747* | *1,747* | *1,747* | *1,747* | *1,747* | *1,747* | *1,747* | *1,747* |
| | | $N_2$ | 0,009 | 0,030 | 0,062 | 0,105 | 0,158 | 0,223 | 0,300 | 0,388 | |
| | | | | *4,098* | *3,705* | *3,490* | *3,345* | *3,241* | *3,163* | *3,100* | *3,449* |

Сонымен, үшкомпоненттік жүйелерді зерттегенде эффективтік диффузия коэффициенттері мен олардың компоненттерінің температуралық дәрежелік көрсеткіші практикалық қолданбалы жағдайда

анықтамалық мәліметтер ретінде қолданылуы мүмкін. Күрделі газ қоспаларында диффузия кезінде барлық газдардың қасиеттері туралы мәліметтерді олардың диффузиялық қабілеттігін дұрыс бағалау үшін білу қажет.

Эффективтік диффузия коэффициенті әдісін қолдану нәтижелері көпкомпоненттік газ қоспасындағы диффузия процестерінің дамуын болжауға мүмкіндік тудырады. Сонымен қатар, ЭКД әдісі көмегімен сандық тәжірибе арқылы көпкомпоненттік массатасымалдауының кинетикалық сипаттамаларын табуға болады. Эффективтік диффузия коэффициентін зерттеуді өзара диффузия коэффициентін өлшеу әдісімен жүргізуге болады, сондықтан бұл жағдайда екіколбалық диффузиялық аппарат қолданады. Газ қоспасындағы $i$ компоненттің диффузиясын эффективтік диффузия коэффициенті арқылы сипаттау есептеулерді жеңілдетеді және тәжірибеде анықтауын ыңғайлатады. Сондықтан, көпкомпоненттік газдар қоспасындағы массатасымалдауды сипаттау үшін эффективтік диффузия әдісін қолдану тиімді.

Зерттеу нәтижелері AP05130986 «Көпкомпонентті газ қоспаларындағы диффузиядағы кеңістік-уақыттық конвективті құрылымдардың пайда болуы мен ерекше режимдері» ҚР БҒМ ғылым Комитеті қаржыландыратын жоба аясында алынған.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Берд Р., Стьюарт В., Лайтфут Е. Явления переноса: Пер. с англ. – М.: Химия, 1974. – 688 с.

[2] Жаврин Ю.И., Косов Н.Д., Новосад З.И. Описание нестационарной диффузии в многокомпонентных газовых смесях методом эффективных коэффициентов // ЖФХ. – 1975. – Т. 49, № 3. – С. 706-709.

[3] Жаврин Ю.И., Косов В.Н., Поярков И.В., Федоренко О.В., Асембаева М.К. Температурные зависимости эффективных коэффициентов диффузии продуктов сгорания метана, пропана и бутана в воздухе. Вестник КазНУ, Серия физическая. 2011. – № 2(36) – С. 71-75.

[4] Жаврин Ю.И., Молдабекова М.С., Асембаева М.К. Исследование диффузионного смешения тройных газовых смесей методом Стефана-Максвелла при различных концентрациях и давлениях. Материалы. Девятая Межд.теплофиз. школа Теплофизические исследования и измерения при контроле качества вещетств, материалов и изделий. Душанбе, 6 – 11 октября, 2014. – С. 377-384.

[5] Жаврин Ю.И., Молдабекова М.С., Асембаева М.К., Федоренко О.В., Мукамеденкызы В. Температурные зависимости эффективных коэффициентов диффузии для двух многокомпонентных газовых систем, содержащих воздух, водород и некоторые углеводороды // Вестник КазНУ. Серия физ. - 2017. - Т. 3, № 62. -С. 18-23.

Молдабекова М.С., Асембаева М.К., Арипбаев К.Т., Айдарханова А.М.

**Описание массоносителей в составе газовой смеси с помощью коэффициента эффективной диффузии**

**Резюме.** Рассматриваются методы определения коэффициента эффективной диффузии массоносителей $D_i^{эф}$в многокомпонентной газовой смеси. Коэффициент эффективной диффузии при бинарной системе рассматривается как равносильный обычному коэффициенту взаимной диффузии. $D_i^{эф}$ - коэффициент диффузии характеризуется скоростью диффузии компонента $i$на остальные газы в другой $(n-i)$ смеси. Доказывается, что коэффициент эффективной диффузии является сложной величиной. В неоднородных системах локальные значения $D_i^{эф}$непрерывно меняются при переходе от одной точки к другой, так как каждый компонент $\boldsymbol{j_i}$ зависит от распределения концентрации всех компонентов в смеси. От распределения концентрации этих компонентов в системе зависит символ коэффициента эффективной диффузии. Массоноситель в газовой смеси H2+N2-CH4 охарактеризован методом коэффициента эффективной диффузии.

**Ключевые слова:** газовая смесь, массоноситель, диффузия, коэффициент эффективной диффузии, компонент, концентрация, диффузионный поток, процесс.

УДК 517.518.8

**G.D. Musapirova, Y.K. Yermekov**

**REVIEW AND COMPARISON OF 3D-MODELING PROGRAMS**

**Abstract.** This article has reviewed and compared existing 3D modeling programs. During the comparison, parameters were used that are important and decisive in choosing a program. For comparison, three 3D modeling programs were selected.

**Key words:** Computer graphics, 3D, modeling, Autodesk, 3Ds Max, Maya, Blender 3D.

**Г.Д Мусапирова, Е.К. Ермеков**
(Алматинский университет энергетики и связи,
Алматы, Республика Казахстан, yelzhanyermekov@gmail.com)

## ОБЗОР И СРАВНЕНИЕ ПРОГРАММ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ

**Аннотация.** Дан обзор и сравнение существующих программ трехмерного моделирования. В ходе сравнения были использованы параметры, которые являются важными и определяющими при выборе программы. Для сравнения были отобраны три программы трехмерного моделирования.
**Ключевые слова:** Компьютерная графика, 3D, моделирование, Autodesk, 3Ds Max, Maya, Blender 3D.

**Введение.** Скорое развитие технологий за столь короткое время привело к такому же стремительному росту в области программного обеспечения и компьютерной техники. Обыденными стали и визуальные спецэффекты, которые на сегодняшний день доступны любому благодаря широкому распространению программ создания компьютерной графики и, в частности, трехмерного моделирования [2].

**Обзор и сравнение программ**

1. Autodesk 3Ds Max - это программное обеспечение пользуется огромной популярностью, и большую роль в этом сыграл тот факт, что программа ориентирована на архитектурную визуализацию. В 3Ds Max есть модели, которые необходимы при создании различных архитектурных проектов - от стандартных инструментов дверей и окон до лестниц, оград и растительности.

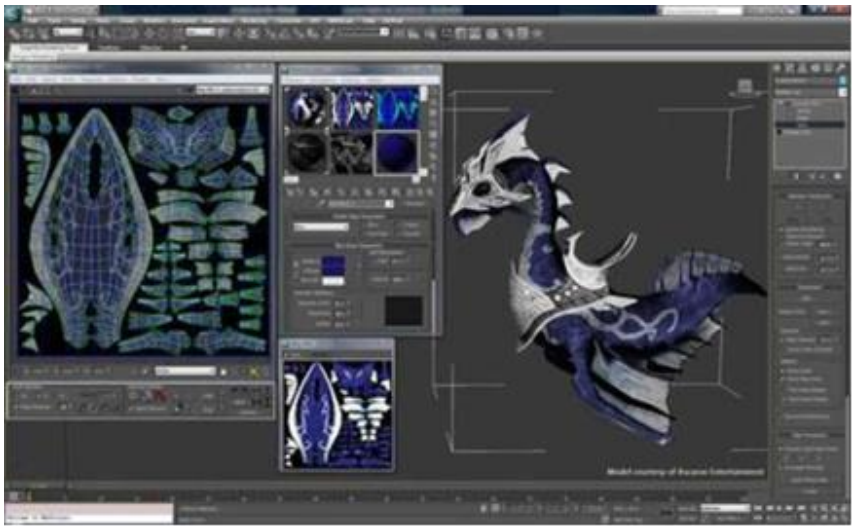


**Рис. 1.** Окно работы программы 3Ds Max

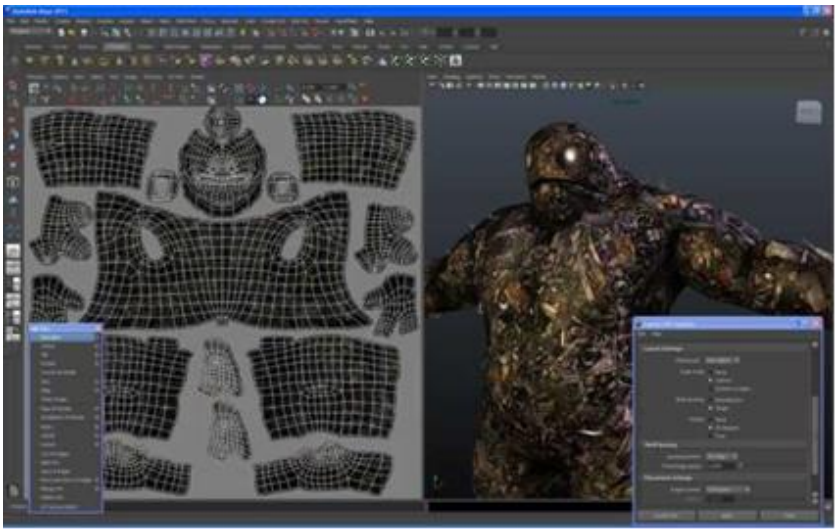


**Рис. 2**. Окно работы программы Maya

Кроме того, в этом 3Ds Max есть средства настройки освещения трехмерной сцены. Также в ПО был интегрирован фотореалистичный визуализатор, который позволяет добиться весьма высокой реалистичности.

Нехватка какого-то определенного инструмента компенсируется наличием большого количества плагинов, которые значительно увеличивают встроенные возможности программы. Так, например, модуль Afterburn позволяет моделирует реалистичные взрывы, а при использовании Dreamscape ПО получает новые инструменты для создания природных ландшафтов и воды.

2. Autodesk Maya - на протяжении долгого периода именно этот пакет противопоставлялся основному конкуренту на рынке 3D ПО - 3Ds Max. Опытными 3D-художниками данный продукт используется чаще остальных. Эта трехмерная программа часто используется такими известными студиями, как Dreamworks, Walt Disney и др.

В этом редакторе есть практически всё, что необходимо для 3D-графики. Maya дает возможность пройти все этапы создания 3D - от моделирования и анимации до текстурирования, композитинга и послойного рендеринга. Главной особенностью пакета является модуль PaintEffects, он позволяет нарисовать кистью такие 3D-объекты, как трава, объемные узоры и др.

3. Blender 3D - он является бесплатным ПО, которое быстро развивается, не уступая коммерческим программам. Секрет заключается в том, что создание модификаций для этого редактора может осуществляться любым пользователем. Многие из модулей и плагинов, которые появились в Blender, были добавлены абсолютно разными людьми, которые работали над различными функциями для решения специфических задач.



**Рис. 3.** Окно работы программы Blender 3D

В сравнении с коммерческими альтернативами размер этой программы очень маленький - несколько десятков мегабайт. Кроссплатформенность является одним из основных преимуществ программы. Редактор стабильно работает как в Linux, так и в Windows [3].

Blender содержит большую группу модулей для моделирования 3D- объектов. Например, в программе можно применять системы частиц, устанавливать веса определенных частиц, использовать направляющие и внешние силы, например, ветер. Также в редакторе имеется симулятор флюидов, который открывает широкие возможности по созданию эффектов текучих тел, таких как жидкости или дым. Пользователь может рассчитать физические задачи, например, моделирование поведения мягких тел.

Таблица 1. **Сравнительная характеристика программ трехмерного моделирования**

| | **Autodesk 3Ds Max 2014** | **Autodesk Maya 2014** | **Blender 3D 2.70** |
|---|---|---|---|
| Область применения | Визуализация - игры | Игры - фильмы | Визуализация - режим реального времени |
| Конечная цена пользования | 5,000 € | 2500 € | Бесплатно |
| ОС | Windows | Windows, Mac OS, Linux | Windows, Mac OS, Linux |
| Руководство пользователя | - | + | - |
| Популярность производителя | + | + | - |
| Документация | + | + | + |
| DVD обучение | + | + | + |
| Поддержка популярных форматов импорта / экспорта | | | |
| 3DS | + | + | + |
| COLLADA | + | + | + |
| FBX | + | + | + |
| STL | + | + | + |
| Рендеринг | | | |
| Рендеринг | Internal, mental ray | Internal, mental ray | Internal |
| Качество | + | + | + |
| Поддержка базовых пакетов | | | |
| Инструменты анимации | + | + | + |
| UV tools | + | + | + |
| Рисование | - | + | - |
| Моделирование | + | + | + |
| Модификаторы | + | + | + |
| NURBS | - | + | - |
| Динамика - Твердотельные объекты | + | + | + |
| Мягкотельные объекты | + | + | + |
| Волосы | + | + | + |
| Одежда | + | + | + |
| Частицы | + | + | + |
| Жидкости | - | + | + |
| Наложение изображений | - | - | + |
| Генерируемые компьютером тени - игры | + | + | + |
| Поддержка скриптов | + | + | + |
| Сферы использования | | | |
| Визуализация - дизайн | + | + | + |
| Фильмы | + | + | - |
| Визуальные эффекты - motion эффекты | + | + | + |
| Игры | + | + | - |
| Web-дизайн | - | - | + |
| 3D в реальном времени / виртуальная реальность | + | + | + |

**Выводы**

Как показала сравнительная таблица, лучшим из трех редакторов, несмотря на то, что она не бесплатная, является Autodesk Maya 2014. В силу своих уникальных возможностей и доступности в освоении эта программа сегодня имеет наибольшее количество поклонников, как среди любителей, так и среди профессионалов. Пожалуй, осталось очень мало сфер деятельности человека, связанных с трехмерной графикой, в которых не используется. Ее активно применяют для создания игр и фильмов, в архитектуре и строительстве, в медицине и физике, а также во многих других областях.

ЛИТЕРАТУРА

[1] 3D Studio MAX Искусство трехмерной анимации Platinum Edition (+CD). / Ким Ли: Диасофт-ЮП, 2010. - 887 с.

[2] 3D Studio VIZ для дизайнера. / Хаббелл Д., Бордмэн Т.: ДиаСофт, 2009. - 663 с.

[3] Бондаренко С.В., Бондаренко М. Ю.3ds max. Легкий старт. - СПб.: Питер, 2013. - 128 с.: ил

[4] Прахов А. А. Blender: 3D – моделирование и анимация. Руководство для начинающих. – СПб.: БХ В-Петербург, 2009 – 272 с: ил + CD-ROM

[5] Большаков, В. 3D-моделирование в AutoCAD, КОМПАС-3D, SolidWorks, Inventor, T-Flex - М.: Книга по Требованию, 2010. - 336 с.

[6] Климачева, Татьяна AutoCAD. Техническое черчение и 3D-моделирование - М.: БХВ-Петербург, 2008. - 912 с.

[7] Прахов, А. Blender. 3D-моделирование и анимация. Руководство для начинающих - М.: БХВ-Петербург, 2009. - 272 с.

[8] Рябцев Интерьер в 3ds Max: от моделирования до визуализации - М.: Питер, СПб, 2008. - 512 с.

[9] Аббасов, И.Б. Двухмерное и трехмерное моделирование в 3ds MAX - М.: ДМК, 2012. - 176 с.

[10] Сазонов, А.А. 3D-моделирование в AutoCAD: Самоучитель - М.: ДМК, 2012. - 376 с.

[11] Тозик, В.Т. 3ds Max Трехмерное моделирование и анимация на примерах - СПб.: BHV, 2008. - 880 с.

[12] Большаков, В. П. Инженерная и компьютерная графика - СПб.: БХВ-Петербург, 2016. — 384 с.: ил.

Мусапирова Г.Д, Ермеков Е.К.

**3D модельдеу бағдарламаларының шолуы және салыстыруы**

**Түйіндеме.** Бұл мақалада қолданыстағы 3D модельдеу бағдарламалары қарастырылып, салыстырылды. Салыстыру барысында бағдарламаны таңдауда маңызды және шешуші болып табылатын параметрлер пайдаланылды. Салыстыру үшін үш 3D модельдеу бағдарлама таңдалды.

**Түйін сөздер:** Компьютерлік графика, 3D, модельдеу, Autodesk, 3Ds Max, Maya, Blender 3D.

Musapirova G.D, Yermekov Y.K.

**Review and comparison of 3d-modeling programs.**

**Summary.** This article has reviewed and compared existing 3D modeling programs. During the comparison, parameters were used that are important and decisive in choosing a program. For comparison, three 3D modeling programs were selected.

**Key words:** Computer graphics, 3D, modeling, Autodesk, 3Ds Max, Maya, Blender 3D.

УДК 004.73

**A.H. Kasimova, A.S. Gusmanova**

(West Kazakhstan agrarian-technical University named after Zhangir Khan, Uralsk, Kazakhstan.
E-mail: kasimova_ah@mail.ru, alida_the_best@mail.ru)

## THE IMPORTANCE OF INFORMATION RETRIEVAL SYSTEM OF ADDITIONAL EDUCATION COURSES

**Abstract.**The article considers the importance of information retrieval system of additional education courses. Information retrieval system (IRS) is a search and selection of necessary data in a special database with characteristics of information sources (index) on the basis of information search and relevant search rules. Quantity and registration numbers of institutions of additional education in the presence of the main database table, its location in the area is assigned to the index of the subsequent number. The basic structure of the Information retrieval system is based on these principles.This project is aimed to improve the efficiency of information retrieval system of additional education courses in the West Kazakhstan region, organization of web applications using HTML, Joomla, Php, database creation using SQL server. The developed project provides users with information on educational courses in additional education courses as an auxiliary tool.

**Key words:** additional education, information search system, West Kazakhstan region, web application.

**А.Х. Касымова, А.С. Гусманова**
(Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық – техникалық университеті,
Батыс Қазақстан облысы, Орал қ.
e-mail: kasimova_ah@mail.ru, alida_the_best@mail.ru)

# ҚОСЫМША БІЛІМ БЕРУ КУРСТАРЫ БОЙЫНША АҚПАРАТТЫҚ ІЗДЕУ ЖҮЙЕСІНІҢ МАҢЫЗДЫЛЫҒЫ

**Андатпа.** Мақалада қосымша білім беру курстары бойынша ақпараттық іздеу жүйесінің маңыздылығы қарастырылған. Ақпараттық-іздеу жүйесі (АІЖ) - бұл ақпарат іздеудің және сәйкес іздеу ережелерінің негізінде ақпарат көздерінің (индекс) сипаттамалары бар арнайы деректер қорында қажетті деректерді іздеуді және іріктеуді қамтамасыз ететін жүйе. Қосымша білім беру мекемелерінің саны мен тіркеу нөмірлері мәліметтер қорының негізгі кестесі болса, оның аудан бойынша орналасуы реттік нөмірі немесе индексі ретінде тағайындалады. Ақпараттық іздеу жүйесінің негізгі құрылымы осы принциптермен құрылады. Батыс Қазақстан облысы бойынша қосымша білім беру курстары бойынша ақпараттық іздеу жүйесінің тиімділігін арттыру, HTML, Joomla, Php тілдерінің көмегімен веб-қосымша ұйымдастырып, SQL сервер көмегімен мәліметтер қорын жасау жобаның өзектілігі болып табылады. Жасалынатын жоба қосымша білім беру курстары бойынша білім беру курстары туралы ақпаратты қолданушыға көмекші құрал ретінде ұсынады.

**Кілтті сөздер:** қосымша білім беру, ақпараттық іздеу жүйесі, Батыс Қазақстан облысы, веб-қосымша.

## КІРІСПЕ

Қазіргі жағдайда білімі аясында үнемі іске асырыла бермейтін салалардағы танымдық қызығушылықтары мен қажеттіліктерін қанағаттандыруға байланысты білім беру іс-әрекеті кең қанат жайып келеді. Демократиялық реформалар тудырған отандық білім беру саласындағы жаңа құбылыстар қатарында барынша маңыздылардың бірі деп толық негізде балаларға қосымша білім беруді атауға болады. Қосымша білім берудің құндылығы сол, ол жалпы білім берудің вариативті құрамын күшейтеді, жасөспірімдерге өз-өздерін кәсіби бағдарлауда көмектеседі, білім алушылардың алған білімдері мен күш-қуаттарын іске асыруға септеседі.

Қосымша білім беру жағдайында білім алушылар өздерінің шығармашылық әлеуеттерін, қазіргі қоғамға бейімделу дағдыларын дамыта алады және бос уақытты толыққанды ұйымдастыру мүмкіндігін алады [1].

Қосымша білім беру міндеттерін іске асыра отырып, мектеп бір жағынан білім беру стандартын игеру, ал екінші жағынан – білім беруді жаңғыртудың маңызды ұстанымы ретінде жарияланған білім беруді ізгілендірудің негізі болып табылатын тұлғаның еркін дамуы үшін жағдай жасау қажеттігі арасындағы қарама-қайшылықты шешеді [2].

Қосымша білім беру мәселесінің өзектілігі бүгінгі таңда сөзсіз, өйткені ол білім берудің мәнін жаңаша түсінумен тікелей байланысты. Қосымша білім беру жүйесі қазіргі жағдайларда білім беру кеңістігінің аса маңызды құрамдас бөлігі ретінде қарастырылады, оны мұқият ойластырылған және тексерілген талаптар негізінде ұйымдастыру дарынды балаларды қолдаумен және дамытумен қамтамасыз ете отырып, балалық шақ дағдарысын енсеруге көмектесуі мүмкін [3,4].

## НЕГІЗГІ БӨЛІМ

Білім беру жүйесін ақпараттандырудың түпкі мақсаты мамандарды даярлаудың жаңа моделін құру. Бұл өз бетінше толтыру қабілетіне ие, кәсіби міндеттерді шеше білетін, қазіргі заманғы қоғамның талаптарына байланысты еңбек функцияларын өзгерту мүмкіндігі бар ақпараттық-коммуникациялық технологияларға ие болу.

Қазіргі кезде білім беруді дамытудың жаңару бағыттарының бірі білім беру жүйесін ақпараттандыру, сондай-ақ білім беру үрдісіне түрлі ақпараттық технологиялардың кешенін енгізу үрдісі болып табылады. Ақпараттандырудың негізгі міндеттері білім беру мекемелерінде білім беру қызметін ұсынудың қолжетімділігін, сапасы мен тиімділігін қамтамасыз ету, сондай-ақ оқу үдерісіне ақпараттық-коммуникациялық технологияларды жүйелі енгізу мен белсенді пайдалануды қамтамасыз ету үшін жағдайлар жасау болып табылады.

Бір адамға қолжетімді болатын ақпараттың көлемі (мысалы, кітапханадағы адам) өсетіндіктен қажетті құжатты табуға көмектесетін іздеу құралдары мен әдістері жасалады. Осындай құралдардың бірі ақпараттық іздеу жүйесі болып табылады.

Ақпараттық-іздеу жүйесі (АІЖ) - бұл ақпарат іздеудің және сәйкес іздеу ережелерінің негізінде ақпарат көздерінің (индекс) сипаттамалары бар арнайы деректер қорында қажетті деректерді іздеуді және іріктеуді қамтамасыз ететін жүйе.

Кез келген ақпаратты іздеу жүйесінің негізгі міндеті - пайдаланушының ақпараттық, геолокациялық және т.б. қажеттіліктеріне сәйкес келетін ақпаратты іздестіру. Сәйкестік - іздеу нәтижелерінің формаланған сұрауына сәйкестігі.

Автоматтандырылмаған ақпараттық іздеу жүйелерінде ақпарат көздерін сипаттайтын қызметкерлері, яғни әр ресурстың қысқаша түсіндірмесін жасайтын адамдар болып табылады. Содан кейін, әдетте, сипатталған ресурстар тақырып бойынша сұрыпталады (тақырыптық каталог жасау). Әрине, адам жасаған сипаттама ақпарат көзіне сәйкес келеді. Рас, бұл жағдайда индекстеу процедурасы айтарлықтай уақыт кезеңін алады, сондықтан қалыптасатын индексі әдетте шектеулі мөлшерде болады. Бірақ осындай жүйеде іздеу кітапханалардың тақырыптық каталогтарындағы сияқты оңай жүргізілуі мүмкін [5].

Автоматтандырылған типті жүйелерде іздеу үшін пайдаланушыға бірнеше сөзден тұратын қарапайым жағдайда сұрауларды қалай жасау керектігін білу керек. Содан кейін АІЖ индекстік құжаттарын іздейді. Жақсы іздестендіру үшін пайдаланушыға арнайы сұраныс тілін жасау керек. Индекс үлгісін және қолдау көрсетілетін сұраныс тілін құру ерекшеліктеріне қарай, іздеу жүйесін және нәтижелерді сұрыптаудың алгоритмі әзірленеді.

Индекс айтарлықтай көлемге ие болғандықтан, табылған құжаттар саны өте үлкен болуы мүмкін. Сондықтан іздеу механизмі оның нәтижелерін іздейді және сұрыптайды.

Сонымен қатар ақпаратты іздеу жүйесінің маңыздылығы - пайдаланушыға ыңғайлы және әдемі интерфейсті жасау болып табылады.

Іздеу нәтижелерін ұсыну нысаны өте маңызды, өйткені пайдаланушы ақпаратқа негізделіп, оған жету қажеттілігі туралы дұрыс шешім қабылдау үшін мүмкіндігінше көп нәрсені үйренуі керек [6].

Ақпараттық-іздеу жүйесінде (АІЖ) құжаттарды индекстеу бұл ақпаратқа сұраныс жасау және кейіннен сақтау мен іздеу мақсатында фактілерді сипаттауға арналған ресми түрдегі жасанды тіл болып табылады. Ақпараттық-іздеу жүйесі - мәтіндерді (құжаттарды) немесе олардың бөліктерінің негізгі семантикалық мазмұнын сипаттауға (индекстеу арқылы), сондай-ақ ақпаратты іздеуді жүзеге асыру мақсатында ақпараттық сұраныстардың семантикалық мазмұнын білдіруге арналған сигналдық жүйе болып табылады [7].

Бүгінгі күні іздеу жүйесі киберкеңістіктегі навигацияның кең тараған әдістерінің бірі болып табылады. Қазіргі заманғы ақпараттық іздеу жүйесі интернетте ақпаратты іздеу мүмкіндігін беретін вебсайт ретінде анықталады. Сайттың негізгі бөлігі іздеу жүйесінің функционалдығын қамтамасыз ететін бағдарламалар жинағы [8].

Басқаша айтқанда, іздеу жүйесі келесі компоненттердің жиынтығы:

Веб-сервер - пайдаланушымен және қалған жүйемен өзара әрекеттесетін іздестіру сервері.

Өрмек (Spider) - браузердің қағидасы бойынша жазылған бағдарлама веб-беттерді жүктеуге арналған. Браузер беттерді көрнекі түрде пайдалануға арналған және тікелей HTML кодымен жұмыс істейді.

Crawler («саяхатшы» өрмек) - беттің барлық сыртқы сілтемелеріне автоматты түрде өтетін бағдарлама. Оның міндеті - белгілі емес (немесе өзгертілген) құжаттарды іздестіру.

Индекстер (indexer) - веб-беттеріне арналған анализатор бағдарламасы. Ол жүктелген парақты бөліктерге «анализдейді» және мәтін, қызмет көрсету html-тегтері, тақырыптар, стилистиканың ерекшеліктері және құрылымдық нысандар сияқты элементтерді талдайды.

Деректер қоры (Database) - жүктелген және өңделген беттер үшін сақтау - іздеу жүйесінің жалпы деректер қоры.

Search Engine Results Engine (SERP) - деректер қорынан іздеу нәтижелерін шығарады. Ол пайдаланушының сұрауы бойынша қай беттерге сәйкес келетінін анықтайды және оларды дұрыс тәртіппен сұрыптайды. Модуль іздеу жүйесімен анықталған рейтингті алгоритмдерге сәйкес жұмыс істейді [20].

Ақпараттық-іздеу жүйесі әмбебап және мамандандырылған деп екіге бөлінеді [9].

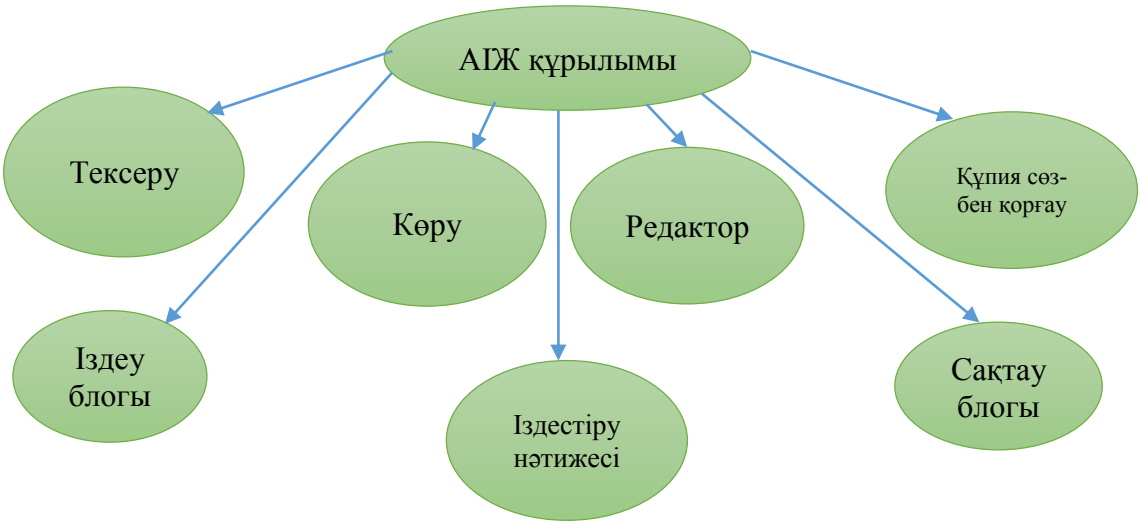
Әмбебап - кез-келген тақырып бойынша ақпарат іздеу (жергілікті және жаһандық болуы мүмкін).

Мамандандырылған - белгілі бір профиль немесе тақырып бойынша ақпарат іздеу (негізінен жергілікті).

АІЖ құрылымы оның функционалды мақсаты, оның сипаттайтын пәндік саласының ерекшелігіне негізделеді.

Келесі блокты қарастырайық (сызба 1).

Сызба 1. АІЖ құрылымы




Тексеру блогы - тұтастығын тексеру үшін деректер қорының барлық бөліктерін тексереді.

Көру блогы – жүйедегі деректер қоры көрінісінен жұмыс істеуге және басқа жаңа жұмыс режимдерін таңдауға мүмкіндік береді.

Редактор блогы тек деректер қорының сандық өрістерін өңдейді және сипаттамаларды өзгертуге, жаңаларын енгізуге және деректер қоры кестелеріндегі ескі жазбаларды жоюға мүмкіндік береді. Мұндай жұмыс режимін өзгертуге болады.

Құпия сөзбен қорғау блогы алты таңбалы құпия сөзді енгізу арқылы деректерді өңдеуге қол жеткізуге тыйым салады.

Іздеу блогы техникалық тапсырманы іздеуге және басқа жұмыс режимдеріне көшуге арналған.

Іздестіру нәтижесі блогы барлық тәртіпте табылған қадамдық қозғалтқыштарды және олардың сипаттамаларын іздестіруге сәйкес көрсетеді.

Сақтау блогы іздеу параметрлерін сақтайды және ақпаратты келесі кезеңге дейін сақтайды. Көмекші блогы жүйенің әртүрлі режимдерінде кеңес береді.

АІЖ деректер қорын ұйымдастыру үшін тақырыптық аумақты толық зерттеу қажет. АІЖ-нің пәндік облысы - бұл Батыс Қазақстан өңірі бойынша қосымша білім беру мекемлерінің ұйымдастырған курстары [10].

АІЖ жіктеуі классификатор деп аталатын ақпараттың иерархиялық (ағаштан жасалған) ұйымын пайдаланады. Классификатордың бөлімдері рубрикалар деп аталады. Классификатор авторлар тобымен әзірленеді және жетілдіріледі [11,12].

АІЖ жұмысының екі негізгі алгоритмі бар: негізгі сөздер мен дескрипторларды қолдану. Бірінші жағдайда, құжаттың мазмұнын бағалау үшін тек құжаттың мазмұны пайдаланылады және сұраныс бойынша, АІЖ сұранымнан құжаттағы сөздермен сәйкестендіріледі, құжатта сұраныс сөздердің саны, орны, бойынша анықталады. Барлық жұмыс істейтін АІЖ тарихи себептермен осы алгоритмді түрлі модификацияларда пайдаланады [13,14].

Қосымша білім беру - бұл негізгі білім беру үрдісін жаңадан толықтыру, себебі қосымша білім беру бірқатар міндеттерді шешуге қабілетті:

- білім алушының жеке тұлға ретінде дамытуда бастапқы мүмкіндіктерін теңдестіру;
- жеке білім беру жолын таңдауға үлес қосу;
- әр білім алушыға «табысқа жету жағдайын» ұсыну;
- білім алушының және оқытушының өзін-өзі дамытуды іске асыруға жәрдемдесу.

ТМД және Еуропа елдерінің қосымша білім беру ұйымдарындағы балалардың қамтылуына салыстырмалы талдау төмендегіше көрініс табады: Қазақстан Республикасы - 23,9%; Беларусь Республикасы – 44%; Өзбекстан – 16,9% 1-9 сыныптар, Тәжікстан Республикасы – оқушылардың жалпы санынан 1 %, Ресей Федерациясы – 5 жастан 18 жасқа дейін 49, 1%, Еуропа елдері – 50%-дан жоғары.

Қазақстан Республикасындағы ағымдағы жағдай. Қосымша білім беру жүйесімен барлығы 1590724 оқушы (60,5%) қамтылған.

Мектеп оқушыларының қосымша білім берумен барынша көп қамтылуы Батыс Қазақстан – 84,9 %, Шығыс Қазақстан – 59,1%, Қостанай – 59 %, Павлодар – 58 %, Солтүстік Қазақстан – 52,5 %, Ақтөбе – 48 %, Қарағанды – 45,2% облыстарында.

Балаларды қосымша білім беруге еліктіру деңгейі Батыс Қазақстан облысында 59,9%, Оңтүстік Қазақстан облысында 14,1%-ға дейін, Қостанай облысында 47,1%, Алматы облысында 10,4%-ға дейін, Шығыс Қазақстан облысында 44,4%-дан Атырау облысында 16%-ға дейін өзгеріп тұр.

Батыс Қазақстан облысы (БҚО) бойынша қосымша білім беру мекемелерінің саны мен тіркеу нөмірлері мәліметтер қорының негізгі кестесі болса, оның аудан бойынша орналасуы реттік нөмірі немесе индексі ретінде тағайындалды. Индекстеу тәсілі сұраныстар тілінде өңделіп, байланыс орнатылды. АІЖ негізгі құрылымы осы принциптерммен құрылды [15].

Батыс Қазақстан облысы бойынша бірнеше қосымша білім беру мекемесі бар: 20 музыкалық мектеп, 1 өнер мектебі, 2 балалар шығармашылығы мектебі, 16 мектептен тыс жұмыс орталығы және балалар шығармашылық үйі, 13 туризм және экология орталығы, 1 аймақтық экологиялық-биологиялық орталық, 1 аймақтық техникалық орталық балалар шығармашылығы, 1 балалар шығармашылығының аймақтық техникалық орталығы, 1 облыстық балалар спорт клубы. Білім алушылардың жалпы санының 61,4% -ы (57915 білім алушымен) қамтылды (кесте 1, сурет1).

Кесте 1. **БҚО-дағы қосымша білім беру ұйымдары**

| ***Қосымша білім беру ұйымдары*** | ***Саны*** |
|---|---|
| *Музыкалық мектептер* | *20* |
| *Өнер мектептері* | *1* |
| *Балалар шығармашылығы мектебі* | *2* |
| *Мектептен тыс жұмыс орталығы* | *16* |
| *Туризм және экология орталығы* | *13* |
| *Аймақтық экологиялық-биологиялық орталық* | *1* |
| *Аймақтық техникалық орталық балалар шығармашылығы* | *1* |
| *Балалар шығармашылығының аймақтық техникалық орталығы* | *1* |
| *Облыстық балалар спорт клубы* | *1* |



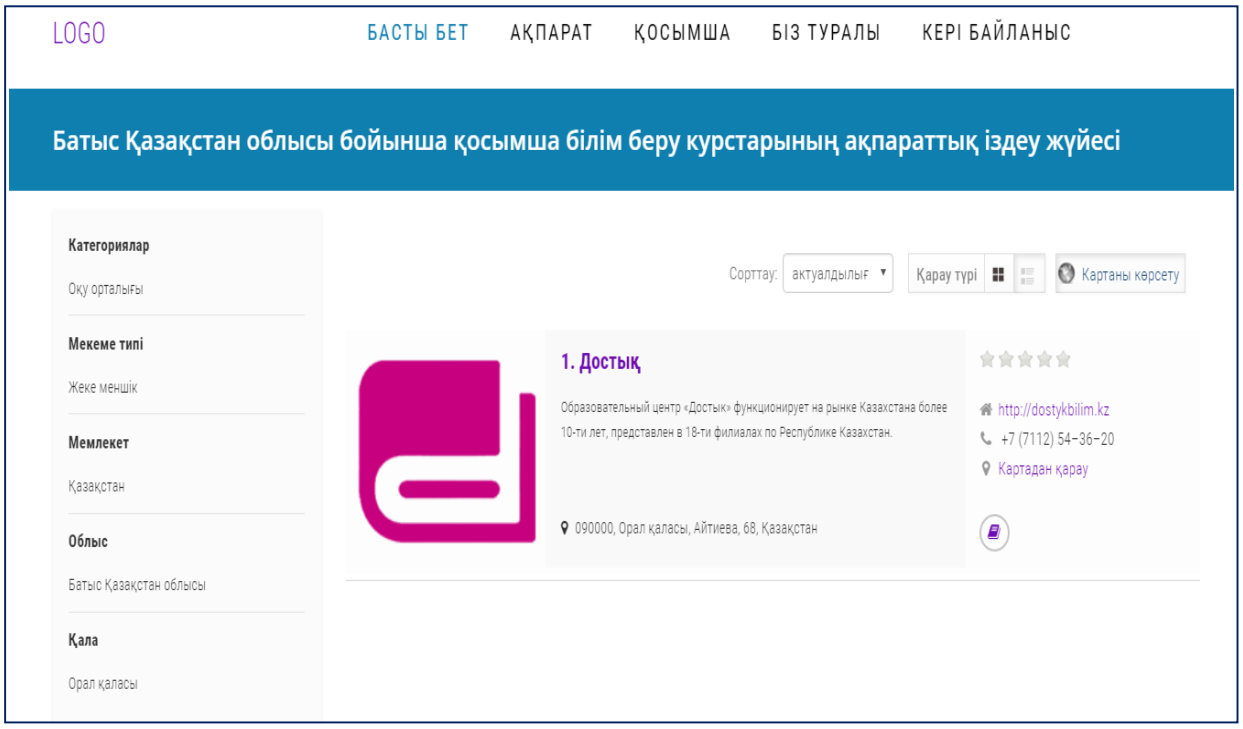

**Сурет 1.** Қосымша білім берудің 2017-2018 жж бойынша диаграммасы

Бұл мекемелер келесідей бағыттар бойынша жұмыстанады:

- көркем және эстетикалық қосымша білім беру;
- экологиялық және биологиялық қосымша білім беруі;
- білім алушылардың ғылыми-техникалық шығармашылығын ұйымдастыру;
- білім алушыларға арналған қосымша білім беру жүйесінде дене шынықтыру және денсаулық сақтау және спорттық іс-шаралар;
- әлеуметтік-педагогикалық бағыттағы бірлестіктер.

Батыс Қазақстан облысы бойынша қосымша білім беру курстарының ақпараттық-іздеу жүйесі негізгі осы 5 бағыт бойынша бөлінеді. Мысалы, тек Орал қаласы бойынша көркем және эстетикалық қосымша білім беру мекемелеріне Қалалық білім басқармасы «Дина Нұрпейісова атындағы №1 балалар саз мектебі» МКҚК, Орал қаласы әкімдігі білім бөлімінің «№2,№3,№4,№5 балалар саз мектептері» МКҚК, Орал қаласы әкімдігі Орал қаласының білім беру бөлімінің «№1 Балалар өнер мектебі» МКҚК, «Орал қаласы әкімдігі Орал қаласының білім беру бөлімінің Желаев кенттік округінің мектептен тыс орталығы» МКҚК, «Орал қаласы әкімдігі Орал қаласының білім беру бөлімінің «Оқушылар Сарайы» МКҚК сияқты мемелекеттік және жеке мекемелердә жатқызуға болады. Бұл мекеменің әрбіреуінде бірнеше курстар ұйымдастыырылған. «Оқушылар Сарайы» мекемесін алатын болсақ онда бұл бағытта 16 үйірме немесе курс ұйымдастырылған. АІЖ-де осы курстардың барлығы реляциялық мәліметтер қорына жинақталып, іздеуге ыңғайлы формаға келтірілді.

Диссертация тақырыбы: «БҚО-дағы қосымша білім беру курстары бойынша ақпаратты іздеу жүйесін құру».




**Сурет 2.** БҚО бойынша қосымша білім беру курстарының ақпараттық іздеу жүйесінің сайты

Жобаның өзектілігі БҚО-дағы қосымша білім беру курстары бойынша ақпаратты іздеу жүйесінің тиімділігін арттыру, яғни HTML, Joomla, PHP тілдерінің көмегімен web-қосымша ұйымдастырып, SQL сервер көмегімен мәліметтер қорын жасау қарастырылады. Жасалынатын бағдарлама қосымша білім беру курстары туралы ақпаратты тұтынушыға көмекші құрал ретінде ұсына алады.

Жобаның мақсаты**:** БҚО-дағы қосымша білім беру курстарының жұмысының тиімділігін арттыру жолында ақпаратты іздеу жүйесін құру. Мәліметтер қорын SQL сервер көмегімен ұйымдастырып, тұтынушылармен қарым-қатынасты жеңілдету, оларға қажетті ақпаратты ұсыну.

Жобаның міндеттері:

- БҚО-дағы қосымша білім беру курстарының тұтынушыға қажетті мекен жайы бойынша жетілдіру жолдарын анықтау;

- БҚО-дағы қосымша білім беру курстарының ақпараттық іздеу жүйелеріне шолу жүргізу;
- БҚО-дағы қосымша білім беру курстарының ақпаратты іздеу жүйесін құру және оны ұйымдастыруды жүзеге асыру.
- Ақпаратты іздеу жүйесінің тиімділігін арттыру.

Қойылған мақсат пен міндеттерді орындау үшін келесідей жоба дайындалды.

Қолданушы қосымша білім беру курстары бойынша ақпаратты іздеу жүйесінен келесідей мәліметтер ала алады:

- Іздеген курс бойынша мекеме аты;
- Мекеменің мекен-жайы мен байланыс телефондары;
- Болған жағдайда мекеменің веб-сайтының адресі;
- Мекеменің рейтингі мен ол туралы пікірлер;
- Ізделінген курс бойынша толық мәлімет;
- Мекememен келісім жасалған жағдайда, онлайн тапсырыс қалдыру;
- Кері байланыс ретінде қолданушы өз пікірін қалдыру мүмкіндігі.

Қолданушы қосымша білім беру курстары бойынша ақпаратты іздеу жүйесі қолданушыға қиындықсыз мекеме туралы толық мәлімет алып, оған онлайн тапсырыс беру мүмкіндігіне қамтамасыз етеді.

## ҚОРЫТЫНДЫ

Қазіргі кезеңде Республикамызда қосымша білім берудің жаңа жүйесі жасалып, Қазақстандық білім беру жүйесі әлемдік білім беру кеңістігіне енуге бағыт алуда. Білім беру саласы қызметкерлерінің алдында қойылып отырған басты міндеттердің бірі – оқытудың әдіс-тәсілдерін үнемі жетілдіріп отыру және қазіргі заманғы педагогикалық технологияларды меңгеру. Қазіргі білім беру саласындағы оқытудың озық технологияларын меңгермейінше сауатты, жан-жақты маман болу мүмкін емес. Жаңа технологияны меңгеру білім алушының интеллектуалдық, кәсіптік, адамгершілік, рухани, азаматтық және басқа да көптеген адами келбетінің қалыптасуына игі әсерін тигізеді, өзін-өзі дамытып, оқу-тәрбие үрдісін тиімді ұйымдастыруына көмектеседі.

Қосымша білім беру курстарының ақпараттық іздеу жүйесін құруда мекеменің саны мен тіркеу нөмірі немесе индексі тағайындалды. Индекстеу тәсілі сұраныстар тілінде өңделіп, байланыс орнатылды.

Құрылған бағдарлама арқылы қолданушы өзіне қажетті қосымша білім беру курстарын сүзгілеу арқылы және болған жағдайда қолданушы өзінің мекен жайына жақын жерден мекемелерді табу мүмкіндігіне ие бола алады.

## ӘДЕБИЕТ

[1] Иванченко В.Н. Инновации в образовании. Общее и дополнительное образование детей / В.Н. Иванченко.-М.: «Феникс», 2011. - 352 с.

[2] Моргун Д.В., Орлова Л.М. Дополнительное образование детей в вопросах и ответах / Д.В. Моргун, Л.М. Орлова . –М.: «ЭкоПресс», 2012. - 140 с.

[3] Соломатина Т.Б. Социально-педагогические инициативы в деятельности учреждений дополнительного образования детей // Наука и школа. - 2008. - N 2. – 37 с.

[4] Буйлова Л.Н., Кочнева, С.В. Организация методической службы учреждений дополнительного образования детей / Л.Н. Буйлова, С.В. Кочнева.-М.: «ВЛАДОС»2006.-160 с.

[5] Гайдамакин, Н.А. Автоматизированные информационные системы, базы и банки данных / Н. А. Гайдамакин.- М.: «Гелиос», 2002.- 280 с.

[6] Гукасов В.Г. и др. Техника поиска в информационных базах / В.Г. Гукасов.-М.: «Вильямс», 2008.-56 с.

[7] Ложе И. Информационные системы: методы и средства / И. Ложе.-М.: «Гелиос», 2011.-200 с.

[8] Ашманов, И.С. Продвижение сайта в поисковых системах / И. С. Ашманов.- М. : «Вильямс», 2007. - 304 с.

[9] Трофимова И.П. Системы обработки и хранения информации / И.П. Трофимова.-М.: «Диалектика», 2013. – 252 с.

[10] Якубайтис Э.А. Информационные сети и системы / Э.А. Якубайтис.- М.: «ЭкоПресс», 2009. - 118 с.

[11] Захаров В.П. Информационно-поисковые системы: Учебно-методическое пособие.- Спб., 2005. - 48 с.

[12] Колисниченко, Д.Н. Поисковые системы и продвижение сайтов в Интернете / Д. Н. Колисниченко. - М. : «Диалектика», 2007. - 272 с.

[13] Храмцов П.И. Информационно-поисковые языки, М.: «Гелиос», 2008

[14] Гост 7.25-2001 СИБИД. Информационно-поисковые языки. Термины и определения - М.: Изд-во стандартов,2001.-38 с. Воробьёв Г.Г. Документ: информационный анализ. М., 1973. С.

[15] Маннинг, К. Введение в информационный поиск / К. Маннинг. - М.: «Вильямс», 2011.- 200 с.

Касымова А.Х., Гусманова А.С.

**Қосымша білім беру курстары бойынша ақпараттық іздеу жүйесінің маңыздылығы**

**Кілтті сөздер:** қосымша білім беру, ақпараттық іздеу жүйесі, Батыс Қазақстан облысы, веб-қосымша.

UDK 004.89;004.93;004:85

**G.T. Balakayeva, D.K. Darkenbayev**
(Faculty of Information Technology, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
e-mail: dauren.kadyrovich@gmail.com)

## CORRELATION AND REGRESSION ANALYSIS FOR BIG DATA PROCESSING

**Abstract**. In this article, we looked at the concept of big data, as well as some of its various possibilities and problems. In this article, we discussed big data in general, as well as some of its general characteristics. After examining the importance of big data and its management in organizations and the value it can add, we discussed large data analytics as an option for managing data and extracting important information from such large amounts of data. Association rules, clustering and decision trees were covered. However, with a huge amount of data, performing typical analytics is not enough. Thus, in the article we discussed various technologies and made data prediction using correlation and regression analysis. This facilitates the storage of large data as well as parallel processing. We looked at the problems encountered when working with big data, and still need further research. Future research may include the use of big data analytics methods discussed in real business situations in organizations facing big data problems. In addition, the problems associated with the big data previously discussed can be examined or studied in more detail.

**Key words:** correlation, regression, big data, technologies, processing, analysis.

### Introduction.

We cannot even imagine a world without data storage; a place where every detail about a person or organization, every transaction made, or every aspect that can be documented, is lost immediately after use. Thus, many organizations in the world will lose the ability to extract valuable information and knowledge, conduct detailed analysis, and provide new opportunities and benefits.

Data is an essential part of our lives, and the ability to store and access such data has become a crucial task which we cannot live without. Anything ranging from customer names and addresses, to products available, to purchases made, to employees hired, etc. has become essential for day to day continuity. Data is the building block upon which any organization thrives.

Currently, many companies compete with each other by increasing the volume of processing big data, as the consumers of their software grow every year. This leads to the fact that software development companies must improve the processing of big data. Today the processing of large data and ensuring the safety and storage of them in a safe place is very important for everyone, the solution of such a task must be fast and reliable[1].

Now imagine the extent of details and the surge of data and information provided nowadays through the advancements in technologies and the internet. With the increase in storage capabilities and methods of data collection, huge amounts of data have become easily available. Every second, more and more data is being created and needs to be stored and analyzed in order to extract value. Furthermore, data has become cheaper to store, so organizations need to get as much value as possible from the huge amounts of stored data. According to Gruenspecht, there has been a tremendous surge in the use of digital storage, as well as a drop in its price within the last twenty years. This has eliminated the requirement of clearing out previous data, increased the storage of metadata, or data about the data, as well as made backup storage a common practice against data loss. Additionally, companies and individuals possess more technologies and devices which create and capture more data in different categories. A single user nowadays, can own a desktop, laptop, smartphone, tablet, and more, where each device carries very large amounts of valuable data.

The term "Big Data" has recently been applied to datasets that grow so large that they become awkwardto work with using traditional on-hand database management tools. They are data sets whose size is beyond the ability of commonly used software tools and storage systems to capture, store, manage, as well as

process the data within a tolerable elapsed time. Big data also refers to databases which are measured in terabytes and above, and are too complex and large to be effectively used on conventional systems.

Big data sizes are a constantly moving target, currently ranging from a few dozen terabytes to many petabytes of data in a single data set. Consequently, some of the difficulties related to big data include capture, storage, search, sharing, analytics, and visualizing. Today, enterprises are exploring large volumes of highly detailed data so as to discover facts they didn't know before. Business benefit can commonly be derived from analyzing larger and more complex data sets that require real time or near-real time capabilities, however, this leads to a need for new data architectures, analytical methods, and tools. In this section, we will discuss the characteristics of big data, as well the issues surround storing and analyzing such data[2].

**Big data characteristics.**

Big data is data whose scale, distribution, diversity, and/or timeliness require the use of new technical architectures, analytics, and tools in order to enable insights that unlock new sources of business value. Big data is characterized by three main features: volume, variety, and velocity. The volume of the data is its size, and how enormous it is. Velocity refers to the rate with which data is changing, or how often it is created. Finally, variety includes the different formats and types of data, as well as the different kinds of uses and ways of analyzing the data[3].

**Importance of managing big data**

There are five broad ways in which using big data can create value. First of all, big data can unlock significant value by making information transparent and usable at a much higher frequency. Second of all, as organizations create and store more and more transactional data in a digital form, they can collect more accurate and detailed performance information on everything from product inventories to sick days. This can therefore expose variability in the data and boost performance.

Third of all, big data allows a narrower segmentation of customers and therefore much more precisely tailored products or services to meet their needs and requirements. Fourth of all, sophisticated analytics performed on big data can substantially improve decision making. Finally, big data can also be used to improve the development of the next generation of products and services. For example, manufacturers are currently using data obtained from sensors which are embedded in products to create innovative after-sales service offerings such as proactive maintenance, which are preventive measures that take place before a failure occurs or is even noticed by the customer[4].

**Big data analytics**

Big data analytics is where advanced analytic techniques operate on big data sets. Analytics based on large data samples reveals and leverages business change. However, the larger the set of data, the more difficult it becomes to manage. Sophisticated analytics can substantially improve decision making, minimize risks, and unearth valuable insights from the data that would otherwise remain hidden. Sometimes decisions do not necessarily need to be automated, but rather augmented by analyzing huge, entire datasets using big data techniques and technologies instead of just smaller samples that individuals with spreadsheets can handle and understand [5]. Therefore, decision making may never be the same. Some organizations are already making better decisions by analyzing entire datasets from customers, employees, or even sensors embedded in products . In this section, we will discuss the data analytics lifecycle, followed by some advanced data analytics methods, as well as some possible tools and methods for big data analytics in particular [6].

**Advanced data analytics methods**

With the development of technology and the increase in the number of data coming into and out of organizations from daily organizations, the need has emerged for faster and more efficient ways to analyze such data. Having a pile of data on hand is not enough to make effective decisions at the right time. As recognized by world scientists, the data obtained should not only be accurate, consistent and sufficient for making fundamental decisions, but also should be integrated and subject-oriented, as well as unstable and variants with time. New tools and a razor algorithm have been developed for developers of solutions to automatically filter and analyze these diverse data pools[7].

Data analytics is the process of applying algorithms in order to analyze sets of data and extract useful and unknown patterns, relationships, and information . Furthermore, data analytics are used to extract previously unknown, useful, valid, and hidden patterns and information from large data sets, as well as to detect important relationships among the stored variables . Thus, analytics have had a significant impact on research

and technologies, since decision makers have become more and more interested in learning from previous data, thus gaining competitive advent age.

Nowadays, people don't just want to collect data, they want to understand the meaning and importance of the data, and use it to aid them in making decisions. Data analytics have gained a great amount of interest from organizations throughout the years, and have been used for many diverse applications. Some of the applications of data analytics include science, such as particle physics, remote sensing, and bioinformatics, while other applications focus on commerce, such as customer relationship management, consumer finance, and fraud detection[8].

**Big Data Challenges**

Several issues will have to be addressed in order to capture the full potential of big data. Policies related to privacy, security, intellectual property, and even liability all need to be addressed in a big data world. Organizations need to put the right talent and technology in place, as well as additionally structure workflows and incentives to optimize the use of big data. Access to data is critical, and companies will need to increasingly integrate information from multiple data sources, often from third parties or different locations. Furthermore, questions on how to store and analyze data with volume, variety, and velocity have arisen, and current research lacks the capability for providing an answer.

Consequently, the biggest problem has become not only the sheer volume of data, but the fact that the type of data companies must deal with is changing. In order to accommodate for the change in data, the approaches for storing data have changed throughout the years. Data storage started with data warehouses, data marts, data cubes, and then moved on to master data management, data federation and other techniques such as in-memory databases. However, database suppliers are still struggling to cope with enormous amounts of data, and the emergence of interest in big data has led to a need for storing and managing such large amounts of data. Several consultants and organizations have tried coming up with solutions in order to be able to store and manage big data. Therefore, analytics recommends that organizations carefully study the following aspects regarding proposed solutions for big data before taking one:

• Can this solution deal with different data types, including text, image, video and sound?

• Can this solution deal with disparate data sources, both within and outside of the organization's environment?

• Will the solution create a new, massive data warehouse that will only make existing problems worse, or will it use metadata and pointers to minimize data replication and redundancy?

• How can, and will, the solution present findings back to the organization, and will this only be based on what has already happened, or can it predict with some degree of certainty what may happen in the future?

• How will the solution deal with back-up and restore of data? Is it inherently fault tolerant and can more resource easily be applied to the system as required?

Correlation regression analysis is one example that includes methods and analyzes of processing big amounts of data. This problem is solved by using an adequate regression model using the existing and new technology algorithms. The regression model is an equation in which the variable explained is represented as a function of the explanatory variables[9].

Statistical relationships between variables can be studied, methods of variance, correlation and regression analysis. The methods of analysis of variance establish the presence of influence given factor on the studied process. Correlation analysis allows you to evaluate the strength of such a relationship, and the methods of regression analysis, you can select a specific mathematical model and evaluate its adequacy. Correlation is a consistent change in features reflecting the fact that the variability of a single trait is in accordance with the variability of the other. Pair correlation studies the relationship between two random variables, multiple - between a large number of quantities[10]. The main task of the correlation analysis is to identify and evaluate connections between random variables, the main task of regression analysis - establishing the form and studying the relationship between random variables. (Figure-1)

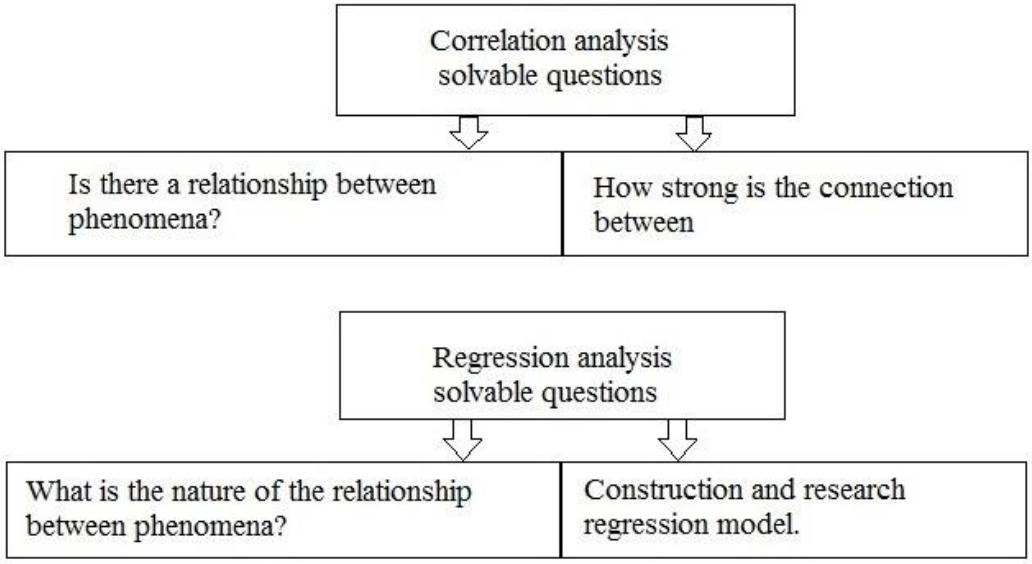



**Figure-1.**

**Elements of correlation analysis.** Let be $(x_1, y_1),...(x_n, y_n)$ sampling volume $n$, from observations of a random variable $(\xi, \eta)$, having two-dimensional normal distribution. Depicting the elements of the sample points in the Cartesian coordinate system, we get the diagram scattering or correlation field. Sometimes by type of correlation Is there a relationship between phenomena? How strong is the connection between phenomena? What is the nature of the relationship between phenomena? Construction and research regression model. Fields can be made an assumption about the presence and nature of the relationship between random variables $\xi$ and $\eta$.

The sample ? correlation coefficient is called the number

$$r_{sel.} = \frac{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i y_i - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\tilde{S}_x \tilde{S}_y}$$

It can be shown that $|r_{selektive}| \le 1$, Table-1 shows the possible forms of the correlation field in depending on the value of the sample correlation coefficient.

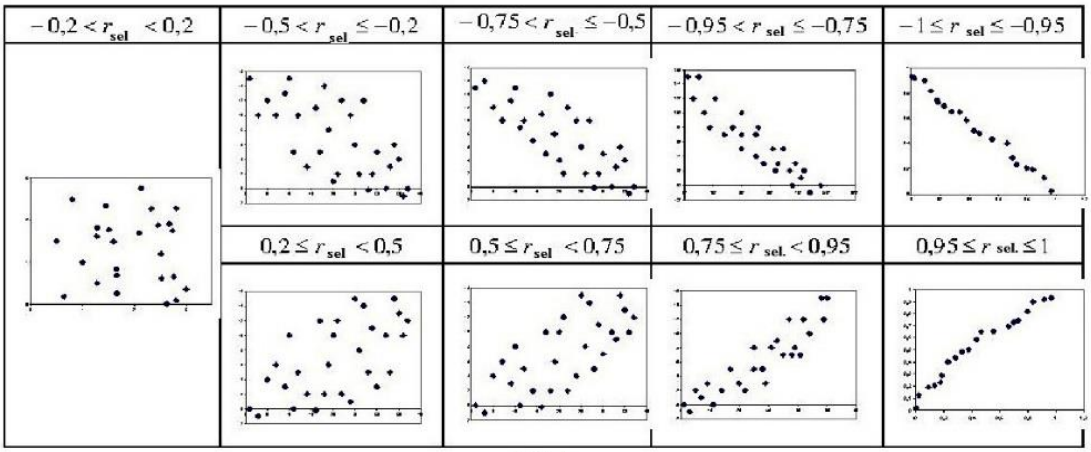



Table-1

In practice, the task of checking is of great interest hypotheses about the significance of the correlation between random quantities, i.e. the significance of the deviation of the correlation coefficient from zero.

Let be $r_{sel.}$ -selective correlation coefficient. With a given level of significance $\alpha$ hypothesis is tested $H_0 : r = 0$ about equality to zero theoretical correlation coefficient. If the null hypothesis is rejected, then talk about the significance of the correlation coefficient, and mean that random variables $\xi$ and $\eta$ correlated. If a the null hypothesis is accepted, then the correlation coefficient is insignificant, and random variables $\xi$ and $\eta$ uncorrelated. Criterion statistics is

$$t_{obs.} = r_{sel.}\sqrt{\frac{n-2}{1-r_{sel.}^2}}$$

Located, $t_{\frac{\alpha}{2};n-2} = t(100\frac{\alpha}{2}\%, n-2)$ - the value of the percentage point distribution of student with $(n-2)$ degrees of freedom. Decision making scheme is as follows:

- if $|t_{obs.}| = \left| r_{sel.}\sqrt{\frac{n-2}{1-r_{sel..}^2}} \right| < t_{\frac{\alpha}{2};n-2}$, then there is no reason to reject null hypothesis, correlation coefficient is not significant, $\xi$ and $\eta$ uncorrelated;

- if $|t_{obs.}| = \left| r_{sel.}\sqrt{\frac{n-2}{1-r_{sel..}^2}} \right| \geq t_{\frac{\alpha}{2};n-2}$ then the hypothesis is rejected, and correlation coefficient and significantly different from zero, $\xi$ and $\eta$ correlated [11].

**Statement of the problem of correlation analysis.**

Assuming that $(x_1, y_1),...(x_n, y_n)$ - selection of observations of random variable $(\xi, \eta)$ having a two-dimensional normal distribution, calculate the sample coefficient correlations and at a given level of significance $\alpha = 0.05$ check the hypothesis of zero theoretical correlation coefficient.

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $x_i$ | 1,37 | 0,11 | 1,56 | -0,11 | 0,23 | -0,76 | -0,13 | -0,64 | -0,46 | -0,88 |
| $y_i$ | 0,08 | 0,64 | 1,59 | 1,75 | 0,74 | 0,89 | 1,44 | 0,72 | 1,26 | 0,03 |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -0,56 | 1,28 | 1,16 | -0,30 | -0,31 | 1,13 | -0,17 | 0,60 | -1,16 | 2,65 | 1,55 |
| 0,92 | 0,51 | 0,52 | 0,43 | 1,06 | 0,47 | 0,11 | 1,27 | 1,33 | 0,32 | 1,48 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,29 | -2,16 | -0,77 | 0,93 | 0,01 | -1,56 | 1,59 | -1,13 | -1,74 |
| 1,61 | 1,47 | 0,98 | 0,54 | 0,59 | 0,34 | 0,17 | 0,20 | 0,27 |

Selective correlation coefficient:

$$r_{sel.} = \frac{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i y_i - \bar{x}\cdot\bar{y}}{\tilde{S}_x \tilde{S}_y} \approx \frac{\frac{1}{30}\cdot 1{,}37\cdot 0{,}08 + \ldots + (-1{,}74)\cdot 0{,}27 - 0{,}05\cdot 0{,}79}{1{,}12\cdot 0{,}52} \approx 0{,}08$$

Hypothesis is tested $H_0 : r = 0.$

Criterion statistics is:

$$|t_{obs.}| = \left| r_{sel.}\sqrt{\frac{n-2}{1-r_{sel..}^2}} \right| \approx 0{,}08\cdot\sqrt{\frac{30-2}{1-(-0{,}08)^2}} \approx -0{,}4.$$

Find the value of the percentage distribution point of student $t_{\frac{0{,}05}{2};30-2} = t(2{,}5\%,\ 28) \approx 2{,}048.$ Insofar as, $|t_{obs.}| \approx |-0{,}4| < t_{0{,}025;28} \approx 2{,}048$, then there is no reason to reject null hypothesis $H_0$ and the correlation coefficient is not significant, $\xi$ and $\eta$ uncorrelated;

**Linear regression analysis.** Often it is necessary to determine how does the observed random variable depend on one or several other quantities. Regression analysis - the math section statistics, studying the relationship between the dependent variable and one or several independent variables.

Observed values $(x_1, y_1),\ldots(x_n, y_n)$ two-dimensional random magnitudes $\xi$, $\eta$. The dependence of the random variable $\eta$ is investigated, from random variable $\xi$.

In the general case, the regression model is:

$$y = f(x, \beta_0, \beta_1, \beta_k)$$

Options $\beta_0, \beta_1, \beta_k$ -called regression coefficients. One of the objectives of the regression analysis is to estimate the coefficients regression. For estimating regression coefficients, as a rule, the least squares method is used: as estimates accepted values of parameters that minimize the amount squared deviations of observed values $y_i$ from $\tilde{y}_i = f(x_i, \beta_0, \beta_1, \beta_k)$, $(i = 1,\ldots n)$ i.e. the least squares method is based on minimization sums of squares:

$$\sum_{i=1}^{n} \varepsilon_i^2 = \sum_{i=1}^{n} y_i - \tilde{y}_i^{\,2} \to \min$$

If we assume that the relationship between variables is linear, then the corresponding regression model is:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x,$$

where $\beta_0$ and $\beta_1$ - linear regression coefficients. For a linear regression model, the minimization problem is:

$$\sum_{i=1}^{n} \varepsilon_i^2 = \sum_{i=1}^{n} y_i - \beta_0 - \beta_1 x_i^{\,2} \to \min$$

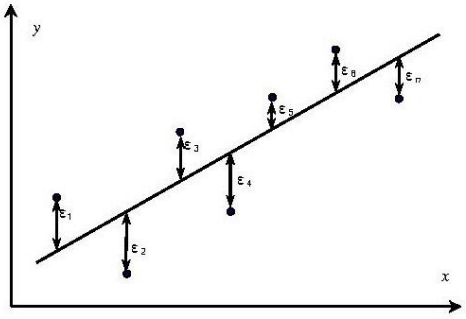



Figure-2

Figure -2 shows deviations $\varepsilon_i = y_i - \tilde{y}_i, i = 1,...n.$

A necessary condition for the minimum of the function of two variables $\beta_0$ and $\beta_1$ is the equality of its partial derivatives by $\beta_0$ and $\beta_1$ zero:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^{n} x_i (y_i - \beta_1 x_i - \beta_0) = 0, \\ \sum_{i=1}^{n} (y_i - \beta_1 x_i - \beta_0) = 0. \end{cases}$$

The solution of the system gives the desired estimates of the linear coefficients regressions:

$$b_0 = \tilde{y} - r_{sel.} \frac{S_y}{S_x} \bar{x};$$

$$b_1 = r_{sel.} \frac{S_y}{S_x}.$$

here $b_0$ and $b_1$ - ratings $\beta_0$ and $\beta_1$ respectively[12].

**Conclusion**

In the article we solved the problem of correlation analysis by iteration and found the sample correlation coefficient. Considered creation of a regression model as an iterative process. In the article carried the methods of desigion concrete tasks, developes and solves a linear regression equation.This process is aimed at finding effective independent variables, to explain the dependent variables that we are trying to model by starting a regression tool.

In the article we tried solve very inportant problem of processing large amount data, becouse analyzing large amounts of data requires technology and means of implementing high-performance computing. Main factors problems are, first of all, complexity and in the second - physical volume information collection. Large amounts of data cause problems in the formation of information resources from such data[13].

REFERENCES

[1] K.Nurlybayeva,G.Balakayeva. Algorithmic Scoring Models,Applied Mathematical Sciences,Vol.7,no.12,2013 P.571-586.

[2] Lynch C.Bigdata: How do your data grow? // Nature. 2008. Vol. 455. Iss. 7209. P. 28–29.

[3] N. Elgendy and A.Elragal Advances in Data Mining Applications and Theoretical Aspects 14 th Industrial Conference, ICDM 2014 St.Peterburg, Russia, July 16-20,2014 Proceedings, P. 214-225.

[4] Tsvetkov V. Ya. Information Management of Mobile Object // European Journal of Economic Studies, 2012, Vol.(1), №1. P. 40-4

[5] Tsvetkov V. Ya.Information field // Life Science Journal. 2014. Vol. 11. Iss. 5. P. 551–554.

[6] Herodotou H. et al.Starfish: A Self-tuning System for Big Data Analytics // CIDR. 2011. Vol. 11. P. 261–272.

[7] IBM big data platform – Bringing big data to the Enterprise. https://www.ibm.com/software/data/bigdata.

[8] Tsvetkov V. Ya., Lobanov A. A.Big Data as Information Barrier // European researcher. Series A. 2014. Vol. 78. Iss. 7-1. P.1237–1242.

[9] Steven C.Chapra. Second Edition Applied Numerical Methods with Matlab for Engineers and Scientists. Published by McGraw-Hill, a business unit of The McGraw-Hill Companies, Inc., 1221 Avenue of the Americas, New York, NY 10020. Copyright © 2012 by The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved. Previous editions © 2008 and 2005-320p.

[10] C.Ong, J.Huang, G.Tzeng, Building credit scoring models using genetic programming, Expert Systems with Applications 29, 2005 P.41-47

[11] John O.Rawlings, Sastry G.Pantula,David A.Dickey. Applied Regression Analysis: A research Tool,Second Edition.Springer Verlag,NewYork, Berlin,Heidelberg SPIN 10660129.1998-24-25p.

[12] Daniel Zelterman. Applied Linear Models with SAS. Published in the USA by Cambridge University Press, New York. 2010 P.62-64.

[13] G.T.Balakayeva, D.K.Darkenbayev, Chris Phillips. Investigation of technologies of processing of big data. International Journal of Mathematics and Physics 8, №2, 13(2017) ISSN 2218-7987 P.13-18.

Балакаева Г.Т., Даркенбаев Д.К.

**Үлкен көлемді деректерді өңдеу үшін корреляциялық және регрессиялық талдау жасау**

**Түйіндеме.** Мақалада біз үлкен көлемді деректер тұжырымдамасын және оның түрлі мүмкіндіктері мен туындайтын қиындықтарды қарастырдық. Сонымен қатар біз мақалада үлкен көлемді деректерді толығымен талқылап, оның ортақ сипаттамаларына тоқталдық. Үлкен көлемді деректердің маңыздылығын зерттей келе және оның ұйымдарда басқарудың құндылығын ескеріп, біз үлкен көлемді деректерден маңызды ақпаратты алу және оны басқаруға талдау жасадық. Сондай-ақ, ұйымдар ережелері мен кластерлеу, шешу жолдары да талқыланды. Алайда, үлкен көлемді деректермен қарапайым талдау жеткіліксіз, сондықтан біз мақалада түрлі технологияларға жүгініп, деректерге корреляциялық және регрессиялық талдаулар мен болжамдар жасадық. Бұл үлкен көлемді деректерді болжап, сақтауға және параллелді өңдеуге мүмкіндік береді. Өңдеу кезіндегі туындайтын қиындықтарға тоқталып және алдағы уақытта үлкен көлемді деректермен жұмыс жасауды зерттеуді жалғастыруды қажет етеміз. Болашақ зерттеулеріміз үлкен көлемді деректерге талдау жасаудан, нақты бизнес саласындағы талқыланатын мәселелер мен үлкен көлемді деректермен кездесетін ұйымдардың қиындықтарын зерттеуден тұруы мүмкін. Алдағы уақытта осыған дейін үлкен көлемді деректермен байланысты талқыланған мәселелер кеңінен зерттеліп, толығымен қарастырылатын болады.

**Кілттік сөздер**: корреляция, регрессия, үлкен көлемді деректер, технологиялар, өңдеу, талдау

Балакаева Г.Т, Даркенбаев Д.К.

**Корреляционно-регрессионный анализ для обработки больших данных**

**Резюме.** В статье мы рассмотрели концепцию больших данных, а также некоторые ее различные возможности и проблемы. В статье мы обсудили большие данные в целом, а также некоторые из его общих характеристик. Изучив важность больших данных и их управления в организациях и ценность, которую он может добавить, мы обсудили большую аналитику данных как опцию для управления данными и извлечения важной информации из таких больших объемов данных. Были охвачены правила ассоциации, кластеризация и деревья решений. Однако, с огромным количеством данных, выполнить типичную аналитику недостаточно. Таким образом, в статье мы обсудили различные технологий и сделали прогноз данных с помощью корреляционно-регрессионного анализа. Это облегчает хранение больших данных, а также параллельную обработку. Рассмотрели проблемы, возникающие при работе с большими данными, и все еще нуждаемся в дальнейших исследованиях. Будущие исследования могут включать применение методов большой аналитики данных, обсуждаемых в реальных бизнес ситуациях, в организациях, сталкивающихся с большими проблемами с данными. Кроме того, проблемы, связанные с большими данными, ранее обсуждавшимися, могут быть рассмотрены или изучены более подробно.

**Ключевые слова**: корреляция, регрессия, большие данные, технологии, обработка, анализ

УДК 004.051

**T. Pyatkova, E. Kukharenko**

(North Kazakhstan State University named after Manash Kozybaev, Petropavlovsk, Kazakhstan.
E-mail: tanya.pyatkova@mail.ru)

**DEVELOPMENT OF A SIMULATION MODEL FOR ASSESSING THE RISK OF INTRODUCING IT PROJECTS IN THE ENTERPRISE**

**Abstract.** This article discusses the problem of assessing the risks arising from the implementation of IT projects in enterprises. A simulation model is proposed that implements the risk assessment of the implementation of IT projects in an enterprise, based on the most significant economic indicators and the Monte Carlo method.

**Key words**: IT project; simulation model; risk assessment; implementation efficiency.

**Т.В. Пяткова, Е.В. Кухаренко**
(Северо-Казахстанский государственный университет им. М. Козыбаева,
Петропавловск, Республика Казахстан
E-mail: tanya.pyatkova@mail.ru)

# РАЗРАБОТКА ИМИТАЦИОНОЙ МОДЕЛИ ОЦЕНКИ РИСКОВ ВНЕДРЕНИЯ IT-ПРОЕКТОВ НА ПРЕДПРИЯТИИ

**Аннотация**. В статье рассмотрена проблема оценки рисков возникающих при внедрении IT-проектов на предприятия. Предложена имитационная модель, реализующая оценку риска внедрения IT-проектов на предприятии, на основании наиболее значимых экономических показателей и метода Монте-Карло.
**Ключевые слова:** IT-проект; имитационная модель; оценка риска; эффективность внедрения.

## 1. Введение

Современные IT-проекты с каждым днем занимают все более значимое место в современном мире, будь то бизнес, производственная или социальная сфера. Классическими сферами применения IT на предприятии являются учет, документооборот, управление предприятием, автоматизация бизнес-процессов и многое другое [1].

Однако стоит заметить, что разработка и внедрение IT- проектов сопряжены не только с немалыми затратами, но и значительными рисками [2]. И, как показывает мировая практика, есть большое число примеров неудачных внедрений, приведших к масштабным финансовым потерям или неудовлетворенностью от эффективности работы IT- проекты.

Так, The Standish Group, международная независимая консультативная фирма, проводящая исследования в области IT, опубликовала следующие данные. В проектах, которые были рассмотренных с точки зрения внедрения информационных систем, а это более 9000 проектов, успеха добились лишь 16,2%, в категорию "спорные" проекты попало 52,7%; в категории проектов потерпевших крах (от реализации которых отказались) оказалось 31,1% [3, с. 9-14]. В среднем затраты на IT -проекты превышены в 1,5 — 2 раза, а время их реализации — в 2—3 раза.

## 2. Методы

При этом риски и угрозы IT-проектов определяются в основном качественными факторами, достаточно трудно формализуемыми и преобразуемыми в количественные. К таким факторам относят технические риски, возникающие при отказе или сбое техники; риски оценки сроков выполнения проектов; риски связанные с интеграцией внедряемой системы с уже существующими системами на предприятии, пользовательские риски, связанные с адаптацией персонала к новой системе; а также коммерческие риски, которые показывают конкурентоспособность IT-товаров и услуг на рынке; и наиболее распространенные экономические риски [4, 5].

Необходимость учитывать стоимость разработки и реализации проекта, риски получить отрицательный результат, корректную формулировку целей, обоснованный выбор информационной системы, приводит к потребности в решении ряда задач, таких как:

- выделение рисков внедрения IT-проекта и их количественная оценка,
- прогноз и дальнейшая оценка экономического эффекта от внедрения IT-проекта на всех этапах создания и эксплуатации,
- а также принятие итогового решения о запуске проекта внедрения на основании объединения результатов двух предыдущих задач.

Таким образом, становится актуальной разработка модели, способной реализовать вышеперечисленные задачи, то есть осуществить оценку экономического эффекта от внедрения IT-проекта, оценку рисков внедрения и сформулировать рекомендации по запуску проекта в числовом эквиваленте.

Исследования в данной области в последнее десятилетие особенно актуальны - авторами ранее проанализированы наиболее популярные методики оценки экономического эффекта внедрения IT-проекта [6].

## 3. Результаты

Поскольку эффективность внедрения IT-проектов зависит не только от экономических показателей, но и во многом связана с рисками [7-9], авторами на сегодняшний момент разработан один из блоков будущий модели, который в дальнейшем будет интегрирован в конечную модель, а именно блок имитационного моделирования оценки рисков IT-проектов. За основу взяты: метод окупаемости затрат и метод Монте-Карло [10-12].

Данный блок представлен в соответствии с рисунком 1:

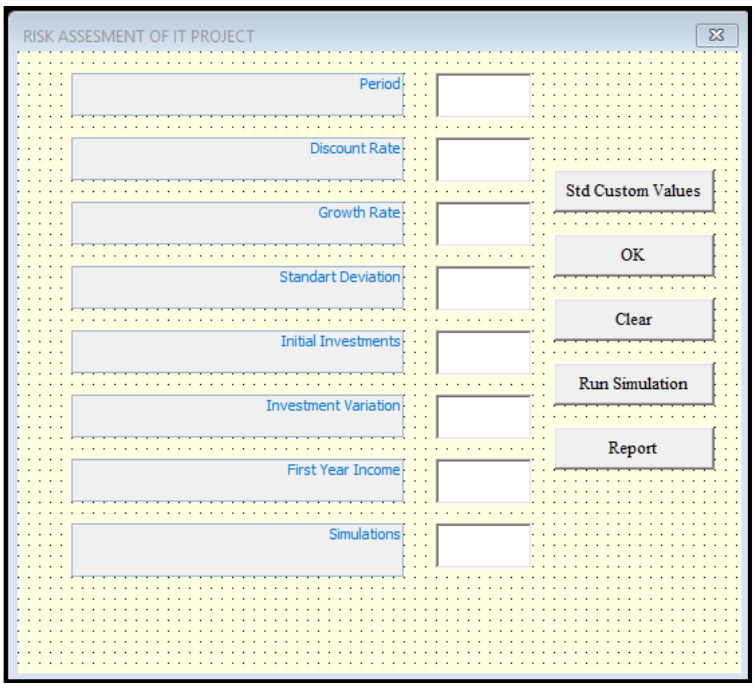



**Рис. 1.** Внешний вид формы ввода параметров

В интерфейсе присутствуют следующие ячейки для ввода значений: Period, Discount Rate, Growth Rate, Initial Investment, Investment Variation, First Year Income и Simulations [13].

В ячейку “Period” вводится срок, на который планируется инвестирование IT-проекта. В ячейку “Discount Rate” вводится ставка дисконтирования. Это процентная ставка, которая будет использоваться для расчета будущих денежных потоков в единую величину стоимости IT-проекта. “Growth Rate” – это ячейка для обозначения темпа прироста доходов IT-проекта. В ячейку “Standard Deviation” пользователь системы вводит процент стандартного отклонения ячейки “Growth Rate”. В ячейке “Initial Investment” отображается сумма первоначальных инвестиций в текущий IT-проект. “Investment Variation” – это ячейка для обозначения процента вариации первоначальных инвестиций в текущий IT-проект. В “First Year Income” вводится доход IT-проекта за первый период. Количество имитационных экспериментов вводится в ячейку “Simulations”.

Помимо ячеек со значениями, в интерфейсе присутствуют следующие функциональные кнопки:

- Кнопка “OK” вводит значения из ячеек в программный модуль VBA и производить вычисления.
- Кнопка “Clear” служит для очистки всей таблицы. Это нужно для повторного вычисления с другими параметрами.
- Кнопка “Run Simulations” предназначена для запуска того количества имитационных экспериментов, которое задано в ячейке “Simulations”.
- Кнопка “Report” служит для создания отчета о рисках IT-проекта на основе тех параметров, которые введены первоначально.

Все формулы вычисления заданы непосредственно в модуле VBA, а результаты вычислений хранятся в таблице Excel. В таблице вычислений Excel присутствуют следующие столбцы: Period, Cash Flow, Discount Cash Flow Factor, Discount Cash Flow, Cumulative Discount Cash Flow, Growth.

В первый столбец под названием “Period” программный модуль VBA с помощью динамического цикла вводит количество периодов инвестирования IT-проекта. Столбец “Discounted Cash Flow Factor” является ставкой дисконтирования денежных потоков IT-проекта. Столбец “Discounted Cash Flow” предназначен для расчета дисконтированного денежного потока. Столбец “Cumulative Discounted Cash Flow” предназначен для расчета накопленного дисконтированного денежного потока. Столбец “Growth” предназначен для расчета темпа роста доходов на каждый период.

На основе предыдущих вычислений модуль VBA рассчитывает следующие инвестиционные показатели: NPV, IRR, PI, PAY BACK и записывает их в таблицу имитационных этапов [14-15].

IRR - это ставка дисконтирования, которая делает чистую приведенную стоимость (NPV) проекта нулевой. Другими словами, это ожидаемая норма прибыли, которая будет заработана по проекту или инвестициям.

При расчете IRR даются ожидаемые денежные потоки для проекта или инвестиций, а NPV равна нулю. Первоначальные денежные вложения на начальный период будут равны текущей стоимости будущих потоков денежных средств от этих инвестиций (стоимость уплаченная = текущая стоимость будущих денежных потоков. Следовательно, чистая приведенная стоимость = 0).

Как только внутренняя норма прибыли определяется, ее обычно сравнивают с темпами барьера компании или стоимостью капитала. Если IRR больше или равно стоимости капитала, компания согласится на проект (при условии, что это единственная основа для принятия решения, (но в данном случае предполагается проведение анализа и других количественных и качественных факторов), и если он будет ниже, чем ставка барьера, он будет отклонен.

Индекс прибыльности (PI) измеряет отношение текущей стоимости будущих денежных потоков к первоначальным инвестициям. Индекс является полезным инструментом для ранжирования инвестиционных проектов и показателем стоимости, созданной на единицу инвестиций.

Индекс рентабельности также известен как коэффициент прибыли от прибыли (PIR) или коэффициент инвестиций в стоимость (VIR).

Следовательно, если PI больше 1, проект будет генерировать доходы, и компания должна продолжить проект; если PI меньше 1, проект будет убыточным, и компания не должна продолжать проект; если PI равен 1, проект ломается ровно, и компания безразлична между продолжением и продолжением проекта. Чем выше показатель рентабельности, тем более привлекательным является проект.

Период окупаемости показывает, сколько времени требуется для того, чтобы бизнес мог окупить свои инвестиции. Этот тип анализа позволяет фирмам сравнивать альтернативные инвестиционные возможности и принимать решение о проекте, который возвращает свои инвестиции в кратчайшие сроки, если эти критерии важны для них.

Чистая приведенная стоимость (NPV) представляет собой стоимость всех будущих денежных потоков (положительных и отрицательных) за весь срок действия инвестиций, дисконтированных до настоящего времени. Анализ NPV представляет собой форму внутренней оценки и широко используется для финансирования и учета для определения стоимости бизнеса, инвестиционной безопасности, капитального проекта, нового предприятия, программы сокращения затрат и всего, что связано с денежным потоком.

Во вторую строку столбца “NPV”, модуль VBA рассчитывает значение чистого дисконтированного дохода. В третью строку, модуль VBA рассчитывает значение чистого дисконтированного дохода с учетом процента вариации начальных инвестиции. Четвертая строка столбца “NPV” используется для расчета значения чистого дисконтированного дохода с учетом процента вариации начальных инвестиции.

Далее в имитационном модуле происходит расчет показателей с помощью метода Монте-Карло при условии уменьшения начальных инвестиции (или увеличении) как представлена в соответствии с таблицей 1:

Таблица 1. **Расчет показателей с помощью метода Монте-Карло при уменьшении начальных инвестиции**

| Simulation # | NPV(Investments-%) | IRR(Investments-%) | PI(Investments-%) | PAY BACK(Investments-%) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 382.7729 | 0.223506895 | 1.386639245 | 4.126179291 |
| 2 | 316.5782 | 0.203109863 | 1.31977597 | 4.35123083 |
| 3 | 316.5782 | 0.203109863 | 1.31977597 | 4.35123083 |
| 4 | 316.5782 | 0.203109863 | 1.31977597 | 4.35123083 |
| 5 | 316.5782 | 0.203109863 | 1.31977597 | 4.35123083 |
| 6 | 316.5782 | 0.203109863 | 1.31977597 | 4.35123083 |
| 7 | 316.5782 | 0.203109863 | 1.31977597 | 4.35123083 |
| 8 | 316.5782 | 0.203109863 | 1.31977597 | 4.35123083 |
| 9 | 316.5782 | 0.203109863 | 1.31977597 | 4.35123083 |
| 10 | 316.5782 | 0.203109863 | 1.31977597 | 4.35123083 |
| 11 | 316.5782 | 0.203109863 | 1.31977597 | 4.35123083 |

Так, столбец “NPV (Investments -%)” обозначает чистый приведенный доход каждой симуляции с учетом того, что начальные вложения будут на определенный процент меньше основного значения. Количество значений столбца зависит от количества симуляций. Остальные столбцы заполняются аналогично.

Модуль VBA записывает значение каждого этапа симуляции в таблицу. Таблица расчета показателей с помощью метода Монте-Карло при увеличении начальных инвестиции записывается в аналогичную таблицу.

Также разработанный модуль позволяется автоматически генерировать отчеты, содержащие следующие итоговые показатели: Average NPV, NPV (min), NPV (max), Standard Deviation, NPV<0 Risk, IRR, PI, PAY BACK. Помимо данных показателей, в отчете присутствуют вычисления при разных вариациях начальных инвестиции. Отчет представлен в соответствии с рисунком 2:

| | II | II-% | II+% |
|---|---|---|---|
| Average NPV | 371.61 | 381.61 | 361.61 |
| NPV (min) | 355.21 | 365.21 | 345.21 |
| NPV (max) | 389.04 | 399.04 | 379.04 |
| Standard Deviation | 5.408 | 5.408 | 5.408 |
| NPV<0 Risk | 0.00% | 0.00% | 0.00% |
| IRR | 21.89% | 22.31% | 21.48% |
| PI | 1.4 | 1.4 | 1.4 |
| PAY BACK | 4.1 | 4.1 | 4.1 |

**Рис. 2.** Отчет о рисках

Где, Average NPV – среднее значение показателя чистого приведенного дохода по итогам всех этапов симуляции. NPV (min) – минимальное значение чистого приведенного дохода по итогам всех этапов симуляции. NPV (max) – максимальное значение чистого приведенного дохода по итогам всех этапов симуляции. Standard Deviation – стандартное отклонение показателя NPV. NPV<0 Risk – процент того, что чистый приведенный доход будет меньше нуля. IRR – среднее значение показателя внутренней нормы дохода по итогам всех этапов симуляции. PI – среднее значение показателя индекса прибыльности по итогам всех этапов симуляции. PAY BACK – среднее значение показателя периода окупаемости по итогам всех этапов симуляции.

**4. Обсуждение**

Таким образом, разработанная модель позволяет задавать ключевые параметры модели, проводить вычислительный эксперимент с целью вычисления показателей необходимых для принятия решения об эффективности внедрении IT-проекта, проводить статистический анализ результатом моделирования и анализ рисков при изменений задаваемых параметров.

В дальнейшем авторами предполагается интеграция данных полученных при моделировании в виде отчетов в окончательную модель, дающую рекомендации по внедрению IT-проектов на предприятия.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Д.А. Градусов, А.В. Шутов, А.Б. Градусов. Корпоративные информационные системы, Учебное пособие. – ВлГУ, 2015.

[2] А.Б. Анисифоров, Л.О. Анисифорова, Методики оценки эффективности информационных систем и информационных технологий в бизнесе, Учебное пособие. – Санкт – Петербург, 2014 г. – С. 20 – 25.

[3] Т.А. Ткалич, Прогнозирование рисков инвестиционных IT-проектов, Інвестиції: практика та досвід № 6/2017. – С. 9-14.

[4] https://www.natural-sciences.ru/ru/article/view?id=9220 (Песоцкая Е.Ю. УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ ПРИ ВНЕДРЕНИИ ИТ-ПРОЕКТОВ // Успехи современного естествознания. – 2008. – № 1. – С. 47-49. Дата обращения: 02.09.2018 год).

[5] http://dengifinance.ru/ocenka-riska-proekta-it/ (Оценка риска проекта ИТ. Дата обращения: 10.09.2018 год).

[6] Е.В. Кухаренко, Т.В. Пяткова, Эффективность внедрения IT-проектов, Вестник Северо-Казахстанского государственного университета им. М. Козыбаева, №1, 2018, С. 286-292.

[7] А.Н. Петрова, К.Г. Струкова, К вопросу о применении экспертных систем в оценке рисков ИТ-проектов, Мир науки (научный интернет-журнал) № 3/2014.

[8] Е.М. Клейменова и др. Метод оценки рисков в мультиагентной системе управления проектами НИР и ОКР в реальном времени – Информационно – управляющие системы, № 2(63), 2013.– С. – Петербург.

[9] Середенко Е.С., Оценка экономической эффективности аналитических информационных систем, диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук. – Москва, 2014. – С. 10 – 15.

[10] М.В. Грачева, Количественные методы в экономических исследованиях: Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности экономики и управления / Под ред. Грачева М.В., - 2-е изд., перераб. и доп. - М.:ЮНИТИ-ДАНА, 2015. - 687 с.

[11] М.Н. Федосова, А.М. Корнев, Оценка рисков типового инвестиционного проекта с использованием метода имитационного моделирования Монте-Карло // ЭКОНОМИКА И СОЦИУМ. - ООО «Институт управления и социально-экономического развития». - №2-4(11). – 2014. – С. 846-853.

[12] URL: https://cyberleninka.ru/article/n/informatsionnye-tehnologii-dlya-upravleniya-finansovymi-riskami (С.М. Авдошин, Е.Ю. Песоцкая Е, Информационные технологии для управления финансовыми рисками // Бизнес-информатика. 2011. №1 (15), Дата обращения: 11.09.2018).

[13] Brandimarte P, Handbook in Monte Carlo Simulation: Applications in Financial Engineering, Risk Management, and Economics, 2014, John Wiley and Sons.

[14] Berry S., Lowndes V., Trovati M., Eds. 2017, Guide to Computational Modelling for Decision Processes: Theory, Algorithms, Techniques and Applications. Springer.

[15] Kwak Y.H., Ingall L. Exploring Monte Carlo Simulation Applications for Project Management //EEE ENGINEERING MANAGEMENT REVIEW.- VOL. 37. - № 2. - SECOND QUARTER 2009. - P. 83 91. - P 83 87.

Пяткова Т.В., Кухаренко Е.В.

**Кәсіпорында IT-жобаларды енгізу тәуекелін бағалау үшін имитациялық моделін жасау**

**Түйіндеме**. Бұл мақалада кәсіпорындарға IT-жобаларды енгізуі туындайтын тәуекелдерді бағалау мәселесі қарастырылады. Ең маңызды экономикалық көрсеткіштерге және Монте-Карло әдісіне негізделген кәсіпорында IT-жобаларды іске асыруға қатысты тәуекелдерді бағалауды жүзеге асыратын имитациялық моделі ұсынылған.

**Түйіндісөздер:** IT-жоба; имитациялық моделі; тәуекелді бағалау; енгізу тиімділігі.

Pyatkova T.V., Kukharenko E.V.

**Development of a simulation model for assessing the risk of introducing IT projects in the enterprise**

**Summary.** This article discusses the problem of assessing the risks arising from the implementation of IT projects in enterprises. A simulation model is proposed that implements the risk assessment of the implementation of IT projects in an enterprise, based on the most significant economic indicators and the Monte Carlo method.

**Keywords**: IT project; simulation model; risk assessment; implementation efficiency.

UDC 553.08

**Т.М. Худякова[1], С.К. Курбаниязов[2], И.О. Аймбетова[2]**
(Южно-Казахстанский государственный университет имени Мухтара Ауэзова[1], Шымкент Казахстан.
Международный казахско-турецкий университет имени Х.А.Ясави[2], Туркестан Казахстан)
E-mail: saken_geo@mail.ru

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ КАЧЕСТВЕННОГО ВЫСОКОПРОЧНОГО ДОЛОМИТОВОГО ВЯЖУЩЕГО

**Аннотация**. Представлены результаты исследования процессов, протекающих при диссоциации доломитов различного химико-минералогического состава. В результате проведенных исследований выявлено, что при твердении каустического доломита происходят гидратация оксида магния и образование оксисульфата или оксихлорида магния в зависимости от выбранного затворителя. Кроме того, результат показал повышении прочности и равномерности изменения объема материала при одновременном снижении температуры обжига и, соответственно, энергозатрат на получение вяжущего. Также рассмотрена возможность получения качественного высокопрочного вяжущего из различных доломитовых пород. Исследованы процессы, протекающие в доломите при обжиге. Установлено, что в производстве доломитового вяжущего эффективно применение интенсификаторов обжига.

**Ключевые слова:** доломит, термическая обработка, строительные материалы, интенсификатор.

Доломит часто встречается в месторождениях гидротермального типа. Также может формироваться при замещении кальцита под влиянием морских или грунтовых вод.

Поскольку доломит является осадочной породой, его прочность определяется глубиной залегания. Чем глубже находится слой минерала, тем он прочнее.

Месторождения доломита есть в Швейцарии, Испании, на североамериканском континенте. Наиболее крупные из них – в Мексике и районе озера Онтарио. Также он встречается на Кавказе, в Подмосковном регионе, в Уральских горах, Средней Азии.

Добыча доломита осуществляется в карьерах буровзрывным методом или с применением зарядов для скважин. Его обработка включает в себя дробление, обжиг и в некоторых случаях помол. Материал дробят на куски с помощью молотковых или щековых дробилок. Обжигают доломит обычно в печах шахтного типа с выносными топками. Для помола используют шаровые или иные мельницы.

Выполняя обжигание при разной температуре, получают различные материалы. Обжиг каустического доломита выполняют при температуре до 750 градусов. При более высокой температуре (до 850 градусов) образуется доломитовый цемент. Доломитовая известь, способная к гашению, производится при температуре порядка 950 градусов [1-3].

Цель данной работы – исследование возможности получения качественного высокопрочного доломитового вяжущего в промышленных условиях с интервалом варьирования температуры обжига не менее 50 °С.

Для достижения цели предусмотрены следующие задачи:

– изучить особенности разложения доломитов при термической обработке для получения высокопрочного вяжущего;

– исследовать возможность разделения процессов декарбонизации $MgCO_3$ и $CaCO_3$ в присутствии добавок-интенсификаторов;

– выбрать наиболее эффективную добавку-интенсификатор, получить вяжущее и исследовать его свойства.

Обсуждение результатов

В настоящее время проводятся обширные работы по изучению использования минерального сырья для промышленности строительных материалов и организации новых производств. Природный доломит $CaCO_3 \cdot MgCO_3$, месторождения которого весьма многочисленны в СНГ и за рубежом, в своем составе содержит примеси – известь, песок, глины, соединения железа. От количественного содержания этих примесей зависит качество изготавливаемых вяжущих веществ. Теоретически доломит состоит из 30,41% CaO, 21,87% MgO и 47,72% $CO_2$.

С целью разработки водостойкого вяжущего на основе доломитового сырья Южного Казахстана были исследованы процессы, протекающие при диссоциации доломитов различного химико-минералогического состава. Проведен поиск путей повышения водостойкости вяжущего на основе каустического доломита, исследованы свойства вяжущих.

Разложение доломита происходит в интервале температур 700-900 $^0$C, причем на термограмме два эндотермических эффекта: первый - в интервале 720-760 $^0$C, второй – 895-910 $^0$C. Следовательно, процесс протекает в две стадии. Наиболее вероятной является схема диссоциации, при которой на первой стадии образуются оксид магния и карбонат кальция: $CaMg(CO_3)_2 = CaCO_3 + MgO + CO_2$. На второй стадии происходит разложение: $CaCO_3 = CaO + CO_2$.

Исследования процессов обжига мелкокристаллических плотных доломитов юга Казахстана показали, что для получения высокоактивного доломита с низким содержанием свободного оксида кальция температура его обжига должна соответствовать температуре эндотермического эффекта разложения MgCO3. Для исследуемых доломитов это 720-760 0С. Полученный в результате обжига каустический доломит содержит не менее 15% оксида магния и не более 2,5% свободного оксида кальция. Вяжущие свойства каустического доломита значительно улучшаются при более тонком помоле, поэтому продукты обжига измельчались до остатка на сите №008 – 22%. Полученное магнезиальное вяжущее затворялось раствором $MgSO_4$ плотностью 1,2 г/см3, а также рапой соляного озера Кызылколь такой же плотности, содержащей $MgSO_4$ и $MgCl_2$. Соотношение сухого материала к затворителю принимается равным 0,3-0,34, что обеспечивает нормальную густоту теста. Готовились образцы размером 2х2х2см, часть из которых испытывали через 28сут воздушного твердения, а часть твердела в сушильном шкафу при температуре 60-90 0С в течение 1-3ч.

При твердении каустического доломита происходят гидратация оксида магния и образование оксисульфата или оксихлорида магния в зависимости от выбранного затворителя. Углекислый кальций повышает плотность твердеющей массы и, создавая центры кристаллизации, способствует карбонизации извести, которая может образоваться в небольшом количестве при обжиге доломита [4-5].

Разложение доломита происходит в интервале температур 700-900°С, причем на термограмме есть два эндотермических эффекта: первый - в интервале температур 720-760°С, второй - при 895-910°С. Следовательно, процесс идет в две стадии. Относительно характера процессов, протекающих на каждой из стадий, существуют различные точки зрения. Наиболее вероятной, вследствие научных исследований, является диссоциация, на первой стадии которой образуются MgO и $CaCO_3$: $CaMg(CO_3)_2=CaCO_3+MgO+CO_2$,а на второй стадии $CaCO_3 = CaO + CO_2$ .

Процесс производства каустического доломита практически не отличается от производства каустического магнезита. В зависимости от температуры обжига из доломита можно получить материалы различного состава и назначения: при температуре ~750°С - каустический доломит, состоящий из MgO и CaCO3, при 800-850°С - доломитовый цемент, состоящий из MgO, CaO, и $CaCO_3$, при 900-1000°С - доломитовую известь, состоящую из MgO и CaO, при 1400-1500°С - металлургический доломит, обжигаемый до спекания. Для получения каустического доломита обжиг следует вести так, чтобы продукт содержал возможно больше MgO и минимальное количество CaO. Плотность каустического доломита должна находиться в пределах 2,78- 2,85 г/см3.Более высокая плотность свидетельствует о высоком содержании свободной извести.

При твердении каустического доломита возникает оксихлорид магния. CaCO3 создает центры кристаллизации, повышая плотность изделий. Mg(OH)2 может вступать во взаимодействие с высокодисперсным SiO2 уже при нормальной температуре. Наиболее быстро такая реакция осуществляется в автоклаве при 174°С и в зависимости от соотношения MgO: SiO2 и температуры образуются керолит, сепиолит или серпентин в виде гелей, а затем превращаются в волокнистые кристаллы. Они не только повышают прочность, но и действуют как армирующий материал.

Сроки схватывания каустического доломита растянуты. Начало схватывания через 3-10 часов. Конец - через 8-20 часов. При испытании в тесте пластичной консистенции каустический магнезит, затворенный раствором MgCl2 плотностью 1,2 г/см3, в возрасте 1 сут воздушного твердения имеет прочность на растяжение не менее 1,5 МПа, а через 28 сут - 3,5-4,5 МПа. Прочность на сжатие трамбованных образцов из раствора с песком (1:3) через 28 сут воздушного твердения составляет 40-60 МПа. При высоком качестве магнезита прочность может достигать 80-100 МПа. В первые сроки твердения темп нарастания прочности высокий. Обычно в возрасте 1 сут прочность бетонов и растворов достигает 30-50, а в возрасте 7 сут - 60-90% максимально возможной. После 28 сут прирост прочности весьма незначителен либо вовсе отсутствует.

Каустический доломит является воздушным вяжущим. В воде и во влажной атмосфере его прочность резко снижается [6].

Каустический доломит должен измельчаться до остатка на сите № 02 не более 5 %, а на сите № 008 не более 25 %. Его вяжущие свойства значительно улучшаются при более тонком помоле. Каустический доломит затворяют водными растворами солей хлористого и сернокислого магния обычно той же концентрации, что и каустический магнезит. Схватывание и твердение каустических доломита и магнезита обусловлены в основном гидратацией MgO и образованием оксихлорида магния или других основных солей.

Истинная плотность каустического доломита находится в пределах 2,78—2,85 г/$см^3$. Ее повышение указывает на появление в каустическом доломите значительного количества свободного оксида кальция. Плотность в рых-лонасыпанном состоянии составляет в среднем 1050— 1100 кг/м3. Начало схватывания при комнатной температуре наступает через 3—10 ч, а конец через 8—20 ч после затворения.

Каустический доломит, обожженный при температуре ниже температуры диссоциации $CaCO_3$, характеризуется равномерным изменением объема. Неравномерность наблюдается лишь при наличии в нем 2—2,5 % свободного оксида кальция и при неправильно выбранном соотношении между MgO—$MgCI_2$ и водой. В этом случае появляются трещины и цементный камень разрушается.

Каустический доломит характеризуется меньшей прочностью, чем каустический магнезит. Образцы из трамбованного раствора состава 1:3 по массе на этом вяжущем через 28 сут воздушного твердения имеют предел прочности при сжатии 10—30 МПа. Затвердевший каустический доломит, как и магнезит, разрушается в воде вследствие вымывания из него растворимых солей $MgCI_2$ и др.

Каустический доломит наравне с каустическим магнезитом применяют для изготовления ксилолита, фибролита, теплоизоляционных материалов и т. п.

В природе доломит встречается не менее часто, чем кальций. Сфера применения этих минералов практически идентична. Доломит используется:

для производства огнеупорных материалов вместо магнезита; для получения металлического магния; при производстве стали; как сырье для флюсов в металлургической промышленности; для изготовления строительных материалов, таких как минеральная вата, магнезиальный цемент, совелит и т. д.; как стеновой и облицовочный материал в строительстве объектов жилищного и промышленного типа; при укладке дорог; для повышения прочности и химической стойкости стекла; для изготовления резины; как наполнитель при получении бумаги; как абразивный материал для полировки металлических и стеклянных поверхностей; в качестве сырья для производства глазури для фарфора; как средство борьбы с различными насекомыми; в ландшафтном дизайне[7-9].

Легкость обработки обусловливает популярность этого камня среди строителей. Ему можно придать любую форму, сделать плоскую или рельефную поверхность. У него хорошая прочность, поэтому его применяют в качестве облицовочного материала для стен, подоконников, лестниц, при обустройстве полов в торговых центрах и других помещениях общественного типа.

Плитка из доломита обладает фильтрующими качествами и позволяет поддерживать в помещении благоприятный микроклимат. Скалистую плитку применяют для отделки цоколей и фасадов. Лощеной плиткой обычно облицовывают пол. Полированная плитка хорошо подходит для внутренней отделки. Бучардированную плитку, которая имеет антискользящие качества, применяют для мощения дорожек.

Его применяют для оформления колодцев, бассейнов, декорирования каминов и печей, реставрации дворцовых ансамблей. С помощью оригинальных полировочных технологий дизайнеры создают изделия, которые внешне напоминают натуральный мрамор.

Доломитовая мука является ингредиентом для получения сухих строительных смесей. Поскольку зерна этого минерала имеют кубическую форму, они обеспечивают лучший уровень сцепления, чем песок. Именно поэтому доломитовый порошок пользуется популярностью на российских предприятиях. Смеси с его добавлением имеют самое высокое качество.

Кроме того, доломитовую муку применяют для создания различных герметиков, мастик, в производстве лакокрасочной продукции, линолеума и т. д. Еще одна сфера ее применения – известкование, разрыхление и удобрение почвы. Она уменьшает кислотность грунта и обогащает его магнием и калием. Использовать ее можно как для открытого грунта, так и для парников и теплиц.

Недавно из доломита начали производить посуду. Доломитовая керамика недорогая, имеет красивый внешний вид и отличается небольшим весом, но при этом она очень хрупкая. Под влиянием высокой температуры наружный слой нарушается, и в нем возникают микротрещины.

Поэтому есть из доломитовой посуды горячую пищу не рекомендуется. Некоторые ученые утверждают, что доломит вообще непригоден для изготовления посуды, поскольку он чувствителен к действию кислот, особенно угольной. Однако вреда для здоровья этот материал не несет.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Бутт, Ю.М. Высокопрочный магнезиально-доломитовый цемент / Ю.М. Бутт, Б.Н. Бого- молов, Л.И. Дворкин // Вяжущие материалы Сиби- ри и Дальнего востока. – Новосибирск: АН СССР, Сибирское отделение: Наука. – 1970. – 179 с.

[2] Бирюлева, Д.К. Влияние продолжительности обжига доломита и структурных особенностей MgO и $MgCl_2 \cdot {}_3Mg(OH)_2 \cdot 8H_2O$ на прочность и водостойкость доломитового цемента / Д.К. Бирюлева, Н.С. Шелихов, Р.З. Рахимов // Изв. вузов. Строительство. – 2000. – № 4. – С. 32–37.

[3] Шелихов, Н.С. Особенности формирова-ния активной фазы MgO в доломитовом цементе / Н.С. Шелихов, Р.З. Рахимов // Строительные ма- териалы. – 2008. – Вып. 10. – С. 32–33.

[4] Кузьменков, М.И. Интенсификация про-цесса декарбонизации доломита солевыми добав ками / М.И. Кузьменков, Е.В. Марчик, Р.Я. Мель- никова. – Минск: Белорус.гос. технол. ун-т, 2009. – 9 с.

[5] Низкообжиговое магнезиальное вяжущее из бруситовых пород / А.А. Орлов, Л.Я. Крамар, Т.Н. Черных и др. // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». – 2010. – Вып. 11. – № 33 (209). – С. 25–28.

[6] Энергосбережение при получении магне-зиального вяжущего строительного назначения / А.А. Орлов, Т.Н. Черных, Л.Я. Крамар, Б.Я. Трофимов // Строительные материалы. – 2011. – № 8 (680). – С. 58–61.

[7] http://stroyres.net

[8] http://www.rusnauka.com

[9] https://geokar.jimdo.com

Худякова Т.М., Курбаниязов С.К., Аймбетова И.О.

**Зерттеу негізінде сапалы жоғары қаттылыққа ие доломит тұтқырлы метериалдарды алу мүмкіндіктері**

**Түйіндеме.** Мақалада доломит тау жынысымен әр түрлі химиялық құрамдас бірікпелерді минералдарға қоса отырып жасалған нәтижелері көрсетілген. Нәтижеде зерттеу берысында белгіленгендей каустикалық доломит хлорлы магнии тотығымен магни тотығы гидратация нәтижесінде талдап алынған қатайтқыш құрамына байланысты қату дәрежесі артатыны көрсетілген. Одан басқа күйдіру температурасы біркелкі төмен дәрежеде тоқ қуатын үнемдей отырып жоғары қаттылыққа ие нәтижеге жету мүмкіндігі бар екендігі анықталды. Сонымен қатар әр түрлі доломит кендерінен алынған тау жыныстарынан жоғары қаттылыққа ие сапалы тұтқыр материалдар алынды.Доломит тұтқыр өндірісінде өте тиімді күйдіру барысынды колданатын интесификатор алынды.

**Түіндеме сөздер:** доломит, термикалық өңдеу,құрлыс материалдаы, интенсификатор.

Hudiakova T.M., Kurbanyazov S.K., Aimbetova I.O.

**The research of the possibility of receiving qualitative high-strength dolomitic knitting**

**Summary.** Results of a research of the processes proceeding at dissociation of dolomite of various chemical and mineralogical structure are presented in article. As a result of the conducted researches it is found that when concreting caustic dolomite there are a hydration of magnesia and formation of oxysulphate or an oxychloride of a magnesium depending on chosen to prepare. Besides, the result showed increase in durability and soundness of material at simultaneous decrease in temperature of roasting and, respectively, energy consumption on receiving knitting. The possibility of receiving qualitative high-strength knitting from various dolomitic breeds is also considered. The processes proceeding in dolomite when roasting are investigated. It is established that in production of the dolomitic roasting knitting efficiently application of intensifiers.

**Key words:** dolomite, heat treatment, building materials, intensifier.

УДК 637.146.2

**F.T. Dikhanbaeva[1], J.J.Smailova[2], B.Sh.Dzhetpisbayeva[1], U.A. Ashimakhunov[1], A.N. Safaraliyeva[1]**
(Almaty Technological University[1], Almaty, Kazakhstan,
Korkyt Ata Kyzylorda University[2], Kyzylorda
E-mail: usen_93@mail.ru )

**IMPROVING THE TECHNOLOGY OF FERMENTED MILK DRINKS FOR BABY FOOD BASED ON GOAT MILK**

**Abstract**: The work is devoted to the study of technological features of the formation of a functional product based on goat and oat milk. It is assumed that oat milk is a valuable raw material for the creation of a combined dairy product, as well as sources of nutritional values, focused on the children's nutrition. The article deals with the physico-chemical composition of goat and oat milk. The results of research, prepared drinking yogurt, its organoleptic, physico-chemical and microbiological indicators are given.

**Key words**: baby food, goat milk, oat milk, fermented milk drinks, biologically active substances.

**Ф. Диханбаева[1], Ж.Ж. Смаилова[2], Б.Ш. Джетписбаева[1], У.А. Ашимухунов[1], А.Н. Сафаралиева[1]**
(Алматинский технологический университет[1], Алматы, Казахстан
Кызылординский государственный университет им.Коркыт Ата[2]
E-mail: usen_93@mail.ru)

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ КИСЛОМОЛОЧНЫХ НАПИТКОВ ДЛЯ ДЕТСКОГО ПИТАНИЯ НА ОСНОВЕ КОЗЬЕГО МОЛОКА**

**Аннотация:** Работа посвящена изучению совершенствования технологии кисломолочных продуктов для детского питания на основе козьего и овсяного молока. Предполагается, что овсяное молоко является ценным сырьем для создания комбинированного молочного продукта, а также продуктом высокой пищевой и биологической ценности, ориентированных для питания детей. В статье рассматривается физико-химический состав козьего и овсяного молока. Приводятся результаты исследований приготовленного питьевого йогурта, его органолептические, физико-химические и микробиологические показатели.

**Ключевые слова:** детское питание, козье молоко, овсяное молоко, кисломолочные напитки, биологически активные вещества.

**Введение.** В настоящее время остается актуальной разработка новых комбинированных кисломолочных продуктов функционального питания.[1].

При производстве продуктов детского питания, в т.ч. и функционального назначения, необходимо применять инновационные подходы, которые в сочетании с традиционными позволяют по-новому взглянуть на проблему повышения их качества и совершенствования ассортимента, поскольку эти продукты должны быть богаты биологически активными компонентами, способствующими общему улучшению функционирования организма человека.[2].

Инновационные продукты детского питания (ПДП) могут быть получены традиционными методами или в результате технологических модификаций – за счет обогащения биологически активными веществами (БАВ), исключая определенные соединения, непитательные вещества, повышения биодоступности питательных и других компонентов. Для внедрения разработанной технологии кисломолочный напитков для детского питания, в цехах производства детских молочных продуктов на молокоперерабатывающих предприятиях не нужно осуществлять модернизацию или реконструкцию производства.[3]

Несмотря на широкое распространение в питании детского и взрослого населения коровьего молока и продуктов, приготовленных на его основе, особый интерес народов разных стран издавна привлекало к себе козье молоко. Козье молоко успешно применяли для питания ослабленных, часто болеющих детей, а также при рахите, переломах костей, хронических заболеваниях органов пищеварения и легких, в том числе туберкулезе. [4]. О положительном влиянии козьего молока на течение ряда заболеваний у детей и взрослых свидетельствуют исследования ученых-медиков и в наше время. Козье молоко по своему химическому составу близко к женскому молоку. Белки козьего молока схожи по фракционному составу с женским молоком. Образующийся сгусток при створаживание питьевого ойгурта в большой степени напоминает таковой при переваривании грудного молока. Жир козьего молока составляет в среднем 4,2%, степень его усвоения высоко и приближается к 100%. Ключевой особенностью жирового состава козьего молока является сравнительно малый размер жировых шариков, которые примерно в 10 раз меньше таковых коровьего молока. Химический состав козьего молока представлен в таблице 1.[5].

Таблица 1. **Химический состав и энергитическая ценность женского,коровье и козьего молока (100мл, средние данные)[6]**

| Вид молока | Белки,г | Жиры,г | Углеводы,г | Мин.вещества, г | Энергоценность,ккал |
|---|---|---|---|---|---|
| Женское | 1,1 | 4,2 | 7,0 | 0,2 | 70 |
| Коровье | 2,8 | 3,2 | 4,8 | 0,7 | 58 |
| Козье | 3,0 | 4,2 | 4,5 | 0,8 | 68 |

Углеводы козьего молока, так же как любого другого вида молока, представлены лактозой, содержание которой в нем близко к таковому в коровьем и в 1,5 раза ниже, чем в женском молоке. Оба вида молока имеют высокую степень минерализации, в 3,5–4 раза превышающую таковую женского молока (табл. 1), содержат более чем в 2 раза натрия, калия –больше в 3 раза, кальция и фосфора –в 6 и 7 раз соответственно. При этом соотношение в них кальций/фосфор существенно ниже, чем в женском молоке и составляет 1,6–1,3, что неблагоприятно сказывается на усвоении кальция. Содержание железа в козьем молоке невысоко, однако в 1,5 раза больше, чем в коровьем и в 2,5 раза выше, чем в женском молоке. [7]

Одним из путей повышения качества и расширения ассортимента кисломолочных продуктов является использование нетрадиционного растительного сырья, содержащего в своем составе сбалансированный комплекс белков, липидов, минеральных веществ, витаминов, обладающего высокими питательными свойствами, имеющего хорошие вкусовые характеристики. [8]

Одним из перспективных видов растительного сырья для получения широкого ассортимента различных пищевых добавок функционального назначения является овсяное молоко. [9]. Овсяное молоко широко известно своими полезными свойствами. Оно превосходит пшеничную по содержанию жира(5-8%), полинасыщенных жирных кислот и минеральных солей. Овсяное молоко богато такими незаменимыми аминокислотами, как триптофан и лизин. В составе овсяного молока входят минеральные вещества (кальций, магний,калий,фосфор,железо,йод) витамины (A, C, D, T, K, $B_1$; $B_2$; PP), органические кислоты (щавелевая, малоновая и т.д), клетчатка (до 20%), β-глюкан (водорастворимая форма) – содержащиеся в клетчатке и вещества, влияющие на работу щитовидной железы. [10]

Таким образом, разработка технологии и организация производства кисломолочного продукта с растительными наполнителями является перспективным направлением, позволяющим использовать его в детском, диетическом и лечебно-профилактическом питании.

В научно-исследовательской лаборатории центра безопасности при Алматинском технологическом университете были проведены исследования по совершенствованию технологии кисломолочных напитков для детского питания на основе козьего молока, с добавлением овсяного молокаю.

**Объектами исследования** являются:

-козье молоко;

-овсяное молоко;

-закваска YO-MIX (*Streptococcus salivarius subsp. thermophilus; Lactobacilus delbrueckii subsp. buigaricus).*

**Методика исследований.** Эксперимент состоял из нескольких этапов, на первом этапе были определены основные показатели компонентного состава козьего молока, как контрольного образца.

В ходе исследований использованы физико-химические, микробиологические и органолептические методы анализа:

- исследование органолептических показателей по ГОСТ 28283-89

исследование физико-химических показателей:

- определение содержания белка по ГОСТ 23327-98;
- определение содержания жира по ГОСТ 5867-90;
- определение массовой доли сухих веществ и СОМО - по ГОСТ 3626.

исследование химических показателей:

- определение кислотности - по ГОСТ 3624.
- определение плотности - по ГОСТ 3625.
- определение температуры - по ГОСТ 26754.

**Результаты и обсуждение исследований.** Нами была разработана рецептура приготовление йогурта и изучена возможность добавления овсяного молока в молочную основу йогурта. В качестве главного компонента молочной основы для йогурта использовалось козье молоко. Определен химический состав козьего молока, также сделали три пробы соотношение овсяного и козьего молока, представленных в таблице 2 (образец 1- 90:10; образец 2- 80:20; образец 3-70:30).

Таблица 2. **Соотношение исследуемых компонентов**

| Компоненты | Образец № 1 | Образец № 2 | Образец № 3 |
|---|---|---|---|
| Козье молоко | 90 | 80 | 70 |
| Овсяное молоко | 10 | 20 | 30 |

После составления рецептуры и нормализации образцов, определили химический состав всех трех образцов, на анализаторе Клевер-2. Результаты исследования представлены в таблице 3.

Таблица 3. **Химический состав исследуемых образцов**

| Проба | Белки | Жиры | Плотность | Сомо | Температура | Вода |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Контрольная | 3,49 | 6,71 | 29,9 | 9,45 | 34,5 | 0,0 |
| 1 | 3,38 | 7,18 | 28,4 | 9,15 | 38,0 | 0,0 |
| 2 | 3,37 | 6,00 | 29,4 | 9,15 | 32,9 | 0,0 |
| 3 | 3,56 | 5,48 | 29,4 | 9,02 | 38,6 | 0,0 |

В результате исследования и данных из таблицы 3 выяснилось, что оптимальный химический состав имеет опытный образец № 1, где количественное содержание белков составляет 3,38%, жиров 7,18% и Сомо 3,15%. Образец № 1 имеет соотношение козьего молока 90% и 10% овсяного молока. Далее разработали технологическую схему приготовление йогурта, представленной на рисунке 1.

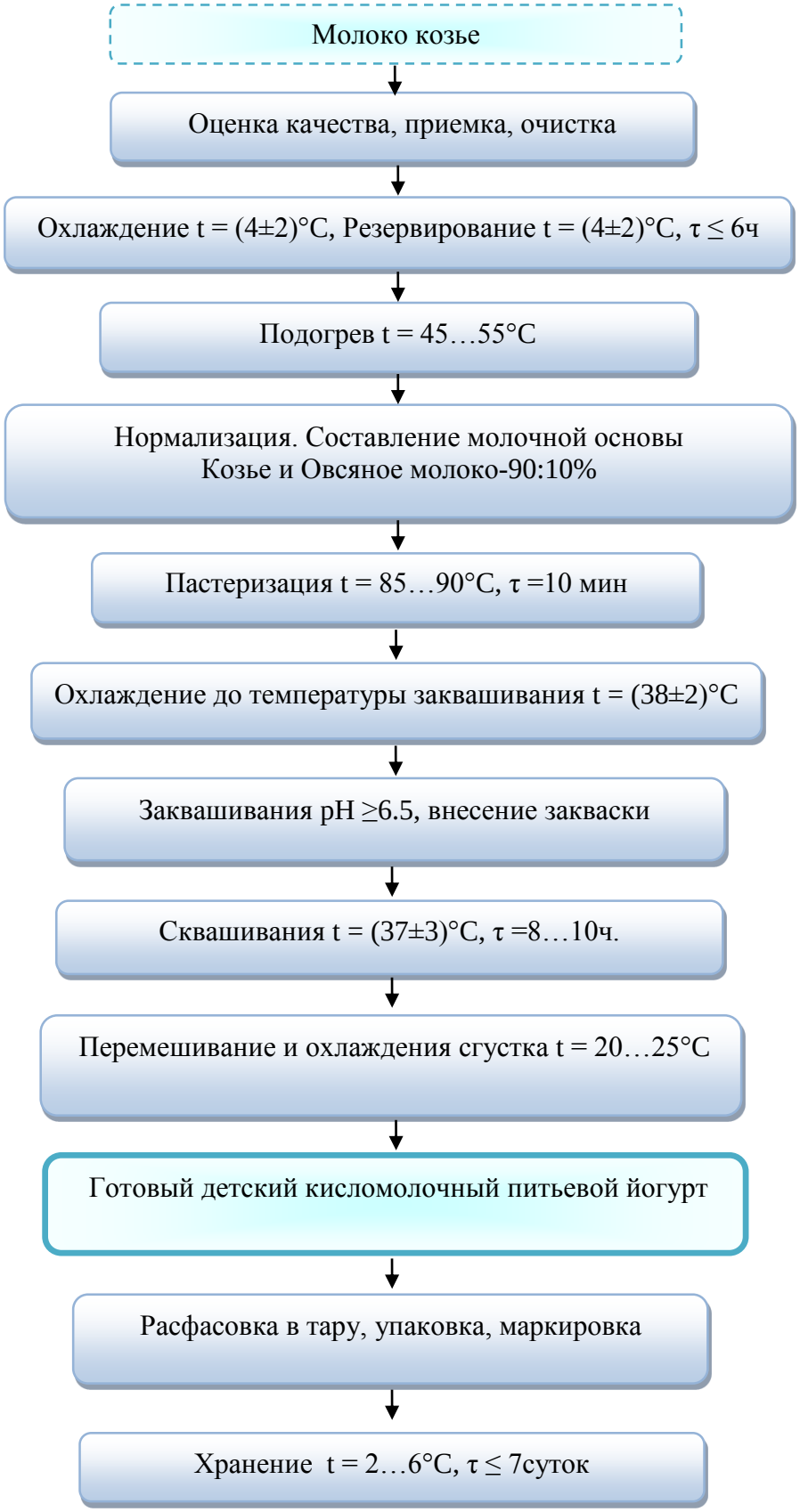



**Рис. 1.** Технологическая схема производства питьевого йогурта.

При приемки молока, как было указано выше, мы провели его оценку. Далее очистили молоко от механических примесей. После небольшого кратковременного хранения, охлажденное молоко подогрели до t = 45…55°С. Затем провели нормализацию молока, то есть составление молочной основы, где соотношение козьего и овсяного молока составляет 90 к 10%. После молочную основу тщательно перемешали и пастеризовали при температуре (87±3)°С в течение 5 с. Затем молочную основу охладили до температуры (40±2)°С, внесли закваску прямого внесения (Streptococcus salivarius subsp. thermophilus; Lactobacilus delbrueckii subsp. buigaricus) и термостатировали. Время сквашивания 8-10 в. Процесс сквашивания прекратили при достижении однородного сгустка.

Была проведена его дегустация и органолептическая оценка. Результаты органолептической оценки с использованием разработанной школы представлены на рисунке 2.

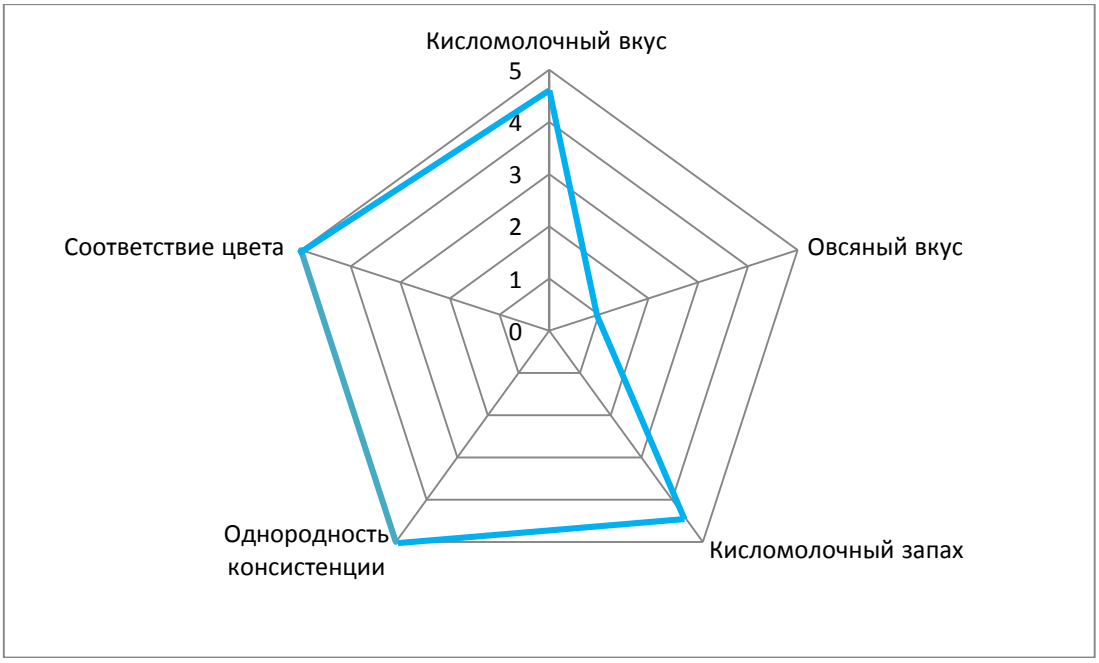



**Рис. 2.** Органолептическая оценка готового продукта

Из рисунка 2 видно, что кисломолочный продукт обладает чистым кисломолочным вкусом, с легким привкусов овсяного молока. Имеет нежную, однородную по всей массе консистенцию. За счет добавление овсяного молока йогурт имеет нежно кремовый оттенок.

Таблица 4. **Физико-химические показатели йогурта**

| Наименование показателей, единица измерения. | Фактический результат |
|---|---|
| Массовая доля белков, % | 3,41 |
| Массовая доля жира, % | 12,5 |
| Массовая доля углеводов, % | 3,91 |
| Витамин С, мг/100 гр | 2,1 |
| Витамин Е, мг/100 гр | 1 |
| Витамин $B_1$, мг/100 гр | 0,08 |
| Витамин $B_2$, мг/100 гр | 0,25 |
| Кислотность титруемая, °Т | 98 |
| Активная кислотность, pH | 6,32 |

Таким образом, на основании изучения и разработке технологии питьевого йогурта, было предложено использовать козье и овсяное молоко в соотношении 90:10. Анализ пищевой ценности и де-

густация показал, что продукт обладает высокими органолептическими показателями за счет использования овсяного молока, содержит сбалансированный витаминный состав, легко усваиваемый белок, то есть является продуктом высокой пищевой и биологической ценности. Полученный напиток позволит расширить ассортимент кисломолочных напитков для детского питания. Произведенный йогурт является оптимальным продуктом для детского питания.

ЛИТЕРАТУРА

[1] А.З. Ибрагимова, Н.Д. Шамраева, Л.Б. Ловцова, А.П. Степанова. Разработка напитка на основе овсяной муки, обезжиренного молока, ферментируемого молочными закваскаами // Микробиология // Вестник ВНИИЖ. — 2012. — №2. — С.16-17.

[2] О.А. Рязанова. Инновационные технологии в производстве продуктов детского питания // Товароведение пищевых продуктов // — 2013. — №2(19). — С. 66-79.

[3] Ф.Т. Диханбаева, У.А. Ашимахунов. Совершенствование технологии кисломолочных напитков для детского питания // Материалы РНПК молодых ученых «Наука. Образование. Молодежь», 26-27.04.2018.С. 44-46

[4] Е.Н. Аникина, О.В. Пасько, С.А. Коновалов. Проектирование рецептуры и разработка технологии биопродукта с овсяным толокном // Аграный вестник Урала. . — 2013. — №5(111). — С.26-29.

[5] Kon I.Ya. Goat's milk in nutrition of infants. Children's doctor. 2000; 2: Pp. 55-58.

[6] Т.Э. Боровик, Н.Н. Семенова, О.Л. Лукоянова, Н.Г. Звонкова, В.А. Скворцова,И.Н. Захарова, Т.Н. Степанова. К вопросу о возможности использования козьего молока и адаптированных смесей на его основе в детском питании // Вопросы Современной Педиатрии. — 2013. — №1. — С.8-16.

[7] Diet correction in children with chronic diseases of gastrointestinal tract with special products made of goat's milk. Methodic recommendations for doctors. St.-Petersburg. 2006. 19 pp.

[8] М.А. Холов, Т.П. Арсеньева. Исследование и разработка технологии кисломолочного напитка обогащенного овсяными отрубями // ТМиПБТ. — 2015. — №3. — С.2.

[9] О.В. Соколова. Исследование показателей кисломолочного поликомпоненткого продукта с овсяной мукой при хранении // Молочная промышленность. — 2013. — №5. — С.74-76.

[10]Yogurt: Yogurt Based Products. P. Behare, H.Kumar, S. Mandal. Reference Module in Food Science. Encyclopedia of Food and Health 2016, Pages 625–631

Диханбаева Ф. Т., Смаилова Ж.Ж., Джетписбаева Б.Ш., Ашимухунов У.А., Сафаралиева А.Н.

**Сұлы сүтін қосып ешкі сүті негізіндегі балалардың тамақтануына арналған сүтқышқылды сусындар технологиясын жетілдіру**

**Түйіндеме.** Зерттеу барысында балалардың тамақтануына арналған сүт қышқылды сусынның рецептурасы мен технологиялық сұлбасы жасалды. Тағамдық құндылығын зерттеу мен дегустация нәтижесінде, өнім жоғары органолептикалық көрсеткіштерді көрсетіп, өнім жоғары тағамдық және биологиялық құндылыққа ие болды.

**Кілт сөздер:** балаларға арналған тағам, ешкі сүті, сұлы сүті, ашытқы, сүтқышқылды сусын.

Dikhanbaeva F.T., Smailova J.J., Dzhetpisbayeva B.Sh., Ashimakhunov U.A., Safaraliyeva A.N.

**Improving the technology of fermented milk drinks for baby food based on goat milk, with the addition of oat milk**

**Summary:** In the course of research, a recipe was drawn up and a technological scheme was developed for the production of a fermented milk drink for baby food. Analysis of nutritional value and tasting showed that the product has high organoleptic characteristics, nutritional and biological value.

**Key words**: baby food, goat milk, oat milk, fermented milk drinks, biologically active substances.

УДК 624.154.3.002.6

**I.I. Bekbasarov**
(Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Taraz, Kazakhstan
E-mail: bekbasarov.isabai@mail.ru)

## ABOUT CORRELATION DEPENDENCIES TO DETERMINATION OF THE CALCULATED RESISTANCE OF A GROUND AT THE LOWER END OF DRIVEN PILE

**Abstract.** Correlation dependencies to the calculation of soil resistances used to determine the bearing capacity of a driven pile working on a vertical compressive load are presented. The formulas obtained by computer processing of tabulated values of the calculated resistances of the soils under the lower end of the pile, presented in the current regulatory documents. The reliability of the approximation of values of the calculated resistances of soils is high and the values of its index are 0.9900-0.9989. Dependencies are polynomial functions of 2-5 degree, and establish the relationship between

the calculated resistance of the ground under the lower end of the pile and the depth of its immersion. The formulas apply to all types of sandy soils, as well as to clay soils with a flow index from 0 to 0.6 at a depth of pile driving from 3 to 35 m. The use of these dependences allows avoiding using single linear interpolation for sandy soils and bilinear interpolation - for clay soils. The application of formulas provides a reduction in labor intensity and duration of calculations to determine the bearing capacity of piles.

**Keywords:** correlation dependence, calculated resistance, soil, pendant pile, bearing capacity.

**И.И. Бекбасаров**
(Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати,
Тараз, Республика Казахстан)

## О КОРРЕЛЯЦИОННЫХ ЗАВИСИМОСТЯХ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ РАСЧЕТНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ГРУНТА ПОД НИЖНИМ КОНЦОМ ЗАБИВНОЙ СВАИ

**Аннотация.** Представлены корреляционные зависимости по определению расчетных сопротивлений грунтов, используемых для определения несущей способности забивной висячей сваи, работающей на вертикальную сжимающую нагрузку. Формулы получены путем компьютерной обработки табличных значений расчетных сопротивлений грунтов под нижним концом сваи, представленных в действующих нормативных документах. Достоверность аппроксимации значений расчетных сопротивлений грунтов высока и значения ее показателя составляют 0,9900-0,9989. Зависимости представляют собой полиноминальные функции 2-5 степени, и устанавливают взаимосвязь между расчетным сопротивлением грунта под нижним концом сваи и глубиной ее погружения. Формулы распространяются на все виды песчаных грунтов, а также на глинистые грунты с показателем текучести от 0 до 0,6 при глубине забивки сваи от 3 до 35 м. Использование полученных зависимостей позволяет отказаться от применения одинарной линейной интерполяции для песчаных грунтов и билинейной интерполяции – для глинистых грунтов. Применение формул обеспечивает снижение трудоемкости и продолжительности расчетов по определению несущей способности свай.

**Ключевые слова:** Корреляционная зависимость, расчетное сопротивление, грунт, висячая свая, несущая способность.

В соответствии с положениями действующих строительных правил [1-3], несущая способность висячих забивных призматических свай, определяется на основе следующей формулы

$$F_d = \gamma_c (\gamma_{cR} RA + u \sum \gamma_{cf} f_i h_i), \quad (1)$$

Обозначения, наименования и значения параметров, входящих в формулу (1), соответствуют данным, представленным в нормативных документах [1-3].

Данная формула была предложена около 60 лет назад [4], и в настоящее время входит в состав справочника геотехника [5] и современных учебников по основаниям и фундаментам [6-8]. Формула применяется не только в проектной и образовательной деятельности, но и в научной сфере, как для сравнительных расчетов, так и для модернизации формул по определению несущей способности свай различных конструкций [9-13]. Но, несмотря на востребованность и «долгожительство» использование формулы (1) сопровождается существенными затратами труда и времени. Одна из таких проблем связана с определением расчетного сопротивления грунта под нижним концом сваи $R$, входящего в состав формулы (1). Трудоемкость и продолжительность установления данного параметра особенно ощутима при выполнении расчетов по определению несущей способности свай, имеющих различную глубину погружения в пределах площадок с переменным многослойным напластованием грунтов.

Как известно, для выполнения расчетов по рассматриваемой формуле используются табличные значения расчетных сопротивлений грунтов под нижним концом сваи $R$, представленные в таблице 1 свода правил [2]. Для промежуточных глубин погружения нижнего конца сваи, вида песчаного грунта и показателей текучести глинистых грунтов, значения расчетных сопротивлений $R$ из указанной таблицы устанавливаются путем интерполяции. Данный способ регламентирован нормативными документами [1-3]. На практике специалистами используется линейная интерполяция. Причем одинарная линейная интерполяция применяется для песчаных грунтов, а билинейная (двойная) интерполяция – для глинистых грунтов. Применение интерполяции, как правило, повышает трудоемкость и продолжительность расчетов по определению несущей способности свай. К тому же, линейная интерполяция

имеет определенные ограничения по области применения, что связано с обеспечением точности результатов, получаемых по ней. Так линейная интерполяция позволяет получать достоверные результаты лишь в следующих случаях [14]:

- во-первых, если зависимость между двумя известными значениями рассматриваемого параметра, для которого устанавливается его промежуточное значение, линейная;

- во-вторых, когда разница между двумя рассматриваемыми значениями данного параметра незначительная и не превышает его минимального значения.

Анализ табличных значений расчетных сопротивлений грунтов, представленных в строительных правилах [1-3], показывает, что зависимости $R = f(L_p)$ и $R = f(I_L)$ (где: $L_p$ - глубина погружения нижнего конца сваи; $I_L$ - показатель текучести глинистого грунта) в большинстве случаев представляют собой нелинейные функции.

Сравнением табличных значений расчетных сопротивлений грунтов выявлено, что разница $\Delta R$ между соседними значениями расчетного сопротивления грунта $R$ составляет от 50 до 1200 кПа. Параметр $\Delta R$ по величине сопоставим со значениями расчетного сопротивления грунтов $R$, а в ряде случаях даже превышает его минимальные значения.

Таким образом, можно утверждать, что применение линейной и особенно билинейной интерполяции для определения промежуточных значений расчетных сопротивлений грунтов, не вполне приемлемо.

В данной ситуации, правомерно использование методов нелинейной интерполяции, которые основаны на формулах Ньютона, Лагранжа, Стирлинга, Бесселя и др. [14, 15]. Но эти методы довольно сложны и трудоемки. К тому же, возможность их эффективного применения для рассматриваемого случая до настоящего времени не оценена специалистами. Необходимость проведения такой оценки, прежде всего, вызвана тем, что каждая из существующих формул нелинейной интерполяции имеет свою ограниченную область применения, а также индивидуальные условия, критерии и точность вычислений.

На современном этапе исследований, учитывая сложившиеся обстоятельства, в качестве альтернативного подхода к решению указанной проблемы, а именно для исключения одинарной интерполяции для песчаных грунтов и билинейной интерполяции для глинистых грунтов, автором для определения расчетных сопротивлений грунтов предлагается использовать корреляционные зависимости (2)-(5). Эти зависимости получены на основе компьютерной обработки табличных значений расчетных сопротивлений грунтов (рисунки 1 и 2), представленных в своде правил [2].

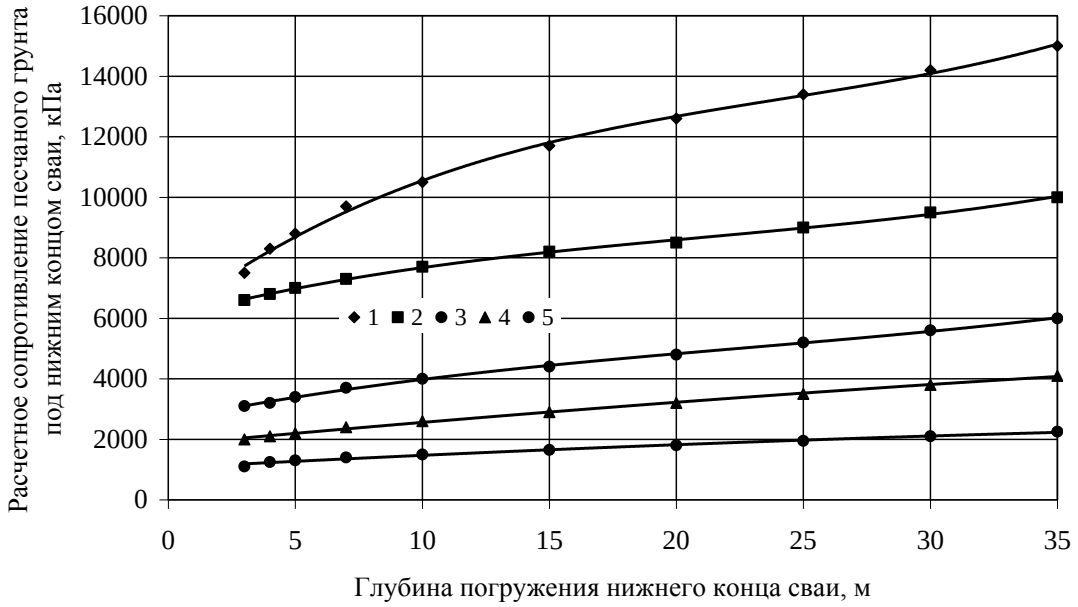
$$R_1 = -\kappa L_{\text{р}}^2 + pL_p + R_{o1}\ , \tag{2}$$

$$R_2 = nL_{\text{р}}^3 - mL_{\text{р}}^2 + gL_p + R_{o2}, \tag{3}$$

$$R_3 = -tL_p^4 + vL_{\text{р}}^3 - zL_{\text{р}}^2 + dL_p + R_{o3}, \tag{4}$$

$$R_4 = wL_p^5 + rL_p^4 + sL_{\text{р}}^3 - cL_{\text{р}}^2 + uL_p + R_{o4}, \tag{5}$$

где: $\kappa, p$ - коэффициенты, принимаемые по таблице 1; $R_{o1}$ - расчетное сопротивление грунта, принимаемое по таблице 1; $L_p$ - глубина погружения сваи; $n, m, g$ - коэффициенты, принимаемые по таблице 2; $R_{o2}$ - расчетное сопротивление грунта, принимаемое по таблице 2; $t, v, z, d$ - коэффициенты, принимаемые по таблице 3; $R_{o3}$ - расчетное сопротивление грунта, принимаемое по таблице 3; $w, r, s, c, u$ - коэффициенты, принимаемые по таблице 4; $R_{o4}$ - расчетное сопротивление грунта, принимаемое по таблице 4.




1 - для гравелистого песка; 2 - для крупного; 3 - для песка средней крупности; 4 – для мелкого; 5 – для пылеватого

**Рис. 1.** Зависимость расчетного сопротивления песчаных грунтов $R$ от глубины погружения нижнего конца сваи $L_p$

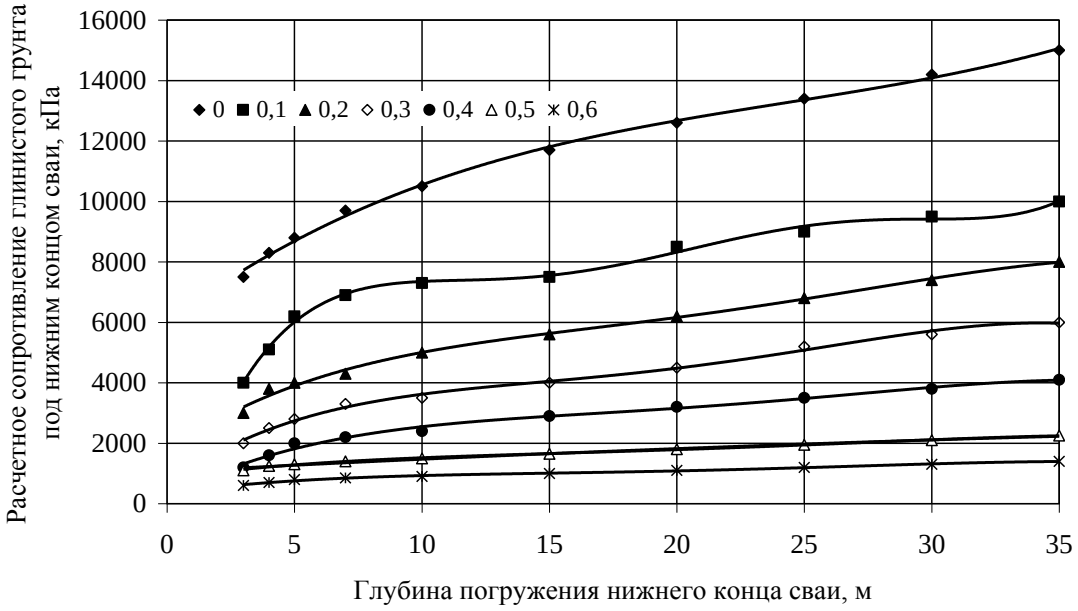



**Рис. 2.** Зависимость расчетного сопротивления глинистого грунта $R$ от глубины погружения нижнего конца сваи $L_p$ при показателе текучести от 0 до 0,6.

Формула (2) применима для определения расчетного сопротивления мелких и пылеватых песков, а также глинистых грунтов с показателем текучести, равным 0,5, а формула (3) – для песков средней крупности, крупных и гравелистых песков, а также глинистых грунтов с показателем текучести равным нулю. Формула (4) позволяет определять расчетное сопротивление глинистых грунтов с показателем текучести равным 0,2, 0,3, 0,4 и 0,6, а формула (5) – для глинистых грунтов с показателем текучести, равным 0,1.

Показатели достоверности аппроксимации данных ( $R$ ^2) по формулам (2)-(5) близки к 1,0 и изменяются в пределах от 0,9900 до 0,9989, что свидетельствует о высокой точности рассматриваемых корреляционных зависимостей.

Таблица 1. **Значения коэффициентов $\kappa, p$ и расчетное сопротивление грунта $R_{o1}$ в формуле** (2)

| Вид грунта под нижним концом сваи | Расчетное сопротивление $R_{o1}$, кПа | Значения коэффициентов | | Показатель аппроксимации $R$ ^2 |
|---|---|---|---|---|
| | | $\kappa$, кН/м$^4$ | $p$, кН/м$^3$ | |
| Песок мелкий | 1814,3 | 0,3892 | 78,234 | 0,9981 |
| Песок пылеватый или глинистый грунт с $I_L$ = 0,5 | 1057,2 | 0,3158 | 44,521 | 0,9900 |

Таблица 2. **Значения коэффициентов $n, m, g$ и расчетное сопротивление грунта $R_{o2}$ в формуле (3)**

| Вид грунта под нижним концом сваи | Расчетное сопротивление $R_{o2}$, кПа | Значения коэффициентов | | | Показатель аппроксимации $R$ ^2 |
|---|---|---|---|---|---|
| | | $n$, кН/м$^5$ | $m$, кН/м$^4$ | $g$, кН/м$^3$ | |
| Гравелистый песок или глинистый грунт с $I_L$ = 0 | 6011,9 | 0,2837 | 20,57 | 630,98 | 0,9977 |
| Крупный песок | 6015,6 | 0,1096 | 6,9727 | 224,51 | 0,9986 |
| Песок средней крупности | 2618,0 | 0,0665 | 4,5451 | 174,81 | 0,9989 |

Таблица 3. **Значения коэффициентов $t, v, z, d$ и расчетное сопротивление грунта $R_{o3}$ в формуле (4)**

| Показатель текучести глинистого грунта | Расчетное сопротивление $R_{o3}$, кПа | Значения коэффициентов | | | | Показатель аппроксимации $R$ ^2 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $t$, кН/м$^6$ | $v$, кН/м$^5$ | $z$, кН/м$^4$ | $d$, кН/м$^3$ | |
| $I_L$ = 0,2 | 1742,6 | 0,013 | 1,1493 | 35,933 | 583,51 | 0,9950 |
| $I_L$ = 0,3 | 663,62 | 0,0195 | 1,5808 | 44,256 | 599,61 | 0,9955 |
| $I_L$ = 0,4 | 241,15 | 0,0106 | 0,9295 | 28,962 | 437,65 | 0,9911 |
| $I_L$ = 0,6 | 345,32 | 0,0034 | 0,2911 | 8,4723 | 117,46 | 0,9928 |

Таблица 4. **Значения коэффициентов $w, r, s, c, u$ и расчетное сопротивление грунта $R_{o4}$ в формуле (5)**

| Показатель текучести глинистого грунта | Расчетное сопротивление $R_{o4}$, кПа | Значения коэффициентов | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $w$, кН/м$^7$ | $r$, кН/м$^6$ | $s$, кН/м$^5$ | $c$, кН/м$^4$ | $u$, кН/м$^3$ |
| $I_L$ = 0,1 | 2328,5 | 0,0052 | 0,5364 | 20,648 | 365,56 | 3043,2 |

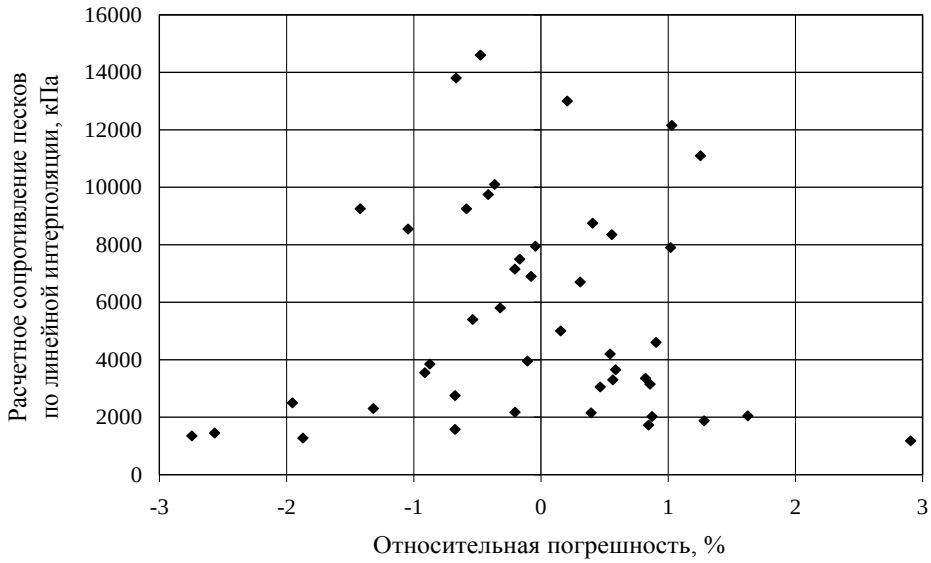



**Рис. 3.** Распределение относительной погрешности при определении расчетного сопротивления песчаных грунтов методом линейной интерполяции

Для оценки погрешностей определения расчетных сопротивлений грунтов методом линейной интерполяции выполнены соответствующие расчеты, а именно, значения расчетных сопротивлений, полученные по формулам (2)-(5), сопоставлены со значениями, установленными методом линейной интерполяции. Выявлено, что применение интерполяционного метода приводит к снижению точности определения значений расчетных сопротивлений для песчаных грунтов до 2,9% (рисунок 3), а для глинистых грунтов – до 5,3% (рисунок 4). Причем наибольшие значения относительной погрешности имеют место при малых значениях расчетного сопротивления грунтов.

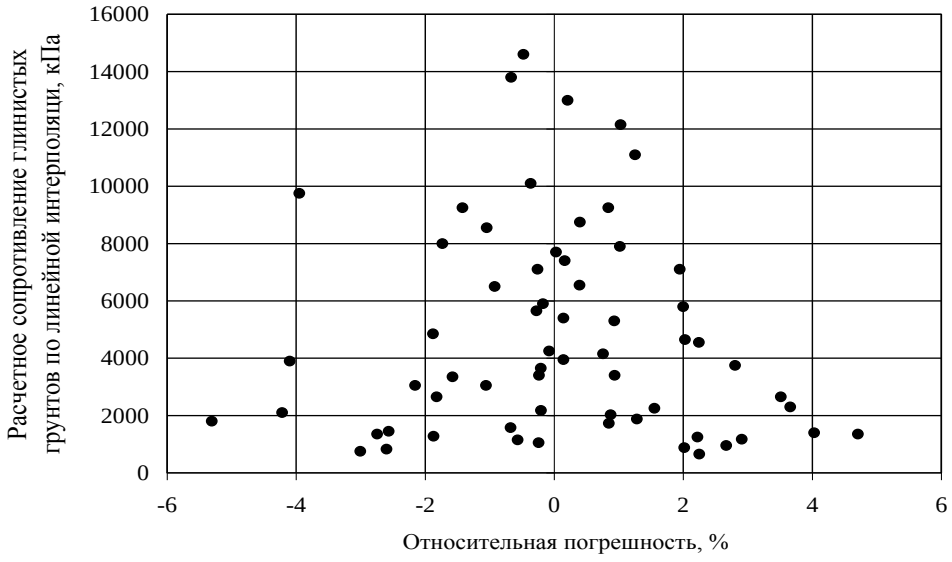



**Рис. 4.** Распределение относительной погрешности при определении расчетного сопротивления глинистых грунтов методом линейной интерполяции

Применение формул (2) и (3) позволяет полностью исключить использование интерполяции для определения расчетных сопротивлений песчаных грунтов. Использование формул (2)-(5) для глинистых грунтов позволяет отказаться от одинарной линейной интерполяции, которая традиционно применяется для определения расчетных сопротивлений при промежуточных значениях глубины погружения сваи. Но, при этом для данных грунтов сохраняется необходимость использования одинарной линейной интерполяции для определения их расчетных сопротивлений при промежуточных значениях показателя текучести грунтов. Таким образом, для глинистых грунтов исключается билинейная интерполяция, но сохраняется одинарная линейная интерполяция.

В заключение следует отметить, что для представленных корреляционных зависимостей характерна высокая достоверность определения расчетных сопротивлений грунтов. К тому, же их применение взамен метода линейной интерполяции позволяет сократить трудоемкость и продолжительность работ по определению расчетных сопротивлений грунтов, залегающих под нижним концом свай. Более того наличие математического описания реальных физических зависимостей между параметрами грунтов и сваи открывает возможность разработки компьютерной программы по расчету несущей способности свай.

Для дальнейшего повышения точности результатов, получаемых по формуле (1), автором проводятся аналогичные работы по установлению корреляционных зависимостей по определению расчетного сопротивления грунтов $f$ , залегающих по боковой поверхности сваи и входящих в данную формулу.

ЛИТЕРАТУРА

[1] МСП 5.01-101-2003. Проектирование и устройство свайных фундаментов. – Астана, 2007. – 110 с.

[2] СП РК 5.01-103-2013. Свайные фундаменты. – Астана: МНЭ РК, 2015. – 88 с.

[3] СП 24.13330.2011. Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85. – М.: Минрегион РФ, 2016. – 67 с.

[4] Цытович Н.А., Веселов В.А., Кузмин П.Г. и др. Основания и фундаменты. – М.: Госстройиздат, 1959. – 452 с.

[5] Ильичев В.А., Мангушев Р.А. и др. Справочник геотехника. Основания, фундаменты и подземные сооружения. – М.: Ассоциация строительных вузов, 2014. – 490 с.

[6] Пусков В.И., Караулов А.М., Смолин Ю.П., Королев К.В., Крицкий М.Я. Основания и фундаменты транспортных сооружений. Электронный учебник для студентов строительных специальностей транспортных вузов. – Новосибирск: СГУПС, 2009. - 292 с.

[7] Мангушев Р.А., Карлов В.Д., Сахаров И.И., Осокин А.И. Основания и фундаменты. Учебник. – М: Ассоциация строительных вузов, 2013. – 392 с.

[8] Мангушев Р.А., Готман А.Л., Знаменский В.В., Пономарев А.Б. Сваи и свайные фундаменты. – М.: Ассоциация строительных вузов, 2015. – 320 с.

[9] Школьников И.Е. Определение несущей способности стальных трубчатых свай // Геотехника. – 2014. - №4. – С. 42-58.

[10] Глухов В.С., Ахрамеев А.В., Галова Ю.С. Проблемы рационального использования бетона и арматуры при устройстве буронабивных свай под колонну здания // Международная научно-техническая конференция: Современные геотехнологии в строительстве и их научно-техническое сопровождение. – Санкт-Петербург, 2014. – Часть I. – С. 158-160.

[11] Бекбасаров И.И., Исаков Г.И., Атенов Е.И. Формулы для расчета несущей способности новых забивных свай на вдавливающую нагрузку // Международная научно-практическая конференция: Современная строительная наука, состояние и перспективы развития. – Алматы, 2016. – С. 88-90.

[12] *Соколов Н.С., Рябинов В.М. Особенности устройства и расчета буроинъекционных свай с многомерными уширениями* // Геотехника. – 2016. - №3. – С. 60-64.

[13] Жусупбеков А.Ж., Утепов Е.Б., Утепова М.Т., Омаров А.Р., Калданова Б.О. Прогноз поведения свай в полевых испытаниях при помощи центрифуги // Международная научно-техническая конференция: Современные геотехнологии в строительстве и их научно-техническое сопровождение. – Санкт-Петербург, 2014. – Часть II. – С. 58-64.

[14] Половко А.М., Бутусов П.Н. Интерполяция. Методы и компьютерные технологии их реализации. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2004. - 320 с.

[15] Никитин Д. Поиск простейшего интерполянта. - Saarbrucken: LAP LAMBERT Academic Publishinq, 2012. – 245 с.

Бекбасаров И.И.

**Қағылмалы қаданың төменгі ұшының астындағы топырақтың есептік кедергісін анықтаудың корреляциялық тәуелділіктері туралы**

**Түйіндеме.** Вертикалды сығымдалу жүктемесімен жұмыс жасайтын қағылмалы аспалы қадалардың жүк көтеру қабілетін айқындау үшін пайдаланылатын топырақтың есептік кедергісін анықтаудың корреляциялық тәуелділіктері келтірілген. Формулалар қолданыстағы нормативтік құжаттарда берілген, қаданың төменгі ұшының астындағы топырақтардың есептік кедергілерінің кестелік мәндерін компьютерлік өңдеу жолымен алынған. Топырақтың есептік кедергісі мәндерінің аппроксимациясының дәлдігі жоғары және ол көрсеткіштер 0,9900-0,9989 құрайды. Тәуелділіктер 2-5 дәрежелі полиноминалды функциялар болып табылады және қаданың төменгі ұшының астындағы топырақтың есептік кедергісі мен қаданы батыру тереңдігінің арасындағы өзара байланысты анықтайды. Формулаларды құмды топырақтардың барлық түріне, сонымен қатар қаданы қағу тереңдігі 3-35 м кезіндегі топырақтың аққыштық көрсеткіші 0-0,6 құрайтын сазды топырақтарға да қатысты қолдануға болады. Алынған тәуелділіктерді пайдалану құмды топырақтар үшін жалқы сызықтық интерполяцияны, ал сазды топырақтар үшін екі сызықтық интерполяцияны қолдану қажеттілігін керек етпейді. Формулаларды пайдалана отырып қаданың жүк көтеру қабілетін анықтау бойынша есептеулер ұзақтығын қысқартуға және оларды орындау күрделілігін жеңілдетуге болады.

**Түйін сөздер:** корреляциялық тәуелділік, есептік кедергі, топырақ, аспалы қада, жүк көтеру қабілеті.

УДК 621.39.075

**E.B. Darkenbaeva, A.N. Besterekova**
(Almaty University of Power Engineering & Telecommunications, Almaty, Kazakhstan,
E-mail: altin_ais27@mail.ru)

## SUSTAINABILITY OF MOTION OF FREQUENCY - ADJUSTABLE AC ELECTRIC DRIVE

**Abstract.** In the article led frequency is the managed electromechanic of alternating current. The flow diagram of close system is given a transformer of frequency is an asynchronous engine ticker-coil on speed and her mathematical description algebraic equalizations in a symbol kind. The program over of formation of transmission function of the system and result of calculation of roots of characteristic equalization of transmission function of the system are brought by means of MATLAB.

**Key words:** frequency converter, induction motor, energy saving, flow diagram, program.

**Э.Б. Даркенбаева, А.Н. Бестерекова**
(Алматинский университет энергетики и связи,
Республика Казахстан, altin_ais27@mail.ru)

## УСТОЙЧИВОСТЬ ДВИЖЕНИЯ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

**Аннотация.** Приведен частотно – регулируемый электропривод переменного тока. Дается структурная схема замкнутой системы преобразователь частоты – асинхронный двигатель с обратной связью по скорости и её математическое описание алгебраическими уравнениями в символьном виде. Дана программа образования передаточной функции системы и результат расчета корней характеристического уравнения передаточной функции системы с помощью MATLAB.

**Ключевые слова.** Преобразователь частоты, асинхронный двигатель, энергосбережение, структурная схема, программа.

Одной из необходимых задач проектирования системы автоматического управления электроприводом переменного тока является задача определения устойчивости движения электропривода в особенности, если система управления нелинейная. Структурная схема частотно – регулируемого электропривода (ЧРЭП) переменного тока приведена на рисунке 1 в *Simulinc* MATLAB.

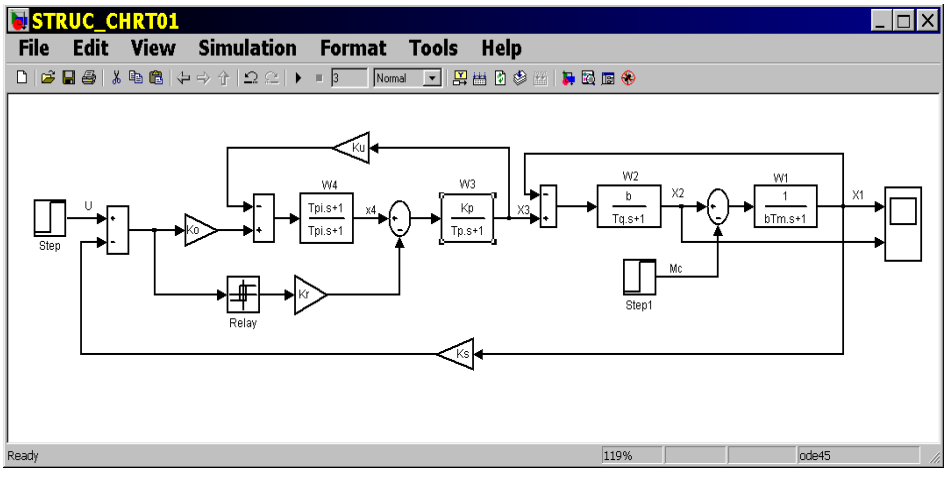



**Рис. 1.** Структурная схема замкнутой системы ЧРЭП

Структурная схема состоит: асинхронного двигателя, который в структурной схеме ЧРЭП представлен передаточными функциями $W_1(s) = 1/bTm.s$ и $W_2(s) = b/(Tq.s+1)$, охваченыте отрицательной обратной связью [1], преобразователя частоты (ПЧ) с передаточной функцией $Wpr(s) = Kp/(Tp.s+1)$, регулятора напряжения ПЧ, передаточная функция которого имеет следующий вид $W_4(s) = (T_1 s+1)/(T_2 s+1)$ и обратной связи по скорости асинхронного двигателя ЧРЭП. В

передаточных функциях асинхронного двигателя, преобразователя частоты и системы управления приняты следующие обозначения [2]:

$b-$ жесткость линеаризованной механической характеристики АД;

$T_q$ – электромагнитная постоянная времени АД;

$T_m$ – электромеханическая постоянная времени АД;

$K_p$ – передаточный коэффициент ПЧ:

$T_P$ – постоянная времени цепи управления ПЧ;

$K_U$ – коэффициент обратной связи регулятора напряжения статора;

$K_S$ – коэффициент обратной связи по скорости АД;

$K_0$ – коэффициент усиления ошибки системы управления ЧРЭП;

$K_R$ – коэффициент усиления сигнала с выхода релейного элемента.

Определение устойчивости движения ЧРЭП переменного тока с помощью MATLAB заключается в следующем: во – первых, по передаточным функциям динамических звеньев замкнутой системы ЧРЭП, с учетом обратных связей системы, составляются алгебраические уравнения в символьном виде с целью решения их в среде MATLAB и получения передаточной функции всей системы, во – вторых, с помощью специальных функций математической системы MATLAB определяется устойчивость движения ЧРЭП.

Алгебраические уравнения в символьном виде передаточных функций асинхронного двигателя запишутся следующим образом:

$$x_1 - w_1 x_2 = 0, \tag{1}$$

$$x_1 + (1/w_2) * x_2 - x_3 = 0, \tag{2}$$

где $x_1 = \omega$ – угловая частота вращения вала двигателя;

$x_2 = M_Э -$ электромагнитный момент двигателя;

$w_{1,2}$ – передаточные функции двигателя.

Алгебраическое уравнение передаточной функции преобразователя частоты в символьном виде запишется:

$$x_3 = w_3(x_4 - k_R sign(u - k_S x_1)) \text{ или } k_R sign(u - k_S x_1) + (1/w_3)x_3 - x_4 = 0, \tag{3}$$

здесь $x_3$ – напряжение на выходе преобразователя частоты;

$w_3$ – передаточная функция преобразователя частоты.

Алгебраическое уравнение в символьном виде передаточной функции регулятора напряжения статора АД имеет вид:

$$(1/w_4)x_4 = k_O u - k_O k_S x_1 - k_U x_3 \text{ иначе } k_O k_S x_1 + k_U x_3 (1/w_4)x_4 - k_O u = 0, \tag{4}$$

где $x_4$ – напряжение на выходе регулятора напряжения статора двигателя;

$W_4 -$ передаточная функция регулятора напряжения статора.

Программа образования передаточной функции замкнутого ЧРЭП, с учетом уравнений (1), (2), (3) и (4), составленная на алгоритмическом языке MATLAB [3] приведена на рисунке 2.

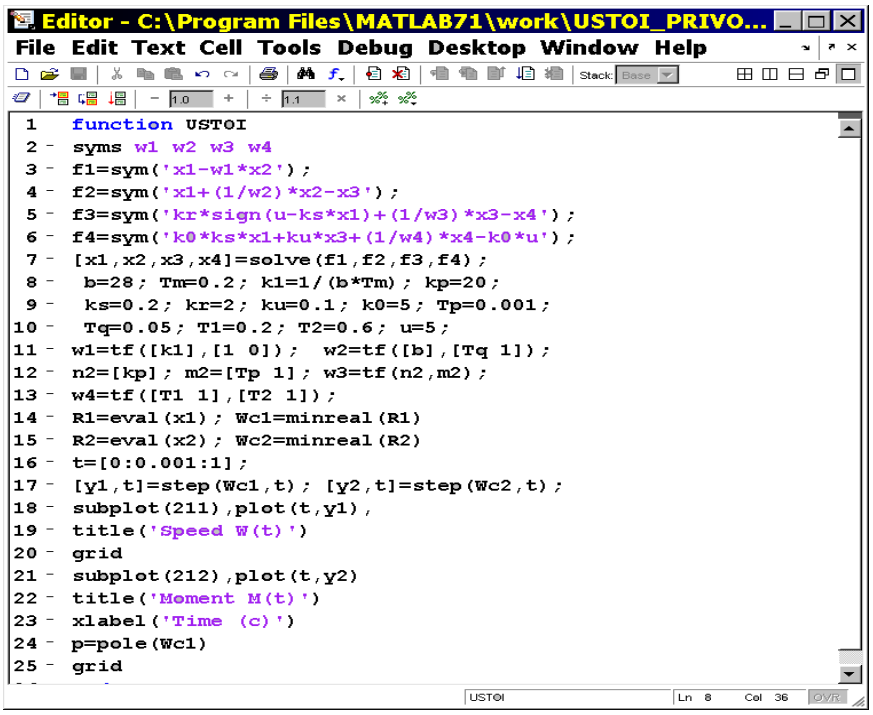



**Рис. 2.** Программа расчета передаточной функции

Программа расчета уравнений в символьном виде составлена на основе [4]. Процедура вычислений заключается в следующем:

1. Расчет алгебраических уравнений в символьном виде (в строках программы 3, 4 и 5) осуществляется с помощью специальной функции *solve* (строка 6);
2. Параметры двигателя и системы управления даются в строках 7, 8 и 9;
3. В строках 10, 11,12 вычисляются передаточные функции звеньев системы;
4. Вычисленная передаточная функция системы образуется с помощью специальной функции *eval* (строка 13);
5. Корни характеристического уравнения передаточной функции системы вычисляются с помощью функции *pole* (строка 23).

Передаточная функция замкнутого ЧРЭП и корни характеристического уравнения передаточной функции (рисунок 3) имеют следующий вид :

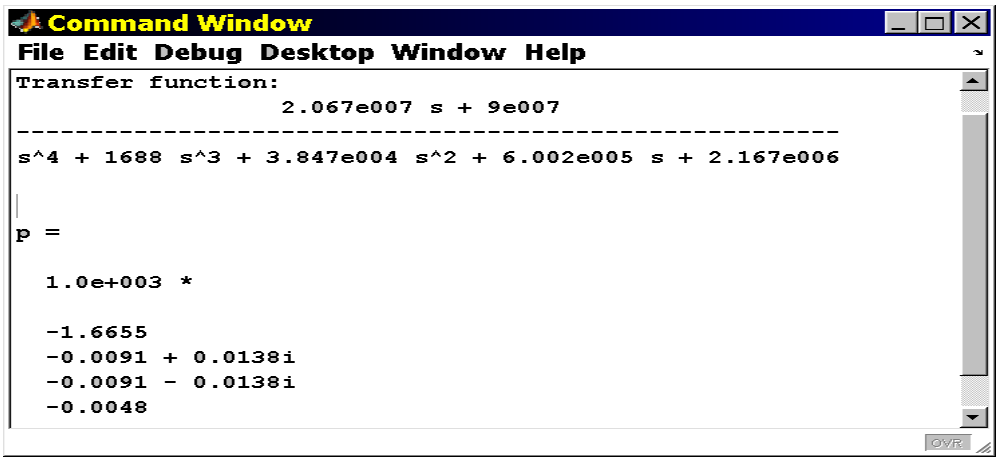



**Рис. 3.** Передаточная функция и корни (Р) характеристического уравнения передаточной функции системы

Из рисунка 3 видно, что вещественная часть корней характеристического уравнения передаточной функции системы отрицательные, значит движение замкнутого ЧРЭП устойчивое [5] и что также подтверждается графиками переходных процессов скорости и момента двигателя.(рисунок 4).

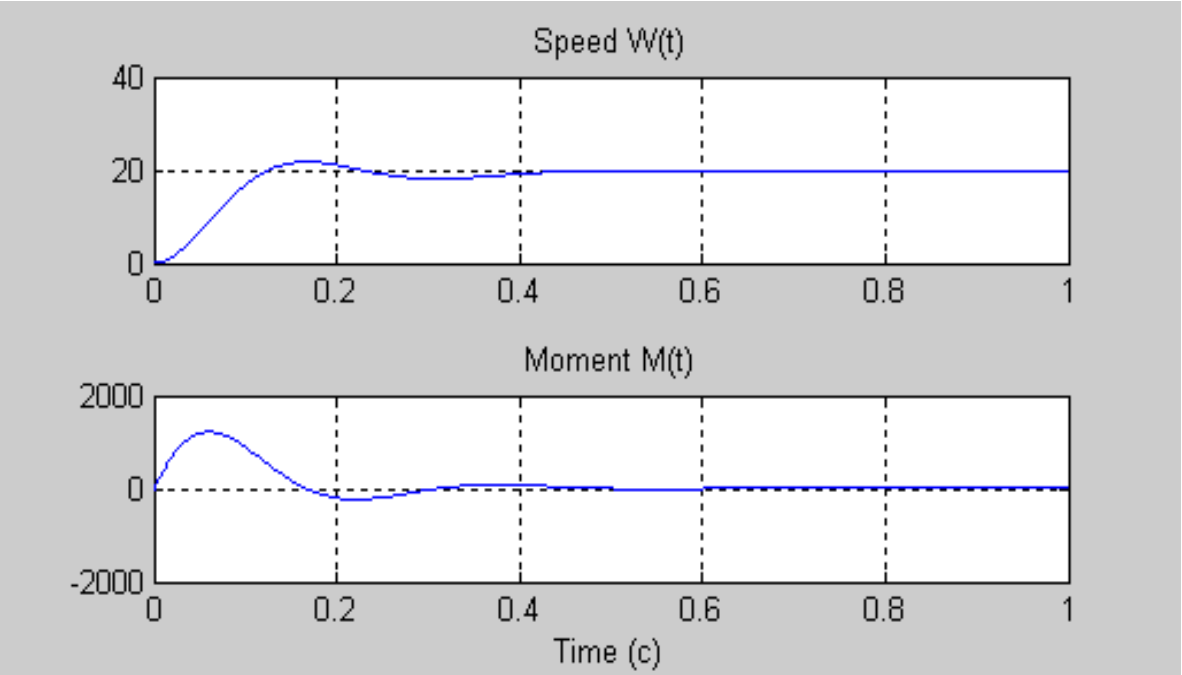



**Рис. 4.** Графики переходных процессов скорости и момента АД

ЛИТЕРАТУРА

[1] Терехов В.М., Осипов О.И. Системы управления электроприводов. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 304 с.

[2] Ключев В.И. Теория электропривода. – М.: Энергоатомиздат,1998. – 704 с.

[3] Половко А.М., Бутусов П.Н. MATLAB для студента. – СПб.: БХВ –

[4] Петербург, 2005. – 320 с.

[5] Алексеев Е.Р., Чеснокова О.В. . MATLAB 7. – М.: НТ Пресс,2006. –464 с.

[6] Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического управления. – СПб, Издательство «Профессия»,2004. –752 с.

Даркенбаева Э.Б., Бестерекова А.Н.

**Жиілік-реттелетін айнымалы ток электржетегінің қозғалыс тұрақтылығы**

**Түйіндеме.** Бұл статьяда жиілікті-реттегіш айнымалы ток электржетек келтірілген. Мұнда жиілікті түрлендіргіш жүйесінің тұйықталған жүйесінің құрылымдық сұлбасы – жылдамдық бойынша асинхронды қозғалтқыштың кері байланысы және символды түрде алгебралық теңдеудің математикалық жазбасы қарастырылған. Берілетін функция жүйесінің бағдарламасы және есептеу қортындысы MATLAB көмегімен мінездеме теңдеулер қортындысы келтірілді.

**Түйін сөздер.** Жиілікті түрлендіргіш, асинхронды қозғалтқыш, энергияны үнемдеу, құрылымдық сұлба, бағдарлама.

Darkenbaeva E.B., Besterekova A.N.

**Sustainability of motion of frequency – adjustable ac electric drive**

**Summary.** In the article led frequency is the managed electromechanic of alternating current. The flow diagram of close system is given a transformer of frequency is an asynchronous engine ticker-coil on speed and her mathematical description algebraic equalizations in a symbol kind. The program over of formation of transmission function of the system and result of calculation of roots of characteristic equalization of transmission function of the system are brought by means of MATLAB.

**Key words:** frequency converter, induction motor, energy saving, flow diagram, program.

УДК 51-74, 502ю057, 004.75

**M. Aliaskar[1], Sh. Jomartova[2], G. Ziyatbekova[1], N. Issimov[1], B.S. Amirkhanov , A. Mazakova[2]**
([1]Institute of Information and Computing Technologies of the Ministry of Education and Science, Almaty, Kazakhstan

[2]Kazakh National University named after al-Farabi, Kazakhstan, Almaty
E-mail: ziyatbekova@mail.ru)

## AUTONOMOUS MICROPROCESSOR SYSTEM OF CLIMATIC DATA TRANSFER

**Abstract.** The article is devoted to the creation of an autonomous microprocessor-based climate data transmission system. In this paper, a microprocessor system for measuring climatic parameters has been developed, designed to measure relative humidity and air temperature.

The system for measuring climatic parameters is intended for collecting measurement information, its further processing, storage and display in the form convenient for operator perception.

**Key words:** microprocessor system, temperature and humidity sensor, microcomputer Raspberry, platform Arduino UNO.

**М.С. Алиаскар[1], Ш.А. Джомартова[2], Г.З. Зиятбекова[1], Н.Т. Исимов[1], Б.С. Амирханов[1], А.Т. Мазакова [2]**
([1]Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК, Казахстан, Алматы
[2]Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан, Алматы
E-mail: ziyatbekova@mail.ru)

## АВТОНОМНАЯ МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ СИСТЕМА ПЕРЕДАЧИ КЛИМАТИЧЕСКИХ ДАННЫХ

**Аннотация.** Статья посвящена созданию автономной микропроцессорной системы передачи климатических данных. В данной работе разработана микропроцессорная система измерения климатических параметров, предназначенная для измерения относительной влажности и температуры воздуха.

Система измерения климатических параметров предназначена для сбора измерительной информации, дальнейшей ее обработки, хранения и отображения в форме удобной для восприятия оператором.

**Ключевые слова:** микропроцессорная система, датчик температуры и влажности, микрокомпьютер Raspberry, платформа Arduino UNO.

**Введение.** Микропроцессорная техника сейчас активно вошла в нашу жизнь. Универсальность, гибкость, простота проектирования аппаратуры, практически неограниченные возможности по усложнению алгоритмов обработки информации - все это обещает микропроцессорной технике большое будущее. Микропроцессоры используются как в бытовых приборах для простейшей обработки сигналов и формирования команд, так и в сложнейших измерительных системах для цифровой обработки сигналов.

Микропроцессорная система может рассматриваться как частный случай электронной системы, предназначенной для обработки входных сигналов и выдачи выходных сигналов.

Современные возможности по разработке различных датчиков [1, 2] и удешевление микропроцессоров также открыли широкую возможность повнедрению апппартно-программных средств мониторинга климатических параметров. В частности, нашло широкое применение в прикладных задачах относительно дешевого контроллера Arduino, имеющего большую базу разработанных датчиков и средств их связи компьютером [3, 4].

**Методы.** Рассмотрена методика экспериментальных исследований, описан процесс обработки результатов измерения.

**Результаты.** Для создания автономной микропроцессорной системы передачи климатических данных нами использованы одноплатный микрокомпьютер Raspberry Pi 3 B+ [5, 6]. Питание обеспечивается за счет солнечной батареи.

Система включает комплект из необходимых датчиков и программного обеспечения. Модули измерения подключаются к компьютеру через USB-адаптер. Программное обеспечение представляет результаты измерений в табличной и графической форме, а также позволяет просматривать и распечатывать накопленный в базе данных архив измерений за любой период

времени. Возможен просмотр данных с датчиков как надругих компьютерах локальной сети, так и через Интернет.

На рисунке 1 представлены элементы блока получения климатических данных и передачи их в микрокомпьютер Raspberry. Указанный блок реализован на основе контроллера Arduino.

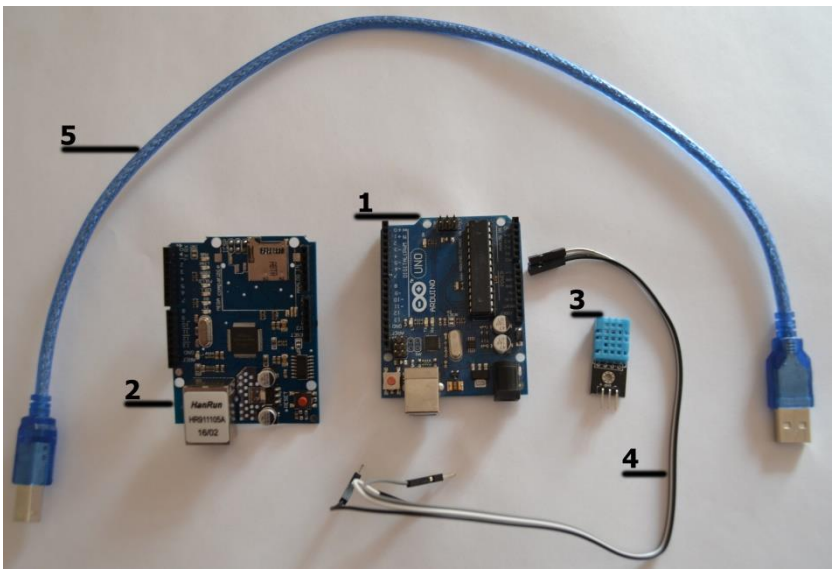



**Рис. 1.** Датчик температуры и влажности: 1– Arduino UNO; 2 –Ethernet Shield W5100; 3 –DHT11-датчик температуры и влажности; 4 –провода для подключение датчика к Arduino; 5 – USBт кабель для Arduino.

Arduino – это устройство на основе микроконтроллера ATmega328 [7]. В его состав входит все необходимое для удобной работы с микроконтроллером: 14 цифровых входов/выходов (из них 6 могут использоваться в качестве ШИМ-выходов), 6 аналоговых входов, кварцевый резонатор на 16 МГц, разъем USB, разъем питания, разъем для внутрисхемного программирования (ICSP) и кнопка сброса. Для начала работы с устройством достаточно просто подать питание от AC/DC-адаптера или батарейки, либо подключить его к компьютеру посредством USB-кабеля.

Ethernet Shield — это плата расширения, которая устанавливается поверх самого Arduino. Она даёт возможность выступать в роли сетевого устройства и общаться по проводной сети с аналогичными устройствами, с обычными компьютерами, принтерами, сервисами в интернете и прочими сетевыми ресурсами. Это последняя версия платы: Ethernet Shield Rev3, она в отличие от своей предшественницы и ряда неофициальных клонов полностью совместима с Arduino Mega 2560 [10, 11].

Плата обладает стандартным 8P8C ethernet-портом для подключения к сети с помощью патч-корда витой пары и набором контактов для подключения к Arduino. Для общения между собой Ethernet Shield и Arduino используют контакты 4-й и с 10-го по 13-й, поэтому их использование в других целях в присутствии платы расширения невозможно. Все остальные контакты соединены с базовой платой напрямую, то есть по сути являются «удлинителями» [8, 9].

Для программирования сетевого взаимодействия используется библиотека «Ethernet» из стандартного дистрибутива. На wiki можно найти примеры программ, которые позволят быстро освоить расширение. Кроме того примеры программ встроены и в Arduino IDE.

На плате размещён слот для флеш-карты формата micro-SD, которая может быть использована для хранения ресурсов, раздаваемых по сети. Для взаимодействия с SD-картой может быть использована библиотека sdfatlib.

Ниже приведено описание датчика DHT11:

Датчик состоит из двух частей – емкостногодатчикатемпературы и гигрометра. Первый используется для измерения температуры, второй – для **влажности** воздуха. Находящийся внутри чип может выполнять аналого-цифровые преобразования и выдавать цифровой сигнал, который считывается посредством микроконтроллера [12].

DHT11 — это маленький сенсор в небольшом пластиковом корпусе. На выходе сенсора находится цифровой сигнал, причем сразу два параметра и температура и влажность.

На рисунке 2 приведен вид микрокомпьютера Raspberry Pi и дисплея.

Raspberry Pi – одноплатный компьютер размером с банковскую карту, то есть различные части компьютера, которые обычно располагаются на отдельных платах, здесь представлены на одной.Raspberry Pi работает в основном на операционных системах Linux и Windows [5].

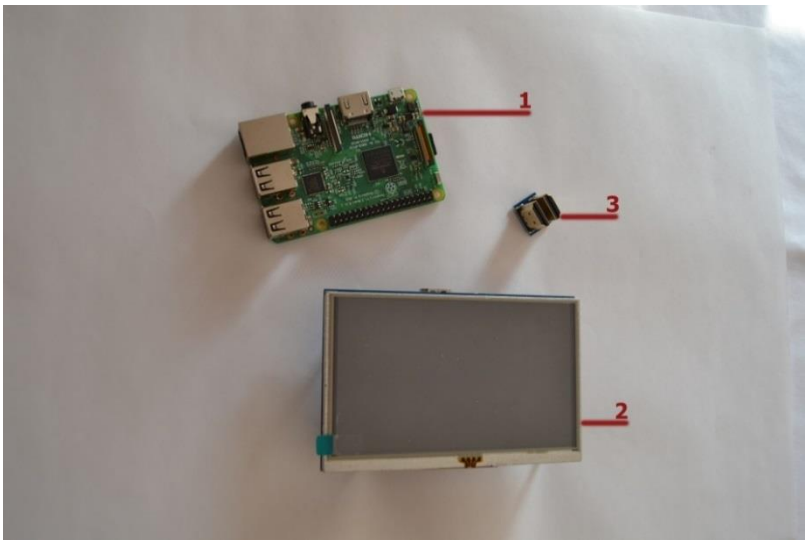



**Рис. 2.** Raspberry Pi :1 – Raspberry Pi 3 B+; 2 – 5inch HDMI LCD; 3 – HDMI Connector.

5inch HDMI LCD – пятидюймовый LCD дисплей с резистивной сенсорной панелью, предназначенный для использования совместно с миникомпьютером Raspberry Pi. Дисплейный модуль имеет разрешение 800x480 и подключается непосредственно к Raspberry Pi с помощью компактного HDMI соединителя, входящего в комплект. Исключение составляет самая первая модель Raspberry Pi model B, подключиться к которой с помощью компактного HDMI соединителя не получится и потребуется использовать стандартный HDMI кабель.

Дисплейный модуль 5inch HDMI LCD подключается к разъему расширения Raspberry Pi, при этом выводы I/O не задействованы для передачи изображения. Тем не менее, для взаимодействия с контроллером сенсорной панели требуется интерфейс SPI и используются соответствующие выводы I/O. Для уменьшения энергопотребления в решениях, использующих батарейное питание, имеется возможность управлять подсветкой [13].

На рисунке 3 представлены компоненты автономного блока энергообеспечения. На основе вышеуказанных блоков реализована автономная микропроцессорная система передачи данных (рисунок 4).




**Рис. 3.** Автономный блок энергообеспечения: 1 – Аккумуляторная батарея (МНВ); 2 – Солнечная панель; 3 – Контроллер заряда для солнечной батареи; 4 – автомобильное зарядное устройство, обеспечивающее током 5в.

Вычислительным центром системы является платформа Arduino UNO, для связи с сетью используется Ethernet Shield. С помощью Raspberry Pi отправляем скетч на Arduino UNO, который через Ethernet Shield отправляет данные температуры и влажности на веб-браузер. Для автономного питания Raspberry Pi использует аккумуляторную батарею, которая заряжается через солнечную панель. Дополнительно на рисунке отображены USB-хаб с внешним питаниеми беспроводная мини клавиатура.

На рисунке 5 отображается работа реализованной автономной микрокомпьютерной системы передачи данных.

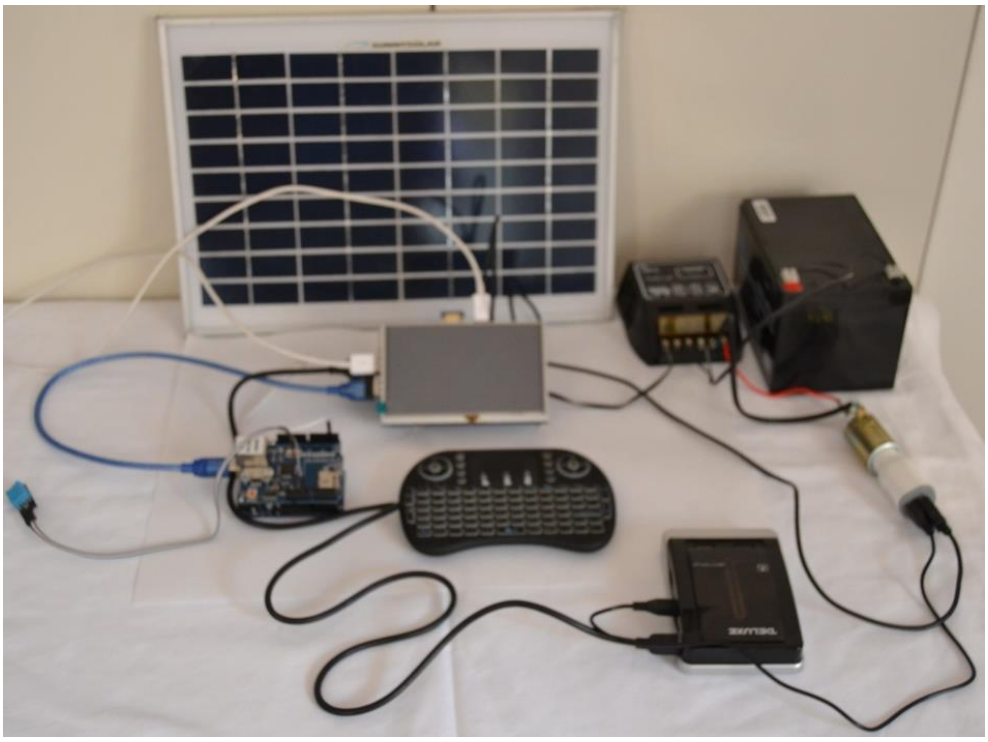


**Рис. 4.** Автономная микрокомпьютерная система передачи данных

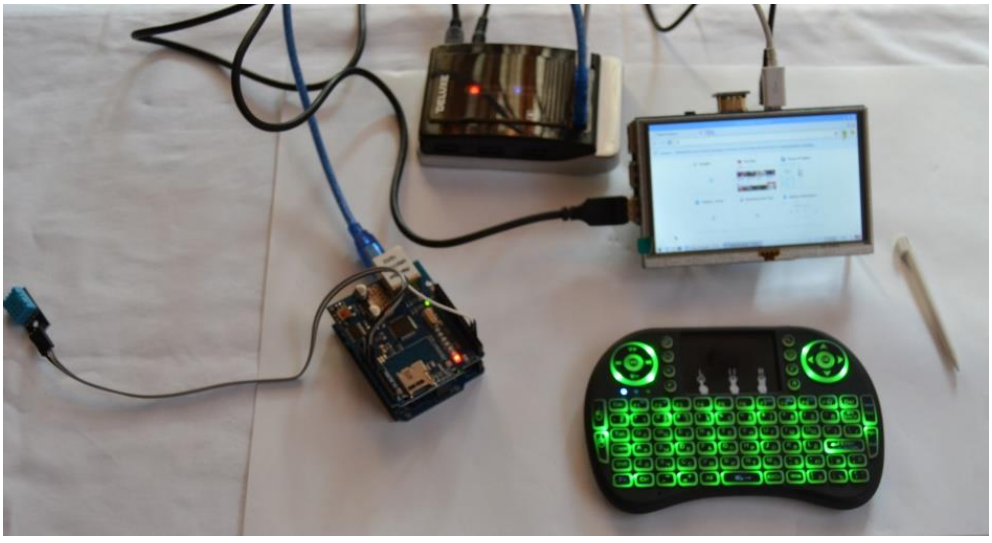


**Рис. 5.** Отображение температуры и влажности на экране

**Обсуждение.** Для работы Arduino с датчиком DHT11разработан скетч получения данных и выводы полученных данных в последовательный порт, который представлен на листинге 1.

Листинг 1.

```
#include "DHT.h"
#define DHTPIN 2 // номер пина, к которому подсоединен датчик
 // Инициируем датчик
DHT dht(DHTPIN, DHT11);
 void setup()
 {
  Serial.begin(9600);
  dht.begin();
Serial.println("DHTxx test!"); }
 void  loop()
  {
  delay(2000);
  // Задержка 2 секунды между измерениями
 float h = dht.readHumidity();
 //Считываем влажность
 float t = dht.readTemperature();
 // Считываем температуру
 if (isnan(t) || isnan(h))  {
 Serial.println("Failed to read from DHT");
 } else {
Serial.print("Humidity: ");
Serial.print(h);
Serial.print(" %\t");
Serial.print("Temperature: ");
Serial.print(t);
Serial.println(" *C");
}
}
```

Указанный скетч загружается в плату arduino и открывается монитор порта для просмотра полученных данных (рисунок 6).

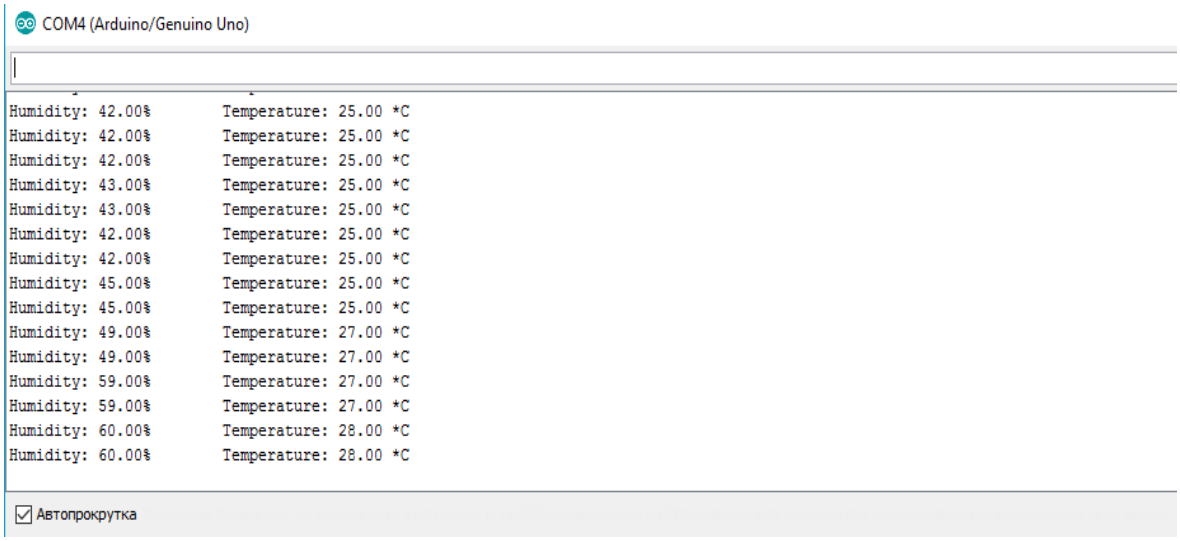



**Рис. 6.** Мониторинг порта в Arduino

Ethernet Shield связывает Arduino с сервером при помощи сети интернет или Wi-Fi роутера. Для передачи информации с датчиков применен Wi-Fi роутер [14]. Скетч получения данных с датчика DHT11 и отображения полученных результатов в веб-браузере представлен на листинге 2.

Листинг 2.

```
#include<DHT.h>
#define DHTPIN 3
#define DHTTYPE DHT11
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
#include<SPI.h>
#include<Ethernet.h>
byte mac[] = { 0xDE, 0xAD, 0xBE, 0xEF, 0xFE, 0xED };
IPAddressip(192,168,0,20);
EthernetServerserver(80);
voidsetup()
{
dht.begin();
Serial.begin(9600);
Serial.println("DHT11 test!");
Ethernet.begin(mac, ip);
server.begin();
Serial.print("server is at ");
Serial.println(Ethernet.localIP());
}
voidloop()
{
int t = dht.readTemperature(); // чтениедатчика
inth = dht.readHumidity();    // чтениедатчика
EthernetClient client = server.available();
if (client) {
Serial.println("newclient"); // запрос http заканчивается пустой строкой
booleancurrentLineIsBlank = true;
while (client.connected()) {
if (client.available()) {
char c = client.read();
Serial.write(c);
// если вы дошли до конца строки (получил символ новой строки),
// и строка пуста, http-запрос закончился, затем вы можете отправить ответ
if (c == '\n' &&currentLineIsBlank) {
client.println("HTTP/1.1 200 OK");
client.println("Content-Type: text/html");
client.println("Connnection: close");
client.println();
client.println("<!DOCTYPE HTML>");
client.println("<html>");
// добавление тега meta refresh для обновления браузера каждые 5 секунд
client.println("<meta http-equiv=\"refresh\" content=\"5\">");
client.println("<title>");
client.print("Temperature and Humidity");
client.println("</title>");
// вывод температуры и влажности
client.println("<center>");
client.println("<h1>");
client.print("Data Center");
client.println("</h1>");
client.println("<h2>");
client.print("Server Room Temperature and Humidity");
```

```
client.println("</h2>");
client.println("<h4>");
client.print("Temperature : ");
client.print(t);
client.print("<sup>0</sup>");
client.print("C");
client.println("<br />");
client.print("Humidity : ");
client.print(h);
client.print("%");
client.println("</h4>");
client.println("</center>");
client.println("</html>");
break;
}
if (c == '\n') {current LineIs Blank = true;}
else if (c != '\r') {current LineIs Blank = false;}
}
}    // предоставление веб-браузеру времени для получения данных
delay(1);
client.stop();
Serial.println("clientdisonnected");
}
}
```

Данные от датчика температуры и влажности можно посмотреть на веб-браузере компьютера (рисунок 7) и на любом устройстве, подключенное к интернет сети, написав в браузерной строке 192.168.0.20.

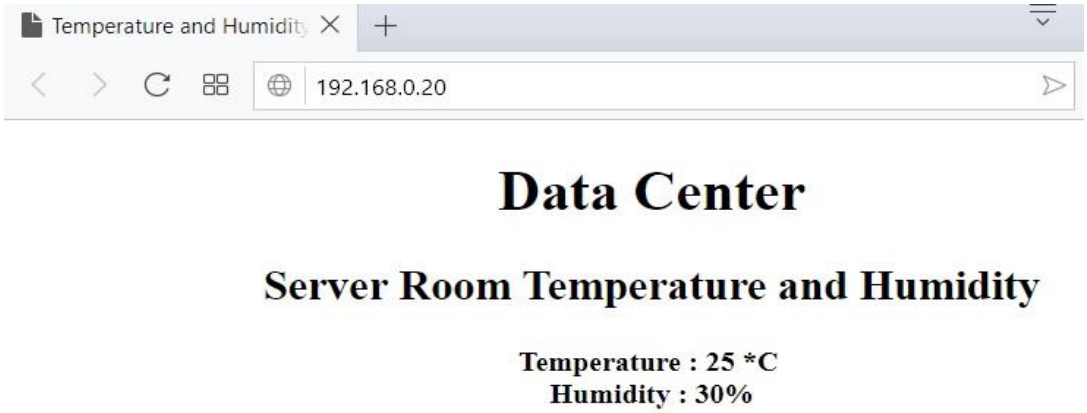



**Рис. 7.** Отображение температуры и влажности на веб-браузере

ЛИТЕРАТУРА

[1] Платт Ч, Электроника: логические микросхемы, усилители и датчики для начинающих. – СПб.: БХВ-Петербург, 2015. – 448 с.

[2] Иго Т. Arduino, датчики и сети для связи устройств. - СПб.: БХВ-Петербург, 2015. – 544 с.

[3] Бокселл Дж, Изучаем Arduino. 65 проектов своими руками. – СПб.: Питер, 2017. – 400 с.

[4] Петин В.А. Проекты с использованием контроллера Arduino. - СПб.: БХВ-Петербург, 2016. –464 с.

[5] Карвинен Т., Карвинен К., Валтокари В. Делаем сенсоры: проекты сенсорных устройств на базе Arduino и Raspberry Pi. –М.: ООО «И.Д.Вильямс», 2017. – 432 с.

[6] Петин В.А. Arduino и Raspberry Pi в проектах Internet of Thigs. - СПб.: БХВ-Петербург, 2017. –320 с.

[7] Белов А.В. Arduino: от азов программирования дло создания практических устройств. - СПб.: Наука и техника, 2018. –480 с.

[8] Саймон Монк. Электроника. Теория и пратика. - СПб.: БХВ-Петербург, 2018. -1168 с.
[9] Саймон Монк. Raspberry Pi. Сборник рецептов. Решение программных и аппаратных задач. –СПб.: ООО « Альфа-книга», 2017. – 528 с.
[10] Саймон Монк. Мейкерство. Arduino и Raspberry Pi. Управление движением, светом и звуком. - СПб.: БХВ-Петербург, 2017. -336 с.
[11] Яценков В.С. От Arduino до Omega: платформы для мейкеров шаг за шагом. - СПб.: БХВ-Петербург, 2018. – 304 с.
[12] Шарапов В.М., Полищук Е.С. Датчики. –М.: Техносфера, 2012. – 624 с.
[13] Шарапов В.М., Минаев И.Г., Сотула Ж.В., Куницкая Л.Г. Электроакустические преобразователи. – М.: Техносфера, 2013. – 296 с.
[14] Вавилов В.Д., Тимошенков С.П., Тимошенков А.С. Макросистемные датчики физических величин. – М.: Техносфера, 22018. – 550 с.

Алиаскар М.С., Джомартова Ш.А., Зиятбекова Г.З., Исимов Н.Т., Амирханов Б.С, Мазакова А.Т.

**Климаттық деректерді берудің автономды микропроцессорлық жүйесі**

**Түйіндеме.** Бұл мақала климаттық деректерді берудің автономды микропроцессорлық жүйесін құруға арналған. Онда климаттық параметрлерді өлшеу үшін салыстырмалы ылғалдылық пен ауа температурасын анықтайтын микропроцессорлық жүйе әзірленді. Климаттық параметрлерді өлшеу жүйесі зерттейтін ақпаратты жинау үшін, әрі қарай оны өңдеу, сақтау және оператордың қолдануына ыңғайлы түрде көрсетуге арналған.

**Түйін сөздер:** микропроцессорлық жүйе, температура мен ылғалдылық сенсоры, Raspberry . микрокомпьютері, Arduino UNO платформасы.

Aliaskar M., Jomartova Sh., Ziyatbekova G., Issimov N., B.S. Amirkhanov, Mazakova A.

**Autonomous microprocessor system of climatic data transfer**

**Summary.** The article is devoted to the creation of an autonomous microprocessor-based climate data transmission system. In this paper, a microprocessor system for measuring climatic parameters has been developed, designed to measure relative humidity and air temperature.

The system for measuring climatic parameters is intended for collecting measurement information, its further processing, storage and display in the form convenient for operator perception.

**Key words:** microprocessor system, temperature and humidity sensor, microcomputer Raspberry, platform Arduino UNO.

УДК 669.85/.86:553.495

**S.B. Yulussov[1], V.A. Kozlov[1], N.B. Egorov[2],T.Y. Surkova[3],O.S. Baigenzhenov[1]**
([1]Kazakh National Technical Research University after K.I.Satpaev, Almaty, Kazakhstan.
[2]National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia
[3]Institute of Metallurgy and Ore Beneficiation» JSC, Almaty, Kazakhstan.
E-mail:s1981b@mail.ru)

## PHYSICO-CHEMICAL RESEARCH OF URANIUM-BEARING ORES OF DEPOSIT BALASAUSKANDYK

**Abstract.** The paper is presented results of the physico-chemical investigations of the uranium-bearing samples of the ores of deposit Balasauskandyk.

The X - ray analysis results shows that are based on silicon - containing mineral are based on thermogravimetric investigations.

The data of mineralogical analysis indicate that the host rock is represented by quartz-carbon-mica formations interspersed with quartz and a system of quartz veines that intersect the rock-forming matrix.

In reflected light, almost all the material, according to optical properties, is defined as non-metallic mass and only less than 1% is represented by sulfides.

Conducted electron probe studies have found that rare and rare earth elements in carbon-silica ore are found in various minerals as inclusions in a siliceous-carbon matrix.

The particle size analysis of the original ore made it possible to calculate the mass fraction of the distribution of rare and rare-earth metals by size class.

The results obtained will be taken into account when developing methods for the complex extraction of valuable components from this raw material.

**Key words:** uranium-bearing raw materials, rare-earth elements, physico-chemical research, particle size analysis.

**С.Б. Юлусов[1], В.А. Козлов[1], Н.Б. Егоров[2], Т.Ю.Суркова[3], Байгенженов О.С.**
([1]Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан,
[2]Томский политехнический университет, Томск, Россия
[3]Институт металлургии и обогащения, Алматы, Республика Казахстан
E-mail:s1981b@mail.ru)

# ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ УРАНСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ БАЛАСАУСКАНДЫК

**Аннотация.** Представлены результаты физико-химических исследований представительной пробы урансодержащего сырья месторождения Баласаускандык.

Согласно результатам рентгенофазового анализа, основными составляющими руды являются кремнийсодержащие минералы, что подтверждают и термогравиметрические исследования.

Данные минералогического анализа указывают на то, что вмещающая порода представлена кварцево-углеродисто-слюдистыми образованиями с вкраплениями кварца и системой кварцевых прожилков, секущих породообразующую матрицу.

В отраженном свете почти весь материал, по оптическим свойствам, определен как нерудная масса и только менее 1% представлено сульфидами.

Проведенными электронно-зондовые исследованиями установлено, что редкие и редкоземельные элементы в углерод-кремнеземистой руде находятся в различных минералах в виде включений в кремнисто-углеродистой матрице.

Гранулометрический анализ исходной руды позволил рассчитать массовую долю распределения редких и редкоземельных металлов по классам крупности.

Полученные результаты будут учтены при разработке способов комплексного извлечения ценных составляющих из данного сырья.

**Ключевые слова:** урансодержащее сырье, редкоземельные элементы, физико-химические исследования, гранулометрический анализ.

Проблема комплексного использования минерального сырья является приоритетной для горно-металлургического комплекса Казахстана и приобрела особую остроту и значимость в последние годы, в связи с возросшим выходом техногенных отходов, образующихся в процессе направленного извлечения отдельных ценных компонентов из минерального сырья[1]. Так переработка руды месторождения Баласаускандык направлена, в основном, на извлечение ванадия [2-5], тогда как кроме ванадия содержит такие ценные компоненты, как уран, молибден, редкоземельные элементы. Для комплексной переработки данного сырья с извлечением всех ценных составляющих необходимо получить объективные данные о вещественном и гранулометрическом составе исходной руды, а также об особенностях минералов, входящих в ее состав.

**Методика проведения исследования.** Для физико-химических исследований использовали стандартную методику пробоподготовки руды [6]; особенности минералов, входящих в состав исходного сырья идентифицировали минералогическими исследованиями.

Рентгеноспектральный микроанализ был проведен на микроанализаторе JXA-8230 с использованием растровой электронной микроскопии в обратно-рассеянных и во вторичных электронах, а также энергодисперсионной спектроскопии. Минералогические исследования шлифов и аншлифов были проведены на микроскопе Leica P 2500.

Термогравиметрические исследования проводили с использованием синхронного термического анализатора STA 449 F3 Jupiter. Обработка результатов производилась посредством программного обеспечения NETZSCH Proteus.

**Результаты и их обсуждение.** Объектами исследования служили представительные пробы углерод-кремнеземистых полиметаллических руд Большого Каратау, для анализа которых применяли химический, рентгенофазовый, рентгеноспектральный, минералогический и термогравиметрический методы анализа.

Химический состав полиметалических урансодержащих руд месторождения Баласаускандык представлен в таблице 1.

Таблица 1. **Химический состав руды месторождения Баласаускандык**

| Наименование продукта | Содержание элементов, % | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Na | Mg | Al | Si | P | S | Cl | K | Ca | Ti | V |
| Руда | 0,075 | 0,193 | 2,42 | 37,5 | 0,655 | 1,61 | 0,105 | 0,97 | 0,697 | 0,128 | 0,713 |
| | Содержание элементов, % | | | | | | | | | | |
| | Fe | Ni | Cu | Zn | Rb | Sr | ∑РЗЭ | Mo | Ba | C | U |
| | 2,8 | 0,0096 | 0,075 | 0,0096 | 0,002 | 0,063 | 0,019 | 0,021 | 0,99 | 15,10 | 0,008 |

Из таблицы следует, что основными элементами руды являются кремний, углерод, алюминий, железо. В меньшем количестве содержатся калий, кальций ванадий, барий и титан. Из ценных компонентов в руде также присутствуют уран, молибден и редкоземельные элементы. Последние представлены, в основном, в виде иттриевой подгруппы, %: Y- 0.006; La - 0.00332; Ce - 0.00364; Nd - 0.00334; Sm - 0.0007; Eu - 0.0002; Gd - 0.0007; Tb - 0.0001; Ho - 0.0002; Tm - 0.0001; Yb - 0.0007; Lu - 0.0001.

Рентгенофазовые исследования, выполненные на дифрактометре D8 Advance (BRUKER), показали, что в состав пробы руды входят такие минералы, как кварц $SiO_2$-96,12%, мускавит $KAl_2(Si, Al)_4O_{10}(OH)_2$ – 2,61%, кристобалит $SiO_2$ – 0.49%, анортит $CaAl_2(SiO_4)_2$ – 0,49%, гипс $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ – 0,29%. Результаты исследований приведены на рисунке 1.

На рисунке 2 представлены данные исследования пробы углерод-кремнеземистой полиметаллической руды термогравиметрическим методом.

Из рисунка следует, что на кривой ДТА, зафиксирован только один мощный экзотермический эффект с пиком при 450,9 ºС, отражающий окисление углерода остаточным кислородом. Пик развит на фоне интенсивного снижения массы навески. Основная информация о фазовом составе пробы была получена в ходе анализа кривых ДТГ и dДТА.

На кривой ДТГ выявлен ряд минимумов при 96,3 ºС, 125,4 ºС, 422,8 ºС, 547,2 ºС, 879,2 ºС, 1112,1 ºС, 1190,2 ºС. Минимумы при 422,8 ºС, 547,2 ºС, не отличающиеся высокой интенсивностью, могут отражать разложение небольшого количества сульфидов. Минимум при 879,2 ºС (на кривой dДТА ему соответствует эндотермический эффект с экстремумом при 877 ºС) и эндотермический эффект с экстремумом при 1154,3 ºС на dДТА могут быть проявлением мусковита. Первый эффект связан с дегидратацией и перестройкой решетки, а второй – с распадом решетки и образованием игольчатого муллита и аморфной фазы. В наложении, второй эффект (1154,3 ºС) может быть проявлением полиморфного превращения сульфата бария. Минимум на ДТГ при 1112,1 ºС также обусловлен наличием другого слюдистого минерала – биотита $K(Mg,Fe)_3[AlSi_3O_{10}](OH,F)_2$. Эффект возник в ходе выделения конституционной воды, разрушения решетки, образования новых фаз. Минимум при 1190,2$^0$С можно связать с проявлением еще одного слюдистого минерала – флогопита $KMg_3[AlSi_3O_{10}] (OH, F)_2$.

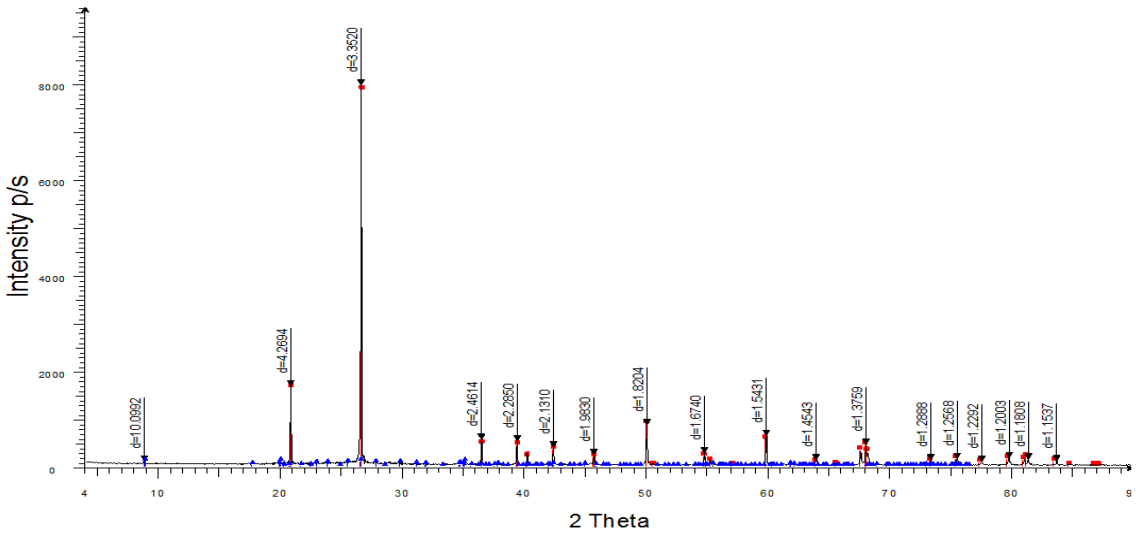



**Рис. 1.** Рентгенограмма исходной руды

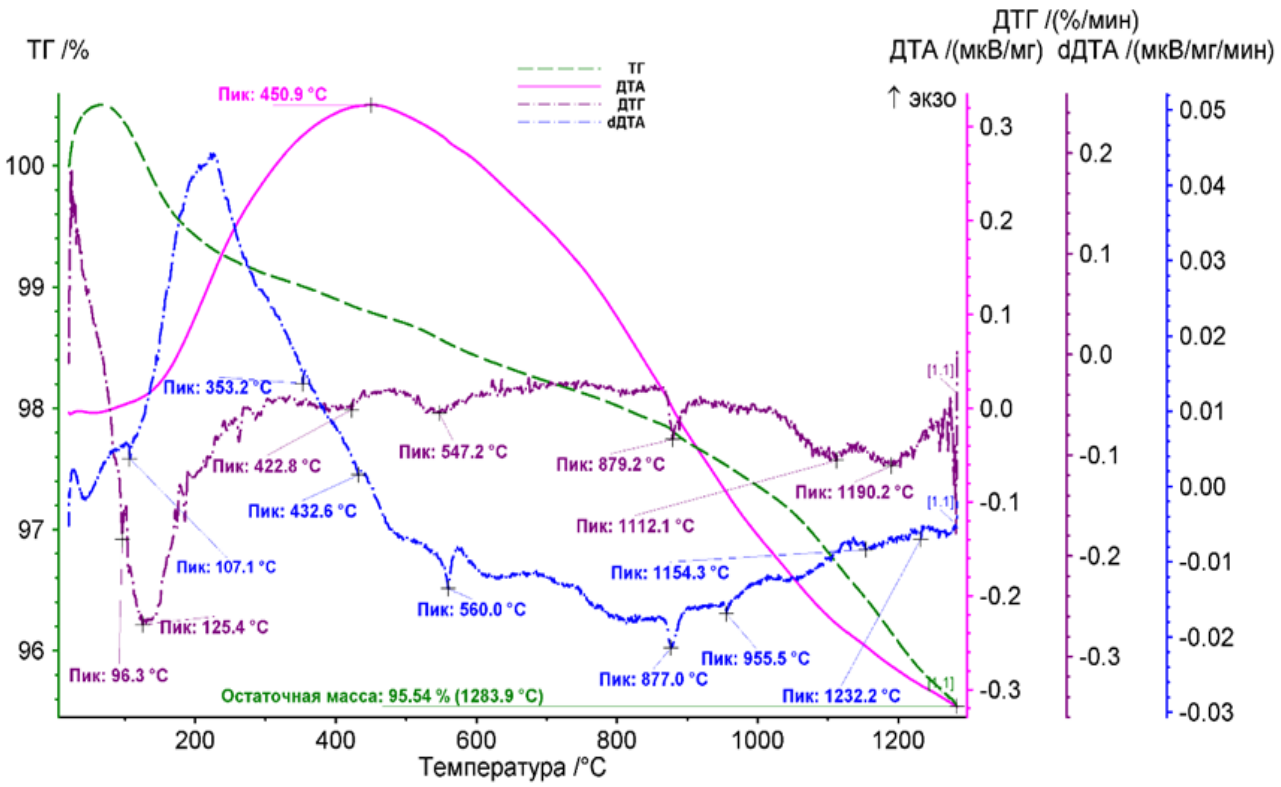



**Рис. 2.** Дериватограмма образца исходной руды

На кривой dДТА также зафиксированы эндотермические эффекты, не сопровождающиеся изменением массы. Так, эндотермический эффект с максимальным развитием при 560 ºС отражает энантиотропное полиморфное превращение кварца. Слабый эндотермический эффект с экстремумом при 432,6 ºС, предположительно, может быть связан с фазовым переходом $La_2O_311Fe_2O_32ZnO$ [7-8], а слабый эндотермический эффект с экстремумом при 353,2 ºС, предположительно, - с фазовым переходом FeS. Слабый эндотермический эффект с экстремумом при 107 ºС, возможно, связан как с минимумом при 96,3 ºС на кривой ДТГ (т.е. с удалением адсорбированной влаги), так и с фазовым переходом $Cu_2S$. Общее изменение массы – 18,05%.

Таким образом, полученные данные термогравиметрического анализа подтвердили результаты рентгенофазовых исследований и дополнили их.

Для минералогического анализа был отобран порошковый материал пробы, который изучался в иммерсионных жидкостях под микроскопом Leica P2500. На рисунке 3 показан прозрачный шлиф исходной руды, увеличение 100.

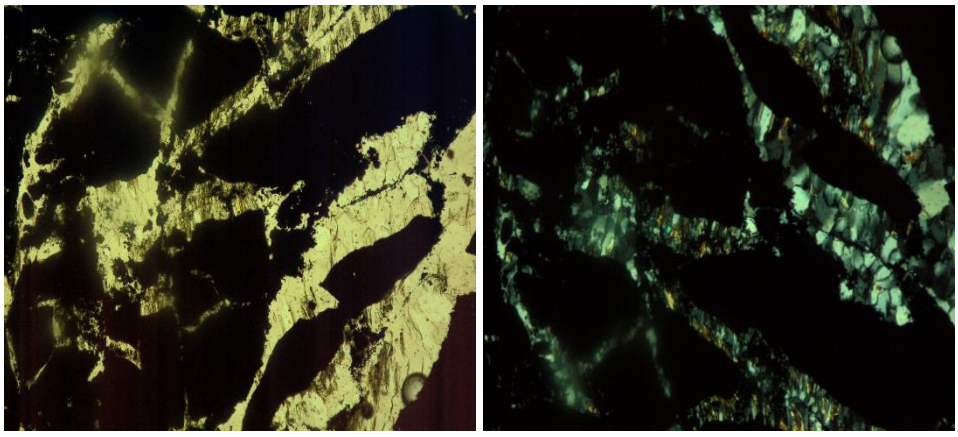


**Рис. 3.** Исходная руда. Углисто – кремнистый сланец с прожилками слюдисто – кварцевого состава

Под микроскопом в проходящем свете порода, содержащая около 90% материала, представлена черными непросвечивающими частицами нерудного, по всей вероятности, углеродистого вещества или пропитанного им нерудного материала. Последний представлен кварцем, полевым шпатом, баритом, слюдой и др. минералами. Сама вмещающая порода представлена кварцево-углеродисто-слюдистыми образованиями с вкраплениями кварца и системой кварцевых прожилков, секущих породообразующую матрицу. В массе кварца в небольшом количестве локально присутствуют чешуйки слюды, возможно присутствие ванадийсодержащего минерала роскоэлита. В брикете в отраженном свете почти весь материал по оптическим свойствам определен как нерудная масса и только менее 1% представлено сульфидами (возможно пиритом).

Проба исходной руды была также исследована методом рентгеноспектрального микроанализа на электронно-зондовом микроанализаторе SUPERPROBE –733, фирмы JEOL.

Анализы элементного состава минералов и микровключений, а также фотосъемку в различных видах излучений выполняли с использованием энерго-дисперсионного спектрометра INCA ENERGY фирмы OXFORD INSTRUMENTS, установленного на электронно-зондовом микроанализаторе SUPERPROBE –733 при ускоряющем напряжении 25 кВ и токе зонда 25 нА.

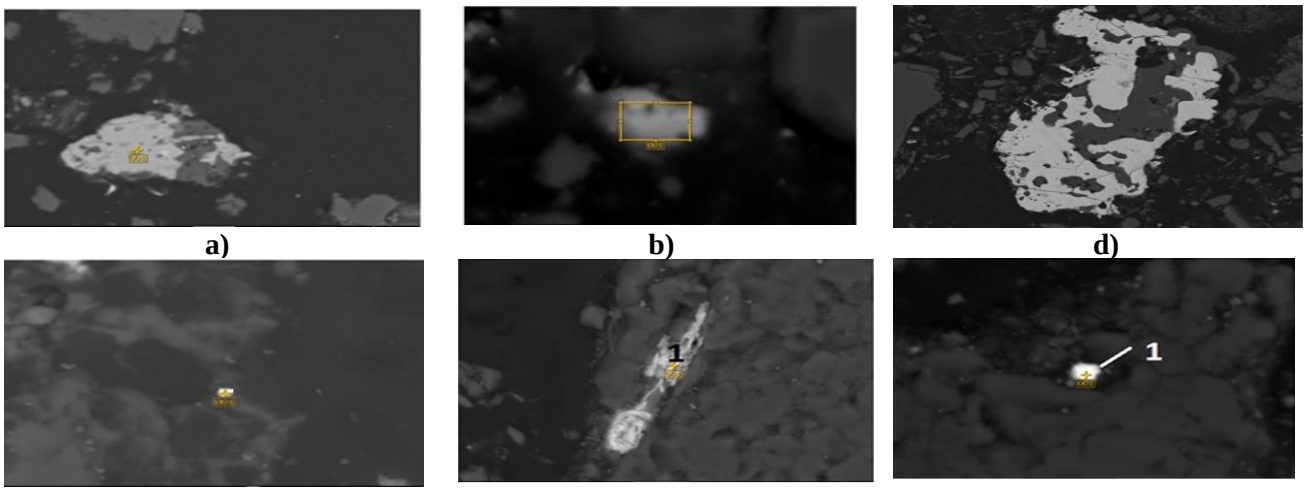



**Рис. 3.** Микрофотографии исходного углерод-кремнеземистого сырья

В аншлифе выбраны зерна из разных участков, в которых сосредоточены редкие и редкоземельные металлы. Данные зерна и прилегающие к ним области представлены на рисунке 4, а состав приведен в таблице 4.

Исходя из полученных данных, редкие и редкоземельные элементы в углерод-кремнеземистой руде находятся в различных минералах в виде включений в кремнисто-углеродистой матрице. В этой связи, при сульфатизации исходной руды – способ, используемый в настоящее время для ее вскрытия – редкоземельные элементы не в полной мере переходят в раствор. Для более глубокого их выщелачивания необходимы новые подходы в вопросе вскрытия руды.

Проведен гранулометрический анализ исходной руды, а так же рассчитана массовая доля распределения редких и редкоземельных металлов по классам крупности. Результаты исследования представлены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2. **Гранулометрический и химический состав сырья**

| Классы крупности, мм | Выход фракций, % | Содержание, % | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | V | Mo | U | ΣРЗЭ |
| –2 +1 | 9,31 | 0,62 | 0,0156 | 0,0073 | 0,124 |
| -1+0,2 | 70,39 | 0,77 | 0,0165 | 0,0095 | 0,042 |
| -0,2+0,1 | 15,01 | 1,04 | 0,0212 | 0,0102 | 0,045 |
| -0,1+0,071 | 2,69 | 1,13 | 0,0239 | 0,0117 | 0,063 |
| -0,071+0,045 | 2,25 | 1,32 | 0,0273 | 0,0127 | 0,042 |
| Всего | 100,0 | 0,825 | 0,0250 | 0,0150 | 0,05 |

Таблица 3. **Распределение ценных элементов в гранулометрическом составе сырья**

| Классы крупности, мм | Выход фракций, % | Массовая доля, % | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | V | Mo | U | ΣРЗЭ |
| –2 +1 | 9,31 | 6,99 | 5,81 | 4,53 | 23,08 |
| -1+0,2 | 70,39 | 65,69 | 46,45 | 44,58 | 59,12 |
| -0,2+0,1 | 15,01 | 18,92 | 12,72 | 10,21 | 13,51 |
| -0,1+0,071 | 2,69 | 3,04 | 2,57 | 2,09 | 3,38 |
| -0,071+0,045 | 2,25 | 3,6 | 2,46 | 1,91 | 1,89 |
| Всего | *100,0* | *100* | *100* | *100* | *100* |

Таблица 4. **Содержание элементов в исследуемом сырье**

| Исследуемый продукт | Содержание элементов в сегменте пробы, % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | C | As | Al | Si | P | Cu | Mo | Ti | Fe | W | V | U | Y | La | Ce | Dy | Pr | Yb | Sm | Nd | Gd |
| Участок **a** **Рутил** | 2,52 | | | 0,47 | | | | 46,75 | 0,33 | | 14.69 | | | | | | | | | | |
| Участок **b** **Монацит** | 17,44 | | 0,31 | 23,96 | 9,17 | 0,03 | | | 0,46 | | | | 20,4 | 9,8 | 13,6 | | 1,22 | | 3,61 | 13.7 | 1,99 |
| Участок **d** **Ксенотим** | 29,32 | | | 1,4 | 11,27 | | | | | | | | 24,68 | | | 2,89 | | 1,07 | | | 1.64 |
| Участок **e** **Настуран** | 13,92 | 4,74 | | 3,89 | 4,89 | 4,03 | | | | | | 39,75 | | | | | | | | | |
| Участок **c** **Тунгстенит** | 44,42 | | 0,47 | 8,74 | | | 0,89 | 0,25 | 0,36 | 21,50 | | | | | | | | | | | |
| Участок **f** **Молибденит** | 24,91 | | | 11,78 | | | 44,60 | | | | | | | | | | | | | | |

Исследованиями гранулометрического состава измельченного рудного сырья в широких пределах тонины помола выявлено, что свыше 59,12 % массовой доли ΣРЗЭ, 44,58 % U, 46,45 % Mo и не менее 65,69 % V сосредоточены в зернах минералов крупностью –1 +2 мм, что благоприятно для экономии энергетических затрат при рудоподготовке.

Таким образом, в процессе физико-химических и гранулометрических исследований получены объективные данные о вещественном и гранулометрическом составе полиметаллических урансодержащих руд месторождения Баласаускандык и об особенностях минералов, входящих в их состав. Полученные результаты следует учитывать при разработке способов комплексного извлечения ценных составляющих из данного сырья.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Кенжалиев Б. К., Суркова Т. Ю., Юлусов С. Б., Пирматов Э. А., Дуленин А. П. Получение концентрата редкоземельных элементов из отходов и промпродуктов урановой промышленности // КИМС.-2017.- №1. –С.70-77.

[2] Аймбетова И.О. Разработка технологии производства метаванадата аммония из черных сланцев месторождения Баласаускандык: дис. … канд.техн.наук. – Алматы., 2010. – С. 16.

[3] Minting Li, Chang Wei, Gang Fan, Cunxiong Li, Zhigan Deng, Xingbin Li. Extraction of vanadium from black shale using pressure acid leaching // Hydrometallurgy. -2013. - №98. -p.308-313

[4] Navarro, R., Guzman, J., Saucedo, I., Revilla, J., Guibal, E., 2007. Vanadium recovery from oil fly by leaching, precipitation and solvent extraction process // Waste Management. -2010. -№ 27 (3). – p. 425–438.

[5] Moskalyk, R.R., Alfantazi, A.M. Processing of vanadium: a review // Minerals Engineering. - 2003. -№16. – p. 793–805.

[6] Карпов Ю. А. Методы пробоотбора и пробоподготовки. -М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2003. - 243 с.

[7] Кабулов Ш.И., Сухарников Ю.И., Алыбаев Ж.А. Сравнительное восстановление фосфорита совместно с некоторыми высококремнистыми рудами Центрального Казахстана // Извлечение редких металлов из фосфатно-кремнистого сырья Казахстана. – Алма-Ата, 1976. – С.24-33.

[8] Кунаев А.М., Сухарников Ю.И., Левинтов Б.А. Пирометаллур-гическая переработка редкометального фосфорсодержащего сырья. – Алма-Ата: Наука, 1987. - 286 с

Юлусов С.Б., Козлов В.А., Егоров Н.Б., Суркова Т.Ю., Байгенженов О.С.

**БАЛАСАУСКАНДЫҚ КЕН ОРНЫНЫҢ ҚҰРАМЫНДА УРАН БАР ШИКІЗАТЫН**

**Түйіндеме.** Мақалада Баласаусқандық кен орнының уранқұрамдас шикізаттарының физика-химиялық зерттеу жұмыстарының нәтижесі көрсетілген.

Рентгенофазалық талдаудың нәтижесінде кен құрамындағы негізгі компонент кремнийлі минералдар екені анықталып, алынған ақпараттар термогравиметриялық зерттеулер нәтижесімен расталды.

Минералогиялық талдау жұмыстары негізгі кендік материалдар кварцты-көміртекті-слюдалы түзілімдерден тұратыны және құрылымы кварцты жүйелер мен бағытталған кен түзуші матрицалардан тұратыны анықталды.

Зерттеу кезінде қолданылған шағылысқан сәуледе материалдың түгелге жуық басым бөлігі бос жыныс екендігі, және тек 1 % - дан аз мөлшері сульфидтер екені анықталды

Электронды-зондты зерттеулер нәтижесінде сирек және сирек жер элементтері көміртекті-кремнийлі кен құрамындағы әртүрлі минералдарда кремний-көміртекті матрицаларда орналасқаны анықталды

Бастапқы кенді гранулометриялық талдау сирек және сирек жер элементтерінің әртүрлі ірілік кластарына бөлінуін таралу мөлшерін есептеуге мүмкіншілік берді.

Талдаулар нәтижесінде белгілі болған мәндер кеннен бағалы компоненттерді кешенді түрде бөліп алу технологиясын жасаған кезде қолданылады.

**Түйінді сөздер:** уранқұрамдас шикізаттар, сирек жер элементтері, физика-химиялық зерттеулер, гранулометриялық талдау.

Юлусов С.Б., Козлов В.А., Егоров Н.Б., Суркова Т.Ю., Байгенженов О.С.

**Физико-химические исследования урансодержащего сырья месторождения Баласаускандык**

**Резюме.** Представлены результаты физико-химических исследований представительной пробы урансодержащего сырья месторождения Баласаускандык.

Согласно результатам рентгенофазового анализа, основными составляющими руды являются кремнийсодержащие минералы, что подтверждают и термогравиметрические исследования.

Данные минералогического анализа указывают на то, что вмещающая порода представлена кварцево-углеродисто-слюдистыми образованиями с вкраплениями кварца и системой кварцевых прожилков, секущих породообразующую матрицу.

В отраженном свете почти весь материал, по оптическим свойствам, определен как нерудная масса и только менее 1% представлено сульфидами.

Проведенными электронно-зондовые исследованиями установлено, что редкие и редкоземельные элементы в углерод-кремнеземистой руде находятся в различных минералах в виде включений в кремнисто-углеродистой матрице.

Гранулометрический анализ исходной руды позволил рассчитать массовую долю распределения редких и редкоземельных металлов по классам крупности.

Полученные результаты будут учтены при разработке способов комплексного извлечения ценных составляющих из данного сырья.

**Ключевые слова:** урансодержащее сырье, редкоземельные элементы, физико-химические исследования, гранулометрический анализ.

УДК 621.39.075

**E.B. Darkenbaeva, A.N. Besterekova**
(Almaty University of Power Engineering & Telecommunications, Almaty,
Kazakhstan, E-mail:altin_ais27@mail.ru)

## HYBRID POWER SYSTEMS FOR AUTONOMOUS INSTALLATIONS

**Abstract.** The article deals with prinsiples of calculating parameters of capacitor stores of energy for an autonomous hybrid electric drive with given operating caracteristics. Also, talked about dignities and about a comfort at the uses of such stores.

**Autonomous**: condenser accumulator, energy-savingss of the system, mathematica calculable techniques.

**Э.Б. Даркенбаева, А.Н. Бестерекова**
(Алматы энергетика және байланыс университеті
Қазақстан Республикасы, altin_ais27@mail.ru)

## АВТОНОМДЫ ҚОНДЫРҒЫЛАРДЫ ЭНЕРГИЯМЕН ҚАМТАМАССЫЗ ЕТУДІҢ, ГИБРИДТІ ЖҮЙЕЛЕРІ

**Аңдатпа**. Бұл мақалада пайдалануға берілген сипаттамамен автономды гибридті электр өткізгіш үшін, энергияның сыйымды жинақтағыштарының көрсеткіштерін есептеу әдістемесі қарастырылады. Сонымен қатар, осындай жүйелердің артықшылықтары мен тұтынышылар қолданған кездегі ыңғайлылық айтылған.

**Түйінді сөз.** Автономды электржетек, конденсатор, аккумулятор батерялары, энергиямен қамтамассыздандыру гибридті жүйе, математикалық есептегіштер.

Автономды (дербес) қондырғылардың электрмен қамтамасыз ету жүйесін құру барысында, едәуір техникалық қиындық, құрал- жабдықтың техникалық мүмкіндіктері мен оны пайдалану сипаттамаларына қойылатын талаптарға байланысты, энергияны өндіру мен тұтыну арасында тепе-теңдік (баланс) орнатудан туындайды. Энергиямен қамтамасыз етудің гибридті жүйесінде супер кондесаторлардың тартылу аккумуляторлы және импульсті батареялары қолданылады: мұндай жүйелер, ұзақ мерзімді кезеңдік қоры бар, жылдам зарядталатын ток көздері түрінде болады. Осылайша, зарядталу қысқа мерзімде жүзеге асады. Ондай жүйе, аз және орташа қуатты, алуан түрлі тұтынушыларды электрмен қамтамасыз етуге арналған.Ол жүйеге экологиялық тазалығы, кезеңдік қоры және жұмысқа дайындығы бойынша қатаң талаптар қойылады. Супер конденсаторлардың негізгі қолданылуы, қозғалыстың кинетикалық энергиясын тарату және соңынан тазартумен байланысты, яғни, электрөткізгіш тежелуі энергиясын рекуперациялау үшін, энергия жинақтау, нәтижесінде электр энергиясы үнемделеді.

Бірлескен энергоқондырғы (БЭҚ) жобасын жасау барысында, олардың бастапқы параметрлерімен сипаттамаларын [1] ғылыми негіздеу қажеттігі туындайды. Бұл мәселені шешу үшін, тиісті (сәйкес) математикалық есептеулер мен модельдері (үлгілер) қатысуымен, сынақтар жүргізілетін, алуан түрлі әдестемелер пайдалынылады [2]. Бұл жүйенің ерекшелігі, әртүрлі салмақ түсуге байланысты, разрядты ток өзгерісінің кең ауқымды болуы. Мұндай мәселелер, энергияны буфферлік аралықты жинақтау жолымен шешіледі. Энергиямен қамтамасыз етудің гибридті жүйесі (ЭҚГЖ) немесе басқаша біріктірілген энергия қондырғысы (КЭУ) осы энергия жинақтағыштар, бірлескен жұмысының, озық үлгісі болады.

Аккумуляторлық батареяға, зарядталу- разрядаталу үрдісінде, электр-химиялық реакциялардың үлкен инерциялы болуы тән қасиет, сондықтан, супер конденсатор батареясына қарағанда, қуатты, қысқа мерзімді ток импульстарын қорға жинай алмайды. Супер конденсатор бұл көрсеткіш бойынша жылдамдығымен ерекшеленеді. Супер конденсатордың қажетті сыйымдылығын бағалау әдістемесі, қорға жиналатын, электр энергиясының есептеу формуласымен көрсетілген.

Қорға жиналатын электр энергиясын есептеу формуласы:

$$E_{ск} = \frac{Cск * U^2 ск}{2}, \quad (1)$$

мұнда, $C_{ск}$- супер конденсатор сыйымдылығы Ф;
$U_{ск}$ – супер конденсатордағы кернеу өлшемі,В.

Электр энергиясын.СК үшін пайдалану коэффициентін, мына формула бойынша есептейміз:

$$К_и = \frac{E_{ck\,max} - E_{ck\,min}}{E_{ck\,max}}, \quad (2)$$

мұнда, $E_{ск\,max}$ - СК-ға қорға жиналатын максимальды (ең көп) энергия, Дж.
$E_{ск\,min}$ - СК-ғы, разрядтан кейінгі минимальды (ең аз) энергия, Дж.
Формуланы қойып , өрнекті (2) аламыз

$$К_и = \frac{(C_{ск}U^2_{ck\,max} - C_{ck}U^2_{ck\,min})}{2*C_{ck}U^2_{ck\,max}} = \frac{U^2_{ck\,max} - U^2_{ck\,min}}{U^2_{ck\,max}} = 1 - (\frac{U_{ck\,min}}{U_{ck\,max}})^2, \quad (3)$$

мұнда, $U_{ск\,max}$- СК максимальды кернеу,В.
$U_{ск\,min}$- СК минимальды кернеу, В.
СК сыймдылығын мына формуламен есептейміз:

$$C_{СК} = \frac{2 \cdot E_{CK}}{U^2_{СК\,max} - U^2_{СК\,min}}. \quad (4)$$

Алынған қатынас $U_{ск\,min}$ =0,2* $U_{ск\,max}$- ты ескере отырып және оны (4) формулаға енгізіп, аламыз:

$$C_{СК} = \frac{2 \cdot E_{CK}}{U^2_{СК\,max} - 0{,}2 \cdot U^2_{СК\,max}} = \frac{2{,}5 \cdot E_{CK}}{U^2_{СК\,max}}. \quad (5)$$

Осылайша, СК-ны энергияның 2- көзі есебінде қолдану, техникалық тұрғыдан, дұрыс шешім болып табылады. Аккумулятор батареясы мен супер конденсаторды, аккумуляцияның пайдалы жұмсалуын арттырып, электрмен үздіксіз қамтамасыз етуге ықпал етеді. Генерацияланатын, аккумуляцияланатын және тұтынатын энергияның тепе-теңдігін әрдайым қамтамасыз ету, гибридті энергетикалық қондырғыларды, пайдалану тиімділігін арттырады.

ТАВ-ның зарядталу дәрежесін, мына өрнек бойынша бағалауға болады:

$$\Theta_{тав} = \Theta_{тав\,о} - \frac{1}{3600 * C_{тав\,ном}} * \int_0^t I_{тав}\,dt, \quad (6)$$

мұнда, $\Theta_{тав\,о}$-$t$ =0 мерзіміндегі, ТАБ-ның зарядталу дәрежесі;
$C_{тав\,ном}$- ТАБ-ның атаулы (номинальды) сыйымдылығы;
$I_{тав}$- ток разряды ($I_{тав}$›0) немесе ток разряды ($I_{тав}$‹0).
Эквивалентті ЭДС (ЕТАВ) пен эквивалентті ішкі кедергіні (Rтав) біріктіріп , алуға болады:

$$I_{TAB} = \frac{1}{2 \cdot R_{TAB}} \cdot \left(E_{TAB} - \sqrt{E^2_{TAB} - 4 \cdot R_{TAB} \cdot P_{TAB}}\right), \quad (7)$$

мұнда, Ртав –аккумулятор батареясы жіберетін немесе тұтынатын қуат:

$$P_{TAB} < P_{TABmax} = E^2_{TAB}/4 \cdot R_{TAB}. \quad (8)$$

Жалпы жағдайда, $E_{тав}$ және $R_{тав}$, ТАВ зарядталу дәрежесі, электролит температурасы $I_{тав}$ тогы өлшемі мен бағытының функциясы болып табылады.

Токтың бағыты мен ТАВ зарядталу дәрежесі едәуір ЭҚК-ке әсер етеді. Егер, пайдалану үрдісінде, күш қондырғысының, зарядталу дәрежесі ТАВ, әрдайым, $Θ_{тав}$=0,4...0,8 диапозонында (аумағында) болатынын ескерсек, тәуелділіктің сызықтық аппросимациясымен шектелуге болады:

$$E_{TAB} = E_{TAB}(\Theta_{TAB}, sign(I_{TAB})):$$

$$\begin{cases} E_{TAB} = n_{TAB} \cdot (0{,}093727 \cdot \Theta_{\text{TAB}} + 1{,}197), [\text{В}] \\ \qquad\qquad \text{при } I_{\text{TAB}} > 0 \\ E_{TAB} = n_{TAB} \cdot (0{,}16112 \cdot \Theta_{\text{TAB}} + 1{,}2352), [\text{В}] \\ I_{\text{TAB}} < 0 \text{ болса} \end{cases} \quad (9)$$

мұнда, $n_{тав}$- ТАВ-ны құрайтын, ретімен қосылған аккумлятордың саны($Ni_{МН}$ үшін ТАБ Panasonic компаниясында $n_{TAB}$ =228) сызықтық аппроксимацияның, $\Theta_{тав}$ өзгеруінің берілген диапозонда, орта квадратты қатесі, ТАВ($I_{тав}$>0) разряд күйі үшін σEdis=0,010644 В-ға тең, ал ($I_{тав}$<0)* σEchg заряд күйі үшін, 0,0099754-ға тең болады.

$\Theta_{тав}$ =0,4...0,8 диапозоны (аумағы) үшін, дәлдікке қол жеткізу үшін, сызықтық аппроксимацияны қолдану қажет $R_{тав}=R_{тав}(\Theta_{тав}*sign(I_{тав}))$:

$$\begin{cases} R_{TAB} = 0{,}076 \cdot \Theta_{TAB} + 0{,}9937, [\text{Ом}], \\ \qquad\qquad \text{при } I_{\text{TAB}} > 0 \\ R_{TAB} = 0{,}03705 \cdot \Theta_{TAB} + 0{,}73112, [\text{Ом}], \\ \qquad\qquad \text{при } I_{\text{TAB}} < 0 \end{cases} \quad (10)$$

Егер тартылу электрөткізгіші тек ТАВ-дан қоректенсе, ал, жұмыс барысында, генераторлық күйдегі өндірілетін қуат ТАВ-ны зарядтау және қосымша тұтынушыларды қоректендіруге жұмсалса, онда былайша жазуға болады:

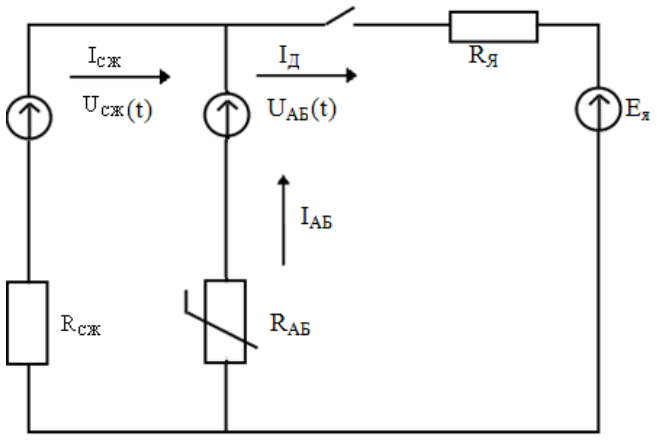
$$\begin{cases} R_{TAB} = \frac{P_{VD}}{\eta_{inv}} + P_{dop}, & \text{при } P_{VD} \geq 0 \\ R_{TAB} = P_{VD} \cdot \eta_{inv} + P_{dop} & \text{при } P_{VD} < 0 \end{cases} \quad (11)$$

мұнда , $P_{vd}$=1,5 (Ud*id+Uq*iq)-тарту қозғауышының қуаты;

Pdop-борттық желіден, қосымша электр құрал жабдығы арқылы тұтынатын қуат ;

$\eta_{inv}$-КИМ нен үш фазалы (кезенді) инвертордың ПӘК-сы (пайдалы әсер коэффициенті).

ТАБ және оған параллель, энергияны қосымша жинақтағыш есебінде, гибридтті транспортты құралдарының күш қондырғыларында, супер конденсаторлар пайдаланылады. Ондай техникалық шешім қабылдау, аккумуляторлы батареяларды пайдаланғанда кездесетін бірқатар шектеулерден өтуге ықпал етеді.




**1-сурет.** ГСЭ-ны орын басу (алмастыру) сызба нұсқасы

ЕН-ді ТАБ-ға тұрақты параллель қосқанда және олардың жалпы салмақ түсуіне жұмыс барысында, қандайларының тарту электр қозғауышы бірдей болады (сурет 1).

$$U_{ЕН}=U_{р\ АБ}=U_{ГЖЭҚ} \quad (12)$$

Онда, $U_{ЕН}$- сыйымды жинақтағыш қысқышындағы кернеулік;

Up АБ-аккумулятор батареясы разрядындағы қысқышындағы кернеулік;

$U_{ГЖЭҚ}$- энергоқондырғы қысқышындағы кернеулік.

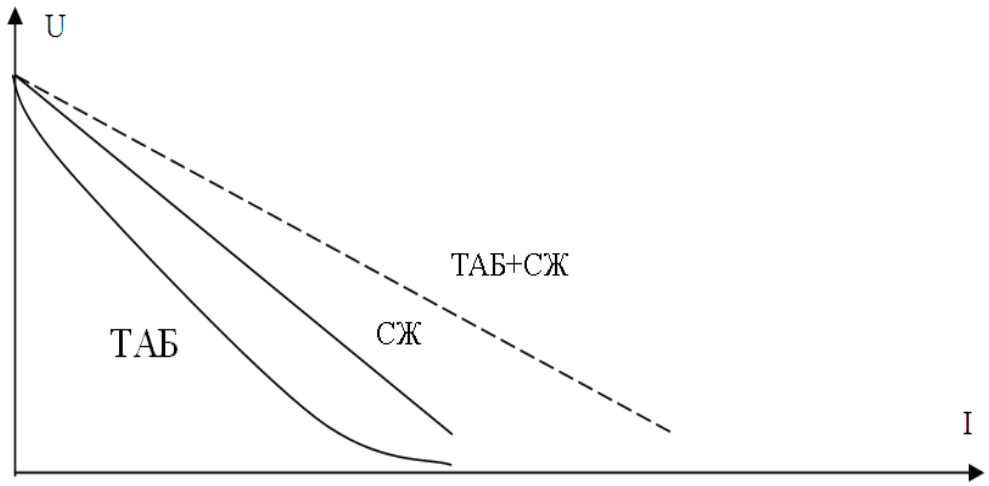
Салмақ түсудің қосынды тогы, сыйымды жинақтағыш разряды тогымен $I_{ЕН}$ және аккумулятор батареясы разряды тогымен ІАБ қматамасыз етіледі.

Егер, $U_{СЖ}$= UP АБ және Up АБ болса, онда тиісінше UEO және UHPA және кернеуліктің ішкі кедергілерде төмендеуі салдарынан $R_{ЕН}$, $R_{АБ}$, аламыз:

$U_{ЕО}$ - $I_{ЕН}$ * $R_{ЕН}$= $U_{НРА}$- $I_{АБ}$* $R_{АБ}$= $U_{ГСЭ}$

$U_{ЕО}$-сыйымды жинақтағыштың, салмақ түсуінсіз, қысқыштарындағы кернеу;

$U_{БРА}$-разрядталу басталғандағы кернеу.




**2-сурет.** ТАВ мен СЖ құралатын, ГСЭ-ның жинақталған вольт-амперлі сипаттамасы

Есептеу қортындысы гибридтті энергиямен қамтамасыз ету жүйесінде, ТАВ мен СЖ параллель қосылған жағдайда, вольт-амперлі сипттаманың бірлескен шешімінің нәтижелерін ұсынады (ВАМ).

Сыйымды жинақтығыштың (СЖ), ВАМ қаттылығы, тарту аккумуляторлы батареясына (ТАБ) қарағанда жоғары болады, себебі оның ішкі кедергісі REH, аккумуляторлардың ішкі кедергісінен $R_{АБ}$ аз болады.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Гурьянов Д.И., Листвинский М.С. и др. Математическое моделирование динамики работы тяговых аккумуляторных батарей //Электротехнические системы автотранспортных средств и их роботизированных производств/ Сб.науч.тр.-М.:МАМИ.1995, №9.

[2] Токарев А.Б., Жирнова Н.Б. Энергетические статистические математические модели химических источников тока //Электротехника,1990, №6.

[3] Реклейтис Г., Рейвиндран А., Рэгсдел К. Оптимизация в технике: Кн. 2. Пер. с англ. – М.: Мир, 1986. – 320 с.

[4] Бояринов А.И., Кафаров В.В. Методы оптимизации в химической технологии. – М.: Химия, 1975. – 576 с.

[5] Алексеев Е.Р., Чеснокова О.В. MATLAB 7. – М.: НТ Пресс. 2006. – 404 с.

Даркенбаева Э.Б., Бестерекова А.Н.

**Гибридные системы энергообеспечивающих автономных установок**

**Резюме**. В данной статье рассматривается методика расчета параметров гибридных накопителей энергии для автономного электропривода с заданными эксплуатационными характерисиками. Также, говориться о достоинствах и об удобстве при использований таких накопителей.

**Ключевые слова.** Автономный эектропривод, конденсатор аккумулятор, энергосбережения гибридтный системы, математические высчислительные техники.

УДК 637.1

**F.T. Dikhanbaeva[1], J.J. Smailova[2], B.Sh. Dzhetpisbayeva[1], D.K. Demeubekov[1]**
(Almaty Technological University[1], Almaty, Kazakhstan,
Korkyt Ata Kyzylorda University[2], Kyzylorda
E-mail: dias.demeubekov@mail.ru)

## DEVELOPMENT OF A COTTAGE CHEESE PRODUCT FOR GERODIETIC NUTRITION BASED ON CAMEL MILK

**Abstract:** The work is dedicated to the research and development of a cottage cheese product for gerodietic nutrition based on camel and soy milk. Physical and chemical indicators of camel and soy milk were studied for further development of dairy product technology with optimal nutritional value. The article represents the results of the study of the organoleptic and physico-chemical indicators of camel and soy milk. The possibility of adding soy milk into the dairy base of the curd producthasbeenstudied.

**Key words:** gerodietic nutrition, camel milk, soy milk, cottage cheese product(curd).

**Ф. Т. Диханбаева, Ж.Ж.Смаилова, Б.Ш.Джетписбаева, Д.К.Демеубеков**
(Алматинский технологический университет, Алматы, Республика Казахстан
E-mail: dias.demeubekov@mail.ru)

## РАЗРАБОТКА ТВОРОЖНОГО ПРОДУКТА ГЕРОДИЕТИЧЕСКОГО ПИТАНИЯ НА ОСНОВЕ ВЕРБЛЮЖЬЕГО МОЛОКА

**Аннотация**: Работа посвящена разработке творожного продукта геродиетического питания на основе верблюжьего и соевого молока. Изучены физико-химические показатели верблюжьего и соевого молока,для дальнейшей разработки технологии молочного продукта с оптимальной пищевой ценностью. Рассматриваются результаты исследования органолептических и физико-химическихпоказателейверблюжьего и соевого молока. Изучена возможность добавления соевого молока в молочную основу творожного продукта.

**Ключевые слова**: геродиетическое питание, верблюжье молоко, соевое молоко, творожный продукт.

**Введение**. С давних пор известно, что питание и образ жизни человека имеют огромное значение для увеличения продолжительности жизни. Особенно важно сбалансированное питаться в пожилом возрасте. С возрастом возникает ряд морфологических и функциональных изменений в организме человека. Замедляется обмен веществ в организме, снижается приспособляемость организма, его сопротивляемость и способность к регенерации. Один из основных факторов, влияющих на продление жизни и здоровья человека – это питание. Известно, что питание может быть как дизадаптивным, усиливающим негативное влияние на здоровье, так и адаптивным, позволяющим сохранить здоровье человека в пожилом возрасте. В последнее время всё больше внимания уделяется изучению особенностей питания старших возрастных групп. [1].

При помощи профилактического питания можно снизить количество заболеваний, связанных со старением (на 80 %), диабетом (на 50%), сердца (на 25 %), органов зрения (на 20 %). Наиболее подходящей основой для белковых продуктов с функциональными свойствами являются молочные продукты, в частности творог и творожные изделия [2]

Творог является важным продуктом, служащим источником легкоусвояемого белка – казеина. Аминокислотный состав этого белка оптимален для усвоения человека и характеризуется наличием незаменимых аминокислот. Полезные свойства творога заключаются и в его химическом составе. Он содержит витамин С, витамины группы В (В1, В2, В5, В6, В9, В12), биотин, ниацин. Минеральный состав представлен калием, кальцием, магнием, натрием, фосфором, кобальтом, селеном и молибденом.[3].

С целью наиболее полного обеспечения населения пищевыми продуктами, отвечающих современным требованиям науки о питании, интенсивно ведется поиск новых сырьевых ресурсов. В связи с этим весьма актуальна задача научного и практического обоснования возможности использования верблюжьего молока с целью расширения сырьевых ресурсов и создания на его основе продуктов, отвечающих требованиям рационального питания[4].

Верблюжье молоко обычно имеет чисто-белый цвет, пресновато-сладкий или сладковато-солоноватый вкус, густую консистенцию, при переливании оно сильно пенится. Сухого вещества в верблюжьем молоке содержится в среднем от 13 до 16%, белка - 4,45%, в том числе казеина 3,22%,

остальные белки - альбумин и глобулин. Витаминный состав этого молока богат. В одном литре молока дромадеров содержание витаминов следующее: витамина А - 0,343-0,487; витамина В1 -0,95-1,86; В2-0,66-1,75; С- 57,4-79 мг. Кислотность свежего молока равна в среднем 21,5°Т (с колебаниями от 20 до 25°С) [5].

Относительно высокое содержание ненасыщенных жирных кислот в верблюжьем молоке позволяет рассматривать его как продукт, обладающий диетическими свойствами. Гипоаллергенный эффект верблюжьего молока связывают с низким содержанием β-казеина и отсутствием β-лактоглобулина. Другие фракции, такие, как лактоферрин, иммуноглобулины, лизоцим и витамин С также играют важную роль в пищевой ценности верблюжьего молока. [6]

Таблица 1. **Среднее значение и стандартное отклонение состава верблюжьего молока из Казахстана для породы бактриан, дромедар и гибриды**

| Породы | Жир | Белок | Сухие вещества | Лактоза |
|---|---|---|---|---|
| Бактрианы | 6,67±2,93 | 3,33±0,74 | 13,07±1,15 | 2,77±0,96 |
| Дромедары | 5,94±2,26 | 3,03±0,76 | 12,39±0,74 | 3,12±0,92 |
| Гибриды | 6,09±1,81 | 3,28±1,01 | 11,91±0,74 | 3,04±0,60 |

Рыночные отношения вынуждают производителей молочной продукции расширять ассортимент и предлагать потребителю новые конкурентоспособные продукты с оригинальными органолептическими свойствами. Таковыми являются кисломолочные продукты с растительными наполнителями (йогурты, десерты, коктейли, творожные пасты и проч.) Комбинированные продукты считаются не только источником питательных веществ, но и «функциональными» продуктами. Использование полезных качеств молочных и растительных продуктов в сочетании позволяет получать гармоничные по составу и свойствам композиты. [7]

Соевое молоко – водный экстракт из семян сои – идеальный заменитель животного молока для людей, страдающих аллергическими, желудочно-кишечными и другими заболеваниями, характерными для пожилых людей[8].

Богатый минеральный состав соевого молока и особенно соли кальция и железа делают этот продукт полезным для больных сердечно-сосудистыми заболеваниями, остеопорозом, расстройствами нервной системы, анемией. Ферментированные полезными для человека молочно-кислыми бактериями соевые сквашенные напитки являются высокотехнологичными и удобными для создания новых видов питания [9].

По данным работы Б.Г.Цугкиева, при производстве творога было использовано соевое сырье. Автором разработана технология производства соевого творога с использованием штаммов *Laktobacterium helveticum, streptococcus salivarius.* В таблице 2 представлены органолептические и физико-химические показатели соевого молока[10]

Таблица 2. **Органолептические и физико-химические показатели соевого молока [10]**

| Наименование показателя | Характеристика |
|---|---|
| Внешний вид и консистенция | Однородная бело-кремовая жидкость. Незначительное количество осадка в конце срока хранения |
| Вкус и запах | Вкус сладковатый, со слабо выраженным соевым привкусом. Запах свойственный данному виду продукта |
| Цвет | Бело-кремовый |
| Массовая доля сухих веществ, % | 9500 ± 0,030 |
| СОМО, % | 7,700 ± 0,010 |
| Продолжение таблицы 2 | |
| Массовая доля белка, % | 2900 ± 0,014 |
| Массовая доля жира, % | 2,200 ± 0,003 |
| Кислотность, Т | 17,000 ± 0,002 |
| Плотность, А | 1,014 ± 0,001 |

Соевое молоко является источником уникальных полноценных белков, состав незаменимых аминокислот которых почти идентичен составу белков животного происхождения, имеет идеальное соотношение жирных кислот, а отсутствие холестерина и наличие лецитина позволяет позиционировать продукты на соевой основе не только как функциональные, но и лечебно-профилактические [11].

В современных условиях очень важно достижение сбалансированного химического состава геродиетических продуктов питания, чем объясняется актуальность разработки новых рецептур кисломолочных продуктов для пожилых людей с целью увеличения продолжительности жизни.

В научно-исследовательской лаборатории центра безопасности при Алматинском технологическом университете были проведены исследования по разработке творожного продукта геродиетического назначения на основе верблюжьего молока с добавлением соевого молока.

**В качестве объектов исследования использованы**:

верблюжье молоко; соевое молоко; закваска (молочнокислые бактерии)

**Методика исследований.**

Исследование верблюжьего молока проводили согласно ГОСТ 28283-89,

ГОСТ 23327-98, ГОСТ 5867-90, ГОСТ 3626, ГОСТ 3624, ГОСТ 3625, ГОСТ 26754 (органолептические показатели, содержание белка, содержание жира, массовая доля сухих веществ, определение кислотности и температуры).

**Результаты и обсуждение.**

Нами была изучена возможность добавления соевого молока в молочную основу творожного продукта. В качестве главного компонента молочной основы для творога использовалось верблюжье молоко.

Был определен химический состав верблюжьего молока и сделаны три пробы соотношений-верблюжьего и соевого молока (таблица 3).

Таблица 3. **Соотношение исследуемых компонентов**

| Образец № | Верблюжье молоко, % | Соевое молоко, % |
|---|---|---|
| №1 | 90 | 10 |
| №2 | 80 | 20 |
| №3 | 70 | 30 |

Был определен химический состав всех трех образцов на анализаторе Клевер-2(Таблица 4).

Таблица 4. **Химический состав исследуемых образцов**

| Проба | Белки | Жиры | Плотность | Сомо | Кислотность | Вода |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Контрольная | 3,56 | 5,02 | 31,69 | 9,4 | 30 | 0,0 |
| №1 | 3,14 | 4,48 | 27,52 | 8,39 | 30 | 0,0 |
| №2 | 3,55 | 4,4 | 31,91 | 9,33 | 25 | 0,0 |
| №3 | 3,22 | 4,55 | 28,12 | 8,56 | 20 | 0,0 |

Из результатов исследований, представленных в таблице 4, выяснилось, что оптимальный химический состав имеет опытный образец № 2, где количественное содержание верблюжьего молока составляет 80%, а соевого 20%. После молочную основу тщательно перемешали и пастеризовали при температуре (78±3)°С с выдержкой около 20 с. Затем пробу охладили до температуры сквашивания (30±2)°С, внесли закваску *(Lactococcus lactis subsp. lactis; Lactococcus lactis subsp. cremoris; Leuconostoc mesenteroides.subsp. cremoris; Lactococcus lactis subsp. lactis.biovar.diacetylactis)* и термостатировали.Время сквашивания 6-8часов. Сквашивание прекращали при достижении однородного сгустка. На рисунке 1 изображена технология приготовления творога.

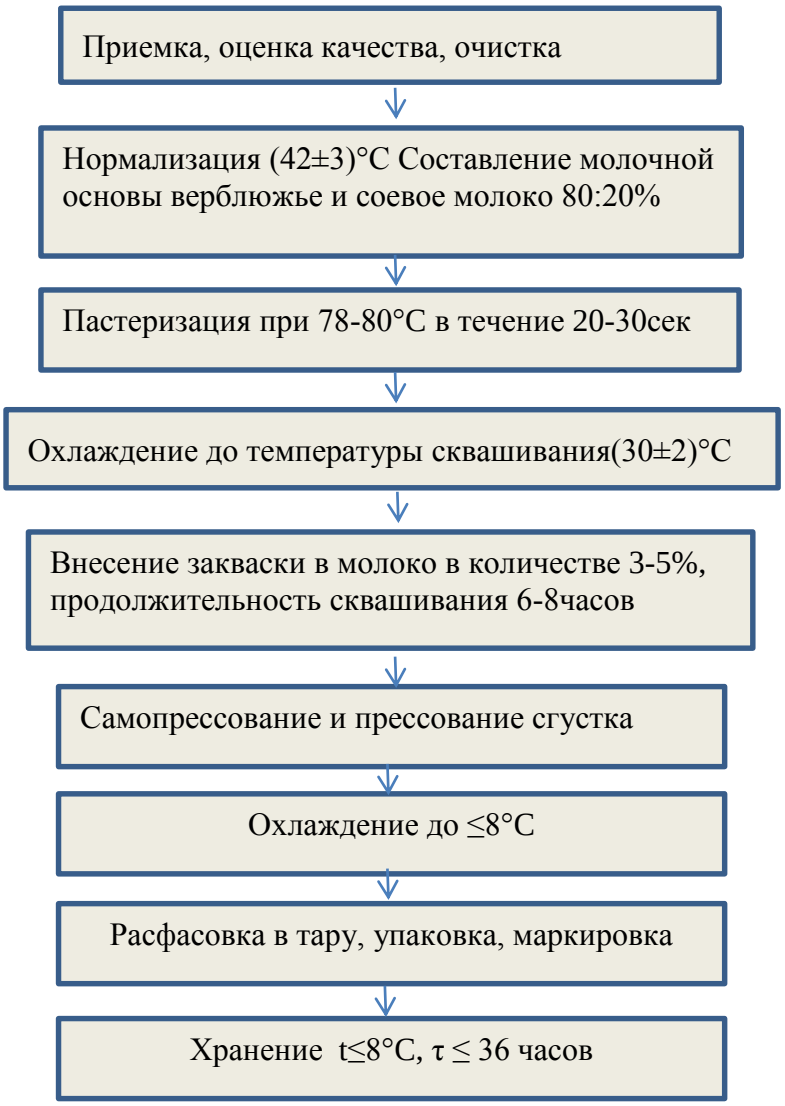



**Рис. 1.** Технология приготовления творога

Полученный готовый продукт был продегустирован, проведена органолептическая оценка. Результаты органолептической оценки представлены в таблице 5.

Таблица 5. **Органолептические показатели готового продукта**

| Наименование показателя | Характеристика |
|---|---|
| Внешний вид и консистенция | Однородная бело-кремовая масса. |
| Вкус | Кисломолочный со слабо выраженным «соломенным» привкусом |
| Запах | Свойственный данному виду продукта, без посторонних запахов |
| Цвет | Бело-кремовый равномерный по всей массе |

Так же на основе исследований готового продукта в научно-исследовательской лаборатории Центра безопасности при Алматинском технологическом университете получены физико-химические показатели.

Таблица 6. **Физико-химические показатели творога**

| Наименование показателей, единицы измерения. | Фактический результат |
|---|---|
| Массовая доля белков, % | 15,2 |
| Массовая доля жира, % | 4 |
| Массовая доля углеводов, % | 2,94±0,06 |
| Витамин С, мг/100 гр | 2,62±0,2 |
| Витамин Е, мг/100 гр | 0,11±0,01 |
| Витамин $B_1$, мг/100 гр | 0,055±0,01 |
| Витамин $B_2$, мг/100 гр | 0,31±0,02 |

По результатам исследования органолептических и физико-химических показателей верблюжьего и соевого молока были сформулированы следующие выводы:

- Для получения конкурентоспособного, оптимального по составу и свойствам продукта следует сочетать полезные качества молочных и растительных продуктов;

- Благодаря рациональному соотношению растительного компонента и молочной основы(80:20), продукт имеет сбалансированный витаминный состав, высокую пищевую и биологическую ценность;

-Полученный продуктпозволит расширить ассортимент кисломолочных продуктов геродиетического назначения.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Ю.Б.Головина. Перспективы развития продуктов питания геродиетического назначения / Ю.Б.ГоловинаА.Г.Уварова // Поколение будущего: Взгляд молодых ученых. — 2016. — С. 346-348.

[2] К.К. Полянский. Творожный продукт повышенной пищевой ценности / К.К.Полянский, О.Е. Варварина, Г.О. Магомедов, М.Г.Магомедов // сыроделие и маслоделие .2015. № 1.— С. — 32-33

[3] А.А. Чеснокова. Творог диетический, разработанный из вторичного молочного сырья / А.А. Чеснокова, О.А.Огнева // Сборник статей по материалам 73-й научно-практической конференции студентов по итогам НИР.2018.— С. — 518-521

[4] Ф.Т. Диханбаева. Изучение микробиологических и физико-химических показателей верблюжьего молока / Ф.Т. Диханбаева, Э.Ч. Базылханова // Вестник Алматинского технологического университета. 2017. № 2.— С. — 35-38.

[5] Физико-химический состав верблюжьего молока и кисломолочного напитка Аязбекова М.А., Есенова А.Б. АлматинскийтехнологическийуниверситетГод: 2017 Страницы: 128-134

[6] Konuspayeva G., Faye B., Loiseau G. The composition of camel milk: A meta-analysis of the literature data / Journal of Food Composition and Analysis. 2009. №22. P.95-101

[7] Тултабаева Т.Ч. Кисломолочный продукт с растительными добавками из кобыльего молока/ Тултабаева Т.Ч., Айтимова Д.Н. // Международная научно-практическая конференция, посвященная памяти Василия Матвеевича Горбатова. 2016. № 2.— С. — 305-306

[8] Доценко С.М., Тиль ба В.А., Иванов С.А., Абрамкина Е.А. Проблема дефицита белка и соя // Пищевая пром-сть. – 2002. – № 8. – С. 38–40.

[9] Исагулян Э.А., Сагун Г.В., Ефимов А.Н. Разработка рецептуры сокосодержащих напитков на основе соевого молока // Изв. вузов. Пищевая технология. – 2001. – № 4. – С. 55–56.

[10] Цугкиев Б.Г. Разработка технологии производства соевого творога с использованием штаммов laktobacteriumhelveticum, streptococcussalivarius / Цугкиев Б.Г., Рехвиашвили Э.И., Айлярова М.К., Гревцова С.А., Кабулова М.Ю. // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета.2014. № 1. — С. — 70-74

[11] Доценко С.М., Тильба В.А., Иванов С.А., Абрамкина Е.А. Проблема дефицита белка сои // Пищевая промышленность. – 2002. – № 8. – С. 38–40.

Диханбаева Ф. Т., Смаилова Ж.Ж., Джетписбаева Б.Ш., Демеубеков Д.К.

**Түйе сүті негізіндегі геродиетикалық тағамның сүзбе өнімін өңдеу**

**Түйіндеме:**Түйе сүті негізіндегі геродиеталық тамақтануға арналған сүзбе өнімін өндірудің технологиялық сұлбасы құрастырылып, рецептурасы жобаланды. Алынған өнім теңдестірілген дәрумендік құрамға, жоғары тағамдық және биологиялық құндылыққа ие. Сонымен қатар, геродиеталық бағыттағы сүт қышқылды өнімдер ассортиментін кеңейтуге мүмкіндік береді.

**Кілт сөздер:** геродиеталық тамақтану, функционалды тамақтану, түйе сүті, соя сүті, сүзбе өнімі.

Dikhanbaeva F.T., Smailova J.J., Dzhetpisbayeva B.Sh., Demeubekov D.K.

**Development of a cottage cheese product for gerodietic nutrition based on camel milk**

**Summary:** The recipe was designed and the technological scheme was developed for the production of a gerodietic cheese curd product based on camel milk. The result product has a balanced vitamin composition, high nutritional and biological value, as well as will expand the range of fermented milk products for physical purposes.

**Key words:** gerodietic nutrition, functional nutrition, camel milk, soy milk, curd product.

УДК 338.486

**M.E. Ismailova, M.T. Beketayeva**
(Faculty of Physics and Technology, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan.
E-mail: malika.ismailova95@mail.ru)

## DEVELOPMENT OF TECHNIQUES INTEGRAL ESTIMATES OF QUALITY OF TOURIST SERVICES AS FACTOR OF COMPETITIVE TOURIST COMPANIES

**Abstract.** Many links of tourism with another industries generate external economic, environmental and socio-cultural effects, which distribution is often beyond the control of the subjects of tourist activity. Therefore improving the quality of tourist product is the fundamental purpose of a tourist company and a one of the important factor in ensuring the competitiveness of tourist company. This article describes a method for developing a method of integral assessment of the quality of tourist services as a factor in increasing the competitiveness of tourist firms.

**Key words:** quality, tourist firm, quality assessment, tourist product, price, effective demand.

**М.Е. Исмайлова, М.Т. Бекетаева**
(Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазахстан.
E-mail: malika.ismailova95@mail.ru)

## ТУРИСТІК ФИРМАЛАРДЫҢ БӘСЕКЕГЕ ҚАБІЛЕТТІЛІГІН ЖОҒАРЫЛАТУ ФАКТОРЫ РЕТІНДЕ ТУРИСТІК ҚЫЗМЕТТЕРДІҢ САПАСЫН ИНТЕГРАЛДЫ БАҒАЛАУ ӘДІСТЕМЕСІН ӘЗІРЛЕУ

**Түйіндеме.** Туризмнің қызмет саласының басқа түрлерімен тығыз байланысты болуы сыртқы экономикалық, экологиялық және әлеуметтік-мәдени эффектілерді тудырады, олардың таралуы туристік әрекет субъектілерін бақылау саласынан тыс болады. Осыған байланысты туристік өнімнің сапасын жоғарылату туристік фирманың негізгі мақсаты және туристік фирманың тұрақты бәсекеге қабілеттілігін қамтамасыз етудің маңызды факторларының бірі болып табылады. Бұл мақалада туристік фирмалардың бәсекеге қабілеттілігін жоғарылату факторы ретінде туристік қызметтердің сапасын интегралды бағалау әдістемесін әзірлеу қарастырылған.

**Кілттік сөздер:** сапа, туристік фирма, сапаны бағалау, туристік өнім, баға, төлеуге қабілетті сұраныс.

Туристік өнім сапасы туристік кәсіпорындардың жоғары бәсекеге қабілеттілігін қамтамасыз етудің қажетті шарты болып табылады, алайда ол жеткіліксіз шарт. Осылайша клиенттердің әр түрлі сатып алу қабілеттеріне байланысты туристік нарықтың әр түрлі бөліктерінде туристік өнімнің сапасы сұраныстың қалыптасқан жағдайы мен нарықтағы ұсыныстарға сәйкес теңгерілуі керек [1]. Сәйкесінше туристік өнім жүзеге асырылатын нарық бөлігінің клиенттерінің төлеу қабілеттіліктерімен анықталатын оның оңтайлы сапасы туралы айтуға болады.

Осылайша, туристік фирманың алдында келесі негізгі міндеттерді шешу мәселесі туындайды:

1. Фирма жүзеге асыра алатын көптеген туристік өнімдерден бағасы мен тиімділігі барынша жоғары деңгейде нарықтың таңдалынған бөлігінде тұтынушылардың сұранысын қанағаттандыруға және мүмкіндігінше жоғары пайда алуға мүмкіндік беретін талап етілетін сапаға ие туристік өнімдерді таңдау міндеті.
2. Таңдалған туристік өнімдерді оңтайлы түрде жүзеге асыру міндеті, яғни берілген деңгейдегі сапаны қамтамасыз ету жағдайында және осылайша нарықтың әрбір сәйкес бөлігінде мүмкіндігінше жоғары пайда табу.
3. Туристік фирманың алдында тұрған барлық мақсаттар туристік қызметті жүзеге асыру барысында барынша аз шығын жұмсай отырып қол жеткізуге мүмкіндік беретін ұйымдастырушылық-техникалық іс-шараларды қалыптастыру және жүзеге асыру [2].

Осы аталған міндеттерді орындау барысында туристтерге қызмет көрсету сапасын кешенді қамтамасыз ету келесі негізгі құраушылардан құрылатындығын ескеру қажет:

– клиенттердің туристік фирмаға келгеннен бастап жолдама алғанға дейін сату алды қызмет көрсету сапасын қамтамасыз ету;

– туристік маршруттың барлығында туристік тасымалдау сапасын қамтамасыз ету;

– туристік маршрут орындары бойынша туристтердің өмір сүру сапасын қамтамасыз ету;

– туристтердің сапалы тамақтануын қамтамасыз ету;

– туристік өнімнің мазмұнына сәйкес туристтің демалуын, жалпы қызмет көрсету сапасын басқару.

Осылайша, туристтерге қызмет көрсету сапасын қамтамасыз ету бір жағынан туристік фирмадан туристік өнімнің барлық құраушылары бойынша талап етілетін деңгейдегі сапада оны жүзеге асыратын орындаушыларға талдау жүргізу және таңдаумен байланысты ерекше дағдыларды талап ететін бір-бірінен тәуелсіз қызмет ететін жүйелердің жиынтығынан тұратын күрделі экономикалық басқару нысаны болып табылады. Басқа жағынан туристік өнімнің барлық құраушылары бойынша көрсетілетін қызметтің құнымен теңгерілуі керек, бұл барлық туристік бағытта туристік фирманың әр түрлі қосалқы мердігерлерінің бір-бірімен тығыз өзара әрекеттесуін талап етеді. Сәйкесінше, клиенттерге қызмет көрсету сапасын басқарудың негізгі мәселесі туроператордың туристік өнімді құрайтын орындаушыларды таңдау және олардың бір-бірімен өзара тиімді әрекеттесуін қамтамасыз ету болып табылады.

Негізінен, туристік өнімнің әр түрлі орындаушылары туроператордан белгілі бір арақашықтықта орналасады және бір-бірінен тәуелсіз қызмет етеді. Осылайша, туристтерге қызмет көрсету сапасын тиімді басқару үшін туристік фирманың туристік өнімді орындаушылармен бір-бірімен өзара тиімді әрекеттесуін қамтамасыз ететін ең заманауи ақпараттық технологияларды, сондай-ақ туристік өнімнің сапасы мен оны құрайтын қызметтердің бағасы бойынша оның құрамын оңтайландыруға мүмкіндік беретін заманауи басқару әдістерін пайдалану қажет. Сәйкесінше, туристік қызметтің сапасын тиімді басқару үшін өнімділігі жоғары ақпараттық жүйелердің негізінде жоғары сапалы туристік өнімдерді қалыптастыратын автоматтандырылған жүйесін құру қажет. Мұндай жүйенің негізін елдің туристтер үшін қызығушылық тудыратын аймақтарында орналасқан туристік қызметтің барлық потенциалды субъектілері туралы мәліметтер болатын ақпарат құрайды [3].

Сондай-ақ туристік қызметтердің сапасын жоғарылатудың маңызды мәселелерінің бірі – оны интегралды бағалау болып табылады. Оны жүргізумен байланысты негізгі мәселелерге келесілерді жатқызуға болады:

– сапа деңгейін бағалауға жоғары субъективтілік енгізетін адам факторының болуы. Басқа сөзбен айтқанда, туристік қызметтің сапа деңгейін бағалау үшін есептелуі қиын болатын оңай критерилерді пайдалану қажет;

– бір туристік өнім бағасының нарықтың әр түрлі бөліктерінде көп мәнділігі;

– туристік өнімнің сапасы мен тиімділігінің әр түрлі дифференциалды критерилерінің бір-біріне қарама-қайшылығы, яғни бір басқару параметрі өзгерген кезде бір бағалау критериі жоғарылауы мүмкін, ал басқасы екі критериді де жоғарылату қажет болған жағдайда төмендеуі мүмкін.

Жоғарыда айтып өткендей, туристік қызметтің сапасын интегралды бағалауға субъективтілікті адам енгізеді, ал бұл осы бағаны сандық түрде алудың және өлшеудің күрделенуіне алып келеді. Бұл өз кезегінде адам табиғаты мен жеңіл критерилерге тән бағалауды өлшеудегі анықталмағандықты енгізеді [4].

Бағалаудың анықталмағандығы – бір туристік өнімнің нарықтың әр түрлі бөліктеріндегі клиенттердің сұраныстары мен төлей алу қабілеттеріне сәйкес нарықтың әр түрлі бөліктерінде әр түрлі бағаланатындығына негізделеді.

Критерилердің бір-біріне қарама-қайшылықтары – туристік өнімнің өзіндік құны жоғарылаған кезде әдетте оның сапасының да жоғарылауымен байланысты, бірақ бұл кезде бағаның жоғарылау себебі бойынша нарықтың белгілі бір бөлігінде бәсекеге қабілеттілігі, сәйкесінше туристік өнімнің тиімділігі төмендеуі мүмкін.

Сондай-ақ сапаның жоғарылауымен байланысты туристік өнімнің бәсекеге қабілеттілігінің төмендеуі оны жүзеге асыру барысында бағасының өсуімен байланысты болуы мүмкін, яғни оның бағасы қымбат болғандықтан нарықтың бір бөлігінде қолжетімсіз болады және оның тұтынушылары азаяды, ал нарықтың басқа бір бөлігінде қызмет өнімдеріне кіретін сапа бөлігі үшін төмен болу себебіне байланысты сұранысқа ие болмайды.

Осылайша, нарықтың әр бөлігінде туристік өнім жоғарғы жақтан құн шамасымен $Ц_д$, ал төмен жағынан туристік өнімнің $Ц_ф$ нақты бағасына сәйкес талап етілетін сапа деңгейімен К шектеледі. Сәйкесінше егер нарықтың белгілі бір бөлігі үшін (туристік өнім тұтынушыларының сатып алу қабілеті бойынша нарықты бөліктерге бөлген кезде) «$Ц_ф>Ц_д$» шарты орындалады, бірақ туристік өнім нарықтың осы бөлігі үшін жарамсыз болып табылады [5].

Басқа жағынан, «$Ц_ф<Ц_д$» болғанда, ал сапасы К талап етілетін мәнінен төмен болса, туристік өнімге сұраныс болмайды.

Жоғарыда көрсетілгендей, туристік өнімнің сапасы мен тиімділігін бағалау критерилерінің қарама-қайшылығы баға мен сапаның бір-біріне пропорционал емес түрде өсуімен бірге нарықтың сәйкес бөлігінде оның тиімділігі төмендеуі мүмкін екендігіне негізделеді. Сәйкесінше, туристік өнімнің бағасы мен сапасы оңтайлы түрде теңгерілуі керек. Ол үшін туристік нарықта, нақтырақ айтатын болсақ, нарықтың әр бөлігінде талдау жүргізілетін туристік өнімді пайдалану жоспарланатын нарықтың бөлігіндегі сұраныс пен ұсыныс сияқты шектеулерді ескере отырып көп критерилі оңтайландыру міндетін орындау арқылы баға мен сапа критерилерінің мәндерінің бір-бірін өзара теңгеретін қатынасын анықтау қажет [6].

Жоғарыда көрсетілген қиындықтарды, сондай-ақ нақты туристік өнімнің сапа моделін, туристік қызмет нарығының сәйкес бөлігіндегі сұраныс пен ұсыныстардың әр түрлі интервалды деңгейлері үшін тұрғызылған гипотезалық сапа модельдерімен салыстыру нәтижелерін талдауға негізделген сапа деңгейін бағалауды ұйымдастырудың модельдік тәсілін қолдану арқылы шешуге болады [7].

Туристік өнімнің сапасының деңгейін бағалаудың модельдік тәсілін пайдалану үшін:

– туристік өнімдердің жалпыландырылған сапа моделін тұрғызу әдістемесін әзірлеу қажет;

– модельдерді салыстыру және олардың теңдік дәрежесін анықтау әдістемесін қалыптастыру қажет [8].

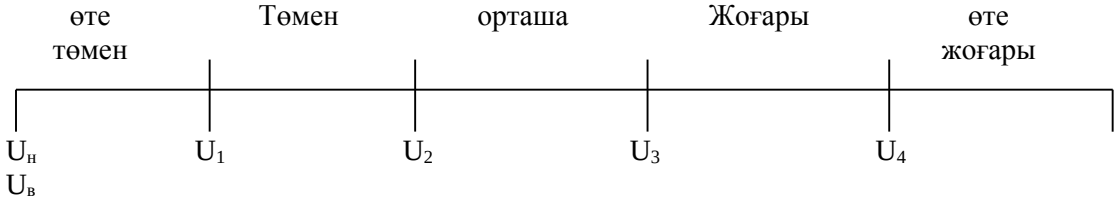
Осы міндеттерді орындау үшін, сондай-ақ туристік қызмет нарығының әр зерттелініп отырған параметрі мен сипаттамасы үшін дұрыс бағалау және сапа моделін алу үшін лингвистикалық айнымалы анықталады. Мысалы, туристік өнімнің бағасы үшін ол сандық мәндердің шкаласына ие болатын «*Қалыптастырылатын туристік өнімнің рұқсат етілетін бағасы*» деп аталады. Сондай-ақ бұл шкаланың төменгі шегі туристік өнім өз сапасына сәйкес нарықтың ең арзан бөлігінде сұранысқа ие бола отырып, пайда табуға мүмкіндік беретін $U_н$ туристік өнімнің мүмкін болатын минималды бағасына сәйкес келеді. Баға шкаласының жоғарғы шегі сәйкес сапада туристік қызмет нарығының ең қымбат бөлігінде жүзеге асырылатын туристік өнімнің мүмкін болатын максималды жоғары бағасымен $U_в$ анықталады [9].

Туристік қызметтер нарығын қызмет тұтынушыларының сатып алу қабілеттері бойынша бес бөлікке бөлейік, оларды баға шкаласында келесі бес интервалдар түрінде көрсетуге болады:

- клиенттердің сатып алу қабілеті өте төмен;
- клиенттердің сатып алу қабілеті төмен;
- клиенттердің сатып алу қабілеті орташа;
- клиенттердің сатып алу қабілеті жоғары;
- клиенттердің сатып алу қабілеті өте жоғары.

Нарықтың әр орнатылған бөлігінде сұраныс пен ұсыныстарды талдау негізінде, сондай-ақ олардың бағасы пен сапасының теңгерімді қатынастары негізінде туристік қызмет сұраныстарының сатып алу қабілеттерімен анықталатын әр орнатылған нарық бөлігі үшін бағалардың шекаралық мәндерін $U_i$ анықтаймыз [10].

Осылайша, нарықтың әр қалыптасқан бөлігі үшін туристік өнімдердің бағаларының сандық мәндерінің шкаласын аламыз (1-суретті қараңыз) [11].

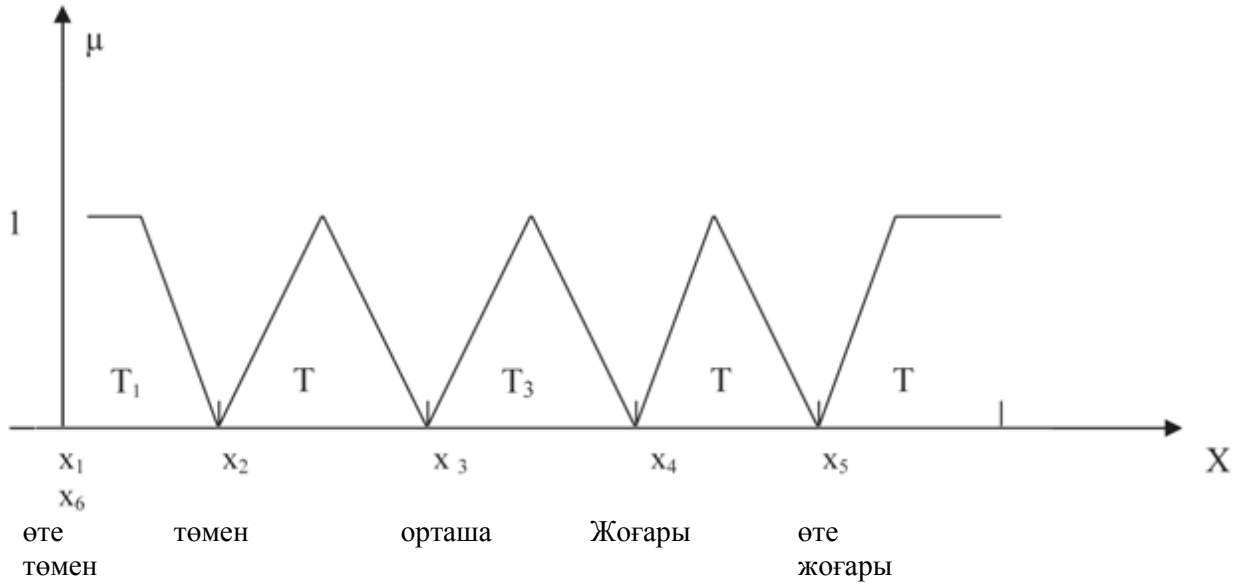



**1-сурет.** Туристік өнімдерді жүзеге асыру құны бойынша туристік - қызметтер нарығын бөліктерге бөлу

Көрсеткіштердің қалыптастырылатын келесі жүйесінің көмегімен әр түрлі туристік өнімдерді жүзеге асыру барысында көрсетілетін қызмет сапасын кешенді түрде сипаттауға болады:

- туристтерді тасымалдау сапасын көрсететін көрсеткіштер;
- туристтердің өмір сүру сапасын сипаттайтын көрсеткіштер;
- туристтердің тамақтану сапасын көрсететін көрсеткіштер;
- ойын-сауық қызметтерінің сапасын сипаттайтын көрсеткіштер[12].

Осындай әрбір сипаттама үшін оған сәйкес лингвистикалық айнымалы анықталады. Әрбір алынған айнымалылардың сандық мәндерінің шкаласы келесі бес интервалдарға – *термдерге* бөлінеді: өте төмен мәні, төмен мәні, орташа мәні, жоғары мәні және өте жоғары мәні (2-суретті қараңыз).




**2-сурет.** Туристік өнімнің жеңіл сапа көрсеткіштерінің сандық мәндерінің шкала түрлері

Термдердің интервалды мәндерінің шекаралары әдетте нарықтың әр бөлігіндегі сұраныс пен ұсыныстарды талдау арқылы анықталады. Оның нәтижесінде гипотезалық және нақты туристік өнімнің сапа моделін қалыптастыру үшін пайдаланылатын сипаттамалардың мәндерін келесі қос шаманың көмегімен көрсетуге болады: «$T_j$, $x_j$», бұл жерде $T_j$ – сандық мәндерінің интервалына оның базалық $x_j$ мәні немесе көрсеткіштің нақты мәні кіретін лингвистикалық айналым термі[13].

Осылайша, туристік қызметтің әр бөлігі үшін әр түрлі сапа деңгейлеріне сәйкес сапаның бес гипотезалы модельдері қалыптастырылады. Ол үшін сарапшыларға сауалнама жүргізу және әр нарық бөлігі үшін алынған мәліметтерді өңдеу арқылы «$T_j$, $x_j$ қос шамалармен белгіленетін сапа параметрлерінің ең тиімді мәндері анықталады. Әрбір нарық бөлігі үшін осындай қос көрсеткіштердің жиынтығы олардың гипотезалық моделін құрайды.

Ары қарай туристік қызмет нарығының әр бөлігі үшін оларға сәйкес келетін туристік өнімдердің сапа деңгейлерінің бес интервалды мәндері анықталады: өте төмен, төмен, орташа, жоғары және өте жоғары[14].

Сапаның нақты модельдерінде параметрлердің мәндерін анықтайтын қос көрсеткіштерді қалыптастыру үшін анық емес жиынтықтарды түрлендіруді төменде көрсетілгендей пайдалануға болады:

1. Базалық айнымалының бақыланатын мәніне сәйкес лингвистикалық айнымалының термін анықтау үшін келесі түрдегі қатынас пайдаланылады:

$$\text{Егер } x_1 \le x_j < x_2; T_1$$
$$\text{егер } x_2 \le x_j < x_3; x_j \to T_2;$$
$$\dots\ \dots\ \dots\ \dots$$
$$\text{егер } x_5 \le x_j < x_6;\ T_5$$

2. Сәйкесінше $T_j^1, \mu_j^1, x_j^1$ үштіктермен өрнектелетін туристік өнімнің сапасының сипаттамасының $x_1$ және $x_2$ екі мәндерінің жуықтылығының дәрежесі келесі сипаттық өрнекке сәйкес анықталады:

$$\text{егер } /(x_1 - x_2) \le \delta \text{ және } T_j^1 = T_j^2, 1$$
$$\text{егер } /(x_1 - x_2) > \delta \text{ болса, онда } \rho(x_1, x_2) = \mu_j^1 \leftrightarrow \mu_j^2$$
$$\text{егер } T_j^1 \ne T_j^2, 0$$

бұл жерде δ – салыстырылатын шамалар тең болып қабылданатын салыстыру қателігінің рұқсат етілген мәндері; ↔ – сипаттамалардың салыстырылатын мәндерінің анық емес эквиваленттілік операциясы.

3. Туристік өнімнің $S_г$ гипотезалық және нақты $S_ф$ сапа модельдерінің $\rho(S_г, S_ф)$ теңдік дәрежелерін келесі өрнекке сәйкес анықтауға болады:

$$\rho(S_г, S_ф) = \min(\rho_i(x_1, x_2, i = 1, n),$$

бұл жерде $\rho_i(x_1, x_2)$ – салыстырылатын модельдердегі бір аттас і сипаттаманың екі мәндерінің жуықтылық дәрежесі [15].

**Қорытынды.** Осылайша, туристік өнімді қалыптастырғаннан кейін және оның өзіндік құнын есептегеннен кейін нарықтың сәйкес бөлігінде оның сапа деңгейін бағалау келесі әдістеме бойынша орындалады.

1. Туристік өнімді қалыптастыру және оған кіретін қызметтердің өзіндік құнын бағалау. Сұраныс пен ұсыныстарды, сондай-ақ жоспарланып отырған сатылым мен пайда көлемін есепке ала отырып туристік өнімнің бағасын анықтау.

2. Осы туристік өнім жүзеге асырылатын нарық бөлігі анықталады.

3. Сапа көрсеткіштері жүйесін қалыптастыру. Сәйкес анық емес шкалалардың негізінде сапа көрсеткіштерін бағалау. Бағаланатын туристік өнімнің сапа моделін тұрғызу.

4. Таңдалған сапа бөлігінің сәйкес гипотезалық моделімен туристік өнім сапасының нақты моделін салыстыру арқылы туристік қызметтердің орнатылған нарық бөлігінде бағаланатын өнім сәйкес келетін анық емес шкала бойынша сапа деңгейін бағалау.

5. Сәйкес нарық бөлігінде зерттелініп отырған туристік өнімнің сапасының бағасы анықталады. Осы мақсатта гипотезалық және нақты модельдердің жуықтылық дәрежелері келесі өрнек бойынша есептелінеді:

$$\rho(S_г, S_ф).$$

Ұсынылған технология сондай-ақ нарықтың бір бөлігіндегі екі туристік өнімді бір-бірімен өзара салыстыруға мүмкіндік береді. Бұл жағдайда егер туристік өнім моделінің гипотезалық модельмен жуықтылық дәрежесі $\rho(S_г, S_ф)$ көрсеткішінің жоғары мәніне ие болса, туристік өнім жоғары сапаға ие екендігі туралы шешім қабылданады.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Ветитнев А.М., Боков М.А., Угрюмов Е.С. Конкурентоспособность туристско-рекреационных организаций. – Сочи: РИО СГУТиКД, 2009. – 95 с.

[2] Маринин М.М. Как измерить выгоду от туризма? // Туризм: практика, проблемы, перспективы. - 2010. - № 9, — С. 127 – 131.

[3] Щурова А., Кантарбаева Ж., Саурамбаев О. Рынок туристических услуг в Казахстане // Альпари. — 2008. — № 2. — С. 67 – 74.

[4] Сапрунова В. Туризм: эволюция, структура, маркетинг. — М., 2005. — 245 с.

[5] Зиядин С.Т. Особенности выбора целевого рынка в туризме // Фундаментальные исследования. — 2014. —№ 6-5. — С. 974-977.

[6] Суров С.Л. Проблемы повышения конкурентоспособности в сфере санаторно – курортных услуг // Маркетинг, 2010. - №6. С. –32 – 35.

[7] Власов А.А. Туризм: учебно-методическое пособие. — М., 2003. — 196 с.

[8] Зиядин С.Т., Молдажанов М.Б. Совершенствование управления туристского кластера региона // Вестник Алтайского ГАУ. — 2015. — № 3 (125). — С. 185-191.

[9] Квартальнов В.А. Пути совершенствования кадровой работы и профессионально-квалификационной структуры туристско-экскурсионной организации: учебное пособие. — М.: Турист, 2004. — 138 с.

[10] Никифоров А.Д. Управление качеством: учебное пособие для вузов. – М.: Дрофа, 2012.- 720 с.

[11] Аванесов Е.К., Иванова Г.Л., Казимировский Е.Л. Методы менеджмента качества: Оценка уровня интегрированности систем менеджмента // РИА «Стандарты и качество». — 2009. — № 9. — С. 13-18.

[12] Мазур И.И. Управление качеством: учебное пособие. – М.: Высшая школа, 2010. – 334с.

[13] Сергеев А.Г. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник – М.: Юрайт, 2011. – 820 с. – серия: основы наук.

[14] Химичева А. И. Научные основы проектирования интегрированных систем управления качеством продукции (услуг) на базе международных стандартов : дис. ... доктора тех. наук : 05.01.02 / Химичева Анна Ивановна. – К., 2007. – 417 с.

[15] Кане М.М., Схиртладзе А.Г. Системы, методы и инструменты менеджмента качества: учебник для вузов. – М.: юнити-дана,2010. – 560с.

Исмайлова М.Е., Бекетаева М.Т.

**Разработка методики интегральной оценки качества туристских услуг как фактора повышения конкурентоспособности туристских фирм**

**Резюме.** Многочисленные связи туризма с другими отраслями сферы услуг порождают внешние экономические, экологические и социально-культурные эффекты, распространение которых зачастую находится вне сферы контроля субъектов туристской деятельности. В этой связи повышение качества туристического продукта является основополагающей целью туристической фирмы и одним важнейшим факторов обеспечения устойчивой конкурентоспособности туристической фирмы. В данной статье рассмотрен способ разработки методики интегральной оценки качества туристских услуг, как фактора повышения конкурентоспособности туристских фирм.

**Ключевые слова:** качество, туристская фирма, оценка качества, туристский продукт, цена, платежеспособный спрос.

ӘӨЖ 911:574

**[1]A.T. Umbetbekov, [2]Zh.B. Mazhit, [1] A.E. Orazbayev,**
**[1]G.A. Mukanova, [1]A.E. Otarbayeva**
([1]Al-Farabi Kazakh National University, [2]Almaty Technological University,
Almaty, Republic of Kazakhstan, E-mail:ashat.talgat@mail.com)

**STUDY OF BIOGAS PRODUCTION FOR THE RATIONAL USE OF TECHNOLOGIES FOR PROCESSING AND RECYCLING**

**Abstract.** The study examined the possibilities of improving the environmental situation in rural regions of the country and conducted a comprehensive analysis of biogas production technologies for the rational use and application of waste disposal methods based on the use of biogas technology to reduce the burden on the environment. Physical and chemical processes were studied and carefully analyzed biogas production. It was established that daily biogas production varied depending on the moisture content of biomass (60, 85 and 94%), which determined the daily dependence of the biogas yield on the moisture content.

**Key words:** Biogas, alternative energy sources, biogas technology, large healer slave, heat energy, technological process.

**[1]А.Т. Умбетбеков, [2]Ж.Б. Мәжит, [1]А.Е. Оразбаев, [1]Г.А.Муканова, [1]А.Е. Отарбаева**
([1]Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,
[2]Алматы технологиялық университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы)

**ҚАЛДЫҚТАРДЫ ҚАЙТА ӨҢДЕУ МЕН КӘДЕГЕ ЖАРАТУ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН ҰТЫМДЫ ПАЙДАЛАНУДАҒЫ БИОГАЗ АЛУ ЖОЛДАРЫН ЗЕРТТЕУ**

**Аңдатпа.** Ұсынылып отырған мақалада қалдықтарды қайта өңдеу мен кәдеге жарату технологияларын ұтымды пайдаланудағы биогаз алу технологияларына жан-жақты талдау жүргізілді. Жаңартылатын энергия көздері ретінде биогазды пайдалану негізінде қоршаған ортаға жүктеміні азайту, ауылдық және шет өңірлерде экологиялық жағдайды жақсарту мәселелері қарастырылды. Зерттеу жұмысын жүргізу барысында биогаз өндірісінің физика-химиялық процестері қарастырылып, жан-жақты зерттелді. Сондай-ақ, тәулік бойы алынған жылу

энергиясының мөлшері мен электр қуатын өндіретін биогаз өнімінің шығымы, олардың биомасса ылғалдылығына байланысты өзгеретіндігі анықталып, (60, 85 және 94%) биогаз шығымының ылғалдылықта тәуліктік тәуелділігі анықталды.

**Түйін сөздер:** биогаз, баламалы энергия көздері, биогаз технологиясы, ірі қарамал күңі, жылу энергия, технологиялық үрдіс.

Бүгінгі күні энергетикалық салада отын түрлерінен энергия алудың көптеген жолдары мен әдістері кездеседі, бірақ соның ішінде экологиялық таза, қоршаған ортағы зияндылығы төмен, тиімділігі жоғары энергия мен жылу алу сұрақтары маңызды мәселелерге айналып энергетикалық өнеркәсіп саласында әлі күнге дейін толық шешімін таппай келеді. Дәстүрлі энергетика қоршаған ортаға 50% зиянды қалдықтарын шығарады, ал баламалы энергия көздері дәстүрлі технологиямен салыстырғанда экологиялық қауіпсіздік тұрғысынан зияны тым төмен болып саналады. Энергетика саласында жаңа технологияларды ойлап табу, әрі оларды енгізу көптеген қаражатпен қоса, ондаған жылдарды қажет етеді, сондықтан органикалық отын, уақыт өте келе «арзан» қорының сарқылуына байланысты және энергия қорларына бағалардың әрдайым өсуіне байланысты, бүгіннен бастап, баламалы энергия көздерін пайдаланумен қатар, жаңа инновациялық идеялар негізінде экологиялық таза, үнемді, әрі тиімді технологияларды әзірлеп, оларды белсенді түрде шаруашылық пен тұрмыс тіршілігіне енгізу және оларға толыққанды зерттеулер жүргізу уақыт талабы болып отыр.

ҚР Президенті Н.Ә. Назарбаев халыққа жолдаған «Қазақстан-2050» стратегиясында болашақта Қазақстан мөлдір суы мен қоса, таза ауасымен қамтамасыз ету үшін жасыл елге айналуы тиіс деп міндеттерін белгілеген болатын. Болашақ ұрпақтың денсаулығына қамқорлық таныта отырып, мемлекет басшысы ел үшін энергия үнемдейтін технологияларды барынша пайдалану және оларды дамыту мемлекетіміздің басты міндеттерінің бірі деп атап өткен болатын. Стратегияның басты бағытының бірі-ол елімізді жаһандық энергетикалық қауіпсіздікпен тәуелсіздіктен сақтау болып отыр. Келе жатқан 2050 жылға дейін келешекте барлық тұтынылатын энергияның баламалы энергия көздерін қолдануын 50% жеткізу міндеті тұр [1].

Міне сондықтан, аталған зерттеу жұмысының мақсаты еліміздегі тұрмыс тіршілік нәтижесінде қалыптасқан қалдықтарды қайта өңдеу, оларды қайтадан кәдеге жарату технологияларын ұтымды пайдалану, одан әрі биогаз алу жолдарын зерттеу және оны жан-жақты саралау, талдау жүргізуді белгіледік.

Баламалы энергия көздерінің қозғаушы күші – технологиялық прогресс, яғни дәстүрлі энергия көздерімен салыстырғанда оларды бәсекеге қабілетті ететін күш. Ол өз кезегінде техникалық және экономикалық көрсеткіштерді жақсартып қоймай, орнатылған киловатт құнын төмендетуге ықпал жасайды. Баламалы энергия көздері үшін пайдалану шығындарының өте төмен екендігін ескерсек, одан алынатын энергия көздерінің бағасы да, сәйкесінше, жылдан жылға азая бермек, ал бұл ретте дәстүрлі энергия көздерінің бағасы тек қана шарықтауда.

Осындай тәжірибе көзін өз елімізде, яғни Қазақстанда да іске асыруға мүмкіндік мол. Себебі елімізде тек күн энергиясын ғана емес, сондай-ақ жел, су энергияларын, тіпті биоэнергетика түрлерінде дамытуға ресурстарымыз жетерлік. Тек қажетті жаңа қондырғылар мен технологиялар болса болғаны. Қазақстан Еуразия құрлығының орталығында орналасқан және біздің еліміздің географиялық орналасуы бірегей болып табылады. Еліміз көмірсутегі мен күн энергетикалық ресурстарына аса бай, дегенмен де қазіргі кезде күн мен қоса басқада баламалы энергия көздерінің қондырғыларымен өндірілетін барлық энергияның үлесіне тек 0,2% тиесілі болып отыр, негізгі бөлігінің шамамен 72% көмір, 12,3% гидроресурстар, 10,6% газ және 4,9% мұнай иеленеді [2].

Жаңартылатын энергия көздерін пайдалану негізінде қоршаған ортада жүретін тұрақты жатқан үдерістерден энергия алуға болатыны екені бәріне белгілі. Атап айтатын болсақ, гидроэнергия, күн энергиясы, жел энергиясы, толқын энергиясы, геотермалды энергия және биоэнергия, яғни биомасса алу (биогаз және органикалық қалдықтардан) басқада отын түрлерін алу жатады [9].

Қазіргі уақытта энергетика саласын іргелі дамыту мәселесі барлық дүние жүзі ғалымдары мен энергетика өнеркәсіп саласында жүрген мамандарын терең ойға тартып, баламалы энергиялық ресурстарға қол жеткізу, соның негізінде жаңа прогресс жолдарын іздестіру болып отыр.

Бүгінгі таңда елімізде экологиялық талаптардының арттыруына, сондай-ақ су, энергия тасымалдаушылармен оларды өндіретін өндірістердің тарифтерді айтарлықтай ұлғайтуына байланысты, сонымен қатар ауылдық жерлерде энергиялық авариялардың жиілеуі, ауылшаруашылықтар мен мал шаруашылықпен айналысатын фермерларды қалдықтарды қайтадан кәдеге жаратуға мүдделі болып отыр [7] .

Анаэробты қайта өңдеу технологияларын жаппай ауыл шаруашылық өндірісінде пайдаланылатын болса, ауылшарушылық кәсіпорындары тек табысын көтермей сонымен қатар, өзі арзан әрі таза жылумен қамтамасыз етуге, сапасы жоғары органикалық тыңайтыштар алуға, сонымен бірге биогаз алуға, тегін электр энергиясын өндіруге жағдай туар еді. Екіншіден сол аймақтың немесе мал шаруашылық қожалықтары алдында тұрған экологиялық мәселелерін шешуге қол мүмкіншілік туатын еді [2, 184 бет].

Биогазды өндіру үшін пайдаға асатын органикалық шығарындыларға көң, тезек, құс саңғырығы, дән және меласса, спирт бардасы, сыра дробинасы, қызылша сықпасы, фекалды қалдықтар, балық және мал сойысынан қалған (қан, май, ішек) қалдықтар, шөп, тұрмыстық қоқыстар, сүт зауыты өнімдерінің қалдықтары (тұзды және тәтті сүт сары суы), биодизель өндірісінің қалдықтары (рапстан алынған техникалық глицерин), шырын өндірісінің қалдықтары (көкөніс, жеміс-жидек, жүзім, балдырлар), крахмал, сироп өндірісінде шығарылған қалдықтар, картоп өнімдерінен қалған қалдықтар жатады.

Бұл мәселені шешу үшін, араластыру негізінде ашыту процесін қарқындату әдісі қолдануға болады, бұл температураның әртүрлілігін аз мөлшерде азайтуға және биореактордағы тежегіш бактериялық өнімдерді жіберуге мүмкіндік береді. Осы бағыттағы дамытуды тоқтатып отырған жақсартуға бағытталған кешенді зерттеулердің жоқтығы, сонымен қатар көпіршітіп араластыру арқылы биореактордың жұмыс режимдері мен сипаттамаларын түсіндіру болып табылады. Міне, осыған байланысты мал шаруашылығынан шыққан органикалық қалдықтардың анаэробты қайта өңделуін, қыздырылған биореакторда және көпіршіту арқылы араластыру әдістері маңызды міндеті ғылыми зерттеу жұмысын жүргізуге қызығушылық туғызып отыр [5].

Экологиялық балама бойынша жүргізілген есептеулерге сәйкес, көңмен қоқыс қоршаған ортаны химиялық ластауының деңгейі ең қауіпті болып саналады, оларды егер қалалық қалдықтармен салыстыратын болсақ, қауіптілігі жағынан 10 есе жоғары болып келеді. Беткі қабатсыз көң, күл, қоқыс тұрақсыз органикалық ластаушылардың тобына жатады. Олар дүниежүзілік денсаулық сақтау ұйымының сенімді ақпаратына сәйкес адам мен жануарлар ауруларының әртүрлі зиянды заттарының 100-ден астам түрін берудің себебі болып саналады.

Ірі қара мал өндіруші кәсіпорындарда құстар мен жануарлардан шыққан көңді жинап, үлкен жасанды шұңқырларда сақтайды, белгілі 8-12 айдан кейін олар қауіпті әсерлі қасиеттерін бірте-бірте жоғалтып белгілі бір уақыт өте келе тыңайтқыштарға айналады. Мұнда, яғни қатты тұрмыстық қалдықтар қошаған ортаға және тіршілікке уытты әсері жоғары болып есептеледі, олар арнайы полигондарда (кемінде 20 жыл) кәдеге жаратылмай ұзақ уақыт бойы ыдырауда жатады [4].




**Сурет-1.** Биогаз технологиясының артықшылығының схемасы

Өткен 1990-жылдардың басында-ақ экологиялық қауіпсіздік мәселелерін шешу үшін ғалымдар осы бағытта зерттеулер жүргізуге өз күштерін аямай ауыл шаруашылықтарынан шыққан органикалық қалдықтарды қайта өңдеу арқылы биогаз технологияларын пайдалану негізінде экологиялық қауіптілік жағдайын жоюға мүмкіншілік беретініне көзідері жеткен болатын. Биогаз технологиясының артықшылықтарының схемасы 1-суретте көрсетілген.

Олар жылына 140 миллион тоннадан астам тиімділігі жоғары тыңайтқыштар алуға болатынын дәлелдеп, сонымен қатар қосымша 95 миллион тонна отын алу нәтижесінде алынған биогазды жағудан 190 миллиард кВт/сағ электр энергиясын немесе шамамен 60 миллиард текше метр метан алуға болытынын зерттеулер арқылы дәлелдеп кеткен болатын. Айта кететін тағы бір мәселе ол нәтижесінде минералды тыңайтқыштардың энергияны қажет ететін өндірісін едәуір ауыл шаруашылығында тұтынылатын барлық электр энергиясының 30% қысқартуға мүмкіндік береді [10]. Қазақстан үшін энергия өндірісінің биомассасының тұрақты көзі болып ауыл шаруашылықтан шыққан қалдықтары болып табылады. Республиканың жалпы энергия тұтынуында күн, жел, жылу және биогаз энергиясының үлесі ағымдағы кезеңде шамамен тек 0,02% құрайды. Қазақстан Республикасының 2020 жылға дейінгі стратегиялық даму жоспарына сәйкес, электр энергиясын тұтынудың жалпы көлеміндегі жаңартылатын энергия көздерінің үлесі 2015 жылға қарай 1,5% және 2020 жылға қарай 3% -дан астам болуы тиіс.

Қазақстан Республикасының үдемелі индустриялық-инновациялық даму жөніндегі 2010-2014 жылдарға арналған мемлекеттік бағдарламасында белгіленген басымдықтар жаңартылатын энергия көздерін өндіруді жылына 1 млрд кВт / сағатқа дейін арттыруды қарастырады, бұл Қазақстанның энергетикалық құрамында 1% -дан асады.

Жұмыстың мақсаты биогаз массасы ірі қара мал көңін араластыру арқылы биогаз өндіру процесін күшейту. Қойылған мақсатқа қол жеткізу үшін келесі міндеттер қойылды:

- биогаз алудағы физико-химиялық үрдістерін зерттеу;

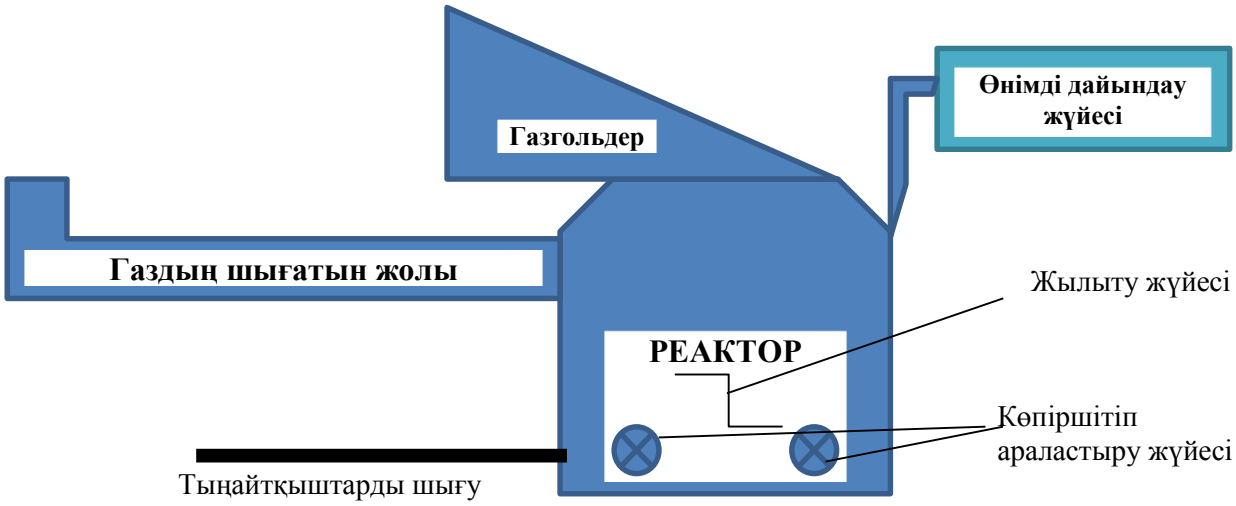
-көпіршітіп араластыру жүйесі арқылы биогаз өндіру процесінің ерекшеліктерін эксперименттік зерттеу жүргізу. Зерттеу әдістеріне сәйкес биогаздың көлемі жалпы қабылданған әдістерге сәйкес анықталды. Зерттеу нысаны ретінде биореактордың көпіршітіп араластыру болып табылады. Биогаз қондырғысының реакторының тығыздалған термосында берілген тұрақты температура сақталады. Температураны нығайту үшін реактордың жылу оқшаулау жүйесі мен жылыту жүйесі қолданылады. Қалыпты реакция үшін шикізатты араластыру жүйесі пайдаланылады [6].

Бастапқы шикізат реакторын азықтандыру үшін шикізатты дайындау жүйесі жұмыс істейді. Газ ұстағышы өндірілген газды буферизациялау және оның қысымын тұрақтандыру үшін қолданылады. Газ жүйесі газдың қысымын бақылауға, өндірілген газды сусыздандыруға, газды авариялық ағызу жүйелеріне және кері ағынды болдырмауға арналған.

Биогаз реакторының қондырғысынының көпіршітіп араластыру жүйесінің бірінші рет жүктеу кезінде міндетті түрде анаэробты микроорганизмдердің белгілі саны болуы керек. Шикізатта микроорганизмдердің қызметі үшін кедергісіз зат алмасу үрдісі қамтамасыз етілуі тиіс. Бұл шикізаттың тұтқырлығы сұйықтық пен оның құрамындағы қатты заттар арасындағы бактериялар мен газ көпіршіктері еркін қозғалысына мүмкіндік беретін кезде ғана жүруі мүмкін. Ауылшаруашылық қалдықтары әрдайым түрлі қатты бөлшектерден тұрады [3].

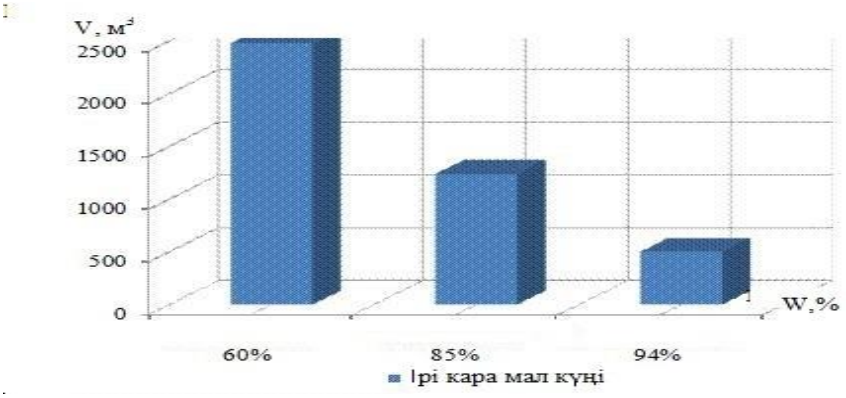
Негізгі параметр биогаздың нақты шығарылымы болып табылады. Биомасса температурасы, биомасса ылғалдылығы, араластыру әдісі мен жиілігі, ферменттеу процесінің ұзақтығы биогаз өнімділігі мен шығымына әсер ететін негізгі факторлар болып табылады [8].

Өңделуден өткен шикізат қалдықтарын (дайын биологиялық тыңайтқыштарды) шығару үшін ағызу жүйесі қолданылады. Төменде келтірілген 2-суретте стандартты биогаз қондырғысының блок-схемасын көрсетілген.



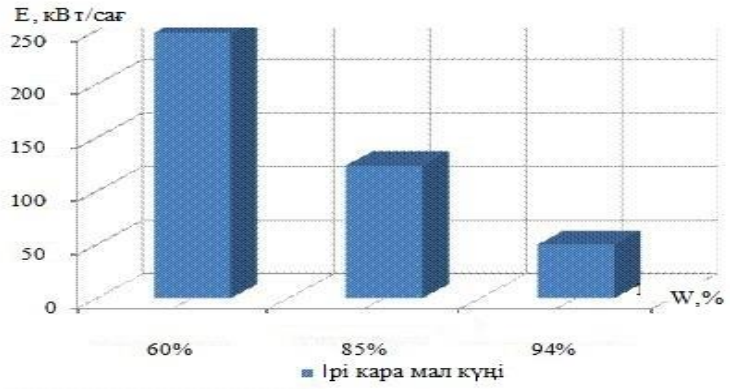

**Сурет-2.** Көбікпен көпіршітіп араластыру жүйесі арқылы араластыратын типтік биогаз қондырғысының блок-схемасы

Ірі қара мал көңінен ныққан күнделікті биогаздың тиімділігін анықтау үшін әртүрлі биомасса ылғалдылығында 60%, 85% және 94% зерттеулер жүргізілді. Нәтижесінде жалпы ылғалдылықтың жалпы көлемінің 60% ылғалдылығында 2480 м³ /тәулігіне биогаз алынды, биомассаның шынай күйінде 85%, ал мал күңін бөлу кезінде 94% - 500 м³ / тәулік биогаз мөлшері анықталды. Төменде келтірілген 3-суретте күнделікті биогаз шығарудың мөлшері ылғалдыққа байланысты екенін көрсетеді.




**Сурет-3.** Биогаздың шығу көлемінің биомассадағы ылғалдылығына тәуелділігі, *(Биомасса төсеу 60%, биомассаның шынай күйі 85%, мал күңін бөлу кезінде 94%)*

Төменде келтірілген 4-суретте мүмкін болатын электр энергиясының эквиваленттік мәні биомассадағы ылғалдың мөлшеріне байланысты анықталды.




**Сурет - 4.** Биомассадағы ылғалдың құрамындағы ықтимал түрде генерацияланған электр энергиясының баламасына тәуелділігі

Нәтижелерге сәйкес 5-суретте көрсетілгендей қосымша жылу энергиясы мен өндірілген жылу энергиясының мөлшері анықталды. Математикалық өңдеу нәтижесіне сәйкес келесі тәуелділіктер алынды:

Е, кВт / сағ өндірілетін жылу энергиясы үшін:

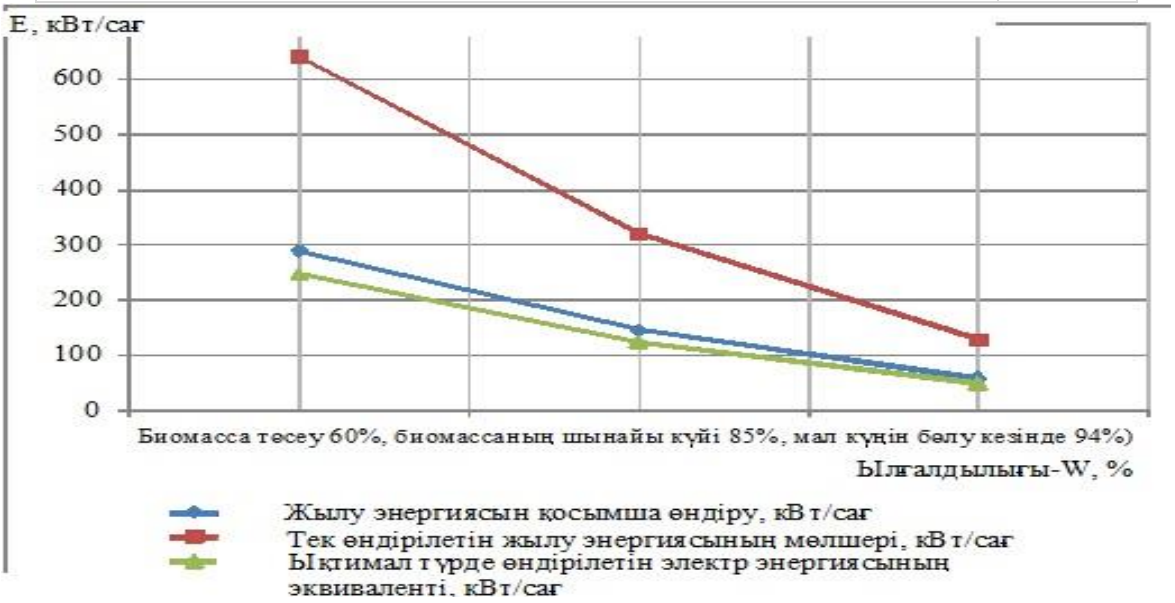
$$E=-256W+875,33; \quad (1)$$

қосымша Е1, кВт / сағ жылу энергиясы үшін:

$$E_1=-115,5W+395; \quad (2)$$

$E_2$, кВт / сағ ықтимал генерацияланған электр энергиясының эквиваленті үшін:

$$E_2=-99W+338,67. \quad (3)$$




**Сурет - 5.** Биомасса ылғалына шығарылатын әртүрлі энергия түрлеріне тәуелділігі

Сонымен, барлық жағдайларда анықталған коэффициенттер рұқсат етілген шектерде жатады. Жұмысты орындау барысында биогаз өндірісінің физика-химиялық процестері қарастырылып, жан – жақты зерттелді. Сондай-ақ, тәулік бойы алынған жылу энергиясының мөлшері мен электр қуатын өндіретін биогаз өнімінің шығымы, олардың биомасса ылғалдылығына байланысты өзгеретіндігі анықталып, (60, 85 және 94%) ылғалдылықта тәуліктік биогаз шығысының тәуелділігі анықталды. Араластыру үрдісі биомасса жылжу қарқындылығын арттырады.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Н.А. Назарбаев Президент РК «Послание стратегия «Казахстан-2050» Новый политический курс состоявшегося государства»

[2] Концепция по переходу Республики Казахстан к «зеленой экономике». Утверждена Указом Президента РК от 30 мая 2013 года

[3]Родина Е.М., Ильясов Ш.А., Абайханова З.А. Использование эмиссий метана из отходов для получения биогаза // Вестник- КРСУ.2003. № 6.

[4]Перемешивания субстрата в малых биогазовых установках // Publishing house Education and Science s.r.o. [Электронный ресурс]

[5] Зарыкбаева К.С., Байгожина А.А. Интенсификация процесса получения биогаза // Научное сообщество студентов XXI столетия. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ: сб. ст. по мат. XX междунар. студ. науч.-практ. конф. № 5(20).

[6]Проблемы использования возобновляемых источников энергии в Республике Казахстан (в рамках EXPO 2017) // Евразийский юридический портал [Электронный ресурс]

[7]Сидыганов Ю.Н. Анаэробная переработка отходов для получения биогаза / Сидыганов Ю.Н., Шамшуров Д.Н., Костромин Д.В. // Механизация и электрификация сельского хозяйства.-2008. - № 6. - С. 42-43. [8]Суслов Д.Ю. Получение биогаза в биореакторе с барботажным перемешиванием: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.17.08.. Белгород, 2013.

Умбетбеков А.Т., Мажит Ж.Б., Оразбаев А.Е.,Муканова Г.А., Отарбаева А.Е.

**Исследование получения биогаза для рационального использования технологий переработки и утилизации отходов**

**Резюме.** В ходе исследования изучены возможности улучшения экологической ситуации в сельских регионах страны и был проведен всесторонний анализ технологий производства биогаза по рациональному использованию и применению методов утилизации отходов на основе использования технологии биогаза с целью снижения нагрузки на окружающую среду. Были изучены и тщательно анализированы физико-химические процессы производства биогаза. Установлено, что ежедневное производство биогаза варьировались в зависимости от содержания влаги биомассы (60, 85 и 94%), что определяло суточную зависимость выхода биогаза от содержания влаги.

**Ключевые слова:** Биогаз, альтернативные источники энергии, биогазовая технология, большой целитель, тепловая энергия, технологический процесс.

Umbetbekov A.T., Mazhit J. B., Orazbaev A.E., Mukanova G.A., Otarbaeva A.E.

**Study of biogas production for the rational use of technologies for processing and recycling**

**Summary.** The study examined the possibilities of improving the environmental situation in rural regions of the country and conducted a comprehensive analysis of biogas production technologies for the rational use and application of waste management methods based on the use of biogas technology to reduce the burden on the environment. The physico-chemical processes of biogas production have been studied and carefully analyzed. It was established that daily biogas production varied depending on the moisture content of biomass (60, 85 and 94%), which determined the daily dependence of the biogas yield on the moisture content.

**Key words:** Biogas, alternative energy sources, biogas technology, big healer, heat energy, technological process.

UDC. 519.6

**A. Altybay, N. Tokmagambetov**
(Al-Farabi Kazakh National University
E-mail: arshyn.altybay@gmail.com)

## A PARALLEL ALGORITHM FOR SOLVING THE TWO-DIMENSIONAL WAVE EQUATION WITH A SINGULAR COEFFICIENT

**Abstract**. In this paper, present a numerical solution of a two-dimensional wave equation with a singular coefficient characterizing the distribution of electromagnetic radiation in a homogeneous medium using parallel computation technologies.

The calculations required the use of very small grids, which, in the case of two spatial and one time variables, required very long-term calculation and a large amount of RAM, therefore parallel computation algorithms were developed using parallel computing technology to reduce computational time and minimize RAM.

**Key words:** wave equation**,** parallel computing, numerical methods, algorithm, method

УДК. 519.6

**А. Алтыбай, Н. Токмагамбетов**
(Казахский национальный университет имени Аль-Фараби,
Алматы, Республика Казахстан, arshyn.altybay@gmail.com)

## ПАРАЛЛЕЛЬНЫЙ АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ДВУМЕРНОГО ВОЛНОВОГО УРАВНЕНИЯ С СИНГУЛЯРНЫМ КОЭФФИЦИЕНТОМ

**Абстракт**. В работе представлено численное решение двумерного волнового уравнения с сингулярным коэффициентом, характеризующим распределение электромагнитного излучения в однородной среде с использованием технологий параллельных вычислений.

Проведение расчетов потребовало применения весьма мелких сеток, что в случае двух пространственных и одной временной переменных требовали очень долгосрочного расчета и большого объема оперативной памяти, поэтому разработаны алгоритмы параллельных вычислений с использованием технологии параллельных вычислений для сокращения вычислительного времени и минимизации оперативной памяти.

**Ключевые слова:** волновое уравнение, параллельные вычисления, численные методы, алгоритм

УДК. 519.6

**A. Altybay, N. Tokmagambetov**
(Әл-фараби атындағы Қазақ ұлыттық университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы,
arshyn.altybay@gmail.com)

# СИНГУЛЯРЛЫҚ КОЭФФИЦИЕНТТІ ЕКІӨЛШЕМДІ ТОЛҚЫН ТЕҢДЕУІН ШЕШУДІҢ ПАРАЛЛЕЛЬДІ АЛГОРИТМІ

**Аңдатпа**. Бұл жұмыста электромагниттік сәулелердің біртекті ортада таралуын сипаттайтын сингулярлы коэффициентті екі өлшемді толқын теңдеуін параллельді есептеу технологияларын қолдану арқылы сандық шешу қарастырылған.

Есептеулер жүргізуде, екі кеңістіктік және бір уақыттық айнымалылар бойынша өте кішкене торларды пайдалану, ұзақ есептеуді және үлкен көлемдегі жедел жадыны қажет етті, сондықтан есептеу уақытын қысқарту және жедел жадыны барынша азайту үшін параллельді есептеу техникасын қоданып есептеудің параллельді алгоритм әзірленді.

**Кілттік сөздер:** толықын теңдеуі, параллельді есептеу, сандық әдістер, алгоритм

Ақырлы-айырылымдық әдістерінің әмбебаптылығы және онымен байланысты параллельді есептеу алгоритмдерін құруда өте мол мүмкіндіктерге ие болуы, жарық толқындарының таралуын сипаттайтын дербес туындылы дифференциалдық теңдеулердің шекаралық есептерін шешудің тимді құралы екенін көптеген осы тақырыпты зерттеушілер өз жұмыстарында баяндаған. Бұл жұмыста электромагниттік сәулелердің біртекті ортада таралуын сипаттайтын сингулярлы коэффициентті екі өлшемді толқын теңдеуін параллельді есептеу технологияларын қолдану арқылы сандық шешу қарастырылған.

**Есептің қойылымы**

Электромагниттік өрістің ең дұрыс сипаттамасы Максвелл теңдеулер жүйесі арқылы беріледі, мұндай жүйені шешу өте қиын процесс, сондықтан Максвелл теңдеулер жүйесінің мәні болып табылатын қарапайым модель - толқын теңдеуі қарастырылады[11,12].

Қарастырылатын есептің математикалық моделі:

$$\left\{\begin{array}{c}\left(\frac{\partial^2 U}{\partial t^2}-a(t)\left(\frac{\partial^2 U}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 U}{\partial y^2}\right)=1,\ (t,x,y)\in[0,T]\times[0,1],\right.\\ u(0,x,y)=sin2\pi xy, x,y\in[0,1],\\ \partial_t u(0,x,y)=0, x,y\in[0,1],\\ u(t,x,0)=0,\ t\in[0,T], x\in[0,1],\\ u(t,x,1)=0,\ t\in[0,T] x\in[0,1],\\ u(t,0,y)=0,\ t\in[0,T], y\in[0,1],\\ u(t,1,y)=0,\ t\in[0,T], y\in[0,1],.\end{array}\right.$$

Есептің айқын айырылымдық теңдеуі:

$$\left\{\begin{array}{c}\left(\frac{u_{i,j}^{k+1}-2u_{i,j}^{k}+u_{i,j}^{k-1}}{\tau^2}-a\left(\frac{u_{i+1,j}^{k}-2u_{i,j}^{k}+u_{i-1,j}^{k}}{h^2}+\frac{u_{i,j+1}^{k}-2u_{i,j}^{k}+u_{i,j-1}^{k}}{h^2}\right)=0,\right.\\ (t,x,y)\in[0,T]\times[0,1]\times[0,1],\\ u_{i,j}^{0}=sin2\pi ihjh, i,j=0,1,2,\dots,N-1,\\ \frac{u_i^1-u_i^{-1}}{2\tau}=0\rightarrow u_{i,j}^{1}=u_{i,j}^{-1},\\ u_{0,j}^{k}=0,\ k=0,1,2,\dots,T,\\ u_{1,j}^{k}=0,\ k=0,1,2,\dots,T,\\ u_{i,0}^{k}=0,\ k=0,1,2,\dots,T,\\ u_{i,1}^{k}=0,\ k=0,1,2,\dots,T,.\end{array}\right.$$

$$u_{i,j}^{k+1} = 2u_{i,j}^{k} - u_{i,j}^{k-1} + \frac{\tau^2}{h^2}(u_{i+1,j}^{k} - 4u_{i,j}^{k} + u_{i-1,j}^{k} + u_{i,j+1}^{k} + u_{i,j-1}^{k})$$

$$u_{i,j}^{1} = u_{i,j}^{0} + \frac{\tau^2}{2h^2}(u_{i+1,j}^{0} - 4u_{i,j}^{0} + u_{i-1,j}^{0} + u_{i,j+1}^{0} + u_{i,j-1}^{0})$$

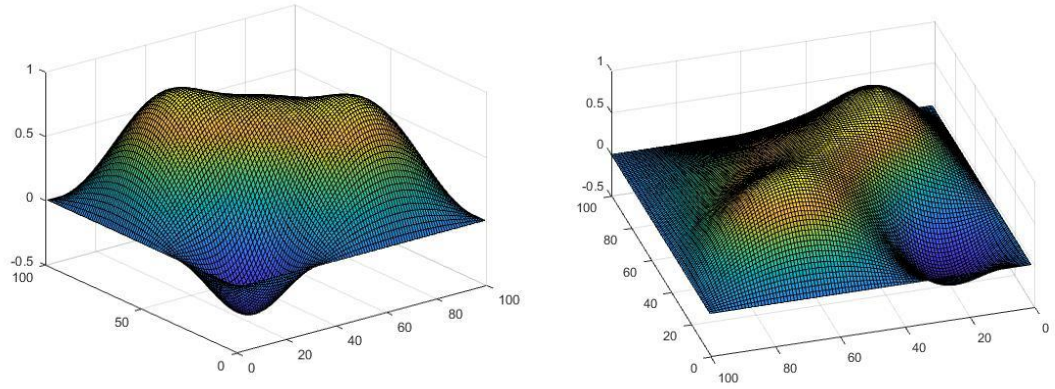
*Тізбектілген алгоритм*

Есепті шешу үшін қарапайым итерациялық әдісті қолданамыз:

1. $u_{i,j}^{0} = sin2\pi ihjh, i = 0,1,2,\dots,N-1,$ бастапқы шарты бойынша есептеулер жүргіземіз.
2. Шекаралық шарттары арқылы $u_{i,j}^{1}$ есептейміз.
3. $k = 1,2,\dots,T$ уақыттық қабаттардағы

*a)* $u_{i,j}^{k+1}$ мәндерін есептейміз.

b) Шекаралық шартын береміз[7].




**1-сурет.** $\tau = 0.01, h = 0.01, n = 100$ болғандағы $t = 1$ және $t = 99$ уақыттарындағы толқын таралуы

**Параллельді есептеулерді жүзеге асыру**

Есептерді шешудің күрделілігіне (ондаған миллиард немесе одан көп есептеу операциялары) байланысты есептеулердің параллельді алгоритмдер әзірленген. Айқын айырылымдық схемалар жағдайында, әрбір ұяшықтағы есептеу әдісі алдыңғы уақыттық кезеңде көршілес ұяшықтарды есептеулердің нәтижелерін алуға және ағымдағы және іргелес ұяшықтарды өңдеуге арналған есептерді есептеуге негізделген[5].

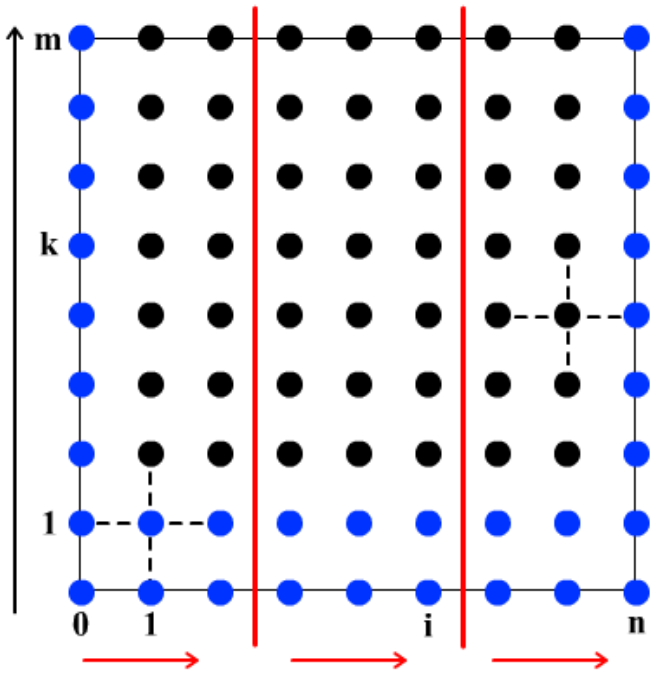
Есептеулерді параллелдеу үшін есептеу облысын процессорлар саны бойынша бірнеше кіші облыстарға бөлінеді..

Кіші облыстар жалған ұяшықтар(ghost cell), қатарына ие, олар көршілес кіші облыстардың ұяшықтарымен жабылады және көрші блоктардың шекаралық мәндерін сақтайды. Айырымдылық схеманың шаблоны, нақты шешімді алу үшін қандай және қанша сыртқы түйіндердің қажеттілігін анықтайды.

Әрбір кіші облыс бір процессормен өңделеді, ал процессорлар арасындағы деректер алмасу келесі уақыттық қабатқа өту кезінде ғана талап етіледі. Кіші облысттардың байланысы ізделініп отырған функция мәндерін жалған ұяшықтарға көшіру көмегімен жүзеге асырылады. Мысалы 8 процессорды пайдалану кезінде біз 8 жіп аламыз, олардың әрқайссы бір процессормен жүзеге асырылады және өзінің кіші облыс деректерін өңдейді.

Тізбектелген алгоритмді талдау арқылы, есептеулер уақыттық қабаттар арқылы жүргізілетінін яғни $u_{i,j}^{k+1}$ қабатты есептеу үшін $u_{i,j}^{k}$ қатты есептеп алудың керек екендігін білеміз.Осылайша параллельденетін ішкі тапсырма ретінде кезектегі қабттың мәндерін есептеуді қарастыруға болады. Әрбір ағын өз деректерін алады және $u_{i,j}^{k+1}$ қабаттағы мәнді есептеуді тек өз жолағы бойынша жүргізеді[6].

Төменде сурет айқын айырылымдық схема бойынша деректерді бөлу процесін көрсетеді. Ашық түсті нүктелер тордың түйіндері, олардағы мәндер бастапы және шекаралық шарттар арқылы берілуі мүмін, қара түсті нүктелер есептелетін түйіндер, үзік сызықтармен айырымдылық схеманың шаблоны көрсетілген. Әрбір жолақ бойынша тор түйіндерінің өту бағыты бағыттауыштар арқылы көрсетілген.




**3-сурет.** Деректерді бөлу схемасы

$u_{i,j}^{k+1}$ мәндері тек $u_{i+1,j}^{k}$, $u_{i,j}^{k}$, $u_{i-1,j}^{k}$, $u_{i,j+1}^{k}$, $u_{i,j-1}^{k}$ нүктелеріне ғана тәуелді Сондықтан барлық ішкі нүктелерде $u_{i,j}^{k+1}$ есептеуді біз бірнеше процессорға бөле аламыз.

Жалпы саны (n-1) болатын ішкі нүктелерді P процессорларға тең бөлеміз:

$$n_p = \begin{cases} \left\lfloor \frac{n-1}{P} \right\rfloor + 1, & if\ p < mod(n-1, P) \\ \left\lfloor \frac{n-1}{P} \right\rfloor & else \end{cases}$$

Әр процессорға барлық $x_j$ жиынының бір жиыншасы бөлініп беріледі.

P процессордағы i-дың бастапқы индексі

$$i_{start,P} = 1 + P\left\lfloor \frac{n-1}{P} \right\rfloor + \min(P, mod(n-1, P))$$

P процессорға $i = i_{start,P}, \dots, (i_{start,P} + n_{P-1})$ аралығындағы $u_{i,j}^{k}$ есептеу жүктеледі[17].

Әрбір параллельді алгоритм екі параметр бойынша бағаланады: S үдеу және E тиімділік,олар мына формула бойынша анықталады:

$$S_p = \frac{t_1}{t_p}, E_p = \frac{S_p}{p} \cdot 100\%$$

Мұндағы $t_1$есепті бір процессорда шешу уақыты, $t_p$ есепті параллельді алгоритм бойынша $p$ процессорда шешу уақыты. Біз параллельді есептеулерді жүргізуде кеңістіктік айнымалылар бойынша 500x500, 1000 x1000, 2000x2000, 3000x3000, 5000x5000 болатын торлар бойынша есептеулер жүргіздік, есептеу нәтижелері төмендегі суреттерде көрсетілген.

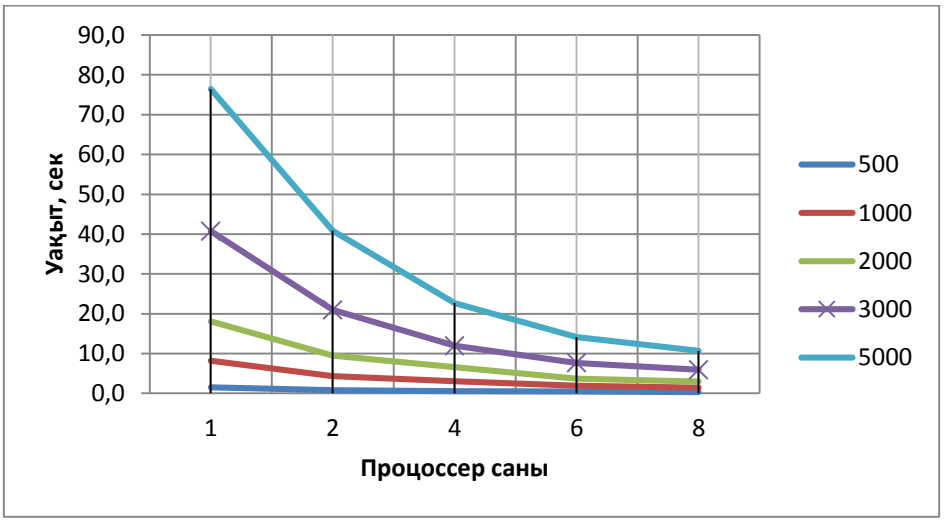
**Эксперимент нәтижелері**

Эксперименттер Intel(R) Core(TM) i7, 2,40 GHz, 4 ядро, 8 процестік, жедел жадысы 8 ГБ, дербер компьютерде жасалды, есептеулер Microsoft Visual Studio ортасында C++ тілінде жүргізілді, тізбектелген алгоритм қарапайым итерациялық әдісімен жүзеге асырылды, параллельді алгоритм MPI технологиясымен орындалды.

Айнымалыларының мәні тең яғни m=n және олар 500 мен 5000 аралығы деп алып, уақыт бойынша $\tau = 0{,}01$ болғандағы есептеулер нәтижесі төмендегі кестелерде және графиктерде көрсетілген.

1-кесте. **Уақытты салыстыру**

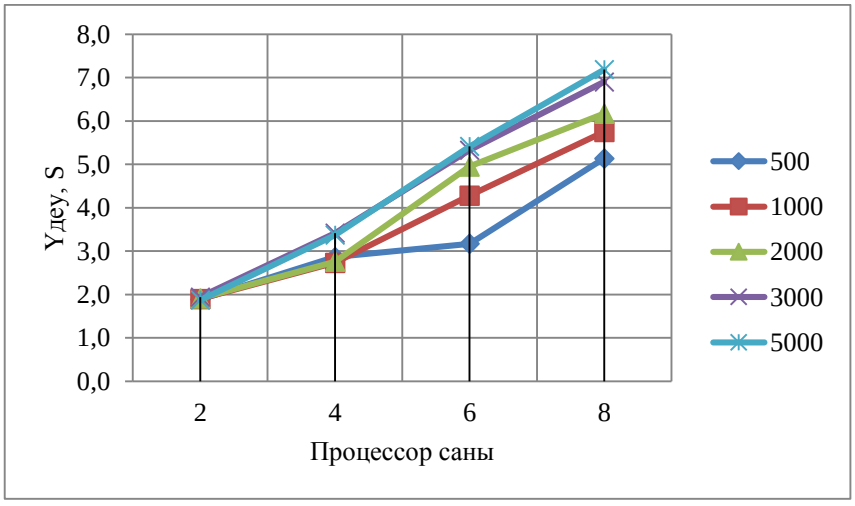
| n | Тізбектелген алгоритм | Параллельді алгоритм, t сек | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1 процессор | 2 процессор | 4 процессор | 6 процессор | 8 процессор |
| 500 | 1,49 | 1,49 | 0,79 | 0,52 | 0,47 |
| 1000 | 8,22 | 8,22 | 4,33 | 3,01 | 1,92 |
| 2000 | 18,08 | 18,08 | 9,46 | 6,56 | 3,65 |
| 3000 | 40,72 | 40,72 | 20,96 | 11,93 | 7,64 |
| 5000 | 76,45 | 76,45 | 40,86 | 22,68 | 14,12 |




**1-сурет.** Уақытты салыстыру

2-кесте. **Үдеуді салыстыру**

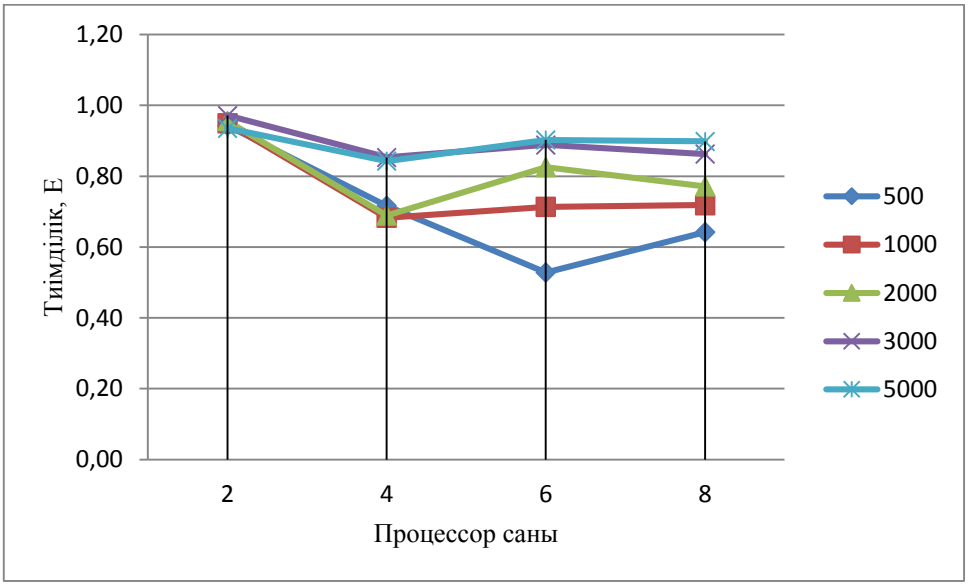
| n | Параллельді алгоритм, S үдеу | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2 процессор | 4 процессор | 6 процессор | 8 процессор |
| 500 | 1,89 | 2,87 | 3,17 | 5,14 |
| 1000 | 1,90 | 2,73 | 4,28 | 5,75 |
| 2000 | 1,91 | 2,76 | 4,95 | 6,17 |
| 3000 | 1,94 | 3,41 | 5,33 | 6,90 |
| 5000 | 1,87 | 3,37 | 5,41 | 7,19 |




**2-сурет.** Үдеуді салыстыру

3-кесте. **Тиімділікті бағалау**

| n | Параллельді алгоритм Е Тиімділік *100% | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2 процессор | 4 процессор | 6 процессор | 8 процессор |
| 500 | 0,94 | 0,72 | 0,53 | 0,64 |
| 1000 | 0,95 | 0,68 | 0,71 | 0,72 |
| 2000 | 0,96 | 0,69 | 0,83 | 0,77 |
| 3000 | 0,97 | 0,85 | 0,89 | 0,86 |
| 5000 | 0,94 | 0,84 | 0,90 | 0,90 |




**3-сурет.** Тиімділікті бағалау

**Қорытынды**

Бұл жұмыста айқын айырымдық әдісі негізінде сингулярлы коэфициентті екі өлшемді толқын теңдеуін шешудің параллельді агоритімі ұсынылды. Эксперимент нәтижелерінен біз тізбектей алгоритмды қолданғандағы есептеу уақытымен параллельді алгоритмді қолданғандағы уақытты салыстырсақ(1-кесте) параллельді алгоритмнің уақыты әлде қайда аз екенін көреміз, және есептеулердің көлемі қатты артқан сайын параллельді есептеудердің уақыт жағынан өте ұтатындығын дәлелдейді. есептеу көлемі үлкен жағдайда процессор саны артқан сайын есептеу тиімділігінің жақсаратындығын көруге болады. Келешекте бұл есепті айқын емес айырымдық әдісі негізінде қулау әдісі арқылы шешудің параллельді алгоритмін қарастыру жоспарлануда.

**Қаржыландыру**

Бұл жұмыс Қазақстан Республикасының Білім және Ғылым министрлігінің қолдауымен болған нөмері AP05130994 болған грантының аясында орындалды.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] M. Ruzhansky, N. Tokmagambetov. Wave Equation for Operators with Discrete Spectrum and Irregular Propagation Speed. *Archive for Rational Mechanics and Analysis.* Vol. 226, No 3, 2017, pp. 1161–1207.

[2] M. Ruzhansky, N. Tokmagambetov. Very weak solutions of wave equation for Landau Hamiltonian with irregular electromagnetic field. *Letters in Mathematical Physics.* Vol. 107, No 4, 2017, pp. 591–618.

[3] J. C. Munoz, M. Ruzhansky, and N. Tokmagambetov. Wave propagation with irregular dissipation and applications to acoustic problems and shallow waters. https://arXiv:1705.01401

[4] Hoefer, M. A. 2006. Dispersive shock waves in Bose-Einstein condensates and nonlinear nano-oscillators in ferromagnetic thin films. Ph.D. Thesis, University of Colorado.

[5] G. Karniadakis, R. Kirby. Parallel scientific computing in C++ and MPI. Cambridge university press, 2003.

[6] M. Quinn. Parallel programming in C with MPI and OpenMP. McGrawHill, 2004.

[7] Самарский, А.А. Численные методы математической физики / А.А. Самарский, А. В. Гулин – М: Научный мир, 2003. – 316 с

[8] Гергель В.П. Теория и практика параллельных вычислений. – М.: БИНОМ, 2007.

[9] Д. Кнут. Искусство программирования. Том 2: получисленные алгоритмы. – М.: «Вильямс», 2007.

[10] Самарский А.А., Гулин А.В. Численные методы. – М.: Наука, 1989.

[11] M.A. Botchev, J.G.Verwer, Numerical integration of damped Maxwell equations // SIAM J. Sci. Comput. 2009, vol. 31(2), pp. 1322-1346

[12] J.G.Verwer,, M.A. Botchev, Unconditionally stable integration of Maxwell's equations // Linear Algebra and its Applications, 2009, vol. 431, Issues 3-4, pp. 300-317.

[13] S. Britt, S. Tsynkov, and E. Turkel, A Compact Fourth Order Scheme for the Helmholtz Equation in Polar Coordinates, Journal of Scientific Computing, Vol. 45, Nos. 1-3 (2010) pp. 26-47

[14] M. Dumbser, M. Kaeser, and E.F. Toro. An Arbitrary High Order Discontinuous Galerkin Method for Elastic Waves on Unstructured Meshes V: Local Time Stepping and p–Adaptivity. Geophysical Journal International, 171:695–717, 2007.

[15] C.E. Castro and E.F. Toro. Solvers for the High–Order Riemann Problem for Hyperbolic Balance Laws. J. Comput. Phys., 227:2481–2513, 2008.

[16] G.I. Montecinos, C.E. Castro, M. Dumbser and E.F. Toro. Comparison of solvers for the generalized Riemann problem for hyperbolic systems with source terms. Journal of Computational Physics. Vol. 231, pp 6472-6494, 2012.

[17] Michael J. Quinn. Parallel Programming in C with MPI and OpenMP. McGraw-Hill, 2004.

Алтыбай А., Токмагамбетов Н.

**Параллельный алгоритм решения двумерного волнового уравнения с сингулярным коэффициентом**

**Резюме**. В данной работе представлено численное решение двумерного волнового уравнения с сингулярным коэффициентом, характеризующим распределение электромагнитного излучения в однородной среде с использованием технологий параллельных вычислений.

Проведение расчетов потребовало применения весьма мелких сеток, что в случае двух пространственных и одной временной переменных требовали очень долгосрочного расчета и большого объема оперативной памяти, поэтому разработаны алгоритмы параллельных вычислений с использованием технологии параллельных вычислений для сокращения вычислительного времени и минимизации оперативной памяти.

**Ключевые слова:** волновое уравнение, параллельные вычисления, численные методы, алгоритм

Altybay A., Tokmagambetov N.

**A parallel algorithm for solving the two-dimensional wave equation with a singular coefficient**

**Summary**. In this paper, present a numerical solution of a two-dimensional wave equation with a singular coefficient characterizing the distribution of electromagnetic radiation in a homogeneous medium using parallel computation technologies.

The calculations required the use of very small grids, which, in the case of two spatial and one time variables, required very long-term calculation and a large amount of RAM, therefore parallel computation algorithms were developed using parallel computing technology to reduce computational time and minimize RAM.

**Keywords:** wave equation**,** parallel computing, numerical methods, algorithm, method

УДК 621.391

**Zh.S. Kemelbekova, О.З. Сембиев, А.Х. Махатова, Н.О. Сембиева**

## MODEL OF TRANSMISSION OF INFORMATION TRAFFIC OF MULTICHANNEL CALLS IN AN ASYNCHRONOUS NETWORK

**Abstract.** This article discusses asynchronous transfer technology in channel switching mode and multichannel computer network calls. The transmission of information traffic was studied for each node switching of channels, with a direct free node, if the direct nodes are not free then in bypass directions. A well-known model was also used as an equivalent load model.

**Keywords:** asynchronous transfer mode, channel switching, packet switching, hybrid switching nodes, integrated group paths, traffic, virtual connections.

**Ж.С. Кемельбекова, О.З. Сембиев, А.Х. Махатова, Н.О. Сембиева**
(М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті,
Шымкент, Қазақстан Республикасы.
E-mail: kemel_zhan@mail.ru)

## АСИНХРОНДЫ ЖЕЛІЛЕРДЕГІ КӨП КАНАЛДЫ ҚОҢЫРАУЛАРДЫҢ АҚПАРАТТЫҚ ТРАФИКТІ ЖЕТКІЗУ МОДЕЛІ

**Аннотация.** Бұл жұмыс интегральды топтық трактінің бұрма бағыттар бойынша каналды ресурстарды оңтайландырып үлестіруге арналған математикалық модель қарастырылған. Көп каналды қоңыраулардың басым бөлігі коммутациялар каналы режимінде тасымалдануына байланысты, аталған жұмыста коммутациялар каналында тасымалды жақсарту үшін және автоматты коммутацияның координатты, квазиэлектронды заманауи байланыстары жүйесін орнатуды жоғарлату, орнатылған қосылыстардың негізгі жолынан басқа, яғни бірінші таңдау жолы бос болса, бір немесе бірнеше бұрма жолдарын, бос болмай қалған жағдайда екінші жолы және келесідей таңдаулар қолданады.

**Кілттік сөздер:** асинхронды тасымалдау режимі, каналдар коммутациясы, пакеттер коммутациясы, коммутацияның гибридті түйіндері, интегралды топтастырылған трактілер, трафиктер, вертуалды қосулар.

Байланыс жүйе серіктерінің дамуының өсуі, олардың жер үсті жүйе байланыстарымен қатынасы, техникалық мүмкіндіктері ауқымды ақпаратты жүйелерді ұйымдастыруға мүмкіндік береді. Соңғы уақытта АТМ технологиясына негізделген интегралды жүйелерде, сапалы қызмет көрсету өзекті мәселе болып табылады. АТМ технологиясы бұл мәселені кез келген түрдегі ақпартты үлкен емес, белгілі ұзындықтағы ұяшықтарға бөлу есебінен шешеді. Осыған байланысты, фундаментальды және қолданбалы ғылыми-зерттеу жұмыстарының статикалық параметрлерін тиімді есептеу модельдерін өңдеп шығару өзгеше маңыздылық ие болады, олар каналдарды коммутациялау және АТМ жүйесіндегі дестелерді коммутациялау әдісімен ақпараттық трафикті жеткізуде сапалы қызмет көрсетумен сипатталады[1].

Жергілікті желілерде пайдаланылатын АТМ коммутаторлары жергілікті желінің эмуляция режимінде жұмыс істейді.

Әртүрлі фирмалар жасаған техникалық материалдарда бұл қосылу біресе қолданады біресе қолданбайды. Талқыланатын нұсқаулардың бірі ол АТМ магистралімен DSL каналдырдың қосылуы және сандық абонент каналдарда асинхронды мен синхронды деректерді таратылуы. Сонда желімен 53 байттық АТМ ұяшықтар соңғы пайдаланушыға жетуі[2].

Желі ішінде АТМ/ ережеде рұқсатқа келгенде, кәдімгі телефон линиясында тұрғызылған, әртүрлі xDSL технологиялардың ішінде бірінші орын Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL) технологиясына беріледі[3]. Жәлі рұқсатының архитектурасына байланысты ATM/SDH over ADSL концепция тұрғызылған.

Бүгінгі күні кеңжолақты қызмет түрлеріне тек қана корпоративті пайдаланушылар ғана қатынас құра алады және де көбінесе өте жоғары бағада. Резиденттік (пәтерлік, үйлік) пайдаланушылар, сондай-ақ шағын бизнес өкілдері кабелдік модемдерді, оның ішінде 56 кбит/с модемдерін және xDSL модемдерін қосқанда барлығы, жақын уақыттары шығатын болашақ технологияның өрістеуін күтіп жүр[4]. Жүйе операторларымен және Интернет серверін орнатушылармен (ISP), мыс абоненттік желінің өткізу қабілетін ұлғайту мәселесін, оптикалық талшықты қолданбай-ақ шешуді жеңілдетуге мүмкіндік беретін, xDSL өнімдерінің бірнешеуі қолданылады.

ATM/SDH технология over ADSL технологиясын пайдаланып аумақ ішіндегі байланыс орнатуды қарастырамыз. Сауда орталығы – бұл ерекше комплекс. Ол қаладағы ең ірі сауда комплекстерінің бірі. Ғимарат негізгі үш қабаттан тұрады және көптеген бөлімшелер мен арнайы қызметтік бөлмелерді қамтиды. Ғимарат заманауи стильде тұрғызылған. Бұл ғимарат міндетті түрде Интернет желісіне қосылуы және сапалы байланыспен қамтамасыз етілуі тиіс. Ғимарат Шымкент қаласының орталығында орналасқан.

Аумақ ішіндегі жақын арада тұрғын үйлер орналасқандықтан оған барлық коммуналдық қызмет түрлері жүргізілген. Соның ішінде телефон байланыс жолдары да бар. Осы жолдар арқылы интернетті де ұйымдастыруға мүмкіндік бар.

ATM/SDH технология over ADSL Интернетке жоғары жылдамдықты қатынас құру құралы ретінде өзіне ерекше көңіл аудартты. Ғимаратқа жоғары деңгейлі, сапалы байланысты орнату үшін жақсы шешім болады. Және де айтып кетерлік мәселе, Қонаев даңғылына жақын маңда «Қазақтелеком» станция орталығы орналасқан. Ол біздің аумақ ішіндегі жақын ара қашықтықта орналасқан. Бұл ATM over

ADSL технологиясын пайдалануға бірден-бір себеп болуы мүмкін. Өйткені, бұл технологияны пайдалану станция мен тұтынушы аралығы сегіз км-ден аспауы керек, кері жағдайда байланыс нашарлап немесе тіптен жоқ болуы мүмкін. ATM over ADSL технологиясы байланыс орнатудың арзан, әрі жеңіл комплексті шешімі болып табылады.

DSL технологиялары пайдаланушыларды жоғары жылдамдықта деректер тарату жүйесімен қамтамасыздандырады[5].

Біріншіден, DSL технологиясының түрлері әртүрлі деректер тарату жылдамдығын қамтамасыздандырады, бірақ, кез-келген жағдайда бұл жылдамдық ең шапшаң деген аналогтық модемнің жылдамдығынан неғұрлым жоғары.

Екіншіден, DSL технологиялары өз жұмысында абоненттік телефон желісін қолданатынына қарамастан, сізге қарапайым телефон байланысын қолдануыңызға мүмкіндік береді. Сізге DSL технологиясын қолдана отырып, маңызды ақпараттарды тура уақытында ала алмай қаламын деп мазасызданудың қажеттігі болмайды, немесе қарапайым телефон қоңырауы үшін сізге алдымен Интернет желісінен шығу қажет болмайды.

Үшіншіден, DSL желісі әрқашанда жұмыс істеп тұрады. Байланыс әрқашанда орнатылып тұрады және сізге қашан қосылу керек болған сайын телефон нөмірін теріп, байланыс орнатылуын күтіп тұру қажеттігі болмайды. Сізге желіден өмірлік маңызды ақпарат алып жатқан кезде желіде кездейсоқ үзіліс болып қалу туралы мазасызданбасаңыз да болады. Электронды жәшікті сіз тексергіңіз келген кезде емес, келіп түскен сәтте-ақ аласыз. Жалпы айтқанда, желі әрқашанда да жұмыс істейді, ал сіз әрқашанда да желіде боласыз.

Көп салалы аумақ ішіндегі, әрі өте үлкен ғимарат болғандықтан мұнда міндетті түрде ішкі локалды желі орнатылған. Бұл желі ғимараттың ішіндегі қолданушылар арасында байланыс орнатады. Ал ATM over ADSL-модемі арқылы осы ішкі желіні толығымен Интернетке кіру мүмкіндігімен қамтамасыздандырамыз. Арине бұл ғимаратта сондай басқа да жаңа Интернетке қосылу түрлерін қолданады. Бірақ негізгі әрі арзан жолы ретінде ATM/SDH технология over ADSL технологиясы қолданылады[6]. Оның жоғары жылдамдықты телефон желісін пайдалану мүмкіндігі де үлкен орын алады.

ATM коммутаторларының жұмыс анализі. Коммутаторнлардың жұмыс анализі өзінің құрамына келесі тесттерді кіргізеді[7]:

- коммутатормен қосылған ұстау анализі;
- жүктеменің максималды жіберу анализі;
- әртүрлі шарттарда коммутаторлардың трафиктік өлшеуі.

ATM желісіндегі өлшеу деңгейлерін толық 4 деңгейге бөлуге болады. Физикалық деңгей өлшеуі өзінің құрамына ATM трафигі таратылатын сандық арналардың параметр анализдерін қосады. Бұл топтың өлшеуіне қателікті өлшеу, түзетусіздер туралы сигнал анализі, жиіліктің тұрақсыздығының параметрлерін өлшеу (джиттер, линиялық сигнал жиілігінің жылжуы) және т.б. жатады. Соңғы кездері ATM желілері үшін физикалық деңгей ретінде SDH тарату системалары, SDH желісіндегі фактілік идентикалық өлшеумен физикалық деңгейді өлшеуі кең қолданыста.

ATM деңгейін өлшеуге екі класстың өлшеуі кіреді: ATM деңгейінің өнімділік анализі (желінің ұяшықпен жүктелген деңгейі, бос ұяшықтардың жалпы пайызы және т.б.) және ATM желісіндегі трафик параметрлерінің анализі (CLR , CTD, CDV параметрлерін өлшеу және т.б.). Сипатталған класстағы өлшеу технологиясына байланысты әртүрлі топ трафигінің имитация технологиясын, OAM ұяшықтарын немесе тесттік ұяшықтарды қолдануға болады[8].

ATM желісінде трафик ұяшықтар түрінде беріліп отырылады. Ұяшықтардың ақпараттық өрісінде қателіктер пайда болған жағдайда ол өшіріліп кетеді. Нәтижесінде бір биттік қателік қате ұяшықтардың пайда болуына әкеп соқтырады, ал қателіктердің жалпы параметрі CER параметрлерімен сипатталады. Одан да басқа, желі арқылы (CLR параметрі) тарату процесі кезінде ұяшықтар жоғалып кетуі де, сонымен қатар қайта орнатылуы да (CMR параметрі) мүмкін жағдай. Соңында сандық арнаның ATM желісіндегі құрушы сапа параметрлерін анықтау үшін алдыңғыдағыдай BER параметрі қолданылады.

Мұндай жағдайда, егер PDH системасы үшін G.821/G.826/M.2100 барлық қателік параметрлерін өлшеу әдістемесі бір негізгі BER өңделген параметрлерін өлшеуден тұрса, онда ATM желілеріне арналған аналогты әдістеме төрт негізгі өңделген параметрлерге базалануы керек[9].

Параметрлер эволюциясының тағыда бірден бір мысалы ретінде уақытты ұстау параметрлерін атап айтсақ болады. Статикалық мультиплекстеудің процедураларын қолдану ATM желісі арқылы трафикті тарату кезінде статикалық ұстауды тудырады[8,9].

Мұндай жағдайда, егер PDH және SDH системаларында RTD ұстау сипаттамасы үздіксіз шамасы болып табылса, онда ATM желісінде бұл ұстаудың болуын бөлумен сипатталатын статикалық шама болғаны.

Жоғарыда айтылғандар бойынша қорытынды шығаратын болсақ, PDH және SDH технологияларына қарағанда ATM технологиясы біршама күрделі. Ал ATM өлшеуіш технологиясы олардың анализінің бірқатар күрделі параметрлері мен әдістерін және көп өлшеу санына ие.

Уақытша нығыздаумен импульсті-кодты модуляциялау (ИКМ) жүйе негізіндегі желіні қарастырамыз, ол гибридті коммутация әдісімен іске асырылады, ол коммутацияның гибридті түйіндерінен (КГТ) құралған және оларды интегралды топтық трактілерге (ИТТ) байланыстырады. Осыған байланысты, жүйеде екі режимдегі коммутацияның интеграциясы іске асырылады: каналдардың коммутация режимі және дестелердің коммутация режимі, сондай-ақ мәліметтер дерестелердің коммутация (ДК) режимінде, ал ауызша ақпарат, видео бейнелер – каналдардың коммутация режимінде (КК) беріледі[10].

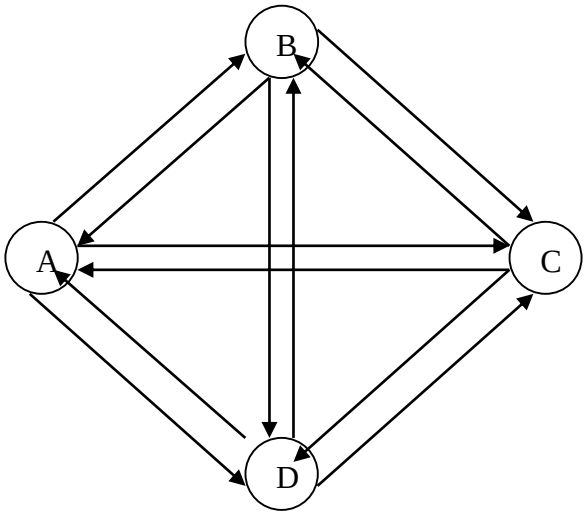
Әр КГТ жүйесіне желі ішіндегі КК және ДК қарқынды жүктеменің мәндері келіп түседі, барлық ИТТ бойынша таралған жоспарлар адаптивті бағдарлаудың дәстүрлі әдістерімен анықталады. Бұл әдістер қоңыраулар ағынының арасында желі ішіндегі КК және ДК өткізу қабілеттілігін, сондай-ақ әр желі ішіндегі шектерінде бөлек мәліметтерді таратуға мүмкіндіктер береді. Желі ішіндегі КК және ДК арасындағы жүйенің жеткізу қабілеттілігін қайта тарату тәуелсіз өте алмайды, өйткені ИТТ шегін ығыстыру бір желі ішіндегі өткізу қабілеттілігін, екіншінің өткізу қабілеттілігін азайту есебінен жоғарлайды.

Байланыс желісінде басқару жүйені басқару ресурстарының (байланыс таспаларында және коммутация түйіндерінде салынған техникалық амалдар) есебінен секілді, хабарламалар (ағын көлемдерін шектемей-ақ хабарламаларды жеткізу жолдарын өзгерту) ағынын басқару есебімен де іске асырылады. Бір уақытта ағындармен де, ресурстармен де басқарылуы мүмкін. Бұдан басқа, ағындарды басқару әдістерін және желілердің техникалық амалдарын басқару әдістерін, ағындарды басқару әдістері ретінде де оларды басқару әдістері секілді қолдануға болады[11].

Желі тиімділігін жоғарлату мәселесі, тек қана айтарлықтай экономикалық ұтымдылықты алуға ғана мүмкіндік беруде маңызды емес. Кейбір жағдайларда, бұл талап етілген көлемде ақпаратты жеткізуді қамтамасыз ететін дара мүмкіндік, с.с. желі тиімділігін жоғарлатпай мүлдем құрылуы мүмкін емес. Сондықтанда желіні талдау, синтездеу және оңтайландыру әдістері ерекше мәнге ие, ал осы телетрафик теория байланысы зерттеуші жүйелердің бөлек міндеттерін шешуге мүмкіндік береді.

Бұрма бағыттарды қолдана отырып, желі қосылыстарын орнату, желі байланыстарын басқарудың әдістерінің бірі болып табылады. Алғашқыда айтылып кеткендей, бұл әдісті ресурстарды басқару секілді, ағындарды басқаруға да жатқызуға болады. Көз қарасқа байланысты, желінің белгілі бір күйінде (нақтырақ айтқанда, бірінші таңдаудағы бума таспаларының белгілі күйінде, мысалы осы бумалардың барлық таспалары қамтылған кезде) ағыннан келіп түсетін қоңырауды, бірінші таңдау бумамен қызмет көрсетілетін, басқа бумалардан байланыстырушы амал ретінде табылады және осымен қолданыстағы желі ресурстарымен басқару іске асырылады[12]. Екінші жағынан, бұл процесті қоңырау ағынын өзгерту ретінде қарастыруға болады, қарастырылып жатқан бумамен қызмет көрсетіледі, келіп түскен ағынның басқа ағынмен байланыстыру есебінен басқа да бума таспаларымен қызмет көрсетіледі, с.с. қарастырылып жатқан ағынды сирету ретінде қарастыруға болады (ағындармен басқару).

Каналдарды қолдануды жақсарту үшін және автоматты коммутацияның (координатты, квазиэлектронды) заманауи байланыстару жүйесін орнату шынайлығын жоғарлату, орнатылған қосылыстардың негізгі жолынан басқа (бірінші таңдау жолы) бір немесе бірнеше бұрма жолдарын (екінші жолы және келесідей таңдаулар) қолданады[13]. Мысалы, коммутациялардың төрт гибирдті бумалары бар желіде, КК желі ішіндегі А және В абоненттер арасында байланыстарды орнату, АВ (бірінші таңдау жолы) бума каналдарының бірін ғана қолданумен іске асыралады, бірақ егерде осы бумалардың барлық каналдары бос болмаған жағдайда, АСВ бұрма жолын (екінші таңдау жолы) қолдануға болады, олар АС бума каналдардың бірімен және СВ бума каналдарының бірімен бос болмайды. Қарастырылып жатқан бумалардың (Ас немесе СВ) бірі, барлық каналдар секілді бос болмаса, үшінші таңдаудың бұрма жолын қолдануға болады, мысалы *ADB* бос болмаса, төртінші таңдаудың *ADCB* бұрма жолын қолданады(сурет 1). Осылайша, А абоненттен В (келіп түсетін жүктеме $A_{AB}$ АВ бумаларының каналдарымен қызмет көрсетіледі, дегенменде АВ бумаларының барлық каналдарының бос болмау кезінде, бұл жүктеменің азғана бір бөлігі, сондай-ақ ол екінші таңдау жолын құрайтын АС және СВ бумалармен ұсынылады) абонентке келіп түсетін, КК жүктеме режимінің негізгі бөлігі.




**Сурет 1**. Коммутацияның төрт бумасы бар толық байланыс желісі

Бұл жүктеме бөлігі $R_{AB}$ артық (қалдық) жүктеме болып табылады. Сәйкесінше, АС бумасына келіп түскен $A_{AC}$ жүктемесіне қызмет көрсету керек, сондай-ақ $R_{AB}$ артық жүктемесіне де қызмет көрсету керек. Сонымен қатар, егерде АС канал түйіндері *A* және *D* ( $A_{AD}$ ) абоненттер арасында, *ACD* бұрма жолы арқылы байланыс орнату үшін де қолданылады, AD (бірінші таңдау жолы) бума каналдарының барлығы бос болмаған жағдайда, онда АС бумасы $A_{AC}$ жүктемесіне, $R_{AB}$ артық жүктемесіне (АВ бумамен қызмет көрсетілмеген $A_{AB}$ жүктемесінен қалып қойған бөлігіне) және $R_{AD}$ артық жүктемесіне (ұсынылған *AD* бума жүктемісінен қалып қойған) қызмет көрсетеді .

Егерде келіп түсіп жатқан жүктеме қарапайым (пуассонды) қоңырау ағынымен құрылатын болса, онды қоңыраулардың артық ағыны басқа сипатқа ие болады. Келіп түсіп жатқан және артық ағындарға қызмет көрсететін сол бір канал бумаларының, каналдар санын бумаларында тек қана жүктеменің орташа мәніне ғана анықтауға болмайды. Қоңыраулармен құрылатын, артық жүктемесінің сипаттамасын қарастырамыз, олар тура каналдардың буындарымен бос болмағандықтан қызмет көрсетілмейді[14].

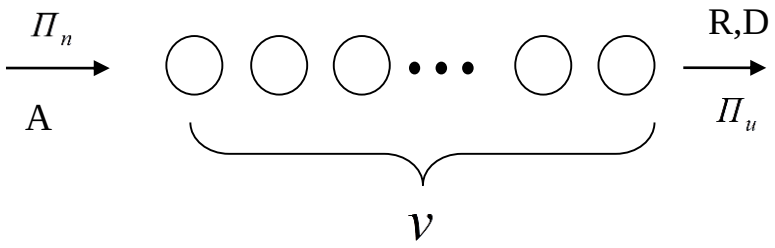
Өйткені желі толық байланысты болып табылмайды, ал кейбір каналдардың бумалары әртүрлі коммутационды бумалардың қоңырау ағындарын біріктіреді. Мысалы, АС бумасы А түйіннен $C, D$ түйініне дейінгі қоңырау ағындарын, ал $CD$ бумасы A,B,C бумаларынан $D$ бумасына бағытталатын үш ағынды біріктіреді. Түйін арасындағы қоңырау ағындары үшін сапалы қызмет көрсетуді анықтай отырып, біріктірілген ағын параметрлерін анықтауға болады. Содан алынған параметрлер мәні үшін, қызмет көрсету сапасын анықтау, қарапайым ағындағы мүмкін болатын шығынды толық қол жетімді канал бумалары үшін, шығыны бар қызмет көрсетуді Эрланг формуласы бойынша анықталады[15]:

$$p = E_v(A) = \frac{A^v / v!}{\sum_{i=0}^{v} A^i / i!} = E\left(\frac{y}{1-p}\right), \qquad (1)$$

мұнда $A = y/(1-p)$— келіп түсетін, ал $y$ — қызмет көрсетіліп жатқан жүктеме.

Толық қол жетімді бумаға *v* каналдарынан келіп түсетін қарапайым ағын $\Pi_n$ қоңыраулары, А жүктемесін құрайды, сондай-ақ каналдар бумада олардың нөмерленген ретпен тұруымен айналысады (сурет 2). Бірінші каналдың бос болмаған жағдайда пайда болатын қоңыраулар, екінші және келесідей бума каналдарының қызмет көрсетуі үшін ұсынылады, сондай-ақ бірінші бума каналдары үшін артық ағын түзеді. Осыған ұқсас, қалған каналдарынан $v - v_1$ келіп түсетін, қарастырылып жатқан бумалардың бірінші $v_1$ каналдарының кез келген сандары үшін артық ағындарды қарастыруға болады. Егерде

келіп түсетін қоңыраулар ағыны тек қарастырылып жатқан түйіннің тек қана *v* каналдарымен ғана қызмет көрсетіледі, онда артық ағынды құрайтын қоңыраулар жоғалады. Артық ағын $П_u$ жүктемесін $R$ құрайды.




**Сурет 2.** Толық қол жетімді бума, қарапайым ағынға қызмет көрсетеді

Егерде келіп түсетін ағын $П_n$ қарапайым болып табылады, онда кез келген бума каналдарының санынан кейін артық ағын және барлық бума каналдарынан кейін артық ағын $П_u$ қарапайым болмайды. Ағын қоңыраулары барлық бума каналдары бос болмаған кезде ғана пайда болады, с.с. артық ағынның қоңыраулары тек қана қарастырылып жатқан уақыт интервалының бөліктеріне ғана шоғырланған. Бұл дегеніміз, артық ағын аса концентрленген, с.с. ауқымды тепе-теңсіздікке ие (кей жағдайларда оларды тығыздылыққа ие деп айтады немесе пиктілі). Сол бір жүктемеде мұндай ағын, қарапайым ағынға қарағанда өзіне қызмет көрсету үшін көп каналдарды талап етеді[16].

Артық ағынның статистикалық (кездейсоқ) тұрақсыздығын сипаттау үшін, жүктеме мәнінен (қоңыраулар санын шынайлықпен таратылудың бірінші мезеті) басқа сондай-ақ екінші мезет - $\sigma^2$ дисперсиясын қолданады.

Ақпараттың таратылу теориясынан белгілі болғандай, жүктеме қарқындылығы, қарапайым қоңырау ағынымен құрылады, әлбетте математикалық болжаммен анықталады және бұл жағдайда жүктеменің дисперсия қарқындылығының мөлшері математикалық болжамға тең. Артық жүктеме $R_j$ үшін $D_j$ дисперсиясы жүктеменің математикалық жүктемесінен үлкен.

Зерттеулер көрсеткендей, артық жүктемеге толық қол жетімді каналдарды ендірген кезде, жеткілікті практикалық мақсаттың дәлдігі үшін екі параметрмен сипаттауға болады: математикалық болжам $R_j$ және дисперсия $D_j$. Артық жүктеме мәні үшін өрнекті Эрланг формуласы бойынша келесідей түрде жазуға болады:

$$R_j = \alpha_j p_j(\alpha_j, m_j) = \frac{\alpha_j^{\,v+1}}{m_j! \sum_{k=0}^{v} \frac{\alpha_j^{\,k}}{k_j!}} = f(\alpha_j m_j), \qquad (2)$$

**Қорыта келе,** коммутациялар каналы режимінің ақпараттық трафигін жеткізу моделі зерттелді, мұнда көп каналды қоңыраулардың артық ағынын жеткізу үшін желінің бұрма бағыттарын қолдана отырып, әдісті іске асырады. Сонымен қатар эквивалентті жүктеме әдісі деп аталатын, белгілі әдіс қолданылды. Әр тракт үшін мынадай маңызды сипаттамалар есептелді, олар артық жүктеме секілді, оның дисперсиясы және осы сипаттамалар бойынша жүктеменің эквивалентті жиынтығы есептелді, ол желінің бұрма интегралды трактілері бойынша таралады. Осы эквивалентті жүктеме мәндерін, бұрма бағыттарды ескере отырып, желі трактілерінде уақытша каналдардың оңтайландырылған санын есептеу есебі аналитикалық түрде шешіледі.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Олифер, В. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: ЖОО үшін оқулық. - СПб.: Питер, 2012. - 944 б.

[2] Кузин, А.В. Компьютерные сети: Оқу құралы. - М.: Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 192 б.

[3] Кузьменко, Н.Г. Компьютерные сети и сетевые технологии. - СПб.: Наука и техника, 2013. - 368 б.

[4] Куроуз, Д. Компьютерные сети. Нисходящий. - М.: Эксмо, 2016. - 912 б.

[5] Боккер П. Цифровая сеть с интеграцией служб. Понятия, методы, системы. - М.: Радио и связь, - 1991. - 304 б.

[6] Клейнрок Л. Вычислительные системы с очередями, - М.: Мир, - 1979. - 600 б.

[7] Максимов, Н.В. Компьютерные сети: Орта профессионалды білім беру орындарының студенттеріне арналған оқу құралы. - М.: Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 464 б.

[8] Олифер, В.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: ЖОО үшін оқулық. Үшінші келешек стандарты. - СПб.: Питер, 2013. - 944 б.

[9] Сембиев О.З., Кемельбекова Ж.С., Умарова Ж.Б., Копжасарова Ж.Б., Дилдабаева М. Основные принципы распределение канальных ресурсов сети АТМ. // Казахстанның ғылымы мен өмірі, Халықаралық ғылыми көпшілік журнал, №4(60), Астана 2018г., - С. 104-106.

[10]. Сембиев О.З., Кемельбекова Ж.С., Махатова А.Х. Цифровой Казахстан-шелковый путь. // Х.А.Ясави атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті. Математика, физика, информатика сериясы. №1(2), 2018. - С.45-50.

[11] Symbyev O.Z., Kemelbekova Zh.S., Kopzhasarova Zh.B., Yidirisbaev Y. The method of allocating channel resources on the atm network. //Journal of Industrial Technology and Engineering, №1 (26), January, 2018. –P.21-27.

[12] Сембиев О.З., Кемельбекова Ж.С., Муратов А.С., Калдыбаев Н. Вычисление статистических параметров качества обслуживания сети. // Профессор Бияшов Р.Г. 80-жылдық және профессор Айдарханов М.Б. 70-жылдық мерейтойларына арналған «Информатика және қолданбалы математика» атты III Халықаралық ғылыми конференция материалдары. II бөлім. Алматы, Казахстан. 26-29 қыркүйек 2018 года, –Б. 349-355.

[13] А.Зайка. Компьютерные сети. –М.: ОЛМА-ПРЕСС, 2006. - 448с.

[14] Фратта Л., Лазарев В.Г., Паршенков Н.Я. Адаптивное управление канальными ресурсами в интегральной цифровой сети связи. Сети пакетной коммутации ЭВМ// IV совет-итальян семинарының еңбектері, - М.: Наука, - 1984. -Б. 59-63.

[15] Jim Kurose, Keith Ross. Computer Networking. A Top Dawm Approach, 5th edition. Addison – Wesley, - - 2009. - 862 p.

[16] Natalia Olifer, Victor Olifer. Computer Networks: Principles, Technologies and Protocols for Network Design. Wiley & Sons, Hardcover, England, - 2005. - 1000 p.

Кемельбекова Ж.С. Сембиев О.З., Махатова А.Х., Сембиева Н.О.

**Модель передачи информационного трафика многоканальных вызовов в асинхронной сети**

**Резюме.** В статье рассматривается асинхронная технология передачи в режиме коммутации каналов и многоканальные вызовы компьютерной сети. Исследовано передача информационного трафика по каждым узловым коммутации каналов, при прямой свободной узле, если прямые узлы не свободны, то по обходным направлениям. А также была использована известная модель, как модель эквивалентной нагрузки.

**Ключевые слова:** режим асинхронной передачи, коммутация каналов, коммутация пакетов, гибридные узлы коммутации, интегральные групповые тракты, трафики, виртуальные соединения.

Kemelbekova Zh.S. Сембиев О.З., Махатова А.Х., Сембиева Н.О.

**Model of transmission of information traffic of multichannel calls in an asynchronous network**

**Summary.** This article discusses asynchronous transfer technology in channel switching mode and multichannel computer network calls. The transmission of information traffic was studied for each node switching of channels, with a direct free node, if the direct nodes are not free then in bypass directions. A well-known model was also used as an equivalent load model.

**Keywords:** asynchronous transfer mode, channel switching, packet switching, hybrid switching nodes, integrated group paths, traffic, virtual connections.

УДК 537.86/87:530.182

**B.A. Karibayev, A.K. Imanbayeva, T.A. Namazbayev**
(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: beibitkaribaev7@gmail.com)

## FRACTAL ANTENNAS FOR SMALL SIZE SATELLITES

**Abstract.** Modern production of the space industry is aimed at reducing the mass and cost of artificial satellites. Small satellites, as any wireless telecommunications system, need to include small size antenna structures to perform basic satellite functions. A candidate capable of performing these functions in small satellites is a fractal antenna. The article considers the possibility of using an anisotropic fractal antenna of VHF and S bands for small satellites.

**Key words: fractal antennas, small satellites, VSWR, impedance.**

**Б.А. Карибаев, А.К. Иманбаева, Т.А. Намазбаев**
(КазНУ им.аль-Фараби, beibitkaribaev7@gmail.com)

## ФРАКТАЛЬНЫЕ АНТЕННЫ ДЛЯ СПУТНИКОВ МАЛОГО РАЗМЕРА

**Аннотация.** Современное производство космической индустрии направлено на снижение массы и стоимости искусственных спутников Земли. Они, как любая беспроводная телекоммуникационная система, должны включать малогабаритные антенные структуры для выполнения основных спутниковых функций. Кандидатом, способным выполнять эти функции в малых спутниках, является фрактальная антенна. В статье рассмотрена возможность использования анизотропной фрактальной антенны УКВ, S диапазонов для спутников малого размера.

**Ключевые слова: фрактальные антенны, спутники малого размера, КСВН, импеданс.**

**Введение.** Создание малых искусственных спутников Земли произвело революцию в индустрии космических исследований. Малые спутники составляют от одной десятой до одной сотой массы и стоимости обычных спутников. Хотя обычные спутники более мощные, с высокой скоростью передачи данных и предлагают лучшие частотные характеристики с точки зрения EIRP и G/T, но они очень дорогие и трудоемкие. Развитие современных малых спутников обусловлено следующими причинами: финансовыми и политическими, а также технологическими достижениями в маломощной микроэлектронике. Они могут значительно снизить стоимость миссии и сделать космос более доступным. В связи с этим, во всем мире инженеры-разработчики космической техники ищут инновационные решения при уменьшении размера и количества подсистем на борту малого спутника.

Малые спутники формата CubeSat (рис.1) широко применяются в глобальной системе спасения, биологических исследованиях, оповещениях о глобальных пожарах в различных континентах земного шара [1]. Радиочастотные части подсистемы, т.е. приёмо-передающие элементы также требуют соответствующие по всем характеристикам антенны. Изначально конструкция антенны для малых спутников начинается с требований миссии и бюджета связи. Таким спутникам нужны антенны для реализации различных функций: телеметрии, отслеживания и команд, включающие как восходящую, так и нисходящую линию связи на разных частотах; высокоскоростной нисходящей линии связи для данных полезной нагрузки, например, при наблюдении Земли; приемник GPS/GNSS; межспутниковые перекрестные ссылки. Эти функции часто требуют несколько разных антенн. Из-за особых требований к малым спутникам, конструкции антенн для современных малых спутников имеют много проблем.

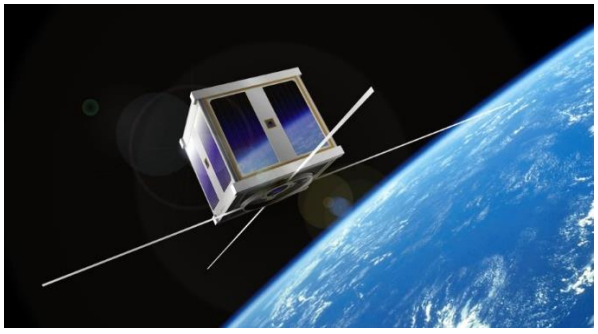


**Рис.1.** Спутник формата CubeSat.

Таким образом, разработка и создание новых антенных конструкций для малых спутников и, в том числе, для беспроводных решений является актуальной задачей. Обзор последних разработок в данной сфере показал, что антенные конструкции на основе геометрических фракталов имеют размер, геометрию и характеристики, соответствующие стандартам структуры и требованиям малых спутников [2-7]. Фрактальная геометрия [8] в плане миниатюризации позволяет реализовать антенны в минимальных размерах с улучшением их характеристик. Существуют различные типы геометрии фрактальной антенны (кривые Коха, Серпинского, Минковского и др., а также их различные модификации). Эти геометрии являются естественным продолжением евклидовой геометрии. Фрактальная конструкция получается путем применения конечного числа раз итерационного процесса [9-10]. Свойства этих геометрий учитываются в проектирование антенны. Фрактальные антенные конструкции благодаря самоподобности структуры имеют также многодиапазонные, во многих случаях широкополосные свойства [5-7, 9-10]. Было обнаружено, что проектирование антенны с использованием свойств фрактальной геометрии приводит к тому, что антенна резонирует на нескольких частотах.

Возникает естественный вопрос, какая геометрия фракталов может обеспечить эффективность электродинамических, частотных и технологических характеристик антенн? Можно ли также их использовать в беспроводных приложениях?

**Целью работы** является проектирование и создание антенн с использованием свойств фрактальной геометрии, резонирующих на нескольких частотных диапазонах от 140 МГц до 430-450 МГц (УКВ диапазон), от 2 ГГц до 4 ГГц (S-диапазон), а также предназначенных для работы на широкополосной линии для приложений в беспроводных системах связи.

**Метод исследований.** Для моделирования данных типов антенн был использован программный пакет HFSS 13.0, который применяется для разработки и расчета антенн методом конечных элементов.

Предлагается новое решение для конструкции антенн для малых спутников CubeSat, основанное на анизотропной фрактальной кривой [11]. В настоящее время спутники формата CubeSat для частоты 420 МГц используют стандартные полуволновые (λ/2) вибраторы длиной l=36 см, при размере 10смх10см самого спутника. Регулярная длина нами предлагаемой фрактальной антенны для этой же частоты составляет $l_0$=14 см. Данная длина не превышает размеров спутника при его диагональном расположении (рис.2).

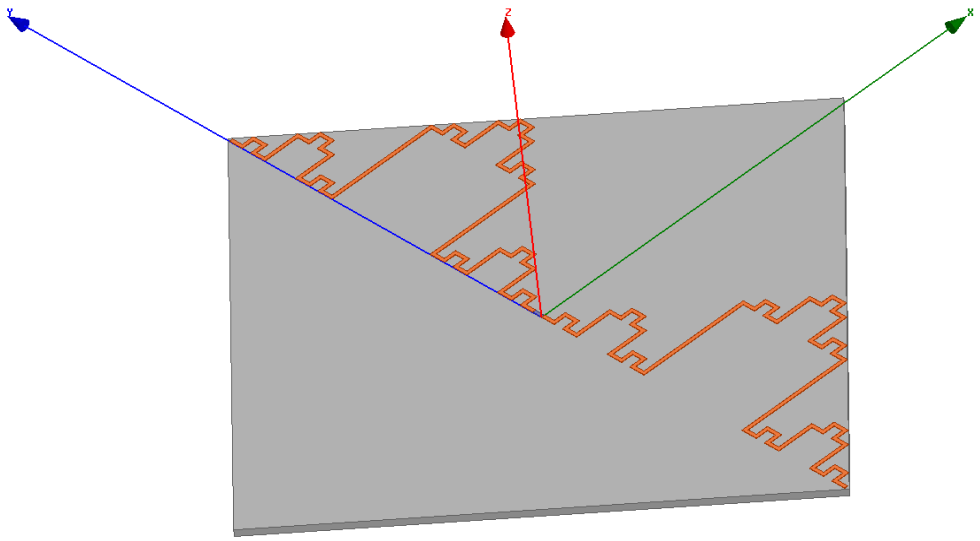



**Рис.2.** Компьютерная модель фрактальной антенны на поверхности с размером 10см х10см в среде HFSS 13.0.

**Результаты исследования.** Полное описание алгоритма анизотропного фрактала приведено в [11]. У данного фрактала деформация элементов происходит только в одном направлении, т.е. с увеличением количества итерации, «П»-образные части формируются только в одном направлении, при этом боковые звенья не деформируются (рис.1. a,b,c), размерность предфрактала $D = \ln 5/\ln 3 = 1{,}4649$ реализуется только в одном направлении, при этом длина её не ограничена, что делает ее универсальной. Меняя длину антенны можно добиться любой требуемой излучаемой мощности.

По результатам ранее проведенных нами исследований (моделирование и физический эксперимент) было выяснено, что антенна в дипольном исполнении на основе анизотропного фрактала имеет ряд преимуществ по сравнению с другими фрактальными антеннами, например, на основах различных модификаций фракталов Коха и Минковского [12-13]. На рисунке 3 приведена зависимость коэффициентов отражения антенны от частоты. Можно заметить, что в регулярной длине 14 см антенна имеет резонансную частоту в диапазоне 430-450 МГц. Волновое сопротивление и коэффициент стоячих волн по напряжению (КСВН) являются важными показателями антенн.

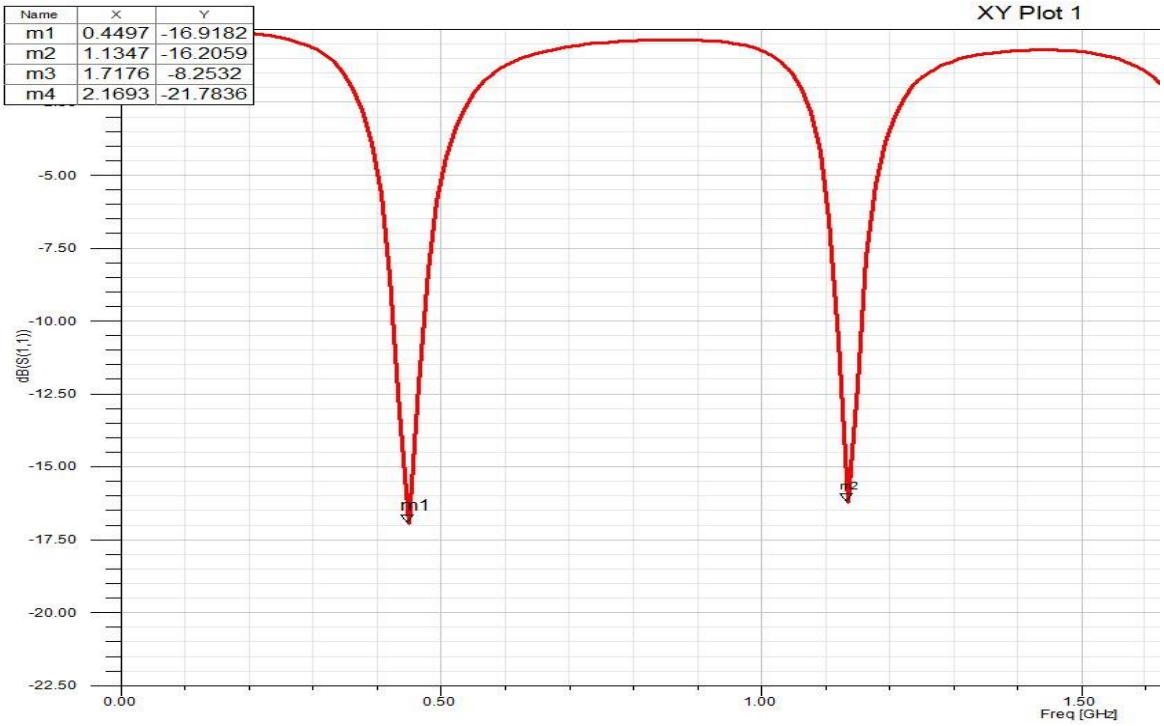



**Рис.3.** Резонансные частоты *m1*- 450 МГц и *m2*-1,1 ГГц.

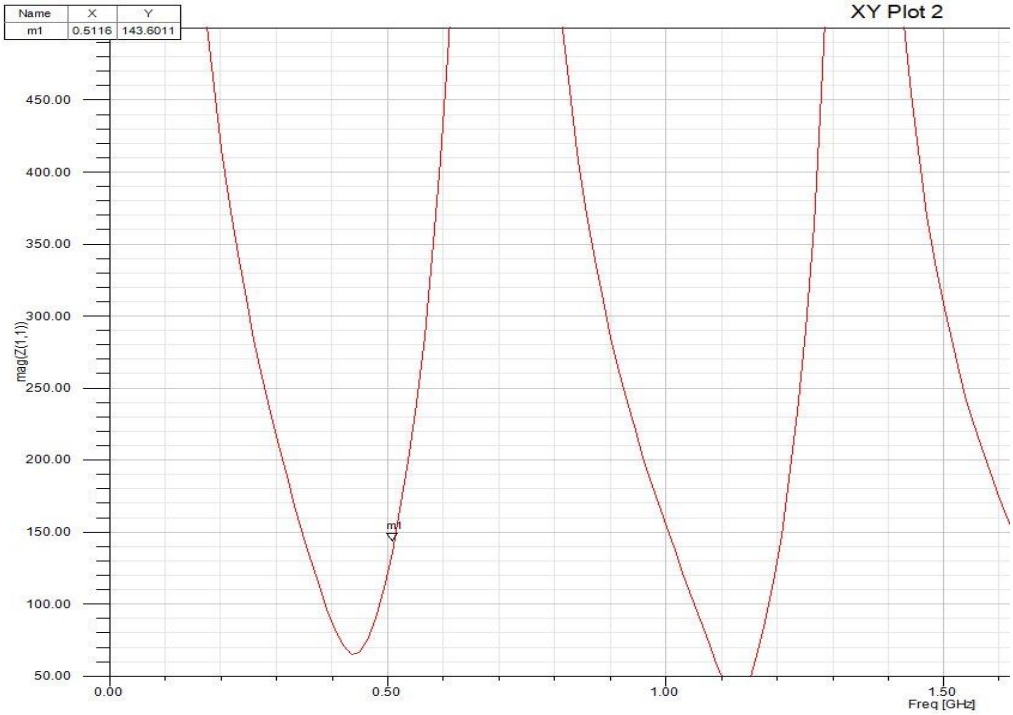



**Рис.4.** Входные импедансы резонансных частот.

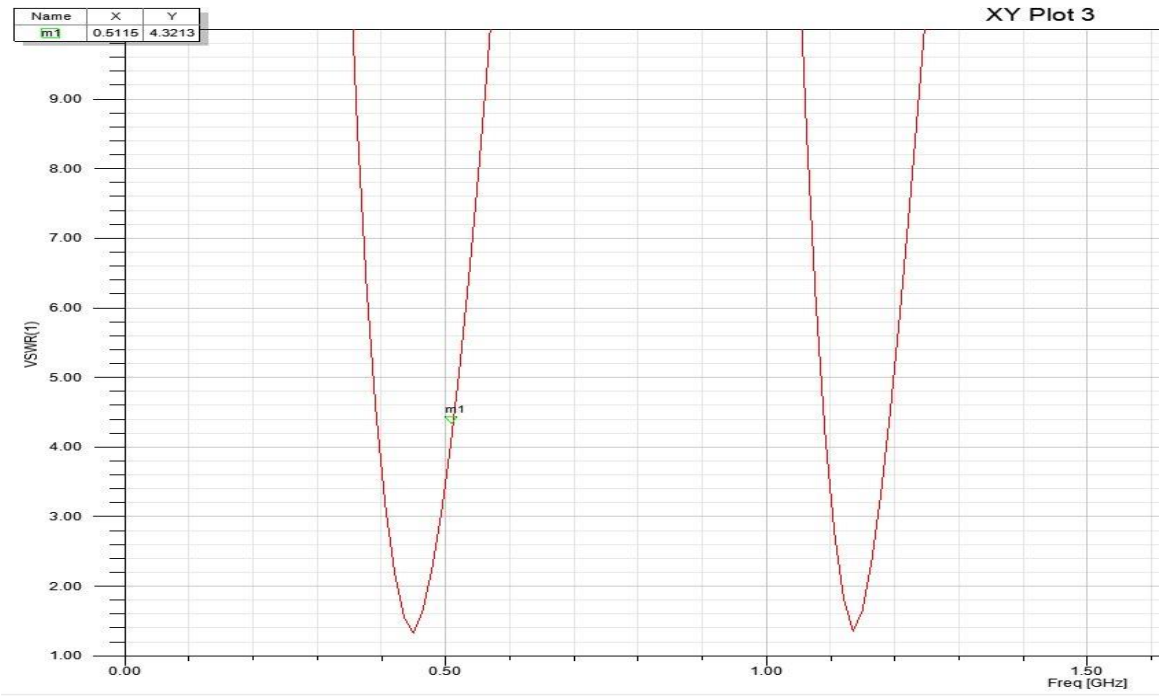



**Рис.5.** Зависимость КСВН антенны от частоты.

Из рисунка 4 можно заметить, что при резонансных частотах значения полного сопротивления антенн находятся в диапазоне 50-75 Ом, которые дают возможность антеннам функционировать эффективно. По определению КСВН определяется следующим образом:

$$\text{КСВН} = \frac{U_{max}}{U_{min}} = \frac{U_{\text{пад}}+U_{\text{отр}}}{U_{\text{пад}}-U_{\text{отр}}} \quad (1)$$

Анализ формулы (1) показывает, что если $U_{\text{отр}} = 0$, то КСВ = 1. Это значение максимум того, что можно достичь, настраивая антенны, почти как 100% КПД для механических машин. Реально всегда присутствует отражение и КСВ находится в пределах от $[1{,}1 \div +\infty]$. В нашем случае вокруг резонансных частот значения КСВН для данной антенны находятся между 1 и 2 (рис.5). На практике по стандарту это позволяет антеннам полностью функционировать.

**Вывод**. Принципиальным отличием предлагаемой нами фрактальной антенны для малых спутников формата CubeSat и беспроводной связи от других антенных решений, основанных на фрактальной геометрии, является то, что мы используем свой вид фрактальной кривой, называемой анизотропной, которая теоретически апробирована не только при описании явлении турбулентности в жидкости и газах, но и показала лучшие характеристики при экспериментальных испытаниях данной антенны для широкополосной связи.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Д.А. Храмов, Миниатюрные спутники стандарта «Cubesat» // Космічна наука і технологія, Т. 15, № 3. 2009. – С. 20–31.

[2] S. Gao, K. Clark, M. Unwin, J. Zackrisson at al. Antennas for Modern Small Satellites // IEEE Antennas and Propagation Magazine, Vol. 51, No.4, 2009. – P.40-56.

[3] O.F. Palacios, R.E.D. Vargas, at al. S-band Koch Snowflake Fractal Antenna for CubeSats // ANDESCON, 2016 IEEE, Peru. DOI: 10.1109/ANDESCON.2016.7836227

[4] J. Simon, J.L. Alvares-Flores, J.V. Maldonado A microstrip second-iteration square Koch dipole antenna for TT and downlink applications in small satellites // Int. journal of Antennas and Propagation. – 2017. – Vol. 2. – P. 55-63.

[5] J. Simon, J.L. Alvares-Flores, J.V. Maldonado A microstrip second-iteration square Koch dipole antenna for TT and downlink applications in small satellites // Int. journal of Antennas and Propagation. – 2017. – Vol. 2. – P. 55-63.

[6] S.A. Hamzah, M.Esa, N.N.N.A. Malik, and M.K.H. Ismail. Narrowband-to-Narrowband Frequency Reconfiguration with Harmonic Suppression Using Fractal Dipole Antenna // International Journal of Antennas and Propagation. – 2013. – Vol. 2013, Article ID 834387, 9 p.

[7] V.V. Reddy, N.V.S.N. Sarma, Single layer single probe feed circularly polarized triple band fractal boundary microstrip antenna for wireless applications // In.J. Microw. & Wirel. Techn. – 2017. – Vol.9-3. – P.657-664.

[8] Benoit B. Mandelbrot, The Fractal Geometry of Nature Henry Holt and Company, Juvenile Nonfiction, 1982. - 468 p.

[9] R.L. Yadava, M. Ram and S. Das, Multiband Triangular Fractal Antenna for Mobile Communications // International Journal of Engineering Science and Technology Vol. 2(11), 2010, 6335-6348.

[10] K.J. Vinoy, J.K. Abraham, and V.K. Varadan, On the relationship between fractal dimension and the performance of multi-resonant dipole antennas using Koch curves // IEEE Trans. on Ant. & Prop. – 2003. – Vol. 51, No. 9. – P.2296–2303.

[11] Z. Zhanabaev Fractal model of turbulence in the jet // Proceedings of the SB Acad.of Sci.USSR, Technical science series. – 1988. – Vol.4. – P.57-60.

[12] Карибаев Б.А., Иманбаева А.К., Намазбаев Т.А. Физические характеристики дипольных антенн фрактальной формы // Вестник КазНИТУ имени К.И. Сатпаева. – 2016. – №4(116). – С.301-305.

[13] Zhanabaev, Z.Z.; Karibayev, B.K.; Namazbayev, T.A.; Imanbayeva, A.A.; Temirbayev, A.A.; and Ahtanov, S.N. Fractal Antenna with Maximum Capture Power // ACM International Conference Proceeding Series. 6th Intern.l Conf. on Telecommunications and Remote Sensing Delft, Netherlands, 17-20. 2017. – P.17-20.

Карибаев Б.А., Иманбаева А.К., Намазбаев Т.А.

**Шағын өлшемді спутниктерге арналған фракталдық антенналар**

**Түйіндеме.** Заманауи ғарыштық индустрия өндірісі жасанды Жер серіктерінің массасы мен бағасын азайтуға бағытталған. Олар, кез келген сымсыз телекоммуникациялық жүйе сияқты, негізгі серіктестік функцияларды атқару үшін шағын өлшемді антенналық құрылымдарға ие болу керек. Кішігірім жерсеріктерде осы функцияларды атқара алатын үміткер, фракталдық антенна болып табылады.

**Кілт сөздер:** фракталдық антенналар, кіші Жерсеріктер, ТТК, импеданс.

ӘОЖ 004.9:519.8(075.8)

**Nysanov E.A., Kurakbayeva S.D., Abdualieva S.A., Altynbekov Sh.E.**

**SPECTRAL ANALYSIS AND SYNTHESIS OF SIGNALS ON A COMPUTER**

**Summary:** The article discusses the methods of spectral analysis and signal synthesis in the computer mathematics system Mathcad. Phenomena in science and technology, nature are distinguished by their signals, i.e. characteristics. Full and diverse processing of the characteristics of phenomena, i.e. complex signals in various fields is impossible without modern computer technology and modeling techniques. Therefore, signal processing using a computer-mathematics system is one of the most pressing issues. The features of using the Fourier transform in spectral analysis and signal synthesis are analyzed. A number of drawbacks to the representation of arbitrary signals by the Fourier transform are indicated. The analysis of the solution of the problem of spectral analysis and signal synthesis, limited in time by the transition to the window Fourier transform, is made. Methods for filtering noise signals are illustrated in the examples. In particular, a filtering technique using the fast Fourier transform (direct and inverse) to suppress noise in the signals is shown. A two-dimensional Fourier transform was used to filter surface signals in space. For clarity, the possibilities of computer graphics.

**Keywords:** Mathcad, spectral analysis, signal synthesis, signal filtering, noise signal, window Fourier transform, fast Fourier transform, forward and inverse Fourier transform.

**Е.А. Нысанов, С.Ж. Куракбаева, С.А. Абдуалиева, Ш.Е. Алтынбеков**
(М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті,
Шымкент, Қазақстан Республикасы sevam@mail.ru, altynbekov_Shadiar@mail.ru)

**СИГНАЛДАРДЫ КОМПЬЮТЕРДЕ СПЕКТРЛІК ТАЛДАУ ЖӘНЕ СИНТЕЗДЕУ**

**Түйіндеме.** Мақалада Mathcad компьютерлік математика жүйесінде сигналдарды спектрлік талдау және оларды синтездеу әдістері қарастырылған. Ғылым мен техникадағы, табиғаттағы құбылыстар өздерінің сигналдары, яғни сипаттамалары арқылы ерекшеленеді. Түрлі салалардағы құбылыс сипаттамаларын, яғни күрделі сигналдарды толыққанды және жан-жақты өңдеу заманауи компьютерлік технологиялар мен модельдеу әдістерінсіз мүмкін емес. Сондықтан компьютерлік математика жүйесін қолданып сигналдарды өңдеу өзекті мәселелердің бірі болып табылады. Сигналдарды спектрлік талдау мен синтездеуде Фурье түрлендіруін қолдану ерекшеліктері жан-жақты талқыланған. Фурье түрлендіруімен сипаттаудың бірқатар жетіспеушіліктері атап көрсетілген. Уақыт бойынша шектелген, спектрлік талдау және сигналдарды синтездеу мәселелері, қысқа уақыттық немесе терезелі

Фурье түрлендіруі арқылы шешілуіне талдау жасалған. Шуы бар сигналдарды сүзгілеу әдістері мысалдар арқылы көрнекті түрде берілген. Сигналдардағы шуды басу үшін Фурьенің жылдам түрлендіруін (тура және кері) қолдана отырып сүзгілеу техникасы көрсетілген. Кеңістіктегі беттік сигналдарды сүзгілеу үшін екі өлшемді Фурье түрлендіруі қолданылған. Көрнекілік үшін компьютерлік графика кеңінен пайдаланылған.

**Кілттік сөздер:** Mathcad, спектрлік талдау, сигналды ситездеу, сигналды сүзгілеу, шулы сигнал, терезелі Фурье түрлендіруі, Фурьенің жылдам түрлендіруі, Фурьенің тура және кері түрлендірулері.

Периодты сигналды мүше саны шектелген Фурье қатарымен сипаттау негізінде келесі қатынас жатыр [1]:

$$y(t) \sim \sum_{n=0}^{N} c_n e^{itn}, \qquad (1)$$

мұнда і – жорамал бірлік. $y(t)$ функциясы $e^{itn}$ мүшелерімен берілген синусоидалар мен $c_n$ Фурье коэффициенттерінің көбейтінділерінің қосындысымен беріледі. Коэффициенттер былай есептеледі:

$$c_n = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} y(t) e^{itn} dt.$$

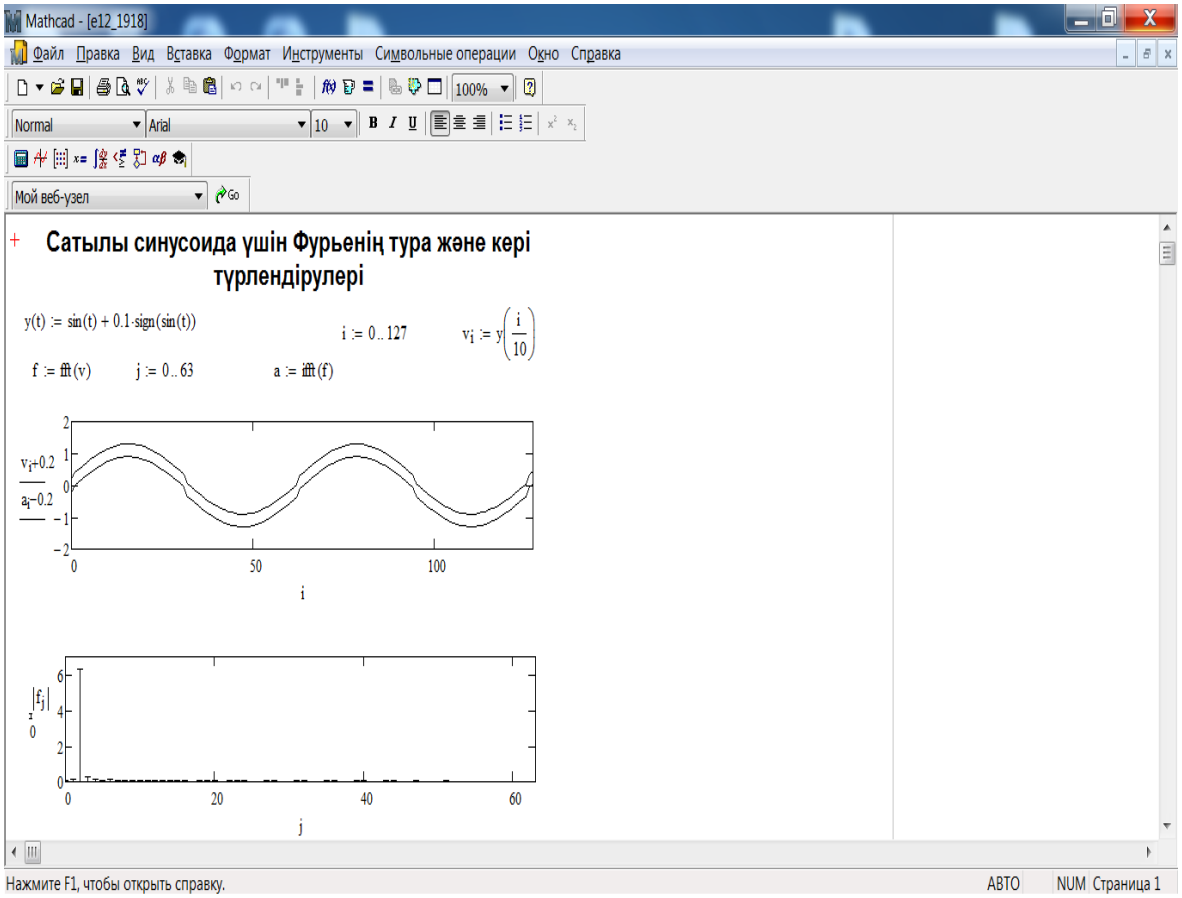
Фурье коэффициенттері – кешенді сандар. Ол гармоникалық сигналдардың жиынтығын (спектрін) сипаттайды, оларды гармоникалар деп атайды. n-саны гармоникалар номері (0,1,2...). Теория жүзінде Фурье қатарының мүшелер саны шексіз, бірақ тәжірибеде ол әрдайым шектеулі және N-ге тең. Сондықтан да (1) қатар жуықтап жазылады. Жиілігі алғашқы гармоника жиілігіне еселі және әртүрлі фазалы синусиодалы гармоникалар $c_n$ мен $e^{itn}$ көбейту арқылы құрылады.

Кез келген сигналдарды және функцияларды Фурье түрлендіруімен сипаттаудың бірқатар жетіспеушіліктерін ескеріп кетуге болады [2-4]:

- Сиационарлы емес сигналдарды талдауда қолданылмауы;
- Бір ғана жиіліктің Фурье түрлендіруін көрсету үшін, сигналдың тек қана өткенін ғана емес, сонымен бірге болашағын білу қажет, бұл теориялық абстракция болып табылады;
- Гармоникалар немесе тербелістер спектрінің санын шарасыз шектеу шарттарында, сигналды Фурьенің тура және кері түрлендірунен кейін нақты қайта қалпына келтіру мүмкін емес, ол көбінесе Гиббс эффектісінің пайда болуымен байланысты;
- Фурье қатарына жіктеуде базистік функция гармоникалық (синусоидалық) тербеліс болып табылады, ол математикалық тұрғыда $-\infty$ -тен $+\infty$-ке дейінгі уақыт аралығында анықталған және уақыт бойынша параметрлері тұрақты;
- Фурьенің тура түрленуіндегі(ФТТ) $-\infty$ -тен $+\infty$-ке дейінгі уақыт аралығындағы сандық интегралдау және Фурьенің кері түрленуіндегі(ФКТ) $-\infty$ -тен $+\infty$-ке дейінгі жиілік аймағында есептеулерде көптеген қиыншылықтар кездеседі;
- Сигналдардың кейбір ерекшеліктері (мысалы, үзілістер немесе күрт ауытқулар) $-\infty$ -тен $+\infty$ -ке дейінгі барлық уақыт аралығында сигналдың жиілік күйінің әлсіз өзгеруін туындатады, олар барлық жиілікті ось бойынша «жайылып кетеді», нәтижеде олардың спектр бойынша анықталуы мүмкін емес;
- Синусоида секілді базистік функция, шын мәнінде, шексіз иілімді сигналдар құламаларын мүлдем көрсете алмайды, дегенмен де мұндай сигналдар (мысалы, тікбұрышты импульс) аса кеңінен қолданылады;
- Күрт ауытқулар немесе құламалар сияқты жылдам өзгеретін сигналдарды көрсете алатын жалғыз ғана мүмкіндік, ол гармоникалар санын күрт өзгерту болып табылады, бұл сигнал түріне және сигналдардың локальды ерекшеліктерінің шекарасынан тыс әсер етеді;
- Спектрдің жоғарыдағы құраушыларының құрамы бойынша сигналдың уақыт тәуелділігінде ерекшеліктердің орналасуы мен олардың сипаттамасын бағалау мүлдем мүмкін емес;

• Стационарлы емес сигналдар үшін ФТТ және ФКТ қиыншылықтары біршама өседі.

Синусоидалы немесе кез келген бірқалыпты өзгеретін сигналда үлкен емес үзілістерді (сатыларды) Фурье-спектрде анықтау қиын, себебі олар өте кішкентай амплитудамен көптеген гармоникаларды құрайды (1-сурет). Сигнал бұл жерде синусоида мен меандрдің қосындысынан алынған, ол 0,1*sign(sin(x)) өрнегімен модельденеді. Осылайша, саты мәні синусоида амплитудасының 0,1 бөлігіне ие және ол сигналдың осциллограммасы мен оның түзетулерінде (қосылуды тежеу үшін қисықтар вертикаль бойынша ығыстырылған) көрініп тұр. Мұндай сигналдардың спектрінде (төменгі 1-суреттегі спектрограммада көрсетілген) әлсіз байқалатын жоғары жиілікті спектр құраушылары бар, мұнда ол бойынша сигналдың жеке ерекшелігін және оның орнын тану мүлдем мүмкін емес. Құрастырушы спектрдің ерекшелігі ось жиілігі бойынша жайылған.




**1-сурет.** Нөль арқылы өткенде үлкен емес сатылы синусоидалы сигналдың спектрлік талдауы мен синтезі

Уақыт бойынша шектелген, спектрлік талдау және сигнал синтездерінің мәселелері, қысқа уақыттық немесе терезелі Фурье түрлендіруі секілді атауға ие түрлендіруге өту арқылы шешіледі [5-7]. Бұл түрленудің мағынасы өте қарапайым – сигнал анықталған уақыт интервалы бірқатар аралықтарға – уақытша терезелерге бөлінеді. Әр аралықта Фурьенің өзінің түрлендіруі есептеледі. Егер де қандай-да бір терезеде кейбір сигналдың жиілікті құраушылары бар болса, онда олар спектрге қатысады, ал егерде жоқ болса –онда олар жойылады. Осылайша, сигналдардың жиілікті-уақытты көрсетіліміне өтуге болады, бұл сигналдарды өңдеу техникасының өзгеше бөлімі болып табылады. Қысқа уақыттық (терезелі) түрлендірулер мына өрнекті қолдана отырып орындалады:

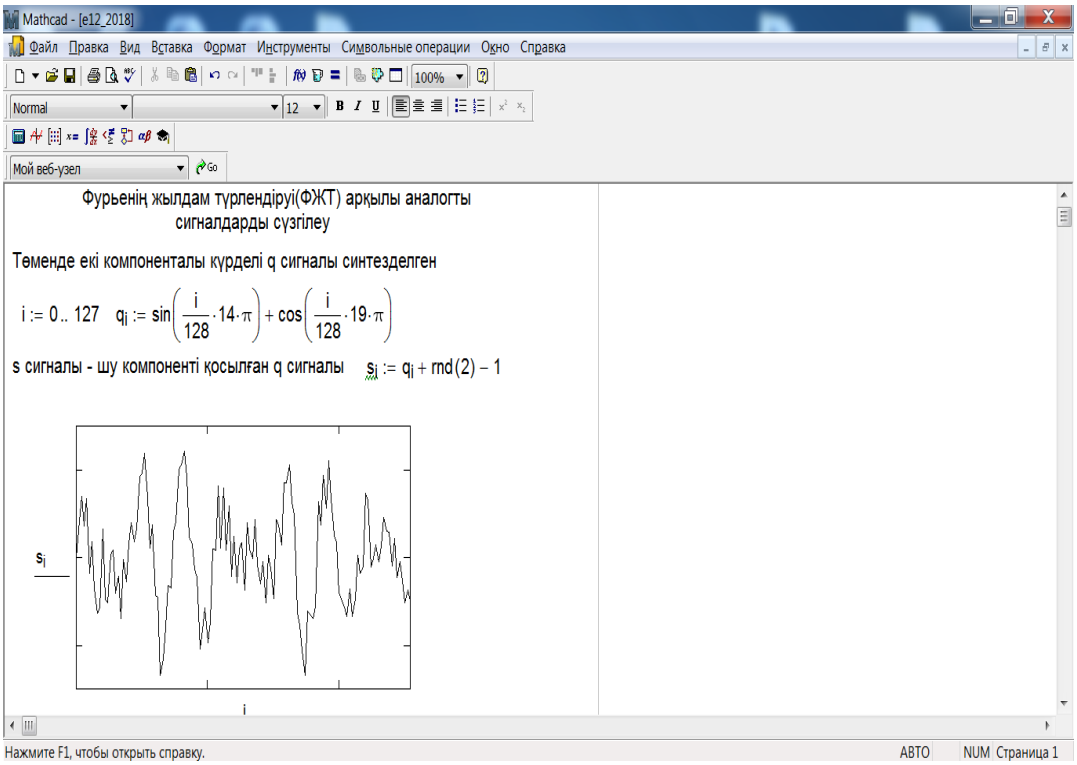
$$A(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} y(t) \cdot w(t-b) \cdot e^{-i\omega t} dt.$$

Мұнда Фурье интегралынан айырмашылығы, интеграл белгісінің астындағы $y(t)$ функциясы қосымша *w(t-b)* терезелі функцияға көбейтіледі. Терезенің параметрі *b* оның уақыт осіндегі жылжуын береді. Әдетте толық терезе аймағында *b* параметрдің бірқатар фиксирленген мәндері беріледі. Мы-

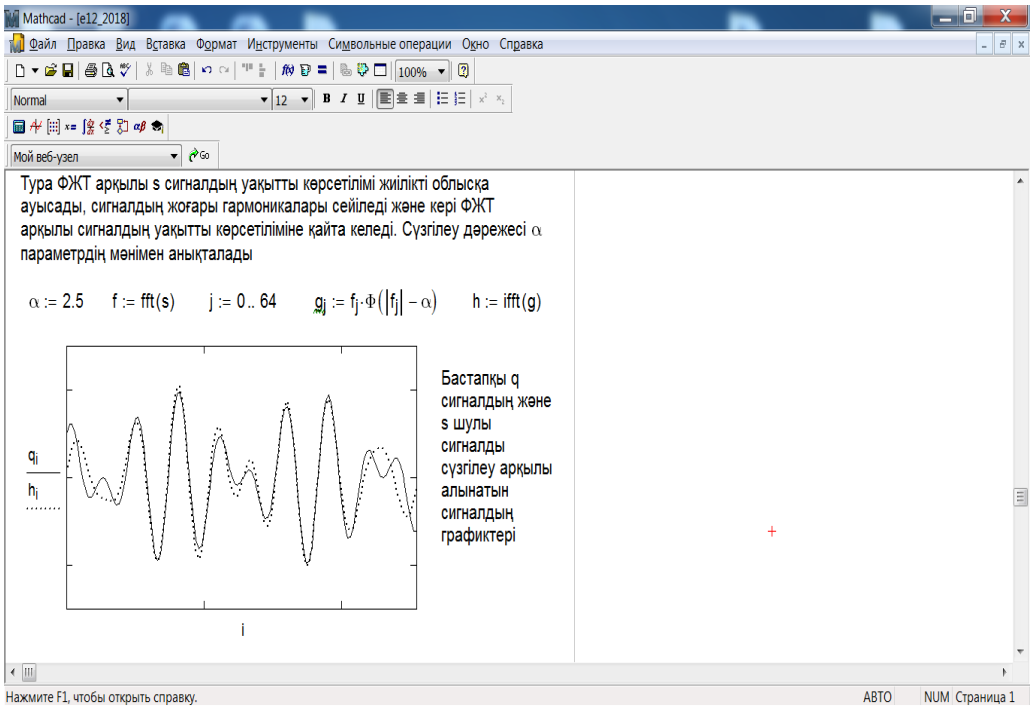
салы, қарапайым тікбұрышты терезе үшін, *w(t-b)* функциясы терезе аралығында 1-ді береді, ал терезеден тыс 0-ді береді. Сонымен бірге әр терезе үшін жиілікті аймақта сигналдың кешенді амплитудаларының жинағын аламыз.

Егер де Фурьенің терезелік түрлендіруі бізге сигналдардың жиілікті-уақытты көрсетілімін берсе, онда оларға тек шектелуі жеткілікті. Бірақ, дегенмен де бұл қарапайым мәселе емес. Ол Гейзенбергтің анықталмаған белгілі қағидасына келіп тіреледі. Оған сәйкес бір уақытта жоғары жиілікті және жоғары уақытты ажыратулар алу мүмкін емес. Уақыт бойынша ені кіші терезені таңдап, жоғары уақытты, бірақ төмен жиілікті ажыратуларды аламыз. Ал уақыт бойынша ені үлкен терезені таңдап, жиілік боынша жақсы, ал уақыт бойынша нашар ажыратуларды аламыз.Терезелік түрлендіру ені бірдей терезелермен жұмыс жасайды, сондықтан бұл қарама-қайшылық ол үшін шешілмейді. Ал қазір Фурьенің терезелі түрлендіруінің тағы бір басты кемшілігін талдап кетеміз – оның ішінде сол күйі дара базисті функция қолданылады – бұл барлық алдыңғы көрсетілген жетіспеушіліктерімен бірге синусоида. Mathcad-тың, өкінішке орай, өзінің ішінде Фурьенің терезелі түрлендіруін жүргізу үшін ешқандай да амалдары жоқ. Бірақ бұл амалдар Signal Processing кеңейтілу құжаттарында бар.

Жалпы жағдайда сигналды сүзгілеу дегеніміз-бұл бөгет болып тұрған сигналдары бар (көбінесе шуы бар) қоспадан пайдалы сигналдарды бөліп алу деп түсінеміз. Сүзгілеудің ең кең тараған түрі-жиілікті сүзгілеу. Егер де пайдалы сигнал алып жатқан жиілік аймағы белгілі болса, онда тек сол аймақты бөліп алып, шуы бар аймақты тежеу ғана жеткілікті. Mathcad құжатының бастапқы фрагменті 2-суретте көрсетілген, ол Фурьенің жылдам түрлендіруін (ФЖТ) қолдана отырып сүзгілеу техникасын бейнелейді. Құжат басында екі жиілікті сигнал синтезеделеді, ол q векторының 128 есептеулерімен көрсетіледі. Кездейсоқ сандардың генераторының көмегімен [8-10] бұл сигналға шу қосылады, нәтижеде 128 есептеулерден құралған шуы бар сигналдан s векторы түзіледі. Тура ФЖТ қолдану арқылы шуы бар сигнал уақыт аймағынан жиілікті аймаққа түрленеді, бұл 64 жиілікті құрастырушылардан тұратын f векторын құрайды. Кейін сүзгілеуші түрлендірулер орындалады, олардың тиімділігі α сүзгілеу параметрімен бағаланады. Сүзгіленген сигнал (g векторы) қайта кері ФЖТ ұшырайды, оның нәтижесінде шығатын сигналдардан h векторы құрылады. Құжаттың соңында (3-сурет) бастапқы және шығатын сигналдардың уақытқа тәуелділіктері салыстырылады. Дегенмен де олардың арасында абсолютті ұқсастық жоқ, көрініп тұрғандай шығып тұрған сигнал кіріп жатқан сигналды қайталайды және айтарлықтай мөлшерде жоғарғы жиілікті шудың ауытқуларын жояды, ал пайдалы сигналды бүркемелейді.

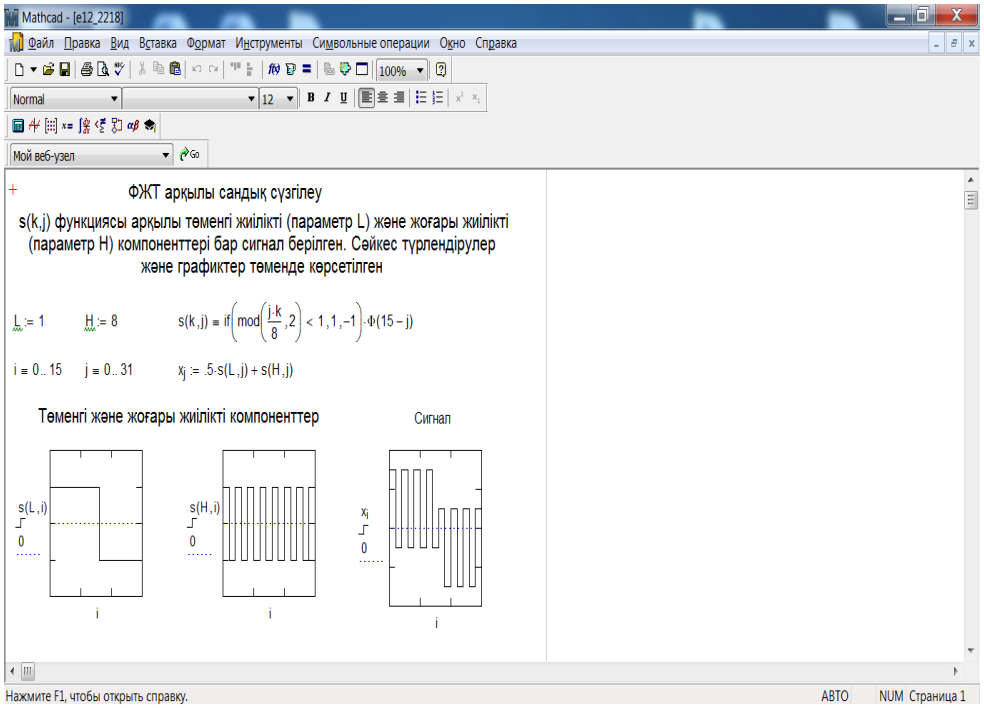



**2-сурет.** Фурьенің жылдам түрлендіруін (ФЖТ) қолдана отырып аналогты сигналдарды сүзгілеу (құжаттың басы)

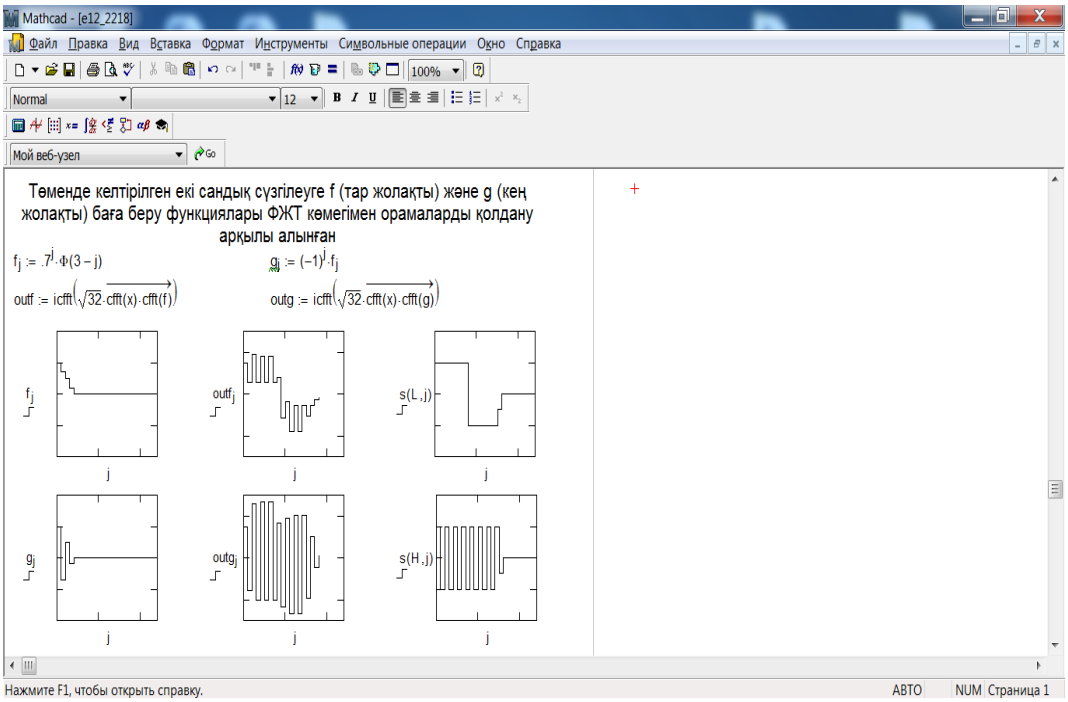



**3-сурет.** Фурьенің жылдам түрлендіруін қолдана отырып аналогты сигналдарды сүзгілеу (құжаттың соңы)

Осы мысалда іске асырылған алгоритмдер тәжірибеде кеңінен қолданыс тапты. Олар аналогты сигналдарға арналған сүзгілерді құру негізінде жатыр. Әдетте аналогты сүзгіштерді іске асыру аппаратурасы аса күрделі. Оларда қолайсыз және технологиялық емес тербеліс контурлары немесе интегралды операционды күшейткіштері бар RC-тізбегі қолданылады, сондықтан да сүзгілеуші қондырғылардың жаңа кластары–сандық сүзгілеу қарқынды дамуда [11-15]. Онда сандық логикалық схемалар қолданылады, оның интеграция деңгейі жоғары және сигналдарды өңдеуде сандық әдістер қолданылады. Mathcad құжатының бастапқы бөлігі 4-суретте көрсетілген, бұл жерде s[k, j] функциясының сандық қондырғылары көмегімен іске асырылатын сандық сүзгілеу алгоритмдерін орындауды түсіндіреді.

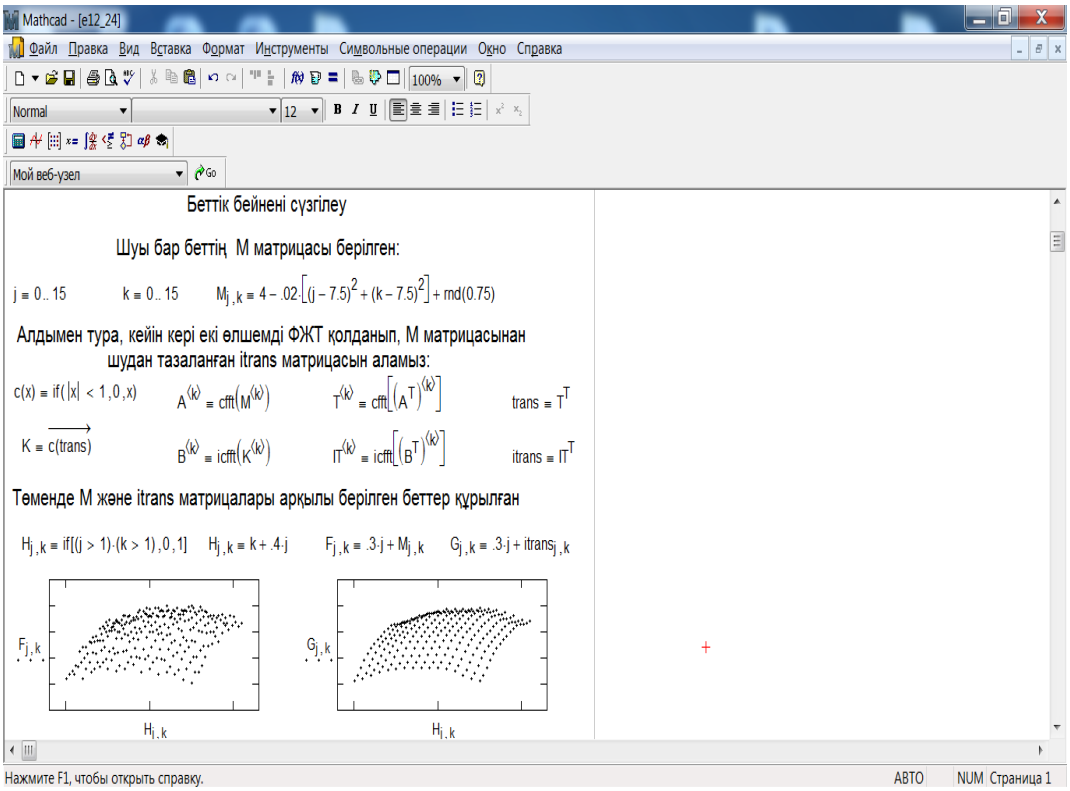



**4-сурет.** Сандық сүзгілеуді іске асыру (құжат басы)




**5-сурет.** Сандық сүзгілеуді іске асыру (құжат соңы)

Оны анықтап болған соң, сандық сигнал синтезделеді, оның құлама түріндегі төмен жиілікті компоненті және меандр түріндегі жоғары жиілікті компоненті бар. Құжат соңында (5-суретте) сүзгілейтін амалды іске асыру көрсетілген – кең жолақты және тар жолақты екі сүзгіш түрлері үшін орамалар берілген. Ескеріп кетейік, бұл мысалда шу фонында сигналды сүзгілеу туралы айтылып жатқан жоқ, сандық сүзгіштер арқылы күрделі құрама сигналдардың өтуі туралы айтылып жатыр. Құжат соңындағы графиктер бұрмаланған сигналдардың сипаттамасын бейнелейді.




**6-сурет.** Кеңістіктегі бейнені сүзгілеу

Осы уақытқа дейін бір өлшемді ФЖТ қолдану туралы мысалдар жүргізілді. Сонымен қатар екі өлшемді Фурье түрлендіруі де мүмкін, ол күрделірек тапсырмаларды шешуге мүмкіндік береді. Бейнелерді күрделі өңдеуге қатысты типтік тапсырмаларды қарастырамыз [16-20]. Mathcad 2001i/ll жүйесі екі өлшемді ФЖТ іске асырады, егер де ФЖТ амалдарында векторды емес, матрицаны қолданатын болсақ. Дегенмен де Mathcad-тың алғашқы версияларында мұндай мүмкіндіктер жоқ, сондықтан да екі өлшемді ФЖТ бір өлшемді ФЖТ функцияларын қолдана отырып көрнекті түрде іске асырылады, олар шумен бұрмаланған бет матрицасының бағаналары мен қатарларына қолданылады. 6-суретте бетті сүзгілеуді осындай ФЖТ көмегімен іске асыратын Mathcad құжатының бір бөлігі көрсетілген. Құжат басында әр нүктенің кездейсоқ ауытқуларымен М бет матрицасы құрылады. Төменгі сол жақта осы бет құрылған. Ол дақ тәрізді, мұнда беттің жапы контуры елес береді. Онда нүктелердің орналасу реті мүлдем байқалмайды. Құжаттың орташа бөлігінде сүзгілеудің математикалық аппаратын іске қосу көрсетілген. Оң жақтағы графиктің төменгі жағында сүзгілеу нәтижесі бейнеленген. Онда беттің жалпы түрі ғана анық көрсетіліп тұрған жоқ, сонымен бірге орналасқан нүктелердің айқын реттелуі көрініп тұр. Бұл сүзгілеудің нәтижесі. Бұл жерде беттің графигі бетті салуда Mathcad жүйесінің стандартты тәсілдерін қолданбай-ақ алынғанын ескеру тиімді. Сондықтан да қандай да бір өңдеусіз жүйенің бастапқы версияларында да қолдануға болады.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Никольский С.М. Курс математического анализа. -М.:Физматлит, 2001.-592с.

[2] Дьяконов В. Компьютерная математика. Теория и практика. М: Горячая линия - Телеком, 2001. .- 115с.

[3] Дьяконов В.П. Энциклопедия Mathcad 2001i и Mathcad 11. - М.: СОЛОН-Пресс, 2004. - 832с.

[4] Ракитин В.И. Руководство по методам вычислений и приложения Mathcad. –М.: Физматлит, 2005.- 264 с.

[5] Макаров Е. Инженерные расчеты в Mathcad. Учебный курс. - СПб. : Питер, 2005. - 448 с.

[6] Brent Maxfield. Engineering with Mathcad: Using Mathcad to Create and Organize your Engineering Calculations. - Butterworth-Heinemann, 2006 . – 512p.

[7] Охорзин, В. А. Компьютерное моделирование в системе Mathcad / В.А. Охорзин. - М.: Финансы и статистика, 2006. - 144 с.

[8] Philip Pritchard. Mathcad: A Tool for Engineering Problem Solving. -McGraw-Hill Companies,Incorporated, 2007. – 224p.

[9] Охорзин, В. А. Прикладная математика в системе Mathcad / В.А. Охорзин. - М.: Лань, 2009. -352с.

[10] Maxfield B. Essential Mathcad for Engineering, Science, and Math ISE, 2nd -2009. - 528p.

[11] Нефёдов В.И. Основы радиоэлектроники. — М.: Высшая школа, 2000, 399с.

[12] Васильев К.К. Методы обработки сигналов: Учебное пособие. – Ульяновск: УлГТУ, 2001. – 80с.

[13] Дьяконов В.П., Максимчук А.А., Ремнев А.М., Смердов В.Ю. Энциклопедия устройств на полевых транзисторах. -М.: Солон-Р,2002.-523с.

[14] Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. – М.: Изд. Дом «Вильямс», 2003. – 1104с.

[15] Каганов В.И. Радиотехнические цепи и сигналы. Компьютеризированный курс: Учебное пособие. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2005. – 432с.

[16] Глушков В.А., Нестеренко А.Г., Попов Н.А. Телекоммуникационные системы. Учебное пособие. Часть 1. Аналоговые и цифровые сигналы. – Ульяновск: УВВИУС, 2007. – 131с.

[17] Глушков В.А., Нестеренко А.Г. Теория электрической связи. Часть1. Дискретные сигналы. Учебное пособие. Ульяновск: УФВУС, 2003. – 96с.

[18] Глушков В.А., Нестеренко А.Г., Попов Н.А. Теория электрической связи. Учебное пособие. Часть 2. Помехоустойчивость. – Ульяновск: УВВИУС, 2007. – 78с.

[19] Gingl Z., Makra P., Vajtai R. High signal-to-noise ratio gain by stochastic rezo-nanse in a double well. Fluctuation fnd Noise Lett., 2001,v.l, No.3,p. L181-L188.

[20] Makra P., Gingl Z., Fulei T. Signal-to-noise ratio gain in stochastic resonators driven by coloured noises. Fhys. Lett., 2003, v.317, No.3-4, p. L228-L232.

Нысанов Е.А., Куракбаева С.Д., Абдуалиева С.А., Алтынбеков Ш.Е.

**Спектральный анализ и синтез сигналов на компьютере**

**Резюме.** В статье рассматриваются методы спектрального анализа и синтеза сигналов в системе компьютерной математики Mathcad. Явлений в науке и технике, природе выделяются своими сигналами, т.е. характеристиками. Полноценная и разноообразная обработка характеристик явлений, т.е. сложных сигналов в различных областях невозможно без современных компьютерных технологий и методов моделирования. Поэтому обработка сигналов с применением системы компьютерной математики является одним из актуальных вопросов. Анализированы особенности использования преобразования Фурье при спектральном анализе и синтезе сигналов. Указаны ряд недостатков представления преобразованием Фурье произвольных сигналов. Сделан анализ решения

проблемы спектрального анализа и синтеза сигналов, ограниченных во времени переходом к оконному преобразованию Фурье. Методы фильтрации шумовых сигналов наглядно показаны в примерах. В частности, показана техника фильтрации с использованием быстрого преобразования Фурье (прямое и обратное) для подавления шумов в сигналах. Для фильтрации поверхностных сигналов в пространстве использовано двумерное преобразование Фурье. Для наглядности использованы возможности компьютерных графиков.

**Ключевые слова:** Mathcad, спектральный анализ, синтез сигнала, фильтрация сигнала, шумовой сигнал, оконное преобразование Фурье, быстрое преобразование Фурье, прямое и обратное преобразование Фурье.

УДК 681.542.6:622.78

**N. Toktassynova, B. Suleimenov, L. Boleeva**
(Institute of Information and Telecommunication Technologies, Satpaev University, Almaty, Kazakhstan.
E-mail: nigina_1992_02_07@mail.ru)

## BASIC TRENDS OF THE SINTERING PROCESS MODELING

**Abstract.** A mathematical model of the sintering process is a non-linear, dynamic model that includes heat transfer phenomena, changes in mass and moment. The tasks of building process models are divided into studies of changes in the sinter, its qualitative and quantitative characteristics, the prediction of product parameters and the modeling of changes to assess the effectiveness of the process. This paper presents the results of the work analysis over the past decades, in order to determine the main directions and new technologies in the sinter field.

**Key words**: sintering process, modern research, Ergun equation, heat transfer, coke content.

**Н. Токтасынова[1], Б. Сулейменов[1], Л. Болеева[2]**
([1]Сатпаев Университет, Алматы, Республика Казахстан,
[2]Таразский государственный университет им. М.Х.Дулати
E-mail: nigina_1992_02_07@mail.ru)

## ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ АГЛОМЕРАЦИОННОГО ПРОЦЕССА

**Аннотация.** Математическая модель процесса агломерации представляет собой нелинейную, динамическую модель, включающую в себя явления теплопередачи, изменения масс и момента. Задачи построения моделей процесса подразделяются на исследования изменений агломерата, его качественных и количественных характеристик, прогнозирование параметров продукта и моделирование изменений для оценки эффективности процесса. В данной работе представлены результаты анализа работ за последние десятилетия, с целью определить основные направления и новые технологии в области агломерации.

**Ключевые слова:** агломерационный процесс, современные исследования, уравнение Эргуна, теплопередача, содержание кокса.

**Введение**. Агломерационный процесс представляет собой сложный термо-химический процесс, включающий в себя большое количество химических реакций и термодинамических превращений. Балансовые уравнения теплопередачи, изменения масс и уравнения моментов тесно связаны с химическими реакциями, протекающими при агломерации [i, ii, iii], что значительно повышает сложность анализа процесса. Процесс спекания начинается с горения топлива (кокс) в верхней части агломерационного пирога, затем слой за слоем тепло передается на нижние слои. Влияние химических реакций и фазовых превращений на конечное качество агломерата зависит не только от изменений теплового фронта, но и модификации местного состава газа и начальных температур плавления смеси сырья, которое в свою очередь также различно. Исходная шихта включает в себя руду, кокс, возврат и другие составляющие. Конечные свойства агломерата сильно зависят от термического цикла, исходного химического состава сырья и теплофизических свойств, возникающих при спекании.

Для улучшения процесса агломерации – повышении производительности, исследовании влияния различных компонентов на качество, при моделирование процесса можно использовать 2 подхода: эмпирический – через лабораторные испытания, что является трудозатратным и энергоемким процессом, и аналитический – используя математическое моделирование. Постоянное развитие методов анализа, совершенствования математических методов решений, а также определение новых законов, протекающих при спекании дают возможность построения более точных математических моделей агломера-

ции, глубокого исследования процессов и проверки гипотез для улучшения качества конечного продукта. Математическая модель, которая отражает все важные факторы, является мощным инструментом анализа и используется для определения важности различных факторов, влияющих на производство, то есть качество агломерата, скорость производства и требования к энергии.

**Анализ**. Существует множество математических моделей, описывающих процесс спекания, которые начали разрабатываться еще с 1950-х гг. Выделим основные характерные черты математических моделей агломерационного процесса:

1. Как и любые математические модели они подразделяются на одномерные, двумерные и трехмерные по отношению к размерности пространства. Примеры представлены в таблице 1. Одномерные модели посвящены рассмотрению изменения температуры по времени в определенной точке агломерата. Двумерные модели описывают процессы теплопередачи в зависимости от геометрических изменений шихты в ходе спекания. Модели трехмерного пространства также учитывают геометрические изменения гранул шихты, а также необходимы для анализа направления газового потока и расположения вакуум-камер на распределение температуры в пироге.

2. Процесс спекания сопровождается фазовыми превращениями: твердые, газообразные и жидкие. Наиболее развернутые и подробные модели используют все 3 агрегатных состояния, образуемых в процессе спекания, что значительно усложняет модель процесса и расчеты. Поэтому для упрощения модели, без сильного влияния на результат моделирования большинство исследователей используют модели теплообмена между твердым и газообразными средами.

3. Основным механизмом передачи тепла, рассматриваемым в ходе агломерационного процесса является конвекция, которая составляет основу теплопередачи при спекании. Некоторые работы включают в модель также теплопроводность и радиацию, но при этом делают вывод о малом эффекте данных видов теплопередачи на температуру внутри агломерата.

4. Основным уравнением движения газовой фазы или уравнением момента является уравнение Эргуна для пористых сред

$$\frac{\Delta p}{L} = \frac{150\mu u\left(1-\varepsilon\right)^2}{d^2\varepsilon^3} + \frac{1.75\rho u^2\left(1-\varepsilon\right)}{d\varepsilon^3},$$

где $\Delta p$ – падение давления, $L$ – высота шихты, $\mu$- вязкость, $\varepsilon$ – пористость, $\rho$ – плотность, $d$ – диаметр гранул, $u$ – скорость воздушного потока. При этом некоторые авторы используют различные модификации уравнения, касающиеся нахождения коэффициентов при слагаемом поверхностного трения и сопротивления, а также включают данные слагаемые в качестве определенных коэффициентов в уравнениях Дарси [**Ошибка! Закладка не определена.**] или Бринкмана [**Ошибка! Закладка не определена.**].

5. Любая математическая модель строится с определенной целью, в случае агломерационного процесса выделяются 2 основные группы: модели, описывающие процесс для прогнозирования температуры и модели, исследующие изменение определенных характеристик агломерата (выход продукции, качество) за счет различных изменений в структуре или управлении.

Второй тип моделей также разделяется по целям исследования. Ввиду того, что процесс является энергозатратным, одним из крупных направлений является определение влияния различного содержания топлива (кокса) на температуру в агломерате. Так, в работе [**Ошибка! Закладка не определена.**] проводится моделирование зоны плавления и температуры в слоях агломерата при различном содержании кокса от 3-4%. Работа [**Ошибка! Закладка не определена.**] посвящена определению оптимального соотношения кокса в двухслойном агломерате и определению толщины слоя для достижения высокого качества спекания с минимальным потреблением кокса. Эти соотношения определяются за счет применения генетического метода оптимизации, целевой функцией которого является получение высококачественного агломерата с минимальным количеством возврата. Также авторами даны результаты однослойной шихты, которые показывают низкое качество плавления на верхних уровнях агломерата и как следствие достижение 40% возврата. Статья [**Ошибка! Закладка не определена.**] также исследует изменение температуры и зоны плавления в зависимости от содержании кокса от 3.4-4.2%, а также изменения скорости воздуха от 0.26-0.52 м/с. При этом исследования проводятся как на реальной установке, так и проверяются на модели.

Таблица 1. **Сравнительный анализ различных моделей агломерации**

| Лит. | Цель | Тип | Фазы | Виды теплообмена | Горение кокса | Химические реакции | Ур-е газового потока | Конденсация и испарение | Пористость | Результат |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| [*] | Моделирование структурных изменений агломерата | 1-D | Твердое, газовое | конвекция | $C + O_2 \rightarrow CO_2$ | Декомпозиция $CaCO_3$ | Не известно | Скорость испарения как зависимость от диаметра частицы | Изменение радиуса частиц за счет горения | Исследование влияния содержания кокса и температуры плавления на структуру агломерата |
| [**] | Моделирование процесса агломерации с фокусом на скорость теплового фронта через слой | 1-D | Твердое, газовое | Конвекция, Теплопроводность | $(1+\varphi)C + \left(1+\frac{\varphi}{2}\right)O_2 \rightarrow \varphi CO + CO_2$<br>$CO + 1/2O_2 \rightarrow CO_2$ | Декомпозиция $CaCO_3$, $FeCO_3$, $MgCO_3$, $MnCO_3$ Уравнение Аррениуса. Уравнение нелинейной регрессии для CaO и $Ca(OH)_2$ | Модифицированное уравнение Эргуна | Уравнение температуры испарения в зависимости от давления | Через модель усадки частиц | Определены наиболее чувствительные параметры процесса |
| [***] | Моделирование процесса в многослойной твердой фазе, с учетом пористости и усадки при геометрических изменениях | 1-D | Несколько твердых, газовое | Конвекция, Теплопроводность, радиация | $CO + 1/2O_2 \rightarrow CO_2$<br>$C + 1/2O_2 \rightarrow CO$ | Декомпозиция $CaCO_3$ | Скорость входного воздуха - функция времени – полином 2 порядка. Падение давления не учитывается | Через реакции твердой-газовой фаз | Геометрические изменения в агломерате связанные с реакциями между твердым и газом | Анализ влияния 3 различных содержаний кокса на температуру агломерата и состав газа |
| [**] | Модель изменения в структуре агломерата: соотношение пор, минералогический состав, качество агломерата | 3-D | Твердое, газовое, жидкое | Конвекция, Теплопроводность Уравнение Ранз-Маршалла для теплообмена между 2 фазами и Кунди-Смита – для теплопроводности | $C+O_2 \rightarrow CO_2$ | Декомпозиция $CaCO_3$ $MgCO_3$, $Fe_2CO_3$ | Уравнение Эргуна | $H_2O(l) \rightleftarrows H_2O(g)$ | Изменение пористости представлено через псевдо частицы, которые исчезают через уравнения выпоризации, горения и декарбонизации | Рассмотрение изменений в качестве агломерата и производительности за счет установки тарелки газового потока |

| [*] | Определение оптимальной структуры 2 уровневого уровневого процесса – содержание кокса на каждом уровне и определение толщины слоя | 2-D | Твердое, газовое | Конвекция согласно уравнению Кузи-Сухуми | $C+O_2 \rightarrow CO_2$<br>$2C + O_2 \rightarrow 2CO$<br>$C+CO_2 \rightarrow 2CO$ | Декомпозиция $CaCO_3$<br>$Fe_2O_3$ | Уравнение Эргуна | $H_2O(l) \Rightarrow H_2O(g)$<br>$H_2+1/2O_2 \Rightarrow H_2O$ | Не рассматривается | Получение высококачественного агломерата с минимальным возврата за счет генетического метода оптимизации с минимальным коксом |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| [**] | Разработка симулятора агломерации влажных железных руд | 2-D | Твердое, газовое | Не известно | $C+O_2 \rightarrow CO_2$ | Декомпозиция $CaCO_3$ | Уравнение Эргуна | Не известно | Не рассматривается | Модель для анализа, оптимизации и контроля процесса. Модель прогнозирует температуру агломерата и газа, точки спекания |
| [***] | 3D модель для моделирования процессов в агломерате | 3-D | Твердое, газовое, жидкое | Конвекция, Теплопроводность, радиация | $C+O_2 \rightarrow CO_2$<br>$C + 1/2O_2 \rightarrow CO$<br>$C+CO_2 \rightarrow 2CO$<br>$C+H_2O = CO+H_2$ | Декомпозиция $CaCO_3$<br>$Fe_2O_3$ | Модифицированное уравнение Эргуна | $CO_2$ (g)+ $H_2$ (g)→$CO$(g)+ $H_2O$(g)<br>$H_2O(l) \leftrightarrow H_2O(g)$ | Рассмотрение объемной доли, диаметра частиц и размерного фактора | Демонстрация 3D поведения агломерационного фронта и распределения внутренней температуры |
| [****] | Разработка комплексной численной модели с рассмотрением основных процессов и видов теплообмена | 1-D | Твердое, газовое | Конвекция согласно уравнению Кузи-Сухуми, Теплопроводность, радиация | $2C + O_2 \rightarrow 2CO$<br>$2CO + O_2 \rightarrow 2CO_2$ | Декомпозиция $CaCO_3$, $CaMg(CO_3)_2$, окисление $Fe_3O_4$ | Уравнение импульса с исходным коэф. рассчитанным по модифицированному уравнению Эргуна, с коэф. сопротивления для разных зон | $H_2O(l) \leftrightarrow H_2O(g)$ | Является величиной постоянной | Разработанные результаты 1-D переходных моделей могут быть легко преобразованы в двумерное устойчивое представление процесса спекания на ленте |
| [*****] | Разработка модели агломерационного процесса с использованием эффектов влажности, конденсации и испарения | 1-D | Твердое, газовое | конвекция | Горение кокса | Не рассматривается | неизвестно | Балансовые уравнения изменения влаги, испарения, конденсации | Не рассматривается | Модель прогнозирует значения температуры в агломерате |

| [-] | Прогнозирование качества агломерата, включая химические характеристики и физическую прочность, производительность и потребление топлива | 1-D | Твердое, газовое | конвекция | $(1+\varphi)C+\left(1+\frac{\varphi}{2}\right)O_2 \rightarrow \varphi CO+CO_2$ | Декомпозиция $CaCO_3$, $MgCO_3$ | Уравнение Эргуна | $H_2O(l) \leftrightarrow H_2O(g)$ | Не рассматривается | Идентификация параметров модели с помощью оптимизации используя температурные измерения и самоорганизующуюся карту Кохонена |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| [-] | Улучшение эффективности агломерационного процесса через оптимизацию конфигурации проницаемости | 2-D | Твердое, газовое | конвекция | $C+O_2 \rightarrow CO_2$ | Декомпозиция $CaCO_3$, уравнение сульфатации | Уравнение Блейкмана, где коэффициенты проницаемости и форхеймера выражены через уравнение Эргуна | Разработано на основе измеренных значений скорости воздуха в шихте и зависит от вертикальных и горизонтальных плиок проницаемости | Рассмотрены 1 и 2 слойные горизонтальные и вертикальные плавки и их влияние на температуру в агломерате, остаток кокса и содержание влаги | |
| [-] | Определить влияние роста гранул на время агломерации и выход готовой продукции | 2-D | Твердое, газовое | Конвекция, Теплопро-водность, радиация | $(1+\varphi)C+\left(1+\frac{\varphi}{2}\right)O_2 \rightarrow \varphi CO+CO_2$<br>$CO+1/2O_2 \rightarrow CO_2$ | Декомпозиция $CaCO_3$ $Fe_2O_3$; окисление $Fe_3O_4$ | Уравнение Навье –Стокса, где падение давления описывается законом Дарси и подчиняется уравнению Эргуна в пористой среде | Модель Патанкара для прогнозирования испарения $CO_2$ (g)+ $H_2$ (g)↔$CO$(g)+ $H_2O$(g) | Эмпирическое уравнение Кастро | Увеличен выход агломерата и уменьшена толщина расплавленной зоны за счет увеличения размера исходной железной руды, что сокращает время агломерации и увеличивает продуктивность |

Изменение скорости потока (воздух, газ) также является параметром, влияющим на качество конечного пирога. Управление проницаемостью шихты исследовано в работе [**Ошибка! Закладка не определена.**], где для улучшение подачи воздуха для горения кокса промоделирована возможность внедрения дополнительных установок – вертикальных и горизонтальных планок, подающих воздух и естественно точечно влияющих на скорость потоков воздуха. Результаты модели представлены через изменение температуры, долю кокса в конечном агломерате и влажности, что позволяет судить о качестве агломерационного пирога. 3-х мерная модель [**Ошибка! Закладка не определена.**] показывает изменения в структуре агломерата: соотношение пор, минералогический состав, качество агломерата, а также дополнительно исследует влияние на данные показатели тарелки газового потока, расположенной параллельно над паллетой. Дополнительная установка позволила увеличить температуру в верхней части шихты.

При моделировании процесса спекания исследователями рассматривается диаметр частиц, соотношение пор и структурные изменения. Так, в статье [**Ошибка! Закладка не определена.**] определяется влияние роста гранул на время агломерации и выход готовой продукции. В результате моделирования, увеличение выхода агломерата и уменьшение толщины расплавленной зоны можно добиться за счет увеличения размера исходной железной руды, которая позволяет сократить время агломерации.

**Обсуждение**. Исходя из анализа современных исследований агломерационного процесса, представленных в таблице 1 можно сделать следующие выводы:

– все работы посвящены только спеканию железных руд, что непосредственно показывает необходимость разработки математических моделей и для других видов руд;

– результаты исследований сверены с лабораторными экспериментами, получаемые в «тестовом котелке», материал расположенный в котором проходит через те же этапы, что и материал на аглоленте. Поэтому результаты не учитывают влияния естественных внешних факторов, встречаемых непосредственно на заводе, что делает результаты, получаемые с помощью лабораторной установки идеальными. Это приводит к необходимости дополнительной проверки полученных математических моделей в заводских условиях;

– большинство моделей не учитывает влияние изменение пористости при спекании, которая является важной характеристикой процесса, влияющей на скорость движения газа в шихте;

– химические реакции, протекаемые в процессе, оказывают основное влияние на температуру шихты.

Таким образом, для построения адекватной модели необходимо провести полный анализ шихты: температура плавления и затвердевания, свойства компонентов, такие как плотность, теплоемкость, вязкость и другие, построить математическую модель изменения пористости агломерата и проверять данные на реальных объектах.

ЛИТЕРАТУРА

[1] M.J. Cumming, J.A. Thurlby. Developments in modeling and simulation of iron ore sintering // Ironmaking and Steelmaking. – 1990. – 17. – PP. 245-254.

[2] N.K. Nath, A.J. Silva, N. Chakraborti. Dynamic process modeling of iron ore sintering // Steel Research. – 1997. - 68. – PP. 285-292.

[3] N. Oyama, Y. Iwami, T. Yamamoto, S. Machida, T. Yguchi, H. Sato. Development of secondary-fuel injection technology for energy reduction in the iron ore sintering process // ISIJ International. – 2011. – 51. – PP. 913-921.

[4] M. V. Ramos, E. Kasai, J. Kano, T. Nakamura. Numerical simulation model of the iron ore sintering process directly describing the agglomeration phenomenon of granules in the packed bed // ISIJ Int. – 2000. – 40. – PP. 448-454.

[5] J. Mitterlehner, G. Loeffler, F. Winter, H. Hofbauer, H. Schmid, E. Zwittag, T. H. Buergler, O. Pammer, H. Stiasny, Modeling and Simulation of Heat Front Propagation in the Iron Ore Sintering Process // ISIJ International. – 2004. –Vol. 44. - №1. - PP. 11-20

[6] W. Yang, C. Ryu, S. M. Choi, E. S. Choi, D. Lee, W. Huh. Modeling of Combustion and Heat Transfer in an Iron Ore Sintering Bed with Considerations of Multiple Solid Phases // ISIJ Int. – 2004. – 44. – p. 492.

[7] H. Yamaoka, T. Kawaguchi. Development of a 3-D Sinter Process Mathematical Simulation Model // ISIJ International. – 2005. - Volume 45. - №4. - PP. 522-531.

[8] N. K. Nath, K. Mitra. Mathematical modeling and optimization of two-layer sintering process for sinter quality and fuel efficiency using genetic algorithm // Materials and Manufacturing Processes. – 20. - №3. - PP. 335-349.

[9] S. Majumder, P. V. Natekar, V. Runkana. Virtual indurator: A tool for simulation of induration of wet iron ore pellets on a moving grate // Computers and Chemical Engineering. – 2009. - 33. - PP. 1141–1152.

[10] J. A. de Castro, Y. Sazak, J.Yagi. Three Dimensional Mathematical Model of the Iron Ore Sintering Process Based on Multiphase Theory // Materials Research. – 2012. -15. - №6. – PP. 848-858.

[11] H. Zhou, J. P.Zhao, C. E. Loo, B. G. Ellis, K. F. Cen. Numerical Modeling of the Iron Ore Sintering Process // ISIJ International. – 2012. - Vol. 52. - №9. - PP. 1550–1558.

[12] S. Suman, B. K. Giri, G. G. Roy. Mathematical modelling of iron ore sintering process using genetic algorithm: effect of moisture evaporation and condensation on the temperature profile // Computer methods in materials science. -2013. - Vol. 13. - №1. - PP. 142-146.

[13] J. Muller, T.L. de Vries, B.A. Dippenaar, J.C. Vreugdenburg. Development of an iron ore sinter process model to predict sinter strand operating parameters using the finite difference method // Pyrometallurgical Modelling. – 2015. - PP. 61-78.

[14] Y. Kaymak, T. Hauck, M. Hillers. Iron Ore Sintering Process Model to Study Local Permeability Control // Excerpt from the Proceedings of the 2017 COMSOL Conference in Rotterdam. - PP. 1-7.

[15] B. Zhang, J. Zhou, M. Li. Prediction of Sinter Yield and Strength in Iron Ore Sintering Process by Numerical Simulation. // Applied Thermal Engineering. – 2017. - PP. 1-24.

Токтасынова Н., Сулейменов Б., Болеева Л.

**Агломерация процесін модельдеудің негізгі бағыттары**

**Түйіндеме.** Агломерация процессін моделдеу мәселесі жану кезінде, бастапқы шихтаның құрамының әрдайым өзгеруі кезінде өтетін физика-химиялық процесстердің күрделілігінде және шынайы процессте дәл нәтижелерді алудың қиындығында. Өз кезегінде процессті моделдеу эффективті басқару мәселесін шешуге және сапасы жоғарылау агломерат алуға мүмкіндік береді. Мақала агломерациялық процессті моделдеудегі заманауи бағыттарға қысқаша шолуға, осы берілген моделдердің ерекше сипаттамаларын бөлуге және оларды әр түрлі белгілері бойынша градациялауға арналған. Нәтижесінде, біріктіру процессінің моделін құрастыру үшін кеуектіліктің өзгеру моделін құраструды қосу, біріктіру кезінде өтетін негізгі химиялық реакцияларды анықтау және өндірістен алынған шынайы мәліметтер негізінде моделді барабарлыққа тексеру керек екендігі анықталды.

**Кілттік сөздер:** агломерациялық процесс, заманауи зерттеулер, Эргун теңдеуі, жылу тасымалдау, кокс құрамы.

Toktassynova N., Suleimenov B., Boleeva L.

**Basic trends of the sintering process modeling**

**Summary.** The problem of the sintering process modeling is the complexity of the physicochemical processes occurring during combustion, the constant change in the composition of the initial charge and the difficulty of obtaining accurate results in the production. The process modeling allows to solve the problems of efficient control and obtaining high quality sinter. The article is devoted to a brief review of modern trends in the sintering process modeling, highlighting the main characteristics of these models and their gradation according to various criteria. As a result, it was found that to build a sintering process model, it is necessary to include a model of porosity changes, determine the main chemical reactions occurring during sintering and verify the adequacy of the model based on actual data obtained from production.

**Key words**: sintering process, modern research, Ergun equation, heat transfer, coke content.

ӘОЖ 796.51:65

[1]**E.M.Imamadinov,** [1]**A.S.Muratov,** [1]**A.T.Kalbayeva,** [1]**S.D.Kurakbayeva,** [2]**A.T.Kalbayeva**
([1]South Kazakhstan State university named M.O.Auezov, Shymkent, Kazakhstan
[2]South Kazakhstan Pedagogical university, Shymkent, Kazakhstan)

## DEVELOPMENT OF PERSONNEL MANAGEMENT AND ACCOUNTING INFORMATION SUBSYSTEM OF THE ENTERPRISE

**Abstract:** This article considers topic of automation of personnel management and accounting, the main questions of personnel planning as a tool of aimed and effective work with personnel are considered, which is the main part of strategy and tactics of surviving and development of the enterprise in markets relations.

The activity of HR department is related to working and storing of high amount of information and documents. The huge documentation flow makes a work hard, decreases the efficiency of access to needed information and slows the formation of reports.

That's why there is need in automation of personnel information accounting process with following automation of working place of employees. Automation would allow reduce the time needed to search for right information and make documentation flow faster.

The result is development of subsystem that allows convenient storing and searching of personal information of employees, making documents on them, making reports on employees, making queries.

Usage of subsystem ‘Personnel management’ increased the efficiency of work, making a faster access to data, cutting the volume of information on paper.

**Key words:** automation, information system, personnel, personnel management, enterprise, software, automated control system

**[1]Е.М.Имамадинов, [1]А.С.Муратов, [1]А.Т.Калбаева, [1]С.Д.Куракбаева, [2]А.Т.Калбаева**
([1]М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті,
Шымкент, Қазақстан Республикасы, kalbaeva@mail.ru
[2]Оңтүстік Қазақстан педагогикалық университеті, Шымкент, Қазақстан Республикасы)

## КӘСІПОРЫН ПЕРСОНАЛЫН ЕСЕПКЕ АЛУ ЖӘНЕ БАСҚАРУДЫҢ АҚПАРАТТЫҚ ІШКІ ЖҮЙЕСІН ӨҢДЕУ

**Түйін:** Мақалада қызметкерлерді есепке алу мен басқаруды автоматтандыру мәселесі қарастырылады, кадрлық жоспарлаудың негізгі аспектілері, персоналмен мақсатты және тиімді жұмыс істеу құралы ретінде зерттелді, бұл нарықтық қарым-қатынас кезінде кәсіпорынның өмір сүру және даму стратегиясы мен тактикасының құрамдас бөлігі болып табылады.

Кадрлар бөлімі қызметі құжаттар мен үлкен көлемді ақпараттарды сақтау мен өңдеумен байланысты. Көлемді құжат айналым жұмысты қиындатады, қажетті ақпаратқа тиімді қол жетімділікті төмендетеді және есеп беруді құруды кідіртеді.

Осының әсерінен қызметкерлердің АЖО кезекті кадрлық ақпаратты есепке алу процесін автоматтандыру қажеттілігі туындайды. Автоматтандыру қажетті ақпаратты іздеуде уақытты үнемдейді, құжатайналымды жылдамдатады.

Жобаның нәтижесі қызметкерлердің жеке ақпаратын ыңғайлы сақтау мен іздестіруді, олар бойынша құжаттарды қалыптастыруды, кадрлар бойынша есептерді құруды, сұраныстарды орындауды қамтамасыз ететін ішкі жүйені әзірлеу болды.

«Персоналды басқару» ішкі жүйесін қолдану жұмыс тиімділігін жоғарылатты, мәліметтерге қол жетімділікті жылдамдатуға, ақпараттарды қағаз түрінде тасымалдау көлемін қысқартуға мүмкіндік берді.

**Кілттік сөздер:** автоматтандыру, ақпараттық жүйе, қызметкерлер, қызметкерлерді басқару, мекеме, бағдарламалық қамтамасыздандыру, автоматтандырылған басқару жүйесі.

Ақпараттық технологияның қарқынды дамуы, оларды адам өмірінің барлық ортасында ендіруі соңғы жылдары ақпаратты компьютерлік жүйеде өңдеу түсінігі лезде кеңейді. Бүгінгі күнде ақпараттық технологияны қолданбай өндірістік қызметті елестете алмайсың. Экономикалық дамуының саналы жаңа деңгейіне кәсіпорынның персоналды тиімді қолданусыз қол жеткізе алмайды [1-2].

Кадрлық менеджмент нарықтық қатынастағы шарттарда кәсіпорынның өрлеуінің маңызды факторларының бірі болып келеді. «Адамның ресурстарды» максималды қолдану және минималды салым кәсіпорынның бақталастық күресте жеңіп шығуына ықпалын тигізеді [3-4].

Кадрлар бөлімі әр бір кәсіпорында бар, ал бұл қызметтегі жетекшінің ролі өсуде. Ол заманауи кәсіпорын немесе фирманың негізгі жетекшілерінің бірі болып табылады [5].

Кадрлық жоспарлау мақсатты бағытталған құрал іспетті және персоналмен тиімді жұмыс стратегияның құрама бөлігі және нарықтық қарым-қатынаста кәсіпорынның өмір сүру тактикасы мен дамуы бойынша көбінесе кәсіпорын қызметкерлерінің нарықтық шарттар мен қызығушылығымен келісуіне тура келеді. Өндірістің дамуы оның кадрлық қамтамасын жоспарлауды көп қажет етеді [6-7].

«Адамның ресурстармен» басқару бойынша мамандар әлеуметтану, психология және құқық салалары бойынша білімнің кешенді жүйесіне ие, ол білім оларға заманауи нарықтық шарттарда қажетті кадрларды таңдауға және қуруға зор септігін тигізеді [8].

Кадрлар бөлімі қызметі құжаттар мен үлкен көлемді ақпараттарды сақтау мен өңдеумен байланысты. Көлемді құжат айналым жұмысты қиындатады, қажетті ақпаратқа тиімді қол жетімділікті төмендетеді және есеп беруді құруды кідіртеді [9].

Осының әсерінен қызметкерлердің АЖО кезекті кадрлық ақпаратты есепке алу процесін автоматтандыру қажеттілігі туындайды. Автоматтандыру қажетті ақпаратты іздеуде уақытты үнемдейді, құжатайналымды жылдамдатады [10].

Кадрлар бөлімінің қызметінің тиімділігі көбіне құрылған бағдарламалық өнімге байланысты. АЖО құруда маман қойылған есепті шешу үшін нақты бағдарлама құруға сүйену керек. Берілген талаптарды орындау программалық өнімді құруда шығынды азайтады және экономикалық тиімділікті жоғарлататын, күрделі есептеулерді қысқартатын сапалы жүйені құруға мүмкіндік береді [11-12].

Ақпаратты жинаудың технологиялық процесі бастапқы құжаттардан деректер базасына ақпарат енгізуді, мәндердің жол берілуін бақылауды, деректерді алдын ала енгізілген деректер бар анықтамалардан таңдау жолымен енгізуді қамтамасыз етуді көрсетеді. Кіріс ақпараты түсінігі – қажетті есепті шешуде және түрлі тасымалдаушыда орналасқан барлық ақпараттар: алғашқы құжаттар, машиналық тасымалдаушылар. Бұл мақсатта кіріс ақпаратының тізімі құрылады және кіріс ақпаратының әр түрінің реквизиттер құрамы, кіріс ақпаратының реквизитінің орналасуы, кіріс құжаттарының өрістерін сипаттау. Қызметкер жөнінде ақпаратты енгізуде және одан тікелей келіп түсетін негізгі құжаттар: қызметкерінің құжаты, әскери билеті, қызметкердің білімі жөнінде құжаттар, қызметкердің кітапшасы, қызметкер толтырған сауалнама [13].

Кіріс құжаттары МҚ- да сақталатын және есеп беруде кадрларды есепке алу процесіне қажетті ақпараттарды қамтиды [14-15].

Кіріс ақпараты төменде көрсетілген алғашқы құжаттардан шығады. Программа мәліметтерді енгізу және топтауды қамтамасыз ету керек:

1) Қызметкердің аты, жөні, тегі
2) Төл құжат мәліметтері
3) Білім деңгейі
4) Жалақысы
5) Қызметі
6) Мамандығы
7) Бөлімі
8) Бірлескен жұмысы
9) Мекен-жайы, сымтетігі

Нәтижелік ақпарат шығыс құжаттарында көрінеді және ол топтастырылған мәліметтерден тұрады, ол шығыс ақпаратты автоматты өңдеу нәтижесінде алынады [16-17]. Бұл мәліметтер есеп беру түрінде баспаға шығарылады. Нәтижелік ақпарат алдағы уақытта қолданылады:

1. Басқа есепті шешуде шығыс ақпараты түрінде
2. Түрлі жедел және стратегиялық шешімдерді қабылдауда
3. Сандық және сапалық көрсеткіштер түрінде;

Өйткені бұл жоба қызметкерлер бойынша бұйрықтарды сақтауды болжайды, онда қосымшада мәліметтер қорында бар ақпараттар негізінде бұйрықтардың баспалық түрін генерациялау қамтамасыз етілуі тиіс [18].

Бағдарлама мыналарға мүмкіндік беруі тиіс;

1. Келесі ақпараттарды қарап шығуға:

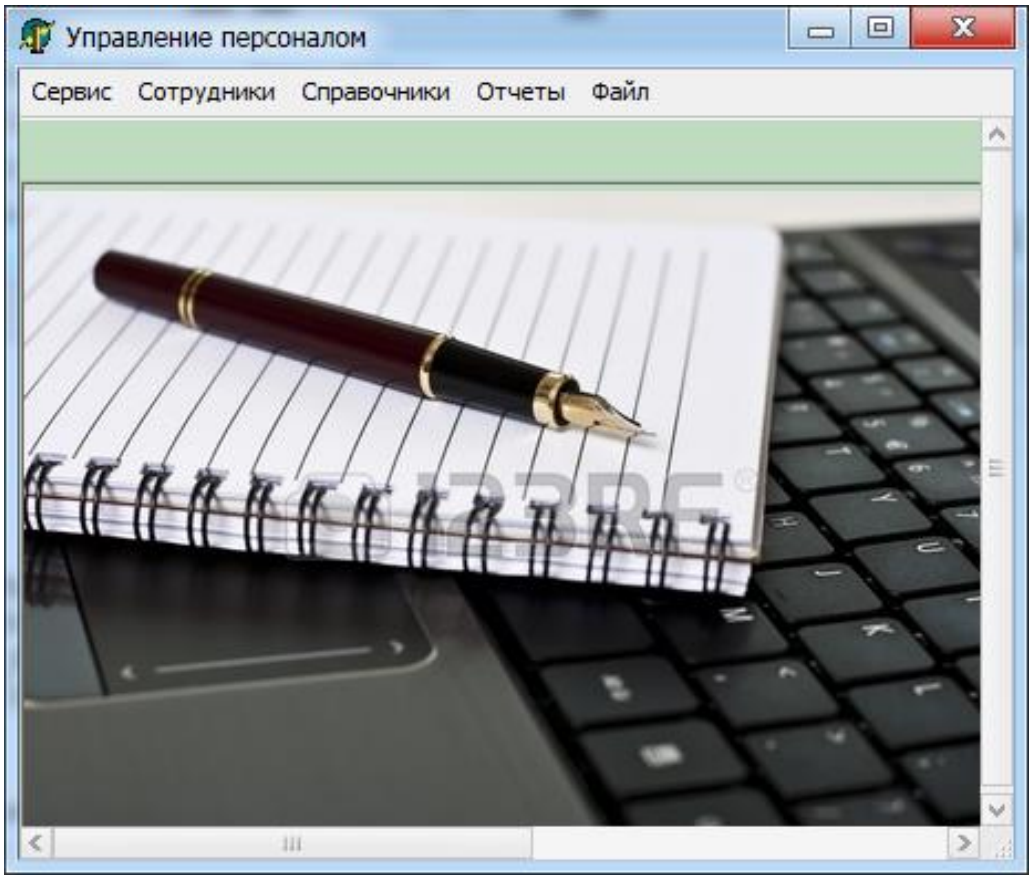
- Бөлімі;
- Қызметі;
- Білімі;
- Оқу орны;
- Мамандығы;
- Әскери атағы;
- Мұражай;
- Қызметкердің жеке картасы.

2. Есепті құру жіне баспаға шығаруды қамтамасыз ету:

- Қызметкерлер бойынша
- Қабылданған
- Жұмыстан босатылған
- Әскери есепке алу

Бұйрықтарды баспалы түрде генерациялаудан басқа «Қызметкерлерді басқару» жүйесі кәсіпорынның кадрлық құрамы бойынша есеп беруді құруды қарастырады. Шығыс құжаттарындағы ақпарат кәсіпорында кадрларды есепке алу процесінің нәтижесін көрсетеді.

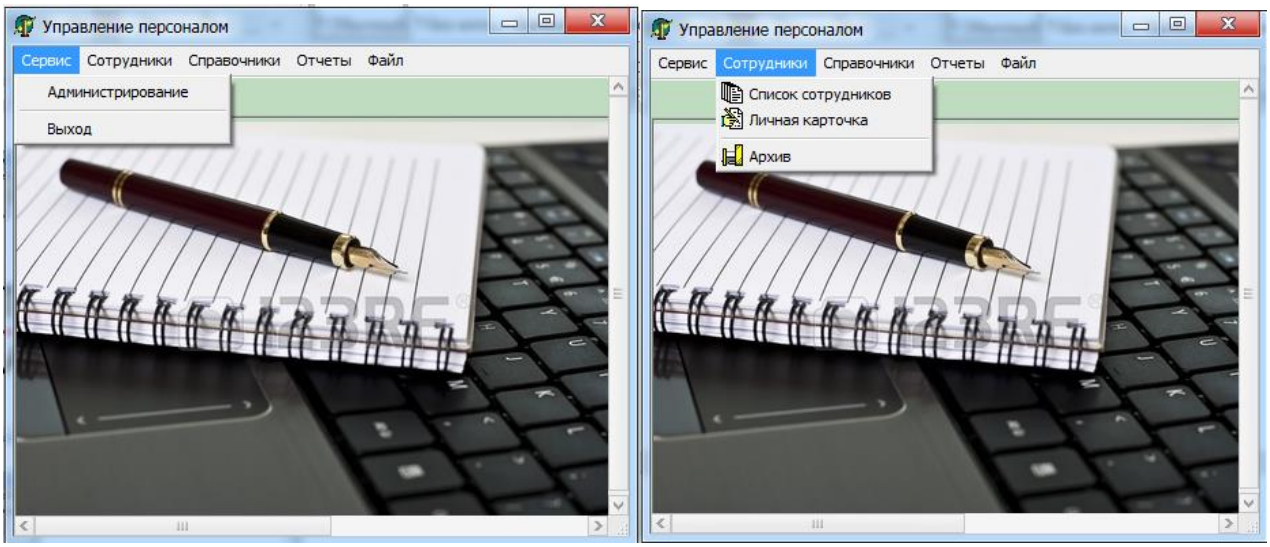
Кәсіпорын персоналын есепке алу және басқарудың ақпараттық ішкі жүйесін өңдеу технологиясы «Персоналды басқару» бағдарламалық қамтама мысалында Delphi 7 визуалды бағдарламалау ортасында қарастырылды. Пайдаланушы түсетін бірінші беті басты бет деп аталады (сурет 1), оның қарапайым және интуитивті түсінікті интерфейсі бар.



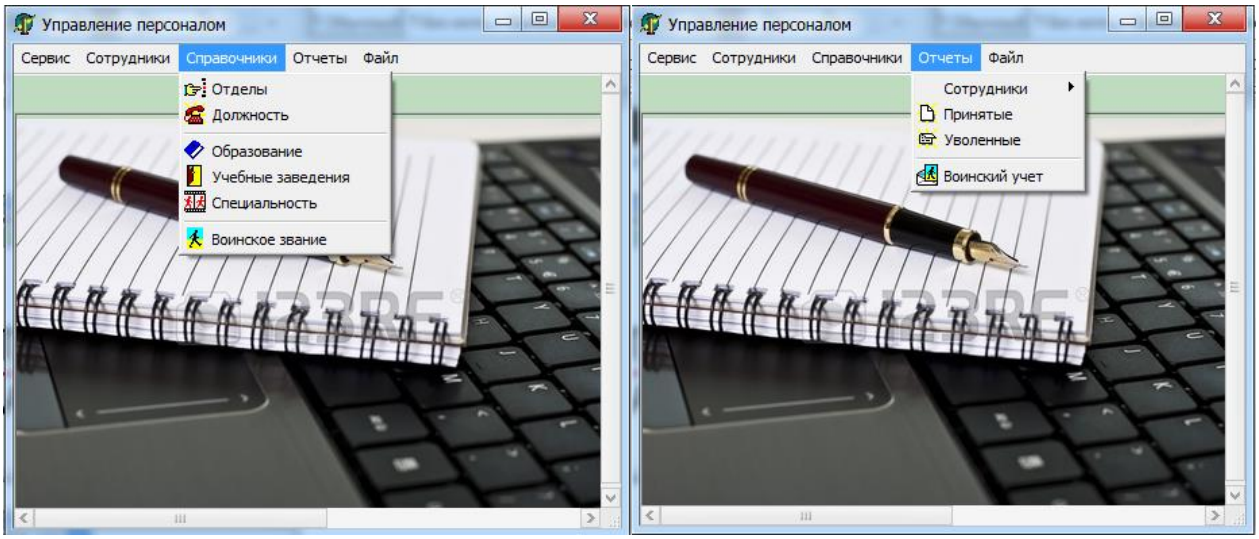

**Сурет 1.** Бағдарламаның бас терезесі

«Персоналды басқару» ішкі жүйесі бағдарламамен жұмыс істеу үшін келесі мәзірлерден тұрады (сурет 2-3):

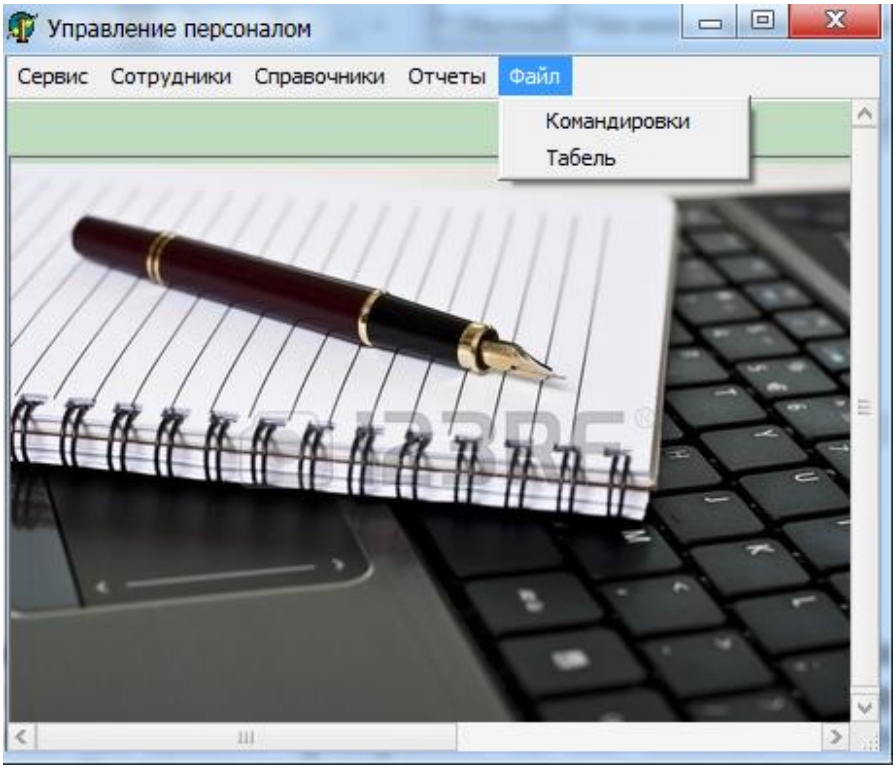
1. Сервис
2. Қызметкерлер-Сотрудники
3. Анықтамалар-Справочники
4. Есептер-Отчеты
5. Файл




**Сурет 2.** Бағдарламаның бас мәзірі

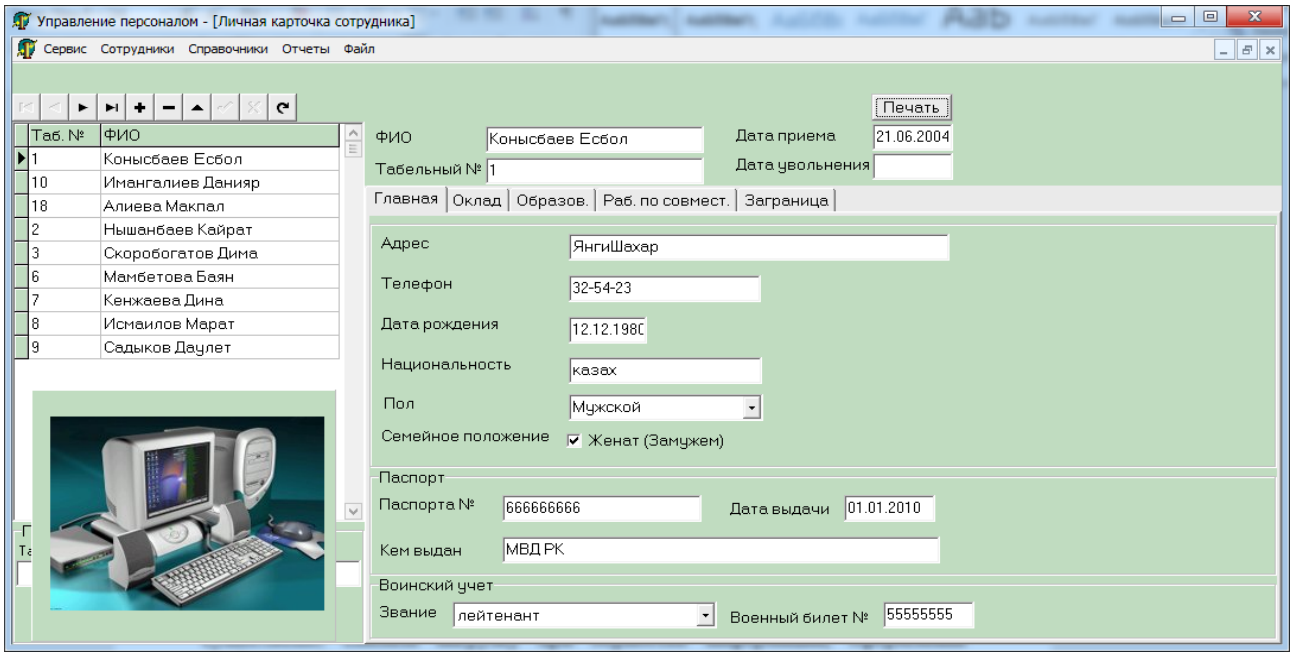



**Сурет 3.** Бағдарламаның бас мәзірі




**Сурет 4.** Бағдарламаның бас мәзірі

Жеке карта ішкі мәзірін қарастырамыз (сурет 5). Жеке картада қызметкердің 5 критериі бойынша мәліметтер толтырылады: Басты, Жалақысы, Білімі, Бірлескен жұмыс, шетел. Олардың біріншісі – Басты қарастырамыз. Мұнда қызметкер жөнінде келесі ақпараттар толтырылады: мекен-жайы, телефон, тұған күні, ұлты, жынысы, отбасылық жағдайы, жеке куәлік №, берілген уақытты, кіммен берілген, әскери есепке алуы, атағы, әскери билет №. Мұнда әскери есепке алу айтып кеткеніміздей әскери атағы анықтамасынан таңдалады.




**Сурет 5.** МҚ - Қызметкердің жеке картасы

Құрылған АЖО бұрыннан бар мәліметтер қорын ауыстырады және барлық талаптарға толығымен сәйкес келеді. Бағдарламаны қолдану артықшылығы әсіресе берілген кәсіпорын үшін жоғары, өйткені қызметкерлер саны өте жоғары. Қол жеткізген құжат айналымды автоматтандыруының арқасында кадрлар бөлімі қызметкерлерінің уақыты үнемделеді [19]. Құрылған бағдарлама ақпаратты өңдеуде, қажетті құжатты әрлеуде жүктемені төмендетті.

«Қызметкелерді басқару» бағдарламасы кадрлар бөлімінің құжат айналымын автоматтандырады. Бағдарлама ұйымның қызметкерлері жөнінде ақпаратпен, сондай-ақ МҚ ақпаратының негізінде кадрлық құжаттарды автоматты түрде құруда жылдам және тиімді жұмыс жасау үшін қызмет атқарады [20]. Бұл бағдарлама кадрлар бөлімінің типтік операцияларында жұмыстың тиімділігі мен жылдамдығын арттырады:

- кадрлық бұйрықтарды әрлеуде, штаттың кесте құруда;
- статистикалық есеп беруді құруда;
- қызметкердің жеке ісіндегі ақпаратты іздеуде.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Дрогобытский И.Н. Проектирование автоматизированных информационных систем: организация и управление. - М.: Финансы и статистика, 2012.-230с.

[2] Шуремов Е.Л. «Информационные технологии управления взаимоотношениями с клиентами». - М.:Фирма «1С», 2011.-218с.

[3] Хотяшов Э.Н. Проектирование машинной обработки экономической информации. - М.: Финансы и статистика, 2013.-197с.

[4] Вендров А.М. Проектирование программного обеспечения экономических информационных систем: Учебник. - М.: Финансы и статистика, 2010.-303с.

[5] Компьютерные технологии обработки информации: Учеб. Пособие /СВ. Назаров, В.И. Першиков и др. - М.: Финансы и статистика, 2011.-223с.

[6] Меньов А.В. Теоретичесие основы автоматизированного управления: Учеб. пособие. -- М.: МГУП, 2002. -- 176 с.

[7] Острейовский В.А. Автоматизированные информационные системы в экономике: Учеб. пособие. -- Ср т: СрГУ, 2000. -- 165 с.

[8] Андерсен Б. Бизнес-процессы. Инструменты совершенствования /Пер. с англ. С.В. Ариничева /Науч. ред. Ю.П. Адлер. - М.: РИА Стандарты и качество, 2013. -272 с.

[9] Баринов В.А., Харченко В.Л. Стратегический менеджмент: учебное пособие / В.А. Баринов - М.: ИНФРА-М, 2012. - 285 с.

[10] Репин В. Бизнес-процессы. Моделирование, внедрение, управление. - М.: Манн, Иванов и Фербер, 2013. -512 с.

[11] Titov V.I. Analysis and diagnosing of financial and commercial activity of enterprise: Reader – M.: Dashkov Co. Printing and trade corporation, 2005, 352p.

[12] Костоглодов Д.Д. Парамонов М.Ю.. Экономика коммерческого предприятия – Ростов-на-Дону: Ростовская государственная экономическая академия, 2013.

[13] Автоматизированные информационные технологии в экономике: Учебник / под ред. Трубилина И.Т. - М.: "Финансы и статистика", 2010, 131с.

[14] Смирнова Г.Н., Сорокин А.А., Тельнов Ю.Ф. Проектирование экономических информационных систем: Учебник для вузов. – М: Финансы и статистика, 2013. -185 с.

[15] Куперштейн В. Современные информационные технологии в делопроизводстве и управлении. - СПб.: БХВ-Санкт-Петербург, 2011, 54-55с.

[16] Козырев А.А. Информационные технологии в экономике и управлении: Учебник. - СПб.: Издательство Михайлова, 2010, 296 с.

[17] Sherement A.D. Complex analysis of economical activity – M.: INFRA – M, 2006, 415p.

[18] Schmarzo B. Big Data MBA: Driving Business Strategies with Data Science / B. Schmarzo. – Indianapolis : Wiley bleckwell, 2016. – 283 c.

[19] Kanakovskaya A.R. , Tarushkin A.B. Economical analysis : Reading and methodical manual. St – Pb: Herda –Print House -2003, 368p.

[20] Ложе И. Информационные системы. Методы и средства. - М.: Мир, 2004.

Имамадинов Е.М., Муратов А.С., Калбаева А.Т., Куракбаева С.Д., Калбаева А.Т.

**Разработка информационной подсистемы учета и управления персоналом предприятия**

**Резюме:** В статье рассматривается вопрос автоматизации учета и управления персоналом, изучены основные аспекты кадрового планирования, как инструмента целенаправленной и эффективной работы с персоналом, что является составной частью стратегии и тактики выживания и развития предприятия при рыночных взаимоотношениях.

Деятельность отдела кадров связана с переработкой и хранением большого количества информации и документов. Огромный документооборот затрудняет работу, снижает эффективность доступа к нужной информации и затормаживает формирование отчетности.

Из-за этого и возникает необходимость автоматизации процесса учета кадровой информации, с последующей автоматизацией рабочих мест сотрудников. Автоматизация позволит сократить время необходимое для поиска нужной информации, ускорить документооборот.

Результатом проекта стала разработка подсистемы, обеспечивающая удобное хранение и поиск личной информации сотрудников, формирование документов по ним, построение отчетов по кадрам, выполнение запросов.

Использование подсистемы "Управление персоналом" повысило эффективность работы, позволило ускорить доступ к данным, сократить объем информации на бумажных носителях.

**Ключевые слова:** автоматизация, информационная система, персонал, управление персоналом, предприятие, программное обеспечение, автоматизированная система управления

Imamadinov E.M., Muratov A.S., Kalbayeva A.T., Kurakbayeva S.D., Kalbayeva A.T.

**Development of personnel management and accounting information subsystem of the enterprise**

**Summary:** This article considers topic of automation of personnel management and accounting, the main questions of personnel planning as a tool of aimed and effective work with personnel are considered, which is the main part of strategy and tactics of surviving and development of the enterprise in markets relations.

The activity of HR department is related to working and storing of high amount of information and documents. The huge documentation flow makes a work hard, decreases the efficiency of access to needed information and slows the formation of reports.

That’s why there is need in automation of personnel information accounting process with following automation of working place of employees. Automation would allow reduce the time needed to search for right information and make documentation flow faster.

The result is development of subsystem that allows convenient storing and searching of personal information of employees, making documents on them, making reports on employees, making queries.

Usage of subsystem ‘Personnel management’ increased the efficiency of work, making a faster access to data, cutting the volume of information on paper.

**Key words:** automation, information system, personnel, personnel management, enterprise, software, automated control system

УДК 629.4.066

**[1]N. Suimenbayev, [1]G. Yermoldina, [1]Zh. Suimenbayeva, [2]A. Bapyshev, [1]S. Gusseinov, [2]A. Aden**
(LLP "INT-SAT Alatau"
Satpaev University, Almaty, Kazakhstan
E-mail: zbs115@mail.ru)

## STUDY OF THE SATELLITE COMMUNICATION CHANNEL IN THE SYSTEM OF MONITORING THE PARAMETERS OF THE MOVEMENT OF THE TRACTION ROLLING STOCK

**Abstract.** Considered satellites covering the territory of Kazakhstan, providing a satellite communication channel in the Ku band. The calculations of the link budget for the mobile antenna Raysat E-7000 and the domestic satellite KazSat-3 on the uplink and downlink are presented. Practical recommendations are given on the installation of a ground satellite station for receiving information on the motion parameters of the traction rolling stock.
**Key words:** satellite channel, communication, traction rolling stock, satellite, orbital-frequency resource.

**[1]Суйменбаев Н.Б., [1]Ермолдина Г.Т., [1]Суйменбаева Ж.Б., [2]Бапышев А.М., [1]Гусейнов С.Р., [2]Аден А.Е.**
([1] ТОО "ИНТ-САТ Алатау"
[2] Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, Алматы, Казахстан
E-mail: zbs115@mail.ru)

## ИССЛЕДОВАНИЕ СПУТНИКОВОГО КАНАЛА СВЯЗИ В СИСТЕМЕ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ ТЯГОВОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

**Аннотация**. Рассмотрены спутники, покрывающие территорию Казахстана, обеспечивающие спутниковый канал связи в Kuдиапазоне. Приводятся расчеты линии связи для подвижной антенны RaysatE-7000 и отечественного спутника KazSat-3 на линии «вверх» и «вниз». Даны практические рекомендации по установке приемной спутниковой станции для приема информации о параметрах движения ТПС.
**Ключевые слова:** спутниковый канал, связь, тяговый подвижный состав, спутник, орбитально-частотный ресурс.

Для обеспечения стабильного канала передачи данных необходимо определить телекоммуникационный спутник связи и произвести предварительный расчет линии связи. В данный момент территорию Казахстана покрывает следующие спутники: NSS-12, ISS-33e, Yamal 402, KazSat-3. Карты покрытия территории Казахстана представлены на рисунках 1-4 [1,2].

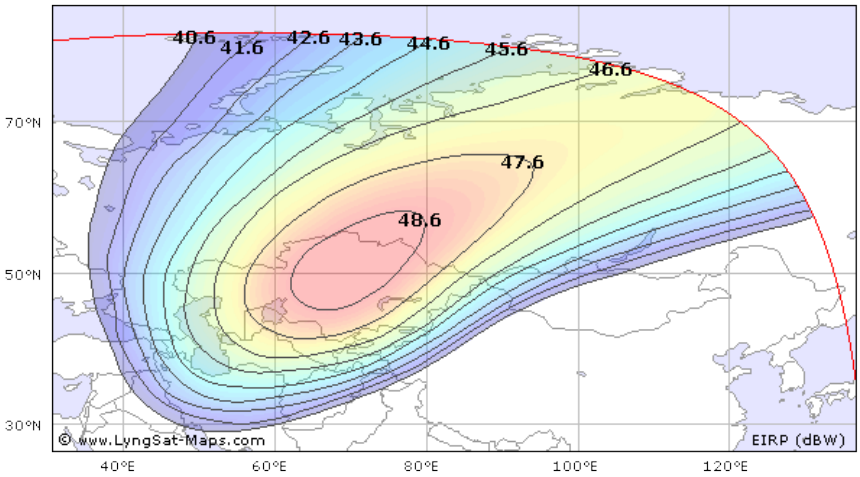



**Рис. 1.** Карта покрытия территории Казахстана спутником NSS-12

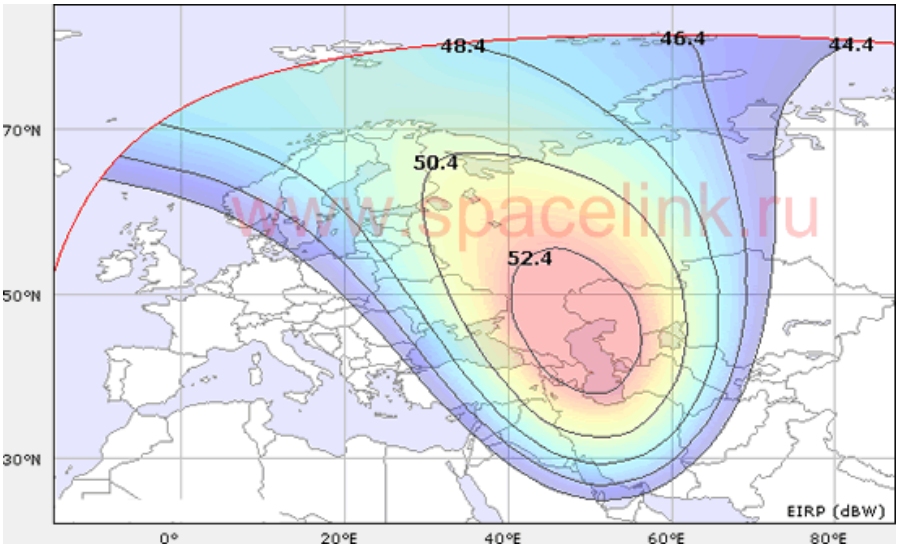



**Рис. 2.** Карта покрытия территории Казахстана спутником ISS-33e

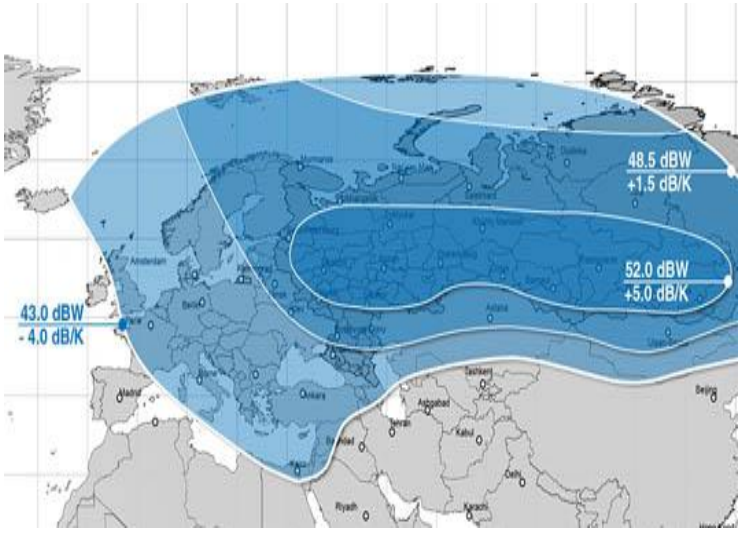



**Рис. 3.** Карта покрытия территории Казахстана спутником ISS-33e

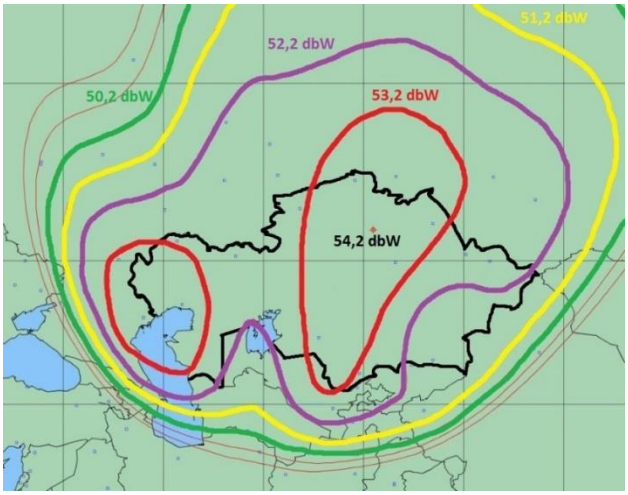



**Рис. 4.** Карта покрытия территории Казахстана спутником КазСат-3 [3]

Сравнительный частотный план спутников на линиях “вверх” и “вниз” представлены на рисунках 5 -6 [4,5].

Отечественный спутник КазСат-3 покрывает практически всю территорию Казахстана и обеспечивает непрерывную связь. Кроме того, значительно упрощается задача согласования орбитально-частотного ресурса.

Расчет линии связи для подвижной антенны Raysat E-7000 и приемной антенны 1.8 м приведен в таблице 1. В качестве исходных данных принят канал связи Алматы 1,8м — территория Казахстана 0,6м E-7000. Для оптимального расчета рассматривается худший случай по зоне покрытия на линии вверх при передачи с E7000 и на линии вниз при приеме на E7000. Используется транспондер D02 спутника KazSat-3.

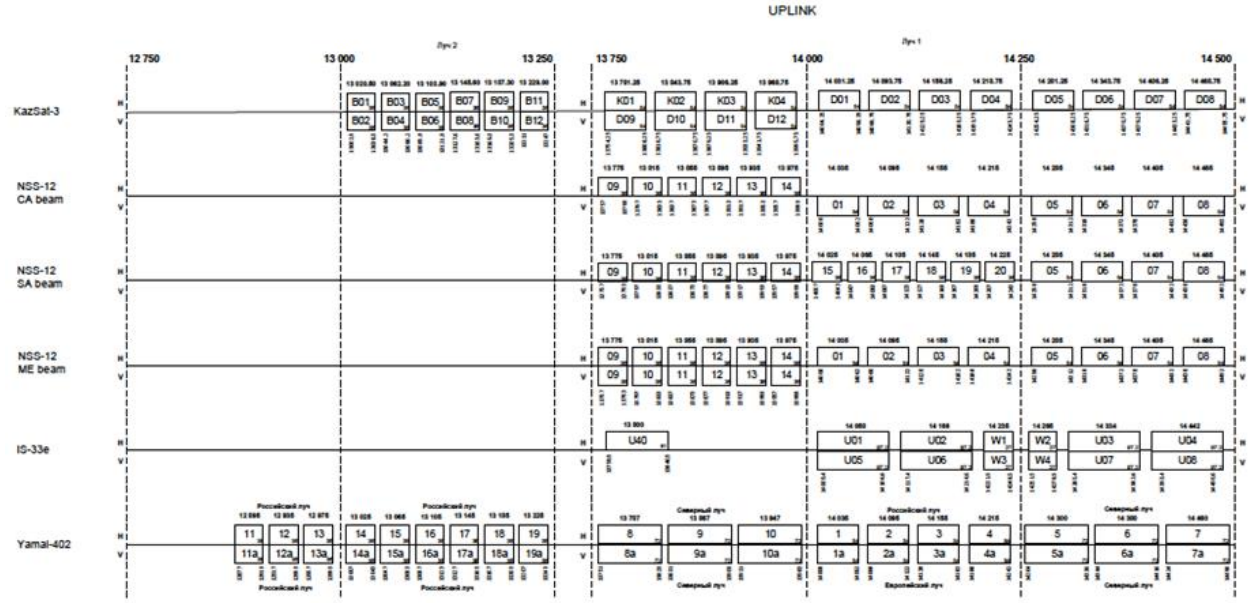



**Рис. 5.** Частотный план Ku - диапазона спутников на линии "вверх"

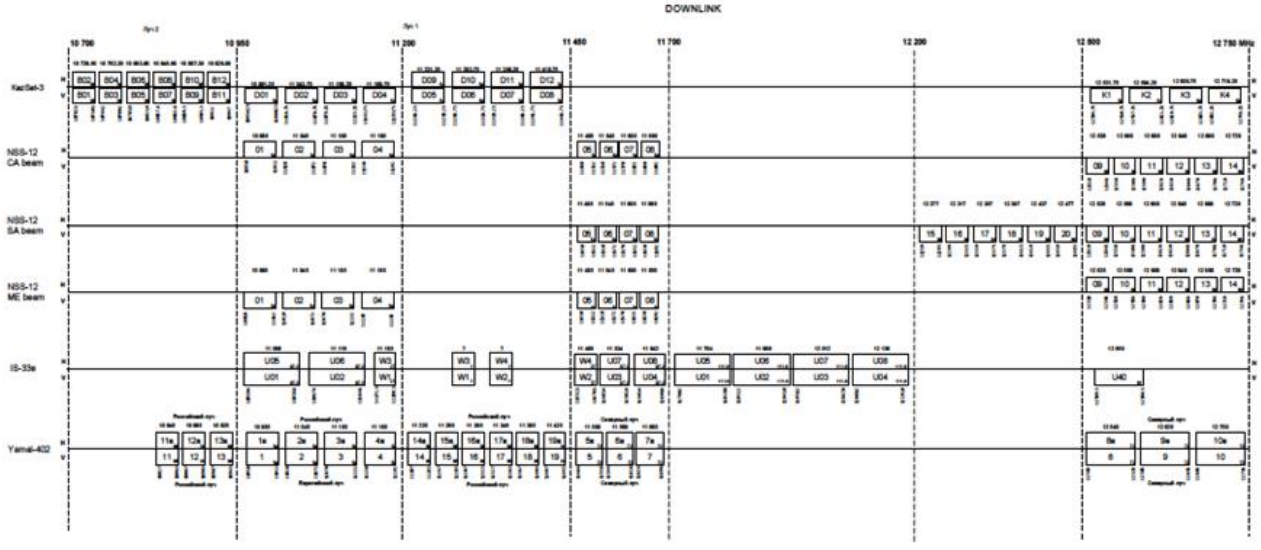



**Рис. 6.** Частотный план Ku - диапазона спутников на линии “вниз”

Расчет линии связи для подвижной антенны Raysat E-7000 и приемной антенны 1.8 м приведен в таблице 1 [6,7,8]. В качестве исходных данных принят канал связи Алматы 1,8м — территория Казахстана 0,6м E-7000. Для оптимального расчета рассматривается худший случай по зоне покрытия на линии вверх при передачи с E7000 и на линии вниз при приеме на E7000. Используется транспондер D02 спутника KazSat-3 [9].

Таблица 1. **Расчет линии связи Алматы 1,8м — территория Казахстана 0,6м Е-7000**

| | Алматы 1,8м – Е7000 | Е7000 – Алматы 1,8м |
|---|---|---|
| Скорость | 1024 | 1024 |
| Модуляция | QPSK 3/4 | QPSK 3/4 |
| Занимаемая полоса | 0,82 МГц (Roff-off 0,2) | 0,82 МГц (Roff-off 0,2) |
| Eb/N0 | 4 дБ | 4 дБ |
| Требуемая мощность передатчика | 5,86 Вт | 21,08 Вт |
| Запас на дождь | 4,72 дБ | 7,12 дБ |
| Готовность линии связи 99,98% | | |

Таблица 2. **Расчет линии связи Алматы 1,8м — территория Казахстана 0,6м Е-7000**

| | Алматы 1,8м – Е7000 | Е7000 – Алматы 1,8м |
|---|---|---|
| Скорость | 4096 | 2048 |
| Модуляция | QPSK 3/4 | QPSK 3/4 |
| Занимаемая полоса | 0,82 МГц (Roff-off 0,2) | 0,82 МГц (Roff-off 0,2) |
| Eb/N0 | 10,5 дБ | 7,5 дБ |
| Требуемая мощность передатчика | 3,88 Вт | **10,32 Вт** |
| Запас на дождь | 3,44 дБ | 5,26 дБ |
| Готовность линии связи 99,96% | | |

Таким образом, расчет был произведен для спутникового канала 1Мбит/с, данная пропускная способность является достаточной для обеспечения передачи аудио-видео сигнала и передачи данных.

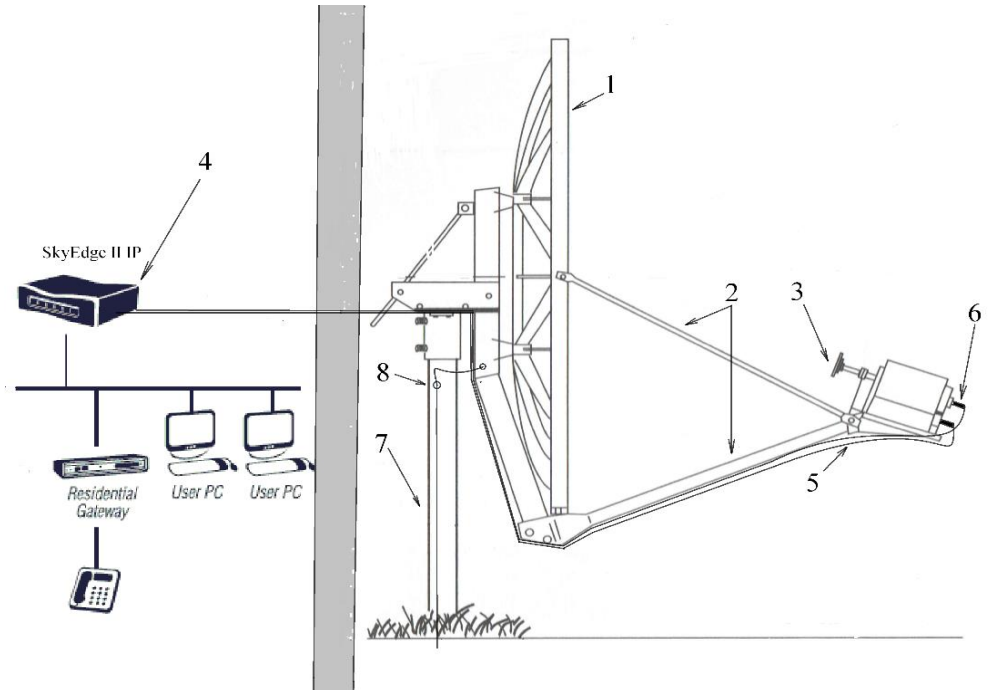
Согласно расчету, на приемной стороне необходимо установить приемную станцию с антенной диаметром 1.8м и мощностью передатчика не менее 10 Вт [11-15]. При этом готовность линии связи достигает 99,96 % на линии Алматы – территория Казахстана и 99,98 % на линии территория Казахстана- Алматы.

*Предложения по приему информации о параметрах движения ТПС*

Для осуществления приема данных о параметрах движения ТПС, а также аудио и видео данных, предлагается установить приемо-передающую станцию в городе Алматы, в «Казахском Национальном Университете им. Аль-Фараби».

Передача данных с ТПС на наземную спутниковую станцию будет осуществляться посредством HUB системы через коммерческий геостационарный телекоммуникационный спутник KazSat – 3.

В общем случае спутниковая станция состоит из следующих основных узлов и деталей (рис. 7) [16,17]:




*Антенны (1) с облучателем (3) и штангами (2) для крепления приемопередатчика; Спутникового модема (4) с телефонным модулем или без него; Радиочастотного кабеля (5) с коннекторами (6); Споры для крепления антенны (7) на здании или на земле; Кабеля заземления (8).*

**Рис. 7.** Приемопередающая Земная Станция Спутниковой Связи SkyEdge II Access

Как показал проведенный расчет линии связи для выбранного спутника, необходимой пропускной способности спутникового канала, приемная антенна должна быть диаметром не менее 1.8 метра и мощностью передатчика не менее 10 Вт.

Согласно принятой терминологии, оборудование спутниковой станции связи подразделяется на внешнее (т.е. устанавливаемое на открытом воздухе) радиочастотное оборудование (ODU — Out Door Unit) и внутреннее (т.е. устанавливаемое в помещении) радиочастотное оборудование (IDU — In Door Unit).

Внешнее оборудование (Out Door Unit). К внешнему радиочастотному оборудованию относятся: Антенна с облучателем и штангами для крепления приемопередатчика.

Антенна типа 180 TX 1.8 м Класса IIIRxTx (рисунок 8) – это надежное изделие промышленного уровня, пригодная для использования в наиболее требовательных областях применения [18-20]. Рефлектор из термоактивной пластмассы, что обеспечивает прочность и точность поверхности.



**Рис. 8.** Общий вид земной станции спутниковой связи

В тыльную сторону рефлектора запрессована сеть ребер жесткости, которые не только усиливают антенну, но и помогают поддерживать точную параболическую форму, необходимую для передачи. Технические и эксплуатационные характеристики антенны приведены ниже в таблице 3.

Таблица 3. **Технические и эксплуатационные характеристики антенна 180 TX 1.8 м Класса IIIRxTx**

| Наименование | Значение |
|---|---|
| Модель антенны | 62-18356-01C |
| Эффективная апертура | 1.8 м (71 дюйм) |
| Частота Tx | 13.75 - 14.50 ГГц |
| Частота Rx | 10.70-12.75 ГГц |
| Поляризация | Линейная, ортогональная |
| Диапозон регулировки подьема | $10^0 – 90^0$, непрерывная точная регулировка |
| Температура | от - $50^0$ C до +$80^0$ C |
| Ветровая нагрузка | Эксплуатационная - 80км/ч<br>Максимальная – 200 км/ч |
| Влажность | от 0до 100% |

На ПК оператора будет установлено специальное ПО для расшифровки данных получаемых с устройства мониторинга данных. Общий вид интерфейса программы представлен на рисунке 9.

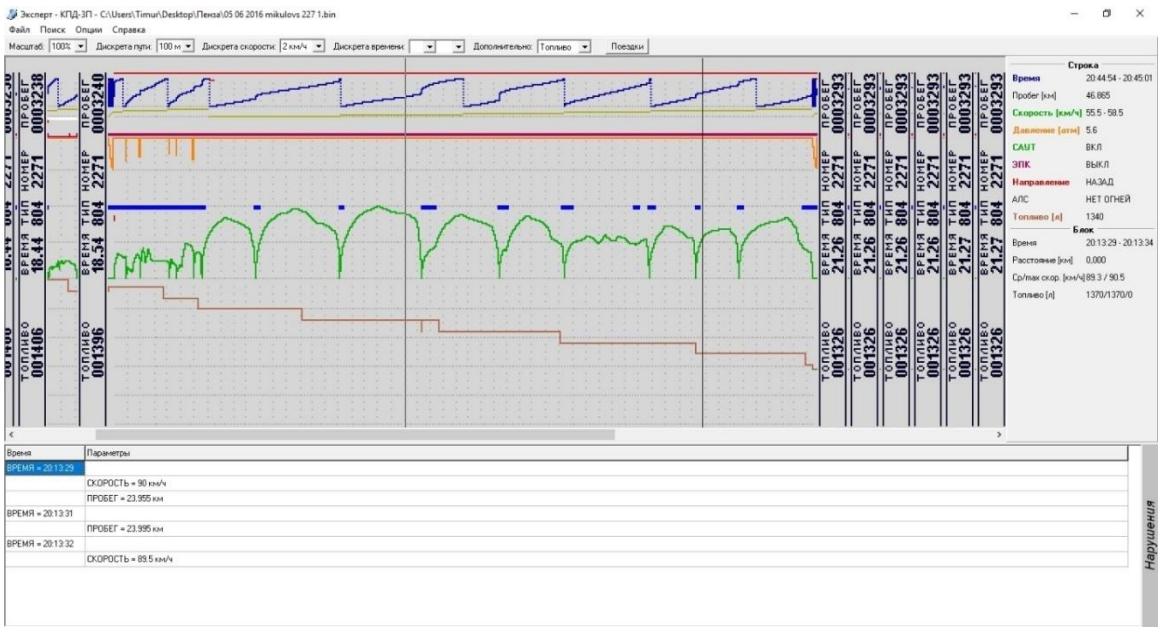


**Рис. 9.** ПО для расшифровки данных получаемых с устройства мониторинга данных

Ниже приведен основной перечень функций программы:

- Представление данных в графической (скоростемерная лента, график уровня топлива) и текстовой формах;
- Поиск нарушений - случаев превышения заданной скорости;
- Печать данных графической расшифровки, всех или фрагмента;
- Возможность сохранения результатов расшифровки в файл.

Были проведены предварительные расчеты частотных ресурсов и объемов трафика. Так для оптимальной передачи данных и аудио и видео сигнала необходим спутниковый канал связи с пропускной способностью не менее 1 Мбит/с. Данным условиям удовлетворяет отечественный спутник КазСат-3, имеющий зоны покрытия на всей территории Казахстана.

Были внесены предложения по приему информации о параметрах движения ТПС. В частности, предлагается разместить приемную спутниковую станцию на территории в г. Алматы. Согласно предварительным расчетам, необходимо установить антенну диаметром 1.8 метра и мощностью 10 Вт. На приемной стороне предлагается установить ПК с ПО по расшифровке данных мониторинга параметров движения ТПС.

Работа выполнена в рамках финансирования по проекту фонда науки МОН РК.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Спутниковая связь. Фиксированная спутниковая служба: Справочник МСЭ. – 2-е изд., перераб. и доп. Напечатано в России, 1992. – 628с.: ил.

[2] Satellite Coverage Maps // Электронный ресурс. – Режим доступа: http://www.satbeams.com/footprints.

[3] Спутниковая система связи Инмарсат // Электронный ресурс. – Режим доступа: http://www.trans-service.org/ru.

[4] Сайт SES Global. Fiscal Year 2008 -f 2010 Results.

[5]The Comsys VSAT Report, 11th Edition, 2010.

[6] Интелсат построил новую наземную сеть на базе технологии CiscoIPNGN и решений Cisco для управления видео// Электронный ресурс.– Режим доступа: http://www.cisco.com/web/RU/news/releases/txt/2010.

[7] Спутниковые сети связи: Учебное пособие/ В.Е. Камнев и др.М.: ООО ”Военный парад”, 2010.

[8] Приложения Реламента радиосвязи, том 2 - часть 2, 2004.

[9] Спутниковые и телевизионные новости. Электронный ресурс.– Режим доступа: http://telesat-news.net.

[10] Российская спутниковая система высокоскоростного доступа (РСС-ВСД). Электронный ресурс. – Режим доступа: http://www.rtcomm.ru/national_projects/satelite_ka.

[11] Презентация Global Xpress, Женева, 2012.

[13] Суйменбаев Б.Т., Суйменбаева Ж.Б., Федорин П.В. Спутниковая связь военного назначения. Проблемы и перспективы развития//Современная военно-техническая политика. Проблемы и перспективы: Труды международной военной научно-технической конференции, 3-5 мая 2012г./Астана, 2012.-10 с.

[14] Кантор Л.Я.Расцвет и кризис спутниковой связи// Электросвязь. - 2007. - № 7.

[15] BR workshop on the efficient use of the spectrum/orbit resource. Женева. – 2009.

[16] Регламент радиосвязи. Международный союз электросвязи. – 2008.

[17] Документ МСЭ-Р 4А/508-Е.

[18] Рекомендация МСЭ-Р S.580.

[19] Satellite Mediacasting: A New Model for the Internet, Pioneer Consulting A Market and Technology Assessment Research, Cambridge - USA, March 2000.

[20] VSATs: Linking the Last 1 000 Miles // www.gvf.org/solutions/sdil.htm.

Сүйменбаев Н.Б., Ермолдина Г.Т., Сүйменбаева Ж.Б., Бапышев А.М., Гусейнов С.Р., Әден Ә.Е.

**Тартқыш жылжымалы құрамдағы қозғалыс параметрлерін бақылау жүйесіндегі жерсерік байланыс арналарын зерттеу**

**Түйіндеме**. Қазақстанның аумағын қамтитын Ku-диапазонында жерсеріктік байланыс арнасын қамтамасыз ететін жерсеріктер қарастырылды. Raysat E-7000 жылжымалы антеннасына және ҚазСат-3 отандық жерсеріне "жоғары" және "төмен" желілерде байланыс желісін есептеу ұсынылды. ТЖҚ-ның қозғалыс параметрлері туралы ақпарат алу үшін қабылдаушы жерсерік станцияны орнатуға тәжірибелік ұсыныстар берілді.

**Түйін сөздер**. жерсерік арнасы, байланыс, тартқыш жылжымалы құрам, жерсерік, орбиталық-жиілік ресурсы.

Suimenbayev N., Yermoldina G., Suimenbayeva Zh., Bapyshev A., Gusseinov S., Aden A.

**Study of the satellite communication channel in the system of monitoring the parameters of the movement of the traction rolling stock**

**Summary.** Considered satellites covering the territory of Kazakhstan, providing a satellite communication channel in the Ku band. The calculations of the link budget for the mobile antenna Raysat E-7000 and the domestic satellite KazSat-3 on the uplink and downlink are presented. Practical recommendations are given on the installation of a ground satellite station for receiving information on the motion parameters of the traction rolling stock.

**Key words:** satellite channel, communication, traction rolling stock, satellite, orbital-frequency resource.

**G.M. Smagulova, O.P. Volobuyeva.**
(Kazakh National University named after al-Farabi, Almaty, Kazakhstan.
E-mail: smagulnur@inbox.ru, olvolob@mail.ru)

## PRESENTATION OF ALMATYGAZSERVICE AS AN OBJECT OF RESEARCH

**Abstract:** In this article, the enterprise is presented as an object of research, to study the optimality of using the CRM-system in gas industry. Tasks are presented to improve the quality of service. The analysis of the solution of problems in the industry as a whole, as well as in the office, is presented on the example of optimization of the filing, registration, execution of orders, and further support of the client base. Receipt and processing of applications is carried out in systems designed to automate the processing of customer requests Help Desk (Service Desk).

**Keywords:** CRM-system, optimization of operations, technical support, application processing, Help Desk solutions.

**Г.М. Смагулова, О.П. Волобуева**
(Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Республика Казахстан г. Алматы.
E-mail: smagulnur@inbox.ru, olvolob@mail.ru)

## ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЯ АО «АЛМАТЫГАЗСЕРВИС» КАК ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ

**Аннотация:** В данной статье представлено предприятие как объект исследования для оптимального использования CRM-технологии в газопромышленном производстве. Приведены задачи для повышения качества обслуживания. Представлен анализ решения задач в промышленном предприятии в целом, а также в офисе на примере оптимизации процессов подачи, оформления, выполнения заявок и дальнейшего сопровождения клиентской базы. Прием и обработка заявок осуществляется в системах, предназначенных для автоматизации обработки запросов клиентов Help Desk (Service Desk).

**Ключевые слова:** CRM-система, оптимизация операций, контроль качества, техническая поддержка, обработка заявок, Help Desk решения.

В настоящее время CRM-система представляет собой инструмент, позволяющий управлять взаимоотношениями с клиентами, и помогает любой организации работать более эффективно при грамотном подходе, а также четком определении целей и задач.

CRM-система – это корпоративная информационная система, которая помогает компаниям реализовать клиентоориентированную стратегию. Это происходит за счет объединения информации о клиентах, автоматизации связанных с клиентами бизнес-процессов и предоставления инструментов для анализа клиентских данных, включая маркетинговую деятельность и обслуживание. Такая стратегия основана на использовании передовых управленческих и информационных технологий, с помощью которых компания собирает информацию о своих клиентах на всех стадиях его жизненного цикла (привлечение, удержание, лояльность), извлекает из нее знания и использует эти знания в интересах своего бизнеса. На практике интегрированная CRM-система обеспечивает координацию действий различных отделов, обеспечивая их общей платформой для взаимодействия с клиентами.

В данный момент существует огромное количество сфер деятельности, где использование CRM-систем дает ощутимый экономический эффект. Это фармацевтика, риэлтерский, туристический, гостиничный и ресторанный бизнес, промышленное производство, банковское дело, где важными являются отношения с дилерами, как с потребителями продукции. Современные компании, заботящиеся о своем будущем успехе и эффективном развитии, осознали необходимость

повышения качества взаимодействия с клиентами, а следовательно потребность в CRM-системах будет лишь возрастать [1, 4].

Рассмотрим: CRM - система как инструмент развития банка. CRM-система - это составная часть CRM -стратегии, которая выполняет прежде всего поддерживающие функции.

Цели и задачи CRM -стратегии. Общими целями разработки CRM-систем в банке являются:

- привлечение новых клиентов;
- повышение лояльности клиентов;
- повышение прибыльности клиентов;
- повышение эффективности работы менеджеров;
- управление развитием банка и др.

Для достижения перечисленных целей принято выделять следующие комплексные задачи CRM-проекта:

- построение единого информационного пространства банка;
- получение инструментов аналитики по отдельным клиентам и группам;
- получение инструмента для планирования и контроля работы менеджера.

Разработка CRM-системы для компании позволяет обеспечить решение всего спектра задач взаимодействия с клиентами. Этапы разработки CRM-системы (укрупненный алгоритм разработки) представлены на рисунке 1.

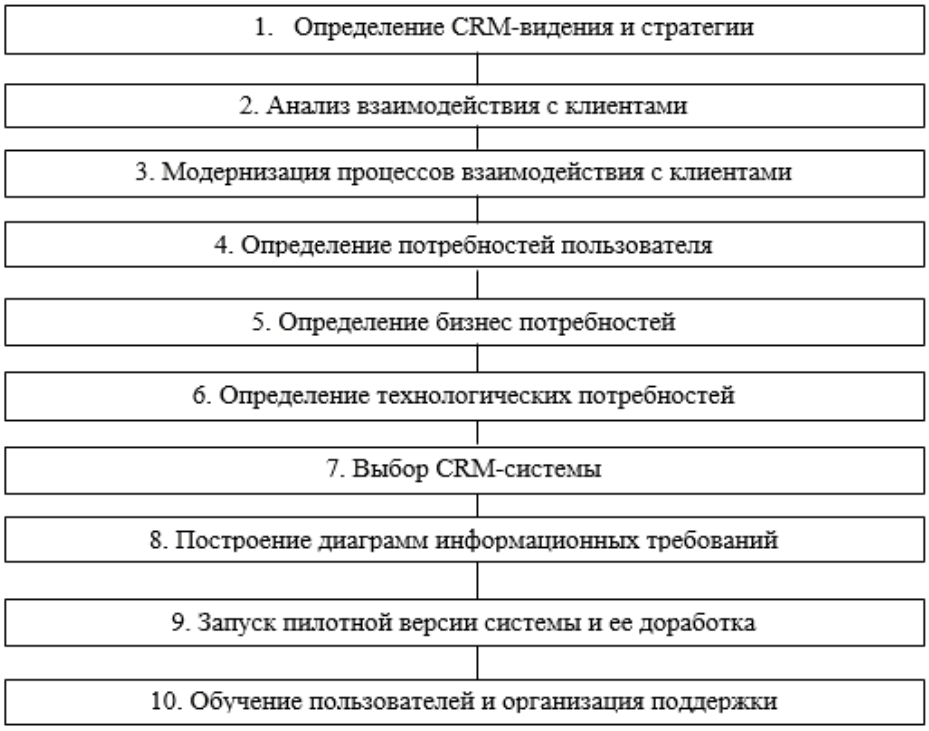



**Рис.1.** Этапы разработки CRM-системы

Следует оценить готовность банка к созданию CRM - системе. Прежде чем начать CRM-проект необходимо определить следующее, готов ли банк к использованию CRM – системы? На каком уровне находится управление процессами, нацеленными на удовлетворение потребностей клиентов? и т.д. Примеры такой оценки можно найти в стандарте качества управления взаимоотношениями с потребителями банковских услуг [1].

В данной работе представлены результаты проведенного исследования предприятия АО «Алматыгазсервис». Задача состоит в том, чтобы сделать анализ структуры обращений, нормативов и качества обслуживания, выполнение нормативов закрытия, оценку уровня обслуживания клиентами для принятия системных мер по улучшению качества. Использовать новые решения, от которых можно отталкиваться в построении системы работы подходящей данному объекту исследования. Каждая CRM-система – это воплощение видения разработчиков того, как нужно

работать с клиентом. В ней заложено множество готовых инструментов, которые позволяют перевести работу на качественно новый уровень.

Оптимизация операций сотрудников АО «Алматыгазсервис»: быстрая конвертация поступающих заявок. Эта работа сопряжена с большим количеством операций на каждом этапе развития АО «Алматыгазсервис», скорость и качество которых можно многократно повысить за счёт набора простых инструментов, подходов и выбора оптимального метода обработки заявок для данного предприятия [2].

Динамичное развитие газовой отрасли в Казахстане - один из показателей общего становления экономики страны. АО « Алматыгазсервис-Холдинг» обеспечивает природным газом - стратегически важным продуктом - объекты, расположенные в Алматинской области. Основной деятельностью компании является транспортировка и реализация природного газа потребителям. АО «Алматыгазсервис-Холдинг» верен принципу социально ответственного бизнеса и обеспечивает бесперебойное и безаварийное снабжение природным газом трех категорий потребителей, расположенных на территории Карасайского, Жамбылского и Илийского районов Алматинской области:

- абонентов - физических лиц;
- мелко-коммунальных хозяйств, в том числе социально-значимых учреждений;
- крупных промышленных предприятий, использующих природный газ в производстве своей продукции.

Компания образована в 2003 г. первоначально как товарищество с ограниченной ответственностью ТОО « Алматыгазсервис-Холдинг». С 2007 г. ТОО «Алматыгазсервис-Холдинг» преобразован в АО « Алматыгазсервис-Холдинг», с целью привлечения дополнительных инвестиций в активы компании, путем размещения акций на рынке ценных бумаг. АО « Алматыгазсервис-Холдинг» является полным правопреемником имущества, всех прав и обязанностей преобразованного товарищества.

В 2008 г. решением единственного акционера АО « Алматыгазсервис-Холдинг» сформирован орган управления обществом совет директоров, создана служба внутреннего аудита. На первом заседании совета директоров, состоявшегося 04.02.2008 избран президент, представляющий собой исполнительный орган компании. 14.05.2008 агентством РК по регулированию естественных монополий АО « Алматыгазсервис-Холдинг» выдана лицензия на эксплуатацию систем газоснабжения № А5624. Кроме того, в 2008 г. на основании приказа №132-ОД антимонопольным агентством по Алматинской области и г. Алматы, компания включена в реестр субъектов рынка, занимающих монопольное положение на соответствующем товарном рынке. Логичным завершением всех преобразований выступает регистрация изменений и дополнений в проспект выпуска акций, связанных с образованием органа управления компании [2].

Сегодня АО «Алматыгазсервис-Холдинг» – это:

- более 170 рабочих мест;
- основные средства, числящиеся на балансе компании, оцениваются в 7 800 000 долларов США;
- развитие газовых сетей, протяженность составляет на 01 января 2018г. - 936,3 км газопроводов;
- непрерывный рост объема реализуемого природного газа, вырос за последние шесть лет на 150%.

Существующий портфель заказов на 2018-2019 годы позволяет говорить о стабильно увеличивающемся спросе на природный газ, поставляемый компанией. По итогам 2017 г. объем реализации природного газа составил 115 миллионов куб. метров, что почти на 7 млн. куб. метров больше по сравнению с прошлым годом.

*Стратегия и планы развития бизнеса.* К функциональным направлениям деятельности компании относятся [2]:

- обеспечение транспортировки и поставки природного газа конечному Потребителю;
- организация приема газа от поставщика – ТОО « Алматыгазтрейд» в соответствии с заключаемыми ежегодно договорами;
- эксплуатация газопроводов и других сооружений газового хозяйства, числящихся на балансе компании;

▪ выдача организациям технических условий на газификацию объектов, согласование данных объектов, участие в приемке их в эксплуатацию;

▪ техническое обслуживание в установленном порядке газопроводов и иного газового оборудования, находящихся на балансе потребителей – юридических лиц; проведение на договорных началах профилактического обслуживания, ремонта и пуско-наладочных работ;

▪ монтаж измерительных приборов учета потребляемого природного газа;

▪ инвестирование денежных средств в строящиеся газопроводы, и в другие виды движимого и недвижимого имущества.

Таким образом, АО « Алматыгазсервис-Холдинг» сосредоточило в своей деятельности все функции газовой отрасли на местном уровне, что ведет к росту прибыли от оказания услуг потребителям природного газа.

*Ниже поэтапно представлен процесс получения технических условий на газифицируемый объект*

Этап I. АО «Алматыгазсервис-Холдинг» осуществляет процесс получения технических условий на газифицируемый объект.

1. Для получения доступа к регулируемым услугам потребитель направляет субъекту письменное обращение (заявку, заявление) с перечнем документов, указанных в заявлении.

2. Далее письменное обращение (заявка, заявление) потребителя рассматривается в течение 10 рабочих дней со дня получения документов.

3. В указанный срок субъект естественных монополий (Далее-АО « Алматыгазсервис-холдинг») направляет потребителю ответ о предоставлении доступа к регулируемым услугам, либо отказ в предоставлении доступа к регулируемым услугам с приложением мотивированного заключения.

Этап II. ТОО «ISKER COMPANY» Осуществляет процесс подготовки документации.

*Процесс газификации объекта начинается с подготовки документации. Документы для подключения газа необходимы для того, чтобы разработать и согласовать проект подключения газа к газифицируемому объекту. Газификация объекта производится в следующем порядке [2]:*

1. Заявление установленного образца.
2. Копия удостоверения личности и/или справка о зарегистрированном юридическом лице (заявителя).
3. Правоустанавливающие документы, отсканированные в оригинале и/или справка о зарегистрированных правах и обременениях на газифицируемый объект (в день заполнения заявления).
4. Акт на право частной собственности на земельный участок.
5. Технический паспорт на регистрируемый объект недвижимости.
6. При прохождении газопровода по территории чужого участка - согласие владельца участка в письменной форме, заверенное нотариусом.
7. Доверенность на представление интересов заявителя по вопросам, касающимся газификации, с правом предоставления и получения необходимых документов (заверенная нотариусом).

***Примечание:*** При поступлении заявления на газификацию домовладения, мастер участка ТОО «ISKER COMPANY» осуществляет выезд по указанному адресу и проводит осмотр местности.

Этап III. Завершающий процесс заключения договора.

1. Заключается договор по газификации домовладений.
2. Разрабатывается проект газификации домовладений.
3. Выполняются строительно-монтажные работы в соответствии с согласованным проектом. Согласно п.5 ст.12 ЗРК от 09.01.2012 № 532-IV «О газе и газоснабжении» [2].

«Расходы, связанные с подключением объектов систем газоснабжения к магистральному газопроводу, газораспределительной системе или групповой резервуарной установке, производятся за счет владельцев подключаемых объектов систем газоснабжения». По завершению строительно-монтажных работ газопровод переходит на баланс газоснабжающей организации АО « Алматыгазсервис-Холдинг».

*Структура компании АО «Алматыгазсервис»*

Ниже представлена укрупненная организационная структура компании (рис. 2). В АО «Алматыгазсервис-Холдинг» постоянно ведется работа по совершенствованию структуры

управления и подразделений для увеличения производственно-экономической эффективности их деятельности.

Службы, штат и функции руководителей АО «Алматыгазсервис» представляют собой следующее [2]:




**Рис.2.** Организационная структура компании АО «Алматыгазсервис-Холдинг»

- совет директоров, президент;
- вице-президент по производственным вопросам принимает меры по совершенствованию организации производства, труда и управления на основе внедрения новейших технических и телекоммуникационных средств выполнения инженерных и управленческих работ. Осуществляет контроль над соблюдением проектной, конструкторской и технологической дисциплины, правил и норм по охране труда, технике безопасности, производственной санитарии и пожарной безопасности, требований природоохранных, санитарно-эпидемиологических органов, а также органов, осуществляющих технический надзор. Обеспечивает своевременную подготовку технической документации;
- СПГ (сжиженный природный газ), ВДГО (внутридомовое газовое обородувание);
- ПТО (производственно технический отдел), ТБ (техника безопасности), ОК (отдел коммуникаций)
- логистика,служба поддержки монтажа, д/монтажа г/проводов;
- отдел экономики, бухгалтерия;
- вице-президент организует обучение и повышение квалификации работников и обеспечивает постоянное совершенствование подготовки персонала. Руководит деятельностью технических служб организации, контролирует результаты их работы, состояние трудовой и производственной дисциплины в подчиненных подразделениях;
- абонентский отдел, операторский отдел;
- служба по газоснабжению крупных и малых коммунальных предприятий.

*Задачи для повышения качества обслуживания.*

Как отмечалось выше, оптимизация операций выполняемых сотрудниками является реализация быстрой конвертации поступающих заявок. Основные направления повышения скорости и качества операций работы сотрудников следующие:

– в базу знаний (БЗ) можно внести: профайл компании, обзоры, презентации, спецификации, вопросы и ответы, сравнительный анализ с конкурентами продуктов и услуг, отзывы и др;

– организовать быстрый доступ к информации по ключевым словам, который повысит как квалификацию сотрудников, так и скорость ответа клиентам.

Один из методов внедрения (алгоритм внедрения) CRM-системы для повышения качества сервиса представлен на рисунке 3.

| № | Мероприятие | Описание | Требуемый результат |
|---|---|---|---|
| 1. | Формирование рабочей группы. | Формирование рабочей группы из руководителей по продажам. | Сформированная рабочая группа по продажам. |
| 2. | Конфигурирование реестра товаров и услуг. | Конфигурирование реестра товаров и услуг, разработка интеграции с системой сообщающей о наличии или возможности предоставления услуги. | Приложение сконфигурировано. |
| 3. | Конфигурирование форм договора заказа и счета. | Конфигурирование реестра, форм и маршрутов согласования договоров, заказов и счетов, как составной части сделки. | Привязка к сделке осуществлена. |
| 4. | Конфигурирование отчета о персональной эффективности. | Отчет о план/факте продаж, уровне конвертации по воронке, оценке уровня вознаграждения с учетом закрытых сделок. | Разрабатывается. |
| 5. | Наполнение базы знаний продаж. | Например: профайл компании, обзоры, презентации, спецификации, сравнительный анализ с конкурентами продуктов и услуг, отзывы и другая литература по предметной области. | Разрабатывается. |
| 6. | Интеграция с телефонией и e-mail. | Проведение работ по интеграции с телефонией и электронной почтой. | Сделанные интеграции. |
| 7. | Обучение сотрудников ведению статусов, истории и напоминаний, работы с заказами. | Обучение сотрудников продаж и контроль руководителями отражения статусов заявок, истории взаимодействия и напоминаний, оформлению заказов и выставления отчетов. | Приложение эксплуатируется. |

**Рис.3.** Один из м етодов внедрения CRM-системы для повышения качества обслуживания

Основная ценность в оптимизации процесса обработки обращений заключается в разработке следующих направлений [1]:

1. Учёт, классификация и приоритезация обращений (information requests, service requests, incidents). Получение обращений из разных каналов: телефония, электронная почта, официальный сайт, социальные сети для регистрации в единый реестр (контакт-центр), классификация по типам для определения способа закрытия и приоритезации с Help Desk Service.

2. Маршрутизация обращений и оценка уровня обслуживания. Движение обращений по маршруту к операторам, специализирующимся на конкретной группе вопросов, которые смогут лучше всего ответить клиенту. Оценка клиентом уровня обслуживания при закрытии обращения. Регистрация опыта в БЗ.

3. БЗ об обработке обращений. Консолидация успешного опыта разрешения обращений: вопросы и ответы, типовые сценарии, инструкции и технические карты того, как закрыть данный тип обращения и обеспечить лояльность потребителя, использованный весь накопленный успешный опыт.

4. Анализ структуры обращений, нормативов и качества обслуживания. Анализ структуры обращений, выполнение нормативов закрытия, оценка уровня обслуживания клиентами для принятия системных мер по улучшениям.

Функциональная структура CRM-системы АО «Алматыгазсервис» центра поддержки пользователей приведена на рисунке 4.

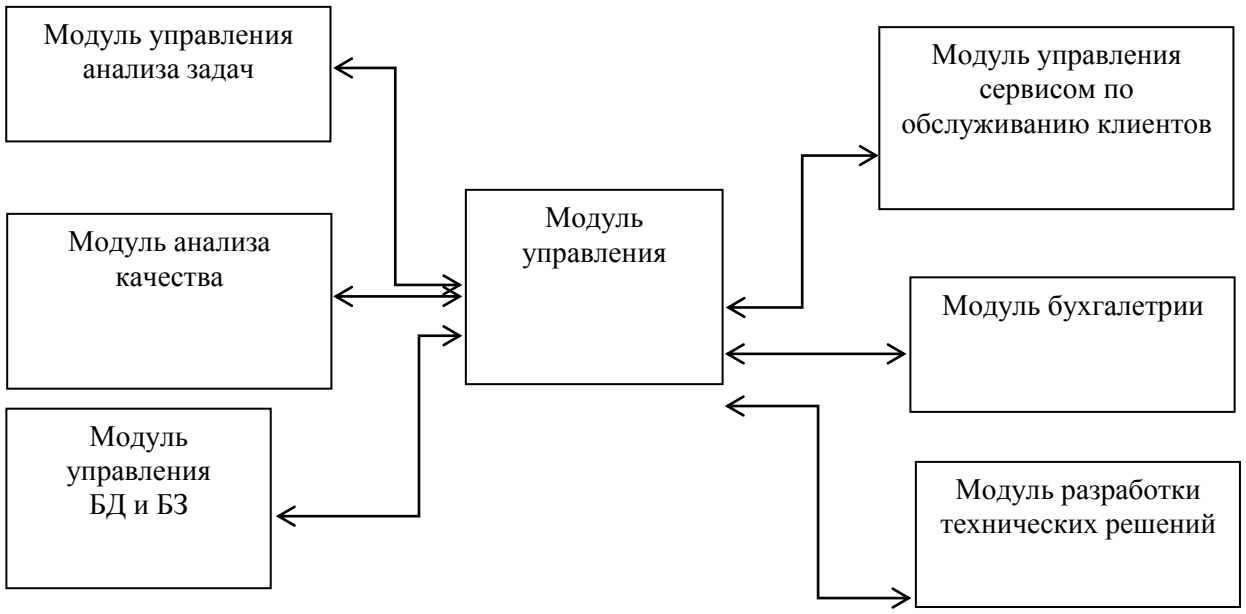



**Рис.4.** Функциональная структура CRM-системы АО «Алматыгазсервис»

• Модуль управления сервисом по обслуживанию клиентов. Осуществляется обслуживание клиентов: встреча, выяснение потребностей, консультирование, работа с возражениями и вопросами клиентов.

• Модуль управления БД и БЗ. Реализуется сбор, хранение и обработка данных, проводится дальнейшая работа с поиском и выдачей БД и БЗ.

• Модуль управления аналитической отчетностью. Проводится анализ требований для контроля их качества. Осуществляется документирование требований в документах или специализированных системах и обработка запросов на изменение требований к системе.

• Модуль разработки технических решений. Разработка технических решений к проанализированным требованиям клиента.

• Модуль анализа качества. Осуществляется сбор статистики и аналитический анализ качества функционирования CRM-системы.

• Модуль бухгалетрии. Реализация экономической политики.

Таким образом, в реузльтате анализа АО «Алматыгазсервис-Холдинг» выявлены процессы получения технических условий на газифицируемый объект, в том числе вторичная обработка заявки клиента через компанию подрядчика. Основной целью разработки CRM-системы для АО « Алматыгазсервис-Холдинг» ставится увеличение степени удовлетворённости клиентов за счёт анализа накопленной информации о клиентском поведении, регулирования тарифной политики и гибкости настройки. Все это повысит качество обслуживания. Благодаря применению автоматизированной централизованной обработки данных, появляется возможность эффективно и с минимальным участием сотрудников учитывать индивидуальные потребности заказчиков.

Это решение поможет:

1. Получить общую для компании стандартизированную базу контактов (клиентов).
2. Эффективно осуществлять контроль качества работы отдела в любой момент.
3. Получить статистику и аналитику эффективности работы с входящими звонками, запросами, сократить период обработки заявок за счет системы предназначенной для автоматизации обработки запросов клиентов.
4. Максимально быстро ликвидировать проблемы в инфраструктуре – аварий, проблем с оборудованием и т.д.

Для реализации процесса в организации создается специальный отдел, который контактирует с сотрудниками и согласовывает ликвидацию проблем с подразделением. Этот отдел можно, называть центр обслуживания пользователей Service Desk или центр поддержки пользователей Help Desk.

ЛИТЕРАТУРА

[1] А. Албитов, Е. Соломатин. Всё о CRM. – 3-е изд. – М.: Информация и бизнес. – 2009. , стр. 19-28.

[2] Б. Башеев. Управление взаимоотношениями с клиентами Customer Relationship & Experience Management // ARTA Software.Handbook. – 2010. Т. 4. — № 5-6. — С. 31–37.

[3] Кадыков М. Как рассчитать эффективность внедрения CRM-системы? / М.Кадыков - E-xecutive.ru, [Электронный ресурс]. - 2010. - Режим доступа: http://www.e-xecutive.ru/knowledge/announcement/1340669/

[4] Гончаров А. Управление взаимоотношениями с потребителями с использованием информационных технологий на предприятии: внедрение CRM / Гончаров А. // Промышленный и Ъ2Ъ маркетинг. - 2008 г. - №1.

[5] Голубкова Е.Н., Давтян, Д.М. Внедрение концепции CRM на предприятии. / Е.Н. Голубкова, Д.М. Давтян // Маркетинг в России и за рубежом. - 2003. - № 3.

[6] CRM System International Journal of e-Education, e-Business, e-Management and e-Learning. - 2011. - Vol. 1, № 1.

[7] Managing Customer Relationships for Profit / Storbacka, Kaj, Strandvik, Tore and Gronroos, Christian // International Journal of Service Industry Management. -1994. - Vol. 5, № 5. - С.21-28.

[8] Parvatiyar A., Sheth D. The Domain and Conceptual Foundations of Relationship Marketing // Hand Book of Relationship Marketing. - CA: Sage Publications. - 2000. - С. 3-38.

[9] Reichheld Frederick F. Zero defections: quality comes to service / Frederick F. Reichheld, W. Jr. Earl Sasser // Harvard Business Review. -1989. - September- October. - С. 105-111.

[10] Weinberger J. CRM: Then and Now // CRM Magazine. - 2010. - №14 (7). - С.44-56.

[11] Krigsman M. CRM-failure rates 2001-2009 // интернет-блог Beyond IT Failure [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://www.zdnet.com/blog/projectfailures/crm-failure-rates-2001-2009/4967

[12] Титоренко Г.А. Информационные системы и технологии управления : учебник / Под ред. Г. А. Титоренко. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: ЮНИТИ, 2010.- 591 с.

[13] Палевич А. Риски внедрения CRM в банках / Андрей Палевич // Б ДМ. Банки и деловой мир. - 2006. - № 133.

[14] Рыбаков Д. CRM на службе банков. Особенности использования / Дмитрий Рыбаков [Электронный ресурс], 2012 - Режим доступа: www.crm- practice.ru/articles/1377/

[15] Марданов А.З. Экономические эффекты от внедрения CRM / А.З Марданов Cfin [Электронный ресурс], - 2009 - Режим доступа: http://www.cfin.ru/itm/crm/effects.shtml.

Смагулова Г.М., Волобуева О.П.

**«Алматыгазсервис» кәсіпкерліктің зерттеудің нәтижесінде ұсыну**

**Аңдатпа:** Осы мақалада кәсіпорын кәсіпорынның газ саласындағы CRM-жүйесін пайдаланудың оңтайлылығын зерттеу мақсатымен зерттеу объектісі ретінде ұсынылады. Қызмет көрсету сапасын жақсарту үшін тапсырмалар берілді. Тұтастай алғанда, сондай-ақ кеңседе проблемаларды шешуді талдау өтінімдерді ресімдеуді, тіркеуді, тапсырыстарды орындауды және клиенттік базаны әрі қарай қолдауды мысалында келтірілген. Өтініштерді қабылдау және өңдеу клиенттің сұранымдарын өңдеуді автоматтандыру үшін әзірленген жүйелерде жүзеге асырылады (Help Desk).

**Түйін сөздер:** CRM-жүйесі, операцияларды оңтайландыру, клиенттік база, сапаны бақылау, техникалық қолдау, қосымшаларды өңдеу, Help Desk шешімдері, сұрауды басқару.

ӘӨК. 372.853.(075.8)

**С.Н. Нұрқасымова, А.К. Мукашева**
(Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті
Қазақстан Республикасы, Астана қаласы, SauleNurkasim@mail.ru)

## ФИЗИКА ЕСЕПТЕРІН MAPLE БАҒДАРЛАМАСЫНДА МОДЕЛЬДЕУ

**Андатпа:** Мақалада компьютерлік модельдеуді жоғарғы оқу орындарында физика есептерін шешуде MAPLE программасының алгоритмі, бағдарламаға қысқаша түсініктеме берілген. Сонымен қатар MAPLE бағдарламасын физикалық процесстерде қолдану, екі, үш өлшемді графиктер тұрғызу және анықталған интеграл арқылы физика есептерін шығару.

**Кілтті сөздер:** Физикалық есептерін компьютерде модельдеу, MAPLE программасы, физика есептерінде MAPLE бағдарламасында модельдеу

Ақпараттық технологиялардың ендірілуі болашақ мұғалімдерді кәсіби даярлаудың мазмұнын, әдісін және ұйымдастыру түрлерін сапалы өзгертуге мүмкіндік береді. Сондайақ, білім беру жүйесі буындарындағы оқу үдерісін жекелеу, қарқындату мен оқытудың сапасын арттыру әрекеттерін іске асырады [1].

Физика пәнін оқытудың негізгі міндеттерінің бірі – оқу процесінде білім алушыларға материалистік көзқарасты қалыптастыру және оны дамыту болып табылады. Мұндағы негізгі мәселелердің бірі – білім алушыларды танудың диалектикасымен таныстыру. Модель жасау танудың керекті кезеңдерінің бірі деуге болады. Жалпы физика курсында бір физикалық процестің өзінен бірін-бірі толықтырып отыратын бірнеше модель жасауға болады.

Maple компьютерлік бағдарламасы түрлі қиындықтағы аналитикалық және сандық есептеулерді орындауға арналған. Ол Канаданың Ватерлоо университетіндегі The Symbolic Computation Group зерттеу тобы тарапынан жаратылған. Бұл топ өткен ғасырдың 80-ші жылдарында ұйымдастырылған болып, содан бері компьютерлік алгебра мәселелерімен айналысып келеді. Қазіргі кезде Maple күрделі алгебралық түрлендірулер мен ықшамдауларды орындау, туынды мен интегралдарды аналитикалық есептеу, теңдеулер және олардың жүйелері мен дифференциалдық теңдеулерді аналитикалық шешу, және т.б. көптеген есептеулерді орындай алады. Maple-де сызықтық алгебра, аналитикалық геометрия, ықтималдықтар теориясы мен математикалық статистика, сандар теориясы, сандық аппроксимация, сызықтық оптимизация, қаржылық математика, т.б. мәселелерін шешу мүмкіндіктері бар. Сондай-ақ Maple программасы арқылы күрделі функцияның графигін немесе үш өлшемді беттің кескінін тұрғызуға болады. Интуитивтік - айқын және қарапайым Maple тілі есептердің шешімін (есептердің шешу жолын) программалауға мүмкіндік береді.

Maple компьютерлік бағдарламасында теңдеу және теңдеулер жүйесін шешу барысында:

**1. solve** командасы - Maple-дің аналитикалық есептеу жүйесіндегі теңдеу және теңдеулер жүйесін, теңсіздік және теңсіздіктер жүйесін шешуге қолданылатын басты, қажетті командалардың бірі. Ол әрқашан аналитикалық шешім табуға тырысады. Синтаксисі:

solve (теңдеу, айнымалы);

solve ({теңдеу1,теңдеу2,...},{айн1,айн2,…});

Команданың бірінші түрі берілген айнымалыға байланысты бір теңдеуді шешуге арналған. Ал, команданың екінші түрі параметрде берілген айнымалыларға байланысты теңдеулер жүйесін шешуде қолданылады. Мынаған көңіл аударайық: теңдеулер жүйесі және оның белгісіз айнымалылары жиын түрінде беріліп тұр. Мұндай жағдайда қорытындыға теңдеудің түрі белгісіз мәнді жиын болып табылады, ал бір теңдеу берілгенде қорытындысы өрнек болады. (теңдеудің түбірі біреу болған жағдайда). Егер теңдеуге байланысты айнымалы берілмеген болса, онда Maple берілген теңдеудің барлық айнымалыларына қатысты шешімін береді.

Мысал:

```
>eq:=x^2-2*x+y^2=0;
```

$$eq:=x^2-2x+y^2=0$$

```
>solve(eq,x);
```

$$1+\sqrt{1-y^2},\ 1-\sqrt{1-y^2}$$

```
>solve(eq,{x});
```

$$\{x=1+\sqrt{1-y^2}\},\ \{x=1-\sqrt{1-y^2}\}$$

**2. fsolve командасы.**

Жалпы алғанда Maple теңдеудің аналитикалық түрде түбірін табады. Егер бұл мүмкін болмаса, ол қорытынды облысында ешнәрсе басып шығармайды. Ал сәйкес жағдайда (егер түбірі шындығында бар болса) fsolve командасын пайдалануға болады. Мұнда ол теңдеудің немесе теңдеулер жүйесінің сандық шешімін табады. Бұл команданың берілу формасы solve командасындай, бірақ мұнда үшінші бір "опция" параметрі бар:

fsolve (теңдеу, айнымалы, опция);

Алғашқы екі параметрдің берілуі solve командасындағыдай беріледі, ал опция параметрі шешімнің формасын және әдісін ұсынуға мүмкіндік береді.

Теңдеулер және теңдеулер жүйесін шешетін solve және fsolve командаларынан басқа Maple-де арнайы командалар бар. Олар теңдеулердің анықталған айнымалысын шешуге қолданылады.

Мысал:

>eq:=x^4+2*x^2-1=0;

$eq:=x^4+2x^2-1=0$

>s:=fsolve(eq,x);

s:=-.6435942529, .6435942529

>y:=ln(sin(x))=0;

y:= ln(sin(x))=0

>fsolve(y, x, x=2..infinity);

14.13716694

>fsolve(y, x, x=15..infinity);

20.42035225

Дәріс барысында студенттер MAPLE жүйесін іске қосуды, жаңа программаны жасау үшін қажетті командалармен танысады. Физикалық процестерді компьютерлік модельдеуді бастамастан бұрын, алдын ала MAPLE жүйесінің командалық терезесінде жұмыс істеуді, программалар жазып, екі және үш өлшемді графиктер тұрғызуды, анықталған интегралды есептеуді т.б. оқып үйренеді. Компьютерлік модельдеу белгілі бір реттілікпен орындалуы тиіс. Тапсырманың мақсаты анықталып, концептуалды моделі жасалады. Одан кейін модельді іске асырудың бағдарламасы құрылады. Программа теріліп, алдыңғы пункттер орындалғаннан кейін, нәтижесіне талдау жасалады және қорытындыланады [2]. Практикумда орындалатын физика есептерін MAPLE бағдарламасында шешу мысалдарын қарастыруға болады:

**1.** Ыдыста зат мөлшері 1,2 моль-ге тең газ орналасқан. Бұл газды идеал газ деп есептеп, υ жылдамдықтары $\upsilon_ы$ ықтимал жылдамдықтың 0,001 шамасынан кіші болатын ΔN молекула санын анықтау керек [5].

Шешуі:

Бұл есепті шығару үшін келесі формуланы қолданамыз:

$$dN(u) = \frac{4N}{\sqrt{\pi}} e^{-u^2} u^2 du \qquad (1)$$

бұл теңдеуде N- молекулалардың толық саны. Бұл салыстырмалы жылдамдығы *u*-дан *u+du* –ға дейінгі аралықтағы молекулалардың саны.

Есептің шарты бойынша жылдамдықтың максимал мәні $\vartheta_{max}=0{,}001\,\vartheta_{В}$, осыдан $u_{max}=\vartheta_{max}/\vartheta_{В}=0{,}001$.

Молекула санын келесі (1) формуласын интегралдау арқылы анықтаймыз:

$$dN(u) = \frac{4N}{\sqrt{\pi}} \int_0^{u_{max}} e^{-u^2} u^2 du$$

Сонымен қатар молекулалардың санын N зат мөлшері $\nu$ және Авогадро саны арқылы $N_A$ есептейміз:

$$N=\nu N_A.$$

Maple-де оны былайша жазуға болады:

$$>dN := \frac{4N}{\sqrt{\pi}} exp(u^2) u^2 du$$

$$\frac{4Ne^{-u^2}u^2}{\sqrt{\pi}}$$

>u0:=0

0

$$> \; u\max := 0.001$$

0,001

$$>\Delta N = \int_0^{u_{max}} dN\, du$$

$7{,}522525900\cdot10^{-10}$ N

>N:=ν·*Na*

*vNa*

>ν:=1.2

1,2

>N*a*:=$6.02\cdot10^{23}$

$6{,}02000000\cdot10^{23}$

>ΔN

$$5{,}434272710 \cdot 10^{14}$$
$$> \Delta N$$

Сонымен сан мәні:

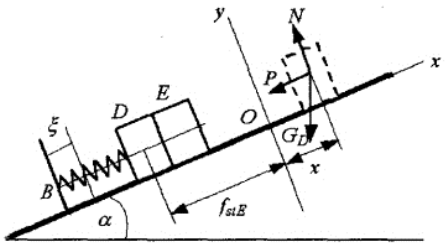
$$\Delta N = 5{,}43 \cdot 10^{23}$$

Сонымен, $<p^2> = 3mkT$.

**2.** Массалары $m_D$=2кг, $m_E$=10кг болған екі D және E жүктер горизонтпен α=30° бұрышы жасайтын жазықтықта жатыр және олар қатаңдық коэффиценті c=600Н/м болған серіппеге тіреліп тұр. Сосын E жүгін алып тастайды. Сол кезде (t=0) серіппенің B төменгі шегі көлбеу жазықтық бойымен ξ=0,2sin(10t) заң бойынша қозғала бастайды. Мұндағы ξ B нүктесінің бастапқы нүктеге қатысты орын ауыстыруы. D жүгінің қозғалыс теңдеуін табу керек [6].

Шешуі:

Координаттар жүйесінің басы ***D*** жүгінің бастапқы кездегі орнымен сәйкес келеді. Сол кезде **B** нүктесінің орны ξ=0 –ге сәйкес келеді (1 – сурет).




**1-сурет.** Координат осьтері және D денесіне әсер ететін күштер.

***D*** жүгінің қозғалысы мына дифференциалдық теңдеумен анықталады:

$$m_D \ddot{x} = \sum X_i$$

мұндағы $\Sigma_i X_i$ - ***D*** жүгіне әсер ететін күштердің *x* осіне проекцияларының қосындысы. Оған әсер ететін күштер: $G_D$ – жүк салмағы, N – көлбеу жазықтықтың нормалдық реакциясы, ол $G_D\sin(\alpha)$, *P* - серіппенің серпімділік күші. Ол мынаған тең:

$$P = -c(x - f_{stD} - \xi)$$

мұндағы $f_{stD}$ – D жүк салмағының әсерінен пайда болатын статикалық деформация, $\xi$ – серіппенің төменгі шегінің орын ауыстыруы, $\xi = d\sin(pt)$ *(d=0,2 м, p=10 с$^{-1}$)*

Maple бағдарламасында орындалуы:

$$> de := m_D \cdot diff(x(t), tS2) = -G_D \cdot \sin(\alpha) - P;$$
$$m_D\left(\frac{d^2}{dt^2}x(t)\right) = -G_D\sin(\alpha) - P$$
$$> P := c \cdot (x(t) - f_{stD} - \xi);$$
$$c \cdot (x(t) - f_{stD} - \xi)$$
$$> \xi := d \cdot \sin(p \cdot t);$$
$$d\sin(pt)$$
$$> de;$$
$$m_D\left(\frac{d^2}{dt^2}x(t)\right) = -G_D\sin(\alpha) - c(x(t) - f_{stD} - d\sin(pt))$$

Серіппенің $f_{stD}$ статикалық деформациясы D жүктің көлбеу жазықтықта тыныштықта болу шартынан табылады:

$$> st1 := -G_D \cdot \sin(\alpha) + PO = 0;$$
$$-G_D\sin(\alpha) + PO = 0$$
$$> PO := c \cdot f_{stD};$$

$$c \quad f_{stD}$$

$$> f_{stD} := solve(st1, f_{stD});$$

$$\frac{G_D \sin(\alpha)}{c}$$

Енді D жүктің қозғалыс теңдеуі мына түрде жазылады:

$$> de := \exp and(simplify(de));$$

$$m_D\left(\frac{d^2}{dt^2}x(t)\right) = cd\sin(pt) - c\,x(t)$$

Бастапқы уақытта D дененің орны $x_0 = -f_{stE}$, мұндағы $f_{stE}=(G_E \sin(\alpha))/c$ – E жүк салмағының әсерінен пайда болатын статикалық деформация, ал жылдамдық $x'_0 = 0$.

Дифференциалдық теңдеуді бастапқы шарттарды есекере отырып ешешміз:

$$> sol := dsolve(\{de, x(0) = -f_{stE}, D(x)(0) = 0\}, x(t));$$

$$x(t) = -\frac{\sin\left(\frac{\sqrt{c\,t}}{\sqrt{m_D}}\right)\sqrt{c\,d\,p}\ \sqrt{m_D}}{-m_D p^2 + c} - \cos\left(\frac{\sqrt{c\,t}}{m_D}\right) f_{stE} + \frac{c\,d\sin(pt)}{-m_D p^2 + c}$$

Берілген мәндерді қоямыз және график сызамыз (2 – сурет):

$$> \alpha := \frac{\pi}{6}; d := 0.2;\ p := 10;\ g := 9.81;\ c := 600;\ m_D := 2;\ G_D := m_D \cdot g;$$

$$\frac{1}{6}\pi$$

0.2

10

9.81

600

2

19.62

$$> m_E := 10;\ G_E := m_E \cdot g;\ f_{stE} := \frac{G_E \cdot \sin(\alpha)}{c};$$

10

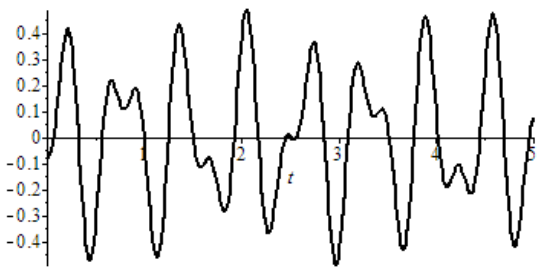
98.10

0.08175000000

$$> evalf(sol);$$

$$x(t) = -0.1732050808\sin(17.32050808\,t) - 0.08175000000\cos(17.32050808\,t) + 0.3000000000\sin(10.t)$$

$$> plot(rhs(sol).t = 0..5, color = black, thicness = 2);$$




**2-сурет.** Қозғалыс теңдеуінің графигі.

Білім берудің маңызды шарты – оқу процесінде студенттердің пәнге деген қызығушылығын арттыру, өздігінен білім алуға құштарлығын дамыту. Физиканы оқытудың мақсаты, ол бір ғана оқытудың міндетті нәтижесіне жету емес, сонымен қатар физика пәнінен әрбір студенттің біліктілігі мен мүмкіндігін дамытатындай жағдай жасау екенін айта кету керек. Оқуға қызықтырудың басты элементтерінің бірі – нәтижеге жетуге ынталандыру.

Қорыта келгенде компьютерлік модельдеу программаларын меңгерген студенттер компьютерлік модельдеудің жаңа әдісімен танысып қана қоймайды, келешекте олардың ғылым саласында шығармашылықпен жұмыс істеуіне жол ашылады, мүмкіндік туады. Компьютерлік технологияны қолдану тек оқып үйренуге қажетті мысалдарды қарастырумен шектелмейді, нақты практикалық мәні бар есептерді шешуге мүмкіндік береді. MAPLE жүйесі негізгі физикалық заңдарды, құбылыстарды нақты көзбен көргендей етіп көрсетеді, бұл студенттің материалды толық меңгеруіне жәрдемдеседі

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] http://www.akorda.kz/

[2] Нұрқасымова С.Н., Ашуров Ә.Е. Физиканы оқытудың компьютерлік әдістері – 2017, Астана

[3] Х. Вычисления, визуализация, программирование. М, КУДИЦ-ОБРАЗ, 2000. –с.332.

[4] Матросов А. Maple 6. Решение задач высшей математике и механики. – Санкт-Петербург.: БХВ – Петербург, 2001.

[5] Чертов А.Г., Воробьев А.А. Задачник по физике. – М., 2003.

[6] Иродов И.Е. Задачник по физике. – М., 2005.

Нұрқасымова С.Н., Мукашева А.К.

**Моделирование физических задач по программе** MAPLE

**Резюме:** В статье рассматривается использование компьютерного моделирования при решении физических задач в ВУЗе. Приведены краткие описания алгоритмов задач в программе MAPLE. Описание алгоритмов, в основном, носит общий, ознакомительный характер. Применение программы MAPLE позволяет облегчить решение сложных физических задач.

**Ключевые слова:** Моделирование физических процессов, программа MAPLE, построение графиков.

Nurkasymova S.N. Mukasheva A. K.

**Modeling of physical tasks in the program maple**

**Summary:** V stat'ye rassmatrivayetsya ispol'zovaniye komp'yuternogo modelirovaniya pri reshenii fizicheskikh zadach v VUZe. Privedennyye kratkiye opisaniya algoritmov zadach v programme MAPLE. Opisaniye algoritmov, v osnovnom, nosit obshchiy, oznakomitel'nyy kharakter. Primeneniye programm MAPLE pomogayet uprostit' resheniye slozhnykh fizicheskikh zadach.

**Key words:** Modelirovaniye fizicheskikh protsessov, programma MAPLE, postroyeniye grafikov.

УДК 532.517.4

**Sh. Ospanova, A. Zhumabayev, A. Nurmukhanova, l. Rakhimzhanova, N. Chigambayeva**

## DESCRIPTION OF THE UNIVERSALITY OF FRAGMENTATION AT SCALE SYMMETRY BY THE METHOD OF FLOATING PARTICLES

**Abstract.** This article discusses the processes of heat conduction in bodies with the smallest geometry. Also in this paper was considered the distribution of heat through from various sources. To solve differential equations in second-order partial derivatives, the MathCad software package was used. Using this program, algorithms and patterns of finite difference explicit and implicit schemes were built.

**Key words:** heat conduction, particles, finite-difference scheme, the method of floating particles.

**Ш. Оспанова, Ә. Жұмабаев, А. Нурмуханова, [1]Л. Рахимжанова, Н. Чигамбаева**
(Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Республика Казахстан, Алматы
[1]Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина, Астана, Республика Казахстан)

# ОПИСАНИЕ УНИВЕРСАЛЬНОСТИ ФРАГМЕНТАЦИИ ПРИ МАСШТАБНОЙ СИММЕТРИИ МЕТОДОМ ПЛАВАЮЩИХ ЧАСТИЦ

**Аннотация.** В данной статье рассматриваются процессы теплопроводности в телах с наименьшей геометрией. Рассмотрено распределение тепла через от различных источников. Для решения дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка был применен пакет программ MathCad. С помощью данной программы были построены алгоритмы и шаблоны конечно-разностных явных и неявных схем.

**Ключевые слова:** теплопроводность, частицы, конечно-разностная схема, метод плавающих частиц.

Замечено, что в большом разнообразии физических явлений, где происходят аналогичные друг другу процессы, логарифмы динамических переменных распределяются по нормальному закону. Это утверждение справедливо, например, для размеров зерен в фрагментации земной коры [1-5]. Теоретическое объяснение логнормального распределения в природе впервые было дано А. Н. Колмогоровым 1941 году [6]. Упрощенное объяснение состоит в следующем. Предположим, что у нас есть большая скала, которая рассыпается в песок. Если экологические нагрузки являются одинаковыми, независимо от размера скалы, вероятность того, что данный кусок скалы раздроблен на мелкие $m_i$ породы зависит от I стадии процесса фрагментации. Поэтому, если мы начинаем с одной скалы ($m_0 = 1$), на следующем этапе имеют мы имеем еще меньшие камни $m_1$, затем на следующем этапе каждый из этих небольших пород фрагментируется на еще меньшие $m_2$ камни, чем предыдущие, и так далее. Поскольку $m_i$ являются независимыми случайными величинами, количество зерен на $l$ стадии фрагментации будет следующим:

$$\ln N_l = \sum_{i=1}^{l} \ln m_i \,. \tag{1}$$

Применяя центральную предельную теорему, мы получаем нормально распределенные логарифмы. Размеры зерен обратно пропорциональны количеству зерен $N_l$. Поэтому распределение зерен по размерам при постоянном увеличении количества случаев распада принимает логнормальный вид:

$$f(r) = \frac{1}{r\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{(\ln r - \langle \ln r \rangle)^2}{2\sigma^2}}, \tag{2}$$

где

$$r = \frac{r_k}{r_0},\ \sigma^2 = \langle \ln^2 r \rangle - \langle \ln r \rangle^2. \tag{3}$$

Также $r_0$ - это базовый масштаб.

Относительно следующих моментов необходимо отметить, что с точки зрения формулировка масштабирования, сценарий А.Н. Колмогорова утверждает, что каждый этап случая распада сокращает обычную длину фрагментов $r \Rightarrow \alpha r$, через случайный независимый множитель $\alpha$, $0 \le \alpha \le 1$. И этот процесс называется фрагментацией при симметрии масштабов.

С одной стороны, известно, что в центральной предельной теореме требуется конечный второй момент, когда число реализаций бесконечно. С другой стороны, известно, что увеличение количества случаев распада характеризует дискретную модель, хотя анализ численных схем показывает, что постоянное развитие во времени и конечных разностей могут дать значительную разницу в решении. Альтернативный Колмогоровскому сценарию, дискретный статистический процесс был описан в работах [7-10]. В этих работах без обращения к центральной предельной теореме, аналитическое решение уравнения эволюции для распределения по размерам анализируется при больших значениях времени (т.е. при высокой частоты фрагментации). При фрагментации по симметрии масштабов,

кинетическое уравнение эволюции для нормированной функции распределения по размерам $f(r,t)$, $\int_0^\infty f(r)dr = 1$ можно записать следующее выражение:

$$\frac{\partial f(r)}{\partial t} = \nu \int_0^1 \frac{1}{\alpha} f\left(\frac{r}{\alpha}\right) q(\alpha) d\alpha - \nu f, \tag{4}$$

где $q(\alpha)d\alpha$ - это вероятность того, что радиус появления фрагмента происходит в интервале $[\alpha r_1, (\alpha + d\alpha) r_1]$ ($\int_0^1 q(\alpha)d\alpha = 1$) и здесь частота распада $\nu$ должно быть постоянным. В уравнении (4) вероятность $q(\alpha)d\alpha$, в принципе, является неизвестной функцией и так как решение (4) уравнения требует знания всех моментов $q(\alpha)$, это уравнение, по-видимому, бесполезно. Однако, при больших значениях времени (т.е. при высоких частотах фрагментации) как было показано в работах [4, 5], решение $f(r,t)$ зависит только от первых двух логарифмических моментов, $\langle \ln \alpha \rangle$ и $\langle \ln^2 \alpha \rangle$, и его выражение:

$$f(r,t) \underset{t\to\infty}{=} \frac{1}{r_0} \frac{1}{\sqrt{2\pi \langle \ln^2 \alpha \rangle \nu t}} \exp\left( -\frac{\langle \ln \alpha \rangle^2}{2\langle \ln^2 \alpha \rangle} \nu t \right) \exp\left( -\frac{\left( \ln \frac{r}{r_0} \right)^2}{2\langle \ln^2 \alpha \rangle \nu t} \right) \left( \frac{r_0}{r} \right)^{1 - \frac{\langle \ln \alpha \rangle}{\langle \ln^2 \alpha \rangle}}. \tag{5}$$

Это выражение подтверждает основной результат, полученный Колмогоровым о логнормальной асимптотической форме. И это явление называется первой статистической универсальностью с двумя параметрами: первым и вторым логарифмическими моментами $q(\alpha)$. Одновременно уравнение (5) показывает, что по мере увеличения времени, логнормальный множитель в уравнении (5) $\exp\left( -\left( \ln \frac{r}{r_0} \right)^2 / 2 \langle \ln^2 \alpha \rangle \nu t \right)$ стремится к единице, и долговременный предел распределения частиц по размерам определяется степенным законом с одним универсальным параметром $\langle \ln \alpha \rangle / \langle \ln^2 \alpha \rangle$:

$$f(r,t) \underset{t\to\infty}{=} \frac{1}{r_0} \frac{1}{\sqrt{2\pi \langle \ln^2 \alpha \rangle \nu t}} \exp\left( -\frac{\left( \ln \frac{r}{r_0} \right)^2}{2\langle \ln^2 \alpha \rangle \nu t} \right) \left( \frac{r_0}{r} \right)^{1 - \frac{\langle \ln \alpha \rangle}{\langle \ln^2 \alpha \rangle}}. \tag{6}$$

Это показывает сильную универсальность (фракталы) в поздних стадиях распада в масштабной симметрии с одним параметром $\langle \ln \alpha \rangle / \langle \ln^2 \alpha \rangle$, так как фрактальная размерность определяется как:

$$f(r,t) \underset{t\to\infty}{\sim} \left( \frac{1}{r} \right)^{1 - \frac{\langle \ln \alpha \rangle}{\langle \ln^2 \alpha \rangle}}. \tag{7}$$

Было также показано, что при больших значениях времени уравнение (4) сводится к уравнению Фоккера-Планка [11]:

$$\frac{\partial f(r)}{\partial (\nu t)} = -\langle \ln \alpha \rangle \frac{\partial}{\partial r}(r f) + \frac{\langle \ln^2 \alpha \rangle}{2!} \frac{\partial}{\partial r}\left( r \frac{\partial}{\partial r}(r f) \right), \tag{8}$$

в котором $\langle \ln^2 \alpha \rangle / \langle \ln \alpha \rangle$ представляет собой типичный масштаб длины, пропорциональный нижнему пределу масштаба фрагментации при масштабной симметрии:

$$\frac{\langle \ln^2 \alpha \rangle}{\langle \ln \alpha \rangle} = \ln\left(\frac{r_*}{r_0}\right). \tag{9}$$

Этот масштаб должен зависеть от физики фрагментации, и он играет роль глобального параметра в статистических процессах. В работе [6] статистическое уравнение, соответствующее (8), было получено в интерпретации Ито:

$$\frac{dr}{r} = \left[\langle \ln \alpha \rangle + \frac{\langle \ln^2 \alpha \rangle}{2}\right] \nu \, dt + \sqrt{\frac{\nu \langle \ln^2 \alpha \rangle}{2}} \, dW(t), \tag{10}$$

где $dW(t)$ - винеровский процесс и $[dW(t)]^2 = 2dt$.

Этот метод моделирования жидкого ядра был предложен в работе [12-15]. Схема этого метода представлена на рисунке 1, основные предположения которой состоят в следующем:

1. В каждый момент времени одновременно с вычислением потока в газе, неистощенная жидкая струя имеет случайную геометрическую конфигурацию. Каждый геометрическая конфигурация определяется пространственной траекторией отдельных плавающих статистических частиц с нулевой массой.

2. В различные моменты времени случайные конфигурации жидкой неистощенной струи представляют собой ансамбль независимых реализаций в пространстве. Плавающие статистические частицы впрыскиваются один за другим (рисунок 1). Каждая частица проходит свой путь, который заканчивается после отрезка времени, называемого временем жизни частицы. Время жизни частицы определяется из анализа размерностей. Предполагается, что общее время первичного распыла воздушным потоком характеризуется тремя физическими величинами. Они включают в себя разницу в динамических давлениях на входе потоков газа и жидкости, $\left|\rho_g u_{g,0}^2 - \rho_l u_{l,0}^2\right| / 2$, инертность струи, характеризуемая $\rho_l$, и входной диаметр струи, $D_l$. Сочетание этих трех значений дает:

$$\tau_l^{-1} = \sqrt{\frac{\left|\rho_g u_{g,0}^2 - \rho_l u_{l,0}^2\right|}{2\rho_l}} \frac{1}{D_l} = \frac{u_{l,0}}{D_l} \sqrt{\frac{(M-1)}{2}}, \tag{11}$$

где $u_{g,0}$ - скорость газа на входе, $u_{l,0}$ - скорость жидкости на входе и $M = \dfrac{\rho_g u_{g,0}^2}{\rho_l u_{l,0}^2}$. После прохождения времени жизни статистическая частица удаляется из расчетной области. Процедура переупаковки является такой, что скорость впрыска частицы равна скорости их удаления.

3. В направлении $x$ вниз по течению каждая статистическая частица движется с постоянной осевой скоростью, равной скорости конвекции:

$$u_S = \frac{\left(\sqrt{\rho_g}\, u_{g,0} + \sqrt{\rho_l}\, u_{l,0}\right)}{\left(\sqrt{\rho_g} + \sqrt{\rho_l}\right)} \quad . \tag{12}$$

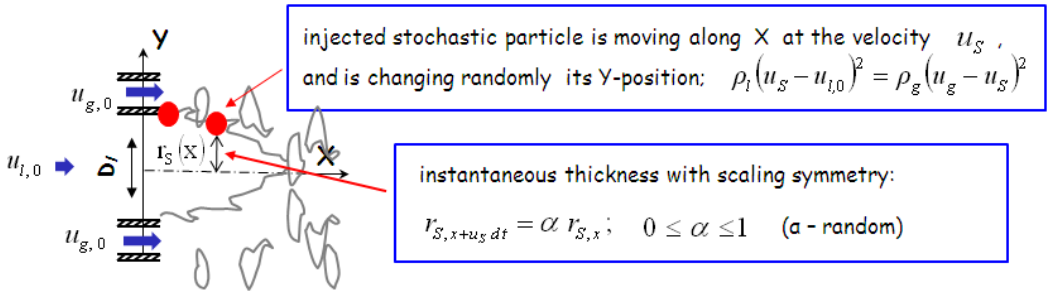



**Рис. 1.** Схема метода плавающих статистических частиц

4. Наблюдая вертикальные ординаты $r_{S,x}$ заданной плавающей статистической частицы при различных осевых положениях, мы предполагаем, что $r_{S,x}$ меняется шаг за шагом каскадным процессом, в котором вертикальное положение $r_{S,x+u_{l,0}\Delta t}$ производится от верхнего положения $r_{S,x}$, умноженного на случайную независимую величину $\alpha$, $0 \le \alpha \le 1$:

$$r_{S,x+u_{l,0}\Delta t} = r_{S,x}\, e^{\ln\alpha}. \tag{13}$$

Тогда можно использовать статистическое (10) уравнение, которое имеет следующий вид:

$$\frac{r_{S,x+u_{l,0}\Delta t} - r_{S,x}}{r_{S,x}} = \left[\langle \ln\alpha \rangle + \frac{\langle \ln^2\alpha \rangle}{2}\right]\frac{\Delta t}{\tau_l} + \sqrt{\frac{\langle \ln^2\alpha \rangle}{2\,\tau_l}}\, dW, \tag{14}$$

где $r_{S,x=0} = D_l / 2$.

При движении частицы, каждое положение обозначает ячейку, содержащую мгновенную поверхность раздела, которая отделяет область неистощенной жидкости от газа, как показано на рисунке 2.

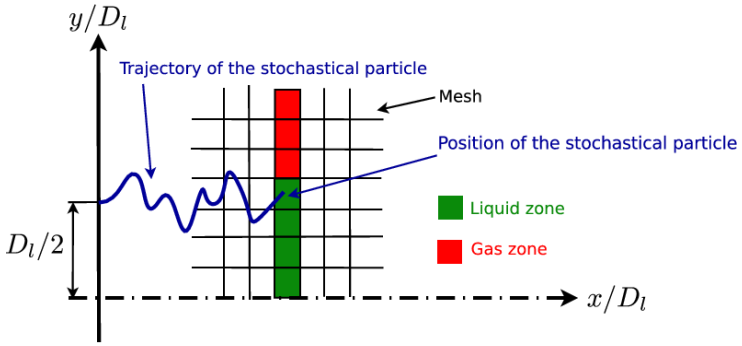



**Рис.2.** Схема моделирования конфигурации жидкого ядра

Из множества траектории движения частицы будет вычислена вероятность каждой частицы, находящейся в «зеленом» столбце.

На следующих рисунках будут показаны распределения частиц в теле в процессе теплопроводности в присутствии горения.

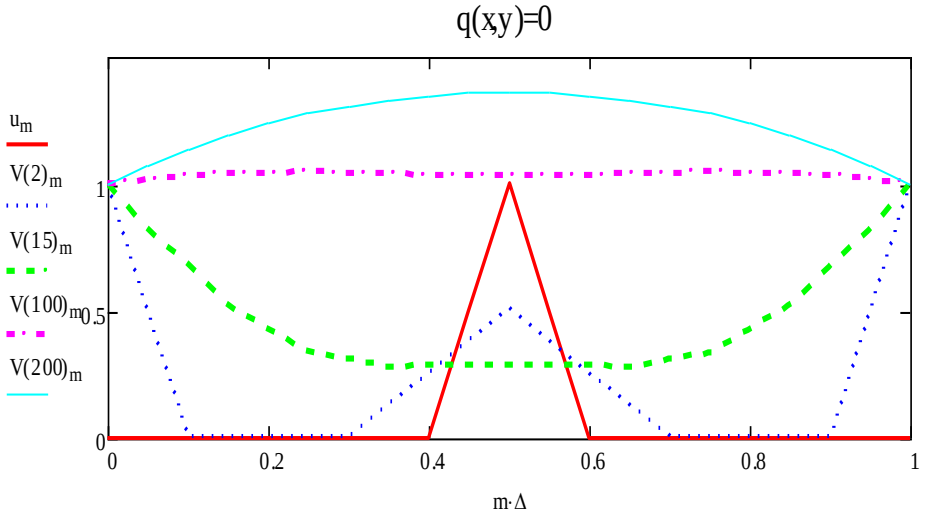



**Рис.3.** Процесс распределения тепла при горении

На рисунке 3 показано распределение тепла в присутствии горения. На графике представлен процесс, в котором при стабилизации тепла с двух сторон нормализуется функция его распределения и начинается процесс горения. При явной схеме модели данный процесс будет устойчивым нежели

при неявной схеме. Для устойчивости данного метода мы должны рассчитывать значение функции для каждого шага в сетке. Для построения неявной схемы изменение координаты по времени мы рассчитываем сетку при шаге 1 (рисунок 4).

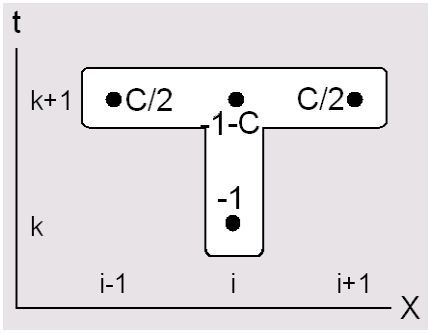



**Рис.4.** Схема аппроксимации неявной схемы

С развитием науки и техники многие компьютерные программы обновляются каждый день. Mathcad - это язык программирования, предназначенный для предоставления цифровых и аналитических решений для автоматизации различных областей науки и техники. На данный момент энергоэффективность и ее эффективное использование имеют большое значение. Одной из больших проблем является потеря тепловой энергии или проблема снижения затрат. В то же время, системы отопления достигают успеха с помощью компьютерной формовки, чтобы повысить эффективность процессов теплопередачи.

Решение дифференциальных уравнений, описывающих тепловые процессы, является одной из актуальных проблем современного процесса теплообмена. Поскольку тепловые уравнения характеризуются нелинейными независимыми дифференциальными уравнениями высокого порядка, аналитическое решение может быть сопряжено с большими трудностями. По этой причине мы применяем численное решение граничных условий для тепловых уравнений в ограниченной области.

В то же время оцифрованные модели были разработаны и проанализированы с использованием современного языка программирования MathCAD, с использованием граничных условий для расчета теплового переноса с применением пороговой схемы.

На рисунке 5 представлен алгоритм воспроизведения неявной схемы в программе MathCad. На рисунке 6 представлено распределение частиц в теле при отсутствии внешнего источника тепла. Графики были получены ghb неявной схеме с помощью программы MathCad.

$\tau := 0.005$ $\quad \phi(x,u) := 0$

$M := 20$

$D := 1$ $\quad Init(x) := \Phi(x - 0.45) - \Phi(x - 0.55)$

$\Delta := \frac{1}{M}$ $\quad m := 0..M$ $\quad Border(t) := 0$

$u_m := Init(m \cdot \Delta)$

$Cou := 2\frac{D \cdot \tau}{\Delta^2}$ $\quad Cou = 4$

$m := 1..M - 1$

$A_{m,m} := -Cou - 1$

$A_{m,m-1} := \frac{Cou}{2}$ $\quad A_{m,m+1} := \frac{Cou}{2}$

$A_{0,0} := 1$ $\quad A_{M,M} := 1$

$V(n) := \begin{cases} u & \text{if } n = 0 \\ lsolve(A, -V(n-1)) & \text{otherwise} \end{cases}$

**Рис.5.** Алгоритм неявной схемы в программе MathCad

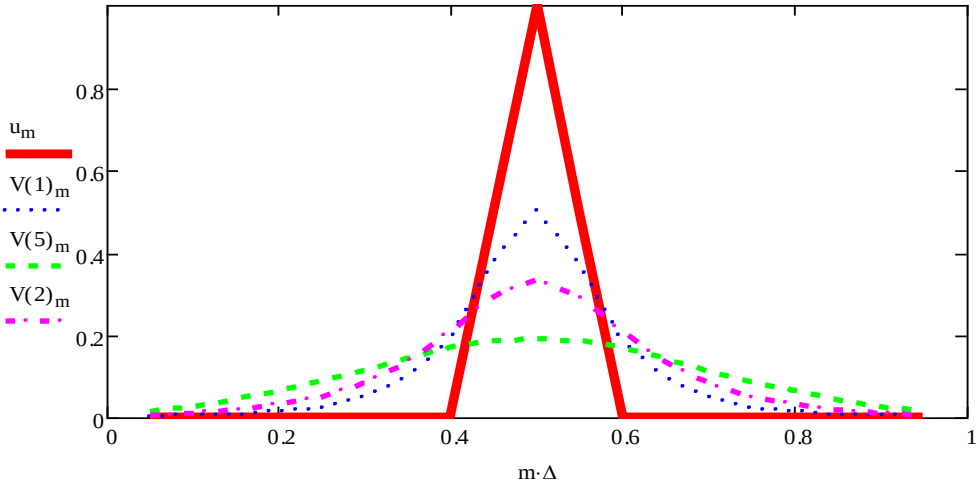



**Рис.6.** Распределение тепла при отсутствии внешнего источника, неявная схема

С помощью языка программирования MathCAD графики и результаты были рассчитаны на основе стандартных условий путем расчета теплопроводности, задач конвективного теплообмена для числовых дифференциальных величин при передаче тепла через металлический проводник с пороговой длиной.

Получены графики зависимости заданной теплоты от времени. Схемы были определены на основе рабочей среды MathCAD, а расчеты были основаны на разнице во времени. Были получены графики теплопередачи. Эти результаты имеют научную ценность и дают объяснение механизму процессов горения в котлах в дополнение к современной теплофизике, макрокинетике, теории горения и взрыва.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Razumovsky N. On a distribution character of metals contents in ore fields // Dokl. Akad.Nauk SSSR. – 1940. - Voll. 28. – P. 815-817.

[2] Lomnitz C. Fundamentals of Earthquake Predictions. - New York: Wiley, 1994. – 326 p.

[3] Kolmogorov A.N. Dissipation of energy in the locally isotropic turbulence // Doklady Akad. Nauk SSSR. – 1941. – Vol. 32. – P. 16–18.

[4] Le H., Moin P., Kim J. Direct Numerical Simulation of Turbulent flow over a Backward // Proceed. of 9th Symp. on Turbulent Shear flows. – Kyoto, 1993. - №13-2.

[5] Pope S. Turbulent Flows. – Cambridge: Cambridge University Press, 2000. – 771 p.

[6] Leonard A. Energy cascade in large-eddy simulations of turbulent fluid flows // Advances in Geophysics. – 1975. – Vol. 18. – P. 237-248.

[7] Piomelli U. Large eddy simulation: achievements and challenges // Progress in Aerospace Science. – 1999. - Vol. 35 (4). – P. 335-362.

[8] Smagorinsky J. General circulation experiments with the primitive equations // Monthly Weather Review. – 1963. – Vol. 91. – P. 99–164.

[9] Wilcox D. Turbulence Modeling for CFD. – La Canada: DCW Industries, Inc, 1993. – 460 p.

[10] Hinze J. O. Turbulence. - New York: McGraw-Hill Publishing Co, 1975. – 404 p.

[11] Crowe C., Sommerfeld M., Tsuji Y. Multiphase flows with droplets and particles. - Boca Raton: CRC Press LLC, 1998. – 471 p.

[12] Ranz W. E., Marshall W. R. Evaporation from drops // Chemical Engineering Progress. – 1952. – Vol. 48, №3. – P. 141-146.

[13] Befrui B., Corbinelli G., D'Onofrio M., Varble D. GDI multi-hole injector internal flow and spray analysis // SAE Technical Paper. – 2011. – Vol. 8, issue 1. – P. 1-11.

[14] Desjardins O., Pitsch H. A spectrally refined interface approach for simulating multiphase flows // J. of Computational Phys. – 2009. – Vol. 228. – P. 1658–1677.

[15] Weller H. G., Tabor G., Jasak H., Fureby C. A tensorial approach to computational continuum mechanics using object-oriented techniques // Computers in physics. – 1998. – Vol.12, issue 6. – P. 620-631.

Оспанова Ш., Жұмабаев Ә., Нурмуханова А., Рахимжанова Л., Чигамбаева Н.

**Жылжымалы бөлшектер әдісімен масштабты симметриядағы фрагментацияның әмбебаптылығын сипаттау**

**Түйін.** Берілген мақалада геометриясы кіші денелердегі жылуөткізгіштік процестері қарастырылған. Сонымен қатар әр түрлі жылу көздерінен болатын жылудың таралуы бейнеленген. Екінші ретті дербес туындылы дифференциалдық теңдеулерді шешу үшін MathCad бағдарламалар пакеті қолданылған. Аталған бағдарламаның көмегімен шекті-айырымды айқын және айқын емес сызбалардың алгоритмдері мен шаблондары тұрғызылған.

**Түйінді сөздер:** жылуөткізгіштік, бөлшектер, шекті-айырымды сызба, жылжымалы бөлшектер әдісі.

УДК 338.486

**Zh.N. Khalila, M.T. Beketayeva**
(Faculty of Physics and Technology, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan.
E-mail: zhangul021@gmail.com)

## ANALYSIS OF SYSTEM PROBLEMS IN THE HEAT AND POWER INDUSTRY OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**Abstract.** At present, practically any long-term development scheme works. The Soviet government had state plans for the time, and cities made programs for the development of the city. On this basis, master plans for engineering systems, including heat supply, have been developed. These plans were revised every 5 years. In accordance with these plans, funds were allocated for the reconstruction of the state plans. The entire system fell during the rebuild. All the heat power was discharged to the city authorities. At present, the planned economy has collapsed and has been recognized as acceptable for all to address strategic planning issues. At the same time, experts state that there is a need for a responsible structure for strategic development and planning (heat energy, industry, and the economy as a whole) and already have such initiatives and recommendations at the level of government. This article describes the analysis of system problems of the heat and power industry of the Republic of Kazakhstan.

**Key words:** quality, quality assessment, heat power, industry, economy, price, effective demand.

**Ж.Н. Халила, М.Т. Бекетаева**
(Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы.
E-mail: zhangul021@gmail.com)

## ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ЖЫЛУЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ САЛАСЫНЫҢ ЖҮЙЕЛІ МӘСЕЛЕЛЕРІН ТАЛДАУ

**Түйіндеме.** Қазіргі уақытта іс жүзінде кез келген ұзақ мерзімді даму жоспарлау арқылы жұмыс істейді. Кеңес үкіметі уақытында мемлекеттік пландар болды, қалалар қаланы дамытуға арналған бағдарламалар жасады. Осы негізде инженерлік жүйелерді, соның ішінде жылумен жабдықтауды дамытудың бас жоспарлары жасалды. Бұл жоспарлар әр 5 жыл сайын түзетіліп отырады. Осы жоспарлар бойынша мемлекеттік жоспарларды жүзеге асыру мақсатында қайта салу үшін қаражат бөлініп отырады. Бүкіл жүйе қайта құрылу уақытысында құлады. Барлық жылу энергетикасы қалалық билікке тасталды. Қазіргі уақытта жоспарланған экономика құлдырап, барлығына стратегиялық жоспарлау мәселелерін шешу үшін қолайлы деп танылды. Сонымен қатар, сарапшылар стратегиялық даму жауапты құрылымын құру қажеттігі және жоспарлау (жылу энергиясын, немесе өнеркәсіп және тұтастай алғанда экономиканың) туралы нақты айтады. Осы мақалада Қазақстан Республикасының жылу және электр энергетикасы жүйесінің проблемаларын талдау қарастырылған.

**Кілттік сөздер:** сапа, сапа бағалау, жылу энергиясы, өнеркәсіп, экономика, баға, сұраныс.

Жылу және электр энергиясын өндіру үшін қажетті жылу үнемдеу және энергия шешілмеген мәселе, теріс индустрия және тұтынушыға екі әсер басқа теріс құбылыстарға әкеп соғады. Олардың бірі - тарифтердің өсуі. Зерттеуге сәйкес, жылу тарифтерінің өсуінің негізгі себептерінің бірі ескірген және тозған жабдықтарды нәтижесінде туындайтын жылу шығындары болып табылады. төмендегідей сызба тізбек болып табылады. Сарапшылардың пікірінше, арнайы қадағалау органдарының болуы жеткілікті емес, сондай-ақ, қазіргі заманғы дизайн енгізу жылу жоғалуына жол

бермеуі тиіс. Бүгінгі күні сарапшылардың ойынша, ресурстарды сақтап қалу үшін көбінесе, жылу және электр энергиясында энергия үнемдейтін технологиялар мен жабдықтарды енгізудің болмауы болып табылады. Бұл бір жағынан ішкі және энергия бағасының төмен және энергия үнемдеуші технологияларды жоғары құны себебінен туындаған. Мұндай жағдайда энергияны үнемдеу өздігінен пайда болады.

Жылу энергетикасындағы жаңа стандарттар. Қазіргі уақытта сапа жүйесі мен клиенттерге қызмет көрсету: сарапшылардың ойынша, мұнда екі факторлардың, жұмыстың сапалық жаңа деңгейге сәйкес келмеуі көрсетіледі.

Мамандар жылу электр жұмыс істейтін сапа жүйесін сертификаттау жүйесі компаниялар мен кәсіпорындардың болмауына назар аударту. Бұл жылумен жабдықтаудың қауіпсіздігі мен жылу-энергетикалық сектордың сапа деңгейіне елеулі әсер ететін фактор.

Сапа жүйесі қажет. Бізде жылу және энергетика саласында сапа жүйесі мүлдем жоқ. Бұл жылу-энергетикалық жүйенің сапасын бағалау жүйесі болуы керек.Бұл сапалы сертификаттау тақырыбы коммуналдық энергетика және тұрғын үй-коммуналдық қызмет көрсету үшін өзекті екенін атап өту маңызды. Бүгінгі күні, тұрғын үй-коммуналдық және электр, бақылау сертификаттау секторында жеке компаниялардың тез өсіп келе жатқаны байқалады. Сонымен қатар, халықаралық стандарттар бойынша сертификаттау шетелдік инвесторлармен жұмыс істеудің қажетті шарты болып келеді.

Тағы бір маңызды көрсеткіш - жүйесі мен қарым-қатынастардың сапалы электр жүйесінде нарықтық моделін қалыптастыру. Сондай-ақ, зерттеуге қатысушылардың айтуынша, «Тапсырыс беруші - жеткізуші» процесі нашар жағдайда тұр. Бірқатар сарапшылардың пікірінше, бұл салада бәсекеге қабілетті нарықта қабылданған клиенттік қызмет талаптарына жауап беретін жеткізуші мен тұтынушы арасындағы өзара әрекеттесудің қазіргі заманғы моделі жоқ. Бұл «үлкен» электр энергетика саласында да, «кішігірімде» де бәсекелестік орта қалыптасудың бастапқы сатысында тұр. Бәсеке жоқ болса, демек, өнеркәсіп ойыншылар тұтынушы үшін күресуге үшін ешқандай ынталандыру жоқ: кейбір сарапшылардың бағалауынша, жылу энергетикасы саласындағы қарым-қатынастардың субъектісі ретінде тұтынушы ұстанымы тіпті тең болып табылады:

Жылу өндірушілердің монополиясы және диктатурасы. Әлі шарттық қатынастарға тең партия ретінде заңмен қорғалатын термин «тұтыну» құрылған емес сияқты, тұтынушылық барлық ақылға қонымды және негізсіз шығындарды жылу өндіруші, амортизация, коммерциялық және инвестициялық компоненттері үшін төлеуге мәжбүр. Кепілдік мынада, өндіруші ақша қаражатын толығымен тиімді жаңартуға бағыттайды [1].

Сапа менеджменті жүйесін құру міндеті:

Сапа желісі қызметкерлеріне дейін қарапайым түсінікті орындаушылардың деңгейінде барлық процестерінде (жобалау, салу, пайдалану, жөндеу) сапасын сақтау қызметінің толық рәсімдеу қажет.

Сапаны басқару жүйесі мынадай стандарттарды қамтиды:

- жабдықтарды сатып алу;
- ақпаратты жинау және жүйелеу;
- жылу желілерінің ресурстарын бақылау;
- сенімділік көрсеткіштерін есептеу;
- жылу желілеріндегі зақымдарды жою стандарттары және т.б.

«Жылу энергетикасы» саласындағы негізгі проблемалардың бірі станциялардағы төменгі ПӘК, ең жоғары жүктемелерді жабуға арналған маневрлік көздердің тапшылығы, желілерде пайда болатын айтарлықтай шығындар және қоршаған ортаға әсердің жоғары деңгейі болып табылады. Қазақстанның электр энергетикалық әлеуеті 72 электр станциясы, орнатылған қуаты - 20,4 ГВт, қол жетімді - 16,4 ГВт. Электр станцияларында қолданылатын отын - 84% құрайды.

Осы мақсатқа жету үшін келесі міндеттерді жасау қажет:

- отын-энергетикалық кешенін дамыту сипаттамаларын және трендтерді анықтау үшін ағымдағы энергетикалық секторының жай-күйі және оның ресурстық әлеуетін талдау және осы негізде алу;

- оның ішінде ел үшін нормативтік-құқықтық база және энергия менеджмент әдіснамасы (мысалы, электр), энергетикалық даму стратегиялық мақсаттарына олардың консистенциясы тұрғысынан оның жағдайын бағалау;

- тұтас алғанда жылу энергетика саласының басқару- ұйымдастырушылық құрылымын нығайту, салалар мен кәсіпорындардың арасындағы өндірістік және технологиялық байланыстарды бұзушылықтарды жою және ол бойынша ұсыныстарды негіздеу және тұжырымдау;

- өтпелі экономикалық салалар мен энергетикалық компаниялардың жұмыс істеуі үшін жұмысты және қаржылық реттеуді және несие мәселелерін зерделеу [2].

Жұмыстың практикалық маңыздылығы оның нәтижелерін және ұсыныстарын пайдалану арқылы жүзеге асады:

- Қазақстанда отын-энергетика кешенінің қызметін жетілдіру және оның тиімділігін арттыру;

-республикалық, аймақтық және жергілікті басқару органдарының нарықтық экономикаға тән әдістерді қолдана отырып, өтпелі экономикадағы энергетикалық сектордың қызметін реттеу бойынша өзара әрекеттерді жетілдіру;

Осы жұмыста жүргізілген зерттеулер келесі қорытындыларға әкеледі:

Отын-энергетикалық кешен, атап айтқанда, жылу энергетикасы, өнеркәсіптің негізі болып табылады. Өнеркәсіптік өркениет индустриалды революцияның басталуымен бірнеше ғасырлар бойы дамыды. XX ғасырдың басында адамзат жаһандық саяси, экономикалық, ресурстық, энергетикалық және экологиялық дағдарыстарға тап болды. Осылайша, XXI ғасырда басқарудың жаңа жолдарын дамыту мәселесі адамзаттың алдында тұр.

«KEGOC» АҚ желілері арқылы электр энергиясын беру тарифінің өзгеруінің оң әсерін атап өту қажет. 300-200 км қашықтықта өзгеріссіз тарифтің төмендеуін мақсатқа сай деп санауға болады.

• ҚР электр энергиясының 80% -дан астамы жергілікті көмірде жұмыс істейтін жылу электр станцияларымен жүзеге асады.

• Көптеген жылу электр станцияларындағы негізгі құралдардың 60-70% тозған.

• Ұлттық валютаның және инфляцияның билік нәтижесінде Қазақстан Республикасында бухгалтерлік және салықтық есеп бойынша негізгі құралдардың құны нақты сәйкес келмейді. Негізгі құралдар құнының өсуіне арналған қайта бағалау индексі төмендейді. Нәтижесінде, электр энергиясының бағасындағы амортизация компоненті негізгі құралдарды ауыстыруды және техникалық қайта жабдықтауды қамтамасыз етпейді. Қазақстан Республикасының салық кодексіне сәйкес жабдығын жөндеу шығындарды шектеу төмендетілген тіркелген активтер құнының 15% негізгі электр құралдарды ұстау және қалпына келтіру ықпал етпейді. Бұл шектеулер электр станциясының ақша қаражаттарының бюджетке қосымша шығын алып келуіне алып келеді [3].

ЖЭС «АҚ ЕЭК» (Ақсу), Екібастұз ГРЭС-2 Екібастұз электр станциясының:

• Қазақстанда көтерме сауда нарығында электр энергиясының бағасы негізінен үш электр станциялары арқылы анықталады.

• Еуразия елдерінің арасында Қазақстанның көтерме сауда нарығындағы электр энергиясы бағасы ең төменгі бағаларының бірі болып табылады, бұл әділ бағалардың жоқтығын көрсетеді.

• электр станцияларының инвестициялар болмауы салдарынан жаңа техника мен қолданыстағы физикалық ескіру енген болмауына қуаттарды прогрессивті шығарылуына ақыр соңында әкеледі. Нәтиже - қуат резервтерінің сарқылуы, жеткізу тапшылығының және генераторлық көздерден электр энергиясының бағасының сөзсіз күрт өсуі.

1. Қазақстан Республикасының аудандық жылыту жүйелерінің қазіргі жағдайы орталықтандырылған қалалық жылу жүйелерінің сенімділігі мен тиімділігін қамтамасыз ету үшін арнайы талаптар қояды, ол ұзақ суық қыста (қысқы ауа температурасының Республикасының солтүстік аймақтарда жиі төмендейді - 40 ° С дейін), күрт континенталды климат аймағында орналасқан.

Адам сусыз, тамақ және жылусыз өмір сүре алмайды, қалғаны өркениеттің артықшылықтарын білдіреді. Бірақ жылу - бұл басқа бір қалада немесе елде сатып алмайтын бірегей өнім, оны әкелуге және сақтауға болмайды.

1960 - 1990 жж. 29000 Гкал / сағ және шамамен 5000 Гкал / сағ, шамамен 30 ірі қазандық жылу қуаты - Қазақстанның қалаларында 6700 МВт, жылу 38 ЖЭО электр қуатын жұмыс 42 аудандық жылыту жүйесі құрылды.

Аудандық жылу жүйелері мыналардан тұрады:

• Жылу көзі (ЖЭО немесе аудандық қазандық);

• Жылу желілері;

• Тұтынуды тұтыну жүйелері.

Қазақстандағы жылу жүйелері проблемалары. Қазіргі уақытта Қазақстанның қалаларында орталықтандырылған жылыту жүйелерінің жағдайы (КАЖ) елеулі алаңдаушылық тудырады. СҚО жабдықтарды елеулі бөлігі тозған және ескірген және кез келген энергия тиімділігін арттыру немесе экологиялық стандарттарды қазіргі заманғы талаптарға сай емес, немесе жылу және ыстық сумен

қамтамасыз ету үшін қолайлы жағдай қамтамасыз ету қажет болып табылады. Жылу энергиясын жеткізуші компанияларда ШТ-ны техникалық қайта жабдықтауға инвестиция тарту үшін қаржы қаражаты мен мүмкіндіктері жоқ. тозған жабдықтар СҚО ағымдағы және күрделі жөндеу, материалдық ресурстар мен қаражатты айтарлықтай құны толып бар. ҚС-ның барлық бөліктерінде жылу және электр энергиясын өндірумен бірге энергия тиімділігін төмендету үрдісі де бар.

Жылу және электр станцияларының мәселелері. 2000 жылға қарай, негізгі және қосалқы электр көздері жабдықтарының физикалық тозуы 2000-2001 нәтижесінде, 40-60% жетті Қол жетімді электр қуаты ЖЭО Қазақстан 1700 МВт (20%). ЖЭО-ның жылу қуаты 40% -ға төмендеді. Техникалық-экономикалық көрсеткіштері нашарлады. 2015 жылға қарай ЖЭС зауыты 2 900 МВт-тан астам қызмет ету мерзіміне ие болады.

ЖЭО негізінен көмірді жағу қалалық әуе бассейнінде ластаушы заттардың ең ірі көздерінің бірі болып табылады. Қолданыстағы эмиссияларды стандарттау жүйесі моральдық жағынан ескірген. Қолданыстағы стандарттау жүйесінде шығарындылар стандарттары жабдықтың экологиялық көрсеткіштерімен байланысты емес. «Атмосфералық ауаны қорғау туралы» 11.03.02 №302-11 ҚР Заңына сәйкес талап етілетін арнайы салалық стандарттарын әзірлеу.

Жылу желілерінің мәселелері. Жылу желілерінің жағдайы қанағаттанарлықсыз. 2000 жылға қарай жылу магистралінің шамамен 60% -ы 20 жыл жұмыс істеді. Бұл ескі жабдықтар жабдықтау сенімділігін төмендетеді және қалаларда төтенше жағдайлар ықтималдығын арттырады.

Техникалық жағдайы нашар, ескірген техника, апаттың жылдамдығы көлік пен жылуды таратудағы жоғалтуға әкеледі. Жылу желілеріндегі нақты жылу шығыны нормативтік көрсеткіштен екі есе жоғары(Астана қаласын қоспағанда) [4].

Тұтыну жүйелерінің мәселелері. Ыстық сумен жабдықтаудың нормативтік сапасы, әдетте, қамтамасыз етілмеген. Жылытуды және ыстық суды тұтынуды есептейтін жабдық шамалы. Белгілі бір ережелерге жылу тұтынуды және есептеу құралдарын реттеуге қабілетінің жоқтығы, жылу тұтынуды есептеу және ыстық су сақтау үшін тұрғындарды ынталандыру және энергия үнемдейтін іс-шараларды жүзеге асырудық жоқтығы. Қолданыстағы ХҚКО жылу айтарлықтай жылу жоғалту шамадан тыс, нәтижесінде тұрғын ғимараттар мен инженерлік желілерді тиісті жөндеуді қажет етеді және жұмыс істеуге қабілетсіз болып табылады және соның салдарынан жылумен жабдықтау сапасын төмендетеді.

Ұйымдастыру мәселелері:

1. Қазақстан Республикасында жылумен жабдықтауды дамытудың мемлекеттік стратегиясы жоқ.

2. Жергілікті жылу беру жүйелерінің сенімді және энергия тиімді жұмысын қамтамасыз етуде заңнамада мемлекет рөлі анықталмайды.

3. Заңнама жақын болашақта маңызды энергияны үнемдейтін технологиялар ретінде жылумен жабдықтаудағы жылу мен электр энергиясын бірлескен өндіруді басымдыққа ие емес.

4. Жылумен қамтамасыз ету схемаларына негізделген жылумен жабдықтау жүйелерінің энергия тиімділігін арттыруды міндетті жоспарлау жоқ.

5. Жергілікті жылуды басқару және инвестициялау үшін жеке компанияларды тартатын ережелер әзірленбеген.

6. Тарифтік саясат СКТ-ның рентабельділігін қамтамасыз етпейді, жаңғыртуға инвестицияларды ынталандырмайды және жылумен жабдықтаудың энергия тиімділігін арттырады.

7. Мемлекеттік қолдаусыз жылумен жабдықтау объектілерін жаңғырту мүмкін емес.

8. Өндірушілер, көліктік компаниялар және жылу энергиясын тұтынушылар арасындағы қатынастар толығымен анықталмаған.

9. Республиканың әртүрлі аймақтарындағы негізгі техникалық, экономикалық және ұйымдастырушылық мәселелер бойынша жылумен жабдықтау жүйесінің жағдайы туралы толық және сенімді ақпарат жоқ.

10. Жылу жабдықтарын жобалау, салу және пайдалану нормативтік базасы қайта қарауды және нақтылауды талап етеді.

11. Елді жылумен жабдықтауды дамытудағы мемлекеттік және техникалық саясатқа жауапты мемлекеттік орган жоқ.

12. Аудандағы жылу саласында халықаралық тәжірибені зерделеу ұйымдастырылмаған.

13. Жылумен қамтамасыз ету туралы заң жоқ.

Ұсыныстар. Болашақта арзан отандық көмір жағатын жылу, электр энергиясын өндіруде, қолданыстағы аудандық жылыту жүйелері үшін мынадай ұсыныстар бар:

1. «Жылу беру туралы» Қазақстан Республикасының Заңын әзірлеу және қабылдау.

2. Қазақстан Республикасында жылумен жабдықтауды дамытудың ұзақ мерзімді стратегиясын әзірлеу.

3. Қазақстан Республикасының Энергетика және минералдық ресурстар министрлігін елдегі жылумен қамтудың техникалық саясатына жауапты департаментті ұйымдастыру.

4.Техникалық және экономикалық деңгейін анықтау және қолданыстағы МСТ аудитін жүргізуге мамандандырылған ұйымдармен бірлесе отырып, жылумен компанияға шешілуі тиіс мәселелерді анықтау, және мемлекет тарапынан көмек көрсету.

5. Жылу жабдықтау компаниясы ұсынысы бойынша (Финляндия, Дания, Германия), Батыс елдерінің тәжірибесін зерттеу.

6. Жылумен және тасымалдауды төмендетуге жұмсалатын шығындарды ынталандыру және аудандық жылу секторына инвестиция тарту үшін тарифтік саясатты жетілдіру.

7.Жылумен жабдықтау саласындағы аудандық жылу даму стратегиясын, нормативтік-құқықтық базаны және тарифтік саясатты дамыту үшін жылумен жабдықтаудың энергия тиімділігін арттыру.

8. Болашақта арналған жылумен жабдықтау схемаларын жасау.

9.Жылумен жабдықтау саласындағы қолданыстағы нормативтік құжаттарды қарап, қорытындылау, соның ішінде [5]:

-ЖЭО шығындарын жылу мен электр энергиясымен бөлісу әдістемесі.

-Қосылған жылу жүктемесі үшін тұтынушы зарядының мөлшерін анықтау әдісі.

-Электр станцияларының қолданыстағы қазандық жабдықтары үшін шығарындылардың нақты нормативтері.

-Ішкі конструкциялар арқылы жылу шығындар нормаларын қатайтумен құрылыс нормалары мен ережелер.

-Жылу энергиясын пайдалану ережелері.

-Жылыту желілерінде нақты шығындардың тұрақты өлшеу ережелері.

-Құбырлар мен жабдықтардың жылу оқшаулау сапасын бағалау туралы ереже.

-Жылу беру жүйелерін іске қосу кезінде жылу энергиясын тасымалдау тиімділігін бағалау ережелері.

-Ғимараттың нақты жылу жүктемесін анықтау әдісі.

-Ғимараттар мен олардың жүйелерінің энергия тиімділігінің паспорты, соның ішінде үйдегі жылу желілерінің гидравликалық сипаттамалары.

-Есептеу аспаптары жоқ тұтынушылармен есептеу үшін жылу мөлшерін анықтау әдісі.

Жылу шешімдерін қажет ететін жылумен жабдықтаудағы негізгі проблемалар:

ЖЭО-да, қазандықтарда, жылу желілерінде негізгі және қосалқы жабдықтардың моральдық және физикалық тозуы

-Жылу жүйелерінің жекелеген компоненттерін қайта құру және жаңғырту бойынша шешілмеген ұйымдастырушылық және қаржылық мәселелер.

-Ғимараттарда жылу жүйелерін, аудандық жылу жүйесіне қосылды (СҚО) қалалар автоматтандыруды бар бейім және аз мөлшерде сұйықтық салқындату параграфтарды жылыту үшін құрылғылар мен жылу энергиясын есептеу көзделген.

-КАЖ-ға байланысты тұтынушылардың басым көпшілігі өз қалауы бойынша қыздыру үшін жылуды тұтынуды реттеу мүмкіндігіне ие емес.

-Жүйе жылу пәтер иелерінің тұрғын ғимараттар кооперативтері (ХҚКО) үшін жауапты, сондай-ақ резиденттер энергия үнемдеу шараларын іске асыру үшін ешқандай экономикалық ынталандыру және жылу жүйелерін бақылауға алмайды.

-Қалалық орталықтандырылған және автономды жылыту жүйелерін тиімді дамуын қолға алу тиіс, оның негізінде, орта және ұзақ мерзімді перспективада оңтайлы қалалық жылу жаңғырту жоспарлары (жылыту схемалар) жоқ.

-Олар басты тұтынушылары салыстырмалы төмен төлем қабілеттілігі бағытталған жылу реттелетін тарифтердің шектелген, өйткені қазіргі уақытта, жылумен жабдықтау ұйымдары дербес, қажетті техникалық жаңарту СҚО жүргізуге мүмкін емес.

Аудандық жылу жүйелері объектілері иеленудің әртүрлі нысандарының иелері арасында бөлінеді. Технологиялық ерекшеліктерге байланысты орталықтандырылған жылумен жабдықтау

жүйесін ұйымдастыру орталықтандырылған басқару жүйесін қабылдайды. Бір КАЖ-да бір немесе екі жылу беру ұйымының болуы нарық бәсекелестігін дамытуға әкелмейді, өйткені бірыңғай жылумен жабдықтау жүйесінің субъектілері өздерінің қызметін бір жүйенің әртүрлі бөліктерінде дамытады.

Жылу энергиясын басқаруды реформалау сенімділікті арттыру, шығындарды азайту және энергия тиімділігін арттыру кезінде жылуды өндіру, тасымалдау және тұтыну процесіне барлық субъектілердің қызығушылығын қамтамасыз етуі тиіс.

Жылумен қамтамасыз етуде экономикалық қатынастарды ұйымдастырудың жалпы принциптерін, сондай-ақ осы саладағы мемлекеттік саясаттың негіздерін қалыптастыруды заңнамалық тұрғыда бекіту қажет.

Біз барлық реформалардан кейін қандай күйде екенін білеміз және қазір көптеген аймақтарда жылу желілері бар. Сонымен қатар Қазақстанда жылу желілерінің шамамен 80% -ы коммуналдық меншікте, ал 20% - жеке меншікте [6].

Бүгінгі таңда жылумен қамту секторындағы міндеттердің бірі жылу желілерін, жылу желілерін жаңғырту, жылу пункттерін жаңарту және әлемдік стандарттарға шығын келтіру болып табылады. Бұл уақыт пен ақшаны талап етеді. Қазіргі уақытта барлық деңгейдегі бюджеттер жылу желілерін жаңғыртуды қаржыландырады. Сонымен бірге, бюджет есебінен субсидия алу, мүліктік салығын, корпоративтік табыс салығын, қосылған құн салығын толық көлемде төлеуге мүмкіндік береді.

- Тұтынушылар үшін жыл сайынғы тарифтердің өсуін төмендету;

-ҚР Заңының «Жылумен жабдықтау туралы» қабылдау тәжірибесінде, түрлі лауазымдарда ағымдағы иістің саясат құжаттарға сәйкес еріксіз, қателер шығады. Мысалы, Халықаралық энергетикалық агенттік елдерге жылу беру туралы заңдарды, әсіресе ЖЭО негізіндегі аудандық жылу жүйелерінің қатысуымен, ұсынады.

Жоғарыда айтылғандарға байланысты, жылу Қазақстан заңнамасында толтырып мақсатында «жылу жабдықтау» Қазақстан Республикасының Заң жобасын қарау және қабылдау Энергетика министрлігінің атауы бастамашы болуы тиіс. Айта кету керек, ТМД аумағында тек Қазақстанда «Жылумен қамтамасыз ету туралы» заң жоқ.

2013 жылдың желтоқсан айында, Қазақстан Республикасының Ұлттық кәсіпкерлер палатасының қарсылықтар, электр энергиясын салаларының республикалық бірлестіктерінің, мұнай және газ, тау-кен өнеркәсібі қарамастан, 2014-2015 (бұдан әрі - Ұлттық жоспар) парниктік газдар шығарындыларына арналған квоталар бөлудің ұлттық жоспары Үкіметінің тиісті шешімімен бекітілді ҚР.

Газ инфрақұрылымының жетіспеушілігі және газдың қымбаттауы еліміздің алдағы жылдары табиғи газға көшуіне жол бермейді. Шектеулі су ресурстары - гидроэнергетиканың өсуінің шағын перспективалары. Демек, орта мерзімді перспективада жылу және электр энергиясын Қазақстан экономикасының өсіп келе жатқан талаптары объективті көлемін және парниктік газдар шығарындыларын өртеп көмір ұлғайтуды білдіреді, ол тек одан әрі көмір өсімдіктер дамыту арқылы жабуға болады.

- Қазақстандағы электр және жылу энергиясын өндірудің 80% -нан астамы көмір мен мазутты отын ретінде пайдаланатын станцияларда жүзеге асырылады;

- соңғы жылдары Қазақстан экономикасының өсуі электр энергиясын тұтынудың жыл сайын 4-5% -ға артуына әкелді;

- Қазақстан Республикасы экономика және бюджеттік жоспарлау министрлігінің бағалауы бойынша 2014-2018 жылдары Қазақстан экономикасының нақты өсуі 6-7,1% құрайды;

- ҚР Индустрия және жаңа электр энергиясын өндіру технологияларын болжамына сәйкес (2012 жылы 91 млрд кВт • сағ салыстырғанда) сағ • 2030 жылға қарай 145-150 млрд кВтс өсуі жоспарланады;

- еліміздің барлық қалалары мен ірі елді орталықтарының жылу орталықтандырылған жылу жүйесі негізделген және аудандық жылу жүйелерін одан әрі дамыту күтілуде;

- ҮИИД мен «Қолжетімді баспана - 2020» мемлекеттік бағдарламаларын әзірлеу алдағы жылдарда жылу мен электр энергиясын тұтыну көлемін едәуір арттыруды білдіреді.

**Қорытынды.** Бүгінгі күні жылу энергетикасы күрделі жағдайда. Біріншіден, қорлардың өте баяу қалпына келуі жоғары жоғалтуды және төмен қауіпсіздікті сақтайды, бұл сайып келгенде, өнеркәсіптің жаңа деңгейге өту процесін қиындатады. Екіншіден, заңнамалық реттеу тұтастай алғанда энергетика секторындағы нарықтық өзгерістердің туындаған өзекті проблемаларын артта қалдырады, бұл индустрияны инвестициялауға қиындық тудырады. Үшіншіден, жылумен жабдықтау

секторын дамытуды жоспарлаудың әдістемелік және технологиялық механизмдері толығымен анықталмады. «Өндірістің тиімді дамуына жағдай туғызуға мүмкіндік беретін негізгі « стратегиялық » проблемалар туралы айта кетейік.

Жылу электр жұмыс нарықтық моделін қалыптастырудың маңызды басқа да факторлар қажетті шамада қамтымайды. Бұл «электр энергетикасы туралы» заңнамада электр энергетикасын реформалауды реттейтін нормативтік құжаттарда жылуэнергетикаға қатысты көптеген аспектілер белгіленбейді. Басқаша айтқанда, сарапшылар жылумен жабдықтау секторының ерекшелігін ескере отырып, реформаның неғұрлым терең талдауы мен оны түзету қажеттілігін атап көрсетеді. Бұл кәсіби және сараптамалық ортада егжей-тегжейлі қарау мен бағалауды талап ететін маңызды мәселе.

2. Өнеркәсіпті дамытудың жоспарлау құралдарын жаңғырту

Жылу энергиясын дамытуды жоспарлау жүйесін құру мәселесі өзекті болып табылады. Бұл кезеңде энергетикалық сектор жүйелі ұзақ мерзімді даму бағдарламасынсыз жұмыс істейді, ал сарапшылардың айтуынша, қолданыстағы құралдар жеткілікті түрде тиімді емес.

3. Инвестициялық фактор.

Инвестициялық жобаларды қалыптастыру жүйесін дамыту. Өнеркәсіпке инвестиция тарту үшін жағдайлар жасалмайды. Бұл көптеген құрылымдық проблемаларды шешуге емес, - монополия қарым-қатынастарды, жылумен жабдықтау кәсіпорындарының қауіпсіздігін, жылу тарифтерінің өсуін жалғастыра отырып, мүмкіндіктерін, жаңа жылу электр станциялары мен желілерін салу, бәсекелестік ортаны болмауы киіңіз.

Мұнда негізгі мәселе - кәсіпорындарға инвестициялық жобалар мен ұсыныстарды қалыптастыру үшін қаржының болмауы. Сонымен бірге, кәсіби қауымдастықтың өкілдері жылу энергетикасы кәсіпорындары оларға салынған қаражаттарды қайтара алады деп сеніммен айта алады. Бұл дегеніміз, кез келген «тәуелді» мемлекеттік субсидияларды емес, несиелік негізде қаржыландыру туралы айтады, мұндай несиелендірудің шарттары мен тетіктерін жасау ғана маңызды.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Никифоров А.Д. Управление качеством: учебное пособие для вузов. – М.: Дрофа, 2012.- 720 с.

[2] Аванесов Е.К., Иванова Г.Л., Казимировский Е.Л. Методы менеджмента качества: Оценка уровня интегрированности систем менеджмента // РИА «Стандарты и качество». — 2009. — № 9. — С. 13-18.

[3] Мазур И.И. Управление качеством: учебное пособие. – М.: Высшая школа, 2010. – 334с.

[4] Сергеев А.Г. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник – М.: Юрайт, 2011. – 820 с. – серия: основы наук.

[5] Химичева А. И. Научные основы проектирования интегрированных систем управления качеством продукции (услуг) на базе международных стандартов : дис. ... доктора тех. наук : 05.01.02 / Химичева Анна Ивановна. – К., 2007. – 417 с.

[6] Кане М.М., Схиртладзе А.Г. Системы, методы и инструменты менеджмента качества: учебник для вузов. – М.: юнити-дана,2010. – 560с.

[7] Байков Н., Безмельницына Г., Гринкевич Р. Перспективы развития мировой энергетики до 2030 г. // Мировая экономика и международные экономические отношения. – 2007. – № 5. – С. 19-30.

[8] Концепция перехода республики Казахстан к устойчивому развитию на 2007-2024 годы [Электрон. ресурс]. – 2006. – URL: http://www.zakon.kz/172597-ukaz-prezidenta-respubliki-kazakhstan.html

[9] Энергетика және қоршаған орта [Электрон. ресурс] // Қазақстан Республикасы Статистика Агенттігінің ресми сайты. – URL: http://www.kaz.stat.kz/publishing/pages/energ_osaspx

[10] План мероприятий Правительства Республики Казахстан по реализации Государственной программы по форсированному индустриально-инновационному развитию Республики Казахстан на 2010-2014 годы [Электрон. ресурс]. – 2010. – URL: http://adilet.zan.kz/rus/docs/P100000302_

Халила Ж.Н., Бекетаева М.Т.

**Анализ системных проблем теплоэнергетической отрасли Республики Казахстан**

**Резюме.** В настоящее время работает практически любая программа долгосрочного развития. У советского правительства были государственные планы на время, а города - программы развития города. На этой основе были разработаны генеральные планы для инженерных систем, включая теплоснабжение. Эти планы пересматривались каждые 5 лет. В соответствии с этими планами были выделены средства на реконструкцию государственных планов. Вся система упала во время перестройки. Вся тепловая мощность была отнесена к городским властям. В настоящее время плановая экономика рухнула и была признана приемлемой для всех для решения вопросов стратегического планирования. В то же время эксперты имеют четкое представление о необходимости создания ответственной структуры стратегического развития и

планирования (тепловая энергия, промышленность или экономика в целом). В данной статье рассмотрен анализ системных проблем теплоэнергетической отрасли Республики Казахстан.

**Ключевые слова:** качество, тепловая энергия, промышленность, экономика, ценообразование, спрос.

УДК 681.5.9

**M.A. Beisenbi, A.K. Satpayeva, Sh.S. Mussabayeva, Zh.M. Zhalmuhamedova**
(L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Republic of Kazakhstan
E-mail: beisenbi_ma@enu.kz)

## THE RESEARCH OF ROBUST STABILITY OF NONLINEAR AUTOMATIC CONTROL SYSTEMS (ACS) BY VELOCITY GRADIENT METHOD OF VECTOR A.M. LYAPUNOV FUNCTIONS

**Abstract:** A velocity gradient method of vector A.M. Lyapunov functions is proposed for research the robust stability of nonlinear control systems. In this paper, the A.M. Lyapunov function is constructed on the basis of the gradient control system and the equivalence of the A.M. Lyapunov functions and the potential functions of the gradient systems. The vector A.M. Lyapunov function is constructed from the antipode of the potential function.

**Keywords**: nonlinear systems, control systems, stability, robust stability, Lyapunov direct method, vector Lyapunov function

**М.А. Бейсенби, А.К. Сатпаева, Ш.С. Мусабаева, Ж.М. Жалмухамедова**
(Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева,
Астана, Республика Казахстан, beisenbi_ma@enu.kz)

## ИССЛЕДОВАНИЕ РОБАСТНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ НЕЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ (САУ) ГРАДИЕНТНО-СКОРОСТНЫМ МЕТОДОМ ВЕКТОР-ФУНКЦИЙ А.М. ЛЯПУНОВА

**Аннотация.** Предлагается градиентно-скоростной метод вектор-функций А.М. Ляпунова для исследования робастной устойчивости нелинейных систем управления. При этом функция А.М. Ляпунова конструируется на основе градиентности системы управления и эквивалентности функций А.М. Ляпунова и потенциальной функций градиентных систем. Вектор-функция А.М. Ляпунова строится по антиградиенту потенциальной функций.

**Ключевые слова –** нелинейные системы, системы управления, устойчивость, робастная устойчивость, прямой метод Ляпунова, вектор-фцнкция Ляпунова

### Введение

Основным свойством, характеризующий работоспособность системы автоматического управления (САУ) является устойчивость, она связана с ответом системы на возмущения различного типа. В связи с этим САУ имеют некоторое равновесное или установившееся состояние $X_{s1}, \dots, X_{sn}$, где $\{X_{si}\}$ представляет собой набор переменных состояния системы, непрерывно зондируемого внутренними флуктуациями или внешними возмущениями.

Обычно требуется определить, каким должен быть формализм, позволяющий выяснить устойчивость рассматриваемого стационарного состояния [1,2,3]. Основная трудность теории устойчивости [2,3,4] связана с нелинейностью, неопределеностью и с большим числом переменных, описывающих состояния системы, а также не существуют универсальных методов исследования устойчивости нелинейных и многомерных САУ [5,6,7].

На основе геометрической интерпретации теоремы прямого метода А.М. А.М.Ляпунова и понятий устойчивости можно установить связи вектора скорости с антиградиентом функций А.М.Ляпунова[5]. Это позволяет рассмотреть систему управления как градиентные системы из теорий катастроф, а функцию А.М.Ляпунова рассматривать как некоторые потенциальные функции градиентных систем[8,9].

Реальные системы управления являются нелинейными, многомерными и функционируют в условиях неопределенности. В этих системах неопределенность может быть обусловлена как

наличием неконтролируемых возмущений, действующих на объект управления, так и незнанием истинных значений параметров объектов управления и непредсказуемым изменением их во времени. Способность системы управления сохранять устойчивость в условиях параметрической или непараметрической неопределенности понимается как робастность системы. В общей постановке исследование системы на робастную устойчивость заключается в указании ограничений на изменение неопределенных параметров системы управления, при которых сохраняется устойчивость. Эти ограничения определяются областью устойчивости по неопределенным и выбираемым параметрам.

Проблеме исследования робастной устойчивости систем управления посвящено большое число работ. В этих работах [10,11] в основном исследуется робастная устойчивость полиномов, матриц в рамках линейного принципа устойчивости.

Имеются множество методов исследования нелинейных систем [5,6], метод фазовой плоскости [3,5], метод точечных отображений [5], метод гармонической линеаризации [7,14], которые используются для исследования простейших САУ низкого порядка.

Метод функций А.М.Ляпунова или прямой метод А.М.Ляпунова является фундаментом теории нелинейных систем [2,3,12,14,15,16]. Прямой метод А.М.Ляпунова весьма плодотворен, но из-за сложности выбора функций А.М.Ляпунова остается в основном инструментом теоретиков, позволяющим получить общие сведения о поведении систем разных классов.

Основной проблемой при использовании данного метода является выбор подходящей функции А.М.Ляпунова: если функция данного вида “не подходит”, то это еще не означает о неустойчивости системы – возможно другой выбор функции А.М.Ляпунова позволит показать устойчивость (или неустойчивость) системы. Для конструирования функций А.М.Ляпунова имеются некоторые рекомендаций [6,7,13,14], однако не существует универсального метода построения функций А.М.Ляпунова.

**Методы исследования**

В настоящей работе предлагается подход, основанные на градиентности САУ и эквивалентности функций А.М.Ляпунова и потенциальной функций градиентных систем. Компоненты антиградиента, вектор функций А.М.Ляпунова задаются компонентами вектора скорости (правой частью уравнения состояния). Если правые части уравнения состояния заданы антиградиентом (по отношению к $x$ координате) некоторой потенциальной функций, который является аналогом функции А.М.Ляпунова $V_i(x), i = 1, \dots, n$, то можем получить систему уравнений для компонентов антиградиента вектор-функций $V(x) = (V_1(x), \dots, V_n(x))$ .

$$\frac{dX_i}{dt} = -\frac{\partial V_i(x)}{\partial X_j}, i = 1, \dots, n;\ \ j = 1, \dots, n$$

Которую обычно называют градиентной системой ($\dot{x} = -\nabla_x V$). На этой основе предлагается градиентно-скоростной метод вектор-функций А.М.Ляпунова [16,17,18] для исследования нелинейных САУ.

Пусть уравнения состояния нелинейных стационарных САУ представлены в виде

$$\dot{x}(t) = F\big(x(t), u(t), f(t)\big),\ x(t_0) = x_0,\ t \geq t_0$$
$$y(t) = g(x(t), u(t)) \qquad (1)$$

Переменные входящие в уравнение (1) являются векторными $x(t) \in R^n, y(t) \in R^l, u(t) \in R^l, f(t) \in R^k, F(\cdot)$ и $g(\cdot)$ - вектор-функция от векторных аргументов соответствующих разномерностей.

Вся динамика системы сосредоточена в первом уравнений, а второе уравнение выхода является статическим соотношением.

Рассмотрим теперь, каким должен быть формализм, позволяющий выяснить устойчивость рассматриваемого стандартного состояния. Основная трудность теории устойчивости связана с большим числом переменных, описывающие данную задачу, поскольку не существуют универсальных методов построения функций А.М.Ляпунова в зависимости от типа уравнений состояния системы.

Введем обозначение полного набора переменного состояния в виде вектор-столбца X с компонентами $X_1, X_2, \dots, X_n$. Воспользовавшись этим обозначением при отсутсвии внешних возмущений $(f(t) \equiv 0)$ и управлений $(u(t) \equiv 0)$, изменение $X$ можно записать в следующим виде

$$\frac{dX}{dt} = F(X) \quad (2)$$

Здесь F – оператор, действующий в пространстве, в котором определен вектор $X$. Вследствие действующих в системе обратных связей этот оператор обычно нелинеен.

Введенное выше стандартное состояние $X_s$ является частным решением уравнения (2). Следовательно,

$$\frac{dX_s}{dt} = F(X_s) \quad (3)$$

Роль возмущений учитывается, полагая

$$X = X_s + x \quad (4)$$

Здесь $x$- возмущение. С помощью этого представления из (2) можно получить уравнение для $x$:

$$\frac{dx}{dt} = F(\mathrm{X}_s + x) - F(\mathrm{X}_s) \quad (5)$$

Естественно, можно разложить правую часть уравнения (5) вблизи стандартного состояния $X_s$. Если $F$ имеет вид полинома по $X$, то это всегда возможно, что приводит к конечному числу членов. Однако в более сложных случаях $F$ может зависеть от $X$ каким-либо другим способом. В этом случае будем предполагать, что 1) $F$ по прежнему допускает разложение в ряд по степеням $x$ и 2) разложение можно оборвать на члене конечного порядка.

Формально, описанное выше разложение в ряд Тейлора, можно представить в виде[1]

$$F(X_s + x) = F(X_s) + \left(\frac{\partial F}{\partial X}\right)\Big|_{X_s} \cdot x + \frac{1}{2}\frac{\partial^2 F}{\partial X \partial X}\Big|_{X_s} \cdot xx + \\ + \frac{1}{6}\frac{\partial^3 F}{\partial X \partial X \partial X}\Big|_{X_s} \cdot xxx + \frac{1}{24}\frac{\partial^4 F}{\partial X \partial X \partial X \partial X}\Big|_{X_s} \cdot xxxx + \cdots \quad (6)$$

Объекты $(\partial F/\partial X)_{X_s}$ и т.п. представляют собой обобщения производных.

Уравнение состояния в развернутой форме представляется следуюшим образом

$$\dot{x}_i = \sum_{j=1}^{n} \frac{\partial F_i(x)}{\partial X_j}\Big|_{X_s} x_j + \frac{1}{2}\sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{n} \frac{\partial^2 F_i(x)}{\partial X_j \partial X_k}\Big|_{X_s} x_j x_k + \\ + \frac{1}{6}\sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{n}\sum_{m=1}^{n} \frac{\partial^3 F_i(x)}{\partial X_j \partial X_k \partial X_m}\Big|_{X_s} x_j x_k x_m + \cdots + \\ + \frac{1}{24}\sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{n}\sum_{m=1}^{n}\sum_{l=1}^{n} \frac{\partial^4 F_i(x)}{\partial X_j \partial X_k \partial X_m \partial X_l}\Big|_{X_s} x_j x_k x_m x_l + \ldots$$

$$i = 1, \ldots, n \quad (7)$$

**Результаты и обсуждения**

Устойчивость системы (7) исследуем градиентно-скоростным методом вектор-функций А.М.Ляпунова [16].

Из (6) компоненты вектора градиентов представим в виде вектор-функций А.М.Ляпунова $V(x) = (V_1(x), \ldots, V_n(x))$.

$$\begin{cases} \frac{\partial \mathrm{V_i}(x)}{\partial \mathrm{X_1}} = -\frac{\partial \mathrm{F_i}(x)}{\partial \mathrm{X_1}}\Big|_{\mathrm{X_s}} x_1 - \frac{1}{2}\sum_{k=1}^{n} \frac{\partial^2 F_i(x)}{\partial X_1 \partial X_k}\Big|_{X_s} x_1 x_k - \frac{1}{6}\sum_{k=1}^{n}\sum_{m=1}^{n} \frac{\partial^3 F_i(x)}{\partial X_1 \partial X_k \partial X_m}\Big|_{\mathrm{X_s}} x_1 x_k x_m - \\ \qquad - \frac{1}{24}\sum_{k=1}^{n}\sum_{m=1}^{n}\sum_{l=1}^{n} \frac{\partial^4 F_i(x)}{\partial X_1 \partial X_k \partial X_m \partial X_l}\Big|_{\mathrm{X_s}} x_1 x_k x_m x_l - \cdots \\ \frac{\partial \mathrm{V_i}(x)}{\partial \mathrm{X_2}} = -\frac{\partial \mathrm{F_i}(x)}{\partial \mathrm{X_2}}\Big|_{\mathrm{X_s}} x_2 - \frac{1}{2}\sum_{k=1}^{n} \frac{\partial^2 F_i(x)}{\partial X_2 \partial X_k}\Big|_{X_s} x_2 x_k - \frac{1}{6}\sum_{k=1}^{n}\sum_{m=1}^{n} \frac{\partial^3 F_i(x)}{\partial X_2 \partial X_k \partial X_m}\Big|_{\mathrm{X_s}} x_2 x_k x_m - \\ \qquad - \frac{1}{24}\sum_{k=1}^{n}\sum_{m=1}^{n}\sum_{l=1}^{n} \frac{\partial^4 F_i(x)}{\partial X_2 \partial X_k \partial X_m \partial X_l}\Big|_{\mathrm{X_s}} x_2 x_k x_m x_l - \cdots \\ \quad \ldots \quad \ldots \quad \ldots \quad \ldots \quad \ldots \quad \ldots \quad \ldots \quad \ldots \quad \ldots \quad \ldots \quad \ldots \quad \ldots \quad \ldots \quad \ldots \quad \ldots \quad \ldots \\ \frac{\partial \mathrm{V_i}(x)}{\partial \mathrm{X_n}} = -\frac{\partial \mathrm{F_i}(x)}{\partial \mathrm{X_n}}\Big|_{\mathrm{X_s}} x_n - \frac{1}{2}\sum_{k=1}^{n} \frac{\partial^2 F_i(x)}{\partial X_n \partial X_k}\Big|_{X_s} x_n x_k - \frac{1}{6}\sum_{k=1}^{n}\sum_{m=1}^{n} \frac{\partial^3 F_i(x)}{\partial X_n \partial X_k \partial X_m}\Big|_{\mathrm{X_s}} x_n x_k x_m - \\ \qquad - \frac{1}{24}\sum_{k=1}^{n}\sum_{m=1}^{n}\sum_{l=1}^{n} \frac{\partial^4 F_i(x)}{\partial X_n \partial X_k \partial X_m \partial X_l}\Big|_{\mathrm{X_s}} x_n x_k x_m x_l - \cdots \end{cases}$$

$$i = 1, \ldots, n \quad (8)$$

Разложение компонентов вектора скорости по координатам имеет вид[16]:

$$\begin{cases} \left(\frac{dX_i}{dt}\right)_{x_1} = \frac{\partial F_i(x)}{\partial X_1}\Big|_{X_s} x_1 + \frac{1}{2}\sum_{k=1}^{n}\frac{\partial^2 F_i(x)}{\partial X_1 \partial X_k}\Big|_{X_s} x_1 x_k + \frac{1}{6}\sum_{k=1}^{n}\sum_{m=1}^{n}\frac{\partial^3 F_i(x)}{\partial X_1 \partial X_k \partial X_m}\Big|_{X_s} x_1 x_k x_m + \\ \quad + \frac{1}{24}\sum_{k=1}^{n}\sum_{m=1}^{n}\sum_{l=1}^{n}\frac{\partial^4 F_i(x)}{\partial X_1 \partial X_k \partial X_m \partial X_l}\Big|_{X_s} x_1 x_k x_m x_l + \cdots \\ \left(\frac{dX_i}{dt}\right)_{x_2} = \frac{\partial F_i(x)}{\partial X_2}\Big|_{X_s} x_2 + \frac{1}{2}\sum_{k=1}^{n}\frac{\partial^2 F_i(x)}{\partial X_2 \partial X_k}\Big|_{X_s} x_2 x_k + \frac{1}{6}\sum_{k=1}^{n}\sum_{m=1}^{n}\frac{\partial^3 F_i(x)}{\partial X_2 \partial X_k \partial X_m}\Big|_{X_s} x_2 x_k x_m + \\ \quad + \frac{1}{24}\sum_{k=1}^{n}\sum_{m=1}^{n}\sum_{l=1}^{n}\frac{\partial^4 F_i(x)}{\partial X_2 \partial X_k \partial X_m \partial X_l}\Big|_{X_s} x_2 x_k x_m x_l + \cdots \\ \cdots \quad \cdots \quad \cdots \quad \cdots \quad \cdots \quad \cdots \quad \cdots \quad \cdots \quad \cdots \quad \cdots \quad \cdots \\ \left(\frac{dX_i}{dt}\right)_{x_n} = \frac{\partial F_i(x)}{\partial X_n}\Big|_{X_s} x_n + \frac{1}{2}\sum_{k=1}^{n}\frac{\partial^2 F_i(x)}{\partial X_n \partial X_k}\Big|_{X_s} x_n x_k + \frac{1}{6}\sum_{k=1}^{n}\sum_{m=1}^{n}\frac{\partial^3 F_i(x)}{\partial X_n \partial X_k \partial X_m}\Big|_{X_s} x_n x_k x_m + \\ \quad + \frac{1}{24}\sum_{k=1}^{n}\sum_{m=1}^{n}\sum_{l=1}^{n}\frac{\partial^4 F_i(x)}{\partial X_n \partial X_k \partial X_m \partial X_l}\Big|_{X_s} x_n x_k x_m x_l + \cdots \end{cases}$$

$$i = 1, \dots, n \qquad (9)$$

Из (8) и (9) находим полные производные по времени от вектор-функций А.М.Ляпунова $V(x) = (V_1(x), \dots, V_n(x))$, как скалярное произведение вектора скорости $dx/dt$ на вектор градиента $\partial V/\partial X$ в виде:

$$\frac{dV(x)}{dt} = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}\frac{\partial V_i(x)}{\partial X_j}\left(\frac{dX_i}{dt}\right)\Big|_{X_j} = \sum_{i=1}^{n} -\Big(\frac{\partial F_i(x)}{\partial X_1}\Big|_{X_s} x_1 + \frac{1}{2}\sum_{k=1}^{n}\frac{\partial^2 F_i(x)}{\partial X_1 \partial X_k}\Big|_{X_s} x_1 x_k +$$
$$+\frac{1}{6}\sum_{k=1}^{n}\sum_{m=1}^{n}\frac{\partial^2 F_i(x)}{\partial X_1 \partial X_k \partial X_m}\Big|_{X_s} x_1 x_k x_m + + \frac{1}{24}\sum_{k=1}^{n}\sum_{m=1}^{n}\sum_{l=1}^{n}\frac{\partial^2 F_i(x)}{\partial X_1 \partial X_k \partial X_m \partial X_l}\Big|_{X_s} x_1 x_k x_m x_l + + \cdots\Big)^2 -$$
$$-\Big(\frac{\partial F_i(x)}{\partial X_2}\Big|_{X_s} x_2 + \frac{1}{2}\sum_{k=1}^{n}\frac{\partial^2 F_i(x)}{\partial X_2 \partial X_k}\Big|_{X_s} x_2 x_k + \frac{1}{6}\sum_{k=1}^{n}\sum_{m=1}^{n}\frac{\partial^2 F_i(x)}{\partial X_2 \partial X_k \partial X_m}\Big|_{X_s} x_2 x_k x_m +$$
$$+\frac{1}{24}\sum_{k=1}^{n}\sum_{m=1}^{n}\sum_{l=1}^{n}\frac{\partial^2 F_i(x)}{\partial X_2 \partial X_k \partial X_m \partial X_l}\Big|_{X_s} x_2 x_k x_m x_l + \cdots\Big)^2 - , \dots, -$$
$$-\Big(\frac{\partial F_i(x)}{\partial X_n}\Big|_{X_s} x_n + \frac{1}{2}\sum_{k=1}^{n}\frac{\partial^2 F_i(x)}{\partial X_n \partial X_k}\Big|_{X_s} x_n x_k + \frac{1}{6}\sum_{k=1}^{n}\sum_{m=1}^{n}\frac{\partial^2 F_i(x)}{\partial X_n \partial X_k \partial X_m}\Big|_{X_s} x_n x_k x_m +$$
$$+\frac{1}{24}\sum_{k=1}^{n}\sum_{m=1}^{n}\sum_{l=1}^{n}\frac{\partial^2 F_i(x)}{\partial X_n \partial X_k \partial X_m \partial X_l}\Big|_{X_s} x_n x_k x_m x_l + \cdots\Big)^2 \qquad (10)$$

Функция (10) всегда является знакоотрицательной функцией, т.е. достаточное условие асимптотической устойчивости всегда будет выполняться.

Из (8) по градиенту построим вектор-функцию А.М.Ляпунова в скалярной форме:

$$\mathrm{V}(x) = -\sum_{i=1}^{n}\Big(\frac{1}{2}\frac{\partial F_i(x)}{\partial X_1}\Big|_{X_s} {x_1}^2 + \frac{1}{2}\int\sum_{k=1}^{n}\frac{\partial^2 F_i(x)}{\partial X_1 \partial X_k}\Big|_{X_s} x_1 x_k dx_1 +$$
$$+\frac{1}{6}\int\sum_{k=1}^{n}\sum_{m=1}^{n}\frac{\partial^3 F_i(x)}{\partial X_j \partial X_k \partial X_m}\Big|_{X_s} x_1 x_k x_m dx_1 + + \frac{1}{24}\int\sum_{k=1}^{n}\sum_{m=1}^{n}\sum_{l=1}^{n}\frac{\partial^4 F_i(x)}{\partial X_j \partial X_k \partial X_m \partial X_l}\Big|_{X_s} x_1 x_k x_m x_l dx_1 +$$
$$\cdots\Big) - \Big(\frac{1}{2}\frac{\partial F_i(x)}{\partial X_2}\Big|_{X_s} {x_2}^2 + + \frac{1}{2}\int\sum_{k=1}^{n}\frac{1}{2}\frac{\partial^2 F_i(x)}{\partial X_2 \partial X_k}\Big|_{X_s} x_2 x_k dx_2 + \frac{1}{6}\int\sum_{k=1}^{n}\sum_{m=1}^{n}\frac{\partial^3 F_i(x)}{\partial X_2 \partial X_k \partial X_m}\Big|_{X_s} x_2 x_k x_m dx_2 +$$
$$+\frac{1}{24}\int\sum_{k=1}^{n}\sum_{m=1}^{n}\sum_{l=1}^{n}\frac{\partial^4 F_i(x)}{\partial X_2 \partial X_k \partial X_m \partial X_l}\Big|_{X_s} x_2 x_k x_m x_l dx_2 + + \cdots\Big) -, \dots, -\Big(\frac{1}{2}\frac{\partial F_i(x)}{\partial X_n}\Big|_{X_s} {x_n}^2 +$$
$$\frac{1}{2}\int\sum_{k=1}^{n}\frac{\partial^2 F_i(x)}{\partial X_n \partial X_k}\Big|_{X_s} x_n x_k dx_n + + \frac{1}{6}\int\sum_{k=1}^{n}\sum_{m=1}^{n}\frac{\partial^3 F_i(x)}{\partial X_n \partial X_k \partial X_m}\Big|_{X_s} x_n x_k x_m dx_n +$$
$$+\frac{1}{24}\int\sum_{k=1}^{n}\sum_{m=1}^{n}\sum_{l=1}^{n}\frac{\partial^4 F_i(x)}{\partial X_n \partial X_k \partial X_m \partial X_l}\Big|_{X_s} x_n x_k x_m x_l dx_n + \cdots\Big) \qquad (11)$$

Из (11) положительная или отрицательная определенность функций А.М.Ляпунова не очевидны. Поэтому воспользуемся леммой Морса из теорий катастроф [8,9]. Для системы (7) точкой равновесия является $X_{1s} = 0, \dots, X_{ns} = 0$, т.е $\nabla V(x) = 0$ и $\det V_{ij}(x) \neq 0$, то для приведения V к каноническому виду может быть использована лемма Морса. Функция А.М.Ляпунова (11) удовлетворяет всем условиям леммы Морса и может быть представлена в окрестности точки $X_{1s} = 0, \dots, X_{ns} = 0$ в виде:

$$V(x) = -\frac{1}{2}\left(\frac{\partial F_1(x)}{\partial X_1}\Big|_{X_s} + \frac{\partial F_2(x)}{\partial X_1}\Big|_{X_s} + \cdots + \frac{\partial F_n(x)}{\partial X_1}\Big|_{X_s}\right)x_1{}^2 - \\ -\frac{1}{2}\left(\frac{\partial F_1(x)}{\partial X_2}\Big|_{X_s} + \frac{\partial F_2(x)}{\partial X_2}\Big|_{X_s} + \cdots + \frac{\partial F_n(x)}{\partial X_2}\Big|_{X_s}\right)x_2{}^2 - , \ldots , - \\ -\frac{1}{2}\left(\frac{\partial F_1(x)}{\partial X_n}\Big|_{X_s} + \frac{\partial F_2(x)}{\partial X_n}\Big|_{X_s} + \cdots + \frac{\partial F_n(x)}{\partial X_n}\Big|_{X_s}\right)x_n{}^2 \qquad (12)$$

Условия существования вектор-функций А.М.Ляпунова определяются положительной определенностью квадратичной формы (12), т.е. имеет вид:

$$\begin{cases} \frac{\partial F_1(x)}{\partial X_1}\Big|_{X_s} + \frac{\partial F_2(x)}{\partial X_1}\Big|_{X_s} + \cdots + \frac{\partial F_n(x)}{\partial X_1}\Big|_{X_s} < 0 \\ \frac{\partial F_1(x)}{\partial X_2}\Big|_{X_s} + \frac{\partial F_2(x)}{\partial X_2}\Big|_{X_s} + \cdots + \frac{\partial F_n(x)}{\partial X_2}\Big|_{X_s} < 0 \\ \cdots \quad \cdots \quad \cdots \quad \cdots \quad \cdots \quad \cdots \quad \cdots \quad \cdots \quad \cdots \\ \frac{\partial F_1(x)}{\partial X_n}\Big|_{X_s} + \frac{\partial F_2(x)}{\partial X_n}\Big|_{X_s} + \cdots + \frac{\partial F_n(x)}{\partial X_n}\Big|_{X_s} < 0 \end{cases} \qquad (13)$$

Таким образом, естественно можно предположить, что ограничиваемся изучением инфинитезимальной устойчивости, т.е. изучением ответа системы на малые возмущения, такие, что $|x|/|X_s| \ll 1$. Это согласуется понятней устойчивости системы. Данное ограничение малосущественно, поскольку инфинитезимальная устойчивость дает необходимое условие неустойчивости в том смысле, что если стационарное состояние $X_s$ неустойчиво относительно малых $x$, то оно будет неустойчиво относительно любых $x$. Также из (13) следует отметить, что устойчивость нелинейной системы (2) непосредственно определяется коэффициентами разложения первого порядка вблизи стационарного состояния $X_s$. Вклад нелинейных членов разложения проявляются в системе в форме бифуркаций и разветвлений решений уравнения состояния, т.е. определяют неустойчивости и детерминированные хаотические режимы и амплитуду отклонений от равновесного состояния системы.

**Заключение**

Основная трудность теории устойчивости связано с нелинейностью, неопределенностью и с большим числом переменных, описывающих состояния САУ, а также не существуют универсальных методов исследования устойчивости нелинейных многомерных систем. Теория робастного управления посвящена в основном исследованию робастной устойчивости полиномов, матриц в рамках линейного принципа устойчивости. Существующие методы исследования рассматривают простейшие САУ низкого порядка.

Фундаментом исследования нелинейных систем является метод функции А.М.Ляпунова. Однако отсутсвуют универсальные рекомендаций по выбору данной функции А.М.Ляпунова.

В данной работе можно получить из геометрической интерпретации теоремы А.М.Ляпунова об асимптотической устойчивости градиентность нелинейной САУ и на основе эквивалентности функций А.М.Ляпунова и потенциальной функцией градиентных систем разрабатывается градиентно-скоростной метод вектор-функций А.М.Ляпунова для исследования робастной устойчивости нелинейных САУ любой размерности.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Gregoree Nicoles, Ilya Prigogine. Exploring complexity an introduction. / W.H.Freeman and company/ NY, 1989

[2] Квакернак Х., Сиван Р. Линейные оптимальные системы управления. – М.: Мир, 1986. - 650 с.

[3] Барбашин Е.А. Введение в теорию устойчивости. – М.: Наука, 1967. –225 с.

[4] Воронов А.А. Устойчивость, управляемость, наблюдаемость. - М.: Наука, 1979. - 336 с.

[5] Андриевский Б.Р., Фрадков А.Л. Управление хаосом: методы и приложения. – СПб: Наука, 1999. - 467 с.

[6] Справочник по теории автоматического управления //Под ред. А.А.Красовского. –М.: ФизМатЛит, 1987. -712 с.

[7] Бесекерский В.А., Попов Е.П. теория систем автоматического регулирования. – М.: Наука, 1975. – 768 с.

[8] Гилмор Р. Прикладная теория катастроф. В 2-х томах. – М.: Мир, 1984. – т.1. – 349 с.

[9] Постон Т., Стюарт И. Теория катастроф и развитие мира. – М.: Наука, 2001. – 367 с.

[10] Поляк Т.Б., Щербаков П.С. Робастная устойчивость и управление. – М.: Наука, 2002. – 273 с.

[11] Dorato P., Rama K. Yedavalli. Recent Advances in Robust Control. – New York: IEEPress 3, 1990.

[12] Myroslav Sparavalo. The Lyapunov Concept of Stability from the Standpoint of Poincare Approach: General Procedure of Utilization of Lyapunov Functions for Non-Linear Non-Autonomous Parametric Differential Inclusions // arXiv:1403.5761 [cs]. — 2014-03-23.

[13] Математические основы теории автоматического регулирования: Учебное пособие/ Под ред. Б.К. Чемоданова, - М.: Высшая школа, 1977, т.1. 366 с.

[14] Сю Д., Мейер А. Современная теория управления и ее приложения. – М.: Машиностроение, 1976. 544 с.

[15] Бейсенби М.А. Исследование робастной устойчивости систем автоматического управления методом функции А.М.Ляпунова. – Астана, 2015. – 204 с.

[16] Воронов А.А., Матросов В.М. Метод векторных функций А.М.Ляпунова в теории устойчивости. - М.: Наука, 1987. – 252 с.

[17] Beisenbi M., Uskenbayeva G., Satibaldina D., Martsenyuk V., Shaikhanova A. Robust stability of spacecraft traffic control system using Lyapunov functions. 16th International Conference on Control, Automation and Systems (ICCAS 2016). – PP.743-748. 2016.

[18] Beisenbi M.A., Uskenbayeva G. The New Approach of Design Robust Stability for Linear Control System. Proceeding of International Conference on Advances in Electronics and Electrical Technology. AEET 2014, PP. 11-18. 2014.

Beisenbi M.A., Satpayeva A.K., Mussabayeva Sh.S, Zhalmuhamedova Zh.M.

**The Research of robust stability of nonlinear automatic control systems (ACS) by velocity gradient method of vector A.M. Lyapunov functions**

**Summary:** A gradient-velocity method of A.M. Lyapunov vector-functions is proposed for research the robust stability of nonlinear control systems. In this paper, the A.M. Lyapunov function is constructed on the basis of the gradient of the control system and the equivalence of the A.M. Lyapunov functions and the potential functions of the gradient systems. The A.M. Lyapunov vector-function is constructed from the antipode of the potential function.

**Key words**: nonlinear systems, control systems, stability, robust stability, Lyapunov's direct method, Lyapunov's vector-function

Бейсенбі М.А., Сатпаева А.К., Мусабаева Ш.С., Жалмухамедова Ж.М.

**А.М. Ляпуновтың вектор-функциясы градиентті-жылдамдық әдісімен бейсызықты автоматты басқару (АБЖ) жүйелерін робастты орнықтылыққа зерттеу**

**Аннотация:** Бейсызықты автоматты басқару жүйелерін робастты орнықтылыққа зерттеу үшін А.М. Ляпуновтың вектор-функциясы градиентті-жылдамдық әдісі ұсынылған. А.М. Ляпунов функциясы басқару жүйесінің градиенттілігі мен А.М. Ляпунов функциясының тиімділігі және градиентті жүйелердің әлеуетті функциялары негізінде салынған. А.М. Ляпунов векторлық функциясы әлеуетті функциясының антиградиенті арқылы құрылады.

**Түйін сөздер:** бейсызықты жүйелер, басқару жүйелері, орнықтылық, робастты орнықтылық, Ляпуновтың тура әдісі, Ляпунов вектор-функциясы

УДК 537/86

**B.A. Karibayev, I.T. Sarsenbek, A.B. Samarkhanov**

**FREQUENCY-DIMENSIONAL CHARACTERISTICS OF FRACTAL ANTENNA**

**Abstract.** This article presents the dependence of the frequency characteristics of the dipole antenna based on one-direction (anisotropic) fractals on antenna dimensions (conductor length, diameter and distance of poles) was studied. The modeling was carried out in the HFSS (High Frequency Structural Simulator) software environment. The results were compared with the characteristics of the half-wave dipole.

**Key words: fractal antenna, half-wave dipole, resonance frequency, reflection coefficient.**

**Б.А. Карибаев, И.Т. Сәрсенбек, А.Б. Самарханов**
(әль-Фараби атындағы ҚазҰУ, beibitkaribaev7@gmail.com)

**ФРАКТАЛДЫ АНТЕННАНЫҢ ЖИІЛІК-ӨЛШЕМДІК СИПАТТАМАЛАРЫ**

**Андатпа.** Бұл жұмыста бірбағытты (анизотроп) фрактал негізіндегі диполь антеннаның жиіліктік сипаттамаларының антенна өлшемдерінен (өткізгіш ұзындығы, диаметрі және вибраторлардың арақашықтығы) тәуелділігі зерттелді. Моделдеу HFSS (High Frequency Structural Simulator) программалық ортасында жүзеге асырылды. Алынған нәтижелер жартытолқынды вибратордың сипаттамаларымен салыстырылды.

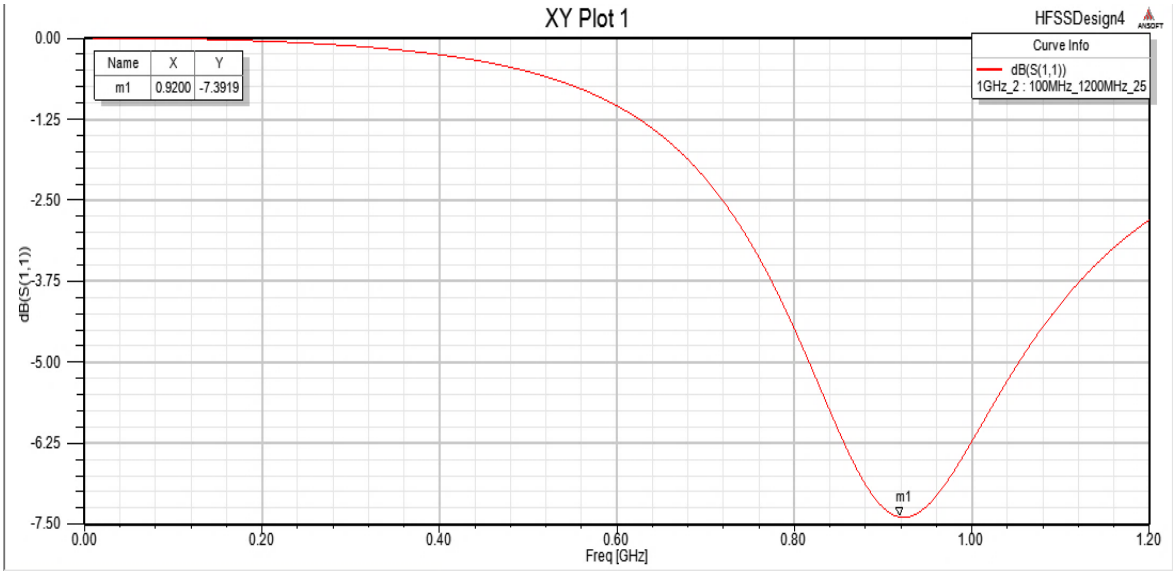
**Кілттік сөздер:** бірбағытты фрактал, фракталдық антенна, жартытолқынды вибратор, резонансты жиілік, шағылу коэффициенті.

**Кіріспе.** Кез-келген радиоқабылдағыш немесе таратқыштың негізгі ажырамас бөлігі және ақпарат сапасына әсер ететін құрылғы антенна болып табылады. Заманауи байланыс жүйелерін жасауда жиіліктің жұмыс жасау жолағында қажет сипаттамаларды қамтамасыз ете алатын эффективті антеннаны таңдау және оны жүзеге асыру өткір мәселе екені анық. Қажеттілікке байланысты ақпарат қабылдап-тарататын жоғары жылдамдықты жүйелерді жасау барысында оларды бірнеше жиілік диапазонында жүзеге асыру мәселесі де туындайды. Сол себепті, қазіргі таңда радиотехника және телекоммуникация облысында көпдиапазонды, кеңдиапазонды антенналар ерекше қызығушылық тудыруда. Сонымен қатар, бұндай қажеттілік сымсыз қабылдап таратқыштардың қолданысқа кеңінен енгізілуімен және оларды минятюралау үрдісімен тығыз байланыстыруға болады. Заманауй құрылғылардың антенна-фидерлік бөлігіндегі негізгі зерттеулер осы құрылғылардың минятюрленуіне және жиіліктік, энергетикалық сипаттамаларын қамтамасыз етуге бағытталған.

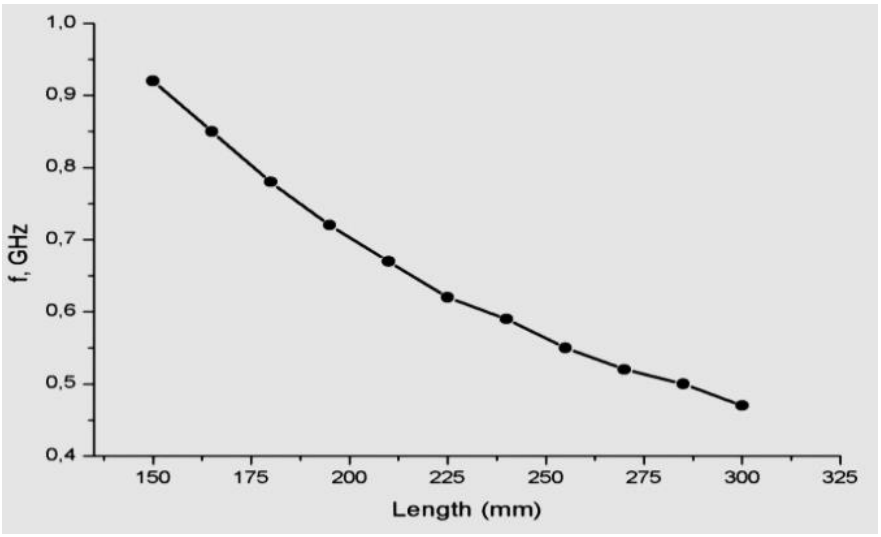
Фрактал ұғымы ғылымның көптеген саласында қолданысқа ие. Олардың негізгі ерекшелігі жүйенің өзұқсастығында. Яғни, үлкен бөлік кішіге ұқсайды немесе керісінше. Сонымен қатар фракталдық қисықтар топологиялық өлшемділік емес, фракталдық немес Хаусдорфтық өлшемділікке ие [1,2]. Геометриялық фракталдар негізіндегі антенналар евклид геометриясы формасындағы сызықты антенналарға қарағанда көпдиапазондылығымен айрықшаланады. Тікбұрышты, үшбұрышты және шеңберлі фрактал қисықтары негізіндегі монополь, жолақ сәуле шығырғыштар [3-9] жұмыстарда зерттелді.

**Жұмыстың мақсаты**. Анизотропты фрактал негізіндегі сымды диполь антенна өлшемдерінің жиіліктен тәуелділігін зерттеу.

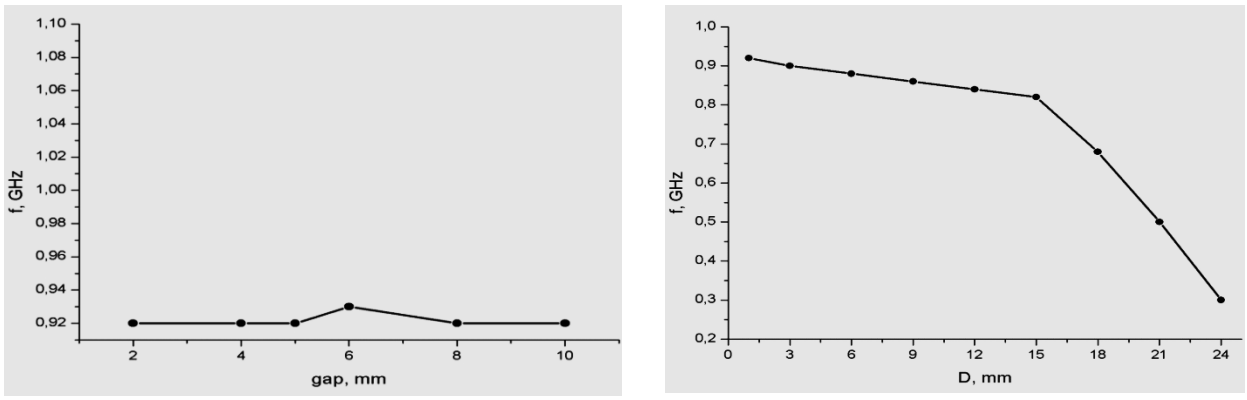
Антенна сипаттамалары HFSS ортасында алынды [10]. Алдымен төменде келтірілген өлшем параметрлері бойынша жарты толқын вибратордың сипаттамалары анықталды: вибратордың арасындағы қашықтығы (gap) – 2 мм, диаметрі (D) – 1 мм және жалпы вибратордың ұзындығы (L) – 150 мм, 0.01 ГГц қадаммен 0.1-1.2 ГГц жиілік диапазоны. Жобаның нәтижелерін (Results) программада алу үшін Create Modal Solution Data Report режиміндегі Rectangular Plot типті графиктерде тұрғызылды. 1-суретте антенна ұзындығы 150 мм кезіндегі шағылу коэффициентінің ($S_{11}$ parameter, dB) жиіліктен тәуелділігі, 2-суретте ұзындықтың 15 мм қадаммен өзгерісінің (ұзаруы) жиіліктен тәулділік графигі келтірілген. Екі шаманың арасындағы байланыстың сызықты екеніне көз жеткізуге болады.




**1-сурет.** Жарты толқынды вибратор (L=150 мм) шағылу коэффициентінің жиілік бойынша өзгерісі.




**2-сурет.** Жарты толқынды вибратор ұзындығы өзгерісінің жиілікке тәуелділігі.



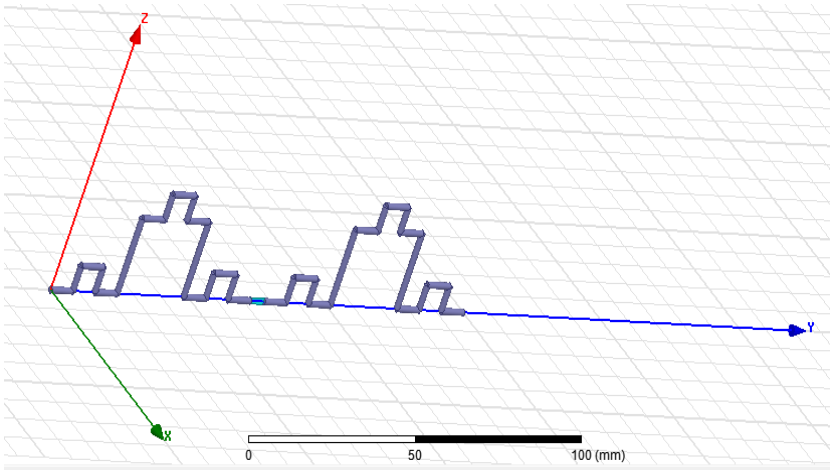

а) б)

**3-сурет.** Резонансты жиіліктің өзгерісі. (а) вибраторлар ара қашықтығы бойынша, (б) өткізгіш диаметрінің өзгеруі бойынша.

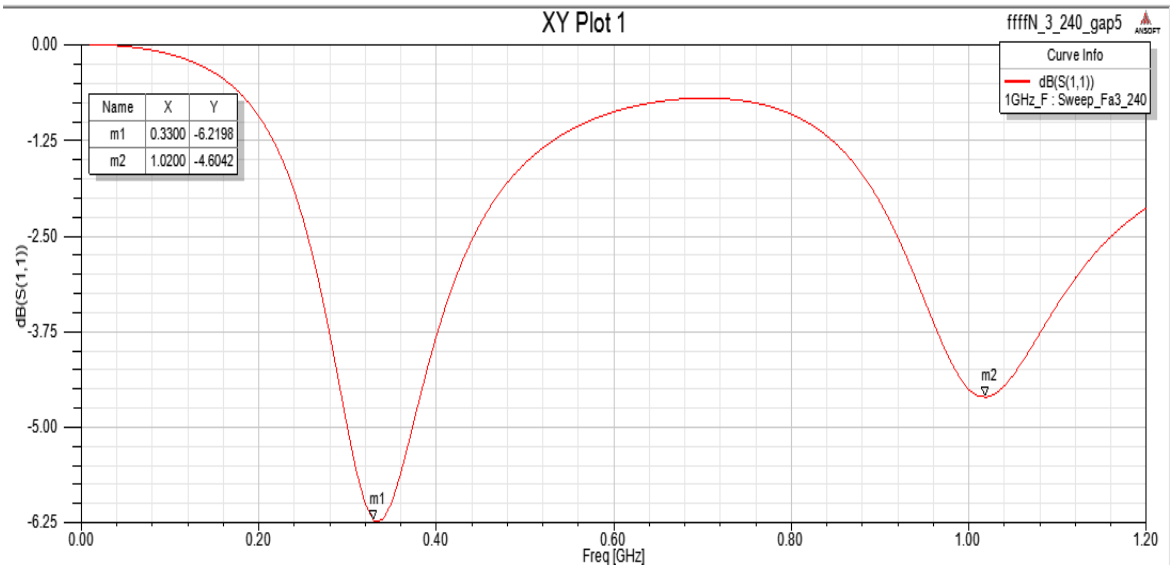
3.а суретте резонанстық жиілік пен вибраторлар ара қашықтығы (gap) арасындағы байланыс көрсетілген. Ширек толқынды λ/4 вибратор қашықтығының 2 мм-ден 10 мм-ге дейінгі өзгерісі резонанстық жиілікке әсер етпейтінін байқауға болады. 3.б суретте өткізгіш (мыс) диаметрінің D 2 мм-ден 24 мм-ге дейінгі өзгерісі антеннаның жұмыс істеу жиілігіне қалай әсер ететінін көрсетеді. 2 мм-ден 15 мм-ге дейін тәуелділік сызықты өрбіп, кенет күрт төмендеу байқалады, яғни түзу сызықты тенденция бұзылады.

Бұл зерттелген сипаттамалар жарты толқын λ/4 вибраторлар үшін болатын. Ал, енді осы іспетті тәуелділіктер фракталдық антенна жағдайында орындала ма?

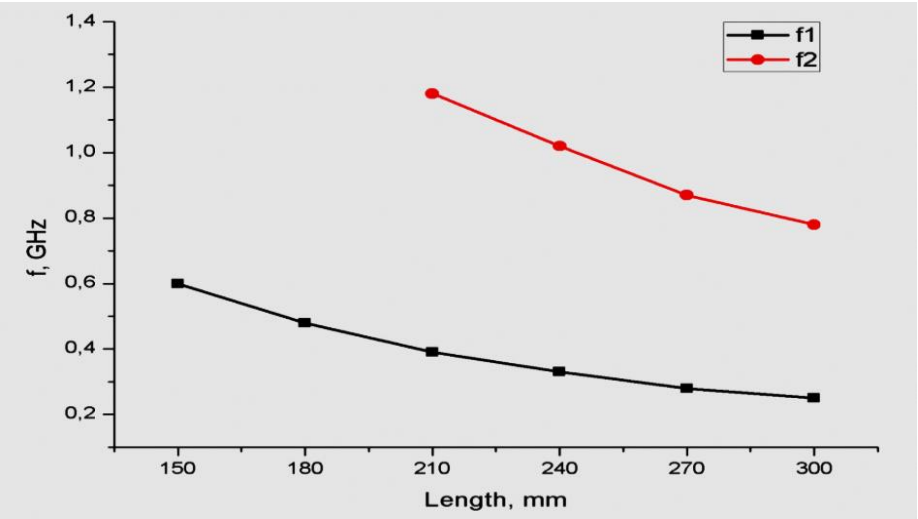
4 суретте қарастырғалы отырған бірбағытты фракталды антенна кескінделген [11-15]. Антеннаның бастапқы фракталдық емес (регулярлы) ұзындығы L=150 мм-ді құрайды. Бұл антеннаның жарты толқынды вибратордан ерекшелігі оның қарастырып отырған жиілік диапазонында екі резонанстық жиілігінің бар болуында, яғни салыстырмалы түрде көпдиапазондылығында (5-сурет). Сонымен қатар оны 6 суретте келтірілген жиілік пен антенна ұзындығы өзгерісі арасындағы тәуелділік графигінен көруге болады. Бұл жағдайда екінші резонанс L=210 мм ұзындықтан басталады (қызыл сызық).



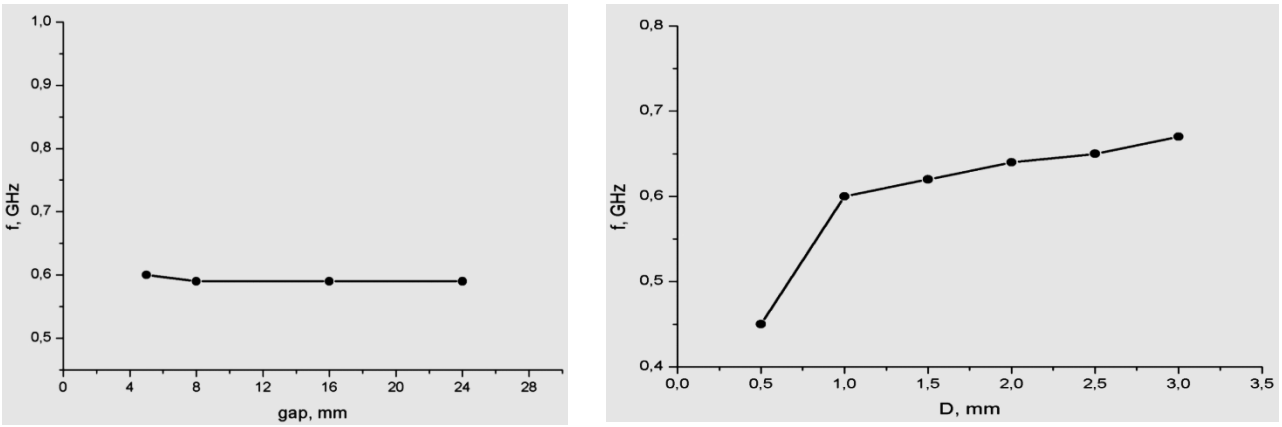

**4-сурет.** Бірбағытты фрактал негізіндегі диполь антенна.




**5-сурет.** Фракталды антеннаның $S_{11}$ параметрі. m1 және m2 – бірінші және екінші резонанстық жиіліктер.




**6-сурет.** Бірбағытты фрактал негізіндегі диполь антенна ұзындығы өзгерісінің жиілікке тәуелділігі. Қызыл сызық-екінші резонанс үшін, қара сызық-бірінші резонанстық жиілік үшін.




а) б)

**7-сурет.** Бірбағытты фрактал негізіндегі диполь антеннаның резонансты жиіліктерінің өзгерісі. (а) фракталды вибраторлар ара қашықтығы бойынша, (б) өткізгіш диаметрінің өзгеруі бойынша.

Вибраторлардың ара қашықтығының өзгерісі (5 мм-ден 24 мм-ге дейін) антенна жұмыс істеу жиілігін өзгерте қоймағаны көрініп тұр (7.а сурет), жиіліктің мәні 0,6 ГГц айналасында сақталып тұр. 7.б суретте өткізгіш диаметрінің (D) 0,5 мм-ден 3 мм-ге дейінгі өзгерісінде қатаң сызықты емес тәуелділік байқалады. Жиіліктің сызықты тәуелділігі 1 мм-ден 3 мм-ге дейінгі өткізгіштің қалыңдығында байқалады.

Компьютерлік моделдеу нәтижесінде жарты толқынды вибратордың өлшемдері (мыс өткізгіштің ұзындығы, диаметрі және вибраторлардың ара қашықтығы) өзгерісі мен резонанстық жиілік арасында сызықты тәуелділік байқалды. Күрделі құрылымы бар бірбағытты фракталды антенна жағдайында да қатаң сызықты емес байланыс байқалмайды. Тек, жарты толқын вибратор диаметрінің өсуі резонансты жиіліктің кемуіне әкеліп соқса, ал фрактал антенна үшін диаметрдің өсуі керісінше резонансты жиіліктің кеміткенін анықтадық. Оған себеп, префракталдар диаметрінің одан әрі артуы олардың жанасуына әкеліп, өткізгіштің біртұтасталуын туғызады, ал ол тұтас объектінің жиіліктік сипаттамаларының өзгеше болатыны белгілі.

**Қорытынды.** Бірбағытты фрактал негізіндегі антенна өлшемдері өзгерісінің жиілікке тәуелділігі зерттелді. Дәстүрлі жарты толқынды вибратормен салыстырғанда тек өткізгіш диаметрлері өсуінде қарама-қайшылық байқалды: біріншісінде жиілік сызықты кемісе, екінші жағдайда жиілік артты. Ал, қалаған өлшем параметрлерінің өзгерісі резонанстық жиілікке екі антенна жағдайында да бірдей заңдылықпен әсер етеді.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Benoit B. Mandelbrot, The Fractal Geometry of Nature Henry Holt and Company, Juvenile Nonfiction, 1982. - 468 p.

[2] Feder, J. (1988). Fractals. New York: Plenum Press.

[3] P. Beigi and P. Mohammadi, A novel small triple-band monopole antenna with crinkle fractal-structure // AEU - International Journal of Electronics and Communications. – 2016. – Vol. 70, Iss. 10. – P.1382–1387.

[4] R.L. Yadava, M. Ram and S. Das, Multiband Triangular Fractal Antenna for Mobile Communications // International Journal of Engineering Science and Technology Vol. 2(11), 2010, 6335-6348.

[5] Иманбаева А.К., Темирбаев А.А., Карибаев Б.А. и др.. Исследование планарных фрактальных антенн // Вестник КазНУ, серия Физическая 2016 58- том, №3, 80 - 92 стр.

[6] Rajni Bala, Jaswinder Singh Effect on Multiband Behavior of Square Fractal Dipole Antenna with the Variation of Angle between Square Fractals// International Journal of Recent Technology and Engineering. 2013; 2(2)72-75.

[7] Debashish Pal Design of a Novel Triangular Shaped Fractal Antenna for Wireless Communication // SSRG International Journal of Electronics and Communication Engineering (SSRG-IJECE) – volume1 issue8 Oct 2014.

[8] Munish Kumar design and analysis of minkowski fractal antenna using microstrip feed // International Journal of Application or Innovation in Engineering & Management (IJAIEM). Volume 3, Issue 1, January 2014.

[9] Yanzhong Yu, Jizhen Ni, Jingyi Wang A Minkowski Fractal Circularly Polarized Antenna for RFID Reader // Sensors & Transducers, Vol. 182, Issue 11, November 2014, pp. 99-104.

[10] Темирбаев А.А., Намазбаев Т.А., Карибаев Б.А., Толегенова А.А. Программные продукты для высокочастотного моделирования фрактальных антенн // "Вестник КазНУ" (серия физическая) 2017 №2, 7 - стр.

[11] Z. Zhanabaev Fractal model of turbulence in the jet // Proceedings of the SB Acad.of Sci.USSR, Technical science series. – 1988. – Vol.4. – P.57-60.

[12] Карибаев Б.А., Иманбаева А.К., Намазбаев Т.А. Физические характеристики дипольных антенн фрактальной формы // Вестник КазНИТУ имени К.И. Сатпаева. – 2016. – №4(116). – С.301-305.

[13] Karibayev, B.A.; Zhanabaev, Z.Z.; Temirbayev, A.A.; Imanbayeva, A.K.; and Namazbayev, T.A. (2017). Pattern lobes and beam widths of a novel fractal antenna. Eurasian Physical Technical Journal, 14(28), 57-60.

[14] Zhanabaev, Z.Z.; Karibayev, B.K.; Namazbayev, T.A.; Imanbayeva, A.A.; Temirbayev, A.A.; and Ahtanov, S.N. (2017). Fractal Antenna with Maximum Capture Power. ACM International Conference Proceeding Series. 6th International Conference on Telecommunications and Remote Sensing Delft, Netherlands, 17-20.

[15] Патент РК №2082 на полезную модель «Многодиапазонная антенна на основе анизотропного фрактала». Авторы: Мутанов Г.М., Жанабаев З.Ж., Темирбаев А.А. 15.03.2017, бюл. №5.

Карибаев Б.А., Сәрсенбек И.Т., Самарханов А.Б.

**Частотно-размерные характеристики фрактальной антенны**

**Резюме.** В статье приведены результаты компьютерного моделирования проволочной, диполь, фрактальной антенны на базе однонаправленного (анизотропного) фрактала. Исследованы зависимости резонансных частот фрактальной антенны от размеров (длина и диаметр проволоки, расстояние между вибраторами). Симуляция антенн проведена в среде HFSS (High Frequency Structural Simulator). Результаты были сопоставлены с характеристиками полуволнового вибратора.

**Ключевые слова:** фрактальная антенна, полуволновой вибратор, резонансная частота, коэффициент отражения.

Karibayev B.A., Sarsenbek I.T., Samarkhanov A.B.

**Frequency-dimensional characteristics of fractal antenna**

**Summary.** This article presents the dependence of the frequency characteristics of the dipole antenna based on one-direction (anisotropic) fractals on antenna dimensions (conductor length, diameter and distance of poles) was studied. The modeling was carried out in the HFSS (High Frequency Structural Simulator) software environment. The results were compared with the characteristics of the half-wave dipole.

**Key words: fractal antenna, half-wave dipole, resonance frequency, reflection coefficient.**

ЭОЖ. 372.853.(075.8)

**С.Н. Нұрқасымова, А.Б. Жаныс**
(Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті
Қазақстан Республикасы, Астана, SauleNurkasim@mail.ru)

## ПЛАНЕТАЛАР ҚОЗҒАЛЫСЫН АСТРОНОМИЯ ПӘНІН ОҚЫТУДА МОДЕЛЬДЕУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

**Андатпа:** Мақалада компьютерлік модельдеуді жоғарғы оқу орындарында астрономия есептерін шығаруда қолданылатыны қарастырылған. MATLAB программасының алгоритмі және қысқаша түсініктеме берілген. MATLAB программасын физикалық процесстерде қолдану, екі, үш өлшемді графиктер тұрғызу және анықталған интеграл арқылы физика есептерін шығару.

**Кілтті сөздер:** Астрономия есептерін компьютерде модельдеу, MATLAB программасы, астрономия есептерін MATLAB бағдарламасында модельдеу.

Казақстан Республикасындағы білім беруді дамытудың 2011-2020 жылдарға арналған мемлекеттік бағдарламасында орта білім сапасына қойылатын негізгі міндеттердің бірі қазіргі заманғы білім берудің үлгісін қалыптастыру мен оны әлемдік білім беру кеңістігіне кіргізуі қажет екендігін атап көрсетілген [1]

MATLAB бағдарламасы математикалық есептеулер саласындағы барлық әдістерді қамтиды және есептеулер жүйесіне айналып отыр. Математикалық функциялар матрицалар, комплекс сандар, вектор және полиномдармен бірге электротехникалық, радиотехникалық және т. б. көптеген қолданбалы фукциялар бар. Оның тағы бір тамаша қасиеті оның ашықтылығында, яғни MATLAB құрамына енетін функцияларды (мәтін түрінде жазылған m–файлдар және С тіліндегі бағдарламалар) өзгертуге, қосымшалар ендіруге болады.

Астрономия пәнін оқытудың негізгі міндеттерінің бірі – оқу процесінде білім алушыларға материалистік көзқарасты қалыптастыру және оны дамыту болып табылады. Мұндағы негізгі мәселелердің бірі – білім алушыларды танудың диалектикасымен таныстыру. Модель жасау танудың керекті кезеңдерінің бірі деуге болады. Жалпы физика курсында бір физикалық процестің өзінен бірін-бірі толықтырып отыратын бірнеше модель жасауға болады.

MATLAB бағдарламасын қолдану барысында астрономия планеталардың және ғарыштық аппараттардың қозғалысын моделдеу сияқты мәселелерді қарастыруға болады.

Планета орбитасы кез келген уақыт моментінде орбита элементтері деп аталатын 6 шама арқылы сиапталады. Орбита элементтері дегеніміз орбитаның кеңістікте орналасуын, оның өлшемін және пішінін, сонымен бірге планетаның орбитадағы орнын сипаттайтын шамалар. 6 элементтен үшеуі (олар i, Ω және ω арқылы белгіленеді) орбита жазықтығының орнын және орбитаның сол жазықтығы бағытын сипаттайды. Екеуі орбитаның өлшемі және пішінін анықтайды. Олар a және e әріптерімен белгіленеді. Ал соңғы, алтыншы элемент $t_0$ планетаның орбитадағы орнын анықтауға мүмкіндік береді. Сонымен қатар астрономия:

- *көлбеулік бұрышы* i – планета орбитасының Жер орбитасы (эклиптика) жазықтығымен арасындағы бұрышы. Ол 0 мен 180 градус аралығында өзгереді. Егер $0<i<90^0$ болса, онда ол планета Жермен бірдей бағытта айналады. Ал егер $90<i<180^0$ болса, онда ол Жердің айналу бағытына қарама-қарсы бағытта;

- *шығу түйінінің бойлығы* **Ω**, айталық планета орбитасы эклиптика жазығымен түзу сызық бойымен қиылысқан болсын. Осы түзу сызық түйіндер сызығы деп аталады. Күннен көктемгі күн теңелу нүктесі γ-ға жүргізілген вектор және түйіндер сызығы арасындағы бұрыш Ω шығу түйінінің бойлығы;

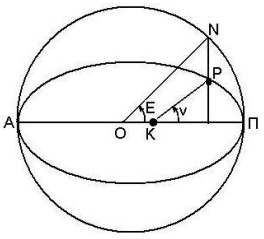
- *перигелийдің түйіндер сызығынан қашықтығы* ω, Күннен планета орбитасының перигелийі П нүктеге жүргізілген вектор және түйіндер сызығы арасындағы бұрыш ω перигелийдің түйіндер сызығынан қашықтығы деп аталады. Ол $0^0 \le \omega \le 360^0$ аралығында өзгереді. Бұл бұрыш түйіндер сызығынан басталуы

- *орбитаның үлкен жарты осі* a, ол орбита өлшемін сипаттауы;

- *орбита эксцентриситеті e,* ол $e = \frac{\sqrt{a^2 - b^2}}{a}$ түрде анықталады, мұндағы a және b – орбитаның үлкен және кіші жарты остері. Эксцентриситет орбита пішінін анықтайды және эллипстик орбиталар үшін $0 \le e < 1$ аралықта болады. Егер e=0 болса, онда орбита – шебер. Эксцентриситет e артқан сайын орбита созықы болуы;

- *планетаның перигелийден өту моменті* $t_0$, ол планетаның орбитадағы орнын анықтауға мүмкіндік беретіні көрсетілген.

Осылай, орбита элементтері Ω, i, ω, a, e, $t_0$ арқылы белгіленеді және олар планета орбитасының кеңістіктегі орнын анықтайды. Ал планетаның орбитадағы орнын анықтау үшін олардың тек үшеуі ғана: a, e, $t_0$ қолданылады. Планетаның орбитадағы орны тек екі шамамен беріледі: Күннен планетаға дейінгі қашықтық r және планетаның шын аномалиясы v бұрыш, мұндағы r = KP, ал v = ∠ ПКР бұрыш (1-сурет).




**1-сурет.** Шын (v) және эксцентрлік (E) аномалия.

Олар төмендегі екі формуладан анықталады:

$$r = a\,(1 - e\ \cos E) \qquad (1)$$

$$\operatorname{tg}\frac{v}{2} = \sqrt{\frac{1+e}{1-e}}\operatorname{tg}\frac{E}{2} \qquad (2)$$

мұндағы E - эксцентрлік аномалия. Ал ол кезегінде төмендегі Кеплер теңдеуінен анықталады:

$$M = E - e \sin E \quad (3)$$

мұндағы M - орташа аномалия. Ол былайша есептеледі:

$$M = \frac{2\pi}{T}(t - t_0) \quad (4)$$

мұнда T – планетаның сидерлік периоды (яғни, Күн төңірегінде айналу периоды), t – берілген уақыт.

Жоғарыда айтылғандарды есепке ала отырып, планета траекториясын есептеу төмендегі алгоритм бойынша орындалады:

- кез келген t уақыт үшін (28) теңдеуден M орташа аномалия есептеледі;
- (3) Кеплер теңдеуінен E эксцентрлік аномалия анықталады;
- (1), (2) теңдеулерден r қашықтық және v шын аномалия анықталады.

Көрсетілген алгоритм бойынша есептеу үшін MATLAB-та төмендегідей бағдарлама жазылып, ол m-файл етіп сақтап қойылады. Мысалы, planeta.m болсын. Оны кез келген кезде MATLAB жұмысшы ортасынан шақыруға болады. Бағдарлама планеталардың a, e, $t_0$ орбита элементтері бойынша олардың траекториясын есептейді және оны анимация түрінде бейнелейді.

Күн жүйесінде 9 ірі планета бар екендігі белгілі (Күннен алыстауы ретімен): Меркурий, Шолпан, Жер, Марс, Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун, Плутон. Бұл планеталар екі топқа бөлінеді: ***ішкі*** және ***сыртқы*** планеталар. Орбиталары Жер орбитасының ішінде жатқандары (Меркурий және Шолпан) ***ішкі*** планеталар, ал орбиталары Жер орбитасының сыртында жатқандары (Марстан бастап әрі қарай қалғандары) ***сыртқы*** планеталар делінеді. Сол себепті моделдеу үшін 1 ішкі планета (Шолпан), 1 сыртқы планета (Марс) және Жер қарастырылды. Әрине Шолпан мен Марс орнына кез келген басқа планеталарды да алуға болады. Жер және бұл екі планетаның орбита элементтері:

```
a=1  а.б.                  %  Жер үшін
e=0.0167
T=365.2422    тәулік
a=1.5237  а.б.             %  Марс үшін
e=0.0934
T=686.98          тәулік
a=0.7233  а.б.             %  Шолпан үшін
e=0.0068
T=224.7           тәулік
```

Олардың траекториясын бір-бірінен ажырату үшін Жер орбитасы көк, Шолпан – қызыл және Марс - қара түстермен сызылған.

Осы бағдарламаны талдап көрелік:

```
function planeta
a1=1
e1=0.0167
T1=365.2422     % Жер

a2=1.5237
e2=0.0934
T2=686.98    % Марс

a3=0.7233
e3=0.0068
T3=224.7    % Шолпан
%----------------------------------------
t0=0;                % бастапқы уақыт
eps=1.D-11;
nk=5
Nmax=10000;
dt=0.1;              % уақыт қадамы
t=0:dt:nk*T2;
        %   -------------------
dlt_E1=1;
```

```
M1=2*pi*(t-t0)/T1;        % орташа аномалия
E1=M1;
     while dlt_E1>eps
     dlt1=E1-e1*sin(E1)-M1;
     if(abs(dlt1)<eps) return
     else
     dlt_E1=dlt1/(1-e1*cos(E1));
     E1=E1-dlt_E1;
  end
end
%   -------------------
   dlt_E2=1;
   M2=2*pi*(t-t0)/T2;
   E2=M2;
        while dlt_E2>eps
        dlt2=E2-e2*sin(E2)-M2;
        if(abs(dlt2)<eps) return
        else
        dlt_E2=dlt2/(1-e2*cos(E2));
        E2=E2-dlt_E2;
     end
   end
%   -------------------
dlt_E3=1;
M3=2*pi*(t-t0)/T3;
E3=M3;
   while dlt_E3>eps
        dlt3=E3-e3*sin(E3)-M3;
        if(abs(dlt3)<eps) return
        else
        dlt_E3=dlt3/(1-e3*cos(E3));
        E3=E3-dlt_E3;
     end
   end
%---------------------------------------
ytg=sqrt(1+e1)*tan(E1/2);
xtg=sqrt(1-e1);
v1=2*atan2(ytg,xtg);                % 3 планета үшін шын аномалия
if abs(v1)<0
   v1=v1+2*pi;
end
       ytg=sqrt(1+e2)*tan(E2/2);
       xtg=sqrt(1-e2);
       v2=2*atan2(ytg, xtg);
       if abs(v2)<0
          v2=v2+2*pi;
       end
ytg=sqrt(1+e3)*tan(E3/2);
xtg=sqrt(1-e3);
v3=2*atan2(ytg, xtg);
if abs(v3)<0
  v3=v3+2*pi;
end
%---------------------------------------
r1=a1*(1-e1.*cos(E1));
```

```
x1=r1.*cos(v1);
y1=r1.*sin(v1);
   r2=a2*(1-e2.*cos(E2));                % радиус-вектор
   x2=r2.*cos(v2);
   y2=r2.*sin(v2);
r3=a3*(1-e3.*cos(E3));
x3=r3.*cos(v3);
y3=r3.*sin(v3);
%---------------------------------------
axis square                          %  квадраттық координаттар жүйесін сызу
plot(x1,y1,'b-')
hold on
grid on
plot(x2,y2,'k-')
plot(x3,y3,'r-')                     % планета орбиталары
%---------------------------------------
h=plot(0,0,'.y')
set(h,'MarkerSize',60);                          % Күн белгісі
h1=plot(x1(1),y1(1),'.b');
set(h1,'EraseMode','xor','MarkerSize',30);       % Жер белгісі
   h2=plot(x2(1),y2(1),'.k');
   set(h2,'EraseMode','xor','MarkerSize',40);    % Сыртқы планета белгісі
h3=plot(x3(1),y3(1),'.r');
   set(h3,'EraseMode','xor','MarkerSize',20);    % Ішкі планета белгісі
%---------------------------------------
axis square
k=0;
while k<=nk*Nmax
k=k+1;
  set(h1, 'XData', x1(k), 'Ydata', y1(k));
  set(h2, 'XData', x2(k), 'Ydata', y2(k));
  set(h3, 'XData', x3(k), 'Ydata', y3(k));
  drawnow;
end
```

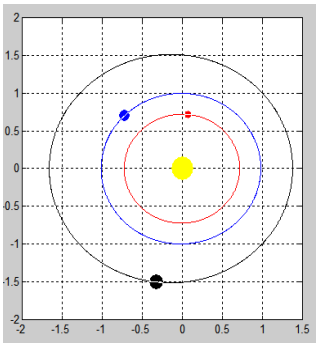
Сөйтіп плаенталар қозғалысын моделдеу бағдарламасы аяқталды. Оны орындау үшін MATLAB жұмысшы ортасынан бағдарламалық файл аты беріледі:

```
>> planeta
```

Оның нәтижесінде анимациялық суретті көруге болады (2-сурет).

Мұнда, сурет ортасындағы үлкен сары дөңгелек Күнді, ал 3 орбита ортадан шетке қарай сәйкес түрде Шолпан, Жер және Марс орбиталарын бейнелейді.

Анимацияны тоқтату үшін Ctrl-C немесе Ctrl-Break түймелерін басу керек. Кез келген уақытта бұл суретті айналтырып, түрлі проекцияларда көруге болады.




**42-сурет.** Үш планета анимациясы.

Қорыта келгенде компьютерлік модельдеу программаларын меңгерген студенттер компьютерлік модельдеудің жаңа әдісімен танысып қана қоймайды, келешекте олардың ғылым саласында шығармашылықпен жұмыс істеуіне жол ашылады, мүмкіндік туады. Компьютерлік технологияны қолдану тек оқып үйренуге қажетті мысалдарды қарастырумен шектелмейді, нақты практикалық мәні бар есептерді шешуге мүмкіндік береді. MATLAB жүйесі негізгі физикалық заңдарды, құбылыстарды нақты көзбен көргендей етіп көрсетеді, бұл студенттің материалды толық меңгеруіне жәрдемдеседі

ӘДЕБИЕТТЕР

1. http://www.akorda.kz/

2. Нұрқасымова С.Н., Ашуров Ә.Е. Физиканы оқытудың компьютерлік әдістері – 2017, Астана

3.Поршнев.С.В.Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB// Москва.- 2003. – С.592.

4. Матросов А. Maple 6. Решение задач высшей математике и механики. – Санкт-Петербург.: БХВ – Петербург, 2001.

5. Чертов А.Г., Воробьев А.А. Задачник по физике. – М., 2003.

6. Иродов И.Е. Задачник по физике. – М., 2005.

Нуркасымова С.Н., Жаныс А.Б.

**Особенности моделирования движения планет в астрономии**

**Резюме:** В статье рассматривается использование компьютерного моделирования при решении задач астрономии в ВУЗе. Даются краткие описания алгоритмов, реализованных в программе MATLAB. Описание алгоритмов, в основном, носит общий, ознакомительный характер.

**Ключевые слова:** Моделирование физических процессов в астрономии, программа MATLAB, построение графиков.

Nurkasymova S.N., Zhanys A.B.

**Osobennosti modelirovaniya dvizheniya planet v astronomii**

**Summary:** The article discusses the use of computer modeling in the solution of physical problems in the educational process at the university. It gives a brief description of the algorithms implemented in MATLAB.

Description of algorithms, mostly of a general, exploratory in nature.

Application of MATLAB program with consideration of physical processes allows you to build charts and to use definite integrals in solving problems in physics

**Key words:** Physics simulation, MATLAB software, graphing

УДК 539.38

**[1]A.T. Kasimov, [1]S.R. Zholmagambetov, [2]O. Khabidolda,**
**[2]Zh. Madibaiuly, [1]A.A. Kasimova**
([1]KazMIRD Institute at Karaganda State Technical University, Kazakhstan
[2]Kazakh National University n.a. al-Farabi, Kazakhstan.
E-mail: oka-kargtu@mail.ru)

## NUMERICAL MODELING OF THE STRAIN-STRESS STATE OF LAYERED PLATES WITH AN ARBITRARY PACKET OF LAYERS BASED ON THE NON-CLASSICAL BENDING THEORY

**Abstract.** Numerical modeling and analysis of the strain-stress state of plates are conducted on the basis of differential equations of a variant of the non-classical theory of layered plates in which the following should be taken into account: transverse shear, layers' pressure on each other, deformation of normal line, orthotropy of layers, and structure asymmetry. The general order of the system is 12. Three functions of the coordinate surface are unknown: the function of forces, flexure and shear. The boundary conditions for different cases of edges' fixing of a plate are obtained from the contour integral of the variational equation. Discretization of the system of resolving equations and the contour conditions corresponding to them is carried out by the finite differences method.

According to the proposed method, we conducted the modeling of the problem of bending of sandwich plates by the symmetrical and asymmetrical medium-thickness packet of layers under the action of a load distributed over the upper surface in accordance with the sinusoidal law with a free support along the contour.

Applying the non-classical theory to the study of the strain-stress state of the sandwich plates enables to determine the features of the operation of the layers and their interaction. The use of the low-stiff middle layer makes it

possible to use the material of stiff layers more efficiently and to obtain a quite economical and at the same time sufficiently robust structure.

**Keywords:** layer; plate; stress-strain state; differential equations; refined theory; transverse shear; pressure.

**[1]А.Т. Касимов, [1]С.Р. Жолмагамбетов, [2]О. Хабидолда, [2]Ж. Мадибайулы, [1]А.А. Касимова**
([1]Казахстанский многопрофильный институт реконструкция и развития (КазМИРР)
при Карагандинском государственном техническом университете
[2]Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы.
E-mail: oka-kargtu@mail.ru)

# ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО- ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ СЛОИСТЫХ ПЛАСТИН С ПРОИЗВОЛЬНЫМ ПАКЕТОМ СЛОЕВ НА ОСНОВЕ НЕКЛАССИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ ИЗГИБА

**Аннотация.** Численное моделирование и анализ напряженно-деформированного состояния пластин проводиться на основе дифференциальных уравнений варианта неклассической теории слоистых пластин, в которых учитывают: поперечный сдвиг, давление слоев друг на друга, деформации нормали, ортотропию слоев, асимметрию структуры. Общий порядок системы равен 12. Неизвестными являются три функции координатной поверхности: функция усилий, прогиба и сдвига. Краевые условия для различных случаев закрепления кромок пластины получены из контурного интеграла вариационного уравнения. Дискретизация системы разрешающих уравнений и соответствующие им контурные условия произведена методом конечных разностей.

По предложенной методике проведено моделирование задачи изгиба трехслойных пластин симметричным и несимметричным пакетом слоев средней толщины под действием нагрузки, распределенной по верхней поверхности по синусоидальному закону, при свободном опирании по контуру.

Применение неклассической теории к исследованию НДС трехслойных пластин позволяет выявить особенности работы слоев их взаимодействия. Использование маложесткого среднего слоя дает возможность более эффективно использовать материал жестких слоев и получить весьма экономичную и то же время достаточно прочную конструкцию.

**Ключевые слова:** слой; пластина; напряженно-деформированное состояние; дифференциальные уравнения; уточненная теория; поперечный сдвиг; давление.

**Введение.** Слоистые конструкции находят широкое применение в различных отраслях машиностроения и строительства. К числу преимуществ этих конструкции относятся то, что они обладают комплексом свойств и особенностей, качественно отличающих их от традиционных конструкции. Низкая сдвиговая жесткость слоев пакета в поперечном направлении требует применение при расчете уточненных теории [1, 2, 3, 4].

Оценка напряженно-деформированного состояния (НДС) таких систем является сложной задачей, и на практике не всегда удается получить их решение в замкнутой форме [2]. В связи с этим возникает необходимость в разработке эффективного численного моделирование расчета, на основе неклассической теории, позволяющей определить и исследовать компоненты НДС слоев пакета в автоматизированном режиме [2, 5].

**Методы.** Численное моделирование и анализ напряженно-деформированного состояния пластин проводиться на основе одного варианта уточненной теории слоистых пластин [6], в которых учитывают: поперечный сдвиг, давление слоев друг на друга, деформации нормали, ортотропию слоев, асимметрию структуры.

Система разрешающих уравнений (1) слоистой пластины представлена преобразованной [6] и в смешанной форме примет такой вид:

$$\begin{aligned} &\Delta_F^2\phi + \Delta_{1S}^2 W - (\Delta_{2S}^2 - \Delta_{13}^2)\chi = 0; \\ &\Delta_{1S}^2\phi + (\Delta_{3S}^2 - \Delta_D^2)W + (\Delta_P^2 - \Delta_{23}^2 - \Delta_{4S}^2)\chi = -q; \\ &\Delta_{2S}^2\phi + (\Delta_{5S}^2 - \Delta_p^2)W + (\Delta_{P1}^2 - \Delta_{33}^2 - \Delta_{P3})\chi = 0 \end{aligned} \quad (1)$$

Общий порядок системы равен 12. Система учитывает поперечный сдвиг, давление слоев и деформации нормали. Неизвестными являются три функции координатной поверхности: функция усилий, прогиба и сдвига.

Уравнения (1) содержат дифференциальные операторы 4-го и 2-го порядков, которые определяются по (2) с коэффициентами, соответственно $A_j^*(j=1,2,3)$, $B_i^*(i=1,2)$ зависящими от жестокостей слоистой пластины.

$$\Delta_f^2 = A_1^*(\_)_{,1111} + A_2^*(\_)_{,1122} + A_3^*(\_)_{,2222};$$
$$\Delta_g = B_1^*(\_)_{,11} + B_2^*(\_)_{,22} \tag{2}$$

Для разных значений *f* и *g* коэффициенты операторов принимают различные значения.

Рассмотрим некоторые частные случаи системы уравнений (1).

Если слоистая пластина имеет симметричную структуру по толщине, то поверхность приведения совпадает со срединной поверхностью, тогда операторы

$$\Delta_{1S}^2 = \Delta_{2S}^2 = \Delta_{3S}^2 = \Delta_{4S}^2 = \Delta_{5S}^2 = 0$$

и система уравнений (1) упрощается и распадается на уравнение плоской задачи и изгиба:

$$\Delta_F^2\phi + \Delta_{13}^2\chi = 0;$$
$$\Delta_D^2 W + \left(\Delta_{23}^2 - \Delta_P^2\right)\chi = q;$$
$$\Delta_P^2 W + \left(\Delta_{33}^2 + \Delta_{P3} - \Delta_{P1}^2\right)\chi = 0. \tag{3}$$

Если пренебречь давлением слоев, то есть принять $\sigma_{33}^k = 0$, то в нуль обращаются следующие коэффициенты [6]:

$$C_{i3} = C_{i3}^{'} = C_{i4} = C_{i4}^{'} = C_{i5} = C^{'}{}_{i5} = 0; \quad (i=1,2); \; H_1 = H_2 = H_3 = 0$$

Тогда в нуль обращаются операторы

$$\Delta^2{}_{13} = \Delta^2{}_{23} = \Delta_{33}^2 = 0.$$

Система уравнений равновесия слоистой пластины (1) принимает вид:

$$\Delta_F^2\phi + \Delta_{1S}^2 W - \Delta_{2S}^2\chi = 0$$
$$\Delta_{1S}^2\phi + \left(\Delta_{3S}^2 - \Delta_D^2\right)W + \left(\Delta_P^2 - \Delta_{4S}^2\right)\chi = -q;$$
$$\Delta_{2S}^2\phi + \left(\Delta_{5S}^2 - \Delta_P^2\right)W + \left(\Delta p_1^2 - \Delta_{p_3}\right)\chi = 0 \tag{4}$$

Решение полученных систем уравнений возможно при удовлетворении шести граничных условий на каждом контуре относительно искомых функций.

**Граничные условия.** Краевые условия для различных случав закрепления кромок, получаются из контурного интеграла вариационного уравнения[6]:

Для краев $x_i$=*const* будем иметь:

$$\phi_{,ll}\delta u_i = 0; \quad \phi_{,12}\delta u_l = 0; \quad \mathrm{M}_{ii}\delta W_{,i} = 0;$$
$$(M_{ii,i} + 2M_{12,l})\delta W = 0;$$
$$\left(Q^{''}{}_i - M^{'}{}_{ii,i} - 2M^{'}{}_{12,l}\right)\delta\chi = 0;$$
$$M^{'}{}_{ii}\delta\chi_{,i} = 0. \quad (i=1,2; l=2,1). \tag{5}$$

Число граничных условий соответствует порядку системы уравнений.

Из (5) выделим две группы граничных условий: к первой группе отнесем первые четыре, которые по форме соответствуют классической теории изгиба пластин. Они моделируют связи, наложенные на контур координатной плоскости многослойной пластины ($z=0$) и определяют характер его закрепления. Остальные условия отнесем ко второй группе, которые моделируют связи, препятствующие взаимным смещениям точек на торцевой плоскости пластины ($z \; \overline{0}$) [6].

Рассмотрим некоторые варианты закрепления торцевых диафрагм. Пусть диафрагма на крае $x_1=const$ не деформируется из плоскости торца. Значит, справедливы гипотезы Кирхгофа-Лява, т.е. нормаль после деформации остается прямолинейной и перпендикулярной к оси $Ox_1$. Это значит, что в выражении $u_i^k = u_i - zW_{,i} + \psi_i^k \chi_{,i}$, [6], для $u_1^k$ должно остаться только два первых члена. Следовательно

$$\chi_{,1} = 0 \tag{6}$$

Для случая, когда диафрагма свободно деформируется из плоскости торца, имеем $\chi_{,1} \neq 0$.

Тогда из последнего выражения (5) следует

$$M'_{11} = 0. \tag{7}$$

Пусть торец слоистой пластины имеет диафрагму, жесткую в своей плоскости. Тогда нормаль не искривляется в плоскости торца, то есть $\chi_{,2} = 0$. Это выполнимо при условии.

$$\neq 0 \tag{8}$$

Противоположный вариант, если диафрагма свободно деформируется в своей плоскости, значит $\chi_{,2l} = 0$. Тогда

$$Q''_{ii} - M''_{ii,i} - 2M'_{12,l} = 0 \tag{9}$$

Итак, если на торце имеем абсолютно жесткие, не искривляемые диафрагмы, то:

$$\chi = \chi_{,i} = 0 \tag{10}$$

Для диафрагмы, жесткой в своей плоскости и гибкой из плоскости соответствуют условия:

$$\chi = 0; \quad M'_{ii} = 0. \tag{11}$$

Для диафрагмы гибкой в своей плоскости и жесткой из плоскости соответствуют условия:

$$\chi_{,i} = 0; \quad \left(Q''_i - M'_{ii,i} - 2M'_{12,l}\right) = 0. \tag{12}$$

Если на торце диафрагма отсутствует, то:

$$M'_{ii} = 0; \quad \left(Q''_i - 2M'_{ii} - 2M'_{12l}\right) = 0. \tag{13}$$

Комбинируя условия двух групп граничных условий, можно моделировать любые граничные условия. Приводим некоторые распространенные варианты закрепления пластины для краев $x_i=const$

Подвижное шарнирное опирание с торцевой жесткой диафрагмой:

$$\phi_{,12} = \phi_{,ll} = W = M_{ii} = \chi = \chi_{,i} = 0; \quad (i = 1,2; l = 2,1). \tag{14}$$

Подвижное шарнирное опирание с торцевой диафрагмой, жесткой в своей плоскости и гибкой из плоскости:

$$\phi_{,12} = \phi_{,ll} = W = M_{ii} = \chi = 0;$$
$$M'_{ii} = 0; \tag{15}$$

Подвижное защемление с торцевой жесткой диафрагмой:

$$\phi_{,12} = \phi_{,ll} = W_{,i} = \chi_{,i} = \chi = 0. \tag{16}$$

Подвижное защемление с диафрагмой, жесткой в своей плоскости и гибкой из плоскости:

$$\phi_{,12} = \phi_{,ll} = W_{,i} = \chi = 0;$$
$$M'_{ii} = 0. \tag{17}$$

Свободный край с диафрагмой, гибкой в своей плоскости и жесткой из плоскости:

$$\phi_{,ll} = \phi_{,12} = M_{ii} = 0;$$
$$M_{ii,i} + 2M_{12,l} = 0;$$
$$Q_i'' - M_{ii,i}' - 2M_{12,l}' = 0;$$
$$\chi_{,i} = 0. \qquad (18)$$

Таким образом, комбинация условий из двух групп позволяет записать граничные условия на краях пластины при любом виде контурного крепления.

Дискретизация системы разрешающих уравнений и соответствующие им контурные условия [7] произведена методом конечных разностей к прямоугольной сетке.

В компактной матричной форме разработана методика группового исключения искомых функций в законтурных точках сеточной области пластины [8].

На основе МКР разработан общий алгоритм численного моделирования расчета НДС слоистых пластин с ортотропными слоями произвольного строения по толщине и реализован на ПЭВМ пакетом программ. В составе последнего, головная программа и несколько подпрограмм, реализованные на языке FortRUN.

Блок-схема головной программы состоит из нескольких блоков, каждый из которых является автономным модулем и выполняет определенные функции [9]. Из них, ниже перечисленным блокам дается краткое пояснение.

Блок 2. Ввод исходных параметров. Для удобства вычисление все размерные величины задаются в безразмерной форме.

Блок 3. Определение жесткостных характеристик слоистой пластины.

Блок 4. Составление и решение системы уравнения равновесия слоистой пластины.

Блок 5. Определение напряженно-деформированного состояния слоистой пластины.

По предложенной методике проведено моделирование задачи изгиба трехслойных пластин несимметричным пакетом слоев средней толщины под действием нагрузки, распределенной по верхней поверхности по синусоидальному закону, при свободном опирании по контуру.

Будем полагать, что на контуре пластине имеется диафрагма жесткой в своей плоскости и гибкой из плоскости. Материал слоев пластин принимаем изотропным, Средний слой –заполнитель из маложесткого материала с модулем упругости $E_2$ (рис.1). Наружные слои изготовлены из одного материала, жесткость которого на порядок выше жесткости среднего слоя, т. е. $E_1=100E_2$; Коэффициент Пуассона для всех слоев принять одинаковым.

Моделирование напряженно-деформированное состояние пластин производится на основе дифференциальных уравнений варианта неклассической теории многослойных пластин [6], в которых оставлены операторы, учитывающие только поперечные сдвиги в слоях пластины:

$$\Delta_F^2\phi + \Delta_{1S}^2 W - \Delta_{2S}^2\chi = 0$$
$$\Delta_{1S}^2\phi + \left(\Delta_{3S}^2 - \Delta_D^2\right)W + \left(\Delta_P^2 - \Delta_{4S}^2\right)\chi = -q;$$
$$\Delta_{2S}^2\phi + \left(\Delta_{5S}^2 - \Delta_P^2\right)W + \left(\Delta p_1^2 - \Delta_{p_3}\right)\chi = 0 \qquad (19)$$

Граничные условия на контуре при наличии вышеуказанных диафрагм имеют вид [8];

$$\phi_{,12} = \phi_{,ll} = W = M_{ii} = \chi = \chi_{,i} = 0; \quad (i = 1,2; l = 2,1). \qquad (20)$$

где индексы после запятой обозначают частное дифференцирование по указанным индексам.

**Результаты.** Пользуясь численной методикой расчета, основанной на методе конечных разностей [7, 9], были получены результаты НДС для моделирования изгиба пластин вышеуказанными параметрами, у которых принимались неизменной общая толщина h и толщина заполнителя $\delta_2 = 0{,}8h.$ Толщина наруженных слоев варьировались, но общая толщина оставалась постоянной и равна $\delta_2 + \delta_2 = 0{,}2h.$ Кроме того, была рассмотрена пластина симметричной структурой пакета слоев с целью наглядности сравнения.

Полученные результаты представлены в таблице 1 и относят к точке поперечного сечения в центре пластины.

Таблица 1. **Компоненты напряженно-деформированного состояния трехслойных пластин**

| № пластины | $\frac{\delta_3}{q}$ | $\frac{\delta_1}{q}$ | $\frac{\sigma^5_{11}}{q}$ | $\frac{\sigma^1_{11}}{q}$ | $\frac{\sigma_{33}}{q}$ | $\frac{U_3^5 E_1}{10}$ | $\frac{U_3^1 E_1}{10}$ | $\frac{l^3_{11}}{E_1}$ | $\frac{l^1_{11}}{E_1}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,1 | 0,1 | -48,7 | 49,6 | -0,993 | 189,6 | 185,3 | 0,213 | 0,066 |
| 2 | 0,13 | 0,07 | -53,8 | 43,7 | -0,979 | 186,8 | 183,0 | 0,214 | 0,066 |
| 2 | 0,16 | 0,04 | -57,8 | 38,4 | -0,948 | 180,9 | 177,4 | 0,210 | 0,065 |
| 4 | 0,19 | 0,01 | -61,1 | 39,7 | -0,950 | 177,8 | 174,7 | 0,202 | 0,063 |
| 5 | 0,07 | 0,13 | -42,8 | 54,6 | -0,980 | 187,3 | 183,2 | - | - |
| 5 | 0,04 | 0,16 | -37,5 | 58,7 | -0,951 | 182,1 | 177,9 | 0,197 | 0,061 |
| 7 | 0,01 | 0,19 | -38,8 | 62,0 | -0,955 | 179,6 | 174,9 | 0,207 | 0,064 |

В таблице 1 $\sigma_{11}$-нормальные напряжения в плоскости пластины, $\sigma_{33}$-тоже в направлении толщины, $U_3$ -нормальные перемещения, $l_{11}$-тангенциальные деформации. Верхний индекс при величинах указывает точку по высоте сечения: точка 1 относятся к нижней поверхности, точка 5-к верхней поверхности, точка 3 взята в середине толщины пластины.

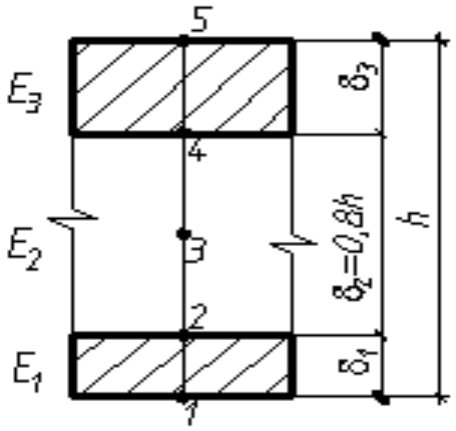



**Рис. 1.** Фрагмент поперечного сечения пластины.

**Анализ результатов показал:**

-для пластин симметричного строения по толщине (№1) имеется незначительная разница в напряжениях $\sigma_{11}$ в крайних волокнах. Это происходит, вероятно, за счет учета поперечных сдвигов в слоях.

-чем больше асимметрия структуры (пластины №2-№4), тем больше разница в напряжениях $\sigma_{11}$ на поверхностях пластины, причем большие напряжения возникают в слое большей толщины.

Сопоставление напряжений $\sigma_{11}$ пластин (№2-№4) с напряжениями пластин, №2-№4 тем показывает, что их величина в основном зависят от толщины жесткого слоя и почти не зависят от того, к слою какой толщины приложена внешняя нагрузка.

-нормальные перемещения точек верхней поверхности пластины (прогибы) больше точек нижней поверхности.

-тангенциальные деформации в середине толщины пластины примерно в 3 раза больше, чем в точках на поверхностях пластины.

На рисунке 2 приведены эпюры рассматриваемых величин для центра пластин №3 и 6. На их основе можно делать следующие выводы:

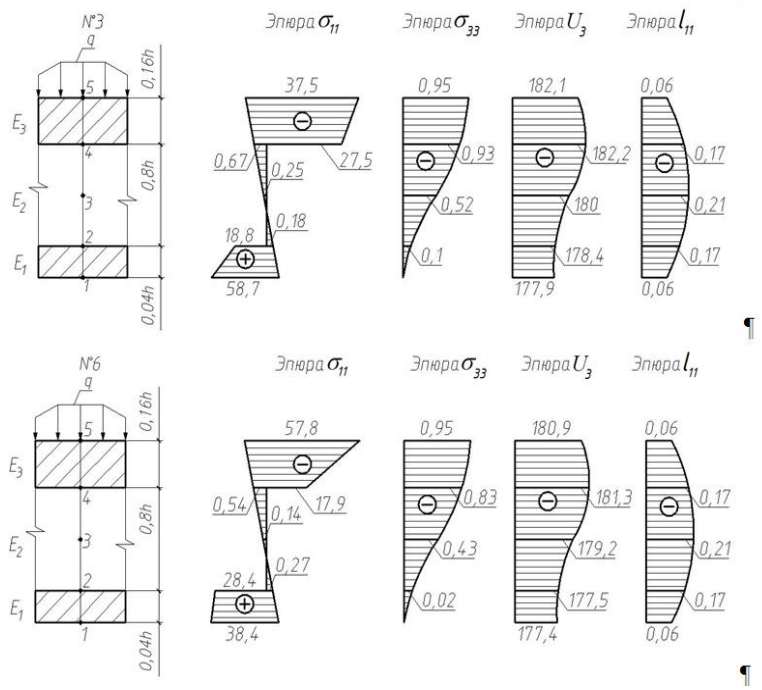



**Рис. 2.** Эпюры пластин №3 и №6

На рисунке 2 приведены эпюры рассматриваемых величин для центра пластин №3 и 6. На их основе можно делать следующие **выводы:**

1. Верхей жесткий слой полностью сжат, а нижний полностью растянут. Нормальные напряжения $\sigma_{11}$ в заполнителя пренебрежимо мала.

2. Все эпюры описываются криволинейными функциями

3. Разные точки поперечного сечения имеют разные прогибы.

4. Эпюра тангенциальных деформаций почти симметрична относительно серединной плоскости пластины.

Таким образом, применение неклассической теории к исследованию НДС трехслойных пластин позволяет выявить особенности работы слоев их взаимодействия. Использование маложесткого среднего слоя дает возможность более эффективно использовать материал жестких слоев и получить весьма экономичную и то же время достаточно прочную конструкцию.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Рассказов А.О., Соколовская И.И., Шульга Н.А. Теория и расчет слоистых ортотропных пластин и оболочек. – Киев: Вища школа, 1986. –192 с.

[2] Пискунов В.Г., Рассказов А.О. Развитие теории слоистых пластин и оболочек // Прикладная механика. – 2002. Т.38. – №2. – С. 22-57.

[3] Андреев А. Упругость и термоупругость слоистых композитных оболочек. – Издательство: Palmarium academic publishing, 2013. – 100 с.

[4] Андреев А.Н., Немировский Ю.В. Многослойные анизотропные оболочки и пластины. – Новосибирск: Наука, 2001. – 288 с.

[5] Волчков Ю.М., Баев Л.В. Моделирование напряженно-деформированного состояния слоистых сред при смешанных краевых условиях // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2011. – №4(5). – С. 2091–2093.

[6] Боженов А. Ш. Теория многослойных неоднородных пластин, ортотропных оболочек и пластин: дис-я д-ра техн. наук/НИИЖТ – Новосибирск, 1990. – 45 с.

[7] Касимов А. Т. Исследования НДС прямоугольных многослойных пластин методом конечных разностей // Труды университета. – 2002. – № 4. – С. 64-65.

[8] Боженов А. Ш., Касимов А. Т., и др. Алгоритм формирования системы уравнения сложных оболочек – Деп.В КазНИИНТИ.11.10.1985. №1072 – К85.

[9] Касимов А.Т. Алгоритм расчета многослойных ортотропных пластин в уточненной постановке // IV Международный конференция: Наука и образование – ведущий фактор стратегии «Казахстан – 2030», посвящ. 10-летию Независимости Казахстана/ Караганда, 2001. – С. 22-24.

Касимов А.Т., Жолмагамбетов С.Р., Хабидолда О., Мадибайулы Ж., Касимова А.А.

**Қабаттары әртүрлі еркін орналасқан қабатты пластиналардың кернеулі - деформацияланған күйін классикалық емес теория негізінде сандық моделдеу**

**Түйіндеме.** Пластиналардың кернеулі-деформациаланған күйін сандық моделдеу және талдау қабатты пластиналардың классикалық емес теориясының дифференциалдық теңдеулері негізінде жүзеге асырылады, оларда ескерілетін көлденең ығысуы, бір-біріне қабаттың қысымы, нормалдың деформациясы, қабаттардың ортотропиясы, құрылымның асимметриясы.

Жүйенің жалпы дәрежесі - 12. Координат бетінде үш функция белгісіз: күш, жылжу және ығысу функциялары. Пластинаның шеттерін бекітудің әртүрлі жағдайларын сипаттайтын шекаралық шарттар вариационды теңдеудің контурлық интегралынан алынады. Шешілетін теңдеулер жүйесін және оларға қатысты контурдың тиісті жағдайларын дискреттеу шекті айырма әдісімен жүзеге асырылады.

Ұсынылған әдіс арқылы, орта қалыңдықты симметриялы және симметриясыз, үстіңгі беттеріне синус заңдылықтарымен еркін әсер ететін жүктемелерден, контурлары еркін бекітілген үш қабатты пластиналардың иілу есептерін модельдеу.

Классикалық емес теорияны үш қабатты пластиналардың кернеулі-деформациаланған күйін зерттеуге қолдану арқасында, олардың қабаттарының өзара әрекеттесуінің жұмыс ерекшеліктерін анықтауға мүмкіндік береді. Ортаңғы қабатқа қатаңдығы аздау қабатты пайдалану арқылы қатаң қабаттардың материалын тиімді әрі оны өте үнемді пайдалануға, сонымен бірге, конструкцияның беріктігінде қажетті түрде қамтамасыз етеді.

**Түйінді сөздер:** Қабат; пластина; кернеулі-деформациялық күй; дифференциалдық теңдеулер; нақтыланған теория; көлденең ығысу; қысым.

УДК 519.684

**[1]B.I Bektugan, [2]Y.S. Nurakhov, [3]T.S. Imankulov, [4]D.Zh. Akhmed-Zaki**
([123]al-Farabi Kazakh National University, [4]University of International Business)

**IMPLEMENTING A NUMERICAL SOLUTION OF ONE-DIMENSIONAL HEAT CONDUCTION PROBLEM ON FPGA**

**Abstract.** In this article, we considered the hardware implementation of the calculation of a one-dimensional heat conduction problem on a chip of a field programmable gates array (FPGA). The program execution logic is implemented in the Verilog language, which made it possible to use all the advantages of the native language. In addition, the article discusses the hardware implementation of calculations. Obtained the results of calculations on the physical device.

**Keywords.** FPGA, ПЛИС, Verilog, heat equation.

**[1]Б.И Бектуган, [2]Е.С. Нурахов, [3]Т.С. Иманкулов, [4]Д.Ж. Ахмед-Заки**
([123]Казахский национальный университет имени аль-Фараби,
[4]Университет международного бизнеса)

**РЕАЛИЗАЦИЯ ЧИСЛЕННОГО РЕШЕНИЯ ОДНОМЕРНОЙ ЗАДАЧИ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ НА FPGA**

**Аннотация. Р**ассмотрена аппаратная реализация расчета одномерной задачи теплопроводности на кристалле программируемой логической интегральной схемы (FPGA). Логика выполнения программы выполнена на языке Verilog, что позволило использовать все преимущества нативного языка. Помимо того, в статье рассматривается аппаратная реализация вычислений. Получены результаты вычисления на физическом устройстве.

**Ключевые слова.** FPGA, ПЛИС, Verilog, уравнение теплопроводности.

**Введение.** Высокопроизводительные вычисления проводятся на центральных процессорах (CPU), объединенных в кластеры и/или имеющих аппаратные ускорители – графические процессоры на видеокартах (GPU) или сопроцессоры такие как Xeon Phi. Несмотря на эффективность расчета на

кластерах или графических ускорителях, в последние годы FPGA получила популярность в применении как платформа для ускорения задач, в том числе использующих вещественные вычисления. В значительной части этих задач используются матричные операции, которые являются основой многих научных вычислений [1]-[3].

FPGA обладают уникальным свойством, резко отличающим их от CPU и GPU, а именно возможностью построить конвейерную аппаратную схему под конкретный вычислительный алгоритм в виде проектов SoC (System on Chip). Проекты SoC обычно имеют более низкую цену и более высокую надежность, в отличии от других альтернатив. При этом отличие SoC от обычных микроконтроллеров состоит в том, что SoC обычно реализуется на FPGA, что дает возможность переконфигурирования системы путем добавления новых функциональных блоков или удаления ненужных.

В ранее опубликованных работах технология FPGA неоднократно применялась к решению ресурсоемких задач [4]-[5]. В трудах научных деятелей Института системного программирования им. В.П. Иванникова Российской академии наук рассмотрена аппаратная реализация расчета деполимеризации белковой микротрубочки методом броуновской динамики и показано значительное ускорение вычислений по сравнению с производительностью CPU и GPU. Также Исследователями из лаборатории CAAD Бостонского Университета удалось разработать эффективное ядро для расчета короткодействующих межмолекулярных сил, которое было реализовано на плате ProcStar-III (производство фирмы Gidel), с установленным кристаллом FPGA Altera Stratix-III SE260 [6]. Исследователи Университета Калькутты реализовали оптимизированную диффузионную фильтрацию изображений на FPGA. В этой работе, используя уравнения анизотропной диффузии, разработан алгоритм цифровой обработки изображений. Затем этот алгоритм протестирован на плате Xilinx Virtex-5 LX110T, на частоте 100МГц [7]. В исследовательской работе сотрудников Университета Extremadura и Политехнического Института Leiria определяются преимущества разработки процессора специального назначения на FPGA. Для этого они реализовали пользовательский аппаратный процессор для вычисления показателя качества соответствия рентгеновских дифракционных пиков [8].

В данной работе реализовано численное решение одномерной задачи теплопроводности на базе FPGA, и приводятся результаты проделанных работ на пути к созданию проекта SoC.

**Постановка задачи.** Рассмотрим реализацию вычислительного процесса на FPGA на примере численного решения одномерной задачи теплопроводности:

$$U_t = a^2 U_{xx}, \text{ где } x \in [0, l]; t \in [0, T].$$

Пусть заданы начальные и граничные условия:

$$U(x,0) = \varphi(x)$$
$$U(0,t) = \psi_1(t), U(l,t) = \psi_2(t)$$

В результате аппроксимации частных производных соответствующими конечными разностями получаем следующее соотношение [9]:

$$U_i^{n+1} = U_i^n + \frac{a^2\tau}{h^2}(U_{i+1}^n - 2U_i^n + U_{i-1}^n) \quad (1)$$

где $\tau$ - шаг сетки по временной координате, $h$ - шаг сетки по пространственной координате, $a^2$ - коэффициент теплопроводности.

Таким образом, после аналогичной аппроксимации начальных и краевых условий, получаем простую систему линейных алгебраических уравнений для нахождения распределения температуры в различные моменты времени. В литературе [10] подробно изложены основные методы численного решения уравнения теплопроводности, позволяющих с помощью Вычислительных устройств получить результаты вычисления с минимальными погрешностями.

**Аппаратная реализация.** В данной работе был реализован аппаратный прототип расчетного модуля на базе FPGA модели Nexys 4 с кристаллом XC7A100T-1CSG324C семейства Artix-7. Модуль использует микроконтроллер с Wi-Fi интерфейсом ESP8266 для информационного взаимодействия с Android устройством. Устройство Android выполняет функцию интерфейса пользователя, позволяющая управлять вычислениями, принимать и обрабатывать информацию о результатах вычислений. Данная архитектура позволяет масштабировать модуль горизонтально за счет

добавления дополнительных узлов вычисления. Например, в данной [11] работе использовались 4 FPGA Virtex-5 подключенные через 16ГБ DDR2 DRAM для решения одномерной задачи теплопроводности. Также известно решение этой задачи на устройстве SoC, с использованием высокоуровневого языка C вместе с вычислительным ядром написанным на VHDL [12]. На рисунке 1 представлена архитектура модуля и схема взаимодействия ее составляющих.

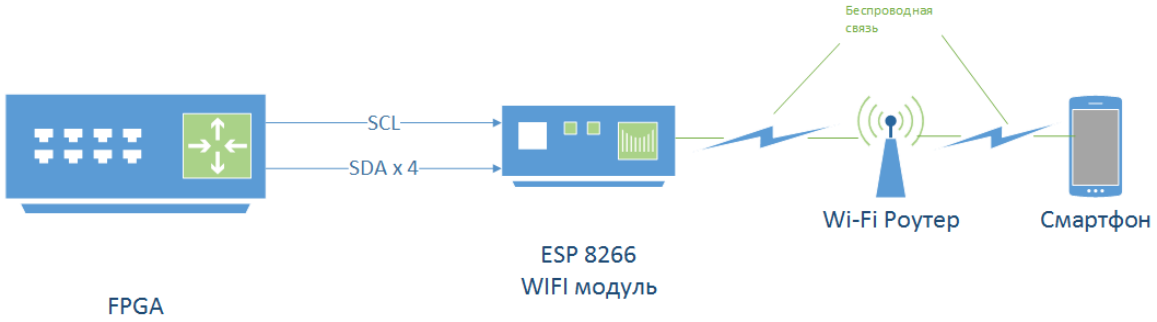



**Рис. 1.** Архитектура модуля и схема взаимодействия ее составляющих.

Разностная схема (1) вычисляется явным итерационным методом, в котором для расчета значения в каждой точке *i* используется значения точек *i-1, i, i+1* в предыдущем временном слое. Вычислительный блок каждой итерации состоит из 3 подблоков. Следует отметить, что значения вычисления являются вещественными числами, поэтому для ускорения процесса вычисления было использовано ядро Floating Point [13].

На рисунке 2 представлена логическая схема вычислительного блока выполняющее вычисление значения каждой итерации, где *к* - постоянная равная $\frac{a^2\tau}{h^2}$; *A* - постоянная равная -2, *B, E* - $T_i^n$(значение температуры в i-ой точке); *D* - $T_{i+1}^n$(значение температуры в i+1 - ой точке); *C* - $T_{i-1}^n$(значение температуры в i-1 - ой точке), *result3* - результат вычисления, *clk* - синхронизирующий сигнал с частотой 100 МГц.

Для последовательной передачи промежуточных данных между вычислительными операциями разработаны конечные автоматы с 2 состояниями для каждого из подблоков:

STATE_0 - состояние ожидания входящих параметров. При поступлении входных значений автомат производит вычисление.

STATE_1 - вывод результатов, сброс входных параметров и перевод автомата в состояние ожидания.

Переход между итерациями реализован для сетки любой размерности.

Результаты вычислительного блока передаются в формируемую очередь передачи. Блок передачи данных реализован ядром стандартного IP каталога FIFO Generator [14]. Тактовая частота выходного сигнала была понижена в связи с тем, что принимающее устройство поддерживает частоту синхронизирующего сигнала не более 100 кГц. Передача данных производится посредством 4 каналов. За один такт передается 4 бита, что обеспечивает скорость передачи в 250 байт в секунду.

Блок передачи данных в свою очередь передает данные на модуль Wi-Fi посредством четырех соединителей (SDA) и один соединитель выполняет функцию синхронизирующего сигнала (SCL). Программирование Wi-Fi модуля производиться с помощью среды Arduino IDE. Принимаемые данные передаются через беспроводную сеть на интерфейс управления и просмотра результатов вычисления. Интерфейс выполнен в виде приложения на платформе Android. Выбор такого подхода обосновывается возможностью в дальнейшем подключать к одному интерфейсу управления нескольких аппаратных ускорителей.

На данный момент нами уже выполнена реализация вычисления модели распространения тепла для сетки размерностью 10. Результаты вычисления получены в виде поведенческой симуляции с помощью Vivado Simulator [15].

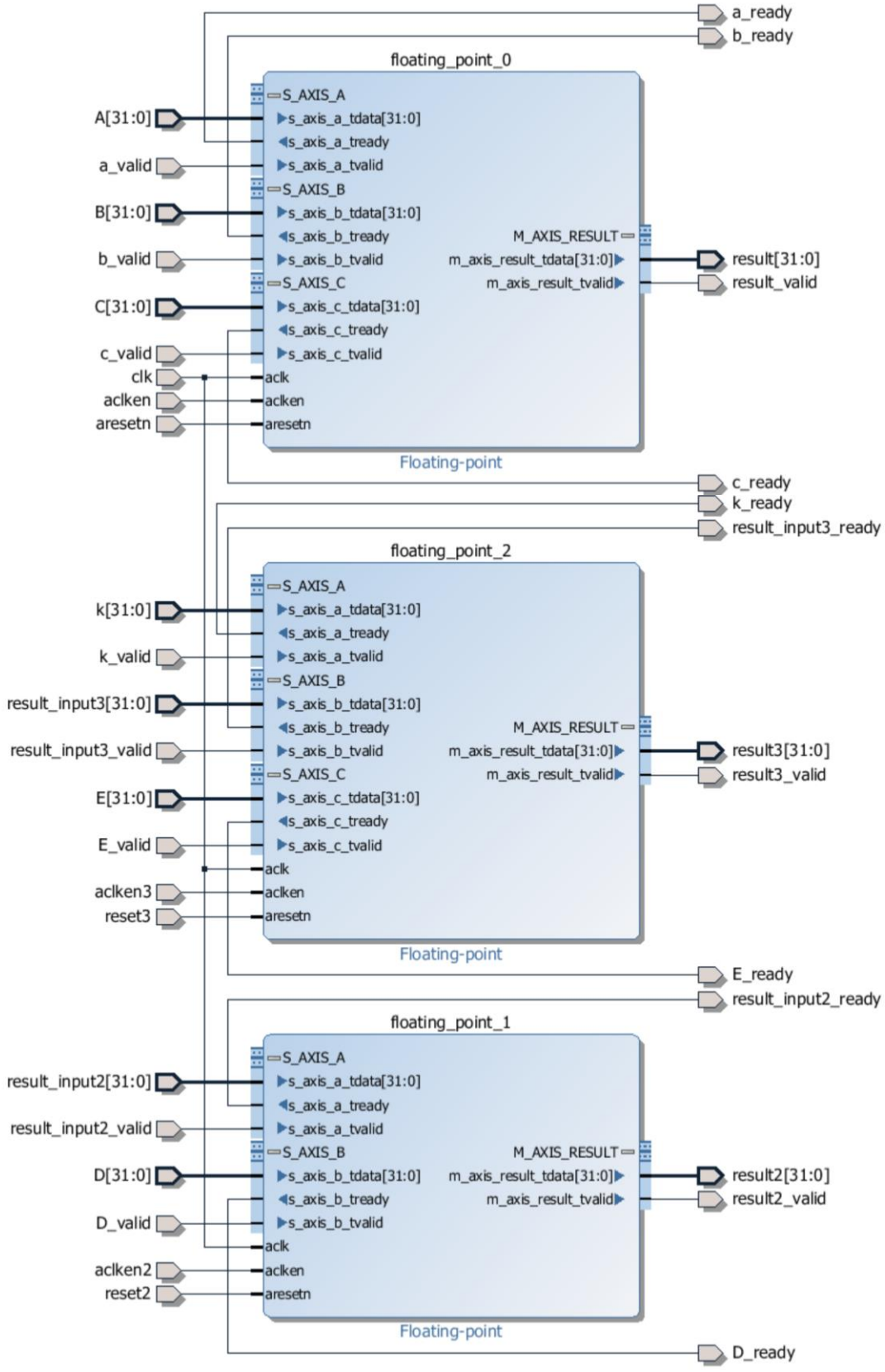



**Рис. 2.** Схема вычислительного блока.

**Результаты вычислений.** На данный момент получены результаты вычислений на физическом устройстве.

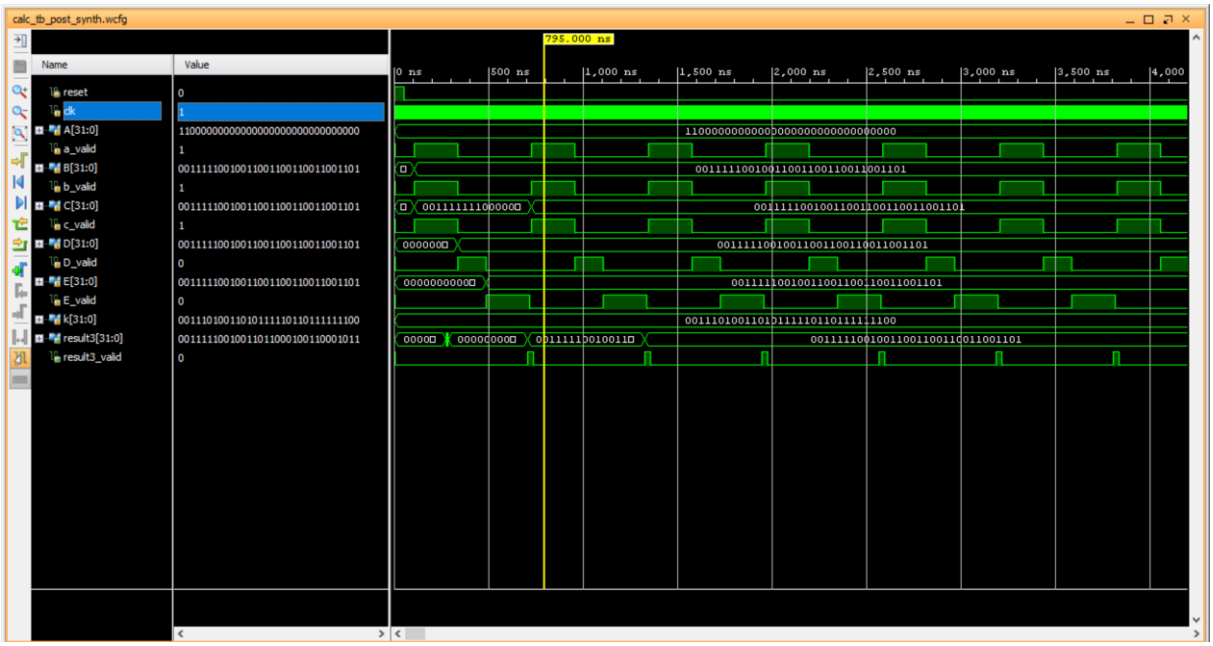



**Рис. 3.** Результат функциональной симуляции после синтеза.

На рисунке 3 представлен результат симуляции динамики распространения тепла в пространственном и временном векторах. Здесь *reset* - асинхронный сброс, *clk* - синхронизирующий сигнал вычислительного блока, 100 МГц, *A, B, C, D, E* - входные данные, *k* - константа, *a_valid, b_valid, c_valid, D_valid, E_valid* - сигналы управления входными данными, *result3* - результаты вычисления, *result3_valid* - сигнал валидности результата.

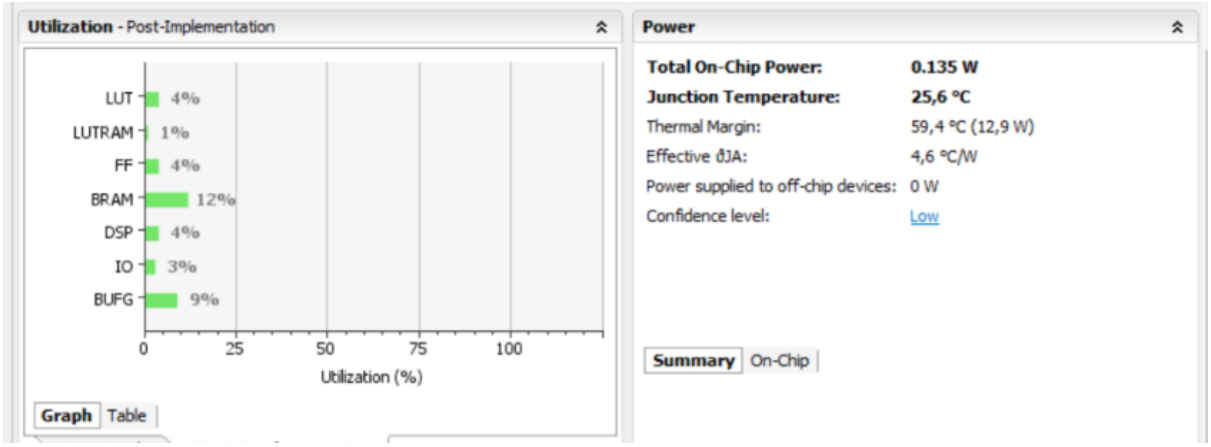



**Рис. 4.** Результат загрузки конфигурационных логических блоков при вычислении теплопроводности для сетки размерностью 10.

При запуске последовательных вычислений для сетки размером в 10 точек блоки цифровой обработки данных(DSP) были загружены на 4%. В данных вычислениях мы оперировали числами с плавающей точкой размером в 32 бит. Вычислительный блок оперирует с 5 числами и занимает 75 тактов. Скорость вычислений 100 МГц. Таким образом производительность наших вычислений достигает 6.66 мегафлопс, а с учетом потребления энергии в 0,135 Вт производительность на единицу энергии равна 48.88 мегафлопс/Вт.

Нами также были проведены эксперименты по запуску параллельных блоков вычислений на 10, 15, 20 потоках. В данных экспериментах мы анализируем загрузку вычислительных блоков без учета выходных данных.

Как видно из рисунка 5 при 10 параллельных потоках достигается максимальная загрузка блоков DSP. Для 15 и 20 потоков загрузка DSP превысило максимальное допустимое значение на 57% и 118 % соответственно. Загрузка DSP объясняется оперированием числами double (64 бит). За счет того же загрузка блоков LUT повысилась до 55 %, при оперировании числами float этот показатель был ниже втрое.

**Заключение**. В данной работе показан подход к аппаратной реализация расчета ресурсоемких задач на примере одномерной задачи теплопроводности, выполненного на кристалле программируемой логической интегральной схемы и приведены результаты поведенческой симуляции. Настоящая работа является предварительной подготовкой платформы для дальнейшего развития проекта SoC, производящих сложные вычисления.

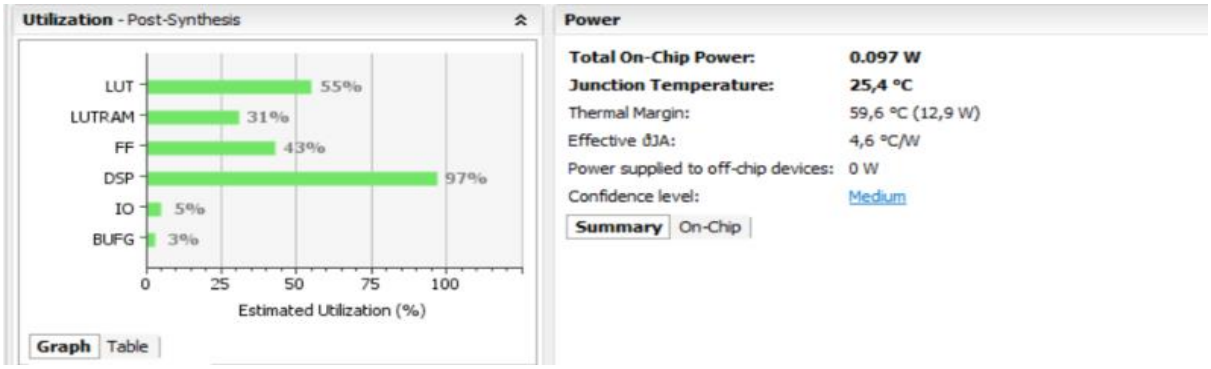



**Рис. 5.** Результат загрузки конфигурационных логических блоков при 10 потоках.

В дальнейшем ожидается ускорения выполнения расчета подобных задач с помощью применение конвейерных вычислений и параллелизации. Также ставятся задачи изучения влияния коммуникаций на скорость выполнения расчетов и проведение нагрузочного тестирования для определения оптимальной программно-аппаратной структуры системы.

ЛИТЕРАТУРА

[1] L Zhuo, V Prasanna, “Sparse Matrix-Vector Multiplication on FPGAs”, Proc. 2005 ACM/SIGDA 13th Int Symposium on Field-Programmable Gate Arrays, pp.63.

[2] Owen Callanan. High Performance Scientific Computing Using FPGAs for Lattice QCD. [thesis], Trinity College (Dublin, Ireland). School of Computer Science & Statistics, 2007, pp 161.

[3] K. Sano, Y. Hatsuda, and S. Yamamoto. «Multi-FPGA Accelerator for Scalable Stencil Computation with Constant Memory Bandwidth». IEEE Trans. Parallel Distrib. Syst. 2014, vol. 25, no. 3, pp. 695–705.

[4] Румянцев Ю.А., Захаров П.Н., Абрашитова Н.А., Шматок А.В., Рыжих В.О., Гудимчук Н.Б., Атауллаханов Ф.И. Применение ПЛИС для расчета деполимеризации микротрубочки методом броуновской динамики. Труды ИСП РАН, том 28, вып. 3, 2016 г., с. 241-266.

[5] Wilhelmsson, C., Tunestal, P., & Johansson, B. (2006). FPGA Based Engine Feedback Control Algorithms. In FISITA 2006 World Automotive Congress JSAE.

[6] Gu Y. Ph D dissertation. Department of Electrical and Computer Engineering, Boston Univ; 2008. FPGA acceleration of molecular dynamics simulations.

[7] International Journal of Reconfigurable Computing. Volume 2016 (2016), Article ID 3020473.

[8] X-Ray Optics and Instrumentation. Volume 2008 (2008), Article ID 168237.

[9] Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. - 2-е изд., испр. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. - 320 с.

[10] Кузнецов Г.В., Шеремет М.А. Разностные методы решения задач теплопроводности: учебное пособие. / Г.В. Кузнецов, М.А. Шеремет. - Томск: Изд-во ТПУ, 2007. - 172 с.

[11] Idir Mellal, Aziz Oukaira, Emmanuel Kengne and Ahmed Lakhssassi. Implementation of the Bio Heat Transfer Equation on BEECube FPGA Platform. IJCEIT VOL. 9, NO. 9, September 2017, 198–202.

[12] Luis Castano, Gustavo Osorio. An approach to the numerical solution of one-dimensional heat equation on SoC FPGA. RIELAC, Vol. XXXVIII 2/2017 p. 83-93.

[13] Floating-Point Operator v7.1 LogiCORE IP Product Guide (PG060). Xilinx. 2017.

[14] FIFO Generator v13.1 LogiCORE IP Product Guide (PG057). Xilinx. 2017.

[15] Vivado Design Suite Tutorial: Logic Simulation (UG937). Xilinx. 2014.

Бектуган Б.И., Нурахов Е.С., Иманкулов Т.С., Ахмед-Заки Д.Ж.

**Бір өлшемді есептің сандық шешімін іске асыру fpga жылу өткізгіштігі**

**Түйіндеме.** Бұл жұмыста біз FPGA құрылғысында жылу өткізгіштік есебінің шешімін жасадық. FPGA технологиясын пайдаланып есептеуде өнімділікке қол жеткізу үшін, бұл технология архитектурасының ерекшеліктерін ескеріп, ұсынатын артықшылықтарын пайдалану қажет. Сондай-ақ шығарылатын есеп типі де маңызды роль атқарады. Жылу өткізгіштік есебінің ғылыми және біздің жағдайда өндірістік құндылығы бар.

Біздің өндірістік толыққанды жүйе датчиктерден, FPGA құрылғысынан, есептеу нәтижелерін қабылдайтын WiFi модульден және нәтижелерді қолданушыға көрсететін Android құрылғысынан тұрады. Бұл мақалада FPGA құрылғысындағы есептің шешімі, есептеуге жұмсалатын уақыт, энергия және ресурстар көлемі және есептеу нәтижесін қабылдау қарастырылды. Болашақта есептің кіріс параметрлері мен итерацияларының санын арттырып жүктемелі сынақтар жасалады. Сондай-ақ FPGA құрылғысына датчиктер жалғанып, мәліметтер датчиктерден алынатын болады. FPGA құрылғысында есептеу жылдам орындалғанымен, датчиктерден мәліметтерді беру және есептеу нәтижелерін WiFi модульында алу кезінде мәліметтер алмасуға біршама уақыт жұмсалады. Бұл жалпы жүйенің есептеу уақытын баяулатады. Қазіргі кезде біз есептеу мәліметтерін FPGA құрылғысының шығысына WiFi модулінің кірістерін жалғау арқылы қабылдаудамыз. Осыған орай келешекте жылдам мәлімет алмасу интерфейстерін пайдалану қарастырылады.

Жасалған жұмыс нәтижесінде FPGA құрылғысының жоғары өнімді ғылыми есептеулерде алатын орны көрсетілді. Сондай-ақ FPGA құрылғысын өндірістік жүйелерге интеграцияланып, есептеу, ақпарат өңдеу т.б мақсаттарда пайдаланылатын дербес құрылғы ретінде қарастыруға болады.

**Түйінді сөздер.** FPGA, ПЛИС, Verilog, жылу өткізгіштік теңдеуі.

Bektugan B.I, Nurakhov Y.S., Imankulov T.S., Akhmed-Zaki D.Zh.

**Implementing a numerical solution of one-dimensional heat conduction problem on FPGA**

**Summary.** In this work was implemented the solution of the heat conduction problem on the FPGA device. To achieve productive performance in computing using the FPGA technology, it is important to take advantage of this technology, taking into account the features of its architecture. Also important is the type of task being solved. The problem of heat conduction is scientific and in our case has industrial value.

Our production system consists of sensors, an FPGA device, a WiFi module that receives the calculation results, and an Android device that displays the results for the user. This article discusses how to realize a solution of the heat conduction problem on an FPGA device, the time, amount of energy and resources spent on the calculation. In the future will be conducted load tests, with an increase in the number of input parameters and iterations. Also, to the FPGA device will be connected sensors, and data will be taken from these sensors. Although calculations on the FPGA are made quickly, the data transfer from the sensors and receiving the results on the WiFi module takes some time. This slows down the computation time of the total system. We are currently receiving the calculation data by connecting the inputs of the WiFi module to the outputs of the FPGA device. In the future will be considered the use of faster data exchange interfaces.

As a result of the work carried out was determined the role of the FPGA in high-performance scientific calculations. It is also possible to consider an FPGA device as a stand-alone device that can be integrated into production systems and used in calculations, information processing etc.

**Key words.** FPGA, ПЛИС, Verilog, heat equation.

УДК 532.517.4

**Sh. Ospanova, A. Zhumabayev, A. Nurmukhanova, B. Rakhat, B. Boloskhankyzy**

**MATHEMATICAL PROBLEM OF THE HEAT TRANSFER PROCESS IN VARIOUS BODIES**

**Abstract.** In the era of scientific and technological progress and achievements in the field of computerization and globalization of science, science does not stand still and develops. With the advent of the intellectual helper of human technology, researchers have made significant progress in solving modern problems related to the environmental aspects of the processes of rational fuel consumption in technical physics, thermal physics, physics of combustion and explosion and combustion of various types of fuel. This article discusses the mathematical model of the process of heat transfer in various bodies. The specific motion, heat transfer and transfer equations are given.

**Key words:** heat exchanger, heat transfer, stationary heat flow, spheres, heat transfer over the surface.

**Ш. Оспанова, Ә. Жұмабаев, А. Нурмуханова, Б. Рахат, Б. Болосханқызы**
(Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы)

# ӘР ТҮРЛІ ДЕНЕЛЕРДЕГІ ЖЫЛУ ТАСЫМАЛЫ ПРОЦЕСІНІҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ ЕСЕБІ

**Аңдатпа.** Компьютерлендіру және ғылымның жаһандануы саласында ғылыми-техникалық өрлеу мен жетістіктер ғасырында ғылым өркендеп, даму үстінде. Адамның зияткерлік көмекшісіне айналған техниканың дамуымен зерттеушілер техникалық физиканы, жылуфизикасы мен жану және жарылыс физикасы саласында отын қорын ұтымды тұтыну және алуан түрлі отын түрлерін жағу процестерінің экологиялық аспектілеріне байланысты заманауи мәселелерді шешуде айтарлықтай жетістіктерге жетті. Аталған мақалада әр түрлі денелер арқылы өтетін жылу тасымалы процесінің математикалық моделі қарастырылған. Әрбір денеге қатысты меншікті қозғалыс, жылу беру және тасымалдау теңдеулерінің түрлері келтірілген.

**Түйін сөздер.** Жылу тасымалы, жылу беру, стационар жылу ағыны, сфера, бет арқылы жылу алмасу.

Ғылыми-техникалық прогресс – ғылым мен техниканың бірегей, бір-бірімен сабақтаса, біртіндеп дамуы. Ол 16–18 ғасырлардағы мануфактуралық өндірістен, ғылыми-теориялық және техникалық қызметтер өзара жақындасып, тоғыса түскен кезден бастау алады. Бұған дейін материалдық өндіріс негізінен эмпирикалық тәжірибені, кәсіби құпияны қорландырып, машық-тәсілдерді жинақтау есебінен баяу дамып келді. Сонымен бірге табиғат туралы ғылымдық теориялық таным аясында да ілгерілеу ниеті байқалды, бірақ ол теологиялық-схоластикалық қасаңдыққа қамалып, өндірістік амалшараларға ұдайы әрі тікелей ықпал ете алмады.

Есептеуіш техниканың пайда болуы, сандарды қосу операциясын машинаның көмегімен орындау идеясынан басталады. Бұл идеяны жүзеге асыруға тырысқаны туралы бізге жеткен алғашқы еңбек Леонардо до Винчиге тиесілі. Сонымен қатар, Еуропаның көптеген ғалымдары қосындылағыш машинаны жаңғыртуға тырысты. Немістің ғалымы, математик Готфрид Вильгельм Лейбниц 1673 жылы арифметикалық төрт амалды орындайтын механикалық машинаның бірінші нұсқасын, кейін оны жетілдіріп, 1694 жылы екінші рет, соңғы нұсқаны 1710 жылы ұсынды. Сөйтіп Лейбництің арифмометрі әлемдегі есептеу техникасының дамуына ықпал етті.

Қатты қызған денемен қызбаған дене жанасқанда, дененің ішкі энергиясының артатынына біз көптеген мысалдар келтіре аламыз. Осылай құтыдағы ауаны құтының сыртына ыстық су құю арқылы немесе оны шамның жалынына ұстап қыздыруға болады. Ыдысты ыстыққа қойып, ондағы суды қайнатуға болады. Ыстық шайға салынған қасық ысиды. Бөлмедегі ыстық су уақыт өткен сайын салқындайды. Жылудың берілуі деп аталатын ішкі энергия өзгеруінің мұндай тәсілінде энергия берілуі былайша жүзеге асады. Анағұрлым көбірек қыздырылған дененің бөлшектерінің кинетикалық энергиясы көп болғандықтан, ол азырақ қыздырылған денемен жанасқанда, оның бөлшектеріне энергияны тікелей береді [1-5].

Жылу берілудің үш түрі кездеседі. Оларға жылуөткізгіштік, конвекция және сәуле шығару жатады. Жылу берілудің әр түрінің өзіне тән ерекшеліктері бар, бірақ жылу берілу олардың әрқайсысында әрдайым бір бағытта: көбірек қыздырылған денеден азырақ қыздырылған денеге қарай жүреді. Мұнда көбірек қыздырылған дененің ішкі энергиясы азаяды, ал суығырақ дененің ішкі энергиясы артады.

Ішкі энергия тек қана тікелей бір денеден басқа денеге, мысалы, ыстық судан оған салынған суық қасыққа ғана емес, сонымен қатар аралық денелер арқылы да беріле алады. Мысалы, шәугімнің қабырғасы арқылы ішкі энергияның бір бөлігі ыстық электр пештен суға беріледі; жылу жүйесінің металл құбырлары аркылы жылу бөлмедегі ауаға беріледі және т.б. Ішкі энергия бір дененің көбірек қызған бөлігінен, оның азырақ қызған басқа бөлігіне де беріле алады.

Қатты денедің бөлшектері әрдайым тербелмелі қозғалыста болады, бірақ өзіндік тепе-теңдік күйін өзгертпейді. Денені қыздырғанда температураның артуына сай молекулалар күштірек тербеле бастайды, өйткені олардың потенциалдық және кинетикалық энергиясы артады. Артық энергияның бұл бөліктері біртіндеп бір бөлшектен екіншісіне, яғни дененің бір бөлігінен көрші бөліктерге береді. Қатты денелердің барлығы әр түрлі энергия береді. Жылуөткізгіштік дененің микробөлшектерінің жылулық қозғалысымен анықталады. Таза күйде жылуөткізгіштік қатты денелерде, қозғалыссыз газдарда және конвекциялық токтың туындауы болмайтын сұйықтарда кездеседі [6-8].

Ішкі энергия бір дененің көбірек қызған бөлігінен, оның аз қызған басқа бөлігіне де беріле алады. Ішкі энергияның дененің көбірек қыздырылған бөлігінен дененің басқа шамалы қыздырылған

бөлігіне тікелей байланысу арқылы немесе аралық денелермен көбірек қыздырылған денеден шамалы қыздырылған денеге берілу құбылысы жылу өткізгіштік дейді. Жылу өткізгіштік денедегі температураның әр түрлілігіне байланысты. Дененің әрбір нүктелердегі температурасының мағынасына қатысты, қазірде температуралық аймақ делінеді. Температуралық аймақтың жалпыламы теңдеуі былай беріледі:

$$t=f(x,y,z,\tau) \quad (1)$$

Мұндағы t-дене температурасы; x, y, z —нүктелік координаттар; τ-уақыт. Мұндай температураны стационар емес деп айтады. Егер дененің температурасы уақыт бойынша өзгермейтін болса, онда мұндай температураны стационар деп айтады. Сонда температура:

$$t=f(x,y,z),\ \frac{\partial t}{\partial \tau}=0 \quad (2)$$

түрінде жазылады.

Температура бір, екі және үш координаттың функциясы болуы мүмкін және оны бірөлшемді, екіөлшемді, үшөлшемді функция деп айтады. Қарапайым теңдеу ретінде бірөлшемді стационар температуралық аймақты қарастыруға болады:

$$t=f(x),\ \frac{\partial t}{\partial \tau}=0,\ \ \frac{\partial t}{\partial y}=\frac{\partial t}{\partial z}=0 \quad (3)$$

Егер барлық нүктелерді біркелкі температурамен біріктірсек, онда температурасы бірдей изотермалық бет аламыз. Берілген уақытта дененің белгілі бір нүктесінде тек бір ғана температура бола алады. Температура өзгерісінің әртүрлі бағыттағы қарқындылығы $\frac{\partial t}{\partial s}$ формуласымен сипатталады. Изотермді беттерге бағытталған нормалда үлкен мағына қабылданған:

$$\left(\frac{\partial t}{\partial s}\right)_{max}=\frac{\partial t}{\partial n}=\text{gradt} \quad (4)$$

Gradt векторы температураның градиенті деп аталады және изотермалық беттегі нормал бойынша температураның өзгерісінің қарқындылығының шамасы болып табылады. Бағыты температураның өсуіне қарай бағытталған. Біртекті жазық қабырға арқылы өтетін стационар жылу ағынын Фурье заңы көмегімен есептеу. Жылу беру теориясында ең қарапайым және көп таралған мәселесі ретінде қалыңдығы l беттен температуралары $t_{l_1}$, $t_{l_2}$ тең жазық қабырға арқылы жылу ағынының тығыздығын анықтайық. Температура тек бір бағытта x координаты бойынша өзгереді. Мұндай есептер бірөлшемді деп аталады. Бірөлшемді жағдай үшін [9]:

$$gradt=\frac{dt}{dx} \quad (5)$$

Онда жазық қабырға үшін теңдеу:

$$q=-k\frac{dt}{dx} \quad (6)$$

осы өрнек Фурье заңын береді.

Практикалық есептердің көпшілігінде жылуөткізгіштік коэффиценті температураға байланыссыз деп алып, оның мәнін орта температураға сәйкес $t=0.5\left(t_{l_1}+t_{l_2}\right)$ табады, бұл жағдайда:

$$-\frac{q}{k}=\frac{dt}{dx}=\tan\varphi \quad (7)$$

Демек температура координатаға байланысты сызықты өзгереді:

$$q = \frac{k}{l}(t_{l_1} - t_{l_2}) \quad (8)$$

$$Q = qS = \frac{k}{l}(t_{l_1} - t_{l_2})S \quad (9)$$

Алынған формула жылу есептерінде кеңінен қолданылады. Егер жылу ағыны және қабырға беттерінің температурасы белгілі болса, онда формула көмегімен материялдық жылу өткізгіштік коэффицентін есептеуге болады. Осы жерден $\frac{\varphi_1 - \varphi_2}{R} = I$ формуласына ұқсатып, $Q = \frac{(t_{l_1} - t_{l_2})}{\frac{l}{kS}}$ термиялық кедергі $R = \frac{l}{kS}$ коэффицентін анықтауға болады (1 сурет) [10-12].

Көп қабатты қабырғадан өткен стационар жылу ағынын есептеу. Ол үшін $Q = \frac{(t_{l_1} - t_{l_2})}{\frac{l}{kS}}$ ді әр қабат үшін жазып шығамыз:

$$t_{l_1} - t_{l_2} = \frac{Q}{S}\frac{l_1}{k_1} \quad (10)$$

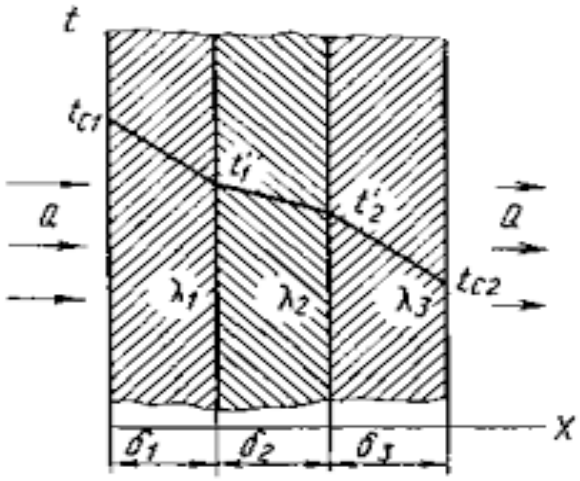
$$t_{l_2} - t_{l_3} = \frac{Q}{S}\frac{l_2}{k_2} \quad (11)$$

$$t_{l_n} - t_{l_{n+1}} = \frac{Q}{S}\frac{l_n}{k_n} \quad (12)$$

Бәрін қоссақ төмендегі формула шығады [13]:

$$t_{l_1} - t_{l_{n+1}} = \frac{Q}{S}\sum\frac{l_n}{k_n} \quad (13)$$

$$Q = \frac{S(t_{l_1} - t_{l_{n+1}})}{\sum\frac{l_n}{k_n}} \quad (14)$$

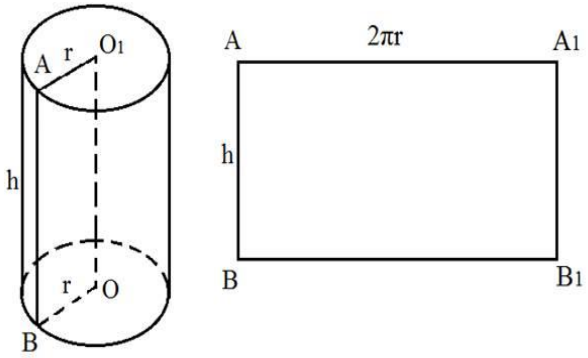



**1-сурет.** Тік қабырғадан өтетін стационар жылу ағынының t(x) графигі

Цилиндр қабырғадан өтетін стационар жылу ағынын Фурье заңымен есептеп көрсек (2 сурет) [14]:

$$q = -k\frac{dt}{dr} \quad (15)$$

$$Q = qS \quad (16)$$




**2-сурет.** Циллиндр және оның көлденең қимасы

Мұндағы S цилиндрдің бүйір бетінің ауданы:

$$S = 2\pi rl \tag{17}$$

$$Q = -2\pi rlk\frac{dt}{dr}$$

$$dt = -\frac{Q}{2\pi rlk} \tag{18}$$

$$t = \frac{Q}{2\pi lk} lnr + C_1 \tag{19}$$

Шекаралық шарт қояр болсақ, ішкі радиусі $r_1$, сыртқы радиусы $r_2$. Олай болса жылу ағынының тығыздығы [15]:

$$Q = \frac{(t_{l_1} - t_{l_2})}{\frac{1}{2\pi lk} ln\frac{r_2}{r_1}} = \frac{(t_{l_1} - t_{l_2})}{R} \tag{20}$$

Кедергі коэффициенті мынаған тең болады:

$$R = \frac{1}{2\pi lk} ln\frac{r_2}{r_1} \tag{21}$$

Көп қабырғалы цилиндр пішінді беттен өтетін жылу ағыны:

$$Q = 2\pi l\frac{(t_{l_1} - t_{l_2})}{\sum\frac{1}{k_i} ln\frac{r_{n+1}}{r_n}} = \frac{(t_{l_1} - t_{l_2})}{\sum R_i} \tag{22}$$

Шар формалы қабырғадан өтетін стационар жылу ағынын Фурье заңы көмегімен өрнектеу. Жылу ағынын стационар, материал біртекті деп есептейміз:

$$Q = kS\frac{dt}{dr} \tag{23}$$

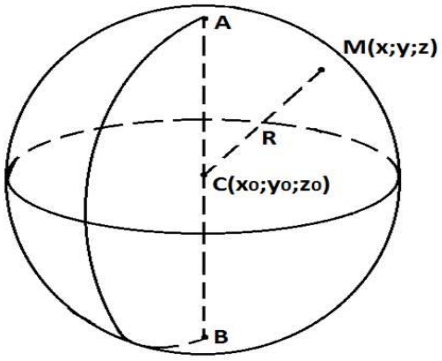
$$S = 4\pi r^2 \tag{24}$$

Сонда Фурье заңы шар формалы қабырға үшін былай жазылады:

$$dt = k4\pi r^2\frac{dt}{dr} \tag{25}$$

Осы жерден $\int_{t_{l_1}}^{t_{l_2}} dt = -\int_{r_1}^{r_2} \frac{Q}{4\pi k r^2} dr = -\frac{Q}{4\pi k}\int_{r_1}^{r_2} \frac{1}{r^2} dr$

$$t_{l_1} - t_{l_2} = \frac{Q}{4\pi k}\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right) \quad (26)$$




**3-сурет.** Сфера бетімен жылу алмасу

Мұндағы Q - сфералық қабаттан шығатын жылу ағыны:

$$Q = \frac{(t_{l_1} - t_{l_2})}{\frac{1}{2\pi k}\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right)} = \frac{(t_{l_1} - t_{l_2})}{R} \quad (27)$$

мұндағы R- термиялық кедергі:

$$R = \frac{1}{2\pi k}\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right) \quad (28)$$

(28) - жылу өткізгіштіктің жалпы дифференциалдық теңдеуі. Мұндағы жылуөткізгіштік коэффициенті физикалық параметр және жылу өткізу қабілетін сипаттайды. Жылуөткізгіштік коэффициенті мына теңдеумен анықталады:

$$\lambda = -\frac{d^2 Q_\tau}{\frac{\partial t}{\partial n} * dF * d\tau} \quad (29)$$

Жылуөткізгіштік коэффициенті өлшем бірлігі Вт/(м·К) бірлік уақытта, бірлік изотермиялық беттен gradt=1 шартын қанағаттандырған кездегі өткен жылуға тең. Жылуөткізгіштік коэффицентін әртүрлі заттар үшін экспериментке негізделген анықтамалық кестеден аламыз. Көптеген материалдардың жылуөткізгіштік коэффициенті температураға байланысты өзгеріп отырады [16].

Жуықтап алғанда жылуөткізгіштік коэффицентінің температураға тәуелділігінің сызықтық функциясы мына түрде болады:

$$\lambda = \lambda_0[1 + b(t - t_0)], \quad (30)$$

$\lambda_0$- температурасы $t_0 = 0$ 0С кезіндегі жылуөткізгіштік коэффициенті.

Жылуөткізгіштігі өте төмен заттарға газ жатады. Газдардың жылуөткізгіштік коэффициенті 0,006÷0,6 Вт/(м·К) интервал арасында жатады. Сұйықтар үшін жылуөткізгіштік коэффициенті λ=0,07÷0,7 Вт/(м·К). Жылуөткізгіш материалдарға негізінен металдарды λ=20÷418 Вт/(м·К) жатқызуға болады. Ең жылуөткізуі жақсы метал- күміс.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Михалев М.А., Михалева И.М. Основы теплопередачи. - М.: Энергия, 1977. - 342 с.
[2] Быстрицкий Г.Ф. Основы энергетики: учебник. – М.: ИФРА-М, 2008. – 278 с.
[3] Коган И.Ш. Основы техники. - Киров, КГПИ, 1993. - 231 с

[4] Шорин С. Н. Теплопередача. – М.: Высшая школа, 1964. - 483 с.

[5] Под общ. ред. В.А. Григорьева, В.М. Зорина Теоретические основы теплотехники. Теплотехнический эксперимент: Справочник. - М.: Энергоатомиздат, 1988. – 632 с.

[6] Себиси Т., Брэндшоу П. Конвективный теплообмен. Физические основы и вычислительные методы. - М.: Мир, 1987. – 592 с.

[7] Мухачев Г.А., Щукин В.К. Термодинамика и теплопередача: учебник для вузов. - М.: Высшая школа, 1991. – 293 с.

[8] Кудинов В.А., Карташов Э.М. Техническая термодинамика: учебное пособие. - М.: Высшая школа, 2001. – 254 с.

[9] Галин Н.М., Кириллов Л.П. Тепломассообмен. - М.: Энергоатомиздат, 1987. – 148 с.

[10] Луканин В.Н., Шатров М.Т. Теплотехника: учебник. - М.: Высшая школа, 2000. - 374 с.

[11] Вайнберг А.М. Математическое моделирование процессов переноса. Решение нелинейных краевых задач. - Иерусалим, 2009. – 115 с.

[12] Локуциевский О. В., Гавриков М.Б. Начало численного анализа. - М.: Янус, 1995. –186 с.

[13] Гельфонд О. Исчисление конечных разностей. - М.: ГИФМЛ, 1980. – 250 с.

[14] Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике. - М.: Мир, 1975. – 452 с.

[15] Пиановский А.Б. Оптимальное управление случайными последовательностями в задачах с ограничениями. - М.: Научная книга, 1996. - 304 с

[16] Сегерлинд Л. Применение метода конечных элементов. – М.: Мир, 1979. – 392 с.

Оспанова Ш., Жұмабаев Ә., Нурмуханова А., Рахат Б., Болосханқызы Б.

**Математическая задача процесса передачи тепла в различных телах**

**Резюме.** В эпоху научно-технического прогресса и достижений в области компьютеризации и глобализации науки наука не стоит на месте и развивается. С появлением интеллектуального помощника человека техники исследователи добились значительного прогресса в решении современных проблем, связанных с экологическими аспектами процессов рационального потребления топлива в области технической физики, теплофизики, физики горения и взрыва и сжигания различных видов топлива. В этой статье рассматривается математическая модель процесса теплообмена в различных телах. Приведены уравнения удельного движения, теплопередачи и переноса.

**Ключевые слова:** теплоперенос, теплопередача, стационарный тепловой поток, сфера, передача тепла по поверхности.

УДК 658.7

**A. Mamyrbekova., O. Volobuyeva**
(Kazakh National University named after al-Farabi, Kazakhstan, Almaty
E-mail: salauat_aidana@inbox.ru)

**LOGISTIC information CENTER AS AN object OF research**

**Abstract:** In this article, the information logistics center (ILC) is presented as an object of research, and the main tasks of its study are presented. Presented by the ILLC for the management of logistics processes. The main problems in the field of logistics and ways of their solution are considered. Identifying the role of logistics in the domestic and foreign markets and ways to improve the interaction process.

**Key words:** logistics center, process, information, management of procedures, transportation, development, operation, object of research, control center, logistics system.

**А.С. Мамырбекова, О.П. Волобуева**
(Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Республика Казахстан,)

**ЛОГИСТИЧЕСКИЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ ЦЕНТР КАК ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ**

**Аннотация.** В данной статье представлен информационный логистический центр (ИЛЦ) как объект исследования, а также приведены основные задачи его исследования. Представлены ИЛЦ управления логистическими процессами; рассмотрены основные проблемы в сфере логистики и пути их решения; определены роли логистики на внутреннем и внешнем рынке и пути усовершенствования процесса взаимодействия.

**Ключевые слова:** информационный логистический центр, информационные технологии, управление логистическими процессами, транспортировка, логистическая система.

Активное развитие процессных и информационных технологий, а также ужесточение конкурентной борьбы на рынке, объективно требуют проведения исследований в области экономических и организационных решений, возникающих в процессе логистической организации работы региональных распределительных центров в функционале системы логистики.

В настоящий момент вопрос развития информационных логистических центров (ИЛЦ) является одним из наиболее актуальных для развития экономики Республики Казахстан (РК). От того, как скоро удастся создать достаточное количество качественных современных ИЛЦ во всех крупнейших областях страны, будут зависеть темпы и динамика роста товарооборота внутри страны, увеличение грузопотоков между субъектами республики, а также создание и появление современной логистической и транспортной инфраструктуры, которая станет основой для развития экономики и производства. В скором времени ИЛЦ станут одним из основных элементов сильной и развитой транспортной областной инфраструктуры. Создание ИЛЦ как полномочных представительств по обработке, хранении и предоставлении комплексных услуг позволит качественно улучшить сервис и позволит сократить себестоимость производства и затраты на перевозки.

В данной статье представлен разрабатываемый ИЛЦ управления логистическими процессами областного логистического распределительного центра (комплекса) на примере книжного предприятия. Это - интегрированная система, объединяющая процессные и информационные технологии, т.е. автоматизированная информационно-аналитическая система логистики предприятия, построенная с использованием метода виртуализации информационной инфраструктуры.

Любое рыночное предприятие, особенно производственное, одной из своих главных задач для достижения цели ставит снижение неэффективных затрат. Именно с помощью логистики можно решить большинство проблем, которые ставят в тупик многих специалистов из-за необходимости учета множества влияющих факторов и многих неопределенных позиций. Склад как современное логистическое подразделение является одним из подразделений предприятия, на примере которого можно увидеть всю мощь логистических решений и применяемых логистами инструментов. Но для их использования необходимы не только знания, но и наличие у специалистов современных компьютерных программ, умения пользоваться математическими операторами, определенной логистической смелости и учета возможных рисков логистического решения. Таким образом, современная складская логистика предоставляет широкие возможности для оптимизации работы склада предприятия, и, соответственно, для минимизации затрат и повышения прибыльности производственной деятельности. Актуальность логистики как науки и практической деятельности подчеркивается многочисленными научными исследованиями многих специалистов [1-3].

Большая часть логистических операций при перемещении от производителя до потребителя осуществляется при помощи разных транспортных средств. Работа транспортных предприятий, как и любых других участников движения, нацелена на получение единого экономического результата в логистической цепочке. В этой цепочке основная функция транспорта заключается в перевозке, т. е. в изменении местонахождения объектов при соблюдении принципа экономичности (сокращении стоимостных и временных затрат). Причем значимость фактора времени возрастает в связи с появлением логистических концепций, требующих сокращения запасов (в том числе и запасов, находящихся в пути), которые существенно ограничивают использование материальных и различных ресурсов, т. е. «связывают» капитал [1].

Организационно-экономическое обеспечение логистической системы хранения и углубленной обработки продукции в логистических распределительных центрах базируется на совершенствовании и развитии автоматизированной системы и подсистем информационного контроля внешних и внутренних материальных и сопутствующих потоков с интегрированием процессных и информационных технологий. Информационные логистические центры являются основными составляющими областных логистических систем.

ИЛЦ совершенствует собственные процессные и информационные технологии хранения и складской углубленной обработки материальных ценностей. Это делается на основе обобщения опыта ИЛЦ в соответствии с практикой организации и ведения складского хозяйства, исходя из современных требований к функционированию логистической системы обеспечения областного движения ведущих международных и федеральных компаний-поставщиков продукции[2].

Организация работы областного логистического распределительного центра (ОЛРЦ), как правило, строится на основе устойчивого взаимосвязанного перечня технологических процессов и их информационного обеспечения: приёмки, хранения и обработки, комплектации и отгрузки материальных ценностей. Всё это осуществляется на основе связанного с этими процессами набора регламентированных складских операций. Регламент проведения технологических складских операций ставит своей целью повышение качества обслуживания клиентов за счет обеспечения качества выполняемых работ на каждом этапе (операции) логистической цепочки. Он также устанавливает единые стандарты проведения основных технологических операций распределительного логистического центра с учетом интегрирования процессных решений с информационно-аналитическим обеспечением функционирования системы управления логистическими процессами областного распределительного центра.

Функциональную структуру информационного логистического центра можно представить в виде следующей схемы (Рисунок).

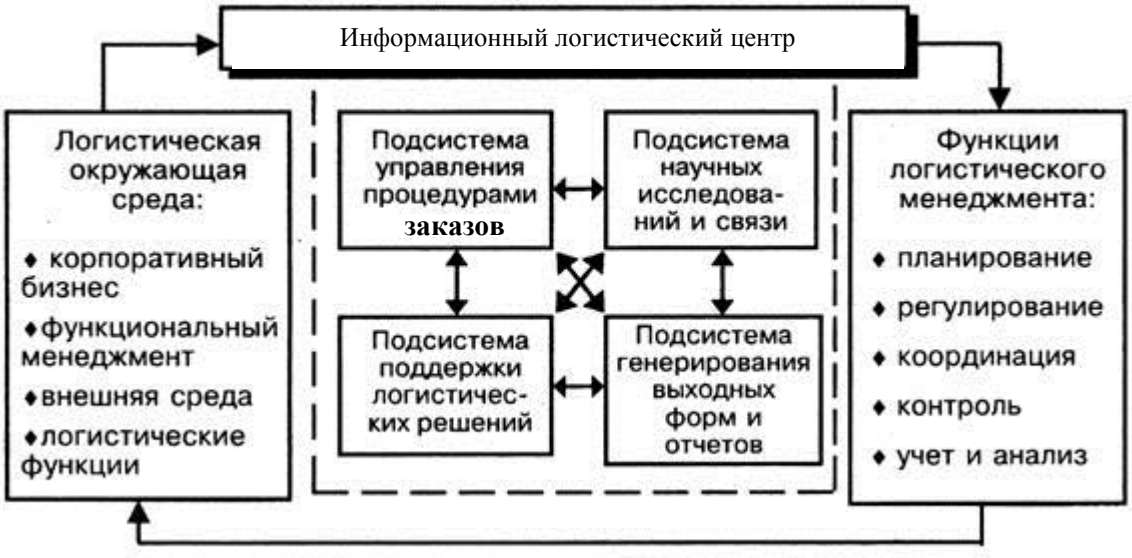



**Рис.-** Функциональная структура ИЛЦ

В свою очередь, система управления процессами ОЛРЦ должна обеспечивать возможность интегрирования (взаимодействия и/или обмена информацией) с информационными системами показателей в целях обеспечения взаимного электронного документооборота и предоставления учетно-аналитической информации о состоянии и движении товарно - материальных ценностей (ТМЦ) в режиме online [1]. С учетом необходимости решения описанных выше задач рассматривается комплексная функциональная структура системы управления логистическими процессами ОЛРЦ (комплекса), которая представляет собой интегрированную систему, объединяющую процессные и информационные технологии. Кроме того, в ней жестко увязано взаимодействие персонала, на основе разработанных регламентов проведения технологических складских операций и производства работ специалистами всех уровней, с функционированием информационно-аналитической учетной системы книжного предприятия, построенной с использованием метода виртуализации информационной инфраструктуры. На опыте практического использования укрупненно описанной комплексной интегрированной логистической системы управления процессами хранения и углубленной обработки ТМЦ ниже показана на примере книжного предприятия организация интегрирования процессных и информационно- аналитических инноваций в сфере управления и функционирования ОЛРЦ с использованием метода виртуализации.

В качестве главной вычислительной мощности используется отдельный сервер. В качестве хранилища информации выступает специализированный сервер, называемый «сетевое хранилище». Все «образы» логических серверов (и оперативные, и архивные) находятся на сетевом хранилище, которое разделено на необходимое количество логических дисков. Эти диски посредством высокоскоростного канала подключены к серверам, на которых будут исполняться логические

сервера из оперативных «образов». В результате получается гибкая система, позволяющая решать многие задачи. Например, значительное уменьшение затрат времени на исключение аварийных ситуаций (восстановление целого сервера займет время, сопоставимое с временем копирования информации по сети), позволит с высокой надежностью хранить и резервировать данные, балансировку нагрузки на физическое оборудование, легкость и простоту расширения аппаратных возможностей серверов без остановки работы логистического центра. Инновационный путь развития через виртуализацию информационной инфраструктуры полностью коррелируется с бизнес-процессами книжного предприятия - областного логистического распределительного комплекса. Кроме того, сопряжение новой концепции информационной инфраструктуры с существующими информационными потоками возможно. Созданная ИЛЦ - комплексная система управления логистическими процессами ОЛРЦ (комплекса), объединяющая процессные и информационные технологии с разработанными регламентами проведения технологических складских операций, интегрированных с информационно-аналитической учетной системой предприятия, построенной с использованием метода виртуализации информационной инфраструктуры, на наш взгляд, может служить в качестве методологической основы организации логистической инфраструктуры ОЛРЦ. Это, тем более актуально, что с учетом виртуализации информационно- логистической инфраструктуры, инновационные технологии могут быть масштабированы при организации региональной сети логистических распределительных центров, а также возможна организация из одного центра дистанционное (удаленное) функционирование информационной системы логистического провайдера (и/или различных логистических провайдеров) в иных ОЛРЦ [3].

Информационный логистический центр (ИЛЦ) — это специализированное предприятие, основными функциями которого являются обработка и хранение информации и оказание информационных услуг; кроме того, в хорошо развитых ИЛЦ оказывается техническое обслуживание информационным средствам и др.

Основная логистическая задача, реализуемая информационно -логистическими системами, — это согласование режимов создания и использования с сервисным режимом подачи информационных средств, разработкой, хранением, переработкой и распределением данных.

Большинство логистических операций в мире осуществляется в логистических центрах. Укрупненно принято различать два типа логистических центров [4]:

1. Региональные логистические центры — крупные, хорошо оснащенные предприятия, предназначенные для оказания услуг другим предприятиям.Спектр их услуг обычно очень широк, поэтому региональные логистические центры имеют большое число различных подразделений, предназначенных для их оказания. Региональные логистические центры обычно специализируются на массовой переработке данных по заказам различных компаний.

2. Логистические центры компаний. Их структура зависит от профиля и размеров предприятия. На мелких предприятиях это может быть небольшая группа специалистов-логистиков и два -три компьютера. На крупных фирмах это подразделения с многочисленным штатом и значительным количеством техники, объединенной в локальную сеть с выходом в Интернет. Главная трудность создания логистических центров заключается в дефиците высококвалифицированных кадров. По этой причине многие предприятия (особенно небольшие) предпочитают не создавать собственные центры, а пользоваться услугами региональных логистических центров.

Ядром любого логистического центра служит его информационно-аналитический центр, который осуществляет управление всеми информационными, финансовыми и материальными потоками, циркулирующими в нем.

Базой для создания областного логистического центра служат, как правило, вычислительные или информационные центр при соблюдении следующих условий:

• наличие платежеспособных пользователей, нуждающихся в комплексном информационном сопровождении перевозки;

• наличие линий связи или узлов для выхода в сеть и подключения пользователей;

• наличие коллектива программистов, администраторов, базы данных (БД);

• взаимодействие с национальными логистическими центрами для обмена логистическими данными и др.

Применение логистической системы при консолидации информационных процессов требует автоматизации управления данными и поддержки принятия грамотных IT - решений. Главный

элемент успешной деятельности интегрированных процессов — это единая информационная политика. Для всех участников консолидации необходимо использовать единые требования к входящим - выходящим документам, не допускающим двойного чтения. Информационные системы (ИС) выступают частью логистических систем, увязывающих наряду с информацией комплекс технических средств (КТС), технологию, планирование и экономику участков движения информации [4].

Информатизация и развитие IT-отрасли в Казахстане идут бурными темпами. Внедрение IT-решений в различенные отрасли, в том числе и транспортную отрасль экономики многообразны. Такое внедрение носит пока экстенсивный характер.

Если рассматривать отрасль транспортных услуг Казахстана, то можно выявить достаточно парадоксальную закономерность: чем больше независимых юридических лиц занято в той или иной сфере транспортного бизнеса, тем меньше информационные системы этих организаций связаны между собой, и тем ниже в итоге общий уровень информатизации [5].

IT-решения включают в себя модули бухгалтерского учета, кадровые модули, модули CRM-систем, модули по управлению автопарком и складские модули. Естественно, IT-решения по большей части направлены на снижение издержек ИЛЦ.

Участники рынка стремятся к повышению качества обслуживания потребителей и своей конкурентоспособности. Существенным конкурентным преимуществом является возможность интеграции информационных систем производителя и потребителя в единое пространство, что позволяет экономить время на бумажную волокиту, повышает управляемость, прогнозируемость, уменьшает затраты и др.

Поэтому следует создавать единый информационный ресурс как интегрирующий инструмент интерфейсов взаимодействия, которые будут объединять производителя и их потребителей; если быть точнее, их информационных систем. По сути, электронные государственные услуги (портал) есть не что иное, как совокупность информационных систем различных ведомств (ГИБДД, ЗАГС, ЖКХ и т.д.) с единым пользовательским интерфейсом. В этой схеме портал выступает интегрирующим механизмом для других систем. В роли внешних информационных систем (таких как, 1С Предприятие, Oracle, ЗЛР и другие системы класса WMS, SCM, ERP), выступают системы грузотранспортных, экспедиторских и офисно-складских фирм.

Социальная/экономическая эффективность/значимость логистики заключается в представленной возможности значительно снизить логистические затраты предприятия и оптимизировать деятельность склада любой производственной фирмы [5].

Без склада современное предприятие представить очень сложно – практически все производители продукции нуждаются в формировании на собственной территории как запаса сырья, материалов, комплектующих для создания продукта, так и места хранения (даже кратковременного), обработки и комплектации готовой продукции. Склад, терминал, логистический центр сегодня являются связующим звеном производителя и потребителя, центром обработки в региональной, международной торговле, складские комплексы регулируют грузоперевозки, формируя транспортную логистику.

Современная логистика рассматривает склад как элемент проводящей цепочки, предназначенной для приемки, размещения, хранения, комплектации и выдачи продукции и имеющий необходимую для выполнения этих функций материально-техническую базу (здания, сооружения, коммуникационные устройства и т.п.) [5].

Таким образом, складская логистика определяет, управляет и ответственна за эффективное движение материальных, сервисных, транспортных, информационных, финансовых и иных связанных потоков. Особенностью склада готовой продукции считается переходная позиция от материального потока внутри предприятия к внешнему материальному потоку от производителя к потребителю.

Логистический аспект в процессе организации перевозок также содержит новое методологическое содержание, которое заключается в том, что главной составляющей частью перевозок должно быть проектирование рационального перевозочного процесса. Под этим подразумевается поиск наилучших технически возможных и организационных решений, которые обеспечивают наибольшую эффективность перевозки грузов от места их изготовления до места потребления.

ИЛЦ необходимо формировать на базе уже существующей логистической инфраструктуры, это дает возможность максимальным образом оптимизировать издержки. В настоящее время одной из важных концепций в развитии логистического центра является активное взаимодействие и сотрудничество с уже существующими игроками рынка.

В настоящий момент в РК успешно функционирует ИЛЦ «Юг» [5] - филиал АО «Казпочта», который предоставляет широкий спектр почтовых, финансовых, брокерских, агентских, электронных услуг. ИЛЦ «Юг» охватывает и обслуживает уровень областной, районной и сельской местности. Почтовая сеть является эффективным инструментом для продвижения электронной торговли, транспортно-логистического сервиса, финансовых услуг для бизнеса и населения.

ИЛЦ «Юг» несет ответственность за обеспечение экономической, социальной, экологической стабильности, оказывая общедоступные услуги на всей территории РК. В компании активно идет процесс модернизации и перехода к качественному предоставлению услуг, что означает не только улучшение обслуживания, но и технического, операционного, технологического, информационного обновления почтовой сети.

ИЛЦ «Юг» соединяет города и аулы, страны и континенты, сокращает время и расстояния для общения, обеспечивает потребителя современной, удобной и качественной продукцией, сервисами почтовых и финансовых отраслей.

Основными задачами исследования ИЛЦ книжного предприятия являются:

– углубленное изучение информационных потоков организации и доставки товаров/грузов от производителя к потребителю;

– разработка модели ИЛЦ книжного предприятия;

– разработка алгоритма функционирования ИЛЦ;

– реализация алгоритма на языке программирования Delphi с использованием метода виртуализации информационной структуры;

– моделирование и исследование ИЛЦ.

Использование единой технологической системы по работе с информацией, сопряженного комплекса средств, техник, своевременное получение и обработка заказа, согласованное планирование и транспортировка позволяют своевременно довести информацию и доставить ТМЦ с минимальными затратами, не допустив порчи и потерь.

Таким образом, развитая система ИЛЦ позволяет сокращать цепочки поставок, оптимизировать информационные потоки, повышать маневренность поставок.

Максимального эффекта для оптимальной организации потоков можно добиться только при правильном объединении логистических центров в логистические сети, поэтому разрабатываемый ИЛЦ для книжного предприятия, естественно, будет включен в логистические сети РК.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Альбеков А. У. Коммерческая логистика. — Ростов н/Д: Феникс, 2002. — 416 с.

[2] Николайчук В.Е. Логистика в сфере распределения: учеб. пособие, 2-е изд. – СПб.: Питер, 2001. - 148 с.

[3] Стаханов В.Н. Теоретические основы логистики. — Ростов н/Д: Феникс, 2001. - 160 с.

[4] Сергеев В.И. Логистика в бизнесе: учебник. — М.: ИНФРА-М, 2001. - 608 с.

[5] https://kazpochta-ilts-yug.pulscen.kz/

[6] Гаджинский А.М. Логистика: учебник для высших и средних специальных учебных заведений. — М.: Дашков и Ко, 2003. - 339 с.

[7] Макеева О.А. Необходимость использования логистического менеджмента на предприятиях сетевого ритейла. «Инженерный вестник Дона», 2014, №1. - URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2014/2283

[8] Халын В.Г. Логистическая реструктуризация региональных распределительных центров в системе товародвижения: на примере ЮФО. — Ростов н/Д: Сокол, 2011. - 166 с.

[9] Шапошников Д.Е., Костина И.В. Применение обобщенного логического критерия для аппроксимации области эффективности в многокритериальных задачах оптимизации // «Инженерный вестник Дона», 2014, №4. - URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N4y2014/2552

[10] Белый О.В. Фундаментальные научные проблемы развития транспорта. - СПб: Транзит, 2002. - 1016 с.

[11] Варнавский В.Г. Концессии в транспортной инфраструктуре. —М.: ИМЭМО РАН, 2002. - 17 с.

[12] Данилов С.К. Экономическая география транспорта. — М.: Транс-ИНФО, 2000. - 32 с.

[13] Парфенов В.М. Международные транспортные коридоры в России. — М.: Логистика, 2000. - 13 с.

[14] Миротин Л.Б.,Ташбаев Ы.Э. Логистика для предпринимателя. — М.: Инфра, 2002. - 252 с.

[15] Монин А.С., Шишков Ю.А. Глобальные экологические проблемы. — М.: Знание, 1990. - 48 с.

Мамырбекова А., Волобуева О.
**Логистикалық ақпараттық орталығы зерттеу объектісі ретінде**
**Түйіндеме:** Бұл мақалада ақпараттық-логистикалық орталық (ЗТБ) зерттеу объектісі ретінде ұсынылып, оны зерттеудің негізгі міндеттері ұсынылған. Логистикалық үрдістерді басқару бойынша АХАЖ ұсынған. Логистика саласындағы негізгі проблемалар және оларды шешу жолдары қарастырылады. Ішкі және сыртқы нарықтардағы логистиканың рөлін анықтау және өзара әрекеттесу үдерісін жетілдіру жолдары.
**Түйінді сөздер:** логистикалық орталық, процесс, ақпарат, процедураларды басқару, тасымалдау, дамыту, пайдалану, зерттеу объектісі, бақылау орталығы, логистикалық жүйе.

UDC 621.391

**[1] N. K. Shadezhkeeva, [1] A.N. Myrzasheva, [1] A.R. Baimakhan,**
**[2] Z.M. Abdiakhmetova, [1] E. Latipov**

([1]Atyrau State University named after H.Dosmukhamedov
[2]Kazakh National University after al-Farabi
*e-mail: zukhra.abdiakhmetova@gmail.com)

## ABOUT IDENTIFICATION OF FILTRATION-CAPACITIVE PARAMETERS OF THE WATERFALLED BASIN

**Abstract.** This paper is focused on the task of restoring of conditions on the catchment and discharge areas boundaries and identifying the filtration-capacitive parameters of the water-drive basin. There is a wide class of problems in which the object under study is not accessible to direct research and the conclusion about their characteristics is made on the basis of indirect measurements over quantities that are the consequences of the required characteristics. Such problems are usually called inverse problems.
**Key words:** filtration, problem, water-drive, basin, saturation.

### Introduction

The inverse problem, as a rule, refers to the number of ill-defined ones, the problem is called correctly posed if the solution of the problem exists for any input data; the solution is unique; the solution is stable with respect to a small perturbation of the input data. Refinement of conditions in the selected catchment and discharge areas boundaries and identification of filtration parameters of the water-drive basin.

Hydrogeological studies show that natural filtration flows are characterized by one more feature. Due to the presence of such flows, there are certain distributions in water in the dissolved form of hydrocarbon and non-hydrocarbon components. For geological long-term times, these components, which can be perceived as certain indicators, transferred from the formed oil or gas systems over the water-bearing stratum. The concentration of these indicators by area is variable, which is due to the peculiarities of the structures of the water-bearing stratum and its collecting properties, it is known that such non-stationary processes of transfer of individual components can be described by the convection-diffusion equation [1]

$$mS_r \frac{\partial C_r}{\partial t} + \vec{v}_r \nabla C_r - D_r \nabla^2 C_r = 0 \qquad (1)$$

where $m$ - formation porosity; $S_r$ - pore space saturation; $C_r$ - concentration of gaseous component; $D_r$ - coefficient of dispersion, calculated by the formula $D_r = D_0\left[\frac{1}{F^* m} + 0{,}5\left(\frac{\vec{U_r}\, d_p \sigma}{mD_0}\right)^n\right]$, where $D_0$ - coefficient of molecular diffusion; $d_p$ - diameter of particles; $\sigma$ - factor of heterogeneity; $F$ - factor of the electrical resistance of the medium; $n$ - the exponent. The linear Darcy filtration law holds:

$$\vec{U}_r = -\frac{K_r(x,y)}{\mu_r} \nabla P_r \qquad (2)$$

where $\vec{U}_r$ - gas filtration rate; $P_r$ - pressure in the gas phase; $\mu_r$ - the dynamic viscosity of the gas. With the phenomenon of convective diffusion we have to deal also in the development of gas and gas condensate deposits. At sufficiently small gradients of the concentration of components in the mechanism of their transfer during the operation of actual deposits, the convective component becomes the determining one. Under these conditions, the filtration of a single-phase multicomponent gas mixture in a porous medium is described by a system of equations

$$div\rho_r h\vec{U}_r + mhS_r \frac{\partial \rho_r}{\partial t} + q_r = 0 \tag{3}$$

$$div\rho_r C_i h\vec{U}_r + mhS_r \frac{\partial \rho_r C_i}{\partial t} + q_r C_i = 0; \qquad i = 1,n \tag{4}$$

$$\rho_r = \rho_0 \frac{\rho_r T_0}{\rho_0 T_z} \tag{5}$$

$$\sum_{i=1}^{n} C_i = 1 \tag{6}$$

The initial conditions are

$$T = t_0; \qquad p_r = p_0(x,y,t); \tag{7}$$

$$C_i = C_{i0}(x,y,t); \qquad i = i,n-1 \tag{8}$$

The boundary conditions are as follows

$$F(x,y) = 0; \qquad f(p_r \frac{\partial P_r}{\partial n}, x, y, t) = 0 \tag{10}$$

$$C_i = C_{ir}(x,y,t) = 0; \qquad i = \overline{1,n-1}, \tag{11}$$

where $\rho_r$ - the density of the gas; $q_r$ - function of the intensity of the distributed gas withdrawal; $T$ - formation temperature; $\rho_0, P_0, T_0$ - corresponding parameters under standard conditions; $z$ - coefficient of gas super compression; $\Gamma$ - the contour that bound the filtering region, due to the isothermal filtration conditions and small gradients of concentration of components, it can be assumed that

$$\rho_r = \rho_r(p_r), \quad \mu_r = \mu_r(p_r), \quad z_r = z_r(p_r) \tag{12}$$

**Materials and methods**

A mathematical model of a single-phase isothermal filtration of a gas mixture in a horizontal formation with small concentration gradients of components should be noted an important property of the mathematical model: partial decoupling of the system of equations (3) - (4). In fact, the quantity functionally dependent on the concentrations does not enter into equation (3). Consequently, the distribution of pressures and the rate of filtration along the formation also do not depend on the concentrations of the component.

The direct problem of convective diffusion consists in finding the functions $P_r(x,y,t)$ and $C_i(x,y,t)$ $(i = \overline{1,n-1})$, satisfying the equations (3)-(4) with the initial condition (7)-(8), with the boundary conditions (10)-(11). In this case, the functions $q_r(x,y,t)$, $k_r(x,y)$, $m(x,y)$ and $h(x,y)$ are assumed to be given. The inverse problem for convective diffusion can consist in determining the parameters $k_r$, $m$ and $h$ satisfying equations (3)-(11) if data about $P_r(x,y,t)$ and $C_i(x,y,t)$ $(i = \overline{1,n-1})$ in certain parts of the filtration region k at certain periods of time are known.

For a natural filtration flow in an water-bearing stratum with a separated gas (oil) reservoir, the direct boundary value problem of the filtration of water settings [2] holds. As a result of solving that problem, the distribution of the reduced pressure over the entire area of the water-bearing stratum is determined. The formed natural filtration flow of water causes the transfer of various components. The convection-diffusion equation in the case of a flat filtration flow has the form [2]:

$$m\frac{\partial c}{\partial t}=\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\lambda_1 v_1^2+\lambda_2 v_2^2}{\sqrt{v_1^2+v_2^2}}\frac{dc}{dx}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{\lambda_1 v_2^2+\lambda_2 v_1^2}{\sqrt{v_1^2+v_2^2}}\frac{dc}{dx}\right)-\frac{d}{dx}(v_1 c), \tag{13}$$

where $m$ - coefficient of porosity; $C$ - concentration of the component under consideration; $\lambda_1$, $\lambda_2$ - respectively longitudinal and transverse scattering parameters among constants (have the dimensions of length); $v_1$, $v_2$ - the components of the filtration rate respectively along $x$ and $y$ the axes.

If for the equation $\Delta\overset{\vee}{\theta}=0$ we define boundary

$$\frac{\partial C}{\partial n}=0,\ (x,y)\in\Gamma_2,\Gamma_3,\Gamma_4; \qquad C=1,\quad (x,y)\in\Gamma_1 \tag{14}$$

and the initial condition

$$C(x,y)=0; \qquad t=0 \tag{15}$$

then we obtain a direct boundary value problem for determining the concentration field over the entire area of the water-bearing stratum at different times, including at the time of calculations (to date).

The filtration rates $v_1$ and $v_2$ depend on the pressure distribution $P^*$ over the area. Therefore, in order to solve the problem (13) - (15) it is necessary to have a solution of the

$$\overset{(s+1)}{U}_{i,j}=z[\overset{(s)}{U}_{i+1,j}\,b_{i+1/2,j}+\overset{(s+1)}{U}_{i-1,j}\,b_{i-1/2,j}+\overset{(s)}{U}_{i,j+1}\,b_{i,j+1/2}+\overset{(s+1)}{U}_{i,j-1}\,b_{i,j-1/2}-EP_{i,j}]/T+(1-z)\overset{(s+1)}{U}_{i,j}\ (*),$$

$$\frac{\partial J}{\partial P_n^*}=\sum_{j=1}^{N_y}b_{i,j}\frac{U_{i+1,j}-U_{i,j}}{\Delta x}\Delta y, \quad \frac{\partial J}{\partial P_p^*}=\sum_{j=1}^{N_y}b_{i,j}\frac{U_{i+1,j}-U_{i,j}}{\Delta x}\Delta y, \qquad \text{i=N}_x\text{.}$$

There is no inverse dependence $P^*$ from $C$, and (13) - (15) split into two autonomous direct boundary-value problems.

Thus, under given collecting properties of the formation $k$ and $h$, $\lambda_1$, $\lambda_2$ under boundary conditions, the solution of the equation makes it possible to determine the distribution of the reduced pressure $P^*$ over the entire area of the water-bearing stratum. Further, under the given collecting properties of the water-bearing stratum under the initial condition (15) and the boundary conditions (14), the solution of equation (13) using the function $P^*$ from the previous problem allows determining the concentration distributions $C$ over the entire area of the aquifer.

Statement of the inverse problem. We assume that the actual values $P^*(x,y)$ and $C(x,y,T)$ are known over the entire area of the water-bearing stratum at the end of the time interval $[0,T]$ at the present. Have $P^*$ and $C$ in the wells at the period of geological time $T$, data on the geometry of the formation and approximate values of its collecting properties. It is necessary to determine (specify) the collecting (filtration-capacitive) properties in all points of the water-bearing stratum, as well as the conditions on the catchment and discharge area boundaries on the basis of available actual data. We will solve the inverse problem as an optimization problem. Construct a functional $J$ equal to the sum $J_1$ and $J_2$. Obviously, this functional depends on the reservoir properties of the reservoir:

$$J\{P_n^*,P_p^*,b,m,\lambda_1,\lambda_2\}=J_1(P_n^*,P_p^*,b)+J_2(m,\lambda_1,\lambda_2)=$$

$$=\sum_{i=1}^{N}[(P_{pac_i}^*-P_{\phi_i}^*)^2+w_i(b_{pac_i}-b_{\phi_i})^2]+\int_0^T\sum_{i=1}^{N}\gamma_i[Cpac_i-C\phi_i]^2\,dt \tag{16}$$

The inverse problem is as follows: find the values $P_n^*$, $P_p^*$, $b$, $m$, $\lambda_1,\lambda_2$, which minimize the functional (16). As a result of solving this problem, the collecting properties of some equivalent geological model of the formation are determined, ensuring the best match of the calculated and actual values of the reduced pressures, filtration parameters and concentrations from the point of view of the introduced criterion and the accepted mathematical model of filtration.

Method for solving the inverse problem. To minimize the functional, we use the iterative gradient method, for example, to refine the porosity coefficient at different points in the formation, we have the following recurrence relation

$$m^{(s+1)} = m^{(s)} - \lambda_m^{(s)} \frac{\partial J^{(s)}}{\partial m} \tag{17}$$

where $s$ - iteration number. Similarly, gradient procedures for all other required parameters are written. As a zero approximation for the values $P_n^*$, $P_p^*$, $b$, $m$, $\lambda_1$, $\lambda_2$ geological maps, data of geophysical and hydrodynamic studies of wells and strata can be used. To implement gradient type procedures it is necessary to be able to calculate the functional derivatives, the derivation of formulas for which is given below. Now we turn to the derivation of formulas for the expressions of functional derivatives.

**Derivation of expressions for functional derivatives**

Let us proceed to the derivation of formulas for the calculation of functional random variables. The required parameters of the water-bearing stratum are $P_n^*, P_p^*$, $b$, $m$, $\lambda_1, \lambda_2$. As noted above, the direct problem of finding solutions $P^*$ and $C$ and splits into two autonomous tasks: the problem of finding a function $P^*$ as a solution of equation (*), satisfying its boundary conditions; the problem of finding a function $C$ as a solution of equation (13) satisfying the initial condition (15) and the boundary conditions (14), using the function $P^*$ from the previous problem.

To solve the inverse problem, the residual functional is chosen in the form (16). Earlier [1] we considered the inverse problem of restoring conditions on the catchment and discharge areas boundaries and identifying the filtration parameters of the water-bearing stratum with the criterion of optimization $J_1$. In the same place, formulas were obtained for calculating the functional derivatives $\frac{\partial J_1}{\partial P_n^*}$, $\frac{\partial J_1}{\partial P_p^*}$, $\frac{\partial J_1}{\partial b}$.

Therefore, we restrict ourselves to deriving formulas for calculating the functional derivatives from $dJ_2$ according to required parameters. In obtaining expressions for the functional derivatives, use the technique given in [3].

The definition of the derivatives of the functional $J_2(m, \lambda_1, \lambda_2)$ is based on obtaining the decomposition of the variation $dJ_2$ in the independent variations $dm$, $d\lambda_1$, $d\lambda_2$. We decompose the variation in independent variations.

$$dJ_2 = \frac{\partial J_2}{\partial m} dm + \frac{\partial J_2}{\partial \lambda_1} d\lambda_1 + \frac{\partial J_2}{\partial \lambda_2} d\lambda_2, \tag{18}$$

Coefficients with independent variations and will represent the desired functional derivatives according to refined parameters. We use the property of the Dirac delta function and write the expression for the discrepancy $\varepsilon_i$ by next formula $\varepsilon_i = \int_G C(x,y,T)dG - C\phi_i$, where $\int_G C(x,y,T)dG = Cppa_i(T)$ - the calculated concentration corresponding to the locations of the $i$-th well at the time point; $T$; $\varepsilon_i$ - the discrepancy between the calculated and actual concentrations in the $i$-th well at the time point $T$. Since the calculated concentrations in the wells are the result of the solution of the problem (13) - (15) for the specification of (known) parameters $m, \lambda_1, \lambda_2$, then the value $\varepsilon_i$ depends on these parameters.

As noted above, the minimum of the following functional of the total quadratic residual, calculated and actual concentrations, is taken as the optimization criterion for finding the parameters of the water-bearing stratum ($m, \lambda_1, \lambda_2$):

$$J_2(m,\lambda_1,\lambda_2)=\int_0^T \sum_{i=1}^N \gamma_i\ \varepsilon_i^2\, dt, \tag{19}$$

where $\gamma_i$ - weight function (multiplier).

Let us write down the expression for $dJ_2$, using formulas $J(P_n^{*(0)}, P_p^{(0)*}, b^{(0)}) > J(P_n^{*(1)} P_p^{*(1)}, b^{(1)}) > \ldots\ldots\ldots\ldots > J(P_n^{*(n)}, P_p^{*(n)}, b^{(n)})$ and of $\varepsilon_i$

$$dJ_2 = 2\sum_{i=1}^N \int_0^T \int_G \ \varepsilon_i\, \delta C(x,y)\delta dG dt. \tag{20}$$

The validity of the equality obtained follows from the fact that the variation from the actual concentration is zero. We reverse summation and integration. As a result, the expression under integral sign will have a factor $2\sum_{i=1}^N \gamma_i\ \varepsilon_i \delta$. We introduce the following boundary-value problem, which is called conjugate, with respect to the function (conjugate function). This function can be interpreted as a result of a perturbation caused by the action of point sources of runoff from the density of selection of which is proportional to $\varepsilon_i$ [4].

Thus, it is required to solve the adjoint differential equation

$$\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\lambda_1 v_1^2+\lambda_2 v_2^2}{\sqrt{v_1^2+v_2^2}}\frac{\partial U}{\partial x}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{\lambda_1 v_2^2+\lambda_2 v_1^2}{\sqrt{v_1^2+v_2^2}}\frac{\partial c}{\partial x}\right)-\frac{\partial U}{\partial y}+\frac{\partial}{\partial x}(v_1 U)+m\frac{\partial U}{\partial t}=2\sum_{i=1}^n \gamma_i \varepsilon_i \delta \tag{21}$$

under the following boundary and initial conditions:

$$\frac{\partial U}{\partial n}=0,\ (x,y)\in \Gamma_2,\Gamma_3,\Gamma_4;\ U=0,\ \ (x,y)\in \Gamma_1 \tag{22}$$

$$U(x,y,t)=0,\ t=T \tag{23}$$

Substituting the expression for the right-hand side of (21) in (20), we obtain:

$$dJ_2=\int_0^T \int_G [\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\lambda_1 v_1^2+\lambda_2 v_2^2}{\sqrt{v_1^2+v_2^2}}+\frac{\partial U}{\partial x}\right)+$$

$$+\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{\lambda_1 v_2^2+\lambda_2 v_1^2}{\sqrt{v_1^2+v_2^2}}\frac{dc}{dx}\right)-\frac{\partial U}{\partial y}+\frac{\partial}{\partial x}(v_1 U)+m\frac{\partial U}{\partial t}]\delta C(x,y,t)]dGdt \tag{24}$$

Further transformations (24) require the representation of the derivatives with respect to the spatial and temporal coordinates of the variation $\delta C(x,y,t)$ through the variations of the sought-for parameters $dm,\ d\lambda_1,\ d\lambda_2$. Therefore, it is necessary to vary equation (13) [5-7], have

$$\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\lambda_1 v_1^2+\lambda_2 v_2^2}{\sqrt{v_1^2+v_2^2}}\frac{\partial(\delta C)}{\partial x}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{\lambda_1 v_2^2+\lambda_2 v_1^2}{\sqrt{v_1^2+v_2^2}}\frac{\partial(\delta C)}{\partial y}\right)-\frac{\partial}{\partial x}(v_1\delta C)-m\frac{\partial(\delta C)}{\partial t}=\frac{\partial c}{\partial t}\delta m-$$

$$-\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\delta\lambda_1 v_1^2+\delta\lambda_2 v_2^2}{\sqrt{v_1^2+v_2^2}}\frac{\partial C}{\partial x}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{\delta\lambda_1 v_2^2+\delta\lambda_2 v_1^2}{\sqrt{v_1^2+v_2^2}}\frac{\partial C}{\partial y}\right) \tag{25}$$

When the equations (13) are varied, neglecting terms of higher than the first order of smallness relating to variation. Variations of the initial and boundary conditions (14), (15) have the form

$$\frac{\partial(\delta C)}{\partial n} = 0\,,\ (x,y) \in \Gamma_2, \Gamma_3, \Gamma_4;\ \delta C = 0,\quad (x,y) \in \Gamma_1 \tag{26}$$

$$\delta C(x,y,t) = 0,\quad t = 0 \tag{27}$$

Since the first and second terms on the right-hand side of (24) are of the same form, the detailed calculations are carried out only for the first term. This term is twice integrable by parts

$$\int_0^T \int_G \frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\lambda_1 v_1^2 + \lambda_2 v_2^2}{\sqrt{v_1^2 + v_2^2}} \frac{\partial U}{\partial x}\right)\delta C\,dG\,dt = \int_0^T \left[\int_y^{y_b} \left(\frac{\lambda_1 v_1^2 + \lambda_2 v_2^2}{\sqrt{v_1^2 + v_2^2}} \frac{\partial U}{\partial x}\,\delta C\right)\Big|_{x_h}^{x_b} dy + \right.$$
$$\left. + \int_G \left(\frac{\lambda_1 v_2^2 + \lambda_2 v_2^2}{\sqrt{v_1^2 + v_2^2}} \frac{\partial U}{\partial x} \frac{\partial(\delta C\}}{\partial x}\delta C\right]dt = -\int_0^T \left[\int_y^b \frac{\lambda_1 v_1^2 + \lambda_2 v_2^2}{\sqrt{v_1^2 + v_2^2}} \frac{\partial U}{\partial x} \frac{\partial(\delta C)}{\partial x}\,dG\,dt \right. \tag{28}$$

Here the indexes $h$ and $b$ denote the lower and upper limits of the integration region along the corresponding coordinate. By condition (22), the first term in (183) is equal to zero. Consequently

$$-\int_0^T \int_G \frac{\lambda_1 v_1^2 + \lambda_2 v_2^2}{\sqrt{v_1^2 + v_2^2}} \frac{\partial U}{\partial x} \frac{\partial(\delta C)}{\partial x}\,dG\,dt = -\int_0^T \left[\int_{y_h}^{y_{bb}} \left(\frac{\lambda_1 v_1^2 + \lambda_2 v_2^2}{\sqrt{v_1^2 + v_2^2}} U \frac{\partial(\delta C)}{\partial x}\right)\Big|_{x_h}^{x_b} dy - \right.$$
$$\left. - \int_G U \frac{\partial}{\partial x}\frac{\lambda_1 v_2^2 + \lambda_2 v_2^2}{\sqrt{v_1^2 + v_2^2}} \frac{\partial(\delta C)}{\partial x}\right)dG\Big]dt = \int_0^T \int_G^b U \frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\lambda_1 v_1^2 + \lambda_2 v_2^2}{\sqrt{v_1^2 + v_2^2}} \frac{\partial(\delta C)}{\partial x}\,dG\,dt. \right. \tag{29}$$

By reason of condition (26), the first term in (29) is equal to zero. We transform the third term on the right-hand side of (24):

$$\int_0^T \int_G \frac{\partial}{\partial x}(v_1 U)\delta C\,dG\,dt = \int_0^T \left[\int_y^{y_b} v_1 U \delta C\,\Big|_{x_h}^{x_b} dy - \right.$$
$$\left. - \int_G U \frac{\partial}{\partial x}(v_1 \delta C)\,dG\right]dt = -\int_0^T \int_G U \frac{\partial}{\partial x}(v_1 \delta C)\,dG\,dt \tag{30}$$

By reason of conditions (23) and (29), the first term in (30) is equal to zero. Now we transform the fourth term of the right-hand side of (24):

$$\int_0^T \int_G m \frac{\partial U}{\partial t}\delta C\,dG\,dt = \int_G \left[mU\delta C\Big|_0^T - \int_0^T mU \frac{\partial(\delta C)}{\partial t}\,dt\right]dG = -\int_0^T \int_G mU \frac{\partial(\delta C)}{\partial t}\,dG\,dt \tag{31}$$

By reason of (23) and (29) the first term on the right-hand side of (31) is zero. Thus, taking into account the transformations carried out, expression (24) is transformed to the following form:

$$dJ_2 = \int_0^T \int_G U\left[\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\lambda_1 v_1^2 + \lambda_2 v_2^2}{\sqrt{v_1^2 + v_2^2}} \frac{\partial(\delta C)}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{\lambda_1 v_2^2 + \lambda_2 v_1^2}{\sqrt{v_1^2 + v_2^2}} \frac{\partial c}{\partial x}\right)\frac{\partial(\delta C)}{\partial y}\right) + \frac{\partial}{\partial x}(v_1 \delta C) m \frac{\partial(\delta C)}{\partial t}\right]dG\,dt$$

or by reason of equality (30) to the form

$$dJ_2 = \int_0^T \int_G \left[\frac{\partial C}{\partial t}\,dm - \frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\delta\lambda_1 v_1^2 + \delta\lambda_2 v_2^2}{\sqrt{v_1^2 + v_2^2}} \frac{\partial C}{\partial x}\right)\frac{\partial(\delta C)}{\partial y}\right) - \frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{\delta\lambda_1 v_2^2 + \delta\lambda_2 v_1^2}{\sqrt{v_1^2 + v_2^2}} \frac{\partial C}{\partial y}\right)\Big]U\,dG\,dt \tag{32}$$

Expanding the brackets under the integral, we integrate by parts the second and third terms on the right-hand side of (32):

$$-\int_0^T\int_G \frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\lambda_1 v_1^2+\lambda_2 v_2^2}{\sqrt{v_1^2+v_2^2}}\frac{\partial C}{\partial x}\right)U dG dt=-\int_0^T\left[\int_{y_u}^{y_b}\left(\frac{\delta\lambda_1 v_1^2+\delta\lambda_2 v_2^2}{\sqrt{v_1^2+v_2^2}}\frac{\partial C}{\partial x}U\Big|_{x_u}^{x_b}dy-\int_G\frac{\delta\lambda_1 v_1^2+\delta\lambda_2 v_2^2}{\sqrt{v_1^2+v_2^2}}\frac{\partial C}{\partial x}\frac{\partial U}{\partial x}dG\right]dt \quad (33)$$

**Conclusion**

By condition (14), the first term on the right-hand side of (188) is equal to zero. As a result, we obtain from the expression (33) the following

$$dJ_2=\left[\int_0^T\int_G U\frac{\partial C}{\partial t}dG dt\right]dm+$$

$$+\left[\int_0^T\int_G\frac{v_1^2}{\sqrt{v_1^2+v_2^2}}\frac{\partial C}{\partial x}\frac{\partial U}{\partial x}+\frac{v_2^2}{\sqrt{v_1^2+v_2^2}}\frac{\partial C}{\partial y}\frac{\partial U}{\partial y}dG dt\right]d\lambda_1+\left[\int_0^T\int_G\frac{v_2^2}{\sqrt{v_1^2+v_2^2}}\frac{\partial C}{\partial x}\frac{\partial U}{\partial x}+\frac{v_1^2}{\sqrt{v_1^2+v_2^2}}\frac{\partial C}{\partial y}\frac{\partial U}{\partial y}dG dt\right]d\lambda_2 \quad (34)$$

Comparing (18) and (34) we have the following expressions for functional derivatives with respect to independent parameters [8-10]:

$$\frac{\partial J_2}{\partial m}=\int_0^T\int_G U\frac{\partial C}{\partial t}dG dt \quad (35)$$

$$\frac{\partial J_2}{\partial\lambda_1}=\int_0^T\int_G\left[\frac{v_1^2}{\sqrt{v_1^2+v_2^2}}\frac{\partial C}{\partial x}\frac{\partial U}{\partial x}+\frac{v_2^2}{\sqrt{v_1^2+v_2^2}}\frac{\partial C}{\partial y}\frac{\partial U}{\partial y}\right]dG dt \quad (36)$$

$$\frac{\partial J_2}{\partial\lambda_2}=\int_0^T\int_G\left[\frac{v_2^2}{\sqrt{v_1^2+v_2^2}}\frac{\partial C}{\partial x}\frac{\partial U}{\partial x}+\frac{v_1^2}{\sqrt{v_1^2+v_2^2}}\frac{\partial C}{\partial y}\frac{\partial U}{\partial y}\right]dG dt \quad (37)$$

The use of the obtained formulas for functional derivatives in the procedure of the gradient method of minimizing the residual functional makes it possible to refine the collecting properties of the formation.

REFERENCES

[1] Shazhdekeeva N.K, Dzhanabekova S.K.. On self-similar solutions of a problem of phase transitions describing the thawing of frozen soil // Proceedings of the conference: "Modern problems of applied mathematics and mechanics" - Novosibirsk, 2001. - 1 electron.

[2] Shazhdekeeva N.K., Dzhanabekova S.K. On the properties of the solution of a problem of the Stefan type // Proceedings of the II International Scientific and Methodical Conference. - Almaty, 2003. - P. 139 - 143.

[3] Shazhdekeeva N.K., Mukhambetzhanov S.T. The method of weak approximation for the identification of the nonlinear heat equation in the whole // Proceedings of the I International Scientific and Theoretical Conference. - Atyrau, 2005. - P. 110 - 115.

[4] Shazhdekeeva N.K., Kammatov K., Adieva A.A. On the existence of stationary solutions of a certain type of quasinelinear systems // Vestnik ASU. - Atyrau, 2005. - №2 - C.31-36.

[5] Shazhdekeeva N.K., Mukhambetzhanov S.T. About an approximate method for solving the problem of the theory of filtration. Proceedings of the International Scientific Conference. Lomonosov MSU. - Astana, 2005. - P. 77.

[6] Shazhdekeeva N.K., Aujani E. About one task of restoring conditions on the catchment discharge areas boundaries and identification of filtrational parameters // Izvestiya NAS RK, Seriya fiz-mat-Almaty, 2008. - Issue. 5. - P. 55-59

[7] Shazhdekeeva N.K., Kammatov K., Adieva A.A. On the existence of stationary solutions of a certain type of quasinelinear systems // Vestnik ASU. - Atyrau, 2005. - №2 - C.31-36.

[8] Shazhdekeeva N.K. On one method for determining free boundaries // Bulletin of the KazNPU. Abay - №1 (29) - C. 218-223.

[9] Shazhdekeeva N.K. On one direct and inverse problem of single-phase isothermal filtration of a gas mixture in a horizontal formation // Bulletin of KazNU named after al-Farabi. - Almaty, 2008. - №2 (57) - P.101-109.

[10] Shazhdekeeva N.K. On one direct and inverse problem of single-phase isothermal filtration of a gas mixture in a horizontal formation // Bulletin of KazNU named after al-Farabi. - Almaty, 2008. - №2 (57) - P.101-109.

Шаждекеева Н.К., Мырзашева А.Н., Баймахан А.Р., Абдиахметова З.М., Латипов Е.

**Об идентификации фильтрационно-емкостных параметров водоносного бассейна**

**Резюме.** В данной работе основное внимание уделяется задаче восстановления условий на границах водосборных и разгрузочных площадей и определению фильтрационно-емкостных параметров водного бассейна. Существует широкий класс проблем, в которых исследуемый объект недоступен для прямых исследований, а вывод об их характеристиках сделан на основе косвенных измерений над величинами, являющимися следствием требуемых характеристик. Такие проблемы обычно называют обратными задачами.

**Ключевые слова:** фильтрация, проблема, водный привод, бассейн, насыщение.

Шаждекеева Н.К., Мырзашева А.Н., Баймахан А.Р., Абдиахметова З.М., Латипов Е.

**Сулы бассейннің негізгі фильтрация-сыйымдылықтық параметрлерін идентификациялау**

**Түйіндеме.** Берілген жұмыста судың ағынды және разрядталмаған алаңдарында және сүзу бассейнінің сүзгілеу параметрлері анықталуда. Өзекті зерттеуге арналған объектілер тек қана зерттеу үшін қажет емес, сондай-ақ өздерінің сипаттамалары туралы қажетті сипаттамалармен қамтамасыз етілген, олардың негізінде өлшенетін өлшемдерге негізделген ауқымды мәселелер класы бар. Мұндай мәселелер әдетте кері есептер деп аталады.

**Кілттік сөздер:** фильтрация, мәселе, судың жетегі, бассейн, тұтқырлық.

УДК 536.46:532.517.4

**A.Askarova, S.Bolegenova, I.Berezovskaya, O.Vorobyova, A.Zhanzhienov**
(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
E-mail: Yryna.Berezovskaya@kaznu.kz)

## COMPUTATIONAL RESEARCH OF PRESSURE EFFECT IN COMBUSTION CHAMBER ON IGNITION AND COMBUSTION OF LIQUID FUEL

**Summary**. Research on ignition of hexadecane depending on pressure value in space of combustion chamber at set initial conditions has been conducted. On stream, the pressure has been increased up to 200 bars toward selecting the optimum characteristics of combustion. As a result of efforts, the diagrams of distribution of the maximum temperature, maximum concentration of carbon dioxide and water vapor, pressure ignition time in the combustion chamber have been obtained. The fields of distribution are performed the temperature in the point of ignition and the temperature in the point of active fuel combustion depending on pressure in space of combustion chamber. On the ground of obtained results and diagrams, the optimum pressure equal to 170 bars has been selected, at which an ignition with delay time equal to 0,8 ms is observed, the temperature in combustion chamber reaches 2697 Kelvin and relatively low concentration of carbon dioxide equal to 0,186 g/g is exuded.

**Key words:** ignition, liquid fuel, pressure, computational research, combustion chamber.

**А.С. Аскарова, С.А. Болегенова, И.Э. Березовская, О.Д. Воробьёва, А.Е. Жанжиенов**
(Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Республика Казахстан
E-mail:Yryna.Berezovskaya@kaznu.kz)

## ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДАВЛЕНИЯ В КАМЕРЕ СГОРАНИЯ НА ВОСПЛАМЕНЕНИЕ И ГОРЕНИЕ ЖИДКОГО ТОПЛИВА

**Аннотация.** Проведены исследования воспламенения гексадекана в зависимости от значения давления в пространстве камеры сгорания при заданных начальных условиях. В процессе работы давлениеувеличивали до 200 бар для выбора оптимальных характеристик горения. В результате работы получены графики распределения максимальной температуры, максимальной концентрации углекислого газа и паров воды, времени воспламенения от давления в камере сгорания. Отдельно представлены распределения полей температуры в момент воспламенения и температуры в момент активного сгорания топлива в зависимости от давления в пространстве камеры сгорания. На основе полученных результатов и графиков выбрано оптимальное давление, равное 170 бар, при котором наблюдается воспламенение с временем задержки равным

0,8 мс, температура в камере сгорания достигает 2697 К и выделяется относительно невысокая концентрация углекислого газа 0,186 г/г.

**Ключевые слова:** воспламенение, жидкое топливо, давление, численное исследование, камера сгорания.

## ВВЕДЕНИЕ

Актуальность данной работы обусловлена тем, что основные источники энергии, используемые в мире, являются невозобновляемыми. По статистике, приведенной Международным энергетическим агентством за 2010 год, примерно 90% всей энергии, добываемой человечеством на Земле, добывалось сжиганием ископаемого топлива и биотоплива [1]. По прогнозам Управления энергетических исследований и разработок (США), эта доля не упадёт ниже 80 % до 2040 года при одновременном росте энергопотребления на 56 % в период с 2010 по 2040 годы [2]. Такое долговременное и интенсивное использование ограниченных ресурсов приведет к: 1) постепенному истощению этих ресурсов; 2) увеличению концентрации вредных веществ в атмосфере. Следовательно, в наше время нужно искать пути оптимального использования ресурсов.

Известно, что в топках электростанций сжигается твердое, жидкое и газообразное топливо, причем, современные топочные устройства достигли больших мощностей и достаточно высокой степени совершенства в отношении обеспечения максимальной полноты сгорания. Одним из аргументов против использования угля является высокий уровень вредных выбросов продуктов сгорания. Однако новые технологии у нас в стране разрабатывались и разрабатываются до сих пор [3-9].

Двигатели внутреннего сгорания, используют процесс горения газов или парообразных и жидких горючих, и составляют энергетическую основу авиационного и автомобильного транспорта. Горение жидких топлив отличается рядом специфических особенностей, обусловленных протеканием химических реакций в условиях динамического и теплового взаимодействия реагентов, интенсивного массопереноса при фазовых превращениях, а также зависимостью параметров процесса, как от термодинамического состояния системы, так и от ее структурных характеристик [10-12].

В данной работе мы исследуем воспламенение жидкого топлива при высоких давлениях. Исследуемые процессы описываются уравнениями: неразрывности, импульса, энергии, k-ε модели турбулентности [10]. Вычислительный эксперимент заключается в исследовании процессов распыления, воспламенения и горения гексадекана в цилиндрической камере сгорания при высоких давлениях для выбора оптимальных параметров организации этих процессов. Компьютерное моделирование процесса горения энергетических топлив предоставляет возможность провести эксперимент с наименьшими затратами, качественно и, главное, безопасно. На сегодняшний день существует ряд эффективных моделей горения в камере сгорания, обеспечивающих возможность проведения расчетов многочисленных параметров процесса: от температурных полей и распределений скоростей потоков до моделирования эмиссионных характеристик [13-19].

## МОДЕЛЬ ИСПАРЕНИЯ, ГОРЕНИЯ И СТОЛКНОВЕНИЯ КАПЕЛЬ

Математическая модель, которая способна объяснить упомянутые выше физико-химические процессы, включает уравнения [10], сводится к формулировке уравнения испарения. Из этого уравнения находится распределение функции плотности вероятности f, имеющей десять независимых переменных дополнительно ко времени: три позиции капли по x, три компоненты скорости v, радиус r, температура $T_d$ (принята одинаковой в пределах капли), отклонение от сферы *y* и изменение со временем отклонения $dy/dt = \dot{y}$.

Элемент жидкого объема θ, определяется как:

$$\theta = \int f\, 4/3\pi r^3 dv dr dT_d dy d\dot{y}, \tag{1}$$

Макроскопическая плотность жидкой фазы $\rho_l'$, определена как:

$$\rho_l' = \rho_d \theta, \tag{2}$$

где $\rho_d$ –константа, микроскопическая плотность жидкой фазы, которая может, тем не менее, быть сравнимой с газовой плотностью, потому что отношение $\rho_d$ к $\rho$ велико.

Изменение со временем функции f может быть получено путем решения уравнения испарения жидкой капли:

$$\frac{\partial f}{\partial t}+\nabla_x(fv)+\nabla_v(fF)+\frac{\partial}{\partial r}(fR)+\frac{\partial}{\partial T_d}(f\dot{T}_d)+\frac{\partial}{\partial y}(f\dot{y})+\frac{\partial}{\partial \dot{y}}(f\ddot{y})=\dot{f}_{coll}+\dot{f}_{bu}, \tag{3}$$

Величины $\dot{f}_{coll}, \dot{f}_{bu}$ - источники, обусловленные столкновением и разрывом капель.

Критический параметр воздействия $b_{cr}$ определен как:

$$\begin{aligned} & b_{cr}^2=(r_1+r_2)^2\min(1.0,2.4f(y)/W_{eL}), \\ & \text{где } f(y)=y^3-2.4y^2+2.7y, \\ & y=r_2/r_1, \\ & W_e=\rho_d|v_1-v_2|r_1/a(\bar{T}_d), \end{aligned} \tag{4}$$

где $r_1\le r_2,\ \bar{T}_d=\dfrac{r_1^3T_{d1}+r_2^3T_{d2}}{r_1^3+r_2^3}$.

Выражение для функции плотности вероятности столкновения σ имеет нижеследующий вид:

$$\begin{aligned} \sigma=&\frac{b_{cr}^2}{(r_1+r_2)^2}\delta\left[r-(r_1^3+r_2^3)^{\frac{1}{3}}\right]\delta\left[v-\frac{r_1^3v_1+r_2^3v_2}{r_1^3+r_2^3}\right]\delta\left|T_d-\frac{r_1^3T_{d1}+r_2^3T_{d2}}{r_1^3+r_2^3}\right|\delta(y-y_2)\delta(\dot{y}-\dot{y}_2) \\ &+\frac{2}{(r_1+r_2)^2}\int_{bcr}^{r1+r2}\begin{bmatrix}\delta(r-r_1)\delta(v-v_1')\delta(T_d-T_{d1})\delta(y-y_1)\delta(\dot{y}-\dot{y}_1)\\ +\delta(r-r_2)\delta(v-v_2')\delta(T_d-T_{d2})\delta(y-y_2)\delta(\dot{y}-\dot{y}_2)\end{bmatrix}bdb\ , \end{aligned} \tag{5}$$

Источниковый член, обусловленный разрывом капель, $\dot{f}_{bu}$, определяется как:

$$\dot{f}_{bu}=\int f(x,v_1,r_1,T_{d1},1,\dot{y}_1,t)\dot{y}_1B(v,r,T_d,y,\dot{y},v_1,r_1,T_{d1},\dot{y}_1,x,t)dv_1dr_1dT_1d\dot{y}_1. \tag{6}$$

Радиусы капель подчиняются квадратичному распределению:

$$g(r)=\frac{1}{\bar{r}}e^{-r/\bar{r}}. \tag{7}$$

Саутеровский средний радиус $r_{32}$ дается формулой:

$$r_{32}=3\bar{r}=\frac{r_1}{\frac{7}{3}+\frac{1}{8}\frac{p_dr_1^3}{a(T_{d1})}\dot{y}_1^2}. \tag{8}$$

Скорости капель также отличаются от родительской капли скоростью $w$ и направлением, распределенным случайным образом, в нормальной проекции для вектора релятивистской скорости между родительской каплей и газом. Величина $w$ задается формулой:

$$w=1/2r_1\dot{y}_1. \tag{9}$$

Выражение для $B$ имеет вид:

$$B=g(r)\delta(T_d-T_{d1})\delta(y)\delta(\dot{y})\frac{1}{2\pi}\int\delta\left[v-(v_1+\omega\vec{n})\right]d\vec{n} \tag{10}$$

Ускорение капли $\vec{F}$ за счет аэродинамического сопротивления и гравитационной силы имеет следующий вид:

$$\vec{F}=\frac{3}{8}\frac{\rho}{\rho_d}\frac{|u+u'-v|}{r}(u+u'-v)C_D+g. \tag{11}$$

Коэффициент сопротивления $C_D$ определен как:

$$\begin{aligned} & C_D=\frac{24}{\mathrm{Re}_d}(1+1/6\,\mathrm{Re}_d^{2/3})\ \mathrm{Re}_d<1000 \\ & 0.424,\mathrm{Re}_d>1000, \end{aligned} \tag{12}$$

где $\mathrm{Re}_d = \frac{2\rho|u+u'-v|r}{\mu_{air}(\hat{T})}$, $\hat{T} = \frac{T+2T_d}{3}$.

Считается, что каждый компонент u' взят из Гауссовского распределения со средним квадратным отклонением 2/3 *k*. Таким образом, принимается:

$$G(\vec{u}') = (4/3\pi\kappa)^{-3/2} \exp\left\{-3|\vec{u}'|^2/4\kappa\right\} \quad (13)$$

Степень изменения радиуса капли *R*:

$$R = -\frac{(\rho D)_{air}(\hat{T})}{2\rho_d r}\frac{Y^*_1 - Y_1}{1-Y^*_1} Sh_d, \quad (14)$$

где $Sh_d$ – число Шервуда для переноса массы,

$Y_1^*$ – массовая доля паров топлива на поверхности капли,

$Y_1 = \rho_1/\rho$, $(\rho D)_{air}(\hat{T})$ – коэффициент диффузии паров топлива в воздухе.

Число Шервуда определяется как:

$$Sh_d = (2.0 + 0.6\,\mathrm{Re}_d^{1/2}\,Sc_d^{1/2})\frac{\ln(1+B_d)}{B_d}, \quad (15)$$

где $Sc_d = \frac{\mu_{air}(\hat{T})}{\rho D_{air}(\hat{T})}$ и $B_d = \frac{Y_1^* - Y_1}{1-Y_1^*}$.

Поверхностная массовая доля $Y_1^*$ получена из выражения:

$$Y_1^*(T_d) = \frac{W_1}{W_1 + W_0\left(\frac{p}{p_0(T_d)} - 1\right)}, \quad (16)$$

где $W_0$ – локальная средняя молярная масса для всех разновидностей паров топлива, а $p_0(T_d)$ – равновесное давление паров топлива при температуре $T_d$. Для диффузии пара в воздухе используется эмпирическое соотношение:

$(\rho D)_{air}(T) = D_1 T^{D_2}$, где $D_1$ и $D_2$ - константы.

Изменение температуры капли обусловлено уравнением баланса энергии: $\rho_d \frac{4}{3}\pi r^3 c_l \dot{T}_d - \rho_d 4\pi r^2 RL(T_d) = 4\pi r^2 Q_d$, (17)

где $c_l$ – удельная теплоемкость жидкости, $L(T_d)$ – удельная теплота парообразования, и $Q_d$ - теплопроводность на поверхности капли в единичном объеме [14-18].

В данной работе, кинетика задается с помощью глобальной модели химических реакций [19].

## ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ О ГОРЕНИИ ЖИДКОГО ТОПЛИВА

Горение происходит в цилиндрической камере сгорания высотой 15 см и радиусом 2 см (рис. 1). Температура в камере сгорания составляет 900 К, температура стенок камеры сгорания – 353 К. Камера разбита на 600 контрольных ячеек. В центре нижнего основания камеры расположено сопло инжектора, площадью $2\cdot10^{-4}$ см$^2$, через которое в камеру поступает топливо массой 5 мг. Вид исследуемого топлива – гексадекан ($C_{16}H_{34}$), его температура на момент впрыска равна 300 К. Гексадекан - ациклический насыщенный углеводород нормального строения; бесцветная жидкость, $t_{пл}$=291,35 К, $t_{кип}$=559,95 К, $t_{всп}$=408,15 К, плотность 0,7751 г/см$^3$ (в жидком состоянии, при 295,15 К, относительно воды при 277,15 К); не растворим в воде, растворим в диэтиловом эфире, этаноле и ацетоне [20].

Другое название – цетан. Применение: эталон для оценки качества (цетанового числа) дизельного топлива. Цетановое число — показатель самовоспламеняемости топлива, численно равный такому содержанию, в % (об.), цетана в смеси с α-метилнафталином, при котором самовоспламенение этой смеси и сравниваемого с ней испытуемого топлива одинаково [20].

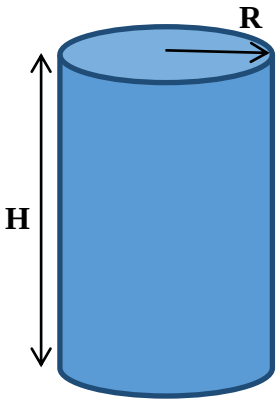



**Рис.1.** Внешний вид камеры сгорания

Наиболее важным, при математическом моделировании рабочих процессов камеры сгорания, является поиск наиболее рациональных значений конструктивных и режимных параметров, которые позволяют добиваться максимальной топливной экономичности при снижении выбросов вредных веществ.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЧИСЛЕННОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

В данной работе мы увеличивали давление в камере сгорания от 30 до 200 бар. Жидкое топливо впрыскивается через форсунку, она расположена в центре у основания камеры, после впрыска жидкость испарется и горение реализуется в газовой фазе. В качестве топлива использовали гексадекан. Химическая кинетика горения гексадекана: $2C_{16}H_{34}+49O_2 \rightarrow 32CO_2+34H_2O$. Ниже предоставлены зависимости времени воспламенения (рис. 2), максимальной температуры (рис. 3), концентрации углекислого газа (рис. 5) и концентрации паров воды (рис. 6) от давления в камере сгорания.

На рис. 2 изображена зависимость времени воспламенения от давления. Наименьшее время воспламенения или время задержки равно 0,8 мс (при p=55; 60; 145; 170; 175; 180 бар), а наибольшее –1,1 мс (при p=85; 90; 100 бар). Следует отметить, что $t_{восп}$ приблизительно равно 1 мс, следовательно, что такое увеличение давление в КС не сильно влияет на его значение.

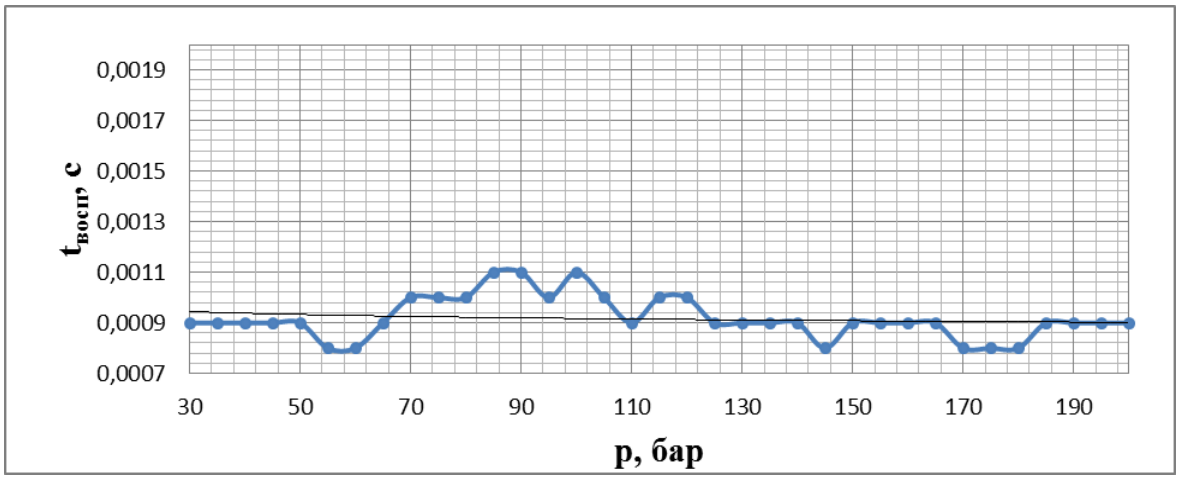



**Рис.2.** Зависимость времени воспламенения от давления в камере сгорания

На рис. 3 показана зависимость максимальной температуры в КС от давления. Видно, что наибольшая температура равна ≈ 2697 К (при p=170 бар), наименьшая – 2624 К (при p=110 бар). Изменение давления в заданных пределах не сильно увеличивает температуру сгорания жидкого топлива такой малой массы 5 мг.

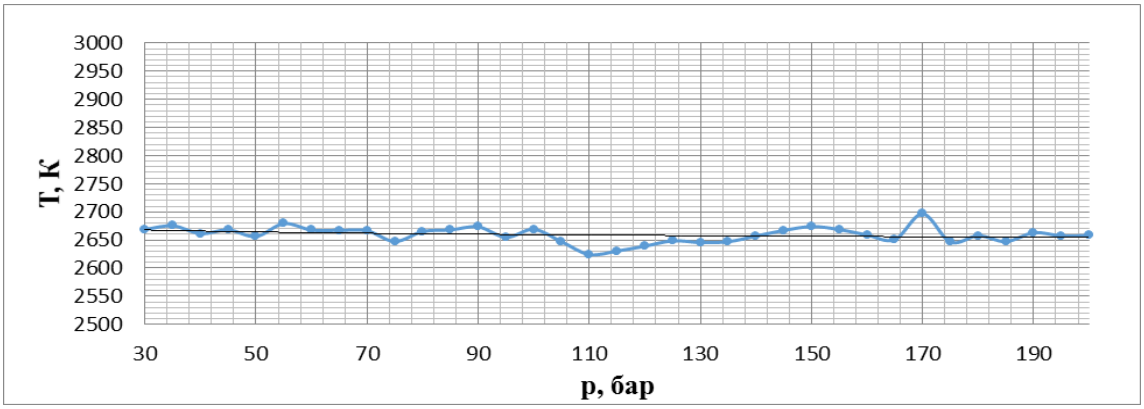



**Рис.3.** Зависимость максимальной температуры от давления в камере сгорания

Далее представлены распределения полей температуры при p=170 бар (рис. 4). Воспламенение топлива происходит при определенных начальных условиях. В дальнейшем частицы горящего топлива, горячие газы, а также накаленные теплоизлучающие стенки топочной камеры способствуют подогреву и протеканию реакции горения вновь поступающей топливно-воздушной смеси. Как видно из рисунка 4 воспламенение произошло в момент времени 0,8 мс (рис. 4 а), а в 3,5 мс факел достиг своего максимума 1,2 см по высоте камеры и 0,5 см по ширине. Ядро факела расположено в центре и имеет температуру 2697 К, а температура по краям факела падает до 1685 К (рис. 4 б).

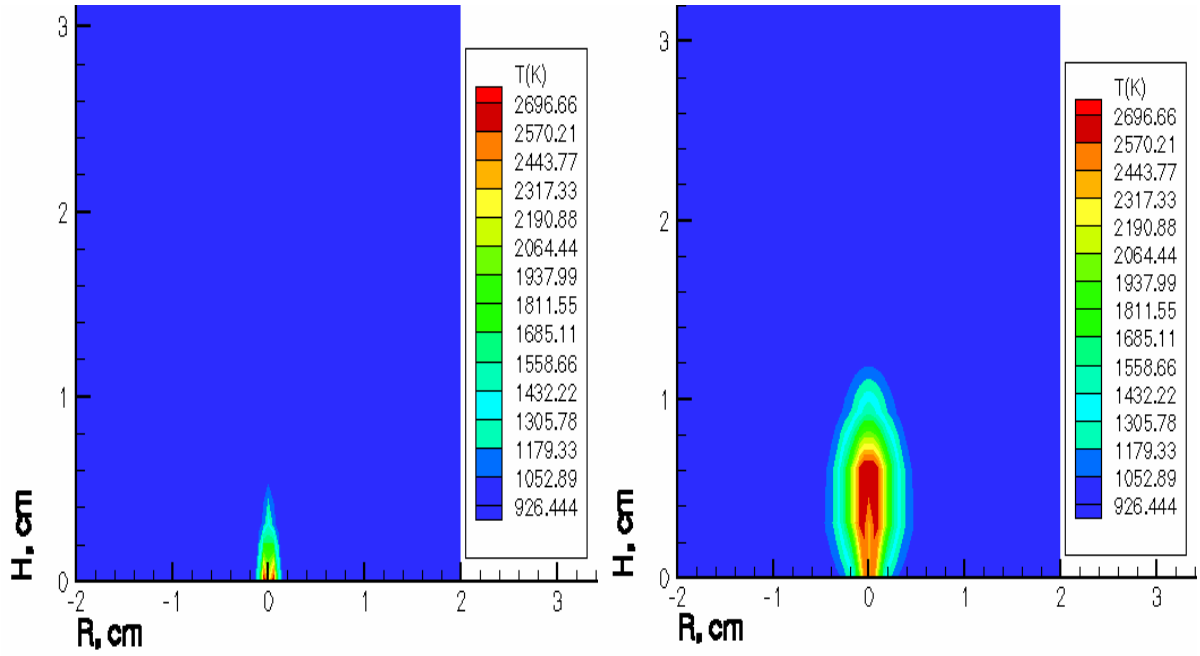



**Рис.4.** Распределение полей (при p=170 бар): а) температуры в момент воспламенения ($t_{восп}$=0,8 мс); б) температуры в момент активного горения (t=3,5 мс).

Кроме выбросов в атмосферу четырех главнейших аэрополлютантов: золы, окислов азота, двуокиси серы и окиси углерода, теплоэнергетические предприятия оказывают огромное негативное воздействие на атмосферу в результате образования колоссальных выбросов главного парникового газа – двуокиси углерода $CO_2$. На рис. 5 изображена зависимость образования концентрации $CO_2$ от давления. Концентрация углекислого газа достигает 0,186 г/г (при p=170 бар) и находится в предельно допустимом диапазоне. Такое распределение обусловлено тем, что именно этому значению давления соответствует наибольшая теплота сгорания топлива. Наименьшая концентрация двуокиси углерода равна 0,177 г/г (при p=200 бар). Следует отметить, что разброс данных отличается между собой всего на 0,009 г/г.

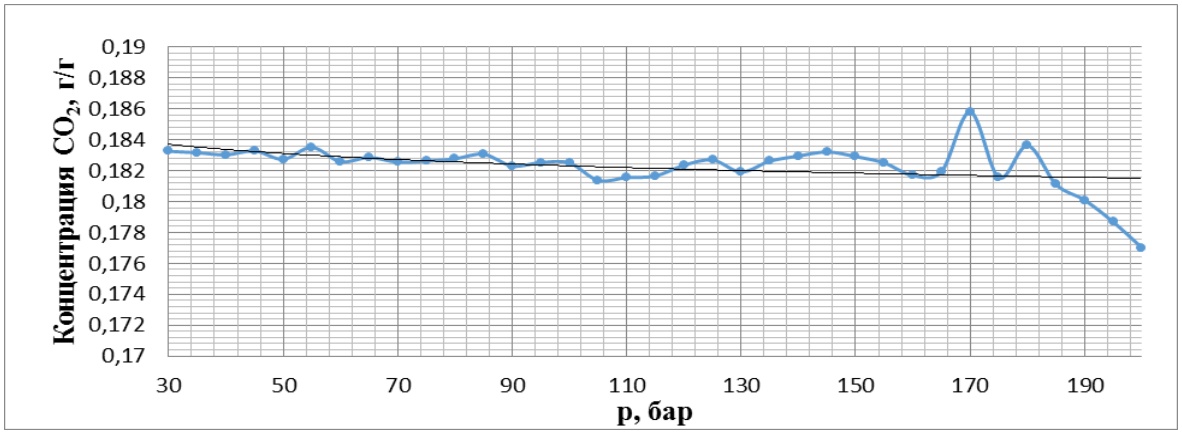



**Рис.5.** Зависимость максимальной концентрации $CO_2$ от давления в камере сгорания

На рис. 6 показана зависимость максимальной концентрации паров воды от давления. Из рисунка видно, что наибольшая концентрация $H_2O$ равна 0,082 г/г (при p=170 бар), наименьшая - 0,077 г/г (при p=200 бар). Такое распределение повторяет данные, полученные на предыдущем рисунке 5.

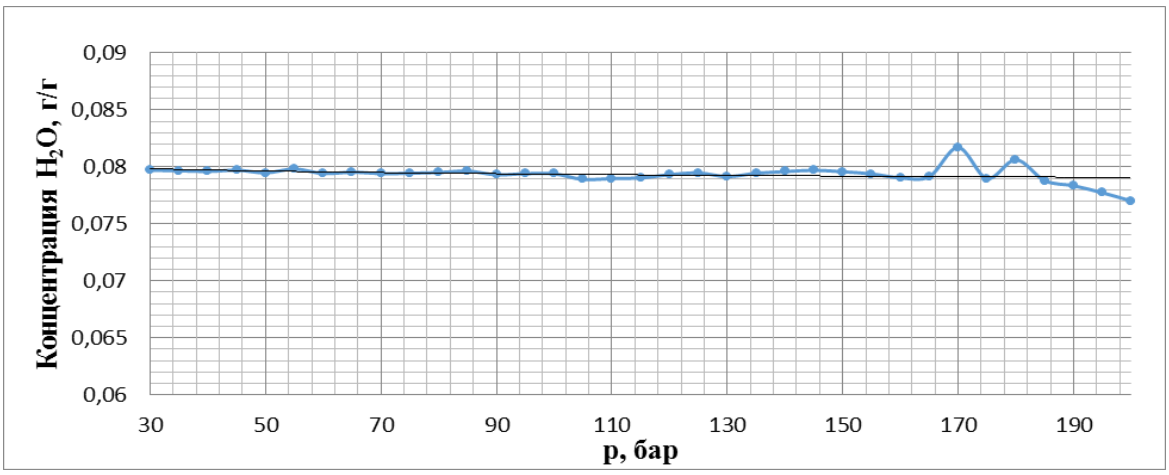



**Рис.6.** Зависимость максимальной концентрации паров воды от давления

В итоге, степенная линия тренда данных (рис. 2 – 6) показывает, что зависимые параметры с увеличением давления в целом идут на спад, мы предполагаем, что причиной тому эффект коалесценции и расщепление капель. На основе анализа полученных данных можно предположить, что оптимальные характеристики процесса горения при p=170 бар, т.к. при данном давлении мы наблюдаем быстрое воспламенение топлива 0,8 мс, максимальное тепловыделение 2697 К и относительно невысокую концентрацию $CO_2$ 0,186 г/г. Рассмотрим этот случай подробнее.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе методами численного моделирования проведено исследование влияния давления в КС на процессы воспламенения и горения гексадекана. Были получены зависимости: максимальной температуры, максимальной концентрации углекислого газа, максимальной концентрации паров воды, времени воспламенения от давления в камере сгорания. Значение давления увеличивали от 30 до 200 бар (с шагом в 5 бар). Получены распределения полей температуры в момент воспламенения и активного сгорания топлива в пространстве камеры сгорания при выбранном нами оптимальном давлении 170 бар.

В результате проведенного исследования и анализа результатов вычислительных экспериментов, можно сделать следующие выводы.

При давлении 170 бар наблюдается: 1) быстрое воспламенение $t_{восп}$=0,8 мс; 2) максимальное значение тепловыделения 2697 K; 3) относительно невысокая концентрация $CO_2$, 0,186 г/г.

Результаты, полученные в настоящей работе, позволят: 1) эффективнее сжигать топливо; 2) расширить теоретическую базу физики горения.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Key World Energy statistics — International Energy Agency (IEA), 2012. — P. 6. — 80 p.

[2] International Energy Outlook 2013, www.eia.gov/outlooks/ieo— 9 p.

[3] Messerle, V., et al. Numerical simulation of pulverized coal combustion in a power boiler furnace, High temperature, 53 (2015), 3, pp. 445-452

[4] Vockrodt, S., et al. Firing technique measures for increased efficiency and minimization of toxic emissions in Kasakh coal firing, VDI, 19th German Conference on Flames, VDI Gesell Energietechn, Verein Deutsch Ingn., Combustion And Incineration, VDIBerichte, Germany, 1999

[5] Bolegenova S., Sa.,etal.Application of 3D modelling for solving the problem of combustion coal-dust flame, Bulgarian Chemical Communications, 48 (2016), 236, pp. 236-241

[6] Askarova, A.A., et al. Numerical simulation of the coal combustion process initiated by a plasma source, Thermophysics and aeromechanics, 21 (2014), 6, pp. 747-754

[7] Maximov, V. S., et al. 3D modeling of heat and mass transfer during combustion of solid fuel in BKZ-420-140-7c combustion chamber of Kazakhstan, Journal of Applied Fluid Mechanics, 9 (2016), 2, pp. 699-709

[8] Bolegenova, S., et al.Computational method for investigation of solid fuel combustion in combustion chambers of a heat power plant, High temperature, 5 (2015), 5, pp. 751-757

[9] Messerle, V.E., et al. Reduction of noxious substance emissions at the pulverized fuel combustion in the combustor of the BKZ-160 boiler of the Almaty heat electropower station using the “Overfire Air” technology, Thermophysics and aeromechanics, 23 (2016), 1, pp. 125-13.

[10] Amsden A.A., O'Rourke P.J., Butler T.D. KIVA-II: A computer program for chemically reactive flows with sprays, Los Alamos. 1989, 160p.

[11] Ярин Л.П., Сухов Г.С. Основы теории горения двухфазных сред. Энергоатом издат. Ленингр. Отдние, 1987. – 240 с.

[12] Зайцев С.А., Кузнецов В.Р., Кунцев Г.М. Влияние прогрева и испарения жидкого топлива на горение в модельной камере сгорания// Физика горения и взрыва. Всесоюзный научно – теоретический журнал. Новосибирск. Наука. Сибирское отделение. 1991 г.с.45-52.

[13] Рыспаева М.Ж. Моделирование горения жидких впрысков в камерах сгорания и образования $CO_2$//Физика окружающей среды. Материалы V Междунар. школы молодых ученых и специалистов. Томск, 2006, с.120-124.

[14] Аскарова А.С, Рыспаева М.Ж. Расчет горения впрыска жидкого топлива в замкнутой камере//Вестник КазНУ, серия физическая, №1, 2006–с.74-78

[15] Askarova, A., et al. 3D modelling of heat and mass transfer processes during the combustion of liquid fuel, Bulgarian Chemical Communications, 48 (2016), E, pp. 229-235

[16] Askarova, A.S., et al. Mathematical modeling of heat and mass transfer in the presence of physical-chemical processes, Bulgarian Chemical Communications, 48 (2016), E, pp. 272-277

[17] Gorokhovski, M., et al. Stochastic simulation of the spray formation assisted by a high pressure, AIP Conference Proceedings, Proceedings of 6th International Symposium on Multiphase Flow, Heat mass transfer and energy conversion, Xian, China, 2010, Vol. 1207, pp.66-73

[18] Berezovskaya, I., et al. Numerical simulation of the influence of the atomization velocity on the liquid hydrocarbon fuel’s combustion, Proceedings of the 2013 International Conference on Applied Mathematics and Computational Methods in Engineering AMCME). – Rhodes Island, Greece, 1 (2013), pp. 155-158

[19] Gorokhovski M. and Borghi R. Model of soot formation and oxidation in diesel engines. Journal of diesels, Transactions of SAE, 1993, 930075.

[20] Справочник химика. Том второй. Под ред. Б.Н. Никольского. - Изд.: Химия. - 1964.С.578-579.

Askarova A., Bolegenova S., Berezovskaya I., Vorobyova O., Zhanzhienov A.

**Computational research of pressure effect in combustion chamber on ignition and combustion of liquid fuel**

**Summary.** Research on ignition of hexadecane depending on pressure value in space of combustion chamber at set initial conditions has been conducted. On the ground of obtained results and diagrams, the optimum pressure equal to 170 bars has been selected, at which an ignition with delay time equal to 0,8 ms is observed, the temperature in combustion chamber reaches 2697 Kelvin and relatively low concentration of carbon dioxide equal to 0,186 g/g is exuded.

**Key words:** ignition, liquid fuel, pressure, computational research, combustion chamber.

Асқарова Ә.С., Болегенова С.Ә., Березовская И.Э., Воробьёва О.Д., Жанжиенов А.Е.
**Жану камерасындағы сұйық отынның тұтану және жануына қысымның әсерін сандық зерттеу**
**Түйіндеме.** Берілген бастапқы жағдайлар кезінде жану камерасының кеңістігіндегі қысымның мәніне байланысты гексадеканның тұтануына зерттеулер жүргізілді. Жұмыстың нәтижесінде 170 барға тең оңтайлы қысым таңдалған, онда 0,8 мс тең тез тұтануы байқалады, максималды температурасы 2697 К және көмірқышқыл газының салыстырмалы төмен концентрациясы 0,186 г/ж.
**Түйінсөздер:** тұтану, сұйық отын, қысым, сандық зерттеу, жану камерасы.

УДК 532.517.4

**Sh. Ospanova, A. Zhumabayev, A. Nurmukhanova, U. Zheksen, B. Boloskhankyzy**

**FUNDAMENTALS OF CONVECTIVE HEAT TRANSFER**

**Abstract.** In this article, convection was investigated using so-called natural or free convection. When natural convection, which is widely used in everyday life and technology, is insufficient, forced convection is used. For example, for quick and uniform heating of air or gas, they are mixed with a pump or mixer. In the case of weight loss, natural convection is not possible.
**Key words:** heat transfer, thermal conductivity, elemental volume, heat flux.

**Ш. Оспанова, Ә. Жұмабаев, А. Нурмуханова, Ұ. Жексен, Б. Болосханқызы**
(Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан Республикасы, Алматы)

**КОНВЕКТИВТІ ЖЫЛУ АЛМАСУДЫҢ НЕГІЗДЕРІ**

**Аңдатпа.** Берілген мақалада өткен конвекция табиғи немесе еркін конвекция деп аталатын құбылыс зерттелінген. Тұрмыста және техникада кеңінен қолданылатын табиғи конвекция жеткіліксіз болғанда, еріксіз конвекцияны пайдаланады. Мысалы, ауаның немесе газдың жылдам және біркелкі жылуы үшін оларды сорғымен немесе араластырғышпен араластырады. Салмақсыздық жағдайында табиғи конвекция мүмкін емес. Сондықтан ғарышқа ұшу барысында, еріксіз конвекцияның көмегінсіз жасанды серіктің корпусы салқындамайды, шам жанбайды. Онда шырпыны, газ жанарғысын пайдалануға болмайды, өйткені жану өнімдері жалыннан алыстатылмайды және ол оттектің жетіспеушілігінен өшіп қалады.
**Түйін сөздер.** Жылу тасымалы, жылуөткізгіштік, элементар көлем, жылу ағыны.

Жылу өткізгіштік есебін шешу температуралық аймақтың анықталуы және жылулық ағынға байланысты. Жылу өткізгіштіктік құбылысын сипаттайтын өлшемдер арасындағы тәуелділікті орнату үшін шексіз аз уақыт аралығы кезінде және қарастырылып отырған аумақтың еркін белгіленген элементар көлеміндегі физикалық процестер ағынын қарастыратын математикалық физика әдісін пайдаланамыз. Жылу өткізгіштіктің жалпы дифференциялдық теңдеуін шешімін алу үшін, дене біртекті, изотропты, тығыздығы біркелкі, ішкі жылу көзі есептелген болуы керек. Ішкі жылу көзі бірлік көлемнен, бірлік уақытта шығаратын $q_v$-жылумен сипатталады.

Негізінде энергияның сақталу заңы:

$$dQ_i + dQ_m = dU \tag{1}$$

арқылы шығарылады. Ішкі жылу көзі бар $dQ_i$ элементар көлемге жылуөткізгіштік жолымен dτ уақытта $dQ$ жылу берілді деп есептейік [1-5].

Денеден элементар параллелепипед пішінді көлемді dx, dy, dz арқылы белгілеп алайық. Жылуөткізгіштік жолымен берілетін жылу ағыны OX осімен dy·dz элементар ауданды басып өтеді деп қарастырамыз. Параллелепипедтің келесі бетінде $\frac{\partial t}{\partial x}$-ке температура көтеріледі де, $t + \frac{\partial t}{\partial x}dx$ шамасындай болады. Жылу мөлшері элементар парраллелепипедтің келесі бетінде мынаған тең болады:

$$dQ_{x2} = -\lambda \frac{\partial}{\partial x}\left(t + \frac{\partial t}{\partial x}dx\right) dy * dz * d\tau \tag{2}$$

OX осі бойымен өтетін жылу мөлшері:

$$dQ_x = dQ_{x1} - dQ_{x2} = \lambda \frac{\partial^2 t}{\partial x^2} dx * dy * dz * d\tau \quad (3)$$

Осы сияқты аналогты түрде:

$$dQ_y = \lambda \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} dx * dy * dz * d\tau \quad (4)$$

Конвекция деп аталатын сұйықтың немесе газдың ағысы арқылы энергияның тасымалдануы барысында жылу алмасу процесі. Сонымен, сұйықтар мен газдарда, жылуөткізгіштіктен басқа, жылу берілу көбіне конвекциямен, яғни сұйықтың немесе газдың жылытылған бөліктерінің механикалық орын ауыстыруымен жүзеге асырылады.

Конвекция кезінде жылу аққыш ортаның қозғалысы арқылы беріледі. Аққыш ортамыз сұйық пен газ болып табылады. Аққыш орта қозғалысы кезінде микробөлшектердің температурасы көтеріліп, тығыздығы төмендей бастайды. Нәтижесінде Архимет күші әсерінен жылы орта жоғары, суық орта төмен қарай қозғалу арқылы цикуляция жасай отырып жылу алмасады. Осылай температура алмасуымен қатар массаның да алмасуы пайда болады [6-8].

Конвективті жылумасса алмасу кезінде меншікті жылу ағынын былай анықтайтын боламыз:

$$\mathbf{q}_{\text{кон}} = \boldsymbol{\omega} \rho c_v T \quad (5)$$

мұндағы $\boldsymbol{\omega}$ - ағын жылдамдығы, $\rho$ - орта тығыздығы, $c_v$- жылусыйымдылық.

Жылдамдығы төмен ортаның өзінде меншікті жылу ағыны әсері болып, жылуөткізгіштікке есер етеді. Сондықтан конвективті жылу-масса алмасу процесі маңызды болып келеді (1 сурет).

Көптеген жағдайларда конвективті жылуалмасу біртексіз ортада жүреді. Мұндай жағдайды зерттеу біртекті ортадан қарағана көп қиындық туғызады. Жылулық энергиямен қатар ортада кинетикалық және потенциялдық энергия алмасулары болатынын есептеу керек. Сондықтан конвективті жылуалмасу кезіндегі энергияның сақталу заңы:

$$\boldsymbol{q}_{\text{кон E}} = \boldsymbol{\omega} \rho (c_v \mathrm{T} + \mathrm{pv} + \frac{\omega^2}{2} + \frac{\sum \rho_i E_i}{\rho}) \quad (6)$$

$$c_v \mathrm{T} + \mathrm{pv} = \mathrm{i}$$

Мұндағы і бірлік массаның энтальпясы болады. Сонда біз қарастырып отырған жылу ағыны:

$$\boldsymbol{q}_{\text{кон E}} = \boldsymbol{\omega} \rho (\mathrm{i} + \frac{\omega^2}{2} + \frac{\sum \rho_i E_i}{\rho}) \quad (7)$$

Конвекция құбылысы тек қана жылу алмасу орта алмастыруымен байланысты ағымдағы ортаға ғана тән. Жылу конвекциясы жылуөткізгіштікпен қамтылып отырады, себебі сұйықтық немесе газ қозғалысы кезінде түрлі температураға ие жеке бөлшектер түйісуі болады. Жылудың конвекция немесе жылуөткізгіштік жолымен ұйымдасқан түрде алмастырылуын конвективті жылуалмасу деп атайды [9-11].

Жылубөліну — қозғалмалы орта және беттің (қабырға) арасындағы конвективті жылу алмасуы. Жылубөліну процессінде берілген жылу саны (шамасы) Ньютон-Рихман теңдеуімен анықталады:

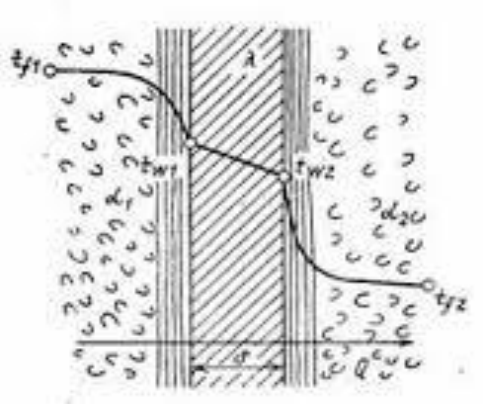
орнатылған уақыт үшін:

$$Q = \alpha (t_{\text{ст}} - t_{\text{ж}}) F, \text{ Вт} \quad (7)$$

орнатылмаған уақыт үшін:

$$Q' = \alpha (t_{\text{ст}} - t_{\text{ж}}) F\tau, \text{ Дж} \quad (8)$$

α - жылубөліну коэффициенті, Вт/(м2·К); tж, tст - қабырға мен сұйықтықтың орташа температурасы, °С; F – қабырға беті, м2; Q (Q/) – жылу ағыны (жылу саны), Вт (Дж); τ – уақыт, с.



**1-сурет.** Конвекция арқылы қабырғадан өткен жылу өткізгіштік

Жылубөліну коэффициенті α – қоршаған орта мен дененің беті арасындағы жылуалмасу интенсивтілігін сипаттайды. α коэффициенті қабырғаның беттік бірлігінен сұйықтықтың уақыт бірлігіне сұйық пен қабырғаның температура айырымы 1 градус болған кезде берілетін жылу санын анықтайды [12, 13].

$$[\alpha] = \left[\frac{Q}{F(t_{ст} - t_{ж})}\right] = \left[\frac{Дж}{м^2 * с * К}\right] = \left[\frac{Вт}{м^2 * К}\right]$$

Жылубөліну коэффициенті көптеген факторларға тәуелді екені орнатылған: түр және сұйықтың қозғалу режимінен, оның физикалық қасиеттерінен, өлшемінен және қабырға формасынан. А анықтамасы жылуалмасу аппараттарының негізгі есептеу тапсырмасы болып табылады. Әдетте жылубөліну коэффициентін гидродинамиканың дифференциалдық теңдеулермен түрленуі және конвективті жылуалмасудың ұқсастық теориясы әдісімен алынған критериалды теңдеулермен анықтайды.

Элементар бақыланған көлемдегі толық жылу мөлшері:

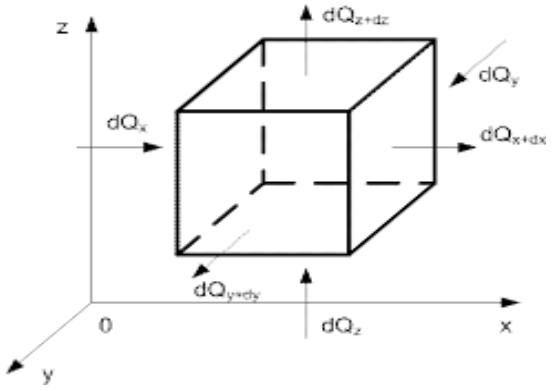
$$dQ_m = dQ_x + dQ_y + dQ_z = \lambda\left(\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2}\right) dx * dy * dz * d\tau \qquad (9)$$

тең болады.

Мұндағы dx·dy·dz элементар параллелепипедтің dv көлемі. Элементар көлемде ішкі жылу көзі [14]:

$$dQ_i = q_v * dv * d\tau \qquad (10)$$

тең болады.




**2-сурет.** Элементар бақыланатын көлемдегі жылу алмасу

Ішкі энергияны массасын- ρ·dv, жылусыйымдылығын- с және температурасын $\frac{\partial t}{\partial \tau}\mathrm{d}\tau$ өсіру керек:

$$dU = c\rho dv\frac{\partial t}{\partial \tau}\mathrm{d}\tau \quad (11)$$

Осы жеден $dQ_i + dQ_m = dU$ өрнегін пайдалана отырып, мына теңдеуді аламыз:

$$c\rho\frac{\partial t}{\partial \tau} = \lambda\left(\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2}\right) + \Delta t \quad (12)$$

Екінші ретті координата бойынша туындысының қосындылары Лаплас операторы екендігі математикалық анализден белгілі:

$$\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} = \Delta t \quad (13)$$

$\frac{\lambda}{c\rho} = a$, бұл формуладағы а температура өткізгіштік коэффиценті деп аталады. Олай болса энергия сақталу заңы мына түрде жазылатын болады [15]:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = \mathrm{a}\Delta t + \frac{q_v}{c\rho} \quad (14)$$

Бұл теңдеу жылуөткізгіштіктің жалпы дифференциялдық теңдеуі деп аталып кеткен. Температура өткізгіштік коэффицент физикалық параметр болып табылады. Ұқсастық теориясы жағдайына сәйкес конвективті жылуалмасу стационарлы шарттарда заттың агретты күйінің өзгеруінсіз мына критериалды теңдеуге ие болады:

$$Nu = f(Re, Pr, Gr, \Gamma, \ldots)$$

Сұйық ағыны мен қабырға арасындағы шекарада жылуалмасу процесстеріне ұқсастықты сипаттайтын Нуссельт критерийі:

$$Nu = \frac{\alpha l}{\lambda} \quad (15)$$

Еріксіз қозғалыс кезіндегі ағымның гидродинамикалық режимін сипаттайтын және үйкеліс пен инерция күшінің қатынасын сипаттайтын өлшем Рейнольдс критерийі. О. Рейнольдс 19-шы ғасырдың соңғы ширегіде ламинарлық ағыстың турбуленттікке ауысу құбылысын анықтады. Тәжірибелік және теориялық зерттеулер әлі күнге дейін жалғасуда,өйткені турбуленттік ағынның пайда болу теориясы өте күрделі. Ламинарлық шекаралық қабаттың тұрақсыздығының себебі қондырғының камерасындағы және аэродинамикалық құбырлардағы акустикалық шу, вибрация және басқа да сыртқы факторлар.

Алайда, тұрақсыздықтың әрі қарай артуы Рейнольдс санына байланысты. Егер Re шектік $Re_{\text{кр}}$аз болса,онда шекаралық қабатта пайда болатын аз ғана ауытқу өшеді,ал $Re \gg Re_{\text{кр}}$ болса күшейеді және нәтижесінде ағыс турбуленттікке ауысады. Ал Рейнольдстің шектік мәні ағынның таралуына байланысты,яғни қысымның градиентіне,шекаралық қабаттың қалыңдығының жасанды жолмен өзгеруіне,жылу берілімдерге байланысты болады [16]:

$$Re = \frac{wl}{\nu} = \frac{wl\rho}{\mu} \quad (16)$$

Жылутаратқыштың физика-химиялық қасиеттерін сипаттайтын Прандталь критерийі және ол температура мен жылдамдық аймағындағы ағындардың ұқсастық өлшемі болып табылады:

$$Pr = \frac{\nu}{a} = \frac{c\mu}{\lambda}. \quad (17)$$

Жылутаратқыштың еркін қозғалысын сипаттайды, көтеру күші мен тұтқыр үйкеліс күші қатынасын сипаттайтын Грасгоф критерийі:

$$Gr = \frac{gl^3}{\nu^2}\beta\Delta t \quad (18)$$

Жүйенің геометриялық ұқсастығын сипаттайтын өлшемсіз геометриялық симплекс:

$$\Gamma_i = \frac{l_i}{l} \quad (19)$$

Осы критерийлердің көрініс ретінде: $\nu = \frac{\mu}{\rho}$ жылутаратқыш тұтқырлығының кинематикалық коэффициенті, м2/с; w – жылутаратқыштың қозғалыс жылдамдығы, м/с; $a = \frac{\lambda}{c\rho}$- температураөткізгіштіктің коэффициенті, м2/с; g – еркін түсу үдеуі, м/с2; l – анықтауыш өлшем, м; $l_i$ - сипаттамалық өлшем, м; β – температуралық ұлғаю коэффициенті, 1/К; ρ – жылутаратқыш тығыздығы, кг/м3; $\Delta t = t_{ст} - t_{ж}$ – қабырға және жылутаратқыш арасындағы температуралық ағын, °С; λ – жылутаратқыштың жылуөткізгіштік коэффициенті, Вт/(м·К); μ – тұтқырлықтың динамикалық коэффициенті, Па·с; с – жылутаратқыштың жылусыйымдылығы, Дж/(кг·К); τ – процес уақыты, с. (2.3) теңдеуге кіретін Нуссельт критерийі анықтауға мүмкін болып табылады [9].

Nu танымал мәнінде жылуалмасу коэффициенті келесі формуламен анықталады:

$$\alpha = \frac{Nu*\lambda}{l} \quad (20)$$

Ағынның тура трубада немесе каналда еріксіз қозғалысы кезіндегі Нусельт критерийі санын есептеу үшін келесі теңдеулерді ұсынуға болады:

а) жылутаратқыш қозғалысының ламинарлы режимі үшін, $Re \leq 2320$:

$$Nu = 0.15Re^{0.33} * Pr^{0.43} * Gr^{0.1} * \left(\frac{Pr}{Pr_{ст}}\right)^{0.25} * \varepsilon_l \quad (21)$$

$Pr_{ст}$-қабырға температура кезінде жылутаратқыш үшін Прандталь критерийі

б) жылутаратқыш қозғалысының ауыспалы режимі үшін, $2320 \leq Re \leq 10000$:

$$Nu = C * Pr^{0.43} * \left(\frac{Pr}{Pr_{ст}}\right)^{0.25} * \varepsilon_l \quad (22)$$

Жанама есептеулер үшін мына теңдеуді пайдалануға болады:

$$Nu = 0.008Re^{0.9}Pr^{0.43} \quad (23)$$

Жылуалмасудың вертикальды бетінің биіктігі болып анықтауыш геометриялық өлшем болып табылады, горизонтальды труба үшін – оның диаметрі. Анықтауыш температура– жылутаратқыштың орташа температурасы.

Қатты денелерде және вакуумда конвекция болмайды. Аса жоғары немесе өте төмен температурадағы сұйықтар (немесе газдар) қатты қабырғалармен жанасқанда, конвекциялық ағыс пайда болады. Бұдан сұйық (немесе газ) қыза отырып, жоғары көтеріледі де, салқындарын төменге ығыстырады [10].

Өте жіңішке қабаттарда, мысалы, жақын орналасқан терезе әйнектерінің арасындағы ауа қабатында, конвекциялық ағынәлсіз болады.

Конвекция құбылысымен танысқаннан кейін, не себепті желдеткіштер терезенің жоғарғы жағына орнатылатынын, керосин шамына мойны ұзын арнайы шыны кигізілсе, неге жақсы жанатынын, не себепті зауыт мұржалары биік болатынын оңай түсіндіруге болады.

Атмосферадағы конвекциялық ағын тек жылу берілуде ғана үлкен рөл атқарып қоймай, сонымен қатар жел тұрғызады. Олар ауаның үнемі араласуын тудырады, соның арқасында жер бетінің әр түрлі бөліктерінде ауаның құрамы бірдей болады. Атмосферадағы конвекциялық ағындар жану процесін қолдай отырып, оттектің жалынға жетуін және жану өнімінің шығарылуын қамтамасыз етеді [11].

Біз қарастырып өткен конвекция табиғи немесе еркін конвекция деп аталады. Тұрмыста және техникада кеңінен қолданылатын табиғи конвекция жеткіліксіз болғанда, еріксіз конвекцияны пайдаланады. Мысалы, ауаның немесе газдың жылдам және біркелкі жылуы үшін оларды сорғымен немесе араластырғышпен араластырады. Салмақсыздық жағдайында табиғи конвекция мүмкін емес. Сондықтан ғарышқа ұшу барысында, еріксіз конвекцияның көмегінсіз жасанды сериктің корпусы салқындамайды, шам жанбайды. Онда шырпыны, газ жанарғысын пайдалануға болмайды, өйткені жану өнімдері жалыннан алыстатылмайды және ол оттектің жетіспеушілігінен өшіп қалады.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Клюев Н.И., Костенко В.В., Луке А.Л. и др. Экспериментальное исследование режимов работы тепловых труб, близких к изотермическим // ИВУЗ "Авиационная техника". -1986. - № 3. - С.61-62.

[2] Билека Б.Д. К вопросу использования энергетических установок на низкокипящих рабочих телах для геотермальных месторождений Украины // Геотермальная энергетика геологические, экономические и энергетические аспекты. - Симферополь, 2000. - С. 17-18.

[3] Васильев Г.П. Теплонасосные системы теплоснабжения (ТСТ) для потребителей тепловой энергии в сельской местности// Теплоэнергетика. - 1997. - № 4. - С. 24-27.

[4] Везиришвили О.Ш. Выбор оптимальных мощностей теплонасосных установок и области их эффективного применения// Теплоэнергетика. - 1982. - № 4. - С. 47-50.

[5] Lund J., Boyd T. Geothermal Direct-Use in the United States in 2000 // Geo-Heat Center Quarterly Bulletin. - 2000. - Vol. 21, № 1. – P. 1-5.

[6] Rafferty K. Design Issues in the Commercial Application of GSHP Systems in the U.S. // Geo-Heat Center Quarterly Bulletin. - 2000. - Vol. 21, № 1. – P. 6-10.

[7] Van Pelt A. and Sengers J.V. Thermodynamic Properties of 1,1- Di-fluoroethane (R152a) in the Critical Region // the Journal of Supercritical Fluids. – 1995. - №8. – P. 81-99.

[8] Waxman M., Gallagher J.S. Thermodynamic Properties of Isobutane for Temperatures from 250 to 600 K and Pressure from 0,1 to 40 Mpa // J. Chem. Eng. Data. – 1983. - Vol. 28. – P. 224-241.

[9] Петухов Б.С., Генин Л.Г., Ковалёв С.А. Теплообмен в ядерных энергетических установках.- М.:Атомиздат, 1974. – 352 с.

[10] Стырикович М.А., Полонский В.С., Циклаури Г.В. Теплообмен и гидродинамика в двухфазных потоках атомных электрических станций.-М.: Наука, 1982. – 370 с.

[11] Смирнов О.К., Зайцев В.Н., Серов В.Е. Исследование кризиса теплообмена при. нестационарных гидродинамических условиях // Теплоэнергетика. – 1977. - №5. - С. 81-84.

[12] Hijhawan S., Chen J.C., Sundaram R.K., London E.J. Measurement of Vapour Superheat in Post-Critical-Heat-Flux Boiling // Trans. ASME. J. Heat Transfer. H. – Vol. 102 (3). – 1980. – P. 465-470.

[13] Смирнов О.К., Зайцев В.И., Серов В.Е. Температурные характеристики трубы при нестационарной смене режимов кипения воды.-Тр. Моск. энерг. ин-т. - 1980. - №328. - С. 14-17.

[14] Mojtabi M., Chadwick N., Wigley G., Helie J. The effect of flash boiling on breakup and atomisation in GDI sprays // Proceedings of the 22nd European Conference on Liquid Atomization and Spray Systems. - Como Lake, 2008. – P. 1-9.

[15] Wigley G., Mojtabi M., Williams M., Pitcher G, Nuglisch H. The Effect of Fuel Properties on Liquid Breakup and Atomization in GDI Sprays // 10th International Congress on Liquid Atomization and Spray Systems (ICLASS, 2006). – Kyoto, 2006. – Vol.6. – P. 53-62.

[16] Weller H. G., Tabor G., Jasak H., Fureby C. A tensorial approach to computational continuum mechanics using object-oriented techniques // Computers in physics. – 1998. – Vol.12, issue 6. – P. 620-631.

[17] Crowe C., Sommerfeld M., Tsuji Y. Multiphase flows with droplets and particles. - Boca Raton: CRC Press LLC, 1998. – 471 p.

Оспанова Ш., Жұмабаев Ә., Нурмуханова А., Жексен Ұ., Болосханқызы Б.

**Основы конвективного теплообмена**

**Резюме.** В этой статье конвекция была исследована с помощью так называемой естественной или свободной конвекции. Когда естественная конвекция, которая широко используется в быту и технике, недостаточна, используется принудительная конвекцию. Например, для быстрого и равномерного нагрева воздуха или газа они смешиваются с насосом или смесителем. В случае потери веса естественная конвекция невозможна.

**Ключевыее слова:** теплопередача, теплопроводность, элементарный объем, тепловой поток.

УДК 519.642.2

**K.Zh. Nazarova, K. Usmanov**
(A.Yasaui International Kazakh – Turkish University, Kazakhstan, Turkestan
E-mail: [1]gjnazarova@mail.ru ,[2] y_kairat@mail.ru)

## A NECESSARY CONDITION FOR THE UNIQUE SOLVABILITY OF A THREE-POINT BOUNDARY VALUE PROBLEM FOR SYSTEMS OF INTEGRO-DIFFERENTIAL EQUATIONS WITH A PARAMETER

**Abstract:** The three-point boundary value problem for systems of integro-differential equations with a parameter containing derived terms in the integrand is considered. Questions about the unique solvability of the problem under consideration are investigated and an algorithm for constructing their approximate solutions based on the parametrization method is proposed. The necessary conditions for the unique solvability of a multipoint boundary value problem for systems of integro-differential equations with a parameter containing derived terms in the integrand are established.

**Key words:** method of parameterization, integral-differential equation with a parametr, three-point regional tasks, unique solvability, algoritm.

**К.Ж. Назарова, К.Ы. Усманов**
**(**Международный казахско-турецкий университет имени Х.А.Ясави,
Республика Казахстан, Туркестан, E-mail: gjnazarova@mail.ru, y_kairat@mail.ru)

## НЕОБХОДИМОЕ УСЛОВИЕ ОДНОЗНАЧНОЙ РАЗРЕШИМОСТИ ТРЕХТОЧЕЧНОЙ КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ СИСТЕМ ИНТЕГРО-ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ С ПАРАМЕТРОМ

**Аннотация.** Рассматривается трехточечная краевая задача для систем интегро-дифференциальных уравнений с параметром содержащий производные члены в подыинтегральном выражений. Исследуются вопросы об однозначной разрешимости рассматриваемой задачи и предлагаются алгоритм построения их приближенных решений на основе метода параметризации. Установлены необходимые условия однозначной разрешимости трехточечной краевой задачи для систем интегро-дифференциальных уравнений с параметром содержащий производные члены в подынтегральном выражений.

**Ключевые слова:** метод параметризации, интегро-дифференциальное уравнение с параметром, трехточечная краевая задача, однозначная разрешимость, алгоритм.

**Введение.** Одним из основным создателем теории интегро-дифференциальных уравнений является В.Вольтерр[1]. В его работах была отмечена роль интегро - дифференциальных уравнений при описании процессов с последействием. 1934 году была выпущена научные результаты А.И.Некрасова[2] об исследовании и решений интегро-дифференциальных уравнений, позволяющий с помощью фундаментальной матрицы системы обыкновенных дифференциальных уравнений свести решение интегро-дифференциального уравнения к решению интегрального уравнения Фредгольма второго рода. Дальнейшее развитие теория краевых задач для интегро- дифференциальных уравнений получила в работах В.В.Васильева [3,4], Т.И.Вираненко [5], Я.В.Быкова [6] и др. Тем не менее теория интегро-дифференциальных уравнений остается актуальным и по сей день исследуется в работах[7-14]. Краевые задачи для систем интегро-дифференциальных уравнений методом параметризации рассматривалась в работах Д.С.Джумабаева [15-22], и в работе Э.А.Бакировой [23]. Получены необходимые и достаточные условия однозначной разрешимости этих краевых задач. В данной работе метод параметризации распространяется на трехточечные краевые задачи для систем интегро-дифференциальных уравнений с параметром содержащим производные члены в подынтегральном выражении.

**Постановка задачи.** На отрезке $[0,T]$ рассмотривается трехточечная краевая задача для систем интегро-дифференциальных уравнений с параметром:

$$\frac{dx}{dt} = A(t)x + B(t)\mu + \int_0^T K_1(t,s)x(s)ds + \int_0^T K_2(t,s)\dot{x}(s)ds + f(t), \quad t \in [0,T], \ \mu \in R^n \qquad (1)$$

$$x(0)+x(\theta)=0\,,\ \ x(T)=0\ ,\ \ 0<\theta<T\,. \tag{2}$$

где $A(t),\ \ B(t)$ матрицы и $f(t)$ вектор-функция непрерывные на $[0,T]$, $K_1(t,s)$, $K_2(t,s)$ матрицы непрерывны соответственно на $[0,T]\times[0,T]$ и $\|x\|=\max\limits_{i=\overline{1,n}}|x_i|$.

Через $C([0,T],R^n)$ обозначим пространство непрерывных функции на $[0,T]$ и его норма определяется по формуле:

$$\|x\|_1=\max_{t\in[0,T]}|x(t)|$$

Решением задачи (1), (2) называется пара $(x(t),\mu)$ удовлетворяющий системе интегро-дифференциальных уравнений с параметром (1) и краевому условию (2).

**Определение 1.** Краевая задача (1), (2) для систем интегро-дифференциальных уравнений с параметром однозначно разрешима если для любого $f(t)$ она имеет единственное решение, где $f(t)\in C([0,T],R^n)$.

**Определение 2.** Краевая задача (1), (2) для систем интегро-дифференциальных уравнений с параметром корректро разрешима, если она имеет единственное решение и выполняется неравенство

$$(\|x_1\|,\|\mu\|)\le K\|f\|,$$

где $K$-константа независимая от вектор-функции $f(t)$ и называется коэффициентом корректной разрешимости краевой задачи (1), (2).

**Условие А.** Пусть

$$z(t)=\int_0^T K_2(t,s)z(s)ds+F(t) \tag{3}$$

интегральное уравнение типа Фредгольма однозначно разрешима для любого $F(t)\in C([0,T],R^n)$.

Если выполняется условие А, тогда для ядра $K_2(t,s)$ уравнения типа Фредгольма (3) найдется резольвента $\Gamma_2(t,s;1)$ и решение интегрального уравнения записывается в виде

$$z^*(t)=F(t)+\int_0^T\Gamma_2(t,s;1)F(s)ds$$

и для него выполняется неравенство

$$\|z^*(t)\|_1\le(1+\omega T)\|F(t)\|_1,$$

где $\omega=\max\limits_{t,s\in[0,T]\times[0,T]}\|\Gamma_2(t,s;1)\|$.

Используя условие А перепишем краевую задачу (1), (2)

$$\frac{dx}{dt}=A(t)x+B(t)\mu+\int_0^T K_1(t,s)x(s)ds+f(t)+$$

$$+\int_0^T\Gamma_2(t,\tau;1)\left[A(\tau)x(\tau)+B(\tau)\mu+\int_0^T K_1(\tau,s)x(s)ds+f(\tau)\right]d\tau\ ,\ t\in[0,T],\ \mu\in R^n \tag{4}$$

$$x(0)+x(\theta)=0\,,\ \ x(T)=0\,,\ \ 0<\theta<T\ . \tag{5}$$

После преобразования

$$\int_0^T\Gamma_2(t,s;1)\int_0^T K_1(\tau,s)x(s)dsd\tau=\int_0^T\int_0^T\Gamma_2(t,\tau;1)K_1(\tau,s)x(s)dsd\tau=\int_0^T K_{12}(t,s)x(s)ds\,,$$

где $K_{12}(t,s)=\int_0^T \Gamma_2(t,\tau;1)K_1(\tau,s)d\tau$ , и обозначения

$$\widetilde{K}_1(t,s)=\int_0^T \Gamma_2(t,\tau;1)A(\tau)d\tau+K_{12}(t,s)+K_1(t,s),\quad \widetilde{B}(t)=B(t)+\int_0^T \Gamma_2(t,\tau;1)B(\tau)d\tau,$$

$$\widetilde{f}(t)=f(t)+\int_0^T \Gamma_2(t,\tau;1)f(\tau)d\tau$$

краевая задача (4), (5) примет вид

$$\frac{dx}{dt}=A(t)x+\widetilde{B}(t)\mu+\int_0^T \widetilde{K}_1(t,s)x(s)ds+\widetilde{f}(t),\ t\in[0,T],\ \mu\in R^n \tag{6}$$

$$x(0)+x(\theta)=0,\ x(T)=0\ ,\qquad 0<\theta<T\ . \tag{7}$$

**Метод исследования.** К краевой задаче (6), (7) применяем метод параметризации. Взяв число $l\in N$ произведем разбиение отрезка $[0,T]$

$$[0,T)=\bigcup_{r=1}^{2l}[t_{r-1},t_r),$$

где $t_0=0,\ t_r=t_{r-1}+\frac{\theta}{l},\ r=\overline{1,l}\ ,\ t_r=t_{r-1}+\frac{T-\theta}{l},\ r=\overline{l+1,2l}.$

Сужение функции $x(t)$ на интервалах $[t_{r-1},t_r),\ r=\overline{1,2l}$ обозначим через $x_r(t)$. Введем пространство $C([0,T],t_r,R^{2ln})$ функции $x(t)=(x_1(t),x_2(t),...x_{2l}(t))$ определяемые нормой $\|x[\cdot]\|_r=\max\limits_{r=\overline{1,2l}}\sup\limits_{t\in[t_{r-1},t_r)}\|x_r(t)\|$, где функция $x_r(t)$ непрерывная на $[t_{r-1},t_r)$ и имеет левосторонный предел $\lim\limits_{t\to t_r-0}x_r(t)$, $r=\overline{1,2l}$.

Тогда задача (1), (2) сведется к краевой задаче

$$\frac{dx_r}{dt}=A(t)x_r+\widetilde{B}(t)\mu+\sum_{j=1}^{2l}\int_{t_{j-1}}^{t_j}\widetilde{K}_1(t,s)x_j(s)ds+\widetilde{f}(t),\ [t_{r-1},t_r) \tag{8}$$

$$x_1(0)+x_2(t_{l+1})=0,\ \lim_{t\to T-0}x_{2l}(t)=0 \tag{9}$$

$$\lim_{t\to t_p-0}x_p(t)=x_{p+1}(t_p),\ \ p=\overline{1,2l-1} \tag{10}$$

где (10) – условие непрерывности во внутренних точках разбиения интервалов.

Решением задачи (8) - (10) является пара $(x^*[t],\mu^*)$, где $x^*[t]=(x_1^*(t),x_2^*(t),...,x_{2l}^*(t))\in C([0,T],t_r,R^{2ln})$, удовлетворяют системе интегро-дифференциальных уравнений с параметром (8) и краевым условиям (9), (10).

Если пара $(x^*(t),\mu)$ является решением (1), (2), тогда пара $(x^*[t],\mu)$ будет решением краевой задачи (8)-( 10) и наоборот , если пара $(\widetilde{x}[t],\mu)$ есть решения (8)-( 10), тогда пара $(\widetilde{x}(t),\mu)$ будет решением краевой задачи (1), (2), где $x^*[t],\widetilde{x}[t]\in C([0,T],t_r,R^{2ln})$.

Через $\lambda_r$ обозначим значения функций $x_r(t)$ в точках $t=t_{r-1},\ r=\overline{1,2l}$, а через $\lambda_0$ обозначим параметр $\mu$ и введем замену $u_r(t)=x_r(t)-\lambda_r$, $r=\overline{1,2l}$, $\lambda_0=\mu$ на каждом из интервалов $[t_{r-1},t_r)$. Тогда краевая задача (8)- (10) сведется к краевой задаче с параметрами

$$\frac{du_r}{dt}=A(t)[u_r+\lambda_r]+\widetilde{B}(t)\lambda_0+\sum_{j=1}^{2l}\int_{t_{j-1}}^{t_j}\widetilde{K}_1(t,s)[u_j(s)+\lambda_j]ds+\widetilde{f}(t),\ [t_{r-1},t_r) \tag{11}$$

$$u_r(t_{r-1})=0,\quad r=\overline{1,2l} \tag{12}$$

$$\lambda_1 + \lambda_{l+1} = 0\,,\ \lambda_{2l} + \lim_{t\to T-0} u_{2l}(t) = 0 \tag{13}$$

$$\lambda_p + \lim_{t\to t_p-0} u_p(t) = \lambda_{p+1},\ \ p = \overline{1,2l-1} \tag{14}$$

Решением задачи (11) - (14) является пара $\left(\lambda^*, u^*[t]\right)$ с элементами $\lambda^* = \left(\lambda_0, \lambda_1, ..., \lambda_{2l}\right) \in R^{2\ln+1}$, $u^*[t] = \left(u_1^*(t), u_2^*(t), ..., u_{2l}^*(t)\right) \in C\left([0,T], t_r, R^{2\ln}\right)$, где функции $u_r^*(t)$ ограничены и непрерывно дифференцируемы на $[t_{r-1}, t_r)$ и удовлетворяют системе дифференциальных уравнений (11), (12) и условиям (13), (14)

Если пара $\left(x^*(t), \mu\right)$-решения краевой задачи (1), (2), тогда пара $\left(\lambda^*, u^*[t]\right)$ с элементами $\lambda^* = \left(\lambda_0, \lambda_1, ..., \lambda_{2l}\right) \in R^{2\ln+1}, u^*[t] = \left(u_1^*(t), u_2^*(t), ..., u_{2l}^*(t)\right) \in C\left([0,T], h, R^{2\ln}\right)$ является решением (11) - (14). И наоборот, если пара $\left(\tilde{\lambda}, \tilde{u}[t]\right)$ с элементами $\tilde{\lambda} = \left(\tilde{\lambda}_0, \tilde{\lambda}_1, ..., \tilde{\lambda}_{2l}\right) \in R^{2\ln+1}, \tilde{u}[t] = \left(\tilde{u}_1(t), \tilde{u}_2(t), ..., \tilde{u}_{2l}(t)\right) \in C\left([0,T], t_r, R^{2nl}\right)$ является решением (11) - (14), то пара $\left(\tilde{x}[t], \mu\right)$ определяемые равенствами $\mu = \tilde{\lambda}_0$, $\tilde{x}(t) = \tilde{u}_r(t) + \tilde{\lambda}_r$, $\tilde{x}(T) = \lim_{t\to T-0} \tilde{u}_{2l}(t) + \lambda_{2l}$, $r = \overline{1,2l}$, $t \in [t_{r-1}, t_r)$ будет решением (1), (2).

При найденных значениях параметра $\lambda_r$ задача Коши (11), (12) эквивалентна интегральному уравнению:

$$u_r(t) = \int_{t_r}^{t} A(\tau)u_r(\tau)d\tau + \int_{t_r}^{t} A(\tau)d\tau\cdot\lambda_r + \tilde{B}(t)\lambda_0 + \int_{t_r}^{t}\sum_{j=1}^{m}\int_{t_{j-1}}^{t_j} \tilde{K}_1(\tau,s)u_r(s)dsd\tau +$$

$$+ \int_{t_r}^{t}\sum_{j=1}^{m}\int_{t_{j-1}}^{t_j} \tilde{K}_1(\tau,s)u_r(s)dsd\tau\cdot\lambda_j + \int_{t_r}^{t}\tilde{f}(\tau)d\tau,\ t\in[t_{r-1},t_r) \tag{15}$$

Определив предел $\lim_{t\to t_r-0} u_r(t)$, $r = \overline{1,2l}$ в (15) и подставляя в краевые условия (13),(14) получим систему линейных уравнений относительно параметров $\lambda_r$, $r = \overline{0,2l}$

$$\lambda_1 + \lambda_{l+1} = 0\,, \tag{16}$$

$$\int_{T-t_{l+1}}^{T}\tilde{B}(\tau)d\tau\cdot\lambda_0 + \lambda_{2l} + \int_{T-t_{l+1}}^{T}A(\tau)d\tau\cdot\lambda_{2l} + \int_{T-t_{l+1}}^{T}\sum_{j=1}^{m}\int_{(j-1)h}^{jh}\tilde{K}_1(\tau,s)dsd\tau\cdot\lambda_j =$$

$$= -\int_{T-t_{l+1}}^{T}A(\tau)u_{2l}(\tau)d\tau - \int_{T-t_{l+1}}^{T}\sum_{j=1}^{2l}\int_{t_{j+1}}^{t_j}\tilde{K}_1(\tau,s)u_j(s)dsd\tau - \int_{T-t_{l+1}}^{T}\tilde{f}(\tau)d\tau \tag{17}$$

$$\int_{t_{p-1}}^{t_p}\tilde{B}(\tau)d\tau\cdot\lambda_0 + \lambda_p + \lambda_{p+1} + \int_{t_{p-1}}^{t_p}A(\tau)d\tau\cdot\lambda_p + \int_{t_{p-1}}^{t_p}\sum_{j=1}^{m}\int_{t_{j-1}}^{t_j}\tilde{K}_1(\tau,s)dsd\tau\cdot\lambda_j =$$

$$= -\int_{t_{p-1}}^{t_p}A(\tau)u_p(\tau)d\tau - \int_{t_{p-1}}^{t_p}\sum_{j=1}^{m}\int_{t_{j-1}}^{t_j}\tilde{K}_1(\tau,s)u_j(s)dsd\tau - \int_{t_{p-1}}^{t_p}\tilde{f}(\tau)d\tau,\quad p = \overline{1,2l-1}. \tag{18}$$

Коэффициентов при $\lambda$ обозначив через $Q(l)$ перепишем полученную систему линейных уравнений для определения неизвестных параметров $\lambda = \left(\lambda_0, \lambda_1, \lambda_2, ..., \lambda_{2l}\right) \in R^{2\ln+1}$ в виде:

$$Q(l)\lambda = -F(f,h) - G(u,h), \tag{19}$$

где

$$F(f,h) = \left(0, \int_{T-t_{l+1}}^{T}\tilde{f}(\tau)d\tau, \int_{0}^{t_1}\tilde{f}(\tau)d\tau, ..., \int_{T-2t_{l+1}}^{T-t_{l+1}}\tilde{f}(\tau)d\tau\right),$$

$$G(u,h) = \left(0, G_m(u,h), G_1(u,h), ..., G_{m-1}(u,h)\right),$$

где $G_p(u,h)=\int\limits_{t_{p-1}}^{t_p}A(\tau)u_p(\tau)d\tau+\int\limits_{t_{p-1}}^{t_p}\sum\limits_{j=1}^{2l}\int\limits_{t_{j-1}}^{t_j}\tilde{K}_1(\tau,s)u_j(s)dsd\tau$.

Таким образом, для нахождения пар $(\lambda,u[t])$ получим замкнутую систему уравнений (15), (19) и для его решения предлагается алгоритм:

**Шаг 0.** а) Предполагая обратимость матрицы $Q(l)$ находим нулевое приближение $\lambda^{(0)}=(\lambda_0^{(0)},\lambda_1^{(0)},...,\lambda_{2l}^{(0)})\in R^{2ln+1}$ из системы линейных уравнений, т.е. $\lambda=-[Q(l)]^{-1}F(f,h)$.

б) Найденное значение $\lambda_r^{(0)}$, $r=\overline{0,2l}$ подставляя в правую часть системы интегро-дифференциальных уравнений с параметром (11), (12) и решая задачу Коши находим $u^{(0)}[t]=(u_1^{(0)}(t),u_2^{(0)}(t),...,u_{2l}^{(0)}(t))$.

**Шаг 1.** а) Подставляя найденное $u_r^{(0)}$, $r=\overline{1,2l}$ в правую часть (19) определяем первое приближение по параметру $\lambda^{(1)}=(\lambda_0^{(1)},\lambda_1^{(1)},...,\lambda_{2l}^{(1)})'$ из уравнения $Q(l)\lambda=-F(f,h)-G(u^{(0)},h)$. В силу обратимости матрицы $Q(l)$ получим $\lambda^{(1)}=-[Q(l)]^{-1}[F(f,h)+G(u^{(0)},h)]$

б) Подставляя найденные $\lambda_r^{(1)}$, $r=\overline{0,2l}$ в правую часть системы (11) и решая задачу Коши находим $u^{(1)}[t]=(u_1^{(1)}(t),u_2^{(1)}(t),...,u_{2l}^{(1)}(t))'$

Продолжая процесс, на k-ом шаге алгоритма находим систему пар $(\lambda^{(k)},u^{(k)}[t])$, $k=0,1,...$

**Теорема 1.** Пусть при некоторых $l\in N$ матрица $Q(l):R^{2ln}\to R^{2ln}$ обратима и выполняется неравенства

$$\left\|[Q(l)]^{-1}\right\|\le\gamma(l) \tag{20}$$

$$\delta(l)=e^{\alpha\frac{\bar{h}}{l}}(\omega T(\alpha+\beta_2)+\beta_2)T\frac{\bar{h}}{l}<1 \tag{21}$$

$$q(h)=\gamma(l)\frac{\bar{h}}{l}(\alpha+\beta_2T)(1+\omega T)\frac{1}{1-\delta(l)}\left[e^{\alpha\frac{\bar{h}}{l}}-1+(1+\omega T)\beta_1\frac{\bar{h}}{l}+\delta(l)\right]<1 \tag{22}$$

Тогда при выполнений условия А последовательность пар $(\lambda^{(k)},u^{(k)}[t])$ при $k\to\infty$ сходится к $(\lambda^*,u^*[t])$-единственному решению задачи (11)-(14) и справедливы оценки:

$$\left\|\lambda^*-\lambda^{(k)}\right\|\le\frac{[q(l)]^k}{1-q(l)}\gamma(l)\frac{\bar{h}}{l}(1+\omega T)(\alpha+T\beta_2)M(l), \tag{23}$$

$$\left\|u^*[\cdot]-u^{(k)}[\cdot]\right\|_2\le\frac{e^{\alpha\frac{\bar{h}}{l}}-1+\delta(l)}{1-\delta(l)}\times\frac{[q(l)]^k}{1-q(l)}\gamma(l)\frac{\bar{h}}{l}(1+\omega T)(\alpha+T\beta_2)M(l), \tag{24}$$

$$M(l)=\left(\frac{e^{\alpha\frac{\bar{h}}{l}}-1+(1+\omega T)\beta_1\frac{\bar{h}}{l}(l)+\delta(l)}{1-\delta(l)}\gamma(l)+e^{\alpha\frac{h_s}{l}}\right)\frac{\bar{h}}{l}\|f\|_1.$$

**Доказательство**. При выполнении условия А и из обратимости квадратной матрицы $Q(l)$ размерности $2nl$ следует существование $\lambda^0$ и оценка

$$\left\|\lambda^0\right\|=\max_{r=1,2l}\left\|\lambda_r^0\right\|=\left\|[Q(l)]^{-1}F(l)\right\|\le$$

$$\le\gamma(l)\|F(l)\|\le\gamma(l)\frac{\bar{h}}{l}\left\|\tilde{f}\right\|_1\le\gamma(l)\frac{\bar{h}}{l}(1+\omega T)\|f\|_1, \tag{25}$$

По нашим предположениям при выполнении условия А и условия (21) задача Коши имеет единственное решение $u^{(0)}[t]=\left(u_1^{(0)}(t),u_2^{(0)}(t),...,u_{2l}^{(0)}(t)\right)'\in C\left([0,T],t_r,R^{2nl}\right)$. Используя неравенство Гронуолла-Беллмана имеем:

$$\left\|u_r^{(0)}(t)\right\|\le[e^{\alpha[t-t_{r-1}]}-1]\left\|\lambda_r^{(0)}\right\|+e^{\alpha[t-t_{r-1}]}\sup_{t\in[t_{r-1},\,t_r)}\int_{t_{r-1}}^{t}\left\{\sum_{j=1}^{2l}\int_{t_{j-1}}^{t_j}\left\|\tilde K_1(\tau,s)\right\|\left\|u_j^{(0)}(s)\right\|ds+\tilde B(\tau)\lambda_0^{(0)}+\right.$$

$$\left.+\sum_{j=1}^{2l}\int_{t_{j-1}}^{t_j}\left\|\tilde K_1(\tau,s)\right\|\left\|\lambda_i^{(0)}\right\|ds+\left\|\tilde f(\tau)\right\|\right\}d\tau,\ t\in[t_{r-1},\,t_r),\quad r=\overline{1,2l}$$

Отсюда $u^{(0)}[t]=\left(u_1^{(0)}(t),u_2^{(0)}(t),...,u_{2l}^{(0)}(t)\right)'\in C\left([0,T],t_r,R^{2nl}\right)$

$$\sup_{t\in[t_{r-1},t_r)}\left\|u_r^{(0)}(t)\right\|\le\max_{s=1,m+1}\left(\left(e^{\alpha\frac{\bar h}{l}}-1\right)\left\|\lambda_r^{(0)}\right\|+e^{\alpha\frac{\bar h}{l}}(\omega T(\alpha+\beta_2)+\beta_2)T\frac{\bar h}{l}\times\right.$$

$$\times\left(\max_{j=1,2l}\sup_{s\in[t_{j-1},t_j)}\left\|u_j^{(0)}(s)\right\|+\max_{j=1,2l}\left\|\lambda_j^{(0)}\right\|\right)+e^{\alpha\frac{\bar h}{l}}(1+\omega T)\beta_1\frac{\bar h}{l}\max_{j=1,2l}\left\|\lambda_j^{(0)}\right\|+$$

$$\left.+e^{\alpha\frac{\bar h}{l}}(1+\omega T)\|f\|_1\frac{\bar h}{l}\right),\quad r=\overline{1,2l}.$$

Из неравенств (21), (25) получаем

$$\left\|u^{(0)}[\cdot]\right\|_2=\max_{r=\overline{1,2l}}\sup_{t\in[t_{r-1},\,t_r)}\left\|u_r^{(0)}(t)\right\|\le M(l).$$

По первому шагу алгоритма определим $\lambda^{(1)}$ и оценим норму разности $\left\|\lambda^{(1)}-\lambda^{(0)}\right\|$:

$$\left\|\lambda^{(1)}-\lambda^{(0)}\right\|\le\left\|[Q(l)]^{-1}\right\|\left\|G\left(u^{(0)},l\right)\right\|\le\gamma(l)\left\|G\left(u^{(0)},l\right)\right\|\le$$

$$\le\gamma(l)\max_{r=1,2l}\left\{\int_{t_{r-1}}^{t_r}\|A(\tau)\|\left\|u_r^{(0)}(\tau)\right\|d\tau+\int_{t_{r-1}}^{t_r}\sum_{j=1}^{2l}\int_{t_{j-1}}^{t_j}\left\|\tilde K_1(\tau,s)\right\|\left\|u_j^{(0)}(s)\right\|ds\right\}\le$$

$$\le\gamma(l)1\max_{r=1,2l}\left\{\alpha\sup_{t\in[t_{r-1},t_r)}\left\|u_r^{(0)}(t)\right\|+(\omega T(\alpha+\beta_2)+\beta_2)\sum_{i=1}^{2l}\int_{t_{i-1}}^{t_i}\sup_{s\in[t_{i-1},t_i)}\left\|u_i^{(0)}(s)\right\|ds\right\}\frac{\bar h}{l}\le$$

$$\le\gamma(l)\frac{\bar h}{l}\left(\alpha\left\|u^{(0)}[\cdot]\right\|_2+(\omega T(\alpha+\beta_2)+\beta_2)T\left\|u^{(0)}[\cdot]\right\|_2\right)=$$

$$=\gamma(l)\frac{\bar h}{l}\left(\alpha+(\omega T(\alpha+\beta_2)+\beta_2)T\right)\left\|u^{(0)}[\cdot]\right\|_2=\gamma(l)\left((\alpha+\beta_2)(1+\omega T)+\beta_2\right)T\frac{\bar h}{l}\left\|u^{(0)}[\cdot]\right\|_2.$$

Продолжая итерационный процесс на $k-$ом шаге предпологая выполнения условия А находим последовательность пар $\left(\lambda^{(k)},u^{(k)}[t]\right)$, где $\lambda^{(k)}\in R^{2nl}$, $u^{(k)}[t]\in C\left([0,T],t_r,R^{2nl}\right)$ и вновь используя неравенство Гронуолла-Беллмана, оцениваем разность решений задач Коши через разность параметров

$$\left\|u_r^{(k)}(t)-u_r^{(k-1)}(t)\right\|\le\left(e^{\alpha[t-t_{r-1}]}-1\right)\left\|\lambda_r^{(k)}-\lambda_r^{(k-1)}\right\|+$$

$$+e^{\alpha[t-t_{r-1}]}\sup_{t\in[t_{r-1},\,t_r)}\int_{t_{r-1}}^{t}\left\{\sum_{j=1}^{2l}\int_{t_{j-1}}^{t_j}\left\|\tilde K_1(\tau,s)\right\|\left\|u_i^{(k)}(s)-u_i^{(k-1)}(s)\right\|ds+\right.$$

$$\left.+\left\|\tilde B(\tau)\right\|\left\|\lambda_0^{(k)}-\lambda_0^{(k-1)}\right\|+\sum_{j=1}^{2l}\int_{t_{j-1}}^{t_j}\left\|\tilde K_1(\tau,s)\right\|\left\|\lambda_i^{(k)}-\lambda_i^{(k-1)}\right\|ds\right\}d\tau.$$

Отсюда

$$\left\|u^{(k)}[\cdot]-u^{(k-1)}[\cdot]\right\|_2 \le \left(e^{\alpha\frac{\bar{h}}{l}}-1\right)\left\|\lambda_i^{(k)}-\lambda_i^{(k-1)}\right\|+(1+\omega T)\beta_1\frac{\bar{h}}{l}\left\|\lambda_0^{(k)}-\lambda_0^{(k-1)}\right\|+$$

$$+e^{\alpha\frac{\bar{h}}{l}}(\omega T(\alpha+\beta_2)+\beta_2)T\frac{\bar{h}}{l}\left[\left\|u^{(k)}[\cdot]-u^{(k-1)}[\cdot]\right\|_2+\left\|\lambda^{(k)}-\lambda^{(k-1)}\right\|\right]$$

Учитывая (21) получаем

$$\left\|u^{(k)}[\cdot]-u^{(k-1)}[\cdot]\right\|_2 \le \frac{1}{1-\delta(l)}[e^{\alpha\frac{\bar{h}}{l}}-1+(1+\omega T)\frac{\bar{h}}{l}\beta_1+\delta(l)]\left\|\lambda^{(k)}-\lambda^{(k-1)}\right\|. \quad (26)$$

Так как $\lambda^{(k+1)},\lambda^{(k)}$ являются решениями уравнения (9) при соответствующих правых частях $G_p(u^{(k)},h),\ G_p(u^{(k+1)},h)$ то для нормы их разности справедливо неравенство

$$\left\|\lambda^{(k+1)}-\lambda^{(k)}\right\| \le \left\|[Q(l)]^{-1}\right\|\left\|G(u^{(k)},l)-G(u^{(k-1)},l)\right\| \le \gamma(l)\left[\int_{t_{r-1}}^{t_r}\|A(\tau)\|\cdot\left\|u_r^{(k)}(\tau)-u_r^{(k-1)}(\tau)\right\|d\tau+\right.$$

$$\left.+\int_{t_{r-1}}^{t_r}\sum_{j=1}^{2l}\int_{t_{j-1}}^{t_j}\left\|\tilde{K}_1(\tau,s)\right\|\left\|u_i^{(k)}(s)-u_i^{(k-1)}(s)\right\|dsd\tau\right] \le \gamma(l)\left[\alpha\sup_{t\in[t_{r-1},t_r)}\left\|u_r^{(k)}(\tau)-u_r^{(k-1)}(\tau)\right\|+\right.$$

$$\left.+[\omega T(\alpha+\beta_2)+\beta_2]\sum_{j=1}^{2l}\int_{t_{j-1}}^{t_j}\sup_{s\in[t_{j-1},\,t_j)}\left\|u_j^{(k)}(s)-u_j^{(k-1)}(s)\right\|ds\right]\frac{\bar{h}}{l} \le \gamma(l)\left[\alpha\sup_{t\in[t_{r-1},\,t_r)}\left\|u_r^{(k)}(\tau)-u_r^{(k-1)}(\tau)\right\|+\right.$$

$$\left.+[\omega T(\alpha+\beta_2)+\beta_2]T\frac{\bar{h}}{l}\max_{i=1,2l}\sup_{s\in[t_{j-1},\,t_j)}\left\|u_j^{(k)}(s)-u_j^{(k-1)}(s)\right\|ds\right]\frac{\bar{h}}{l}=$$

$$\le \gamma(l)\frac{\bar{h}}{l}(1+\omega T)(\alpha+\beta_2 T)\left\|u^{(k)}[\cdot]-u^{(k-1)}[\cdot]\right\|_2 \le$$

$$\le \gamma(l)\frac{\bar{h}}{l}(\alpha+\beta_2 T)(1+\omega T)\frac{1}{1-\delta(l)}\left[e^{\alpha\frac{\bar{h}}{l}}-1+(1+\omega T)\frac{\bar{h}}{l}\beta_1+\delta(l)\right]\left\|\lambda^{(k)}-\lambda^{(k-1)}\right\|.$$

Из условия теоремы $q(l)=\gamma(l)\frac{\bar{h}}{l}(\alpha+\beta_2 T)(1+\omega T)\frac{1}{1-\delta(l)}\left[e^{\alpha\frac{\bar{h}}{l}}-1+(1+\omega T)\beta_1\frac{\bar{h}}{l}+\delta(l)\right]$, то

$$\left\|\lambda^{(k+1)}-\lambda^{(k)}\right\| \le q(l)\left\|\lambda^{(k)}-\lambda^{(k-1)}\right\|,\ k=1,2,... \quad (27)$$

Так как $q(l)<1$ из неравенств (27) получим сходимость последовательности $\lambda^{(k)}$ к $\lambda^*$. Тогда из (26) следует сходимость последовательности функций $u^{(k)}[t]$ по норме пространства $C([0,T],t_r,R^{2nl})$ к функций $u^*[t]$. Учитывая полноту этого пространства получим, что система функций $u^*[t]\in C([0,T],t_r,R^{2nl})$.

Докажем единственность. Пусть существует $(\lambda^*,u^*[t])$- другое решение задачи (11)-(14). Если в системе интегральных уравнений

$$u_r^{(k)}(t)=\int_{t_{r-1}}^{t}A(\tau)[u_r^{(k)}(\tau)+\lambda_r^{(k)}]d\tau+\int_{t_{r-1}}^{t}\tilde{B}(\tau)d\tau\lambda_0+\int_{t_r}^{t}\sum_{j=1}^{2l}\int_{t_{j-1}}^{t_j}\tilde{K}_1(\tau,s)\times$$

$$\times[u_j^{(k)}(s)+\lambda_j^{(k)}]dsd\tau+\int_{t_{r-1}}^{t_r}f(\tau)d\tau,\qquad t\in[t_{r-1},t_r),\quad r=\overline{1,2l}$$

перейдем к пределу при $k \to \infty$, тогда система функций $u^*[t] = \left(u_1^*(t), u_2^*(t), ..., u_{2l}^*(t)\right)'$ является решением системы интегральных уравнений

$$u_r^*(t) = \int_{t_{r-1}}^{t} A(\tau)[u_r^*(\tau) + \lambda_r^*]d\tau + \int_{t_{r-1}}^{t} \tilde{B}(\tau)d\tau\lambda_0 + \int_{t_{r-1}}^{t} \sum_{i=1}^{2l} \int_{t_{i-1}}^{t_i} K(\tau, s) \times$$

$$\times [u_i^{(*)}(s) + \lambda_i^{(*)}]dsd\tau + \int_{t_{r-1}}^{t_r} f(\tau)d\tau, \qquad t \in [t_{r-1}, t_r), \quad r = \overline{1,2l} \tag{28}$$

Так как подынтегральные функций в правой части равенства непрерывные по $\tau_r$, то будем дифференцировать по *t*, тогда элементы систем функций в соответствующих промежутках имеют непрерывные производные по *t* и удовлетворяют системе интегро-дифференциальных уравнений. Так как из уравнения $Q(l)\lambda^{k+1} = -F(l) - G\left(u^{(k)}, l\right)$ можно определить $\lambda^{(k+1)}$, то при переходе к пределу при $k \to \infty$ вектор $\lambda^* = \left(\lambda_0^*, \lambda_1^*, ..., \lambda_{2l}^*\right)$ будет решением системы линейного алгебраического уравнения $Q(l)\lambda^* = -F(l) - G\left(u^*, l\right)$ и выполняется равенства:

$$\lambda_1^* + \lambda_{l+1}^* = 0, \tag{29}$$

$$\lambda_{2l}^* + \int_{T-t_{l+1}}^{T} \tilde{B}(\tau)d\tau \cdot \lambda_0^* + \int_{T-t_{l+1}}^{T} A(\tau)u_{2l}^*(\tau)d\tau + \int_{T-t_{l+1}}^{T} A(\tau)d\tau \cdot \lambda_{2l}^* + \int_{T-t_{l+1}}^{T} \sum_{j=1}^{2l} \int_{t_{j+1}}^{t_j} \tilde{K}_1(\tau, s)u_j^*(s)dsd\tau +$$

$$+ \int_{T-t_{l+1}}^{T} \sum_{j=1}^{m} \int_{(j-1)h}^{jh} \tilde{K}_1(\tau, s)dsd\tau \cdot \lambda_j^* + \int_{T-t_{l+1}}^{T} \tilde{f}(\tau)d\tau = 0 \tag{30}$$

$$\lambda_p^* + \int_{t_{p-1}}^{t_p} \tilde{B}(\tau)d\tau \cdot \lambda_0^* + \int_{t_{p-1}}^{t_p} A(\tau)u_p^*(\tau)d\tau + \int_{t_{p-1}}^{t_p} A(\tau)d\tau \cdot \lambda_p^* + \int_{t_{p-1}}^{t_p} \sum_{j=1}^{m} \int_{t_{j-1}}^{t_j} \tilde{K}_1(\tau, s)u_j^*(s)dsd\tau +$$

$$+ \int_{t_{p-1}}^{t_p} \sum_{j=1}^{m} \int_{t_{j-1}}^{t_j} \tilde{K}_1(\tau, s)dsd\tau \cdot \lambda_j^* + \int_{t_{p-1}}^{t_p} f(\tau)d\tau = \lambda_{p+1}^*, \; p = \overline{1,2l-1} \tag{31}$$

Так как при $\lambda = \lambda^*$ функция $u^*[t] = \left(u_1^*(t), u_2^*(t), ..., u_{2l}^*(t)\right) \in C\left([0,T], t_r, R^{2nl}\right)$ удовлетворяет уравнению (28) , то

$$\lim_{t \to t_r - 0} u_r^*(t) = \int_{t_{r-1}}^{t} A(\tau)u_r^*(\tau)d\tau + \int_{t_{r-1}}^{t} A(\tau)\lambda_r^* d\tau + \int_{t_{r-1}}^{t} \tilde{B}(\tau)d\tau\lambda_0 + \int_{t_{r-1}}^{t} \sum_{i=1}^{2l} \int_{t_{i-1}}^{t_i} K(\tau, s)u_i^*(s)dsd\tau +$$

$$+ \int_{t_{r-1}}^{t} \sum_{i=1}^{2l} \int_{t_{i-1}}^{t_i} K(\tau, s)\lambda_i^* dsd\tau + \int_{t_{r-1}}^{t_r} f(\tau)d\tau.$$

Из равенств (29) - (31) получаем

$$\lambda_1 + \lambda_{l+1} = 0, \qquad \lambda_{2l} + \lim_{t \to T-0} u_{2l}(t) = 0$$

$$\lambda_p + \lim_{t \to t_p - 0} u_p(t) = \lambda_{p+1}, \qquad p = \overline{1,2l-1}$$

Таким образом выполняются условия (11)- (13).

Пусть $\left(\tilde{\lambda}, \tilde{u}[t]\right)$ еще одно решение краевой задачи (11)-(14). Тогда соответственно равенствам (26), (27) определим оценки

$$\left\|u^*[\cdot] - \tilde{u}[\cdot]\right\|_2 \le \frac{1}{1 - \delta(l)}\left[e^{\alpha\frac{h_s}{l}} - 1 + (1 + \omega T)\beta_1 \frac{\bar{h}}{l} + \delta(l)\right]\left\|\lambda^* - \tilde{\lambda}\right\|,$$

$$\left\|\lambda^* - \tilde{\lambda}\right\| \le q(l)\left\|\lambda^* - \tilde{\lambda}\right\|$$

В силу условия $q(l)<1$ имеют место равенства $\lambda^* = \tilde{\lambda}, u^*(t) = \tilde{u}(t)$, т.е. $\lambda_r^* = \tilde{\lambda}_r, u_r^*(t) = \tilde{u}_r(t)$ для всех $t \in [t_{r-1}, t_r), \quad r = \overline{1,2l}$.

Теорема доказана.

Из равенств $x^{(k)}(t) = \lambda_r^{(k)} + u_r^{(k)}(t), \quad t \in [t_{r-1}, t_r), \quad r = \overline{1,2l}$ определим функций $x^{(k)}(t),\ k = 0,1,2,\ldots$ .

В силу эквивалентности задач (1), (2) и (11)-(14) из теоремы 1 следует

***Теорема 2***. Пусть выполняется условия теоремы 1**.** Тогда многоточечная краевая задача (1), (2) имеет единственное решение $x^*(t)$ и справедлива оценка.

$$\left\|x^*\right\|_1 \le L(l)\left\|f\right\|_1, \tag{32}$$

$$L(l) = \left\{\gamma(l)\frac{e^{\alpha\frac{\bar{h}}{l}} - 1 + (1+\omega T)\beta_1\frac{\bar{h}}{l} + \delta(l)}{1-\delta(l)} + e^{\alpha\frac{\bar{h}}{l}}\right\}\frac{\bar{h}}{l}\times$$

$$\times\left\{\gamma(l)\frac{e^{\alpha\frac{\bar{h}}{l}}}{1-\delta(l)}\frac{1}{1-q(l)}\frac{\bar{h}}{l}(1+\omega T)(\alpha + T\beta_2) + 1\right\} + \gamma(l)\frac{\bar{h}}{l}.$$

**Доказательство.** Так как пара $(\lambda^*, u^*[t])$ с элементами $\lambda^* = (\lambda_1^*, \lambda_2^*, \ldots, \lambda_{2l}^*)$, $u^*[t] = (u_1^*(t), u_2^*(t), \ldots, u_{2l}^*(t))$, является решением задачи (11)-(14), то функция $x^*(t)$ определяемая равенствами $x^*(t) = \lambda_r^* + u_r^*(t), \quad t \in [t_{r-1}, t_r), \quad r = \overline{1,2l}$ , $x^*(T) = \lambda_{2l}^* + \lim\limits_{t \to T-0} u_{2l}^*(t)$ будет решением исходной задачи (1), (2) и в силу оценок (21), (22) имеет место равенство (32). Теорема доказана.

ЛИТЕРАТУРА


[1] Вольтерра В. Теория функционалов, интегральных и интегро-дифференциальных уравнений. М., 1982, -304 с.

[2] Некрасов А.И.// Труды ЦАГИ. 1934. Вып.190. С.1-25.

[3] Вираненко Т.И. Об одном классе линейной интегро-дифференциальных уравнений// зап. Ленинградского горного института. – 1956.- Т33, вып. 3. – с.177-187

[4] Васильев В.В. Решение задачи Коши для одного класса линейных интегро-дифференциальных уравнеиий.// Доклады АН СССР, Т.100.№5. 1955. С.849- 852.

[5] Васильев В.В. К вопросу о решении задачи Коши для одного класса линейных интегро-дифференциальных уравнений.// Изв. Вузов. -1961. Вып.4, №4(23) –с. 8-24.

[6] Быков Я.В. О некоторых задачах теории интегро-дифференциальных уравнений. // Фрунзе. Киргизс. гос. ун-т. -1957. -328с.

[7] Chen J, Huang Y, Rong H, Wu T, Zeng T. A multiscale Galerkin method for second-order boundary value problems of Fredholm integro-differential equation. // J Comput Appl Math. 2015; 290:633-640.

[8] Du H, Zhao G, Zhao C. Reproducing Kernel method for solving Fredholm integro-differential equations with weakly singularity.// J Comput Appl Math. 2014;255:122-132.

[9] Krivoshein LE. Approximate methods for solving linear ordinary integro-differential equations. // Akad Nauk Kirg SSR. Frunze. 1962. in Russian.

[10] Maleknejad K, Attary M. An efficient numerical approximation forthe linear Fredholm integro-differential equations basedon Cattani's method. // Commun Nonlinear Sci Numer Simulat. 2011;16:2672-2679.

[11] Molabahrami A. Direct computation method for solving a general nonlinear Fredholm integro-differential equation under the mixed conditions: degenerate and non-degenerate Kernels. // J Comput Appl Math. 2015;282:34-43.

[12] Parts I, Pedas A, Tamme E. Piecewise polynomial collocation for Fredholm integro-differential equations with weakly singular kernels.// SIAM J Numer Anal. 2005;43:1897-1911.

[13] Yuzbasi S. Numerical solutions of system of linear Fredholm-Volterra integro-differential equations by the Bessel collocation method and error estimation.// Appl Math Comput. 2015;250:320-338.

[14] Wazwaz A.M. Linear and Nonlinear Integral Equations: Methods and Applications. // Beijing and Springer-Verlag:Higher Education Press; 2011.

[15] Dzhumabayev D.S. Criteria for the unique solvability of a linear boundary-value problem for an ordinary differential equation. // USSR Comput Maths Math Phys.1989;29:34-46.

[16] Dzhumabaev D.S. A method for solving the linear boundary value problem for an integro-differential equation. // Comput Math Math Phys. 2010;50:1150-1161.

[17] Dzhumabaev D. S. Necessary and sufficient conditions for the solvability of linear boundary-value problems for the Fredholm integro-differential equation. // Ukr Math J. 2015;66:1200-1219.

[18] Dzhumabaev D.S. An algorithm for solving the linear boundary value problem for an integro-differential equation. // Comput Math Math Phys.2013;53:736-758.

[19] Dzhumabaev D.S. On one approach to solve the linear boundary value problems for Fredholm integro-differential equations.// J Comput Appl Math. 2016;294:342-357.

[20] Dzhumabaev D.S. Computational methods of solving the boundary value problems for the loaded differential and Fredholm integro-differential equations // Mathematical Methods in the Applied Sciences. 41(2018), No 4, pp. 1439-1462. Thomson Reuters IF 1.017

[21] Dzhumabaev D.S. New general solutions to linear Fredholm integro-differential equations and their applications on solving the boundary value problems // Journal of Computational and Applied Mathematics, 327(2018), No 1, pp. 79-108. Thomson Reuters IF 1.357

[22] Dzhumabaev D.S., Mynbayeva S.T. A numerical method for solving a nonlinear boundary value problem for Fredholm integro-differential equation //Materials of the International scientific conference devoted to the 50th Faculty of Mathematics and Informatics of Chernovtsy National University named after Yu. Fedkovych. Chernovtsy. September 17-19, 2018. P. 23.

[23] Бакирова Э.А. Об однозначной разрешимости краевой задачи для систем интегро-дифференциальных уравнений //Известия НАН РК. Сер. Физ-матем.-2004. №1. – С.85-90

Назарова К.Ж., Усманов Қ.Ы.

**Үш нүктелі шеттік есеп үшін параметрлі интегралдық-дифференциалдық теңдеулер жүйесінің бірмәнді шешілімділігінің қажетті шарты.**

**Аңдатпа.** Үш нүктелі шеттік есеп үшін интеграл таңбасы астында туынды мүесі бар параметрлі интегралдық-дифференциалдық теңдеулер жүйесі қарастырылған. Қарастырылған есептің бірмәнді шешілімділігі зерттелген және параметрлеу әдісі негізінде жуық шешімдерін құрудың алгоритмі ұсынылған. Параметрлі, интеграл таңбасы астында туынды мүшесі бар интегралдық-дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін көпнүктелі шеттік есептің бірмәнді шешілімділігінің қажетті шарты тағайындалған.

**Кілт сөздер:** Параметрлеу әдісі, параметрлі интегралдық-дифференциалдық теңдеу, үш нүктелі шеттік есеп, бірмәнді шешілімділік, алгоритм.

Nazarova K.Zh., Usmanov K.

**A necessary condition for the unique solvability of a three-point boundary value problem for systems of integro-differential equations with a parameter**

**Summary:** The three-point boundary value problem for systems of integro-differential equations with a parameter containing derived terms in the integrand is considered. Questions about the unique solvability of the problem under consideration are investigated and an algorithm for constructing their approximate solutions based on the parametrization method is proposed. The necessary conditions for the unique solvability of a multipoint boundary value problem for systems of integro-differential equations with a parameter containing derived terms in the integrand are established.

**Key words:** method of parameterization, integral-differential equation with a parametr, three-point regional tasks, unique solvability, algoritm.

УДК 532.517.4

**Sh. Ospanova, A. Zhumabayev, A. Nurmukhanova, L. Rakhimzhanova, N. Chigambayeva**

## SOLUTION OF THE PROBLEM OF HEAT CONDUCTIVITY ON THE BASIS OF BOUNDARY CONDITIONS BY MEANS OF THE MATHCAD PACKAGE

**Abstract.** This paper presents the procedure for calculating the thermal conductivity of a body using the MathCad software package. The paper proposes methods for constructing graphs of various functions, their equations and boundary conditions. When heat is distributed from each side of the body, their distribution graphs are shown. At the same time, boundary conditions and patterns of equations for the heat exchange problem are constructed.

**Key words.** Heat transfer, thermal conductivity, pattern, boundary conditions, heat exchange.

**Ш. Оспанова, Ә. Жұмабаев, А. Нурмуханова, [1]Л. Рахимжанова, Н. Чигамбаева**
(Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан Республикасы, Алматы
[1]С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті, Астана, Қазақстан Республикасы)

## ШЕКАРАЛЫҚ ШАРТ НЕГІЗІНДЕ ЖЫЛУӨТКІЗГІШТІК ЕСЕБІН MATHCAD ПАКЕТІНДЕ ШЕШУ

**Аңдатпа.** Берілген жұмыста денелердегі жылуөткізгіштік есебін MathCad бағдарламалық құралы көмегімен есептеу тәртібі келтірілген. Жұмыста әр түрлі функциялардың графиктерін тұрғызу амалдары, оларды бейнелейтін теңдеулер мен оларға қатысты шекаралық шарттар ұсынылған. Дененің әр тарапынан жылу бергендегі оның таралу графиктері кескінделген. Сонымен қатар жылуөткізгіштік есебін шешу үшін шекаралық шарттар мен олардың теңдеулерінің шаблондары тұрғызылған.

**Түйін сөздер.** Жылу тасымалы, жылуөткізгіштік, шаблон, шекаралық шарттар, жылу алмасу.

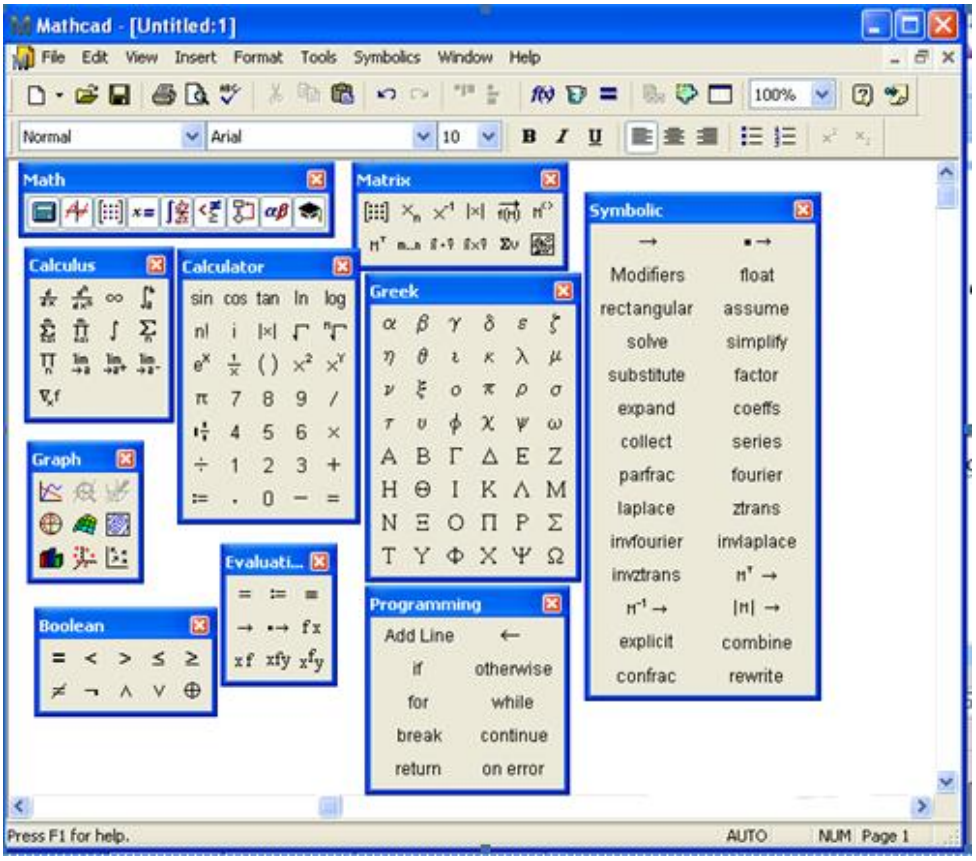
Компьютерлік математика – ғылымы техникадағы жаңа бағыт. Компьютерлік математиканың маңыздылығы оның программалық жүйемен қамтамасыз етілуінде және кез-келген математикалық есептерді шешу қабілетінде. Компьютерлік математика жүйесі батыстың mathsost, Maple,Wolsrom секілді фирмаларда жасалған. Mathcad ғылыммен білімнің және техниканың әр түрлі аймақтарын автоматтандыру үшін математикалық есептеулеге арналған. Жүйенің аталуы екі сөзден құралған, яғни Mathematica (математика) және САД (Computer Aided Desing –автоматты жобалау жүйесі немесе АЖЖ ) (1 сурет).




**1-сурет.** MathCAD программасы логотипі

Сондықтан MathCAD математикалық автоматты модельдеу жүйесі деп аталады. Сонымен бірге компьютерлік математика жүйесі көркем өнер, графика, линвистика саласында кеңінен қолданыс табылды. MathCAD -тың жаңа нұсқасында құжаттардың көркем түсті эффектілі құрылғы және графикті анимациялау, дыбысты қосып шығару мүмкінділігі қосылған. Осы артықшылықтарына байланысты мәтіндік, формулалық және графиктік редакторлар қуатты есептеуіш потенциялды орта жүйесімен беріледі. Өте күрделі тапсырмаларды шешу үшін математикалық және графикалық жүйелер және олардың бірігуі қарастырылған. Бұл жүйе әртүрлі математикалық,графикалық және офистік жүйе қатарымен кеңитетін интегралды қамтамасыз етеді. MathCAD жүйесінің файлдары .mcd кеңейтілуіне ие болады. Мұндай файлдар текстік форматта болады, сондықтан оларды кез келген текстік редакторда оқуға болады. MathCAD файлдарының құжатында программаның толық тексті болады [1-3].

MathCAD – тың мүмкіндіктеріне келер болсақ (2 сурет):




**2-сурет.** MathCADтың экрандағы кескіндемесі

MathCAD компьютерде формулаларды бастапқы күйінде жазуға мүмкіндік береді [4]:

$$2 \cdot x^2 \cdot \sin(x) + \frac{x^2 + y^2}{\sqrt{x \cdot y}} - \cos\left(\frac{x^2 + 1}{2 \cdot x}\right)$$

Қарапайым калькулятордың орнын алмастырады, оңай және күрделі есептерді шығара алады. Көбейткіштерге жіктеу [5]:

$$x^3 - 2 \cdot x^2 + x - 2 \qquad (x - 2) \cdot \left(x^2 + 1\right)$$

Мәнін есептеуге:

$$\sum_{i=3}^{15} \sin\left(\frac{\pi}{7} \cdot i\right) = -0.782$$

$$\left|x^2 - 3 \cdot x + 2.\right| > x + 1 \qquad \begin{pmatrix} x < .26794919243112270647 \\ 3.7320508075688772935 < x \end{pmatrix}$$

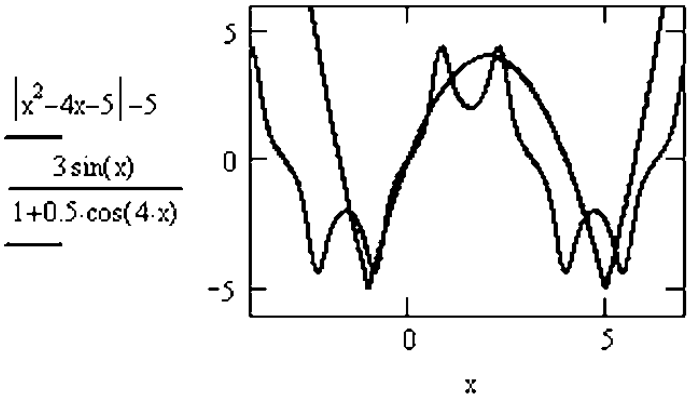
Теңдеулерді шешу:

$$\frac{5}{2 \cdot x + 6} - \frac{1}{6 \cdot x^2 - 18 \cdot x} + \frac{29}{3 \cdot x^2 - 27} = 0 \qquad \begin{pmatrix} -1 \\ \frac{1}{5} \end{pmatrix}$$

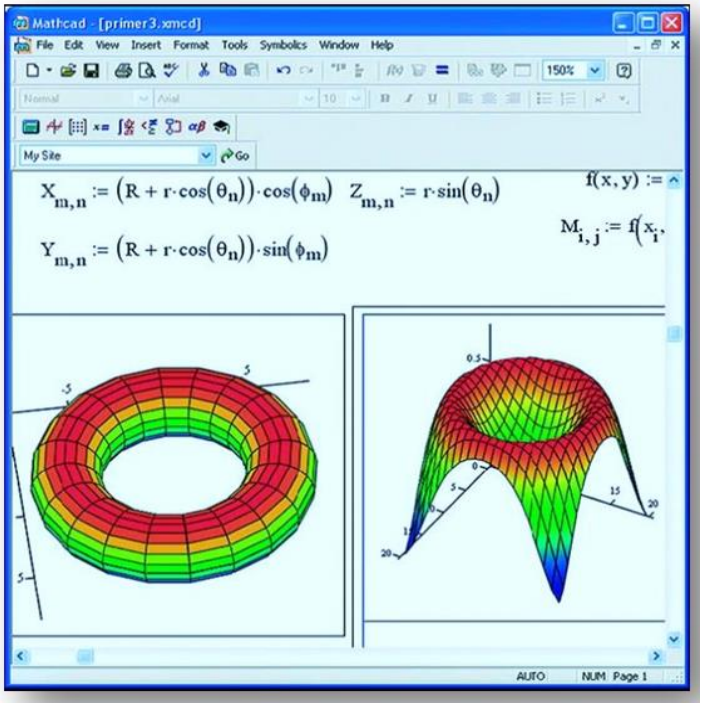
Қарапайым бөлшектерді жіктеу:

$$\frac{x+11}{x^4-2\cdot x^2-3\cdot x-2} \qquad \frac{13}{21\cdot(x-2)}-\frac{10}{3\cdot(x+1)}+\frac{1}{7}\cdot\frac{-13+19\cdot x}{x^2+x+1}$$

Функциялардың графиктерін тұрғызу (2D, 3D) [6]:




**3-сурет.** Функцияның 2D графигі




**4-сурет.** Екі айнымалы функцияның 3D графигі

Негізгі түсініктер мен бұйрықтарына тоқталсақ. MathCad түйсікті – пайымды интерфейске ие. Бағдарламаны жаңадан ашқан әрбір жан интерфейсті тез ұғады. MathCad интерфейсіне жатады (1 кесте):

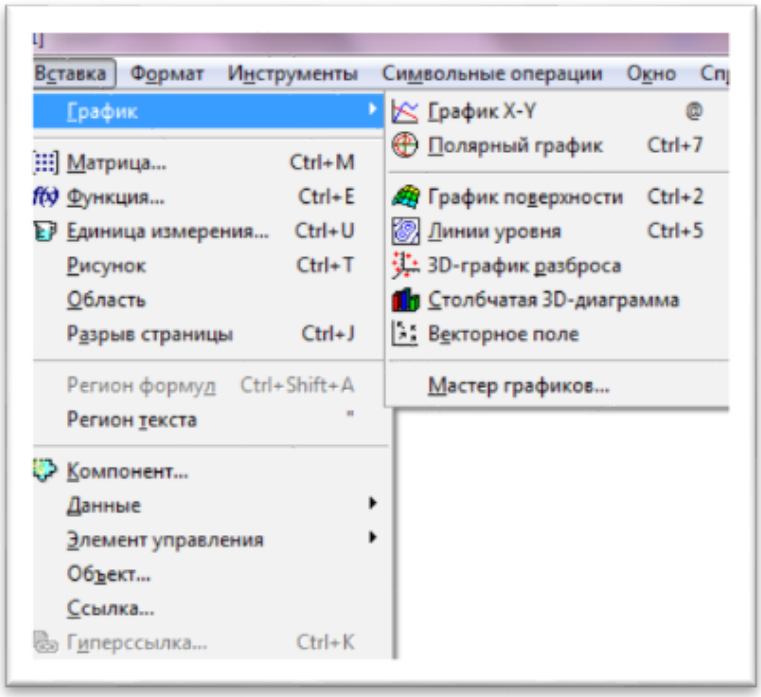
Мәзір

Жұмыс аймақтары

Құралдар (Standart, пішіндеу, math)

Бас мәзірде бұйрықтар орналасқан.

MathCad бағдарламасында графиктер тұрғызу мүмкіндіктері қарастырылған, ол үшін **Вставка – График** бұйрығын таңдау керек (5 сурет).




**5-сурет.** MatCAD-та график алуға арналған команда

**2D** **3D**




**6-сурет.** 2D, 3D графиктердің түрлері

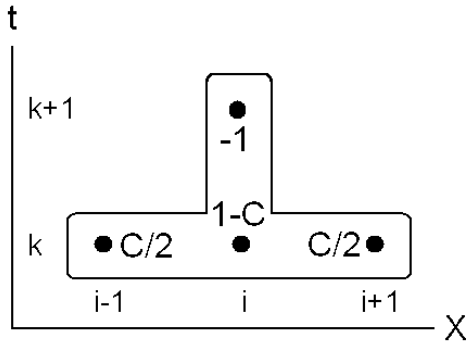
Жылу өткізгіштік теңдеуіне қойылған:

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \varphi(x,t), \qquad -\infty < x < \infty, \ t > 0 \tag{1}$$

$$u(x,0) = \psi(x), \qquad -\infty < x < \infty, \tag{2}$$

есептің $t > 0$ және $-\infty < x < \infty$ боланда (103) теңдеуді қанағаттандыратын, ал t=0 болғанда (104) теңдеуді қанағаттандыратын u(x,t) функциясын табу керек болса, онда оны Коши есебі дейміз. (103), (104) есептердің жоғарғы жарты жазықтығында u(x,t) функциясының бір ғана шешімі бар және өзінің туындыларымен бірге үзіліссіз деп санаймыз [7-9].

Әрі қарай айқындалған $D = \{0 \le x \le L, \ 0 \le t \le T\}$, t=0 және t=T облында қарастыратын болсақ. Жылу өткізгіштік теңдеуінің шешімі үшін (1-сурет) шаблон пайдаланамыз. Екінші ретті туынды дискретті болу үшін координата бойынша 3 дәйекті түйін қарастырамыз, ал уақыт бойынша бір рет туынды алынғандықтан 2 түйін алсақ жеткілікті. (i,k)-түйіндері үшін берілген негізгі шаблонның дискретті түрін жазып, әртүрлі теңдеу аламыз (7 сурет) [10-15].




**7-сурет.** Айқын схема

MathCAD- бағдарламалау тілі көмегімен жылу көзі жоқ ұзындығы 1м боат стерженнің дәл ортасынан жылыту арқылы диффузия коэффициенті тұрақты (D=const) кездегі жылу алмасу есебінің моделін қарастырайық (8, 9 сурет).

$\tau := 0.0005 \qquad M := 20$

$m := 0..M \qquad D(u) := 2.5$

$\Delta := \frac{1}{20}$

$\phi(x,u) := 0$

$Init(x) := \Phi(x - 0.45) - \Phi(x - 0.55)$

$Border(t) := 0$

$u_m := Init(m \cdot \Delta)$

$F(v) :=$ | $v1_0 \leftarrow Border(\tau \cdot T) + 0 \cdot (v_0 + v_1)$

$v1_M \leftarrow Border(\tau \cdot T) + 0 \cdot (v_M + v_{M-1})$

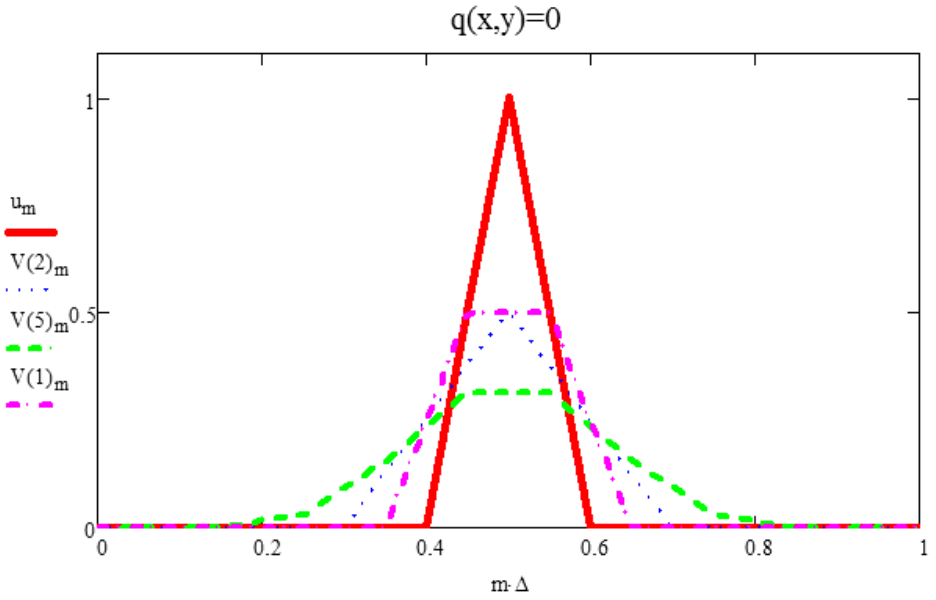
for $m \in 1..M-1$

$v1_m \leftarrow \phi(m \cdot \Delta, v_m) \cdot \tau + v_{m-1} \cdot \frac{D(v_{m-1}) \cdot \tau}{\Delta^2} + v_{m+1} \frac{D(v_{m+1}) \cdot \tau}{\Delta^2}$

$V(t) :=$ | $u$ if $t = 0$

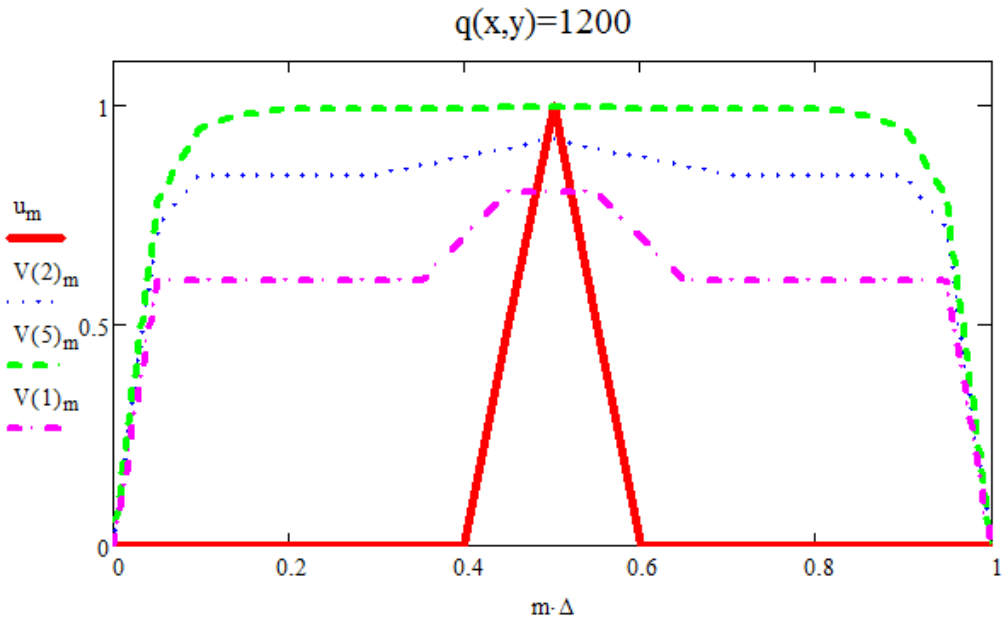
$F(V(t-1))$ otherwise

**8-сурет.** Жылу алмасудың MathCAD- тағы бағдарламасы



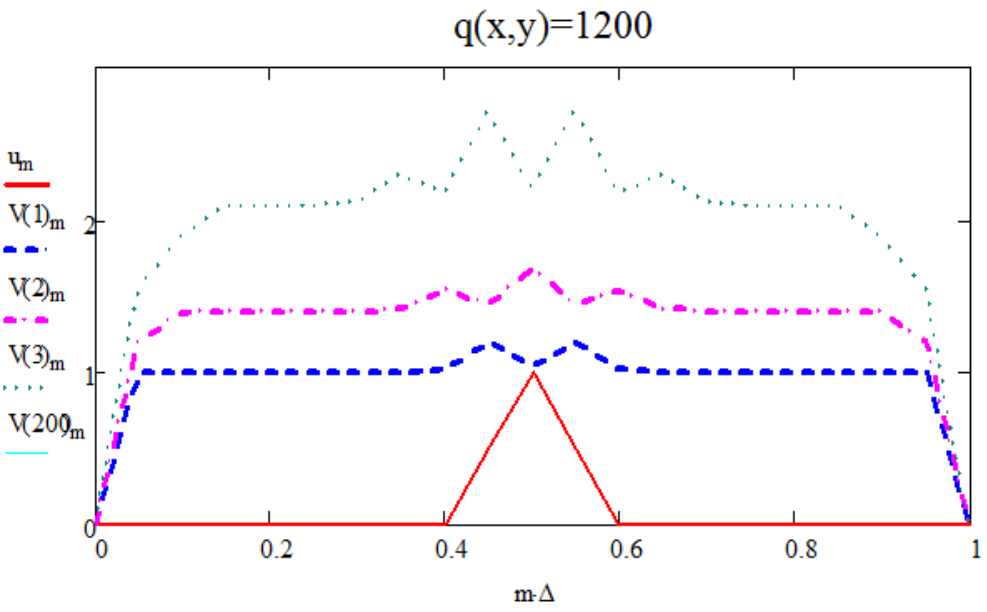

**9-сурет.** Ішкі жылу көзі жоқ жағдайдағы жылу алмасу

Егер осы есептегі диффузия коэффицентін тұрақты деп, жылу көзі бар деп есептесек жылу алмасудың моделі келесідей болады (10 сурет).



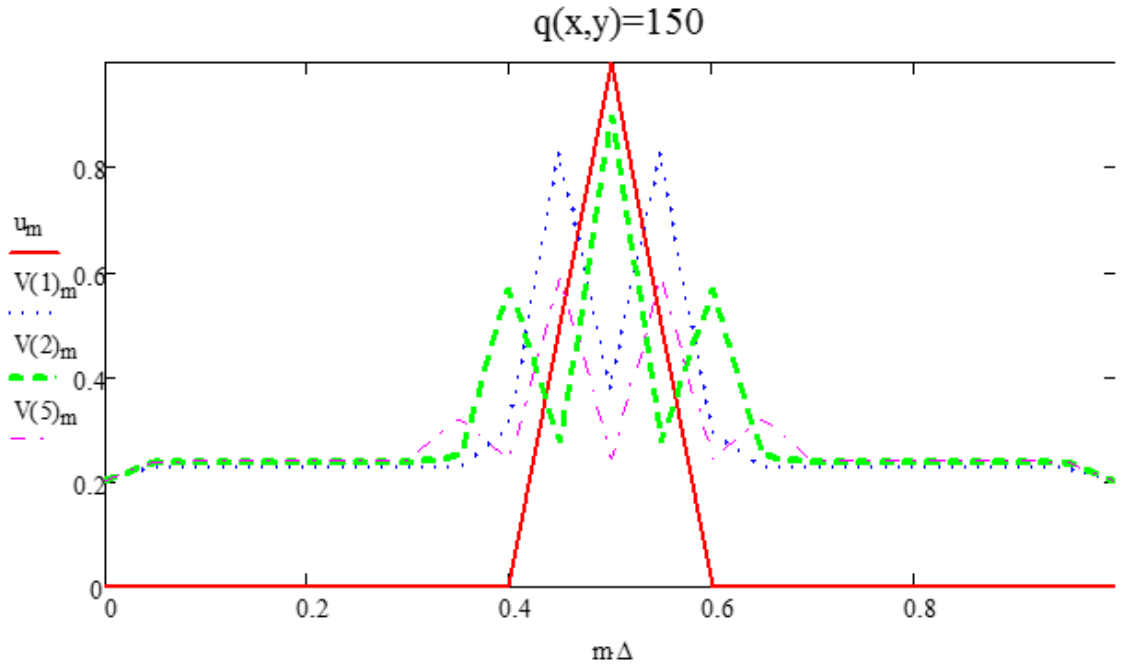

**10-сурет.** Ішкі жылу көзі бар жағдайдағы жылу алмасу

Енді жылу өткізгіштіктің сызықсыз жылу көзі бар D=u^2 түрін қарастырсақ:

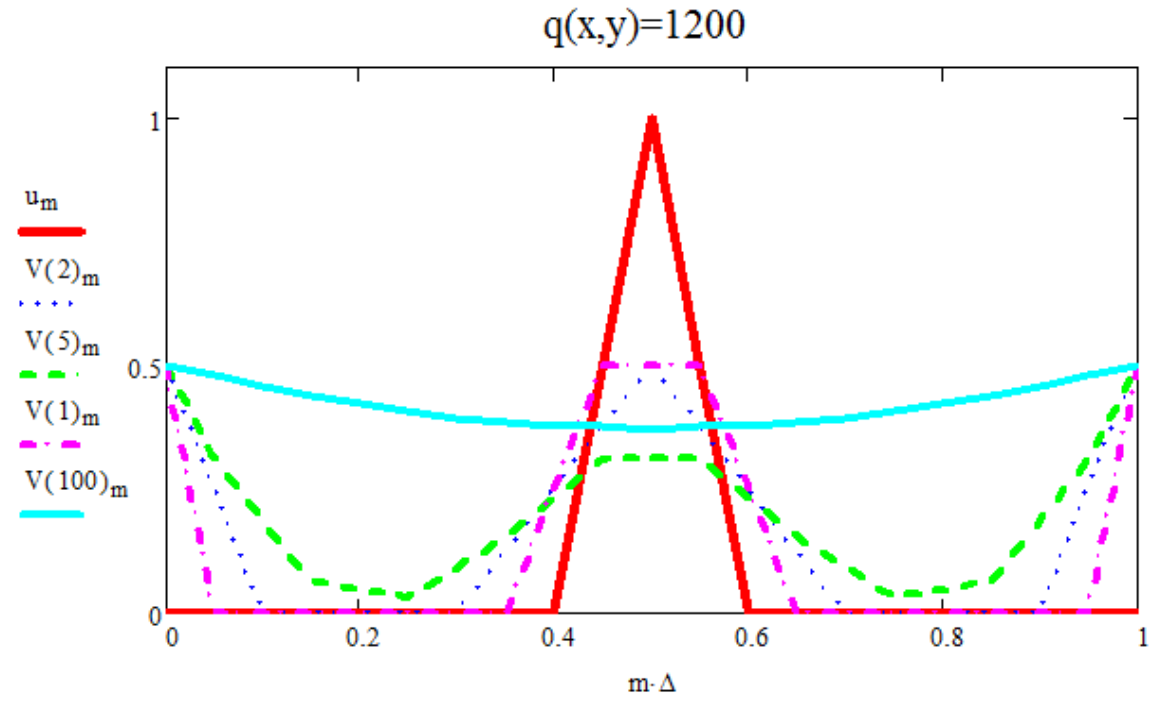



**11-сурет.** Жылу алмасудағы жану процесі

Бұл жерде жылу берілгеннен кейін әрмен қарай жану процесіне ұласады. Ал енді уақыт интервалын өзгертсек:

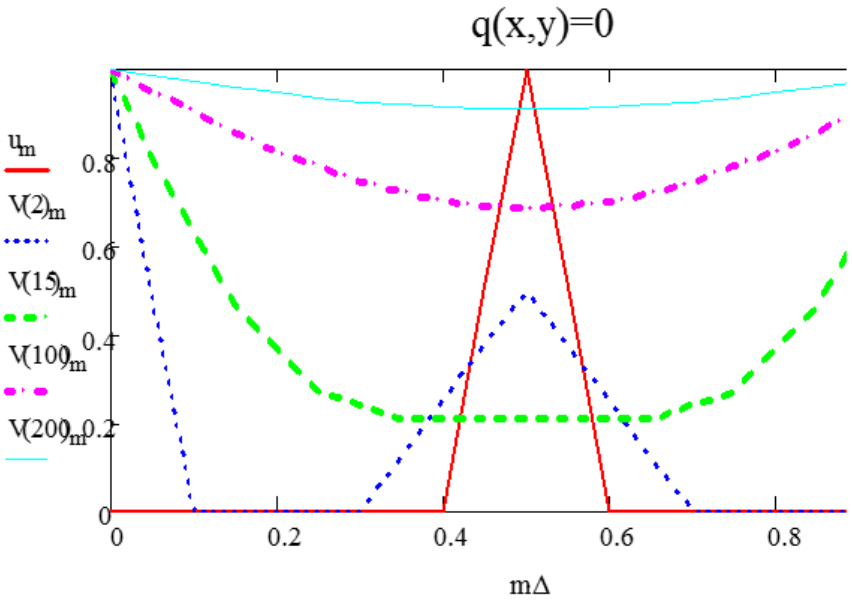



**12-сурет.** Уақыт интервалы үлкейгендегі жылу алмасу




**13-сурет.** Екі шетінен жылытылғандағы жылу алмасу

Графикте жылу алмасу нәтижесінде қарастырылған зат жана бастайды да, аз уақыттан соң, екі шетіндегі суытқыш есебінен өшеді. Келесі кезекте жылудың екі шетінен және ортасынан берілген кездегі жылу алмасуының моделін қарастырсақ:




**14-сурет.** Температурасы бірдей үш жерінен жылу беру

Осылайша берілген жұмыста ішкі және сыртқы жылу көздері болған немесе болған жағдайлардағы Фурье теңдеуіне негізделген жылуөткізгіштік есебінің математикалық моделі тұрғызылып, MathCad бағдарламалық пакетінде оның графикалық кескіндері алынды.

ӘДЕБИЕТТЕР:

[1] Вукалович М.П. Термодинамические свойства газов. - М.: Машгиз, 1959. - 457 с.

[2] Кутателадзе С.С., Боришанский В.М. Справочник по теплопередаче. - М.: Гостехиздат, 1959.- 414 с.

[3] Казанцев Е.И. Промышленные печи. - М.: Металлургия, 1975.- 368 с.

[4] Миснар В.Д. Теплопроводность твёрдых тел, газов и жидкостей. - М.: Наука, 1973. - 445 С.

[5] Исаченко В. П. Теплопередача. - М.: Энергия, 1969. - 439 с.

[6] Ривкин С. Л., Александров А.А. Теплофизические свойства воды и водяного пара. - М.: Энергия, 1980. - 80 С. 7. Крейт Ф., Блэк У. Основы теплопередачи. - М.: Мир, 1983. – 511 с.

[7] Гуляев В.А. Оборудование предприятий торговли и общественного питания. Полный курс: Учебник. - М.: Инфра - (Серия «Высшее образование») М, 2002. - 543с.

[8] Недужий И.А., Алабовский А.Н. Техническая термодинамика и теплопередача. - К.: Высшая школа, 1981.- 248 с.

[9] Нащокин В.В. Техническая термодинамика и теплопередача. - М.: Высшая школа, 1980.-469 с.

[10] Dawal S.Z., Taha Z. The effects of job organizational factors on job satisfaction in two automotive industries in Malaysia // Journal of Human Ergo logy. – 2007. - Vol. 36, № 2. – P. 63-68.

[11] Donnelly T., Mellahi K., Morris D. The European automobile industry: Escape from parochialism // European Business Review. – 2002. - Vol. 14, № 1. – P. 30-39.

[12] Richardson M., Danford A., Stewart P., Pulignano V. Employee participation and involvement: Experiences of aerospace and automobile workers in the UK and Italy // European Journal of Industrial Relations. – 2006. - Vol.16, №1. – P. 21-37.

[13] Sturgeon T.J., Van Biesebroeck J., Gereffi G. Value chains, networks, and clusters: Reframing the global automotive industry // Journal of Economic Geography. – 2008. - Vol.8, №3. – P. 297-321.

[14] Wang C., Chen J., Zou J. Decomposition of energy-related $CO_2$ emission in China: 1957–2000 // Energy. – 2005. - Vol. 30. – P. 73-83.

[15] Maxwell J.C. Collected Scientific Papers of Cambridge. - Cambridge University Press, 1890. – Vol.11. – 625 p.

Оспанова Ш., Жұмабаев Ә., Нурмуханова А., Рахимжанова Л., Чигамбаева Н.

**Решение задачи теплопроводности на основе граничных условии с помощью пакета mathcad**

**Резюме.** В данной работе представлена процедура расчета теплопроводности тела при помщи программного пакета MathCad. В работе предложены методы построения графиков различных функций, их уравнения и граничные условия. При распространении тепла с каждой стороны тела показаны их графики распределения. В то же время построены граничные условия и шаблоны уравнений для задачи о теплообмене.

**Ключевые слова.** Теплоперенос, теплопроводность, шаблон, граничные условия, теплообмен.

УДК 538.977; 539.194

**A.S. Istlyaup, L.N. Myasnikova**
(K. Zhubanov Aktobe Regional State University, Aktobe, Kazakhstan
E-mail: i.asel_94@mail.ru, myasnikova_ln@mail.ru)

# SIMULATION OF THE BAND STRUCTURE AND DENSITY OF STATES OF ALKALI HALIDE NANOCRYSTALS NaX (F, Cl, Br, I)

**Abstract.** To calculate certain properties (structural, electronic, dynamic and thermodynamic) of NaF, NaCl, NaBr and NaI nanocrystals, a systematic study is carried out using both full-potential and plane wave pseudopotential methods. This paper presents the results of computer simulation of alkaline halide nanocrystals based on Na (NaCl, NaF, NaBr and NaI) based on the Quantum Wise Atomistix ToolKit Virtual NanoLab program based on the GGA functionality. We also calculated the density of states and the total energy of sodium alkali halide nanocrystals at a temperature of 1 K in the framework of the generalized gradient approximation. By the characteristic form of the density of states, it has been established that these objects should be attributed to quantum dots. The results obtained are fundamental and can be useful in the study of nanocrystals.

**Keywords:** nanocrystals NaCl, NaF, NaBr and NaI, band structure, density of states, total energy, computer simulation, GGA functional.

## Introduction

Alkali halide nanocrystals consisting of alkali metal atoms and halides have special mechanical, chemical, electrical and optical properties. We know that the data of their properties cannot be explained in the framework of the traditional approximation. Sodium alkali halide nanocrystals NaF, NaCl, NaBr and NaI are the most simple and descriptive ionic crystals. Alkali halide nanocrystals NaF, NaCl, NaBr and NaI crystallize in the environment in rocks (B1) and have a wide range of interesting physical properties, including high melting, good mixing and large friable slits. In addition, these sodium alkali halide nanocrystals are used as technological mixtures in the form of infrared optical windows and optoelectronic devices [1].

A deep understanding of the optical properties of solids is impossible without a detailed knowledge of their energy electronic structure. Electronic processes in ionic crystals are considered on the basis of the approximate quantum-mechanical theory developed by Bloch, Wilson, and others, which was called the band theory. [2]. In the band theory, the motion of electrons and nuclei is separated in the framework of the adiabatic Born-Oppenheimer approximation [3].

The study of the spatial distribution of the electron density in an alkali halide nanocrystal showed that the crystals of this family are built of alternating negative and positive ions. The intervals between the ions, the electron density decreases to almost zero. Alkali halide nanocrystals are constructed from ions with closed electron shells with a configuration of noble ions [4]. The electron density distribution for such ions in cubic crystals has a good approximation of spherical symmetry, therefore, the nature of its interaction with the surrounding ions does not depend on direction [5].

Simulation of the indicated sodium alkali halide nanocrystals was carried out on the basis of the QuantumWise Atomistix ToolKit Virtual NanoLab program. Within the framework of the generalized gradient approximation, a description of the band gap of these nanoobjects was given [6].

## Description of the object and methods of research

The objects under study, more precisely the sodium alkali halide nanocrystals, consisting of 27 ions, are a negatively charged cube with indices (j, k, i) = (3, 3, 3) and with symmetry $O_h$ (figure 1) [7]. The isolated alkali metal atoms Na and the halides Cl, F, Br and I have the following electronic configurations:

- for NaCl: $Na^0$ – $1s^22s^22p^63s^1$, $Cl^0$ – $1s^22s^22p^63s^23p^5$. In the NaCl matrix, the ions of the corresponding elements assume the following electronic configuration – $Na^+$ – $1s^22s^22p^6$, $Cl^-$ – $1s^22s^22p^63s^23p^6$. As a result, the valence electron located on the outer shell of $Na^0$ completely passes to $Cl^0$.

- for NaF: $Na^0$ – $1s^22s^22p^63s^1$, $F^0$ – $1s^22s^22p^5$. According to the above mentioned principle, the valence electron located on the outer shell of $Na^0$ goes completely to $F^0$ and takes the following electron configuration - $Na^+$ – $1s^22s^22p^6$, $F^-$ – $1s^22s^22p^6$.

- for NaBr: $Na^0$ – $1s^22s^22p^63s^1$, $Br^0$ – $1s\ ^22s\ ^22p\ ^63s\ ^23p^64s\ ^23d^{10}4p^5$. According to the above mentioned principle, the valence electron located on the outer shell of $Na^0$ goes completely to $Br^0$ and takes the following electron configuration - $Na^+$ – $1s^22s^22p^6$, $Br^-$ – $1s\ ^22s\ ^22p\ ^63s\ ^23p^64s\ ^23d^{10}4p^6$.

- for NaI: $Na^0$ – $1s^22s^22p^63s^1$, $I^0$ – $1s\ ^22s\ ^22p\ ^63s\ ^23p^64s\ ^23d^{10}4p^65s^24d^{10}5p^5$. As in the previous cases, the valence electron located on the outer shell of $Na^0$ completely passes to $I^0$ and eventually adopts the following electron configuration - $Na^+$ – $1s^22s^22p^6$, $I^-$ – $1s\ ^22s\ ^22p\ ^63s\ ^23p^64s\ ^23d^{10}4p^65s^24d^{10}5p^6$.

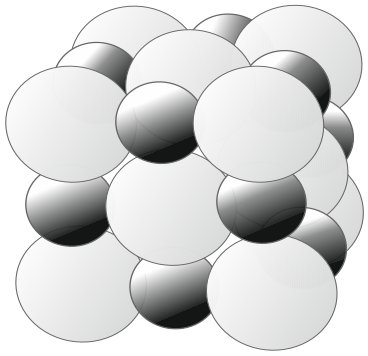


**Figure 1.** The structures of sodium alkali halide nanocrystals with 27 lattice sites (3×3×3)

The total energy calculations are performed using the full potential of the linearized plane wave. Exchange and correlation effects were processed using GGA [8-9].

For a face-centered alkali-halide crystal, the first Brillouin zone is a fourteen-tetrahedron in the form of a truncated octahedron; six faces have the form of squares, eight - the form of regular hexagons [10]. The Γ-point lies in the center of the first Brillouin zone (k = 0), the X-point lies in the center of the square plane, the L-point is at the center of the hexagon. Along the [100] axis, the value of the wave vector changes from 0 to kx, along the [111] direction from 0 to kL. In all alkalihalide crystals, the maximum of the valence band and the minimum of the conduction band are located in the center of the Brillouin zone (point Γ). The upper hole zones are formed from the pstates of the halogen and have a negative dispersion typical of the p-bands. The bottom of the conduction band has an s-character, the effective mass of the electron is isotropic and has a value of the order of (0.5-1)$m_0$ [11-12].

Computer simulation of these nano-objects was carried out within the framework of generalized gradient approximation (GGA) [13].

The Generalized Gradient Approximations (GGA) denotes local exchange-correlation functionals, where the functional depends on both the local value and the local gradient of the density

$$E^{GGA}[n] = \int n(r)\varepsilon^{GGA}(n(r), |\Delta n(r)|)dr.$$

The main parameters of the computing resource: 8 core processor Intel(R) Core(TM) i7-4790 CPU @ 3.6 GHz, 8 GB RAM, type of system – 64-bit operating system, operating system – Windows 8.1.

**Simulation results**

Using the computer simulation based on the Quantum Wise Atomistix ToolKit Virtual NanoLab program, the following results of the forbidden zones of sodium alkali halide nanocrystals at a temperature of 1K in the functional GGA approximation were obtained: according to the results obtained, a NaCl nanocrystal with parameters (3×3×3) has a band gap of -10.63 eV. Accordingly, the following studied objects with similar lattice parameters have the following values of the forbidden zones: nanocrystal NaF – -10,5 эВ, nanocrystal NaBr – -10,12 эВ and nanocrystal NaI – -9,43 эВ. The images of the forbidden zones of the indicated sodium alkali halide nanocrystals are given in Figure 2.

Using the Quantum Wise Atomistix ToolKit Virtual NanoLab software, state density spectra of 27 ionic NaX nanocrystals (NaCl, NaF, NaBr and NaI) were obtained at a temperature of 1K (Figure 3). As can be seen in the figures below, the primary maximum of the density spectrum of a NaCl nanoobject manifests itself at –15 eV of energy at 70.39 $eV^{-1}$, at intervals of energy of –5 and –2 eV at 95.58 $eV^{-1}$, at 0 eV of energy shows 10.92 $eV^{-1}$, with a cascade of 1 and 5 eV - 42.95 $eV^{-1}$, with a cascade of 7 and 11 eV - 84.52 $eV^{-1}$, and with values of 12 and 16 eV, the maximum is 67.57 $eV^{-1}$.

Further, the same indicators for the NaF nanocrystal are manifested by - 21 eV of energy in the value of 102.26 $eV^{-1}$, on -3 eV in the value of 109.89 $eV^{-1}$, with a cascade of 0 and 12 eV, the maximum is 65.08 $eV^{-1}$, and at 14 eV is 33 , 62 $eV^{-1}$ [14-15].

The NaBr nanocrystal shows up to - 15 eV of energy in the value of 63.94 $eV^{-1}$, in the cascade from -5 eV to -2 eV in the value of 75.16 $eV^{-1}$, at 0 eV - 11.16 $eV^{-1}$, in the cascade of 1 to 10 eV is 61.39 $eV^{-1}$, and when the cascade of 13-15 eV is 52.5 $eV^{-1}$.

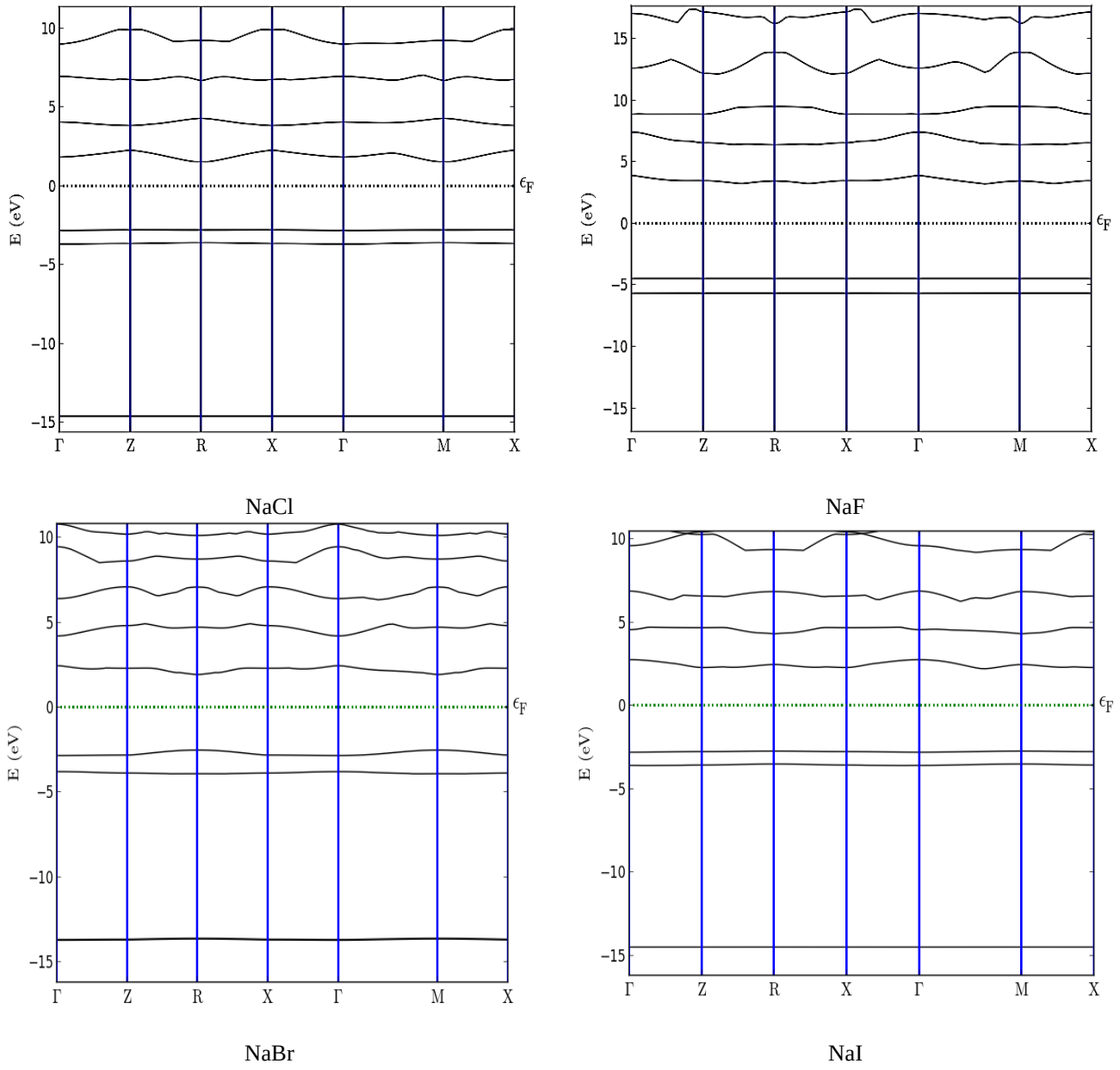



**Figure 2.** The forbidden zone of nanocrystals NaCl, NaF, NaBr and NaI

At the NaI nanocrystal, the primary maximum appears at - 13 eV of energy in the value of 56.18 $eV^{-1}$, in the cascade from -6 eV to -2 eV in the value of 108.94 $eV^{-1}$, at 0 eV - 11.37 $eV^{-1}$, in the cascade of 1 to 15 eV the maximum is 76.20 $eV^{-1}$.

Table 1 shows the indicators of the total energy of sodium alkali halide nanocrystals NaCl, NaF, NaBr and NaI.

Table 1. **The total energy of nanocrystals NaCl, NaF, NaBr and NaI**

| Nanocrystals | Total energy, eV |
|---|---|
| NaCl | -6116.72893 eV |
| NaF | -8510.89296 eV |
| NaI | -8841.74490 eV |
| NaBr | -6558.93371 eV |

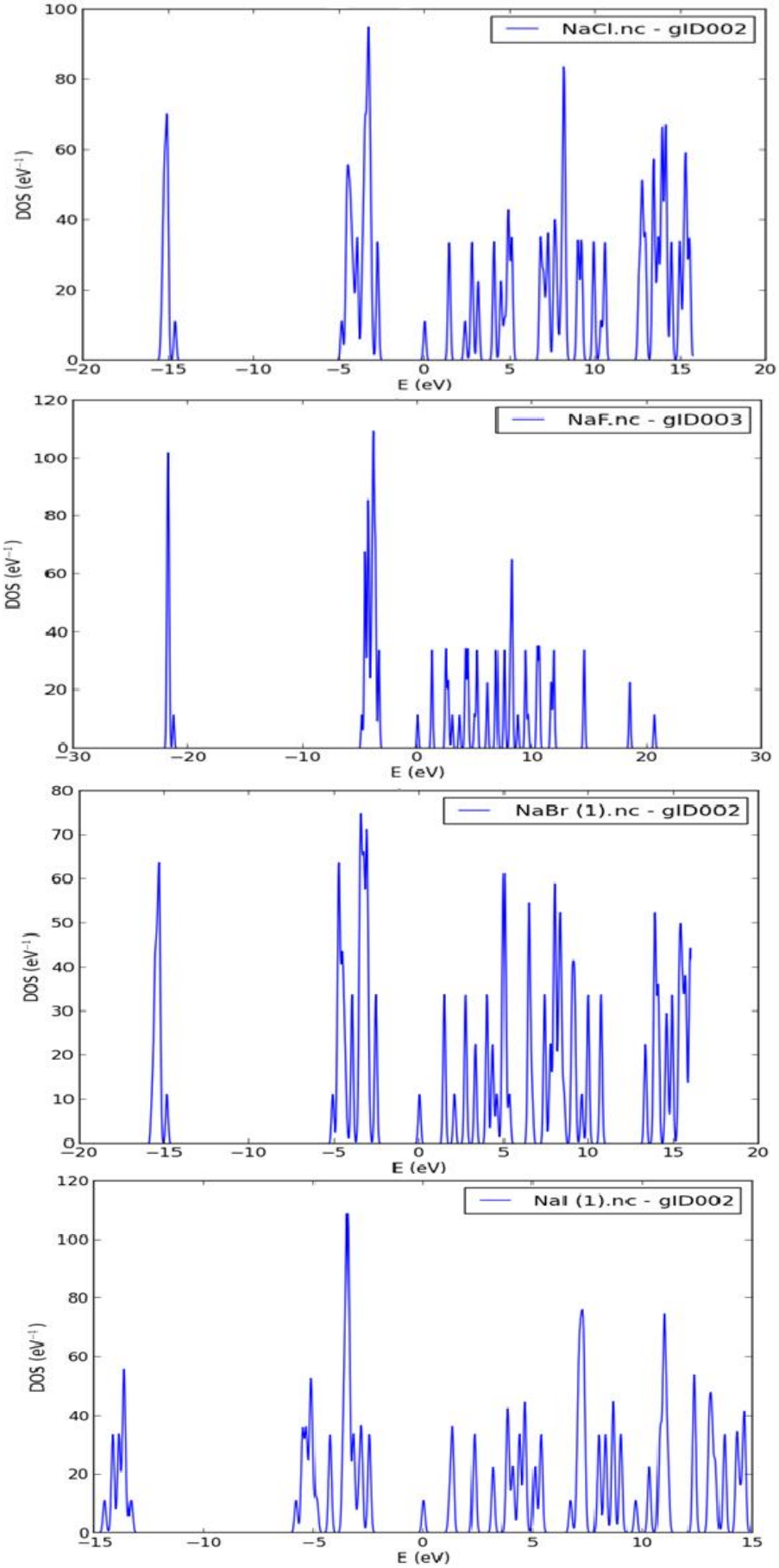



**Figure 3.** The density spectra of nanocrystals NaCl, NaF, NaBr and NaI

Even if the total energy values here do not depend on the geometrical arrangement of the ions, they still depend on the number of ions in the objects under study. Indicators of the total energy of sodium alkali-halide nanocrystals given in the table are comparable with indicators from previously encountered literatures.

**Discussion**

This paper presents the results of computer simulation of alkaline halide nanocrystals based on Na (NaCl, NaF, NaBr and NaI) based on the Quantum Wise Atomistix ToolKit Virtual NanoLab program based on the GGA functionality. We also calculated the density of states and the total energy of sodium alkali halide nanocrystals at a temperature of 1 K in the framework of the generalized gradient approximation. By the characteristic form of the density of states, it has been established that these objects should be attributed to quantum dots.

REFERENCES

[1] Messaoudi I.S., Zaoui A., Ferhat M. Band-gap and phonon distribution in alkali halides // Physica status solidi (B). – 2014. – DOI 10.1002/pssb.201451268.

[2] Myasnikova L.N., Istlyaup A.S., Sergeyev D.M., Shunkeyev K.Sh. Simulation of the band structure and density of states of NaCl nanocrystal // Вест.АРГУ. – 2018. – Т1.№51. –С 8-14.

[3] Robert L. Whetten. Alkali Halide Nanocrystals // Acc. Chem. Rev. – 1993. – Vol. 26. – P. 49-56.

[4] Li X., Beck R.D., Robert L. Whetten. Photon-Stimulated Ejection of Atoms from Alkali-Halide Nanocrystals // Physical Review Letters. – 1992. –V 68. - №23. – P. 3420-3423.

[5] Rainer D. Beck, Pamela St. John, Margie L. Homer, Robert L. Whetten. Demetallization of alkali/alkali-halide clusters: impact-induced fragmentation of cubic $Na_{14}F_{12}$ // Chemical physical letters. – 1991. – Vol. 187. – N 1,2. – P. 122-128.

[6] Myasnikova A., Mysovskya A., Paklin A., Shalaev A. Structure and optical properties of copper impurity in LiF and NaF crystals from ab initio calculations //Chemical Physics Letters. – 2015. – Vol.633. – P. 218-222.

[7] Lushchik Ch., Lushchik A. Evolution of Anion and Cation Excitons in Alkali Halide Crystals // Physics of the Solid State. – 2018. – Vol. 60. – No. 8. – P. 1487–1505.

[8] Shunkeyev K., Sergeyev D., Myasnikova L., Barmina A., Shunkeyev S., Zhanturina N., Aimaganbetova Z. Vacancy Dipole Currents of Thermostimulated Depolarization in a Plastically Deformed KCl Crystal //Russian Physics Journal. – 2014. – Vol. 57, №.4. – P.451-458.

[9] Lushchik A., Lushchik Ch., Vasil'chenko E., Popov A.I. Radiation creation of cation defects in alkali halide crystals: Review and today's concept // Low Temperature Physics. – 2018. – Vol. 44. – No. 4. – P. 357-367.

[10] Shunkeyev K., Zhanturina N., Aimaganbetova Z., Myasnikova L., Barmina A., Sagimbaeva Sh., Sergeyev D. Features of the action of an uniaxial deformation on the radiative annihilation of excitons in KBr crystal // Journal of Physics: Conf. Series. – 2018. – Vol. 1115. – 052010.

[11] Pamela M. St. John, Rainer D. Beck, Robert L. Whetten. Reactions in Cluster-Surface Collisions // Physical review letters. – 1992. – Vol. 69. – N 9. – P. 1467-1470.

[12] Lumeau J., Chamma K., Glebova L., Glebov L. X-ray diffraction study of NaF nano-crystals in photo-thermo-refractive glass // Journal of Non-Crystalline Solids. – 2014. – Vol. 405. – P. 188–195.

[13] Bryukvina L., Ivanov N., Nebogin S. Relationships between lithium and sodium nanoparticles and color centers formation in LiF and NaF crystals with hydroxide and magnesium ions impurities // Journal of Physics and Chemistry of Solids. – 2018. – doi: 10.1016/ j.jpcs.2018.04.001.

[14] Popov, A.I., Lushchik, A., Kotomin, E. Low-temperature radiation effects in wide gap materials // Fizika Nizkikh Temperatur. – 2016. – Vol. 42. – P. 687–688.

[15] Kuzovkov, V.N., Popov, A.I., Kotomin, E.A., Vasil'chenko, E., Lushchik, A. Theoretical analysis of the kinetics of low-temperature defect recombination in alkali halide crystals // Fizika Nizkikh Temperatur. – 2016. – Vol. 42. – P. 588-593.

Истляуп А.С., Мясникова Л.Н.

**Моделирование зонной структуры и плотности состояния нанокристаллов NaX (F, Cl, Br, I)**

**Аннотация.** Для расчета определенных свойств (структурных, электронных, динамических и термодинамических) нанокристаллов NaF, NaCl, NaBr и NaI проводится систематическое исследование с использованием как полнопотенциальных, так и плоских волновых псевдопотенциальных методов. В данной работе представлены результаты компьютерного моделирования проведенного на базе программы Quantum Wise Atomistix ToolKit Virtual NanoLab щелочногалоидных нанокристаллов на основе Na (NaCl, NaF, NaBr и NaI) в функциональности GGA. Так же в работе рассчитаны плотность состояний и полная энергия натриевых щелочногалоидных нанокристаллов при температуре 1К в рамках обобщенных градиентных приближений. По характерному виду плотности состояний установлено, что указанные объекты следует отнести к квантовым точкам. Полученные результаты являются фундаментальными и могут быть полезными при исследовании нанокристаллов.

**Ключевые слова:** нанокристаллы NaCl, NaF, NaBr и NaI, зонная структура, плотность состояний, полная энергия, компьютерное моделирование, фунционал GGA.

УДК 538.9; 539.2

**E.A. Zhakanbaev, V.N. Volodin, Yu.ZH. Tuleushev,**
(Institute of Nuclear Physics RK, Almaty, Kazakhstan.
E-mail: lab_ipt@mail.ru)

## SYNTETH NEW PHASE $MoCd_2$ IN FILM COATINGS OF MOLYBDENUM-CADMIUM SYSTEM

Ion-plasma sputtering and codeposition of Mo and Cd ultrafine particles have been used for the first time to prepare solid solutions that are alloys with a concentration up to 57.3 at.% Cd in the film; this confirms the thermal-fluctuation and coalescence of small particles. When coatings are formed by molybdenum and cadmium nanolayers less than 2 nm in the concentrations range of 60-66 at.% Cd, a new phase was found that was prepared directly in the course of film coating formation; it was identified as the $MoCd_2$ compound with a tetragonal face-centered lattice, with the parameters $a$ = 0.78231 nm and $c$ = 0.77039 nm. X-ray diffraction diffraction data for the identification of the intermetallic compound were determined. The unit cell of $MoCd_2$ has been constructed.

Upon accumulation in the lattice, cadmium first replaces the molybdenum atom in the center of the unit cell, then another cadmium atom is embedded in the molybdenum lattice, replacing the atom at one of the cube corners and accompanied by a cubic-to-tetragonal cell transformation where the cadmium atoms are embedded in pairs on the side faces of the cell in the $MoCd_2$ compound.

Thermal stability of the intermetallic compound is limited by 200°C. Synthesized phase of $MoCd_2$ has a metallic type of conductivity.

**Key words**: ion-plasma sputtering, ultradispersed particles of molybdenum and cadmium, x-ray diffraction analysis

УДК 538.9; 539.2

**Е.А. Жаканбаев, В.Н. Володин, Ю.Ж. Тулеушев**
(Институт ядерной физики РК, Алматы, Республика Казахстан,
E-mail: lab_ipt@mail.ru)

## СИНТЕЗ НОВОЙ ФАЗЫ $MoCd_2$ В ПЛЕНОЧНЫХ ПОКРЫТИЯХ СИСТЕМЫ МОЛИБДЕН-КАДМИЙ

Соосаждением ультра дисперсных частиц молибдена и кадмия, распыленных в плазме низкого давления на перемещающиеся подложки впервые получены твердые растворы – сплавы металлов, несмешивающихся при традиционных методах получения. Тем самым подтверждена теория термофлуктуационного плавления и коалесценции малых частиц, результатом которых стали сплавы на основе молибдена и кадмия. Показано, что при концентрации 60-66 at.% Cd образуется новая фаза, идентифицированная как $MoCd_2$, получена во время формирования пленочного покрытия Эта фаза имеет тетрагональную гранецентрированную решетку с параметрами $a$ = 0.78231 nm, $c$ = 0.77039 nm . Определены рентгенографические данные для идентификации интерметаллида. Термическая стойкость нового интерметаллида ограничена 200°C.

**Ключевые слова:** ионно-плазменное распыление, ультрадисперсные частицы молибдена и кадмия, рентгеноструктурный анализ

### ВВЕДЕНИЕ

Современный технический прогресс предъявляет все более высокие требования к конструкционным и функциональным металлическим материалам [1]. Ключевым среди них является требование многофункциональности, т.е. сочетания в одном и том же материале высоких и часто трудно сочетаемых механических, физических и химических свойств. Стандартные материаловедческие принципы формирования структуры и свойств, основанные на традиционных термических и деформационных воздействиях на твердое тело, уже не способны удовлетворять этим требованиям. Ключом к получению новых необычных свойств материалов является создание в них новых, ранее неизвестных структурных состояний, а способом создания таких структур являются экстремальные воздействия на твердые тела. Одним из таких видов экстремального воздействия является механосплавление, позволяющее существенно расширить зону взаимной растворимости металлов [2]. Примером другого вида экстремального воздействия на металлы, позволяющего получать новые фазы является технология ионно-плазменного осаждения чередующихся слоев

металлов наноразмерной толщины [3-6]. Одним из вариантов выбора несочетаемых металлов являются молибден и кадмий.

К настоящему времени диаграмма состояния системы молибден-кадмий не построена [7]. Сведения о структуре каких-либо фаз и соединений, кроме молибдена и свинца, в таблицах ICPDS (ранее ASTM) и других справочных изданиях отсутствуют.

Целью настоящей работы является определение возможности формирования сплавов системы молибден-кадмий с учетом размерного фактора, концентрационных пределов существования ТР, получения и идентификации интерметаллического соединения и установление структуры полученных сплавов в пленочных покрытиях.

**МЕТОДЫ**

Материал для исследования – пленки системы молибден-кадмий, полученные соосаждением ультрадисперсных частиц металлов, полученных ионно-плазменным распылением. В экспериментах использованы молибден с содержанием 99,9 mas. % основного элемента и кадмий (99,99 mas.%). Методика формирования образцов сплавных покрытий заключалась в ионно-плазменном распылении молибдена и кадмия и их совместном осаждении на перемещающиеся относительно потоков плазмы подложки в виде субслоев толщиной порядка 1 nm, до суммарной толщины пленки 1.5-2 μm.

Составом покрытия управляли изменением соотношения мощностей, подаваемых на распыляющие молибден и кадмий магнетроны. Соотношение осажденных металлов контролировали весовым методом по количеству распыленного и осажденного металлов во время формирования покрытия. Толщину пленки определяли методом резерфордовского обратного рассеяния протонов на тандемном ускорителе УКП-2-1 и расчетным путем на основании количества осажденных металлов.

Рентгеноструктурные исследования выполнены на дифрактометре D8 Advance фирмы Bruker с медным излучением $\lambda_{k\alpha}$ = 0.154051 nm с графитовым монохроматором. Значение параметров решетки вычислено как среднее при использовании всех дифракционных линий от идентифицируемой фазы.

Исследование тонкой структуры покрытия выполнено с использованием электронного микроскопа JEM-2100 (JEOL) при ускоряющем напряжении 200 kV.

**РЕЗУЛЬТАТЫ** С целью определения концентрационных границ существования твердых растворов в системе Mo-Cd ионно-плазменным напылением с учетом размерного фактора сформированы образцы покрытий с концентрацией кадмия от 0.45 до 97.6 at. %.

При исследовании структуры установлено, что при концентрации кадмия в покрытии от 0.45 до 57.3 at.% покрытия представлены твердыми растворами кадмия в молибдене с оцк-структурой и линейно изменяющимся в зависимости от концентрации кадмия параметром решетки. При концентрации 65.4 at.% Cd зафиксированы рефлексы от неизвестной ранее фазы, которую мы сначала обозначили как х-фаза. При концентрации 68.7 at.% к рефлексам от х-фазы добавляются рефлексы от кадмия, которые с ростом концентрации кадмия становятся доминирующими и при концентрации кадмия в покрытии 97.6 at.% рефлексы от х-фазы на дифрактограмме не зафиксированы. На рис.1 представлены дифрактограммы покрытий с содержанием кадмия 60.6 (спектр 1), 65.4 (спектр 2) и 69.9 (спектр 3) at.%. На рис. 2 представлена зависимость параметра решетки в нанометрах твердых растворов кадмия в молибдене от концентрации кадмия в атомных процентах.

Представленная зависимость описывается линейным уравнением $a$ (nm) = $0.0002C_{Cd}$ + 0.3137, где $C_{Cd}$ – концентрация кадмия (at.%). При концентрации кадмия 60.6 at.% в покрытии возникает ранее никогда не наблюдавшаяся фаза, которую мы обозначили как х-фаза.

Для того, чтобы ответить на вопрос, действительно ли это новая фаза, надо ответить на следующие вопросы: Как влияют на возникновение условия напыления? Какой состав этой фазы? Как выглядит элементарная ячейка?

Для ответа на первый вопрос было напылено два практически идентичных по составу покрытия, но отличающиеся друг от друга толщиной единичных слоев молибдена и кадмия, осаждаемых за один проход подложки мимо магнетрона. Для изменения толщины единичных слоев молибдена и кадмия изменяли скорость перемещения подложек при движении мимо распыляющих металлы магнетронов. При большой скорости перемещения толщина единичных слоев получается меньше, чем при малой скорости. На рис. 3 приведены дифрактограммы, соответствующие этим покрытиям.

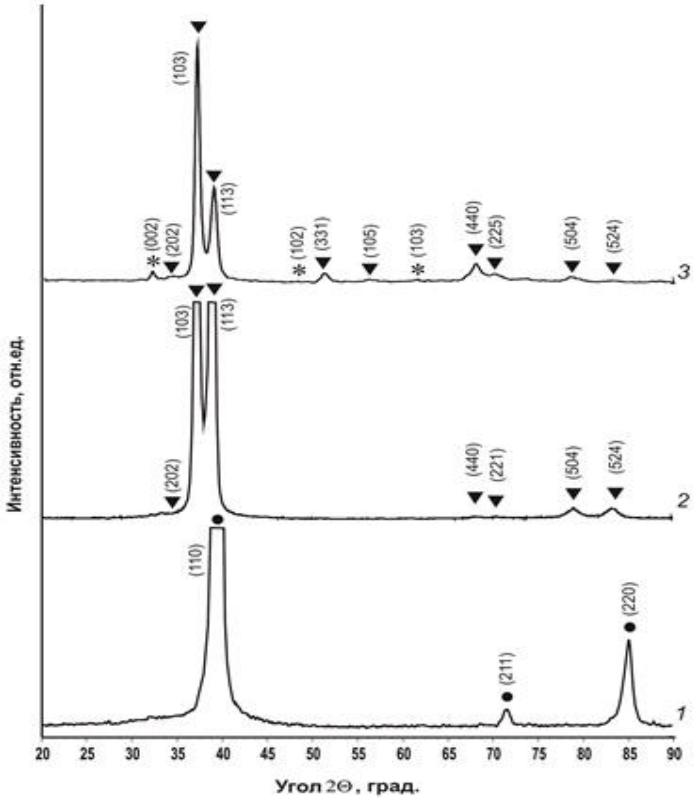



**Рис. 1.** Дифрактограммы покрытий системы молибден-кадмий с содержанием кадмия: 1 - 60.6 at.%, 2 – 65.4 at.%, 3 – 69.9 at.%. • - твердый раствор Cd в Mo; ▼ - x-фаза; ∗ - Cd.

На дифрактограмме на рис 3 (a) мы видим рефлексы от твердого раствора кадмия в молибдене с параметром решетки $a$ = 0.3274±0.0004 nm, кадмия и начинающей формироваться x-фазы. На дифрактограмме рис 2 (b) видны рефлексы от сформировавшейся x-фазы, которая эпитаксиально сродственна твердому раствору кадмия в молибдене с $a$ = 0.3281 nm. Из этого сопоставления видно, что основную роль в формировании новой фазы играет наноразмерное легирование [8]. При напылении покрытия с содержанием кадмия 65.4 at.% и толщиной единичных слоев молибдена 0.48 nm/слой и кадмия 1.15 nm/слой получаем хорошо сформированную x-фазу, как показано на рис. 1 (спектр 2). Таким образом, мы видим, что для формирования x-фазы необходимо попасть в концентрационный интервал 60.6 – 68.7 at.% Cd и, при этом, иметь толщину единичных слоев молибдена и кадмия, удовлетворяющих условиям наноразмерного легирования, т.е. меньше 2 nm/слой.

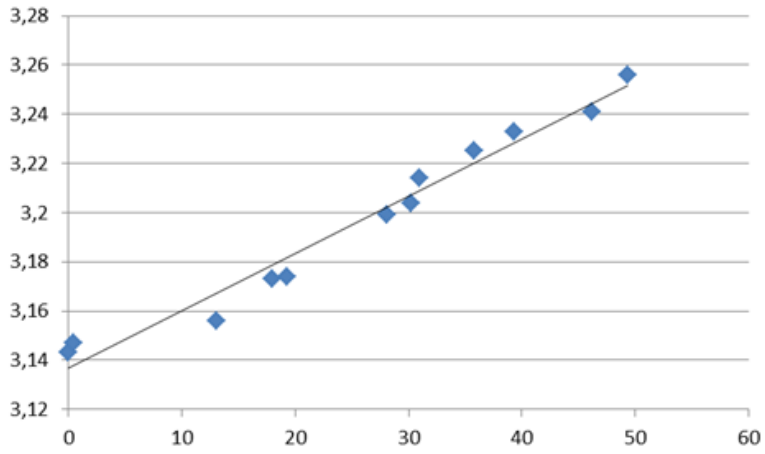



**Рис. 2** Зависимость параметра решетки твердого раствора кадмия в молибдене от концентрации кадмия

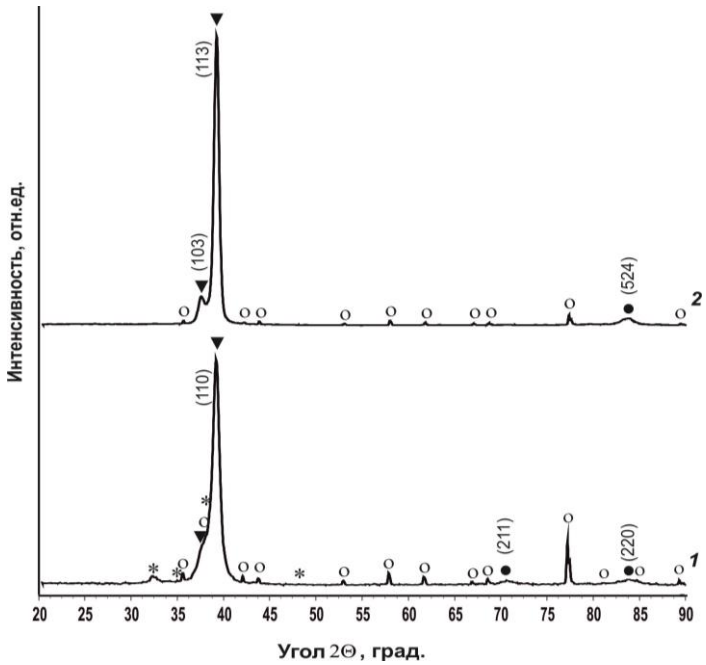


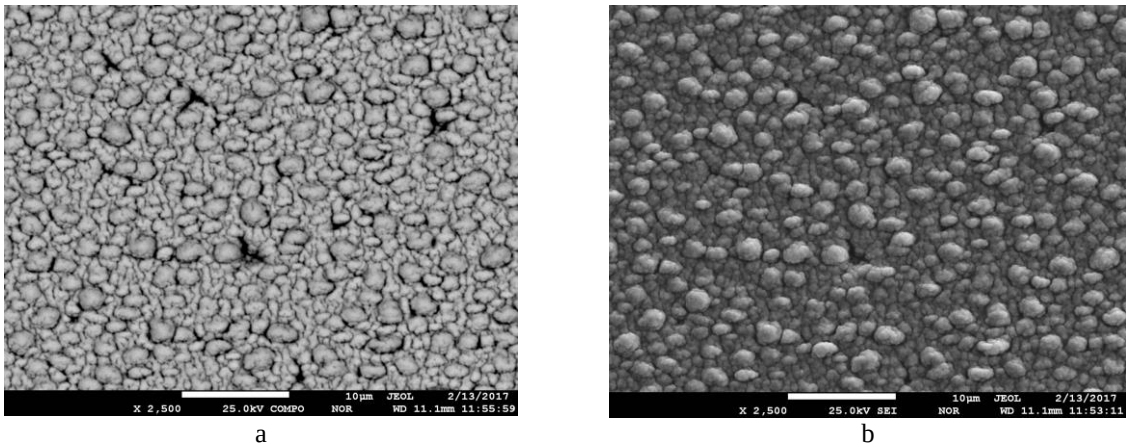

**Рис. 3** Дифрактограммы покрытия с содержанием кадмия 60.6 at.%, сформированных при напылении 3.5 nm/слой Mo и 7.6 nm/слой Cd (a) и 0.48 nm/слой Mo и 1.02 nm/слой Cd (b). ● - твердый раствор Cd в Mo; ▼ - x-фаза; ∗ - Cd; ○ – поликор ($\alpha$-$Al_2O_3$).

Таблица-1. **Межплоскостные расстояния $d_{hkl}$ и соответствующие им индексы Миллера hkl обнаруженной фазы**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $d_{hkl}$, nm | 0.2742 | 0.2437 | 0.2328 | 0.1791 | 0.1514 |
| hkl | (202) | (103) | (113) | (331) | (105) |
| $d_{hkl}$, nm | 0.1383 | 0.1344 | 0.1215 | 0.1160 | |
| hkl | (440) | (225) | (504) | (524) | |

В таблице 1 приведены межплоскостные расстояния $d_{hkl}$ этой впервые обнаруженной фазы и даны индексы Миллера этих рефлексов, рассчитанные по программе RTP [9]. В соответствии с результатами этих расчетов данная неизвестная фаза может быть описана тетрагональной элементарной ячейкой с параметрами $a$ = 0.78231 nm, $c$ = 0.77039 nm. Поскольку при образовании покрытия возможно влияние текстурированности, относительные интенсивности линий в таблице 1 не приведены.

На рис. 4 приведены изображения покрытия Mo-Cd с содержанием 69.9 at.% Cd.




a b

**Рис. 4**. Электронно-микроскопическое изображение пленочного покрытия системы молибден–кадмий с содержанием Cd 69.9 at. %. (a) – в режиме сравнения; (b) –в режиме рассеянных электронов. Увеличение ×2500.

Видно, что покрытие сформировано разновеликих кристаллитов округлой формы. В некоторых местах между кристаллитами видны поры.

Для ответа на второй поставленный вопрос - каков состав этой фазы – были проведены ТЕМ – исследования на электронном микроскопе JEM-2100 (JEOL). На рис. 5 представлен ТЕМ-снимок покрытия с концентрацией кадмия 68.0 at.%.

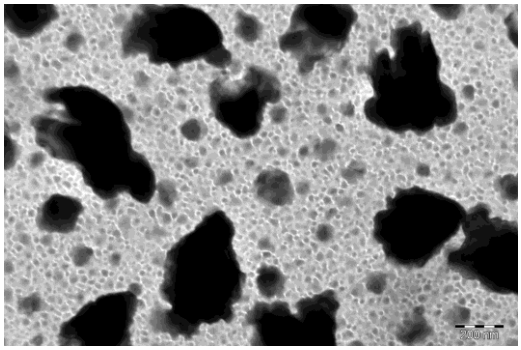


**Рис. 5** Микроструктура образца

Образец представляет собой пленку, на которой выращены частицы различных размеров и формы. Сама пленка фрагментирована и состоит из множества мелких частиц. Крупные частицы на образце имеют размеры, d = от 0.2 мкм до 0.5 мкм, и характеризуются островковой формой с неоднородной толщиной и рваными неровными краями. Частицы средних размеров имеют преимущественно глобулярную форму, а их размеры изменяются в диапазоне 40 -180 нм. Частицы с размерами менее 40 нм, которые можно условно отнести к мелкодиспесным, составляют основу пленки. На изображении крупные частицы имеют темный контраст из-за большей толщины, более мелкие по размеру частицы более прозрачны, что указывает на их меньшую толщину.

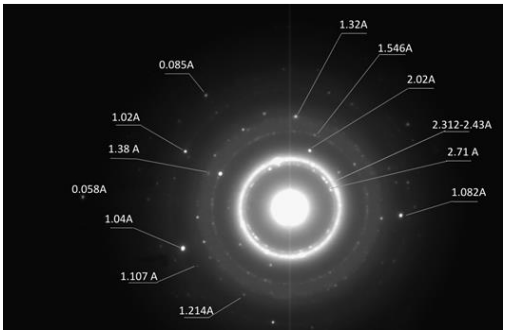



**Рис. 6** Расшифровка электронограммы (с длиной камеры 500мм)

На рисунке 6 приведена расшифровка электронограммы покрытия с концентрацией кадмия 68.0 at.%. На ней видно, что все линии, приведенные в таблице 3, имеют изображения в виде колец с соответствующими размерами.

Общее картирование, проведенное по результатам ЭДС-анализа, показывает, что молибден однородно распределен по всей поверхности образца и входит в состав частиц, кадмий локализуется в крупных частицах. Результат численной обработки спектра приведен в таблице 2.

Таблица-3. **Результат численной обработки спектра по методу количественного анализа CliffLorimerthinratiosection (безэталонный)**

| Элемент | Весовой % | Атомный% |
|---|---|---|
| Mo K | 33.92 | 37.55 |
| Cd L | 66.08 | 62.45 |
| Итоги | 100.00 | |

По результатам ЭДС-анализа мелкодисперсных образований в напыленной плёнке, а также зная концентрационный интервал появления х-фазы, можно смело утверждать, что в этой фазе соотношение кадмия к молибдену равно 2:1, и соответствует формуле новой фазы $MoCd_2$.

Для ответа на третий поставленный в статье вопрос на рис. 7 приведен общий вид элементарных ячеек твердого раствора кадмия в молибдене с концентрацией 50 at.% Cd (a), твердого раствора кадмия в молибдене с концентрацией 57.3 at.% Cd (b) и предполагаемый вид элементарной ячейки интерметаллида $MoCd_2$ (рис. 7), видно, что по мере накопления в решетке кадмий сначала замещает атом молибдена в центре элементарной ячейки (50 at.% Cd), затем при повышении концентрации кадмия еще один атом кадмия встраивается в решетку молибдена, замещая атом молибдена в одной из вершин куба (рис 6b, 56.2 at.% Cd) и при дальнейшем росте концентрации кадмия происходит трансформация элементарной ячейки, из кубической она становится тетрагональной и атомы кадмия попарно выстраиваются на боковых гранях элементарной ячейки (рис.6c, 66.6 at.% Cd).

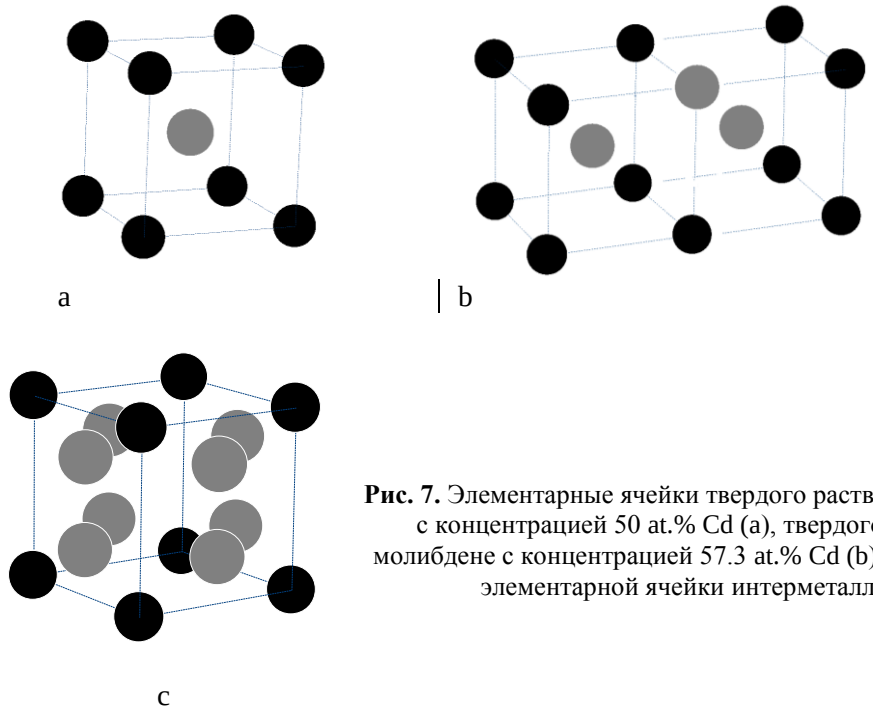



**Рис. 7.** Элементарные ячейки твердого раствора кадмия в молибдене с концентрацией 50 at.% Cd (a), твердого раствора кадмия в молибдене с концентрацией 57.3 at.% Cd (b) и предполагаемый вид элементарной ячейки интерметаллида $MoCd_2$ (c)

Проведенные исследования системы Mo-Cd позволяют построить фазовую диаграмму системы Mo-Cd (рис. 9), полученной с учетом наноразмерного легирования.

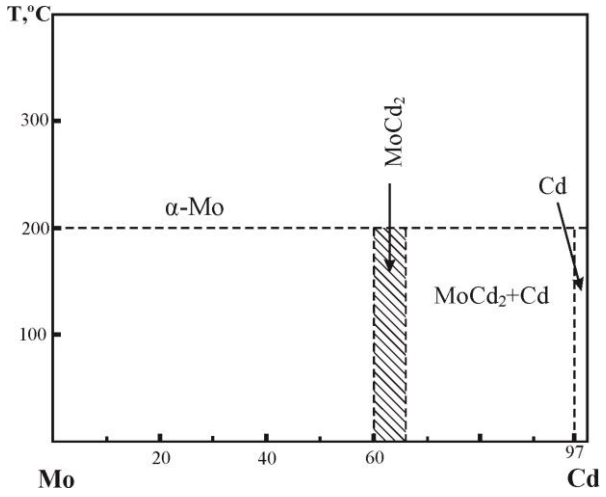



**Рис. 9**. Фазовая диаграмма системы молибден-кадмий, полученной при наноразмерном легировании

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Соосаждением ультрадисперсных частиц молибдена и кадмия, распыленных в плазме низкого давления на перемещающиеся подложки впервые получены твердые растворы – сплавы металлов, несмешивающихся при традиционных методах получения. Тем самым подтверждена теория термофлуктуационного плавления и коалесценции малых частиц, результатом которых стали сплавы на основе молибдена и кадмия. Показано, что при концентрации 60-66 at.% Cd образуется новая фаза, идентифицированная как $MoCd_2$, получена во время формирования пленочного покрытия Эта фаза имеет тетрагональную гранецентрированную решетку с параметрами $a$ = 0.78231 nm, $c$ = 0.77039 nm. Определены рентгенографические данные для идентификации интерметаллида. Термическая стойкость нового интерметаллида ограничена 200ºС. Подобный способ изготовления сплавов и синтеза соединений может быть распространен на другие металлические системы, составляющие которых не смешиваются традиционным способом.

Работа выполнена при финансовой поддержке грантов МОН РК AR05130933 и AR05130967

ЛИТЕРАТУРА

[1] Глезер А.М. Принципы создания многофункциональных конструкционных материалов нового поколения // Успехи физических наук. – 2012. – Т. 182, № 5. – С.559-566.

[2] Р.С. Исхаков, Л.А. Кузовникова, С.В. Комогорцев, Е.А. Денисова, А.Д. Балаев, В.К. Мальцев, Г.Н. Бондаренко Ускорение процессов механосплавления взаимно нерастворимых металлов Co и Cu // Письма в ЖТФ, 2004, том 30, вып. 2, - С. 43-51

[3] Володин В.Н., Тулеушев Ю.Ж., Цай К.В., Жаканбаев Е.А. Новая фаза $Mo_3Pb$ со структурой А15 в твердых растворах пленочной системы молибден-свинец // ФММ. – 2014. Т. 115, № 5. – С. 532-538

[4] Тулеушев Ю.Ж., Володин В.Н., Жаканбаев Е.А. Пленочные покрытия системы тантал-кадмий: получение, фазовый состав и структура // ФММ. – 2015. Т. 116, № 1. – С. 59-66

[5] Володин В.Н., Тулеушев Ю.Ж., ЖаканбаевЕ.А. Структура и фазовый состав напыленных пленок системы ниобий-медь // Поверхность. 2015. № 2. – С. 75-80

[6] Володин В.Н., Тулеушев Ю.Ж., Шабанова Т.А., Сукуров Б.М., Жаканбаев Е.А. Новые углеродные структуры в отожженных пленочных покрытиях системы углерод-кадмий // Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования, 2016, № 11, - С. 81-86

[7] Диаграммы состояния двойных металлических систем, под ред. Н.П. Лякишева, Машиностроение, Москва (2001), т.3, кн.1, с.429.

[8] Тулеушев А.Ж., Володин В.Н., Тулеушев Ю.Ж. Наноразмерное легирование в металлических пленках // ФММ, 2004, т.97, № 4, С.49-57

[9] Tabular processor for X-ray diffractometry RTP. / rtp32.cab, RTP 4.2 для Win32, английская версия от 1.02.2014.

Жаканбаев Е.А., Володин В.Н., Тулеушев Ю.Ж.

**Молибден-кадмий жүйесінің пленкалық жабындарындағы жаңа $MoCd_2$ фазасының синтезі**

**Түйіндеме.** Төмен қысымды плазмада тозаңдатылған молибден мен кадмийдің ультрадисперстік бөлшектерін орнын ауыстыратын төсеніштерге бірге тұнбалау арқылы алғаш рет қатты ерітінділер – дәстүрлі алыну әдістері кезінде араласпайтын металл қорытпалары алынды. Сол арқылы кіші бөлшектердің термофлуктуациялық балқу және коалесценция теориясы расталды, оның нәтижесі ретінде молибден мен кадмий негізіндегі қорытпалар болды. Көрсетілгендей, 60-66 at.% Cd концентрациясында $MoCd_2$ болып бірегейленген жаңа фаза құрылады, ол пленкалық жабынды қалыптастыру кезінде алынды. Бұл фазаның $a$ = 0.78231 nm, $c$ = 0.77039 nm параметрлі жақтары бойынша центрленген тетрогонал торы бар. Интерметаллидті бірегейлеуге арналған рентгенграфтық деректер анықталды. Жаңа интерметаллидтің термиялық бекемділігі 200ºС-пен шектелген.

**Түйінді сөздер:** ион-плазмалық тозаңдату, молибден мен кадмийдің ультрадисперстік бөлшектері, рентгенқұрылымдық талдау

Zhakanbaev E.A., Volodin V.N., Tuleushev Yu.ZH.

**Synteth new phase $MoCd_2$ in film coatings of molybdenum-cadmium system**

**Summary.** Ion-plasma sputtering and codeposition of Mo and Cd ultrafine particles have been used for the first time to prepare solid solutions that are alloys with a concentration up to 57.3 at.% Cd in the film; this confirms the thermal-fluctuation and coalescence of small particles. When coatings are formed by molybdenum and cadmium nanolayers less than 2 nm in the concentrations range of 60-66 at.% Cd, a new phase was found that was prepared directly in the course of film coating formation; it was identified as the $MoCd_2$ compound with a tetragonal face-centered lattice, with the parameters $a$ = 0.78231 nm and $c$ = 0.77039 nm. X-ray diffraction diffraction data for the identification of the intermetallic compound were determined. The unit cell of $MoCd_2$ has been constructed.

Upon accumulation in the lattice, cadmium first replaces the molybdenum atom in the center of the unit cell, then another cadmium atom is embedded in the molybdenum lattice, replacing the atom at one of the cube corners and accompanied by a cubic-to-tetragonal cell transformation where the cadmium atoms are embedded in pairs on the side faces of the cell in the $MoCd_2$ compound.

Thermal stability of the intermetallic compound is limited by 200°C. Synthesized phase of $MoCd_2$ has a metallic type of conductivity.

**Key words**: ion-plasma sputtering, ultradispersed particles of molybdenum and cadmium, x-ray diffraction analysis

# • ХИМИКО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 621.793

**V.M. Yurov, E.S. Platonova, V.A. Yudakova**

## MICROSTRUCTURE AND PROPERTIES OF HEAT-RESISTANT MULTILAYER COATINGS

**Abstract.** The paper presents the results of experimental studies of the structure and properties of multilayer coatings deposited by the ion-plasma method on model samples from 12X18H10T steel in argon gas medium, followed by nitriding. Modern methods and apparatus for optical and electron microscopy were used to study microstructures. Tests on heat resistance with determination of tribological and mechanical properties of coatings before and after tests were conducted. From these experimental studies it follows that coatings obtained by plasma methods significantly improve the performance characteristics of parts operating at high temperatures.

**Keywords:** ion-plasma spraying, multilayer coating, structure, microhardness, heat resistance.

**[1] В.М. Юров, [2] Е.С. Платонова, [2] В.А. Юдакова**
([1]Карагандинский государственный университет им. Е.А. Букетова, Республика Казахстан
[2]Карагандинский государственный технический университет, Республика Казахстан
E-mail: danilina1969@list.ru)

## МИКРОСТРУКТУРА И СВОЙСТВА ЖАРОСТОЙКИХ МНОГОСЛОЙНЫХ ПОКРЫТИЙ

**Аннотация.** В работе представлены результаты экспериментальных исследований структуры и свойств многослойных покрытий, нанесенных ионно-плазменным методом на модельные образцы из стали 12Х18Н10Т в газовой среде аргона с последующим азотированием. Для исследования микроструктур применялись современные методы и аппаратура оптической и электронной микроскопии. Проведены испытания на жаростойкость с определением трибологических и механических свойств покрытий до и после испытаний. Из приведенных экспериментальных исследований следует, что покрытия, получаемые плазменными методами, существенно улучшают эксплуатационные характеристики деталей, работающих в условиях высоких температур.

**Ключевые слова:** ионно-плазменное напыление, многослойное покрытие, структура, микротвердость, жаростойкость.

О возможности использования конструкционных материалов в конкретных условиях эксплуатации судят по результатам проведенных исследований образцов, а также натурных испытаний. Так, пригодность изделий из сталей и сплавов, предназначенных для работы в составе тепловых энергетических установок, оценивают по комплексу свойств, полученных при испытаниях на ползучесть, длительную прочность и пластичность, а также при определении релаксации напряжений в интервале возможных рабочих температур, коррозионной стойкости и жаростойкости в рабочих средах в условиях циклических нагрузок [1].

Известно, что свойства металлов, длительно работающих при высоких температурах, в процессе эксплуатации значительно изменяются: обычно снижаются прочность и твердость; часто металл становится хрупким; интенсивнее протекают коррозионные процессы; возникают и развиваются ползучесть, релаксация и т.п.

Основные виды эксплуатационной повреждаемости могут быть представлены: изменением структуры; исчерпанием долговечности и длительной пластичности; изменением механических свойств; изменением вида кривых ползучести; коррозионными повреждениями; изменением электропроводности; появлением трещин и изменением скорости их распространения; изменением декремента затуханий колебаний; изменением усталостной выносливости; коррозионной усталостью [2].

С целью повышения эксплуатационных свойств стальных изделий предлагается нанесение многослойного покрытия на подложку из стали 12Х18Н10Т по следующей методике:

Первый слой - сталь марки 12Х18Н10Т, в газовой среде аргона, время напыления 5 мин, ток испарения стального катода $I_и$ = 60 А, опорное напряжение $U_{оп}$ = 200V и давление газа в камере Р = 0,26 Па.

Второй слой – титан, в газовой среде аргона, время напыления 5 мин, ток испарения титана $I_и$ = 80 А, опорное напряжение $U_{оп}$ = 200V и давление газа в камере Р = 0,26 Па.

Третий слой - нитрид титана, время напыления 15 мин, ток испарения титана $I_и$ = 80 А, опорное напряжение $U_{оп}$ = 200V и давление газа в камере Р = 0,26 Па.

Четвертый слой - сталь марки 12Х18Н10Т, в газовой среде аргона, время напыления 5 мин, ток испарения стального катода $I_и$ = 60 А, опорное напряжение $U_{оп}$ = 200V и давление газа в камере Р = 0,26 Па

Пятый слой – титан, в газовой среде аргона, время напыления 5 мин, ток испарения титана $I_и$ = 80 А, опорное напряжение $U_{оп}$ = 200V и давление газа в камере Р = 0,26 Па.

Шестой слой - нитрид титана, время напыления 15 мин, ток испарения титана $I_и$ = 80 А, опорное напряжение $U_{оп}$ = 200V и давление газа в камере Р = 0,26 Па.

По завершению формирования покрытия нанесенные слои подверглись азотированию в течение 10 мин при давлении газа в камере Р = 0,26 Па, прогрев образца осуществлялся при опорном напряжении $U_{оп}$ = 200V.

Полученный образец из нержавеющей стали с многослойным покрытием, состав которого описан выше, был испытан на жаростойкость при температуре 600 °С в течение 100 ч.

Микроструктуры образца при разных увеличениях показаны на рисунках 1 и 2. РФЭС–анализ и элементный состав покрытия представлен на рисунке 3 и в таблице 1 соответственно.

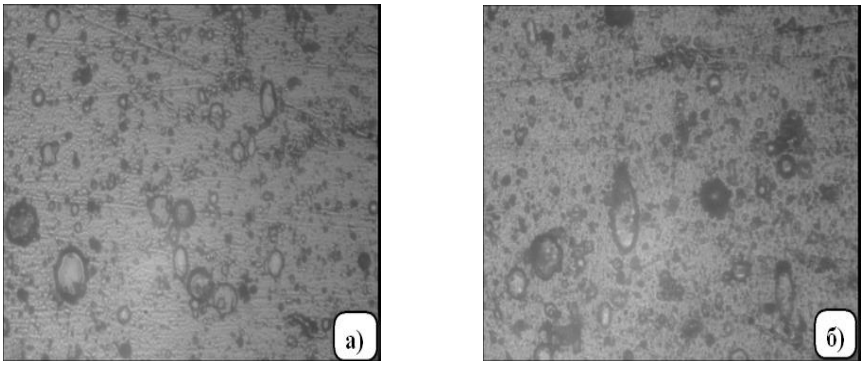



**Рис.1.** Микроструктура многослойного покрытия (×400):
а – до испытания; б – после испытания на жаростойкость

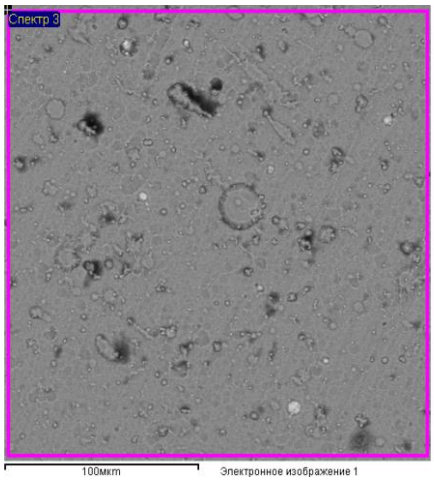



**Рис.2.** Микроструктура многослойного покрытия (×1000) после испытания на жаростойкость

Из приведенных изображений структур следует, что микроструктура нанесенных покрытий практически не претерпевает изменений. Это говорит о том, что термически стимулированные процессы перестройки структуры не происходят из-за низких коэффициентов диффузии элементов покрытия.

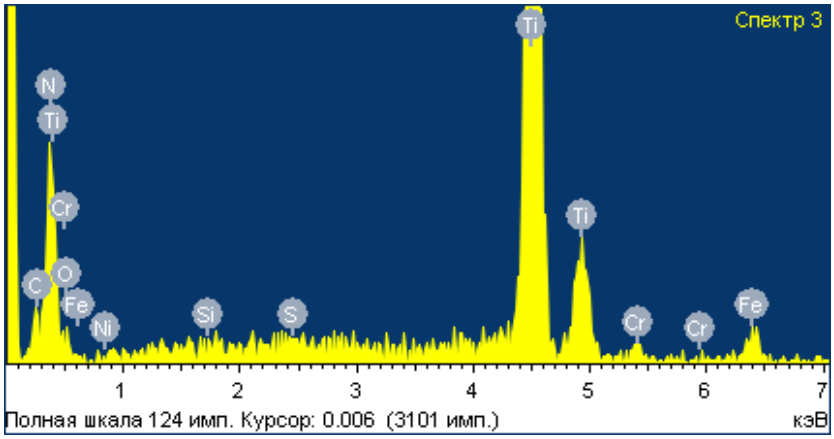



**Рис.3.** РФЭС многослойного покрытия после испытаний на жаростойкость

Анализируя полученные данные РФЭС и элементный состав многослойного покрытия, можно констатировать, что количество титана в покрытии составляет наибольший процент, а наличие в покрытии небольших включений хрома и никеля можно объяснить явлением диффузии, при котором данные элементы попали в покрытие из подложки.

Таблица 1 – **Элементный состав многослойного покрытия**

| Элемент | Весовой % | Атомный% |
|---|---|---|
| C K | 0,00 | 0,00 |
| N K | 30,17 | 59,91 |
| O K | 0,00 | 0,00 |
| Si K | 0,00 | 0,00 |
| S K | 0,00 | 0,00 |
| Ti K | 63,60 | 36,94 |
| Cr K | 1,60 | 0,85 |
| Fe K | 4,58 | 2,28 |
| Ni K | 0,05 | 0,02 |
| Итого | 100 | 100 |

В таблице 2 представлены значения микротвердости многослойного покрытия до и после испытания на жаростойкость, а в таблице 3 - результаты измерения коэффициента трения многослойного покрытия.

Таблица 2 – **Микротвердость образца со сложным покрытием**

| Измерения | Микротвердость многослойного покрытия | |
|---|---|---|
| | до испытания на жаростойкость | после испытания на жаростойкость |
| 1 | 418,3 | 419,8 |
| 2 | 502,4 | 448,4 |
| 3 | 477,4 | 478,2 |
| 4 | 532,5 | 490,1 |
| 5 | 570,8 | 448,6 |
| 6 | 534,5 | 433,0 |
| 7 | 496,9 | 434,2 |
| Среднее | 510,1 | 456,5 |

Таблица 3 – **Коэффициенты трения образца со сложным покрытием**

| Наименование образца | Коэффициент трения многослойного покрытия | |
|---|---|---|
| | медная пластина | алюминиевая пластина |
| до испытания | 0,310 | 0,338 |
| после испытания | 0,386 | 0,404 |

Для проведения сравнительного анализа прочностных характеристик и трибологических свойств покрытия, нанесенного на подложку из высоколегированной стали, до и после испытания на жаростойкость, полученные значения микротвердости и коэффициенты трения были сведены в таблицы 4 и 5 соответственно.

Таблица 4 – **Микротвердость исследованных покрытий**

| Покрытия | Микротвердость | |
|---|---|---|
| | до испытания на жаростойкость | после испытания на жаростойкость |
| Без покрытия | 315,4 | 241,3 |
| Нитрид-титановое | 580,9 | 474,3 |
| Fe-Al-Ti | 408,3 | 376,7 |
| Cr- Zn –Si–Cu-Fe–Al-Ti | 449,6 | 392,9 |
| Многослойное | 510,1 | 456,5 |

Как видно из таблицы 4, наибольшей твердостью обладает покрытие из нитрида титана. Данный факт объясняется тем, что TiN на осаждаемой поверхности образует барьер, препятствующий проникновению легирующих элементов [3].

На основе данных таблицы 4 построена диаграмма (рисунок 4).

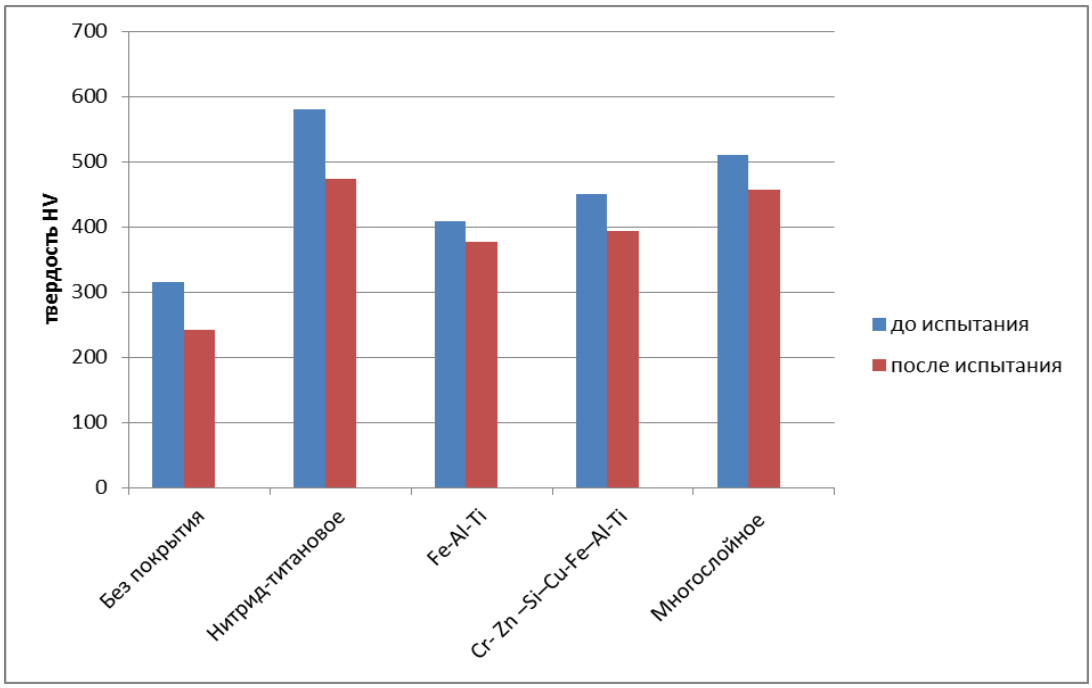



**Рис.4.** Диаграмма значений микротвердости покрытий

Таблица 5 – **Сравнительный анализ коэффициентов трения покрытий**

| Покрытие | Коэффициент трения многослойного покрытия | | | |
|---|---|---|---|---|
| | до испытания | | после испытания | |
| | медная пластина | алюминиевая пластина | медная пластина | алюминиевая пластина |
| Без покрытия | 0,310 | 0,327 | 0,353 | 0,369 |
| Нитрид-титановое | 0,262 | 0,280 | 0,302 | 0,318 |
| Fe-Al-Ti | 0,230 | 0,247 | 0,254 | 0,272 |
| Cr-Zn–Si–Cu-Fe–Al-Ti | 0,223 | 0,238 | 0,243 | 0,258 |
| Многослойное | 0,210 | 0,218 | 0,236 | 0,244 |

На основе данных таблицы 5 построены диаграммы (рисунки 6, 7).

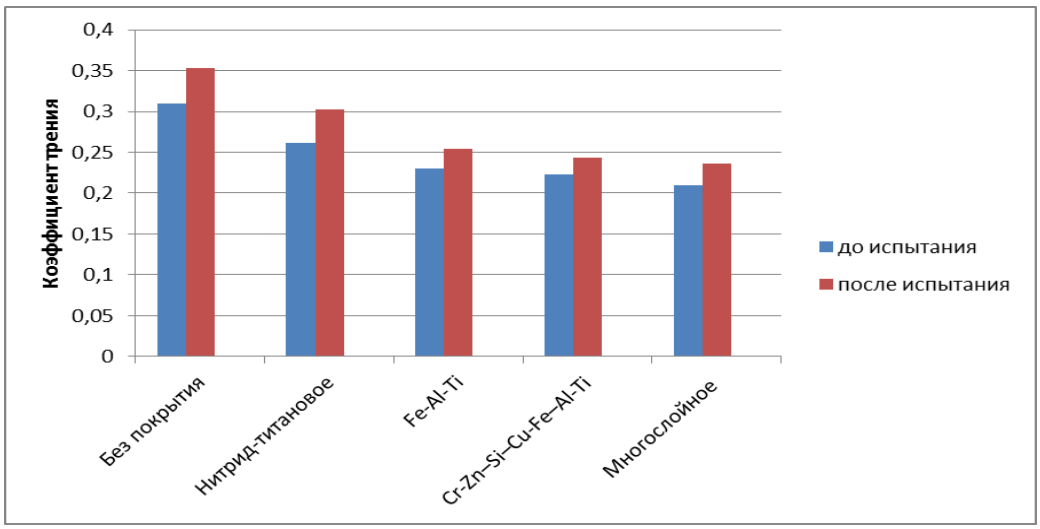



**Рис.6.** Коэффициенты трения покрытий на медной пластине

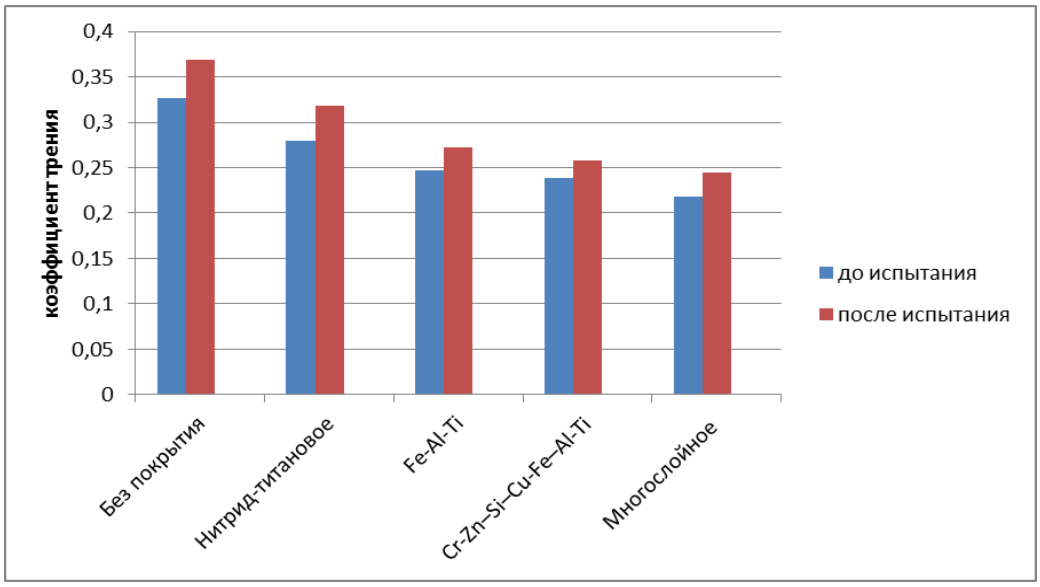



**Рис.6.** Коэффициенты трения покрытий на алюминиевой пластине

Температура, при которой проводилась термообработка деталей (600 °С), далека от температуры фазовых превращений, как в металлической основе детали, так и в покрытии. Поэтому основной эффект увеличения микротвердости покрытия при введении легирующих элементов связан с образованием оксидов алюминия, кремния, хрома и титана, которые обладают значительной твердостью.

Увеличение микротвердости при нанесении покрытия в среде азота связано с образованием нитридов титана и хрома, причем по данным РФЭС-анализа их содержание примерно одинаково.

Испытания трибологических характеристик показали, что после выдержки образцов в течение 100 ч при температуре 600 °С коэффициент трения увеличился пропорционально значениям, полученным при испытаниях до проведения нагрева. Наибольшее значение коэффициента отмечено у образца без покрытия, наименьшее – у многослойного покрытия. Это можно объяснить тем, что у образца без покрытия твердость меньше, его механические свойства ниже свойств покрытий, что приводит к более быстрому абразивному износу. Покрытие из нитрида титана, несмотря на высокое значение микротвердости, имеет высокий показатель коэффициента трения. Данный факт объясняется появлением в ходе испытания мельчайших частиц TiN, что является абразивом для покрытия и пластины.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Юров В.М., Платонова Е.С, Юдакова В.А. Повышение эксплуатационных характеристик стальных изделий // Вестник КазНИТУ. - 2017. - № 2 (120). – С. 99-103.

[2] Теплухин Г.Н., Гропянов А.В., Жукова М.Н. Высокотемпературные материалы в энергетике. – СПб.: СПбГТУРП, 2011. - 125 с.

[3] Одиноков В.В., Долгополов В.М., Павлов Г.Я. и др. Вакуумно-плазменное и физико-термическое оборудование для инновационных технологий // Вестник КарГУ. Серия «Физика». - 2013. - №3 (71). - С. 76-85.

Юров В.М., Платонова Е.С., Юдакова В.А.

**Көп қабаттты жабындардың микр құрылымы және қасиеттері**

**Түйіндеме.** Жұмыста аргон газды ортасында 12Х18Н10Т болаттан жасалған модельдік үлгілерге иондыплазмалық әдіспен жүргізілген көп қабатты жабындардың микро құрылымы мен қасиеттеріне жүргізілген эксперименталдық зерттеулер нәтижелері ұсынылған. Жабындардың сынаққа дейінгі және кейінгі трибологиялық және механикалық қасиеттерін анықтаумен ыстыққа тұрақтылыққа сынақтар жүргізілген. келтірілген эксперименталдық зерттеулерге қарағанда, плазмалық әдіспен алыған жабындардың жоғары температуралы жағдайларда жұмыс істейтін бөлшектердің эксплуатациялық сипаттамаларын елеулі жақсартатынын көруге болады.

**Түйінді сөздер:** иондық-плазмалық жабындар, көп қабатты жабын, құрылым, микро қаттылық, ыстыққа тұрақтылық.

Yurov V.M., Platonova E.S., Yudakova V.A.

**Microstructure and properties of heat-resistant multilayer coatings**

**Summary.** The paper presents the results of experimental studies of the structure and properties of multilayer coatings deposited by the ion-plasma method on model samples from 12X18H10T steel in argon gas medium, followed by nitriding. Modern methods and apparatus for optical and electron microscopy were used to study microstructures. Tests on heat resistance with determination of tribological and mechanical properties of coatings before and after tests were conducted. From these experimental studies it follows that coatings obtained by plasma methods significantly improve the performance characteristics of parts operating at high temperatures.

**Keywords:** ion-plasma spraying, multilayer coating, structure, microhardness, heat resistance.

УДК 666.9-1

**M.S. Sataev, R.S. Abzhalov, P.A. Abdurazova, Sh.T. Koshkarbaeva, Y.B. Raiymbekov**
(M.Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan, abdurazova-p@mail.ru)

## A METHOD OF APPLYING SILVER FILMS TO THE SURFACE OF COTTON MATERIALS

**Abstract.** The article describes a method of producing silver films on cotton textile materials containing cellulose, characterized in that the first treatment in a solution of copper chloride and drying under the action of the sun's rays form on the surface of associate copper with cellulose, then moistened material with a solution of silver nitrate, and photochemical effects of the sun's rays to provide a film of elemental silver.

**Keywords:** chemistry, chemical technology, silver film, cotton.

**М.С. Сатаев, Р.С. Абжалов, П.А. Абдуразова, Ш.Т. Кошкарбаева, Е.Б. Райымбеков**
(Южно-Казахстанский государственный университет имени М.Ауэзова, Шымкент, Республика Казахстан, abdurazova-p@mail.ru)

# СПОСОБ НАНЕСЕНИЯ ПЛЕНОК СЕРЕБРА НА ПОВЕРХНОСТЬ ХЛОПЧАТОБУМАЖНЫХ МАТЕРИАЛОВ

**Аннотация.** В статье приведен способ получения пленок серебра на хлопчатобумажных текстильных материалах, содержащих целлюлозу, отличающийся тем, что вначале обработкой в растворе хлорида меди и высушивании под действием лучей солнца, образуют на поверхности ассоциат меди с целлюлозой, затем смачивают материал раствором нитрата серебра и фотохимическим воздействием лучей солнца получают пленку элементного серебра.

**Ключевые слова:** химия, химическая технология, пленка серебра, хлопчатобумажный.

Изобретение может быть использовано для получения пленок серебра фотохимическим методом на изделиях медицинского и бытового назначения.

Фотохимический метод нанесения пленок схеребра на хлопчатобумажные текстильные материалы включает предварительную пропитку изделия водными растворами хлоридов двухвалентной меди. При высыхании этих растворов под воздействием солнечных лучей происходит повышение концентрации солей и становится возможным их взаимодействие с целлюлозой, являющейся основным компонентом хлопчатобумажных тканей. Результатом этого взаимодействия образуются нерастворимые одновалентных соединений меди, обладающих полупроводниковыми свойствами. После отмывки непрореагировавших частиц меди на поверхности изделия остаются имеющие хорошее сцепление с тканью и несмываемые водой ассоциаты одновалентной меди и целлюлозы, обладающие полупроводниковыми свойствами.

Затем изделие пропитывают водным раствором нитрата серебра и подвергают воздействию солнечных лучей. При этом первоначально происходит образование галогенидов серебра, которые фотохимически восстанавливаются до элементного состояния и одновременно происходит окисление меди с образованием растворимых нитратов и хлоридов. Использование в качестве исходных реагентов только водорастворимых соединений серебра и меди способствует получению хорошо сцепленных с тканью равномерных пленок серебра, сохраняющих это свойства и после многократных стирок.

Изобретение позволяет исключить использование восстановителей и сократить энергозатраты при получении антибактериальных пленок серебра на хлопчатобумажных тканях.

Данное изобретение относится к области химической технологии, а именно к нанесению металлических пленок на поверхность диэлектрических материалов для придания им различных функциональных свойств.

В настоящее время широко используется нанесение на поверхность различных тканевых материалов бактерицидных частиц серебра. Такие ткани можно использовать для изготовления медицинских средств, различных видов военного обмундирования, спортивной одежды, белья, чехлов для вооружений, предохраняющие их от разного рода микроорганизмов.

Существуют различные способы нанесения серебра на диэлектрические поверхности.

Известен способ получения медицинских повязок, в которых наночастицы серебра осажденные в результате химической реакции, физически диспергированы между волокнистыми тканями [1]. Эти изделия не проявляют достаточной противомикробной активности ввиду низкого содержания в них серебра, имеют некоторые проблемы с их структурой, состоящие в том, что размер и форма наночастиц неоднородны, распределение частиц трудно контролировать, невозможно регулировать концентрацию и содержание серебра. Кроме того, поскольку серебро химически не связано, а физически прикреплено к продуктам, то вероятно выпадение тонкодисперсных наночастиц серебра из этих изделий.

Известен способ [2], включающий фотохимическое восстановление соединений переходных металлов на поверхность микросферы полимеров, которые выполняя функции центров сорбции наночастиц металлов, обеспечивают возможность получения последних в виде устойчивых дисперсий. В работе осуществлен фотохимический синтез наночастиц меди, серебра и золота на поверхности микросфер полимеров. Отличается большей чистотой образуемых наночастиц, так как отсутствуют побочные продукты, получающиеся при использовании химических восстановителей.

Недостатком способа является то, что фотохимическая реакция с образованием серебра протекает только на поверхности диэлектриков имеющих определенную структуру и кроме того позволяет получать лишь наноразмерные пленки, что значительно сужает области применения метода.

Известен способ нанесения на поверхность материала частиц металлов (в том числе серебра) в вакуумной камере с помощью магнетронного распыления [3].

Известный способ основан на использовании аномального тлеющего разряда в инертном газе, при котором положительно заряженные ионы, образующиеся в разряде, бомбардируют поверхность катода в зоне эрозии и выбивают из него частицы металла, которые затем осаждаются в виде тонкого слоя на поверхности обрабатываемого материала.

Нанесение металлического покрытия осуществляют без применения химических веществ, загрязняющих окружающую среду. Кроме того, высокая кинетическая энергия частиц, покидающих поверхность катода, обеспечивает хороший уровень адгезии образующейся пленки к подложке. Недостаток: применение специальной дорогостоящей аппаратуры.

Наиболее близким аналогом, является способ получения антибактериального волокнистого материала, включающий восстановление серебра из водного раствора нитрата серебра восстановительными агентами, закрепленными на волокнистом материале, и нанесение на него восстановленного серебра [4]. Для этого вначале проводят обработку волокнистого материала в нагретом растворе дубильных веществ на основе таннина, выполняющего функцию восстановителя, охлаждают, отделяют водную фазу, высушивают и закрепляют дубильное вещество на волокнистом материале путем пропитки в водном растворе антимонилтартрата калия. Затем отделяют водную фазу, промывают материал водой, после чего влажный материал помещают в нагретый водный раствор нитрата серебра, отделяют водную фазу и сушат полученный волокнистый материал с нанесенным на него серебром.

Известный способ трудоемок в осуществлении, поскольку требует большого количества операций. Кроме того, он является вредным производством, поскольку при его осуществлении применяются высокотоксичное вещество - антимонилтартрат калия, что требует дополнительных затрат на его утилизацию.

Фотохимический способ серебрения хлопчатобумажных материалов, включающий создание на поверхности сорбционного слоя, обеспечивающего необходимую адгезию, возможность смачивания раствором нитрата серебра и фотохимическое восстановление для получения элементного серебра.

Отличительными от прототипа признаками являются то, что вначале обработкой в растворе хлорида меди образуют ассоциат с целлюлозой, входящей в состав ткани, затем смачивают материал раствором нитрата серебра и фотохимическим воздействием лучей солнца получают пленку элементного серебра.

Поставленная цель достигается использованием в технологии физико-химических процессов протекающих в тонких слоях растворов электролитов под воздействием солнечных лучей.

Для получения слоя обладающих светочувствительностью одновалентных хлоридов удобно использовать доступные и дешевые растворимые хлориды двухвалентной меди с последующим их восстановлением до одновалентного. Поэтому изучен механизм преобразования этих солей для получения светочувствительных пленок на поверхности хлопчатобумажных материалов. Исследования проводились при помощи растрового электронного микроскопа ISM-6490-LV (JEOL, Япония), позволяющего получать электронные изображения (фотографии) отдельных участков (спектров) поверхности при различных задаваемых увеличениях. Одновременно он позволяет в виде таблицы получать элементные составы спектров.

Для большинства исследований использовалась марлевая ткань (артикул AA010278), широко используемая в медицинских целях. Эти ткани на 97-98% состоят из целлюлозы, которая очень чувствительна к действию окислителей из-за наличия в каждом элементарном звене трёх спиртовых гидроксильных групп. В результате их окисления в макромолекулах целлюлозы образуются новые карбонильные и карбоксильные функциональные группы. Окисление начинается с поверхности волокна, а затем постепенно продвигается в более глубокие слои, при этом сначала окисляется аморфная часть, а затем кристаллические участки. При этом обнаружено, что двухлористая медь при воздействии солнечных лучей играет роль окислителя и взаимодействует с целлюлозой. Результатом такого взаимодействия является образование хлорида одновалентной меди по следующей реакции

$$2CuCl_2 + H_2O + R\text{-}OH = 2\,CuCl + 2\,HCl + R\text{-}OOH \quad (1)$$

где R - отдельная гидроксильная группа звена целлюлозы.

Результаты исследования проведенных при темпратуре окружающей среды 30$^{o}$C показывают, что процесс восстановления меди состоит из двух стадий. Первая стадия – удаление воды из сорбционной пленки, приводящая к повышению концентрации галогенида меди. При этом повышается иненсивность окраски хлорида меди (рисунок 1 номера на образце 1,2,3). Повышение концентрации

хлоридов делает возможным протекание реакции 1 с образованием однохлористой меди. Продолжительность этой стадии состовляет около 30 минут. После образования полупроводникового слоя становится возможным и вторая стадия непосредственное фотохимическое восстановление меди, которая также занимает около 30 минут, затем происходит резкое замедление процесса. Образующиеся при этом частицы элементной меди, придают поверхности образца темный цвет характерный для тонких пленок, полученных из растворов солей при помощи химических восстановителей (рисунок 1 номера на образце 4,5,6). При этом основная масса меди (80% от содержащегося в сорбированном слое хлорида меди) восстанавливается без заметных затруднений. В этой стадии скорость фотохимической реакции сопостовима со скоростью химической или гальванической металлизации.

Образование элементной меди происходит при воздействии фотона солнечного света

$$CuCl \xrightarrow{v} Cu + Cl^- \quad (2)$$

Появляющиеся при этом вакансии приводят к окислению однохлористой меди.

$$CuCl + Cl^- \xrightarrow{\ominus} CuCl_2 \quad (3)$$

Таким образом суммарная фотохимическая реакция будет иметь вид

$$2\,CuCl \rightarrow Cu + CuCl_2 \quad (4)$$

Удалить промывкой двухлористую медь не удается, так как ее растворы тут же вступают в обратную реакцию с элементной медью, образуя нерастворимый хлорид одновалентной меди.

$$Cu + CuCl_2 \rightarrow 2\,CuCl \quad (5)$$

Но при этом удаляются нестехиометрические количества $CuCl_2$.

В результате всех этих процессов поверхностный слой ткани содержит только хорошо сцепленную с основой однохлористую медь.

При последющей пропитке ткани раствором нитрата серебра, вседствие обменных реакции с хлоридами меди образуется доплнительно светочувствиельный слой хлорида серебра, на котором под воздействием фотона солнечных лучей протекает реакция восстаовления

$$AgCl \xrightarrow{v} Ag + Cl^- \quad (6)$$

и под действием вакансии реакция окисления

$$CuCl + Cl^- \xrightarrow{\ominus} CuCl_2 \quad (7)$$

Отсюда суммарная реакция будет иметь вид

$$AgCl + CuCl \rightarrow Ag + CuCl_2 \quad (8)$$

В данном случае из-за более положительного потенцциала серебра взаимодействия Ag и $CuCl_2$ не происходит, поэтому после отмывки на поверхности ткани остается практически только слой элементного серебра. На рисунке 3 показаны электронное изображение и элементный состав исходного образца из хлопчатобумажной ткани. На рисунке 4 приведен этот образец после всех проведенных операции по нанесению пленок серебра. Сравнение этих данные подтверждают образование пленки серебра в результате проведенных физических и фотохимических процессов.

Способ нанесения пленок серебра на хлопчатобумажные текстильные материалы осуществляют следующим образом.

Изделие на несколько минут погружают в раствор 20-40 г/л $CuCl_2$. Затем выдерживают под солнечными лучами до полного высыхания. После этого промывают водой, высушивают при комнатной температуре и погружают в раствор 20 г/л нитрата серебра. После этой операции изделие повторно подвергают воздействию солнечных лучей. При этом в результате реакции (6-8) образуется элементное серебро и водорастворимые соединения меди. После отмывки последних, получаем ткань, поверхность которого покрыта пленкой черного цвета состоящей из элементного серебра. По данным полученным на электронном растровом микроскопе (рис.4) содержание серебра на поверхностном слое ткани составляет 13.59 % (вес.).

Концентрации растворов, используемых для пропитки тканей, зависят от типа ткани и содержания в нем целлюлозы и других полимерных составляющих. Для данной ткани выбраны концентрация 20-40 г/л $CuCl_2$ и 20 г/л Ag $NO_3$. Для $CuCl_2$ это минимальные концентрации, обеспечивающие максимальное потемнение поверхности ткани белого цвета при фотохимической обработке. Для Ag $NO_3$ указанная концентрация обеспечивает полную замену меди серебром и образование пленки содержащей только элементное серебро.

Способ получения пленок серебра на хлопчатобумажных текстильных материалах, содержащих целлюлозу, отличающийся тем, что вначале обработкой в растворе хлорида меди и высушивании под действием лучей солнца, образуют на поверхности ассоциат меди с целлюлозой, затем смачивают

материал раствором нитрата серебра и фотохимическим воздействием лучей солнца получают пленку элементного серебра (рис. 1-4).

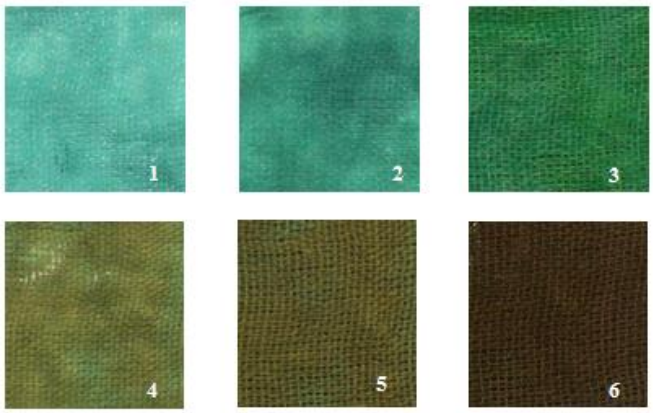



**Рис. 1.** Изменение цвета образца из хлопчатобумажной ткани смоченной хлоридом двухвалентной меди и высушенной при воздействии солнечных лучей (цифры на образцах показывают продолжительность процесса от начала опыта в минутах: 1- 10; 2-20; 3-30; 4-40; 5-50; 6-60.)

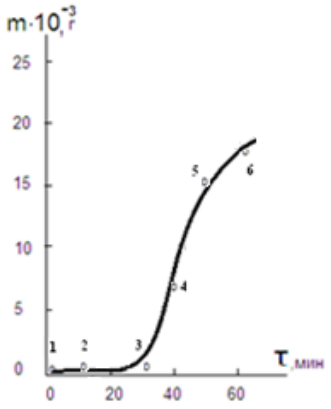
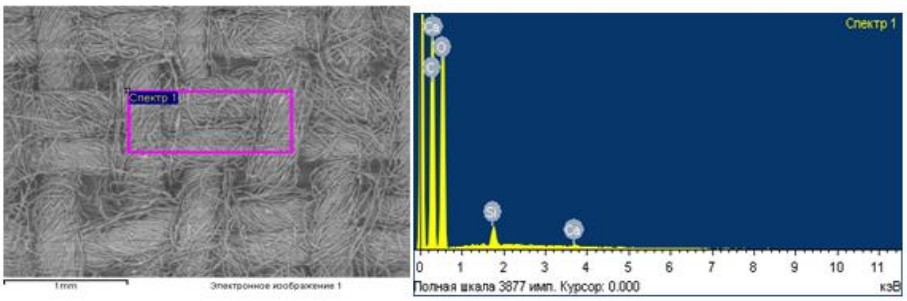
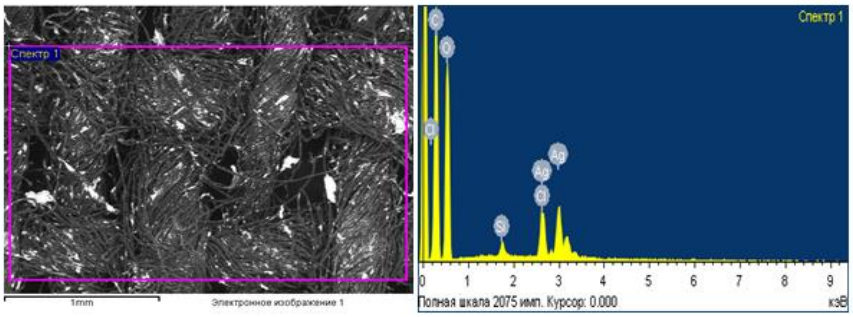



**Рис.2.** Скорость восстановления хлорида двухвалентной меди при воздействии солнечных лучей (номера на кривой соответствуют номеру на образце из рисунка 1)




| Элемент | Весовой % | Атомный % |
|---|---|---|
| C | 45.89 | 53.31 |
| O | 52.84 | 46.09 |
| Si | 1.07 | 0.53 |
| Ca | 0.20 | 0.07 |
| Итоги | 100.00 | |

**Рис.3.** Электронное изображение и элементный состав исходного образца из хлопчатобумажной ткани




| Элемент | Весовой % | Атомный % |
|---|---|---|
| C | 43.47 | 57.69 |
| O | 41.80 | 39.70 |
| Si | 0.76 | 0.43 |
| Cl | 0,38 | 0.17 |
| Ag | 13.59 | 2.01 |

**Рис.4.** Электронное изображение и элементный состав образца из хлопчатобумажной ткани обработанного в растворе $CuCl_2$ после фотохимического нанесения пленки серебра

Таким образом, воздействие солнечных лучей, приводит при постепенном высыхании сорбционного слоя к появлению полупроводниковых частиц меди, которые в результате фотохимической реакции образуют на поверхности пленки, состоящие из элементной меди и твердых кристаллов двухлористой меди.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Robert E.B., e.a. Innovative patent of the United States of America: MPK C25D5/54 – No. 6897349, Decl. 16.04.2001, Publ. 13.04.2004.

[2] Исаева Е. И. Фотохимический синтез, исследование структуры и свойств самоорганизованных систем на основе латексов и наночастиц меди, серебра и золота: дисс. ... к.х.н.: 02.00.01/ СПб., 2005. - 135 с.

[3] Добыш С.В., Волков А.А. Инновационный патент Российской Федерации: МПК A61L15/18 - № 2314834. Опубл. 20.01.2008.

[4] Вишняков А.В., Манаева Т.В., Чащин В.А., Хотимский Д.В. Инновационный патент Российской Федерации: МПК A61L15/18 - № 2337716. Опубл. 10.21.2008.

Сатаев М.С., Абжалов Р.С., Абдуразова П.А., Кошкарбаева Ш.Т., Райымбеков Е.Б.

**Мақта-мата материалдарының бетіне күміс қабықшаларын қаптау тәсілі**

**Түйіндеме.** Мақалада құрамында целлюлоза бар мақта-мата тоқыма материалдарында күміс қаптамаларын алу тәсілі берілген, алдымен мыс хлоридінің ерітіндісінде өңдеу және күн сәулесінің әсерінен құрғату, бетінде целлюлоза бар мыс ассоциациясын құрайды, содан кейін материалды күміс нитратының ерітіндісімен және күн сәулелерінің фотохимиялық әсерімен сулау арқылы элементті күміс қаптамасын алады.

**Кілт сөздер:** химия, химиялық технология, күміс қаптамасы, мақта-мата.

УДК 66-935.4

**A.S. Ibragimov**
(«Institute of Hydrogeology and Engineering Geology» State Corporation of
Republic of Uzbekistan State Committee of Geology and Mineral Resources, Tashkent, Uzbekistan
E-mail: aziz56@mail.ru)

**TO THE QUESTION OF LEADING GOLD BY IODINE SOLUTIONS**

**Abstract.** The article presents the brief leaching result of gold from refractory ores with iodine-iodide solutions, as alternatives to acid leaching used in gold mining

**Key words:** gold, acid leaching, iodine solution, ore, industrial water.

**А.С. Ибрагимов**
(ГП «Институт ГИДРОИНГЕО» Госкомгеологии Узбекистана, Ташкент, Республика Узбекистан)

## К ВОПРОСУ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ЗОЛОТА ЙОДНЫМИ РАСТВОРАМИ

**Аннотация.** В статье приведены краткие результаты выщелачивания золота из упорных руд йод-йодидными растворами, как альтернативы кислотному выщелачиванию, используемому при добыче золота.
**Ключевые слова:** золото, кислотное выщелачивание, йодный раствор, руда, промышленные воды.

**Введение.** Сегодня можно утверждать, что месторождения полезных ископаемых с высоким исходным содержанием извлекаемых компонентов в руде практически истощены, в связи с чем, в технологическую разработку вовлекаются более сложные по переработке и бедные по содержанию компонента руды. По утверждению некоторых исследователей, время «дешевых» полезных ископаемых заканчивается [1], что в полной мере относится и к золоторудным месторождениям.

С каждым годом все острее встает вопрос – откуда извлекать благородный металл, если месторождения уже отработаны. Естественно, в производственный оборот все больше вовлекаются руды с более бедным содержанием металла, а также так называемые «упорные руды», из которых извлечение золота затруднено по различным причинам (как, например, нахождение золота в сульфидных рудах). Выщелачивание золота различными технологическими способами (цианирование, цианирование просачиванием, кучное выщелачивание и т.д.) давно вошло в практику его извлечения. До настоящего времени в отечественной и зарубежной практике перерабатывающая промышленность в качестве растворителей золота, в основном, использует цианистые соединения. Однако, учитывая возрастающие требования к охране окружающей среды, а также тот факт, что для Узбекистана цианиды являются импортным сырьем, вынудили искать новые нетрадиционные методы переработки золоторудных пород [2-5].

Современный рынок металла, испытывающий явный дефицит в минеральном сырье, привел к существенному повышению мировых цен и создал благоприятную обстановку для вовлечения в производственный процесс по добыче золота не только руд месторождений с низким содержанием полезного компонента, но и поиска современных (нетрадиционных) методов его извлечения. Выщелачивание цианистыми растворами, несмотря на ряд существенных недостатков: токсичность, значительный расход цианистых соединений, невозможность их регенерации, связывание в комплексы металлами-примесями, окисление реагента кислородом воздуха является основным способом гидрометаллургической переработки золотосодержащих руд. В последние годы значительный научный и практический интерес представляют исследования, посвященные поиску новых нетоксичных и малотоксичных растворителей золота, возможностям их многократного использования, извлечения из них растворенного золота.

Казахстанские ученые предполагают, что возможным заменителем цианистых растворителей могут быть кислые растворы тиомочевины. Характерной чертой тиомочевины является ее восстановительная способность, поэтому соединения золота (III) восстанавливается раствором тиомочевины до Au(I) с образованием комплекса состава [Au{CS($NH_2$)2}2], который более устойчив, чем, например, хлоридный комплекс [$AuCl_2$]-. Тиомочевинный комплекс золота устойчив только в кислой среде. Гидролиз комплекса без добавления тиомочевины начинается при pH 5,5-6,0. Удается извлечь до 89-96% золота. Наиболее перспективно применение тиомочевины для медистых, мышьяковых и сурьмянистых золотосодержащих руд, и концентратов.

В последние десятилетия широко публикуются результаты исследований по выщелачиванию золотосодержащих руд и концентратов с применением окислительных процессов в безавтоклавных условиях с использованием технического кислорода в совокупности с катализаторами процесса - окисленными соединениями азота и солями азотистой кислоты. Высокий окислительно-восстановительный потенциал растворов, позволяющий эффективно разлагать химически инертные минералы, является основным достоинством этих методов. Процесс осуществляется в кислой водной среде при пониженном (против атмосферного) давлении газовой фазы в герметичном реакторе. Использование кислорода (воздуха или озона) в совокупности с нитритом натрия обеспечивает ускорение реакций окисления за счет того, что нитрит натрия в системе «сырье-кислота-нитрит натрия-кислород-вода» в процессе окисления образует оксиды азота, которые способны усваивать и передавать кислород окисляемым компонентам сырья через образующиеся активные формы оксидов азота (нитрозоний-ион) и снова регенерироваться до активных форм (в этом заключается каталитическая

сущность нитрита натрия). Основными недостатками этого способа являются сложность операции регенерации окисленных соединений азота и неполное использование кислорода в цикле окисления.

Еще одним из новых путей решения этой задачи является замена цианистых соединений на экологически чистые йодные растворы.

Эксперименты проводились с применением 1%-го йодного раствора на золотосодержащих рудах, которые относятся к так называемым окисленным «упорным». Как показал анализ литературы [4-9], сульфидная руда относится к высокоупорным вследствие тонкой вкрапленности золота в сульфидах. При измельчении этой руды золото вскрывается лишь в незначительной степени, поэтому не все золото извлекается при цианировании. Соотношение твердой фазы (т.е. золотосодержащей руды) к жидкой (йодному раствору) составляло 1:10 и 1:3.

Полученные результаты по выщелачиванию золота йодным раствором из пород на лабораторном уровне показали:

1) процент выщелачивания йодными растворами достигает 57%;
2) время выщелачивания не превышает 3 ч;

3) золото в рудах месторождения относится к тонковкрапленным и относительно невысокий процент выщелачивания (до 57%) возможно связан с тем, что определенная его часть могла остаться на фильтровальной бумаге, через которую пропускали технологический раствор во избежание попадания шлама в раствор;

4) даже не подготовленная к выщелачиванию руда (размер частиц превышал 1,5 мм, руда предварительно не обогащалась путем флотации и т.д.) дала положительные результаты. Истертая же до необходимой фракции руда (0,074 мм) показала более высокий процент выщелачивания (до 95%).

Таким образом, результаты наших лабораторных опытов по выщелачиванию золота из упорных руд 1% йодным раствором показывают перспективность данного направления. При этом исключаются операции по обогащению и, что особенно важно, применение является экологически чистым и безвредным в отличие от традиционных способов выщелачивания с использованием цианида натрия.

Для определения оптимальных условий выщелачивания золота йодными растворами необходимо продолжить исследования в данном направлении, провести статистический анализ полученных результатов.

**Выводы.** В статье приведены результаты экспериментальных лабораторных исследований по выщелачиванию золота 1%- йодным раствором. Предварительно к выводам по результатам экспериментов можно добавить следующее. Использование йодных растворов в качестве реагента для выщелачивания золота позволит:

во-первых, создать в Республике Узбекистан новую добывающую отрасль промышленности – производство йода из подземных вод. Согласно ранее проведенным исследованиям (Бакиев С.А., 1995-2012гг.), из промышленных вод, получивших распространение на территории Республики Узбекистан, можно получить кристаллический йод 100% чистоты [3]. Полученный кристаллический йод можно использовать не только для приготовления 1% йодного раствора, но и организовать соответствующий экспорт готовой продукции;

во-вторых, решить важнейшие экологические вопросы, связанные с охраной окружающей среды; оставшийся йодный раствор после извлечения золота можно регенерировать для последующего использования, что снижает производственные расходы на добычу и повышает рентабельность извлечения золота;

в-третьих, оставшаяся вода после извлечения йода является реагентом для извлечения редкоземельных элементов, т.к. содержит активный бром, хлор и pH = 2,5-3,0, что позволяет сократить использование кислоты.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Байконурова А.О., Коныратбекова С.С., Дусіп Р.Т. Выбор нетоксичных растворителей для выщелачивания золота из золотосодержащего сырья// Промышленность Казахстана. – 2014. – № 1(82). – С. 90-92.

[2] Бакиев С.А. О возможности выщелачивания золота йодными растворами// Геология и минеральные ресурсы. – 2011. –№6. – С. 50.

[3] Бакиев С.А., Калабугин П.А. Добыча йода из попутных сбросных промышленных вод, разрабатываемого нефтегазового месторождения Крук // Геология и минеральные ресурсы. – 2007. – №1. – С. 49-51.

[4] Моисеенко В.Г. Геохимия и минералогия золота рудных районов Дальнего Востока. –М.: Наука, 1977. –303 с.

[5] Крылова Г.С., Седельникова Г.В. Применение йодных растворителей золота взамен цианидов// Горный журнал. – 2003. – №12. – С. 71.

[6] Крылова Г.С., Ибрагимова Н.В. Исследование закономерностей растворения золота в йод-йодидной системе// Руды и металлы. – 2003. – №4. –С. 69-71.

[7] Исаходжаев Б.А. Тенденции развития и освоения МСБ и о некоторых проблемах горно-геологической науки. //Материалы Республиканской научно-технической конференции «Проблемы, развитие и инновационные направления геологических наук Узбекистана». –Ташкент, 2013. – С. 11-13.

[8] B. Kenzhaliev, N. Zakharoua, A. Berkinbayeva, G. Beisembaeyva, Z. Dosymbaeva- Technology of gold and silver recovery from gold-containing flotation concentrate 【ISBN】 : 978-7-5487-0356-3 - 19th international biohydrometallurgy Symposium(IBS2011) held in Changsha,China, on September 18-22, 2011(923)

[9] Kenzhaliyev, B.K., Dosymbaeva, Z.D., Iskhakova, R.R., Suleimenov, E.N. Investigation into the use of electrochemical extraction to draw gold from refractory ores. American Journal of Applied Sciences Volume 12, Issue 11, 17 November 2015, Pages 857-864. https://doi.org/10.3844/ajassp.2015.857.864

Ибрагимов А.С.

**Алтынды йодты ерітінділермен шаймалау мәселесіне**

**Түйіндеме.** Алтынды йод-йодидті ерітінділермен шаймалау технологиясы кенді байыту операцияларын жояды, экологиялық қауіпсіз және зиянсыз процесс болып табылады, ол өте тиімді, себебі йодтың ерітіндісі электрохимиялық регенерацияға тәуелді. Зерттеулердің бұл бағыты перспективалы болып табылады.

**Түйін сөздер:** алтын, қышқылдық шаймалау, йодты ерітінді, кен, өнеркәсіптік сулар

Ibragimov A.S.

**To the question of leading gold by iodine solutions**

**Summary.** The leaching technology of gold with iodine - iodide solutions eliminates ore dressing operations is an environmentally safe and harmless process, quite effective, since the iodine solution is amenable to electrochemical regeneration. This line of research is promising.

**Key words:** gold, acid leaching, iodine solution, ore, industrial water.

УДК 666.940

**L. Turekhanova, N. Zhumadybek, B. Taimasov, N. Zhanikulov**

## RESEARCHES OF STRENGTH PROPERTIES OF CEMENT MORTAR WITH ADDITIVES OF POLYCARBOXYLATE SUPERPLASTICIZERS

**Abstract.** The article presents the results of studies of the effect of polycarboxylate superplasticizers on the properties of cement CEM M400-D0-H of JSC «Shymkent Cement». The effect of PCE 41A, PCE 42A and PCE 50 on the strength of cement mortars was investigated. The strength of the samples was tested at 2 days, 7 days and 28 days of age. As a result, the strength of the samples increased from 36,64 MPa to 44,58 MPa, ages 28 days based on the additions of PCE 41A, PCE 42A and PCE 50. A decrease in the volume of water increased the strength accordingly. The physic-mechanical characteristics and structure of the cement mortar were studied.

**Key words:** additive, cement, concrete, strength, polycarboxylate superplasticizer, normal density, setting time, cement mortar.

**Л. Туреханова, Н. Жумадыбек, Б. Таймасов, Н. Жаникулов**
(М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Шымкент, Қазақстан Республиксы, E-mail: nurgali.zhanikulov@mail.ru)

## ПОЛИКАРБОКСИЛАТТЫ СУПЕРПЛАСТИФИКАТОР НЕГІЗІНДЕ ЦЕМЕНТ ҚОСПАСЫНЫҢ БЕРІКТІК ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРРТЕУ

**Түйіндеме.** Бұл мақалада поликарбоксилатты суперпластифика-торлардың «Шымкент Цемент» АҚ ЦЕМ М400-D0-Н цементтің қасиеттеріне әсерін зерттеу нәтижелері келтірілген. PCE 41A, PCE 42A және PCE 50 цемент ерітінділерінің цемент беріктігіне әсері зерттелді. Үлгілерді 2 тәулік, 7 тәулік және 28 тәулікке сыналды. Нәтижесінде PCE 41A, PCE 42A және PCE 50 ерітінділері негізделген үлгілердің беріктігі 28 тәуліктегі нәтижелері 36,64 МПа-дан 44,58 МПа-ға дейін өсті. Су көлемінің төмендеуі сәйкесінше цемент қоспасының беріктігін күшейтті. Цемент ерітіндісінің физико-механикалық қасиеттері мен құрылымы зерттелді.

**Түйін сөздер:** қоспа, цемент, бетон, беріктік, поликарбоксилатты суперпластификаитор, қалыпты қоюлық, ұстасу мерзімі, цемент қоспасы.

**Кіріспе**. Цемент пен бетон технологиясында қолданылатын қоспалар қатарында суперпластификаторлар ерекше орын алады. Жаңа қоспалар поликарбоксилаттар деп аталады. Бұл атау олардың негіздерінің ортақ болуына баса назар аударады: α-, β- қанықпаған карбон қышқылдары мен барлық қосалқы қасиеттердің (қышқыл мен эфир топтарының арақатынасы, қосымша функционалдық топтардың болуы немесе болмауы (мономер бірлігіндегі екінші карбоксиль тобын қосқанда, ангидрид немесе имид тобы, сульфо тобы, мономерлардың саны) химиялық құрамы арасындағы айырмашылық дәрежесін және қол жеткізілген технологиялық әсердегі айырмашылықтарды анықтайды [1].

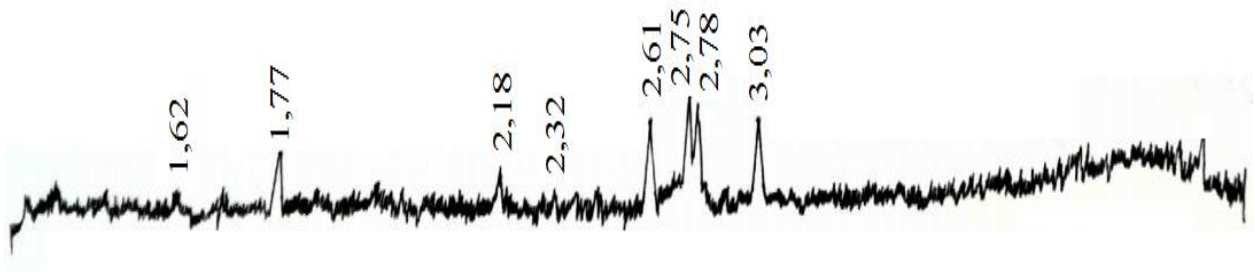
Жапон ғалымы Т. Хирата әзірлеген бетон қоспаларының жаңа класы болып табылатын негізгі және бүйірлік тізбектері бар құрылымды поликрарбоксилатты суперпластификаторларды әзірледі. Бұл нақты өндіріс технологиясын әзірлеуде маңызды қадам болды [2]. Жаңа қоспалардың негізгі артықшылықтары: суды азайтудың жоғары тиімділігі (30 % және одан жоғары), төмен және өте төмен су цемент қатынастарында (цемент пастасы үшін 0,2-0,3) және төмен қатынаста жұмыс істейтін дозада (~0,2 %) пластифицирлеу әсерін көрсету мүмкіндігі бар [3].

Поликарбоксилатты суперпластификаторлар химиялық және аязды агрессия кезінде аққышты және беріктікті жақсартуға, су қажеттілігін төмендетуге, нақты өндірісте цементті үнемдеуге көмектеседі. Поликарбоксилатты суперплактификаторларды қолдану жоғары тығыздықтағы және суға төзімді цемент қоспасын алуға мүмкіндік береді, клинкерлі минералдардың гидратациясын жеделдетуге көмектеседі, төмен негізді кальций силикаттарының тұрақты жоғары берікті құрылымдарының цемент тасының пайда болуына әкеледі [4].

Сонымен қатар профессор Й. Планк тасмалдау уақытын ұзақ сақтап қалуды (>2 сағ жоғары) қамтамасыз ететін поликарбоксилатты суперпластификаторлардың белгілі молекулярлық құрылымдарын әзірледі. Бетонды беріктендірудің бастапқы кезеңдерінде беріктік қасиеттерін төмендетпейтін қоспаларды алды [5].

Суперпластификаторлар негізінде алынатын поликарбоксилаттардың жаңа буыны су цемент қатынасының төменгі мәндерінде цемент қоспаларының жоғары аққыштығы мен біріктігін қамтамасыз етеді, олардың қасиеттерінің ұзақ уақыт бойы сақталуы бүгінде PCE 41A, PCE 42A және PCE 50 суперпластификаторлардың «Шымкент цемент» АҚ әр түрлі цемент қасиеттеріне әсері зерттелмеген. «Шымкент цемент» зауыты жыл сайын шамамен 1,2 млн тонна цемент шығарады және оңтүстік және орталық Қазақстанның, көршілес Өзбекстанның қажеттілігін қамтамасыз етеді. Онда бетон және темір бетон өндірісі бойынша жүзге жуық ірі, орта және шағын кәсіпорындар жұмыс істейді.

**Талдау әдістері.** Рентгенофазалық анализ стационарлы рентгенографикалық аппарат ДРОН -3-те жүргізілді. Бұл құрал қоршаған ортада + 10-35 $^0$С температурада, 630-800 мм. сынап. бағ. атмосфералық қысымда, 25 $^0$С-та 80 % ылғалдылыққа дейінгі жағдайда жұмыс істейді. Детектордың бұрыш диапазонында қозғалысы 0-ден – 100 0 (сағат бағытына қарама-қарсы) және 0-ден +100 0 (сағат бағытымен) жүреді. Детектор 0,01; 0,02; 0,05; 0,10; 0,20; 0,50; 1,000 баспалдақты режимде қозғалады. Бұрышты белгілеу өзіндік белгілеуші потенциометр лентасында 0,1 және 1,0 байқалады. 1,5 БСВ 23 Cu рентгендік құбырша [6]. «Шымкент цемент» АҚ зауытының ЦЕМ М400-Д0-Н цементінің рентгенофазалық анализі 1- суретте көрсетілген.




**1-сурет.** «Шымкент цемент» АҚ зауытының ЦЕМ М400-Д0-Н цементінің рентгенофазалық анализі

Рентгенофазалық анализ нәтижесінде ЦЕМ М400-Д0-Н цементінде алит d/n – 1,77; 2,18; 2,78; 3,03 ˚А, белит d/n – 1,62; 2,61; 2,75 ˚А, $C_3A$ d/n – 2,32˚А минералдарының жазықтықаралық қашықтықтары анықталды.

Химиялық талдау - анықталған заттардың ерітінділерінде, гравиметриялық және титриметрикалық талдаудағы химиялық реакциялар негізінде химиялық әдістерді қолданатын сапалық және сандық талдау [7].

100 % келтірілген «Шымкент цемент» АҚ зауытының ЦЕМ М400-Д0-Н цементінің химиялық құрамы 1 кестеде көрсетілген.

**1-кесте.** 100 % келтірілген «Шымкент цемент» АҚ зауытының ЦЕМ М400-Д0-Н цементінің химиялық құрамы

| Оксидтер | Химиялық құрамы, мас. % | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $SiO_2$ | $Al_2O_3$ | $Fe_2O_3$ | CaO | MgO | $SO_3$ | $Na_2O$ | $K_2O$ | жалпы | ҚК | n | p |
| [%] | 18,92 | 3,12 | 3,75 | 68,29 | 1,01 | 3,21 | 0,43 | 0,90 | 100 | 1,14 | 2,75 | 0,83 |

**Алынған нәтижелерді талдау**

Мюнхеннің Техникалық университетінде (ТУМ, Германия) профессор Й. Планктің басшылығымен PCE 41A, PCE 42A және PCE 50 поликарбоксилаты суперпластификаторлардың жаңа түрлері жасалды. Осы қоспалармен зерттеу жұмыстарын М. Әуезов атындағы ОҚМУ-дың «Цемент, керамика және шыны технологиялары» кафедрасында жүргізілді.

«Шымкент цемент» АҚ зауытының ЦЕМ М400-Д0-Н цементі негізінде ПСХ-К құралының көмегімен цементтің үлестік беті және ұнтақталу дәрежесі анықталды. ЦЕМ М400-Д0-Н цементінің үлестік беті 3388 $см^2/г$, цементінің ұнтақталу дәрежесі 11 % құрады. PCE 41A, PCE 42A және PCE 50 поликарбоксилаты суперпластификаторларды қолданып цемент қоспаларының қалыпты қоюлығы, ұстасу мерзімі және бірқалыпты көлемінің өзгеруі анықталды. «Шымкент цемент» АҚ зауытының ЦЕМ М400-Д0-Н цементінің қалыпты қоюлығына және ұстасу мерзіміне поликарбоксилаттың әсер нәтижелері 2 кестеде келтірілген.

**2-кесте.** «Шымкент цемент» АҚ зауытының ЦЕМ М400-Д0-Н цементінің қалыпты қоюлығына және ұстасу мерзіміне поликарбоксилаттың әсері

| Цемент түрі | Үлестік беті, $см^2/г$ | Ұнтақталу дәрежесі, % | Қоспаның түрі және саны, % | Қалыпты қоюлығы, мм /сц қоспамен | Бірқалыпты көлемнің өзгеруі | Ұстасу мерзімі, сағ-мин | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | басталуы | аяқталуы |
| ПЦ400-Д0-Н | 3388 | 11 | б/д | 102/0,255 | төзімді | 2-30 | 3-40 |
| | | | PCE 41 A - 0,1 % | 94/0,235 | төзімді | 2-30 | 3-20 |
| | | | PCE 41 A – 0,1 % | 92/0,23 | төзімді | 2-20 | 3-20 |
| | | | PCE 42 A – 0,1 % | 90/0,225 | төзімді | 2-40 | 3-40 |

Цемент қоспасының құрамына 0,1 % PCE 41A, PCE 42A және қоспасыз қосу арқалы қалыпты қоюлығы анықталды. Нәтижесінде су цемент қатынасы 0,25-тен 0,22 дейін төмендеді, сәйкесінше қалыпты қоюлық мөлшері 102 мм ден 90 ммге дейін төмендеді. Су мөлшері төмендеген сайын қалыпты қоюлықта төмендеді.

Цемент қоспасының ұстасу мерзімінің басталуы 2 сағ 20 мин тан 2 сағ 40 мин ұзарса, ұстасу мерзімінің аяқталуы 3 сағ 20 мин 3 сағ 40 мин дейін созылды. Цемент қоспаларының көлемдерінің өзгеруі сынақтары бойынша төзімді екендігі анықталды.

PCE 41A, PCE 42A және PCE 50 поликарбоксилаты суперпластификаторларды 0,1 % мөлшерде цемент қоспасына қосып 4x4x16 см үлгілерге қалыптау арқылы цемент-құмды қоспасының 2, 7 және 28 тәуліктік иілуде және сығудағы беріктігін анықтадық. Поликарбоксилаттардың цемент қоспасының беріктігіне әсері 3 кестеде келтірілген.

**3-кесте.** Поликарбоксилаттардың цемент қоспасының беріктігіне әсері

| Цемент | Қоспаның түрі және саны, % | С/Ц | Үлгілерді беріктігі 4х4х16 см, МПа | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | иілуде | | | сығуда | | |
| | | | 2 тәу | 7 тәу | 28 тәу | 2 тәу | 7 тәу | 28 тәу |
| ПЦ400Д0-Н | қоспасыз | 0,5 | 3,11/100 | 4,28/100 | 6,27/100 | 14,87/100 | 21,44/100 | 36,64/100 |
| | РСЕ 41 А – 0,1 % | 0,45 | 3,33/107 | 4,65/109 | 5,71/91 | 15,49/104 | 26,45/123 | 42,15/115 |
| | РСЕ 41 А - 0,1 % | 0,5 | 2,66/86 | 4,47/104 | 4,98/79 | 11,58/78 | 23,75/111 | 38,27/104 |
| | РСЕ 42 А – 0,1 % | 0,45 | 3,80/122 | 4,50/105 | 5,51/88 | 17,86/120 | 23,32/109 | 44,58/122 |
| | РСЕ 42 А – 0,1 % | 0,5 | 2,94/94 | 4,24/99 | 5,03/80 | 11,69/78 | 22,37/104 | 39,84/109 |
| | РСЕ 50 – 0,1 % | 0,45 | 3,51/113 | 5,10/119 | 4,95/79 | 17,34/117 | 28,21/132 | 43,22/118 |
| | РСЕ 50 – 0,1 % | 0,5 | 3,02/97 | 4,54/106 | 5,34/85 | 14,11/95 | 27,54/128 | 42,25/115 |

Поликарбоксилаты суперпластификаторлардың РСЕ 41А, РСЕ 42А және РСЕ 50 түрлері негізінде оларды 0,1 % мөлшерде С/Ц қатынасы 0,45-0,5 етіп алынып цемент-құмды қоспаның беріктігі анықталды. Нәтижесінде ешқандай қоспасыз С/Ц=0,5 құрамда үлгілердің иілудегі беріктігі 28 тәулікте 6,27 МПа, ал сығудағы беріктігі 36,64 МПа көрсетті.

РСЕ 41 А поликарбоксилаты суперпластификаторын 0,1 % мөлшерде С/Ц қатынасы 0,45-0,5 етіп алынып цемент-құмды қоспаның беріктігін анықтағанда үлгілердің иілудегі беріктігі 28 тәулікте 5,71-4,98 МПа, сәйкесінше сығудағы беріктігі 42,15-38,27 МПа көрсетті. Бұл қоспасыз цемент ертіндісінің нәтижесінен 15% ға артқандығын көрсетті. Өз кезінде С/Ц қатынасын жоғарлату цемент беріктігінің төмендеуіне әкеліп соқты.

РСЕ 42 А поликарбоксилаты суперпластификаторын 0,1 % мөлшерде С/Ц қатынасы 0,45-0,5 етіп алынып цемент-құмды қоспаның беріктігін анықтағанда үлгілердің иілудегі беріктігі 28 тәулікте 5,51-5,03 МПа, сәйкесінше сығудағы беріктігі 44,58-39,84 МПа көрсетті.

Ал РСЕ 50 поликарбоксилаты суперпластификаторын 0,1 % мөлшерде С/Ц қатынасы 0,45-0,5 етіп алынып цемент-құмды қоспаның беріктігін анықтағанда үлгілердің иілудегі беріктігі 28 тәулікте 4,95-5,34 МПа, сәйкесінше сығудағы беріктігі 43,22-42,25 МПа көрсетті. РСЕ 50 суперпластификаторы РСЕ 41А және РСЕ 42А қоспасына қарағанда С/Ц қатынасы 0,5 кезінде беріктігі 38,27 МПа дан 42,25 МПа жоғарлады. Бұл РСЕ 50 қоспаның суда гидратациялануының жоғары екендігін көрсетті.

**Қорытынды**

Осылайша, біздің зерттеу жұмыста «Шымкент цемент» АҚ зауытының ЦЕМ М400-Д0-Н цементіне РСЕ 41А, РСЕ 42А және РСЕ 50 поликарбоксилаты суперпластификаторларды 0,1 % мөлшерде, 0,45-0,5 С/Ц қатынасында дайындалған цемент қоспасын 4х4х16 см үлгілерге қалыптау арқылы алынған үлгілерді 2, 7 және 28 тәуліктегі беріктігі анықталды. Нәтижесінде РСЕ 41А, РСЕ 42А және РСЕ 50 қоспалары цемент беріктігін 36,64 МПа дан 44,58 МПа жоғарлады.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] 8-th CANMET/ACI Int. Conf. on Superplasticizers, SP-239, Sorrento, 2006.

[2] Hirata, T. (1981), Cement dispersant, JP 842,022 (S59-018338).

[3] Горбунов С.П., Федоров Ю.Б., Трофимов Б.Я., Гамалий Е.А. Эффективность пластифицирующих добавок в самоуплотняющихся растворных смесях // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». – 2005. – Вып. 3. – № 13 (53).

[4] J. Plank, E. Sakai, C.W. Miao, C. Yu, J.X. Hong «Chemical admixtures – Chemistry applications and their impact on concrete microstructure and durability» // Cement and concrete research. 78 (2015). - P. 81-99

[5] Lim, G.G., Hong S.S., Kim D.S., Lee B.J., Rho J.S., (1999), «Slump loss control of cement paste by adding polycarboxylic type slump-releasing dispersant», Cem.Concr. Res., 29, 233-229

[6] Есимов Б.О., Адырбаева Т.А., Жакипбаев Б.Е. Рентгенометрический определитель минералов В.И. Михеева: методическое указание для вузов. –Шымкент: ЮКГУ, 2012. – 164 с.

[7] Макарова И.А., Лохова Н.А. Физико-химические методы исследования строительных материалов: учеб. пособие. -2-е изд. перераб. и доп. – Братск: Изд-во БрГУ, 2011. – 139 с.

Туреханова Л.М., Жумадыбек Н.Б., Таймасов Б.Т., Жаникулов Н.Н.

**Исследование прочностных свойств цементного раствора с добавками поликарбоксилатных суперпластификаторов**

**Резюме.** В статье представлены результаты исследований влияния поликарбоксилатных суперпластификаторов на свойства цемента ЦЕМ М400-Д0-Н АО «Шымкент Цемент». Исследовано влияние PCE 41A, PCE 42A и PCE 50 на прочность цементных растворов. Испытаны прочность образцов в 2 сут, 7 сут и 28 сут возрасте. В результате прочность образцов увеличилась с 36,64 МПа до 44,58 МПа возрасте 28 сут на основе добавок PCE 41A, PCE 42A и PCE 50. Уменьшение объема воды соответственно увеличило прочность. Изучены физико-механические характеристики и структура цементного раствора.

**Ключевые слова:** добавка, цемент, бетон, прочность, поликарбоксилатный суперпластификатор, нормальная густота, сроки схватывания, цементный раствор.

Turekhanova L.M., Zhumadybek N.B., Taimasov B.T., Zhanikulov N.N.

**Researches of strength properties of cement mortar with additives of polycarboxylate superplasticizers**

**Summary.** The article presents the results of studies of the effect of polycarboxylate superplasticizers on the properties of cement CEM M400-D0-H of JSC «Shymkent Cement». The effect of PCE 41A, PCE 42A and PCE 50 on the strength of cement mortars was investigated. The strength of the samples was tested at 2 days, 7 days and 28 days of age. As a result, the strength of the samples increased from 36,64 MPa to 44,58 MPa, ages 28 days based on the additions of PCE 41A, PCE 42A and PCE 50. A decrease in the volume of water increased the strength accordingly. The physic-mechanical characteristics and structure of the cement mortar were studied.

**Key words:** additive, cement, concrete, strength, polycarboxylate superplasticizer, normal density, setting time, cement mortar.

**МАЗМҰНЫ**

**Жер туралы ғылымдар**

*Ахтаева Н.З., Нұрмаханова А.С., Усен Қ., Жакыпбек Ы., Осмонали Б., Есеналиева М.Б., Молдабаева Ә.Ғ.*
КЕН ОРЫНДАРЫН ИГЕРУ КЕЗІНДЕ БҰЗЫЛҒАН ЖЕРЛЕРДІҢ ТОПЫРАҒЫНЫҢ САНДЫҚ ЖӘНЕ САПАЛЫҚ ҚҰРАМЫН ЗЕРТТЕУ..... 3
*Дөненбаева Н.С., Нұрпейісова М.Б., Қырғызбаева Г.М.*
ГЕОМЕХАНИКАЛЫҚ ПРОЦЕСТЕРДІ БАСҚАРУ..... 7
*Қартбаева Қ., Нурпеисова М.Б.*
ЖЕР ҚЫРТЫСЫНЫҢ ҚАЗІРГІ ВЕРТИКАЛЬ ЖЫЛЖУЛАРЫН АНЫҚТАУДАҒЫ ҒАРЫШТЫҚ ГЕОДЕЗИЯНЫҢ РӨЛІ..... 12
*Кульбатырова Б.А., Темирхасов А.М., Ещанова А.К.*
СЕЙСМОТРАТИГРАФИЯЛЫҚ ЖӘНЕ СЕДИМЕНТОЛОГИЯЛЫҚ ТАЛДАУДЫҢ НӘТИЖЕЛЕРІ БОЙЫНША ОҢТҮСТІК ТОРҒАЙ БАССЕЙНІННҢ БАТЫС БӨЛІГІНІҢ ГЕОЛОГИЯЛЫҚ ҚҰРЫЛЫМЫ..... 15
*Даулбаева А.Н.*
ЖОЛДАРДЫҢ ҚАШЫҚТЫҒЫНА БАЙЛАНЫСТЫ ТОПЫРАҚТЫ ЛАСТАУДЫ АУЫР МЕТАЛДАРМЕН БАҒАЛАУ..... 23
*Сатбаева Г.С., Тлеуберлина О.Б.*
ӘЛЕУМЕТТІК ЭКОЛОГИЯ ПӘНІНІҢ ҚАЛЫПТАСУЫ ЖӘНЕ ПӘНАРАЛЫҚ БАЙЛАНЫСЫ..... 28
*Оразбаев А.Е., Танабекова Г.Б., Мұқанова Г.А., Воронова Н.В., Умбетбеков А.Т.*
АЛМАТЫ ҚАЛАСЫНЫҢ АҚАБА СУЛАРЫНДАҒЫ СУЛЬФАТ, ФОСФАТ ЖӘНЕ ХЛОРИДТЕРДІҢ 2015 ЖӘНЕ 2016 ЖЫЛДАРДАҒЫ ДИНАМИКАЛАРЫН САЛЫСТЫРУ……. 33
*Мұқанова Г.А., Воронова Н.В., Умбетбеков А.Т., Оразбаев Ә.Е., Сырымов Е.С.*
ІЛЕ ӨЗЕНІНІҢ СУ АЛАБЫНЫҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЫНА АНТРОПОГЕНДІК ФАКТОРЛАРДЫҢ ӘСЕРІ..... 38
*Кашкимбаева N.M.*
ҚАЗАҚСТАНДА ЖЕР МОНИТОРИНГІ ҮШІН ГАЖ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ҚОЛДАНУ……... 44
*Курбаниязов С.К., Буханцов А.Ф., Аймбетова И.О., Әбдімүтәліп Н.Ә. , Исмайлова Н.Г.*
БАРИТТІ ЛАК БОЯУ ӨНДІРІСІ ҮШІН ПАЙДАЛАНУ МАҚСАТЫНДА ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН ОБЛЫСЫНДАҒЫ ИТҚАЛҒАН БАРИТ КЕНІНЕ ІЗДЕНІС – БАҒАЛАУ ЖҰМЫСТАРЫН ЖҮРГІЗУ..... 46
*Мукаев Ж.Т., Озгелдинова Ж.О. , Искаков Ж.Н.*
АЛАКӨЛ КӨЛІ БАССЕЙНІН ФУНКЦИОНАЛДЫҚ АЙМАҚТАНДЫРУ МӘСЕЛЕСІ 55

**Техникалық ғылымдар**

*Баймбетов Д.А., Ускенбаева Р.К., К. Басири*
КОЛЛАБОРАТИВТІ ҰСЫНЫС ЖҮЙЕСІНДЕГІ АЛГОРИТІМДЕРДІ САРАПТАУ……... 06
*Гурьянов Г.А., Байгереев С.Р., Абдеев Б.М.*
ДІРІЛ ТҮРІНДЕГІ ҰСАҚТАҒЫШТАРДА КАМЕРАНЫ БОРЛЫ ШАРЛАРМЕН ТОЛТЫРУ БИІКТІГІ БОЙЫНША БҰЗЫЛУ КҮШІНІҢ ТАРАЛУЫН ЗЕРТТЕУ…… …… 66
*Дуйсебекова К.С., Дузбаев Н.Т., Аманжолова С.Т.*
ОБЛЫСТЫҢ КЛИМАТТЫҚ ЖӘНЕ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЫНА МОНИТОРИНГ ЖҮРГІЗУ БОЙЫНША ДЕРЕКТЕРДІ АВТОМАТТЫ ЖИНАУ..... 73
*Абделі Д.Ж., Оздоев С.М., Конторович А.Э., Тілеуберді Н.*
МҰНАЙБЕРГІШТІГІН АРТТЫРУ МАҚСАТЫНДА ҚАБАТТАҒЫ МҰНАЙДЫ АЗОТПЕН ИТЕРУДІ ЛАБОРАТОРИЯЛЫҚ ЗЕРТТЕУ..... 81
*Аширбаев Н.Қ., Аширбаева Ж.Н., Иманбетова А.Б.,Сабырханова П.Ш., Бейсебаева А.Ж.*
СЕРПІМДІ ОРТАДАҒЫ КЕРНЕУЛІК-ДЕФОРМАЦИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙҒА ШЕКАРАЛЫҚ ШАРТТАҒЫ ҮЗІЛІСТІҢ ӘСЕРІ..... 86
*Даушеева Н.Н., Тажибаева Б.Т.*
АНЫҚТАЛМАҒАН ПАРАМЕТРЛЕР НЕГІЗІНДЕ СӨЗДІ МӘТІНДІК ІЗДЕУДІҢ БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ІСКЕ АСЫРЫЛУЫ..... 91
*Нұрсұлтанов Е.М., Айткожаев А.З., Данлыбаева А.К.*
КЕШЕНДІ СТАНДАРТТАУ НЕГІЗІНДЕ МЕКЕМЕДЕ ІШКІ АУДИТ ЖҮРГІЗУ ӘДІСТЕМЕЛЕРІН ЖЕТІЛДІРУ..... 95
*Әбдірахман М.Ш., Исбеков К.Б., Асылбекова А.С.*
УЗВ ӨСІРІЛГЕН ТИЛЯПИЯНЫҢ МОРФОБИОЛОГИЯЛЫҚ СИПАТТАМАСЫ.....…….. 100

*Ускенбаева Р.К., Алтаева А.Б.*
АҚЫЛДЫ ҒИМАРАТТАҒЫ ЗИЯТКЕРЛІК МИКРОКОНТРОЛЛЕРДІ БАСҚАРУ..... 105
*Ускенбаева Р.К., Алтаева А.Б., Омаров Б.С.*
ЭНЕРГИЯҒА АРНАЛҒАН АЙҚЫН ЕМЕС ЛОГИКАҒА НЕГІЗДЕЛГЕН
КОНТРОЛЛЕРДІ ЖОБАЛАУ..... 110
*Өскенбаева Р.Қ., Сатыбалдиева Р.Ж., Бектемысова Г.У., Молдағұлова А.Н., Әйтім А.*
ХАТУ МЫСАЛЫН ПАЙДАЛАНА ОТЫРЫП УНИВЕРСИТЕТТЕГІ
БИЗНЕС-ПРОЦЕСТЕРДІ МОДЕЛЬДЕУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ..... 117
*Муслимов А.П., Шакенова Ж.Н., Нурпеисова Т.Б., Абдигалиева М.С.*
ҚАТТЫ ЕМЕС БІЛІКТЕРДІ ӨҢДЕУДЕГІ РАДИАЛЬДЫ КЕСУ КҮШІН
ЭКСПЕРИМЕНТАДЫ ЗЕРТТЕУ..... 123
*Шаханов Ә.Р. Ипалакова М.Т., Басири К.*
АУАНЫҢ ЛАСТАНУЫН БОЛЖАУ ӘДІСТЕРІ……..…… 127
*Кислицин С.Б., Диков А.С., Хромушин И.В., Ларионов А.С., Акаев С.О.*
ГЕЛИЙ ОРТАДА ТӨМЕН ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ АЛЬФА БӨЛШЕКТЕРІМЕН
ИМПЛАНТАҒАН АУСТЕНИТТІК КОНСТРУКЦИЯЛЫҚ БОЛАТТЫН
НЕЙТРОНДАРДЫҢ СӘУЛЕЛЕНУ ГЕЛИЙ ЖИНАҚТАУЫН САЛЫСТЫРМАЛЫ ЗЕРТТЕУ……. 132
*Оспанова Ш.С., Березовская И.Э., Нурмуханова А.З., Нұғыманова А.О., Карымсакова Л.*
ЖОҒАРЫ ТУРБУЛЕНТТІЛІКТЕГІ СҰЙЫҚ АҒЫНШАСЫН БҮРКУДІҢ НЕГІЗГІ
ПРИНЦИПТЕРІ МЕН ӘДІСТЕРІ..... 136
*Ниетқабылова Н.О., Сакиева З.Ж., Жолмырзаева Р.Н., Дабжанова С.Т.*
ХИМИЯЛЫҚ ҚҰРАМЫ ЖӘНЕ БІРКЕЛКІ КОНСИСТЕНЦИЯЛЫ БАЛЫҚ
ӨНІМДЕРІН АЛУ ЖОЛДАРЫ..... 142
*Шарипов Р.Ж., Алимова К.К.*
ЭНЕРГИЯ ҮНЕМДЕУ ЖӘНЕ ЭНЕРГИЯ ТИІМДІЛІГІННҢ ӨЗЕКТІ МӘСЕЛЕЛЕРІ..... 148
*Мурзабеков З.Н., Мирзахмедова Г.А.*
ЭКОНОМИКАЛЫҚ КЛАСТЕР МОДЕЛІНІҢ СЫЗЫҚТЫ ЕМЕС ЖҮЙЕСІН ОҢТАЙЛЫ
ТҰРАҚТАНДЫРУ ЕСЕБІ..... 152
*Отынчиева М., Сугирбекова А., Кожагельдина А., Бахтияр Б., Булатова А.*
КІШІ СУ ЖЫЛЫТУ ҚАЗАНДЫҚТАРЫНДА ҚОЛДАНЫЛАТЫН ЭКРАНДЫҚ
ГАЗДАН ТЫС АРНАЛАРДА ЖЫЛУ АЛМАСУДЫ ҚАРҚЫНДАТУ..... 159
*Баймаханов Р., Шалабаев Н.,.Бектемысова Г, Басири К.*
ЖАБДЫҚ ӨНЕРКӘСІПТІҢ ҚОСЫЛҒАН РЕАЛИЗЫ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫ…….. 163
*Дәулетқали Ш.Т., Нұрлыбаев Т.А., Курос Басири*
БОЛАШАҚТАҒЫ НАҚТЫЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯСЫНЫҢ ДАМУЫ……. 167
*Оспанова Ш.С., Нурмуханова А., Нұғыманова А.О., Рахат Б., Болосханқызы Б.*
ЖАНАРМАЙМЕН ҚАМТУ СТАНЦИЯЛАРЫНЫҢ ҚЫЗМЕТ САПАСЫ ЖӘНЕ
ОЛАРДЫ СЕРТИФИКАТТАУ ТӘРТІБІ..... 170
*Жақұлова Л. Қ., Шорманов С. Т., Шәкір М.К.*
«2012-2017 ЖЫЛДАРҒА АРНАЛҒАН ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҚҰРЫЛЫС
ӨНЕРКӘСІБІНДЕГІ КӘСІБИ ТӘУЕКЕЛДЕР МЕН ӨЛІМГЕ ӘКЕЛІП СОҚТЫРАТЫН
ЖАЗАТАЙЫМ ОҚИҒАЛАР ТУРАЛЫ ДЕРЕКТЕРДІҢ ДИНАМИКАСЫН ТАЛДАУ»..... 176
*Баймбетов Д.А., Ускенбаева Р.К.*
ДЕРБЕСТЕНДІРУ ЖӘНЕ ПРОФИЛДЕУ – БҰЛ ЗАМАНАУИ БӨЛШЕК
САУДА-САТТЫҚТЫҢ БАСТЫ ДАМУ БАҒЫТЫ…….. 181
*Кенесбаева А., Нурпеисова М.Б.*
ТОРЛЫҚ АВТОМАТТАРДЫ ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, ЖЕР БЕТІНІҢ
ДЕФОРМАЦИЯСЫН МОДЕЛЬДЕУ ӘДІСІ..... 186
*Жетписбаева А. Т., Смайлов Н.К., Кусаинова К. Т., Таласбаева Ш.К.*
БЕЙСЫЗЫҚТЫҚ ЭФФЕКТІЛІРДІҢ ТАБАЛДЫРЫҚ ҚУАТЫН ЗЕРТТЕУ..... 191
*Абай Т., Аманбай М.Н., Шалбаев К.К.*
БЕНЗИН ШЫҒЫНЫ МЕН ТАБИҒАТТЫ ЛАСТАУДЫ АЗАЙТУ ҮШІН СУТЕКТІ
ГЕНЕРАТОР НЕГІЗІНДЕГІ ІШТЕН ЖАНУ ҚОЗҒАЛТҚЫШЫ..... 195
*Игиликова М.Б., Манап Қ.Р., Сериккызы М.С., Уажанова Р.У.*
ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ҰЛТТЫҚ АККРЕДИТТЕУ ОРТАЛЫҒЫНЫҢ
САПА МЕНЕДЖМЕНТ ЖҮЙЕСІНІҢ СӘЙКЕСТІК СЕРТИФИКАТТАРЫНА
СТАТИСТИКАЛЫҚ ТАЛДАМА..... 199
*Умирбаева А.Б., Нұрпейісова М.Б.*
СЕМЕЙ СЫНАҚ ПОЛИГОНЫНЫҢ БҰЗЫЛҒАН АЙМАҚТАРЫН ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ
МОНИТОРИНГТЕУ..... 203

*Абделі Д.Ж., Оздоев С.М., Конторович А.Э., Машрапова М.Ә.*
ЗЕРТХАНАЛЫҚ ЖАҒДАЙДА ҚАБАТТЫ ГИДРАВЛИКАЛЫҚ ЖАРУ ӘДІСІН ЗЕРТТЕУ..... 207
*Лахно В.А., Досжанова А.А., Картбаев Т.С., Маликова Ф.У., Толыбаев Ш.Д.*
ЗИЯТКЕРЛІК КӨЛІК ЖҮЙЕЛЕРІН БАҚЫЛАУ ЖӘНЕ БАСҚАРУДА БҰЛТТЫҚ ҚЫЗМЕТТЕРДІҢ КИБЕРҚАУІПСІЗДІГІН АРТТЫРУ..... 212
*Нигматов Д.Ф., Лесбаев Б.Т., Бодыков Д.У., Салахов Р.*
ЮТКИН ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИКАЛЫҚ ЭФФЕКТІСІ АРҚЫЛЫ МҰНАЙ ҚОҚЫРЫН ӨҢДЕУ..... 216
*Утегулов Б.Б., Кошкин И.В.*
ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ТОБЫЛ ӨЗЕНІҢІҢ АЙМАҒЫНДА ЖЕРГІЛІКТІ ШАҒЫН ГЭС ЖАСАУДЫҢ КЛИМАТТЫҚ ШАРТТАРЫН ТАЛДАУ..... 221
*Акаев С.О., Ларионов А.С., Карпиков А.Н., Чекушина Л.В., Диков А.С.*
ӘДІСТІ ҚОЛДАНУ МАГНЕТРОНДЫ БҮРКУ ӘДІСТЕРІМЕН ЖӘНЕ ЭЖҚ НЕЙТРОН-СІҢІРУ ЖАБЫНДАРДЫ ҚАЛЫПТАСТЫРУ..... 229
*Әбілда Д.Қ.*
ГИДРАВЛИКАЛЫҚ ЦИЛИНДРЛЕРДІҢ БАЙЛАНЫСТАҒЫ ТҰРАҚТЫЛЫҚТАРЫН АРТТЫРУ..... 236
*Наривский А.Э., Субботин С.А., Беликов С.Б., Яр-Мухамедова Г.Ш., Атчибаев Р.А.*
СУ АЙНАЛДЫРУ ПАРАМЕТРЛЕРІНІҢ ӘСЕРІ, ХИМИЯЛЫҚ ҚҰРАМЫ ЖӘНЕ AISI304 БОЛАТТЫҢ КОНСТРУКЦИЯЛЫҚ ГЕТЕРОГЕННІҢ ҰҢҒЫМАҒА ТӨЗІМДІЛІГІ..... 240
*Әуесхан Э.С. , Жомартова Ш.А.*
ӨНЕРКӘСІПТІК АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІ ДАМЫТУДЫ БАСҚАРУДАҒЫ ЖОБАЛЫҚ ӘДІСНАМАНЫ ҚОЛДАНУ..... 250
*Қаламбаев Н.М., Велямов Т.Т.*
ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ҮРДІСТЕРДІ БАСҚАРУДЫҢ ЖИІЛІКТІК-ИМПУЛЬСТЫҚ ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ СИНТЕЗІ..... 256
*Досмұхамедов Н.Қ., Жолдасбай Е.Е., Құрмансеитов М.Б.,*
МЫСТЫ-ҚОРҒАСЫНДЫ ШТЕЙНДЕРДЕН ҚОРҒАСЫНДЫ БӨЛІП АЛУ БОЙЫНША ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ТӘЖІРИБЕЛЕР..... 260
*Малдыбаева Ж.М., Адырбайкызы Р.*
АҒЫНДЫ СУЛАРДЫ ТАЗАРТУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ..... 266
*Авдиенко А., Курос Байсири*
СҰЙЫҚТЫҚТАРДЫ ИМИТАЦИЯЛАУ ҮШІН КОММУНАЛДЫҚ ҚЫЗМЕТТЕРМЕН ЖҰМЫС ІСТЕУ..... 269
*Шапорева А.В., Кухаренко Е.В.*
ҚАШЫҚТЫҚТАН ОҚЫТУ ТЕХНОЛОГИЯСЫМЕН БІЛІМ БЕРУ ПРОЦЕСІН ҰЙЫМДАСТЫРУМЕН СЕНІМДІЛІГІНБАҒАЛАУДЫҢ АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН ЖҮЙЕСІН ӘЗІРЛЕУ ТУРАЛЫ..... 272
*Копнова О.Л.*
АҚПАРАТТЫҚ-АНАЛИТИКАЛЫҚ ЖҮЙЕ ТҮРЛЕРІН ПЛАТФОРМАНЫ ТАҢДАУ ЖӘНЕ БІРЛЕСТІКТІҢ ҚҰРЫЛЫСЫНЫҢ ҚҰРЫЛЫСЫ УНИВЕРСИТЕТТІҢ КОРПОРАТИВТІ МӘЛІМЕТТІК ЖҮЙЕСІ..... 277
*Мукашев К.М., Мустаяп Ж.А., Омиркул С.Т.*
БАСТАПҚЫ ЖӘНЕ МАРТЕНСИТИКАЛЫҚ ФАЗАЛАРДЫҢ МЫС НЕГІЗІНДЕГІ ҚОРЫТПАДАҒЫ ПІШІНДІ ЕСТЕ САҚТАУ ЭФФЕКТІСІНЕ ӘСЕРІ..... 282
*Акаев С.О., Диков А.С., Дикова Л.А., Кислицин С.Б., Ларионов А.С.*
БЕРИЛЛИЙ ОКСИДІНІҢ БҰЗЫЛҒАНДАҒЫ СИПАТЫ БОЙЫНША ТЕМПЕРАТУРАЛЫҚ СЫНАҚТАРДЫҢ ӘСЕРІ..... 287
*Жаркевич О. М., Дандыбаев Е. С., Михеев С. С.*
КЕРНЕУЛІ-ДЕФОРМАЦИЯЛАНҒАН ЖАҒДАЙДЫ ЗЕРТТЕУ САУСАҚТЫҢ ШАРНИРЛІ ҚОСЫЛЫСТАР ШӨМІШ – САБЫ..... 291
*Костандян Э.С.*
OLAP-ТЕХНОЛОГИЯСЫНЫҢ ҚОЛДАНУЫМЕН КӘСІПОРЫННЫҢ АНАЛИТИКАЛЫҚ ЕСЕП-ҚИСАБЫНЫҢ ҚҰРЫЛУЫ..... 298
*Костандян Э.С., Басири К.*
ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ КЕҢ ТАРАҒАН ERP-ЖҮЙЕСІЛЕРДІҢ ШОЛУЫ..... 306
*Аширбаев Н.Қ., Аширбаева Ж.Н., Алибекова Ж.Д.,Кулбаева Л.Ж., Алтынбеков Ш.Е.*
БІР ТЕКТІ ЕМЕС ШЕКАРАЛЫҚ ШАРТТАРДЫҢ ТОЛҚЫНДЫҚ ӨРІСТІҢ ПАРАМЕТРЛЕРІНЕ ӘСЕРІ..... 311
*Абылов С. А., Масылканова Б. А.*
ВОЛЛАСТОНИТТІ ПАЙДАЛАНЫП ГИПСТІ ТҰТҚЫР ЗАТТАРДЫ ТҮРЛЕНДІРУ..... 317

*Молдабекова М.С., Асембаева М.К., Арипбаев К.Т., Айдарханова А.М.*
ГАЗ ҚОСПАСЫНДАҒЫ МАССАТАСЫМАЛДАУДЫ ЭФФЕКТИВТІК ДИФФУЗИЯ
КОЭФФИЦИЕНТІ АРҚЫЛЫ СИПАТТАУ..... 323
*Мусапирова Г.Д, Ермеков Е.К.*
3D МОДЕЛЬДЕУ БАҒДАРЛАМАЛАРЫНЫҢ ШОЛУЫ ЖӘНЕ САЛЫСТЫРУЫ..... 327
*Касымова А.Х., Гусманова А.С.*
ҚОСЫМША БІЛІМ БЕРУ КУРСТАРЫ БОЙЫНША АҚПАРАТТЫҚ ІЗДЕУ
ЖҮЙЕСІНІҢ МАҢЫЗДЫЛЫҒЫ..... 331
*Балакаева Г.Т., Даркенбаев Д.К.*
ҮЛКЕН КӨЛЕМДІ ДЕРЕКТЕРДІ ӨҢДЕУ ҮШІН КОРРЕЛЯЦИЯЛЫҚ ЖӘНЕ
РЕГРЕССИЯЛЫҚ ТАЛДАУ ЖАСАУ..... 338
*Пяткова Т.В., Кухаренко Е.В.*
КӘСІПОРЫНДА IT-ЖОБАЛАРДЫ ЕНГІЗУ ТӘУЕКЕЛІН БАҒАЛАУ ҮШІН
ИМИТАЦИЯЛЫҚ МОДЕЛІН ЖАСАУ…….. 345
*Худякова Т.М., Курбаниязов С.К., Аймбетова И.О.*
ЗЕРТТЕУ НЕГІЗІНДЕ САПАЛЫ ЖОҒАРЫ ҚАТТЫЛЫҚҚА ИЕ ДОЛОМИТ
ТҰТҚЫРЛЫ МЕТЕРИАЛДАРДЫ АЛУ МҮМКІНДІКТЕРІ..... 350
*Диханбаева Ф. Т., Смаилова Ж.Ж., Джетписбаева Б.Ш., Ашимухунов У.А., Сафаралиева А.Н.*
СҰЛЫ СҮТІН ҚОСЫП ЕШКІ СҮТІ НЕГІЗІНДЕГІ БАЛАЛАРДЫҢ ТАМАҚТАНУЫНА
АРНАЛҒАН СҮТҚЫШҚЫЛДЫ СУСЫНДАР ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЖЕТІЛДІРУ..... 354
*Бекбасаров И.И.*
ҚАҒЫЛМАЛЫ ҚАДАНЫҢ ТӨМЕНГІ ҰШЫНЫҢ АСТЫНДАҒЫ ТОПЫРАҚТЫҢ ЕСЕПТІК
КЕДЕРГІСІН АНЫҚТАУДЫҢ КОРРЕЛЯЦИЯЛЫҚ ТӘУЕЛДІЛІКТЕРІ ТУРАЛЫ..... 359
*Даркенбаева Э.Б., Бестерекова А.Н.*
ЖИІЛІК-РЕТТЕЛЕТІН АЙНЫМАЛЫ ТОК ЭЛЕКТРЖЕТЕГІНІҢ ҚОЗҒАЛЫС ТҰРАҚТЫЛЫҒЫ….. 366
*Алиаскар М.С., Джомартова Ш.А., Зиятбекова Г.З., Исимов Н.Т., Мазакова А.Т.*
КЛИМАТТЫҚ ДЕРЕКТЕРДІ БЕРУДІҢ АВТОНОМДЫ МИКРОПРОЦЕССОРЛЫҚ ЖҮЙЕ..... 370
*Юлусов С.Б., Козлов В.А., Егоров Н.Б., Суркова Т.Ю., Байгенженов О.С.*
БАЛАСАУСКАНДЫҚ КЕН ОРНЫНЫҢ ҚҰРАМЫНДА УРАН БАР ШИКІЗАТЫН
ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ ЗЕРТТЕУ..... 377
*Даркенбаева Э.Б., Бестерекова А.Н.*
АВТОНОМДЫ ҚОНДЫРҒЫЛАРДЫ ЭНЕРГИЯМЕН ҚАМТАМАССЫЗ ЕТУДІҢ,
ГИБРИДТІ ЖҮЙЕЛЕРІ..... 384
*Диханбаева Ф. Т., Смаилова Ж.Ж., Джетписбаева Б.Ш., Демеубеков Д.К.*
ТҮЙЕ СҮТІ НЕГІЗІНДЕГІ ГЕРОДИЕТИКАЛЫҚ ТАҒАМНЫҢ СҮЗБЕ ӨНІМІН ӨҢДЕУ..... 388
*Исмайлова М.Е., Бекетаева М.Т.*
ТУРИСТІК ФИРМАЛАРДЫҢ БӘСЕКЕГЕ ҚАБІЛЕТТІЛІГІН ЖОҒАРЫЛАТУ
ФАКТОРЫ РЕТІНДЕ ТУРИСТІК ҚЫЗМЕТТЕРДІҢ САПАСЫН ИНТЕГРАЛДЫ
БАҒАЛАУ ӘДІСТЕМЕСІН ӘЗІРЛЕУ..... 393
*Умбетбеков А.Т., Мәжит Ж.Б., Оразбаев А.Е., Муканова Г.А., Отарбаева А.Е.*
ҚАЛДЫҚТАРДЫ ҚАЙТА ӨҢДЕУ МЕН КӘДЕГЕ ЖАРАТУ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН
ҰТЫМДЫ ПАЙДАЛАНУДАҒЫ БИОГАЗ АЛУ ЖОЛДАРЫН ЗЕРТТЕУ..... 398
*Алтыбай А., Токмагамбетов Н.*
СИНГУЛЯРЛЫҚ КОЭФФИЦИЕНТТІ ЕКІӨЛШЕМДІ ТОЛҚЫН ТЕҢДЕУІН
ШЕШУДІҢ ПАРАЛЛЕЛЬДІ АЛГОРИТМІ..... 404
*Кемельбекова Ж.С., Сембиев О.З., Махатова А.Х., Сембиева Н.О.*
АСИНХРОНДЫ ЖЕЛІЛЕРДЕГІ КӨП КАНАЛДЫ ҚОҢЫРАУЛАРДЫҢ
АҚПАРАТТЫҚ ТРАФИКТІ ЖЕТКІЗУ МОДЕЛІ..... 410
*Карибаев Б.А., Иманбаева А.К., Намазбаев Т.А.*
ШАҒЫН ӨЛШЕМДІ СПУТНИКТЕРГЕ АРНАЛҒАН ФРАКТАЛДЫҚ АНТЕННАЛАР..... 417
*Нысанов Е.А., Куракбаева С.Ж., Абдуалиева С.А., Алтынбеков Ш.Е.*
СИГНАЛДАРДЫ КОМПЬЮТЕРДЕ СПЕКТРЛІК ТАЛДАУ ЖӘНЕ СИНТЕЗДЕУ..... 421
*Токтасынова Н., Сулейменов Б., Болеева Л.*
АГЛОМЕРАЦИЯ ПРОЦЕСІН МОДЕЛЬДЕУДІҢ НЕГІЗГІ БАҒЫТТАРЫ…… 428
*Имамадинов Е.М., Муратов,А.С. Калбаева А.Т., Куракбаева С.Д., Калбаева А.Т.*
КӘСІПОРЫН ПЕРСОНАЛЫН ЕСЕПКЕ АЛУ ЖӘНЕ БАСҚАРУДЫҢ АҚПАРАТТЫҚ
ІШКІ ЖҮЙЕСІН ӨҢДЕУ..... 434
*Сүйменбаев Н.Б., Ермолдина Г.Т., Сүйменбаева Ж.Б., Бапышев А.М., Гусейнов С.Р., Әден Ә.Е.*
ТАРТҚЫШ ЖЫЛЖЫМАЛЫ ҚҰРАМДАҒЫ ҚОЗҒАЛЫС ПАРАМЕТРЛЕРІН БАҚЫЛАУ
ЖҮЙЕСІНДЕГІ ЖЕРСЕРІК БАЙЛА-НЫС АРНАЛАРЫН ЗЕРТТЕУ..... 441

**Физика-математика ғылымдары**

*Смагулова Г.М., Волобуева О.П.*
«АЛМАТЫГАЗСЕРВИС» КӘСІПКЕРЛІКТІҢ ЗЕРТТЕУДІҢ НӘТИЖЕСІНДЕ ҰСЫНУ..... 448
*Нұрқасымова С.Н., Мукашева А.К.*
ФИЗИКА ЕСЕПТЕРІН MAPLE БАҒДАРЛАМАСЫНДА МОДЕЛЬДЕУ..... 455
*Оспанова Ш., Жұмабаев Ә., Нурмуханова А., Рахимжанова Л., Чигамбаева Н.*
ЖЫЛЖЫМАЛЫ БӨЛШЕКТЕР ӘДІСІМЕН МАСШТАБТЫ СИММЕТРИЯДАҒЫ ФРАГМЕНТАЦИЯНЫҢ ӘМБЕБАПТЫЛЫҒЫН СИПАТТАУ..... 460
*Халила Ж.Н., Бекетаева М.Т.*
ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ЖЫЛУЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ САЛАСЫНЫҢ ЖҮЙЕЛІ МӘСЕЛЕЛЕРІН ТАЛДАУ..... 467
*Бейсенбі М.А., Сатпаева А.К., Мусабаева Ш.С., Жалмухамедова Ж.М.*
А.М. ЛЯПУНОВТЫҢ ВЕКТОР-ФУНКЦИЯСЫ ГРАДИЕНТТІ-ЖЫЛДАМДЫҚ ӘДІСІМЕН БЕЙСЫЗЫҚТЫ АВТОМАТТЫ БАСҚАРУ (АБЖ) ЖҮЙЕЛЕРІН РОБАСТТЫ ОРНЫҚТЫЛЫҚҚА ЗЕРТТЕУ..... 474
*Карибаев Б.А., Сәрсенбек И.Т., Самарханов А.Б.*
ФРАКТАЛДЫ АНТЕННАНЫҢ ЖИІЛІК-ӨЛШЕМДІК СИПАТТАМАЛАРЫ..... 479
*Нұрқасымова С.Н., Жаныс А.Б.*
ПЛАНЕТАЛАР ҚОЗҒАЛЫСЫН АСТРОНОМИЯ ПӘНІН ОҚЫТУДА МОДЕЛЬДЕУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ..... 484
*Касимов А.Т., Жолмагамбетов С.Р., Хабидолда О., Мадибайулы Ж., Касимова А.А.*
ҚАБАТТАРЫ ӘРТҮРЛІ ЕРКІН ОРНАЛАСҚАН ҚАБАТТЫ ПЛАСТИНАЛАРДЫҢ КЕРНЕУЛІ - ДЕФОРМАЦИЯЛАНҒАН КҮЙІН КЛАССИКАЛЫҚ ЕМЕС ТЕОРИЯ НЕГІЗІНДЕ САНДЫҚ МОДЕЛДЕУ..... 489
*Бектуган Б.И., Нурахов Е.С., Иманкулов Т.С., Ахмед-Заки Д.Ж.*
БІР ӨЛШЕМДІ ЕСЕПТІҢ САНДЫҚ ШЕШІМІН ІСКЕ АСЫРУ FPGA ЖЫЛУ ӨТКІЗГІШТІГІ ….… 496
*Оспанова Ш., Жұмабаев Ә., Нурмуханова А., Рахат Б., Болосханқызы Б.*
ӘР ТҮРЛІ ДЕНЕЛЕРДЕГІ ЖЫЛУ ТАСЫМАЛЫ ПРОЦЕСІНІҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ ЕСЕБІ..... 502
*Мамырбекова А., Волобуева О.*
ЛОГИСТИКАЛЫҚ АҚПАРАТТЫҚ ОРТАЛЫҒЫ ЗЕРТТЕУ ОБЪЕКТІСІ РЕТІНДЕ…….... 508
*Шаждекеева Н.К., Мырзашева А.Н., Баймахан А.Р., Абдиахметова З.М., Латипов Е.*
СУЛЫ БАССЕЙННІҢ НЕГІЗГІ ФИЛЬТРАЦИЯ-СЫЙЫМДЫЛЫҚТЫҚ ПАРАМЕТРЛЕРІН ИДЕНТИФИКАЦИЯЛАУ..... 514
*Асқарова Ә.С., Болегенова С.Ә., Березовская И.Э., Воробьёва О.Д., Жанжиенов А.Е.*
ЖАНУ КАМЕРАСЫНДАҒЫ СҰЙЫҚ ОТЫННЫҢ ТҰТАНУ ЖӘНЕ ЖАНУЫНА ҚЫСЫМНЫҢ ӘСЕРІН САНДЫҚ ЗЕРТТЕУ..... 521
*Оспанова Ш., Жұмабаев Ә., Нурмуханова А., Жексен Ұ., Болосханқызы Б.*
КОНВЕКТИВТІ ЖЫЛУ АЛМАСУДЫҢ НЕГІЗДЕРІ..... 529
*Назарова К.Ж., Усманов Қ.Ы.*
ҮШ НҮКТЕЛІ ШЕТТІК ЕСЕП ҮШІН ПАРАМЕТРЛІ ИНТЕГРАЛДЫҚ-ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ТЕҢДЕУЛЕР ЖҮЙЕСІНІҢ БІРМӘНДІ ШЕШІЛІМДІЛІГІНІҢ ҚАЖЕТТІ ШАРТЫ..... 535
*Оспанова Ш., Жұмабаев Ә., Нурмуханова А., Рахимжанова Л., Чигамбаева Н.*
ШЕКАРАЛЫҚ ШАРТ НЕГІЗІНДЕ ЖЫЛУӨТКІЗГІШТІК ЕСЕБІН MATHCAD ПАКЕТІНДЕ ШЕШУ..... 544
*Истляуп А. С., Мясникова Л. Н.*
АЙМАҚТЫҚ ҚҰРЫЛЫМ МЕН ЖАЙ-КҮЙ ТЫҒЫЗДЫҒЫН МОДЕЛДЕУ НАНОКРИСТАЛЛДАР NAX (F, CL, BR, I)..... 553
*Жаканбаев Е.А., Володин В.Н., Тулеушев Ю.Ж.*
МОЛИБДЕН-КАДМИЙ ЖҮЙЕСІНІҢ ПЛЕНКАЛЫҚ ЖАБЫНДАРЫНДАҒЫ ЖАҢА MOCD2 ФАЗАСЫНЫҢ СИНТЕЗІ..... 558

**Химия-металлургия ғылымдары**

*Юров В.М., Платонова Е.С., Юдакова В.А.*
КӨП ҚАБАТТТЫ ЖАБЫНДАРДЫҢ МИКР ҚҰРЫЛЫМЫ ЖӘНЕ ҚАСИЕТТЕРІ..... 566
*Сатаев М.С., Абжалов Р.С., Абдуразова П.А., Кошкарбаева Ш.Т., Райымбеков Е.Б.*
МАҚТА-МАТА МАТЕРИАЛДАРЫНЫҢ БЕТІНЕ КҮМІС ҚАБЫҚШАЛАРЫН ҚАПТАУ ТӘСІЛІ..... 571
*Ибрагимов А.С.*
АЛТЫНДЫ ЙОДТЫ ЕРІТІНДІЛЕРМЕН ШАЙМАЛАУ МӘСЕЛЕСІНЕ..... 576
*Туреханова Л., Жумадыбек Н., Таймасов Б., Жаникулов Н.*
ПОЛИКАРБОКСИЛАТТЫ СУПЕРПЛАСТИФИКАТОР НЕГІЗІНДЕ ЦЕМЕНТ ҚОСПАСЫНЫҢ БЕРІКТІК ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРРТЕУ..... 579

**СОДЕРЖАНИЕ**

**Науки о Земле**

*Ахтаева Н.З., Нурмаханова А.С., Усен К., Жакыпбек Ы., Осмонали Б., Есеналиева М.Б., Молдабаева Ә.Ғ., Құрал А.Н.*
ИЗУЧЕНИЕ КАЧЕСТВЕННОГО И КОЛИЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА ПОЧВ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ..... 3
*Доненбаева Н.С., Нурпеисова М.Б., Кыргизбаева Г.М.*
УПРАВЛЕНИЕ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ…….. 7
*Қартбаева Қ., Нурпеисова М.Б.*
РОЛЬ КОСМИЧЕСКОЙ ГЕОДЕЗИИ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ДВИЖЕНИЙ ЗЕМНОЙ КОРЫ..... 12
*Кульбатырова Б.А., Темирхасов А.М., Ещанова А.К.*
ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЮЖНО-ТОРГАЙСКОГО БАССЕЙНА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ СЕДИМЕНТОЛОГИЧЕСКОГО И СЕЙСМОСТРАТИГРАФИЧЕСКОГО АНАЛИЗА…… 15
*Даулбаева А.Н.*
ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УДАЛЕННОСТИ АВТОДОРОГ…… 23
*Сатбаева Г.С., Тлеуберлина О.Б.*
СТАНОВЛЕНИЕ ПРЕДМЕТА СОЦИАЛЬНОЙ ЭКОЛОГИИ И МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ СВЯЗИ..... 28
*Оразбаев А.Е., Танабекова Г.Б., Мұқанова Г.А., Воронова Н.В., Умбетбеков А.Т.*
СРЕДНЕГОДОВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ СУЛЬФАТОВ, ФОСФАТОВ И ХЛОРИДОВ В СТОЧНЫХ ВОДАХ Г. АЛМАТЫ ЗА 2015 И 2016 ГГ……..... 33
*Муканова Г.А., Воронова Н.В., Умбетбеков А.Т., Оразбаев А.Е., Сырымов Е.С.*
ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ БАССЕЙНА Р. ИЛИ..... 38
*Кашкимбаева Н.М.*
ПРИМЕНЕНИЕ ГИС ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ЗЕМЕЛЬ В КАЗАХСТАНЕ..... 44
*Курбаниязов С.К., Буханцов А.Ф., Аймбетова И.О., Абдимуталип Н.А., Исмайлова Н.Г.*
ПОИСКОВО-ОЦЕНОЧНЫЕ РАБОТЫ БАРИТОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ИТКАЛГАН В ЮЖНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ С ЦЕЛЬЮ ПРИМЕНЕНИЯ БАРИТА В ЛАКОКРАСОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ…….. 46
*Мукаев Ж.Т., Озгелдинова Ж.О., Искаков Ж.Н.*
К ВОПРОСУ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ЗОНИРОВАНИЯ БАССЕЙНА ОЗЕРА АЛАКОЛЬ…… 55

**Технические науки**

*Баймбетов Д.А., Ускенбаева Р.К., Басири К.*
АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ КОЛЛАБОРАТИВНЫХ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ…….. 60
*Гурьянов Г.А., Байгереев С.Р., Абдеев Б.М.*
ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СИЛЫ РАЗРУШЕНИЯ ПО ВЫСОТЕ ЗАПОЛНЕНИЯ КАМЕРЫ МЕЛЮЩИМИ ШАРАМИ В ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯХ ВИБРАЦИОННОГО ТИПА……. 66
*Дуйсебекова К.С., Дузбаев Н.Т., Аманжолова С.Т.*
АВТОМАТИЧЕСКИЙ СБОР ДАННЫХ ПО МОНИТОРИНГУ КЛИМАТИЧЕСКОГО И ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЕГИОНА……. 73
*Абдели Д.Ж., Оздоев С.М., Конторович А.Э., Тлеуберди Н.*
ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЫТЕСНЕНИЯ НЕФТИ АЗОТОМ В ПЛАСТЕ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЕ НЕФТЕОТДАЧИ..... 81
*Аширбаев Н.К., Аширбаева Ж.Н., Иманбетова А.Б., Сабырханова П.Ш., Бейсебаева А.Ж.*
ВЛИЯНИЕ РАЗРЫВА В ГРАНИЧНЫХ УСЛОВИЯХ НА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ УПРУГОГО ТЕЛА……... 86
*Даушеева Н.Н., Тажибаева Б.Т.*
ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ТЕКСТОВОГО ПОИСКА НА ОСНОВЕ НЕОПРЕДЕЛЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ…….. 91
*Нурсултанов Е.М., Айткожаев А.З., Данлыбаева А.К.*
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ВНУТРЕННЕГО АУДИТА КОМПЛЕКСНОЙ СТАНДАРТИЗАЦИЕЙ НА ПРЕДПРИЯТИИ ..... 95

*Әбдірахман М.Ш., Исбеков К.Б., Асылбекова А.С.*
МОРФОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТИЛЯПИИ, ВЫРАЩЕННОЙ В УЗВ…….. 100
*Ускенбаева Р.К., Алтаева А.Б.*
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ МИКРОКЛИМАНТНЫЙ КОНТРОЛЬ В УМНОМ ЗДАНИИ…….. 105
*Ускенбаева Р.К., Алтаева А.Б., Омаров Б.С.*
ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНТРОЛЛЕРА ДЛЯ ЭНЕРГЕТИКИ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ….. 110
*Ускенбаева Р.К., Сатыбалдиева Р.Ж., Бектемысова Г.У., Молдагулова А.Н., Айтим А.*
ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ В УНИВЕРСИТЕТЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИМЕРА МУИТ..... 117
*Муслимов А.П., Шакенова Ж.Н., Нурпеисова Т.Б., Абдигалиева М.С.*
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАДИАЛЬНОЙ СИЛЫ РЕЗАНИЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ НЕЖЕСТКИХ ВАЛОВ…… 123
*Шаханов А.Р., Ипалакова М.Т., Басири К.*
МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА……. 127
*Кислицин С.Б., Диков А.С., Хромушин И.В., Ларионов А.С., Акаев С.О.*
СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НАКОПЛЕНИЯ ГЕЛИЯ В КОНСТРУКЦИОННОЙ АУСТЕНИТНОЙ СТАЛИ, ИМПЛАНТИРОВАННОЙ НИЗКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ АЛЬФА-ЧАСТИЦАМИ И ОБЛУЧЕННОЙ НЕЙТРОНАМИ В СРЕДЕ ГЕЛИЯ……... 132
*Оспанова Ш.С., Березовская И.Э., Нурмуханова А.З., Нұғыманова А.О., Карымсакова Л.*
ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ И МЕТОДЫ РАСПЫЛА ЖИДКОЙ СТРУИ ПРИ ВЫСОКОЙ ТУРБУЛЕНТНОСТИ..... 136
*Ниетқабылова Н.О., Сакиева З.Ж., Жолмырзаева Р.Н., Дабжанова С.Т.*
ПОЛУЧЕНИЕ РЫБНЫХ ПРОДУКТОВ С ЗАДАННЫМ ХИМИЧЕСКИМ СОСТАВОМ И КОНСИСТЕНЦИЕЙ……. 142
*Шарипов Р.Ж., Алимова К.К.*
АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ……. 148
*Мурзабеков З.Н., Мирзахмедова Г.А.*
ОПТИМАЛЬНАЯ СТАБИЛИЗАЦИЯ ОДНОЙ НЕЛИНЕЙНОЙ СИСТЕМЫ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ КЛАСТЕРА..... 152
*Отынчиева М., Сугирбекова А., Кожагельдина А., Бахтияр Б., Булатова А.*
ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕПЛООБМЕНА В КАНАЛАХ ЗА ЭКРАННОГО ГАЗОХОДА ПРИМЕНИТЕЛЬНО К МАЛЫМ ВОДОГРЕЙНЫМ КОТЛАМ..... 159
*Баймаханов Р.Ш., Шалабаев Н.В., Бектемысова Г.У., Басири К.*
ТЕХНОЛОГИИ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ В МЕБЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ…… 163
*Дәулетқали Ш. Т., Нұрлыбаев Т. А., Курос Басири*
РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИИ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ В БУДУЩЕМ…… 167
*Оспанова Ш.С., Нурмуханова А., Нұғыманова А.О., Рахат Б., Болосханқызы Б.*
КАЧЕСТВО УСЛУГ АВТОЗАПРАВОЧНЫХ СТАНЦИЙ И ПОРЯДОК ИХ СЕРТИФИКАЦИИ…….. 170
*Жанкулова Л.К., Шорманов С.Т., Шакир М.К.*
АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ТРАВМАТИЗМА, НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ СО СМЕРТЕЛЬНЫМ ИСХОДОМ И ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН ЗА 2012-2017ГГ…… 176
*Баймбетов Д.А., Ускенбаева Р.К.*
ПЕРСОНАЛИЗАЦИЯ И ПРОФИЛИРОВАНИЕ – ВЕДУЩИЕ ТРЕНДЫ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННОЙ РОЗНИЧНОЙ ТОРГОВЛИ ……. 181
*Кенесбаева А., Нурпеисова М.Б.*
МЕТОДИКА МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЕФОРМАЦИИ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КЛЕТОЧНЫХ АВТОМАТОВ…….. 186
*Жетписбаева А. Т., Смайлов Н.К., Кусаинова К.Т., Таласбаева Ш.К.*
ИССЛЕДОВАНИЕ ПОРОГОВОЙ МОЩНОСТИ НЕЛИНЕЙНОГО ЭФФЕКТА…….. 191
*Абай Т., Аманбай М.Н., Шалбаев К.К.*
ГЕНЕРАТОР ВОДОРОДА ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ РАСХОДА БЕНЗИНА И УМЕНЬШЕНИЯ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ..... 195
*Игиликова М.Б., Манап К.Р., Сериккызы М.С., Уажанова Р.У.*
СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СЕРТИФИКАТОВ СООТВЕТСТВИЯ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА НАЦИОНАЛЬНОГО ЦЕНТРА АККРЕДИТАЦИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН..... 199
*Умирбаева А.Б., Нурпеисова М.Б.*
ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ НАРУШЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ СЕМИПАЛАТИНСКОГО ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ПОЛИГОНА……. 203

*Абдели Д.Ж., Оздоев С.М., Конторович А.Э., Машрапова М.А.*
ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАЗРЫВА ПЛАСТА В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ..... 207
*Лахно В.А., Досжанова А.А., Картбаев Т.С., Маликова Ф.У., Толыбаев Ш.Д.*
ОБЕСПЕЧЕНИЕ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ ОБЛАЧНЫХ СЕРВИСОВ ДЛЯ МОНИТОРИНГА
И УПРАВЛЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫМИ ТРАНСПОРТНЫМИ СИСТЕМАМИ..... 212
*Нигматов Д.Ф., Лесбаев Б.Т., Бодыков Д.У., Салахов Р.*
ПЕРЕРАБОТКА НЕФТЯНОГО ШЛАМА С ПРИМЕНЕНИЕМ
ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ЮТКИНА…… 216
*Утегулов Б.Б. , Кошкин И.В*
АНАЛИЗ ЛОКАЛЬНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ДЛЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ
СОЗДАНИЯ МИНИГЭС НА Р. ТОБОЛ В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН…… 221
*Акаев С.О., Ларионов А.С., Карпиков А.Н., Чекушина Л.В., Диков А.С.*
ФОРМИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ НЕЙТРОННО-ПОГЛОЩАЮЩИХ ПОКРЫТИЙ
С СИСТЕМОЙ B-TI МЕТОДАМИ ЭВЛ И МАГНЕТРОННОГО НАПЫЛЕНИЯ……. 229
*Әбілда Д.Қ.*
УЛУЧШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ЦИЛИНДРОВ..... 236
*Наривский А.Э., Субботин С.А., Беликов С.Б., Яр-Мухамедова Г.Ш., Атчибаев Р.А.*
ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОБОРОТНЫХ ВОД, ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И
СТРУКТУРНОЙ ГЕТЕРОГЕННОСТИ СТАЛИ AISI304 НА ЕЕ ПИТТИНГОСТОЙКОСТЬ…….. 240
*Ауесхан Э.С., Жомартова Ш.А.*
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОЕКТНОЙ МЕТОДОЛОГИИ В УПРАВЛЕНИИ
РАЗВИТИЕМ ИНДУСТРИАЛЬНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ……. 250
*Каламбаев Н.М., Велямов Т.Т.*
СИНТЕЗ ЧАСТОТНО - ИМПУЛЬСНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ……256
*Досмухамедов Н.К., Жолдасбай Е.Е, Курмансеитов М.Б.,*
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОПЫТЫ ПО ИЗВЛЕЧЕНИЮ СВИНЦА ИЗ
МЕДНО-СВИНЦОВЫХ ШТЕЙНОВ……. 260
*Малдыбаева Ж.М., Адырбайкызы Роза*
ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД..... 266
*Авдиенко А., Курос Байсири*
РАБОТА С УТИЛИТАМИ ДЛЯ СИМУЛЯЦИИ ЖИДКОСТЕЙ……. 269
*Шапорева А.В., Кухаренко Е.В.*
К ВОПРОСУ О РАЗРАБОТКЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА
ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПРИ ДИСТАНЦИОННОЙ
ТЕХНОЛОГИИ ОБУЧЕНИЯ……... 272
*Копнова О.Л.*
ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ПЛАТФОРМЫ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ И
ВСТРАИВАНИЕ ЕЕ В КОНТУР КОРПОРАТИВНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ВУЗА…..... 277
*Лободюк В.А., Мукашев К.М., Яр-Мухамедова Г.Ш., Мустаяп Ж.А., Омиркул С.Т.*
ВЛИЯНИЕ ИСХОДНОЙ И МАРТЕНСИТНОЙ ФАЗ НА ЭФФЕКТ ПАМЯТИ
ФОРМЫ В СПЛАВЕ НА ОСНОВЕ МЕДИ…… 282
*Акаев С.О., Диков А.С., Дикова Л.А., Кислицин С.Б., Ларионов А.С.*
ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ИСПЫТАНИЙ НА ХАРАКТЕР РАЗРУШЕНИЯ
ОКСИДА БЕРИЛЛИЯ…….. 287
*Жаркевич О.М., Дандыбаев Е. С., Михеев С. С.*
ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО–ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ПАЛЬЦА
ШАРНИРНОГО СОЕДИНЕНИЯ КОВШ – РУКОЯТЬ……. 291
*Костандян Э.С.*
ПОСТРОЕНИЕ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ОТЧЕТНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ OLAP-ТЕХНОЛОГИИ…….. 298
*Костандян Э.С., Басири К.*
ОБЗОР НАИБОЛЕЕ РАСПРОСТРАНЕННЫХ В КАЗАХСТАНЕ ERP-СИСТЕМ…… 306
*Аширбаев Н.К., Аширбаева Ж.Н., Алибекова Ж.Д., Кулбаева Л.Ж., Алтынбеков Ш.Е.*
ВЛИЯНИЕ НЕОДНОРОДНОСТИ ГРАНИЧНЫХ УСЛОВИЙ НА ПАРАМЕТРЫ
ВОЛНОВЫХ ПОЛЕЙ…….. 311
*Абылов С.А., Масылканова Б.А.*
МОДИФИЦИРОВАНИЕ ГИПСОВЫХ ВЯЖУЩИХ ВЕЩЕСТВ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВОЛЛАСТОНИТА…… 317

*Молдабекова М.С., Асембаева М.К., Арипбаев К.Т., Айдарханова А.М.*
ОПИСАНИЕ МАССОНОСИТЕЛЕЙ В СОСТАВЕ ГАЗОВОЙ СМЕСИ С ПОМОЩЬЮ КОЭФФИЦИЕНТА ЭФФЕКТИВНОЙ ДИФФУЗИИ…… 323
*Мусапирова Г.Д, Ермеков Е.К.*
ОБЗОР И СРАВНЕНИЕ ПРОГРАММ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ…… 327
*Касымова А.Х., Гусманова А.С.*
ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПОИСК ПО КУРСАМ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ЗНАЧЕНИЕ СИСТЕМЫ..... 331
*Балакаева Г.Т, Даркенбаев Д.К.*
КОРРЕЛЯЦИОННО-РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ ДЛЯ ОБРАБОТКИ БОЛЬШИХ ДАННЫХ……... 338
*Пяткова Т.В., Кухаренко Е.В.*
РАЗРАБОТКА ИМИТАЦИОНОЙ МОДЕЛИ ОЦЕНКИ РИСКОВ ВНЕДРЕНИЯ IT-ПРОЕКТОВ НА ПРЕДПРИЯТИИ…….. 345
*Худякова Т.М., Курбаниязов С.К., Аймбетова И.О.*
ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ КАЧЕСТВЕННОГО ВЫСОКОПРОЧНОГО ДОЛОМИТОВОГО ВЯЖУЩЕГО……... 350
*Диханбаева Ф., Смаилова Ж.Ж., Джетписбаева Б.Ш., Ашимухунов У.А., Сафаралиева А.Н.*
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ КИСЛОМОЛОЧНЫХ НАПИТКОВ ДЛЯ ДЕТСКОГО ПИТАНИЯ НА ОСНОВЕ КОЗЬЕГО МОЛОКА…… 354
*Бекбасаров И.И.*
О КОРРЕЛЯЦИОННЫХ ЗАВИСИМОСТЯХ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ РАСЧЕТНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ГРУНТА ПОД НИЖНИМ КОНЦОМ ЗАБИВНОЙ СВАИ…….. 359
*Даркенбаева Э.Б., Бестерекова А.Н.*
УСТОЙЧИВОСТЬ ДВИЖЕНИЯ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПЕРЕМЕННОГО ТОКА……... 366
*Алиаскар М.С., Джомартова Ш.А., Зиятбекова Г.З., Исимов Н.Т., Амирханов Б.С., Мазакова А.Т.*
АВТОНОМНАЯ МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ СИСТЕМА ПЕРЕДАЧИ КЛИМАТИЧЕСКИХ ДАННЫХ……. 370
*Юлусов С.Б., Козлов В.А., Егоров Н.Б., Суркова Т.Ю., Байгенженов О.С.*
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ УРАНСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ БАЛАСАУСКАНДЫК..... 377
*Даркенбаева Э.Б., Бестерекова А.Н.*
ГИБРИДНЫЕ СИСТЕМЫ ЭНЕРГООБЕСПЕЧИВАЮЩИХ АВТОНОМНЫХ УСТАНОВОК..... 384
*Диханбаева Ф. Т., Смаилова Ж.Ж., Джетписбаева Б.Ш., Демеубеков Д.К.*
РАЗРАБОТКА ТВОРОЖНОГО ПРОДУКТА ГЕРОДИЕТИЧЕСКОГО ПИТАНИЯ НА ОСНОВЕ ВЕРБЛЮЖЬЕГО МОЛОКА…… 388
*Исмайлова М.Е., Бекетаева М.Т.*
РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ТУРИСТСКИХ УСЛУГ КАК ФАКТОРА ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ТУРИСТСКИХ ФИРМ… 393
*Умбетбеков А.Т., Мажит Ж.Б., Оразбаев А.Е.,Муканова Г.А., Отарбаева А.Е.*
ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛУЧЕНИЯ БИОГАЗА ДЛЯ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРЕРАБОТКИ И УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ…… 398
*Алтыбай А., Токмагамбетов Н.*
ПАРАЛЛЕЛЬНЫЙ АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ДВУМЕРНОГО ВОЛНОВОГО УРАВНЕНИЯ С СИНГУЛЯРНЫМ КОЭФФИЦИЕНТОМ…….. 404
*Кемельбекова Ж.С. Сембиев О.З., Махатова А.Х., Сембиева Н.О.*
МОДЕЛЬ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИОННОГО ТРАФИКА МНОГОКАНАЛЬНЫХ ВЫЗОВОВ В АСИНХРОННОЙ СЕТИ…… 410
*Карибаев Б.А., Иманбаева А.К., Намазбаев Т.А.*
ФРАКТАЛЬНЫЕ АНТЕННЫ ДЛЯ СПУТНИКОВ МАЛОГО РАЗМЕРА…… 417
*Нысанов Е.А., Куракбаева С.Д., Абдуалиева С.А., Алтынбеков Ш.Е.*
СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И СИНТЕЗ СИГНАЛОВ НА КОМПЬЮТЕРЕ..... 421
*Токтасынова Н., Сулейменов Б., Болеева Л.*
ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ АГЛОМЕРАЦИОННОГО ПРОЦЕССА…….. 428
*Имамадинов Е.М., Муратов А.С., Калбаева А.Т., Куракбаева С.Д., Калбаева А.Т.*
РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДСИСТЕМЫ УЧЕТА И УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ ПРЕДПРИЯТИЯ..... 434
*Суйменбаев Н.Б., Ермолдина Г.Т., Суйменбаева Ж.Б., Бапышев А.М., Гусейнов С.Р., Аден А.Е.*
ИССЛЕДОВАНИЕ СПУТНИКОВОГО КАНАЛА СВЯЗИ В СИСТЕМЕ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ ТЯГОВОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА..... 441

**Физико-математические науки**

*Смагулова Г.М., Волобуева О.П.*
ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЯ АО «АЛМАТЫГАЗСЕРВИС» КАК ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ 448
*Нұрқасымова С.Н., Мукашева А.К.*
МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ ПО ПРОГРАММЕ MAPLE..... 455
*Оспанова Ш., Жұмабаев Ә., Нурмуханова А., Рахимжанова Л., Чигамбаева Н.*
ОПИСАНИЕ УНИВЕРСАЛЬНОСТИ ФРАГМЕНТАЦИИ ПРИ МАСШТАБНОЙ СИММЕТРИИ МЕТОДОМ ПЛАВАЮЩИХ ЧАСТИЦ..... 460
*Халила Ж.Н., Бекетаева М.Т.*
АНАЛИЗ СИСТЕМНЫХ ПРОБЛЕМ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН……. 467
*Бейсенби М.А., Сатпаева А.К., Мусабаева Ш.С., Жалмухамедова Ж.М.*
ИССЛЕДОВАНИЕ РОБАСТНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ НЕЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ (САУ) ГРАДИЕНТНО-СКОРОСТНЫМ МЕТОДОМ ВЕКТОР-ФУНКЦИЙ А.М. ЛЯПУНОВА..... 474
*Карибаев Б.А., Сәрсенбек И.Т., Самарханов А.Б.*
ЧАСТОТНО-РАЗМЕРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФРАКТАЛЬНОЙ АНТЕННЫ..... 479
*Нұрқасымова С.Н., Жаныс А.Б.*
ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ ПЛАНЕТ В АСТРОНОМИИ..... 484
*Касимов А.Т., Жолмагамбетов С.Р., Хабидолда О., Мадибайулы Ж., Касимова А.А.*
ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО- ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ СЛОИСТЫХ ПЛАСТИН С ПРОИЗВОЛЬНЫМ ПАКЕТОМ СЛОЕВ НА ОСНОВЕ НЕКЛАССИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ ИЗГИБА……. 489
*Бектуган Б.И., Нурахов Е.С., Иманкулов Т.С., Ахмед-Заки Д.Ж.*
РЕАЛИЗАЦИЯ ЧИСЛЕННОГО РЕШЕНИЯ ОДНОМЕРНОЙ ЗАДАЧИ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ НА FPGA 496
*Оспанова Ш., Жұмабаев Ә., Нурмуханова А., Рахат Б., Болосханқызы Б.*
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ЗАДАЧА ПРОЦЕССА ПЕРЕДАЧИ ТЕПЛА В РАЗЛИЧНЫХ ТЕЛАХ…….. 502
*Мамырбекова А.С., Волобуева О.П.*
ЛОГИСТИЧЕСКИЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ ЦЕНТР КАК ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ…….. 508
*Шаждекеева Н.К., Мырзашева А.Н., Баймахан А.Р., Абдиахметова З.М., Латипов Е.*
ОБ ИДЕНТИФИКАЦИИ ФИЛЬТРАЦИОННО-ЕМКОСТНЫХ ПАРАМЕТРОВ ВОДОНОСНОГО БАССЕЙНА…… 514
*Аскарова А.С., Болегенова С.А., Березовская И.Э., Воробьёва О.Д., Жанжиенов А.Е.*
ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДАВЛЕНИЯ В КАМЕРЕ СГОРАНИЯ НА ВОСПЛАМЕНЕНИЕ И ГОРЕНИЕ ЖИДКОГО ТОПЛИВА……... 521
*Оспанова Ш., Жұмабаев Ә., Нурмуханова А., Жексен Ұ., Болосханқызы Б.*
ОСНОВЫ КОНВЕКТИВНОГО ТЕПЛООБМЕНА..... 529
*Назарова К.Ж., Усманов К.Ы.*
НЕОБХОДИМОЕ УСЛОВИЕ ОДНОЗНАЧНОЙ РАЗРЕШИМОСТИ ТРЕХТОЧЕЧНОЙ КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ СИСТЕМ ИНТЕГРО-ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ С ПАРАМЕТРОМ..... 535
*Оспанова Ш., Жұмабаев Ә., Нурмуханова А., Рахимжанова Л., Чигамбаева Н.*
РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ НА ОСНОВЕ ГРАНИЧНЫХ УСЛОВИЙ С ПОМОЩЬЮ ПАКЕТА MATHCAD ..... 544
*Истляуп А.С., Мясникова Л.Н.*
МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗОННОЙ СТРУКТУРЫ И ПЛОТНОСТИ СОСТОЯНИЯ НАНОКРИСТАЛЛОВ NAX (F, CL, BR, I)……. 553
*Жаканбаев Е.А., Володин В.Н., Тулеушев Ю.Ж.*
СИНТЕЗ НОВОЙ ФАЗЫ MoCd2 В ПЛЕНОЧНЫХ ПОКРЫТИЯХ СИСТЕМЫ МОЛИБДЕН-КАДМИЙ 558

**Химико-металлургические науки**

*Юров В.М., Платонова Е.С., Юдакова В.А.*
МИКРОСТРУКТУРА И СВОЙСТВА ЖАРОСТОЙКИХ МНОГОСЛОЙНЫХ ПОКРЫТИЙ…. 566
*Сатаев М.С., Абжалов Р.С., Абдуразова П.А., Кошкарбаева Ш.Т., Райымбеков Е.Б.*
СПОСОБ НАНЕСЕНИЯ ПЛЕНОК СЕРЕБРА НА ПОВЕРХНОСТЬ ХЛОПЧАТОБУМАЖНЫХ МАТЕРИАЛОВ…….. 571
*Ибрагимов А.С.*
К ВОПРОСУ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ЗОЛОТА ЙОДНЫМИ РАСТВОРАМИ…… 576
*Туреханова Л.М., Жумадыбек Н.Б., Таймасов Б.Т., Жаникулов Н.Н.*
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ ЦЕМЕНТНОГО РАСТВОРА С ДОБАВКАМИ ПОЛИКАРБОКСИЛАТНЫХ СУПЕРПЛАСТИФИКАТОРОВ…….. 579

**CONTENTS**

**Earth Sciences**

*Akhtayeva N.Z., Nurmakhanova A.S., Usen K., Zhakypbek Y., Osmonali B., Yesenaliyeva M.B., Moldabayeva A.G., Kural A.N.*
STUDY OF SOIL COMPONENTS AND QUANTITIES OF DISTURBED LANDS AT THE MINERAL DEPOSITS DEVELOPMENT ..... 3
*Donenbayeva N.S., Nurpeisova M.B., Kyrgizbayeva G.M.,*
GEOMECHANICAL PROCESSES CONTROL ..... 7
*Kartbayeva K., Nurpeisova M.B.*
SPACE GEODESY ROLE AT DEFINING THE VERTICAL MOVEMENTS OF THE EARTH CRUST..... 12
*Kulbatyrova B.A., Temirkhasov A.M., Yeshchanova A.K.*
GEOLOGICAL STRUCTURE OF THE WESTERN PART OF THE SOUTH TURGAI BASIN BY THE RESULTS OF SEDIMENTOLOGIC AND SEISMIC-STRATIGRAPHIC ANALYSIS..... 15
*Daulbayeva A.N.*
ASSESSMENT OF SOIL CONTAMINATION WITH HEAVY METALS, DEPENDING ON THE ROADS DISTANCE ..... 23
*Satbayeva G.S. Tleuberlina O.B.*
SOCIAL ECOLOGY SUBJECT FORMATION AND INTERDISCIPLINARY LINKS..... 28
*Orazbayev A.Y., Tanabekova G.B., Mukanova G.A., Voronova N.V., Umbetbekov A.T.*
AVERAGE ANNUAL INDICES OF SULFATES, PHOSPHATES AND CHLORIDES IN THE SEWAGE WATERS OF THE ALMATY CITY OVER 2015 AND 2016..... 33
*Mukanova G.A., Voronova N.V., Umbetbekov A.T., Orazbayev A.Y., Syrymov Y.S.*
THE INFLUENCE OF ANTHROPOGENIC FACTORS ON THE ECOLOGICAL STATE OF THE ILI RIVER BASIN..... 38
*Kashkimbayeva N.M.*
GIS TECHNOLOGIES APPLICATION TO MONITOR LANDS BY KAZAKHSTAN RESOURCES ..... 44
*Kurbanyazov S.K., Bukhantsov A.F., Aimbetova I.O., Abdimutallip N.A., Ismailova N.G.*
PROSPECTING AND EVALUATION WORKS OF THE ITKALGAN BARYTIC FIELD IN THE SOUTHERN KAZAKHSTAN AREA FOR THE PURPOSE OF BARITE USE IN THE PAINT-AND-VARNISH INDUSTRY..... 46
*Mukayev Zh.T., Ozgeldinova Zh.O., Iskakov Zh.N.*
REGARDING THE ISSUE OF ALACOL LAKE LAND-USE PLANNING..... 55

**Technical Sciences**

*Baimbetov D.A., Uskenbayeva R.K., K. Basiri*
ANALYSIS OF ALGORITHMS OF COLLABORATIVE RECOMMENDATION SYSTEMS ..... 60
*Guryanov G.A., Baigereyev S.R., Абдеев Б.М.*
STUDY OF DESTRUCTION FORCE DISTRIBUTION THROUGHOUT THE HEIGHT OF THE CHAMBER BY GRIDING BALLS IN THE VIBRATIONAL CRUSHING MACHINES ..... 66
*Duysebekova K.S., Duzbayev N.T., Amanzholova S.T.*
AUTOMATIC DATA COLLECTION TO MONITOR THE CLIMATE AND ECOLOGY OF THE REGION..... 73
*Abdeli D. Zh., Ozdoyev S.M., Kontorovich A.E., Tileuberdi N.*
LABORATORY STUDIES OF OIL DISPLACEMENT BY NITROGEN IN THE LAYER TO ENLARGE OIL RECOVERY..... 81
*Ashirbayev N.K., Ashirbayeva Zh.N., Imanbetova A.B., Sabyrkhanova P.Sh., Beisebayeva A.Zh.*
DISCONTINUITY IMPACT AT THE BOUNDARY CONDITIONS ON THE STRESS-STRAIN STATE OF ELASTIC BODY..... 86
*Dausheyeva N.N., Tazhibayeva B.T.*
SOFTWARE IMPLEMENTATION OF THE TEXT SEARCH BASED ON UNDEFINED PARAMETRES..... 91
*Nursultanov Y.M., Aitkozhayev A.Z., Danlybayeva A.K.*
IMPROVEMENT OF THE METHODS OF INTERNAL AUDIT IN THE COMPANY BASED ON COMPLEX STANDARTIZATION..... 95

*Abdirakhman M.Sh., Isbekov K.B., Assylbekova A.S.*
MORPHOBIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF TILAPIA RAISED IN RAS..... 100
*Uskenbaeva R.K., Altayeva A.B.*
SMART MICROCLIMATE CONTROL IN A SMART BUILDING……..……... 105
*Uskenbayeva R.K., Altayeva A.B., Omarov B.S.*
DESIGN OF FUZZY LOGIC BASED CONTROLLER FOR ENERGY EFFICIENCY……. 110
*Uskenbayeva R.K., Satybaldiyeva R.Zh., Bektemysova G.U., Moldagulova AN.., Aitim A.*
SPECIFICS OF BUSINESS PROCESSES MODELING AT THE UNIVERSITY
APPLYING THE IITU EXAMPLE ……....…… 117
*Muslimov A.P., Shakenova Zh.N., Nurpeissova T.B., Abdigaliyeva M.S.*
EXPERIMENTAL RESEARCH OF RADIAL CUTTING FORCE FOR NON-RIGID
SHAFTS TREATING …….....…… 123
*Shakhanov A.R., Ipalakova M.T., Basiri K.*
METHODS OF AIR POLLUTION FORECASTING …….....……. 127
*Kislitsin S.B., Dikov A.S., Khromushin I.V., Larionov A.S., Akayev S.O.*
COMPARATIVE STUDIES OF HELIUM ACCUMULATION IN STRUCTURAL AUSTENTIC
STEEL IMPLANTED BY LOW-ENERGY ALPHA PARTICLES AND NEUTRON-IRRADIATED
IN HELIUM ENVIRONMENT…….....… 132
*Ospanova Sh.S., Berezovskaya I.E., Nurmukhanova A.Z., Nugymanova A.O., Karymsakova L.*
BASIC PRINCIPLES AND METHODS OF LIQUID JET ATOMIZATION AT HIGH TURBULENCE..... 136
*Nietkabylova N.O., Sakiyeva Z. ZH., Zholmyrzayeva R.N., Dabzhanova S.T.*
OBTAINING FISH PRODUCTS WITH A GIVEN CHEMICAL COMPOSITION AND CONSISTENCY…… 142
*Sharipov R.Zh., Alimova K.K.*
CURRENT ISSUES OF ENERGY SAVING AND ENERGY EFFICIENCY…….. 148
*Murzabekov Z.N., Mirzakhmedova G.A.*
OPTIMAL STABILIZATION OF A NONLINEAR SYSTEM OF A CLUSTER
ECONOMIC MODEL……..…… 152
*Otunchieva M., Sugirbekova A., Kozhageldina A., Bakhtiyar B., Bulatova A.*
HEAT TRANSFER ENHANCEMENT IN THE CHANNELS BEYOND SCREEN GAS FLUE
APPLIED TO THE SMALL HOT WATER BOILERS..... 159
*Baimakhanov R.Sh., Shalabayev N.V., Bektemysova G.U., Basiri K.*
TECHNOLOGIES OF AUGMENTED REALITY IN FURNITURE INDUSTRY……..... 163
*Dauletkali Sh. T., Nurlybaeyev T. A., Kouros Basiri*
FUTURE DEVELOPMENT OF AUGMENTED REALITY TECHNOLOGY…… 167
*Ospanova Sh.S., Nurmukhanova A., Nugymanova A.O., Rakhat B., Boloskhankyzy B.*
QUALITY OF SERVICE OF FUEL STATIONS AND ITS CERTIFICATION…….....…… 170
*Zhankulova L.K., Shormanov S. T., Shakir M.K.*
ANALYSIS OF THE INJURIES DYNAMICS, FATAL ACCIDENTS
AND PROFESSIONAL RISKS OF THE CONSTRUCTION INDUSTRY OF THE REPUBLIC OF
KAZAKHSTAN OVER 2012-2017…… 176
*Baimbetov D.A., Uskenbayeva R.K.*
PERSONIFICATION AND PROFILING – LEADING TRENDS IN THE DEVELOPMENT
OF MODERN RETAIL TRADE…… 181
*Kenesbayeva A., Nurpeisova M.B.*
MODELING TECHNIQUE OF THE EARTH SURFACE DEFORMATION
USING CELLULAR AUTOMATA…….. 186
*Zhetpisbayeva A.T., Smailov N.K., Kusainova K.T., Talasbayeva Sh.K.*
THE STUDY OF THE THRESHOLD POWER OF THE NONLINEAR EFFECT……. 191
*Abay T., Amanbay M.N., Shalbayev K.K.*
HYDROGEN GENERATOR OF INTERNAL COMBUSTION ENGINES TO REDUCE GASOLINE
CONSUMPTION AND REDUCE HARMFUL EMISSIONS INTO THE ENVIRONMENT…..... 195
*Igilikova M.B., Manap K.R., Serikkyzy M.S., Uazhanova R.U.*
STATISTIC ANALYSIS OF CONFORMITY CERTIFICATES OF QUALITY
MANAGEMENT SYSTEM OF THE NATIONAL ACCREDITATION CENTER OF THE REPUBLIC
OF KAZAKHSTAN..... 199
*Umirbayeva A.B., Nurpeisova M.B.*
GEODESIC MONITORING OF DISRUPTED AREAS OF SEMIPALATINSK TEST FACILITY..... 203
*Abdeli D. Zh., Ozdoyev S.M., Kontorovich A.E., Mashrapova M.A.*
RESEARCH OF HYDRAULIC FRACTURING TREATMENT IN THE LABORATORY…… 207

*Lakhno V.A., Doszhanova A.A., Kartbayev T.S., Malikova F.U., Tolybayev Sh.D.*
CYBER SECURITY SUPPORT OF CLOUDS FOR THE SMART TRANSPORT SYSTEMS MANAGEMENT AND CONTROL..... 212
*Nigmatov D.F., Lesbayev B.T., Bodykov D. U., Salakhov R.*
PROCESSING OF OIL SLIME WITH THE USE OF ELECTROHYDRAULIC EFFECT OF YUTKIN….. 216
*Utegulov B.B., Koshkin I.V.*
ANALYSIS OF LOCAL CLIMATIC CONDITIONS TO FIND A HYDROELECTRIC POWER PLANT CONSTRUCTION REASONABLE AT THE TOBOL RIVER IN THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN…..... 221
*Akayev S.O., Larionov A.S., Karpikov A.N., Chekushina L.V., Dikov A.S.*
SURFACE FORMATION OF NEUTRON-ABSORBING COATINGS WITH B-TI SYSTEM BY EED AND MAGNETRON SPRAYING METHODS…… 229
*Abilda D. K.*
HYDRAULIC CYLINDER STABILITY IMPROVEMENT..... 236
*Narewski A.E., Subbotin S. A., Belikov S. B., Yar-Mukhamedova G.Sh., Atchibayev R.A.*
IMPACT OF CHEMICAL COMPOUND RECYCLED WATER FEATURES AND AISI304 STEEL STRUCTURAL HETEROGENEITY ON ITS PITTING RESISTANCE..... 240
*Auyeskhan E.S., Zhomartova Sh.A.*
USE OF PROJECT METHODOLOGY IN THE DEVELOPMENT MANAGEMENT OF INDUSTRIAL INFORMATION SYSTEMS …….....…….. 250
*Kalambayev N.M., Velyamov T.T.*
SYNTHESIS OF PULSE-FREQUENCY SYSTEMS OF TECHNOLOGICAL PROCESSES MANAGEMENT ..... 256
*Dosmukhamedov N.K., Zholdasbay Y.Y., Kurmanseitov M.B.,*
TECHNOLOGICAL EXPERIENCES FOR LEAD EXTRACTION OUT OF COPPER-LEAD MATTE…..... 260
*Maldybayeva Zh.M., Adyrbaykyzy R.*
WASTEWATER TREATMENT TECHNOLOGY…….. 266
*Avdienko A., Kouros Baisiri*
DEALING WITH UTILITIES TO SIMULATE LIQUIDS…… 269
*Shaporeva A.V., Kuharenko Y.V.*
TO THE ISSUE OF AN AUTOMATED SYSTEM DEVELOPMENT TO PROVIDE AND ORGANIZE LEARNING PROCESS QUALITY CONTROL AT THE REMOTE LEARNING PROCESS……. 272
*Kopnova O.L.*
EXPLAINING THE CHOICE OF THE INFORMATION AND ANALYTICAL SYSTEM PLATFORM AND ITS INTEGRATION WITH THE CORPORATE INFORMATION SYSTEM OF THE UNIVERSITY……..... 277
*Lobodyuk V.A., Mukashev K.M., Yar-Mukhamedova G.Sh., Mustayap Zh.A.., Omirkul S.T.*
THE IMPACT OF THE INITIAL AND MARTENSITIC PHASE ON THE SHAPE MEMORY EFFECT IN THE ALLOY BASED ON COPPER..... 282
*Akayev S.O., Dikov A.S., Dikova L.A., Kislitsin S.B., Larionov A.S.*
INFLUENCE OF THE TEST TEMPERATURE ON THE FRACTURE MECHANISM OF BERYLLIUM OXIDE…….. 287
*Zharkevich O.M., Dandybayev Y.S., Mikheev S.S.*
STUDY OF THE STRESS STRAIN STATE OF A SHAFT SWIVEL JOINT OF BUCKET – HANDLE…… 291
*Kostandyan E.S.*
DESIGNING OF THE COMPANY'S ANALYTICAL REPORTING USING OLAP-TECHNOLOGY……. 298
*Kostandyan E.S., Basiri K.*
REVIEW OF THE MOST PREVALENT ERP-SYSTEMS IN KAZAKSHTAN…… 306
*Ashirbayev N.K., Ashirbayeva Zh.N., Alibekova Zh.D., L.Zh. Kulbayeva, Altynbekov Sh.Y.*
EFFECT OF THE INHOMOGENEITY OF BOUNDARY CONDITIONS ON THE PARAMETERS OF WAVE FIELDS ..... 311
*Abylov S.A., Masylkanova B.A.*
MODIFICATION OF GIPSUM PLASTERS BINDING SUBSTANCES WITH THE USE OF VOLLASTONITS……. 317
*Moldabekova M.S., Asembayeva M.K., Aripbayev K.T., Aidarkhanova A.M.*
DESCRIPTION OF MASS CARRIER IN THE GAS MIXTURE BY THE COEFFICIENT OF EFFECTIVE DIFFUSION……. 323
*Musapirova G.D, Yermekov Y.K.*
REVIEW AND COMPARISON OF 3D-MODELING PROGRAMS..... 327

Kasymova A.H., Gusmanova A.S.
THE IMPORTANCE OF INFORMATION RETRIEVAL SYSTEM OF ADDITIONAL EDUCATION COURSES……. 331
*Balakayeva G.T., Darkenbayev D.K.*
CORRELATION AND REGRESSION ANALYSIS FOR BIG DATA PROCESSING…… 338
*Pyatkova T.V., Kukharenko Y.V.*
DEVELOPMENT OF A SIMULATION MODEL FOR ASSESSING THE RISK OF INTRODUCING IT PROJECTS AT THE ENTERPRISE……. 345
*Hudiakova T.M., Kurbanyazov S.K., Aimbetova I.O.*
THE RESEARCH OF THE POSSIBILITY OF RECEIVING QUALITATIVE HIGH-STRENGTH DOLOMITIC KNITTING..... 350
*Dikhanbayeva F.T., Smailova J.J., Dzhetpisbayeva B.Sh., Ashimukhunov U.A., Safaraliyeva A.N.*
IMPROVING THE TECHNOLOGY OF FERMENTED MILK DRINKS FOR BABY FOOD BASED ON GOAT MILK……..….. 354
*Bekbasarov I.I.*
ABOUT CORRELATION DEPENDENCIES TO DETERMINE GROUND CALCULATED RESISTANCE AT THE LOWER END OF DRIVEN PILE…….…. 359
*Darkenbayeva E.B., Besterekova A.N.*
MOTION SUSTAINABILITY OF FREQUENCY – ADJUSTABLE AC ELECTRIC DRIVE…….…… 366
*Aliaskar M.S., Jomartova Sh.A., Ziyatbekova G.Z., Issimov N.T., Amirkhanov B.S., Mazakova A.T.*
AUTONOMOUS MICROPROCESSOR SYSTEM OF CLIMATIC DATA TRANSFER..... 370
*Yulussov S.B., Kozlov V.A., Yegorov N.B., Surkova T.U., Baigenzhenov O.S.*
PHYSICAL AND CHEMICAL RESEARCH OF URANIUM-BEARING ORES OF BALASAUSKANDYK DEPOSIT ……..……. 377
Darkenbayeva E.B., Besterekova A.N.
HYBRID POWER SYSTEMS FOR AUTONOMOUS INSTALLATIONS……. 384
*Dikhanbayeva F.T., Smailova J.J., Dzhetpisbayeva B.Sh., Demeubekov D.K.*
DEVELOPMENT OF A COTTAGE CHEESE PRODUCT FOR GERODIETIC NUTRITION BASED ON CAMEL MILK…… 388
*Ismailova M.Y., Beketayeva M.T.*
DEVELOPMENT OF INTEGRAL QUALITY CONTROL TECHNIQUES OF TOURIST SERVICES AS A FACTOR OF TOURIST COMPANIES COMPETITIVENESS ……..... 393
*Umbetbekov A.T., Mazhit J. B., Orazbayev A.E., Mukanova G.A., Otarbayeva A.Y.*
STUDY OF BIOGAS PRODUCTION FOR THE RATIONAL USE OF WASTES PROCESSING AND RECYCLING TECHNOLOGIES.....· 398
*Altybay A., Tokmagambetov N.*
A PARALLEL ALGORITHM FOR SOLVING THE TWO-DIMENSIONAL WAVE EQUATION WITH A SINGULAR COEFFICIENT…… 404
*Kemelbekova Zh.S. Sembiyev O.Z., Makhatova A.Kh., Sembiyeva N.O.*
A MODEL OF INFORMATION TRAFFIC TRANSMISSION OF MULTICHANNEL CALLS IN AN ASYNCHRONOUS NETWORK……. 410
*Karibayev B.A., Imanbayeva A.K., Namazbayev T.A.*
FRACTAL ANTENNAS FOR SMALL SIZE SATELLITES…….. 417
*Nysanov Y.A., Kurakbayeva S.D., Abdualiyeva S.A., Altynbekov Sh.Y.*
SPECTRAL ANALYSIS AND SYNTHESIS OF SIGNALS ON A COMPUTER…… 421
*Toktassynova N., Suleimenov B., Boleeva L.*
BASIC TRENDS OF THE SINTERING PROCESS MODELING……... 428
*Imamadinov E.M., Muratov A.S., Kalbayeva A.T., Kurakbayeva S.D., Kalbayeva A.T.*
DEVELOPMENT OF PERSONNEL MANAGEMENT AND ACCOUNTING INFORMATION SUBSYSTEM OF THE ENTERPRISE..... 434
*Suimenbayev N., Yermoldina G., Suimenbayeva Zh., Bapyshev A., Gusseinov S., Aden A*
STUDY OF THE SATELLITE COMMUNICATION CHANNEL IN THE SYSTEM OF MONITORING THE PARAMETERS OF THE MOVEMENT OF THE TRACTION ROLLING STOCK..... 441

**Physics and Mathematic Sciences**

*Smagulova G.M., Volobuyeva.O.P.*
PRESENTATION OF ALMATYGAZSERVICE AS AN OBJECT OF RESEARCHMENT…….. 448
*Nurkasymova S.N. Mukasheva A. K.*
PHYSICAL TASKS MODELING IN THE MAPLE PROGRAM ……..…….. 455
*Ospanova Sh., Zhumabayev A., Nurmukhanova A., Rakhimzhanova L., Chigambayeva N.*
DESCRIPTION OF FRAGMENTATION GENERALITY AT A SCALE SYMMETRY
BY THE METHOD OF FLOATING PARTICLES…….. 460
*Khalila Zh.N., Beketayeva M.T.*
ANALYSIS OF SYSTEM PROBLEMS IN THE HEAT AND POWER INDUSTRY
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN…… 467
*Beisenbi M.A., Satpayeva A.K., Mussabayeva Sh.S, Zhalmukhamedova Zh.M.*
THE RESEARCH OF ROBUST STABILITY OF NONLINEAR AUTOMATIC CONTROL SYSTEMS
(ACS) BY VELOCITY GRADIENT METHOD OF A.M. LYAPUNOV VECTOR FUNCTIONS……. 474
*Karibayev B.A., Sarsenbek I.T., Samarkhanov A.B.*
FREQUENCY-DIMENSIONAL CHARACTERISTICS OF FRACTAL ANTENNA..... 479
*Nurkasymova S.N., Zhanys A.B.*
SPECIFICS OF PLANET MOTIONS SIMULATION IN THE ASTRONOMY…….. 484
*Kasimov A.T., Zholmagambetov S.R., Khabidolda O., Madibaiyly Zh., Kasimova A.A.*
NUMERICAL MODELING OF THE STRAIN-STRESS STATE OF LAYERED PLATES WITH AN
ARBITRARY STACK OF LAYERS BASED ON THE NON-CLASSICAL BENDING THEORY…..…… 489
*Bektugan B.I, Nurakhov Y.S., Imankulov T.S., Akhmed-Zaki D.Zh.*
IMPLEMENTING A NUMERICAL SOLUTION OF ONE-DIMENSIONAL HEAT 496
CONDUCTION TASK ON FPGA…….
*Ospanova Sh., Zhumabayev A., Nurmukhanova A., Rakhat B., Boloskhankyzy B.*
MATHEMATICAL PROBLEM OF THE HEAT TRANSFER PROCESS IN VARIOUS BODIES……... 502
*Mamyrbekova A.S., Volobuyeva O.P.*
LOGISTIC DATA CENTER AS AN OBJECT OF RESEARCH……..…… 508
*Shazhdekeyeva N. K., Myrzasheva A.N., Baimakhan A.R., Abdiakhmetova Z.M., Latipov Y.*
IDENTIFICATION OF POROSITY AND PERMEABILITY PARAMETERS OF THE
WATERBEARING BASIN…… 514
*Askarova A.S., Bolegenova S.A., Berezovskaya I.E., Vorobyova O.D., Zhanzhiyenov A.Y.*
COMPUTATIONAL RESEARCH OF PRESSURE EFFECT IN COMBUSTION CHAMBER
ON IGNITION AND COMBUSTION OF LIQUID FUEL……..…….. 521
*Ospanova Sh., Zhumabayev A., Nurmukhanova A., Zheksen U., Boloskhankyzy B.*
FUNDAMENTALS OF CONVECTIVE HEAT TRANSFER…….. 529
*Nazarova K.Zh., Usmanov K.Y.*
A NECESSARY CRITERION FOR THE UNIQUE SOLVABILITY OF A THREE-POINT
BOUNDARY VALUE PROBLEM FOR THE INTEGRO-DIFFERENTIAL EQUATIONS SYSTEMS
AND A PARAMETER……. 535
*Ospanova Sh., Zhumabayev A., Nurmukhanova A., Rakhimzhanova L., Chigambayeva N.*
FIXING A HEAT TRANSMISSION CAPACITY TASK ON THE BASIS
OF BOUNDARY CONDITIONS BY MEANS OF THE MATHCAD PACKAGE……..….. 544
*Istlyaup A.S., Myasnikova L.N.*
BAND STRUCTURE AND DENSITY OF STATES SIMULATION
OF ALKALI HALIDE NANOCRYSTALS NaX (F, Cl, Br, I)…….. 553
*Zhakanbaev E.A., Volodin V.N., Tuleushev Yu.ZH.*
SYNTETH NEW PHASE MOCD2 IN FILM COATINGS OF MOLYBDENUM-CADMIUM SYST..... 558

**Chemistry and Metallurgy Sciences**

*Yurov V.M., Platonova Y.S., Yudakova V.A.*
MICROSTRUCTURE AND FEATURES OF HEAT-RESISTANT MULTILAYER COATINGS……. 566
*Satayev M.S., Abzhalov R.S., Abdurazova P.A., Koshkarbayeva Sh.T., Raiymbekov Y.B.*
A METHOD OF APPLYING SILVER FILMS ON TOP OF THE COTTON FABRICS…… 571
*Ibragimov A.S.*
GOLD LEACHING BY IODINE SOLUTIONS…… 576
*Turekhanova L., Zhumadybek N., Taimasov B., Zhanikulov N.*
RESEARCHES OF STRENGTH PROPERTIES OF CEMENT MORTAR WITH ADDITIVES OF
POLYCARBOXYLATE SUPERPLASTICIZERS…… 579

Редакторы:
*Н.Ф. Федосенко*
Верстка на компьютере:
*Л. Касжанова*

Подписано в печать 25.01.2019 г.
Формат 60х84 $^{1}/_{8}$. Усл. п.л 37,4.
Тираж 500 экз. Заказ № 223.

Адрес редакции:
ул. Сатпаева, 22, КазНИТУ каб. 609, тел. 292-63-46 ,Nina.Fedorovna. 52 @ mail.ru
Департамент маркетинга и коммуникаций КазНИТУ
Казахского национального исследовательского технического университета имени К.И. Сатпаева