ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН



ҚазҰТЗУ ХАБАРШЫСЫ

ВЕСТНИК КазНИТУ

VESTNIK KazNRTU

№ 6 (142)

АЛМАТЫ **2020** **НОЯБРЬ**

ISSN *2709-4766* (Online)
ISSN 2709-4758 (Print)

Главный редактор
И. К. Бейсембетов – ректор

Зам. главного редактора
А.Х. Сыздыков – проректор по науке

Отв. секретарь
Н.Ф. Федосенко

Редакционная коллегия:

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

Учредитель:

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И. Сатпаева

Регистрация:

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

Основан в августе 1994 г. Выходит 6 раз в год

Адрес редакции:

г. Алматы, ул. Сатпаева, 22,
каб. 607, тел. 292-63-46
Nina. Fedorovna. 52 @ mail.ru

© КазНИТУ имени К.И. Сатпаева, 2020

• НАУКИ О ЗЕМЛЕ

УДК 550.8

E.K. Ogay, A.K. Kalybek, R.M. Sadykov
(Satbayev University, Almaty, Kazakhstan,
E-mail: a.kalybek@satbayev.university)

COMBINED APPLICATION OF GEOLOGICAL, HYDRODYNAMIC AND BASIN MODELING FOR CBM RICH ZONES IDENTIFICATION IN SOUTHERN PART OF KARAGANDA COAL BASIN

Abstract. The problem of reservoir engineering and production of coalbed methane (CBM) in Kazakhstan are important subject today. Identification of methane-rich zones from the coal geology side is not always enough. In this article, traditional methods for studying oil and gas basins are applied for identification of methane rich zones in southern part of Karaganda coal basin. Reservoir simulation is used to check the possible production performance of the zones.

Key words: coalbed methane (CBM), methane-rich zones, geological modeling, hydrodynamic modeling and basin modeling

Е.К. Огай, А.К. Калыбек, Р.М. Садыков
(Satbayev University, Алматы, Республика Казахстан,
E- mail: a.kalybek@satbayev.university)

КОМПЛЕКСНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО, ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО И БАССЕЙНОВОГО МОДЕЛИРОВАНИЙ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ МЕТАНОБИЛЬНЫХ ЗОН НА ПРИМЕРЕ ЮЖНОЙ ЧАСТИ КАРАГАНДИНСКОГО УГОЛЬНОГО БАССЕЙНА

Аннотация. Проблемы разработки и добычи угольного метана на территории Республики Казахстан являются на сегодняшний день достаточно актуальной темой. Определение метанобильных зон с точки зрения угольной геологии не всегда бывает достаточно информативным. В данной работе рассмотрены традиционные методы исследования нефтегазовых бассейнов как пример использования для метана угольных толщ, в частности для определения высокометаноносных областей в пределах южной части Карагандинского угольного бассейна. Гидродинамическое моделирование используется для оценки потенциала выделенных зон.

Ключевые слова: угольный метан, метанобильная зона, геологическое моделирование, гидродинамическое моделирование, бассейновое моделирование

Введение

На сегодняшний день актуальной проблемой многих стран является необходимость развития топливно-энергетического комплекса посредством разработки нетрадиционных источников углеводородного сырья. Одним из таких нетрадиционных источников энергии считается метан угольных пластов (МУП) – экологически чистое и эффективное, энергетическое и химическое сырье. Мировые ресурсы которого оцениваются в 260 трлн. $м^3$, причем значительные ресурсы сосредоточены в странах СНГ (более 50 %) [1].

В свою очередь, оценка ресурсов метана и дальнейшая его добыча из угольных пластов являются такой же актуальной проблемой, поскольку идентификация метанобильных участков в пределах угольного месторождения напрямую зависит от полноты исследований региона, а непосредственно сама добыча зависит от созданных условий для разрыва сорбционной связи метан - уголь.

Сегодня Республика Казахстан входит в ряды тех стран, которые рассматривают и признают угольный метан как стратегически важный альтернативный источник энергии. Казахстан имеет

достаточно объёмные запасы промышленного метана угольных месторождений в размере более 8 трлн. $м^3$, где наибольшие потенциальные ресурсы сосредоточены в пределах Карагандинского угольного бассейна.

Карагандинский угольный бассейн расположен в центральном Казахстане. Угленосные отложения развиты на площади около 3600 $км^2$, на долю продуктивных отложений приходится до 2000 $км^2$ [2]. Угленосная толща бассейна содержит до 80 пластов угля суммарной мощностью до 110 м и запасами до 41,3 млрд тонн, также в пределах бассейна функционируют 11 угольных шахт, производящих 11 млн. тонн угля в год, что в совокупности позволяет выделить Карагандинский угольный бассейн среди центрально-азиатского региона в ряды крупных месторождений горючих ископаемых [3].

Кроме того, как было отмечено ранее, угли данного бассейна обладают значительным потенциалом природной метанообильности. Согласно данным [4], газонасыщенность угольных пластов достигает от 20 до 27 $м^3$ на тонну угля в зависимости от глубины залегания вмещающих пород.

В связи с этим, можно сделать вывод, что Карагандинский угольный бассейн является не только традиционно угольным месторождением, но и крупным месторождением МУП со специфическими условиями распределения метана в угленосных толщах [1]. Имея такой огромный запас метана, Карагандинский угольный бассейн, тем самым, требует дополнительного тщательного изучения геологии его отдельных участков. Достаточно точное понимание геологических процессов, происходивших на территории данного бассейна необходимо для рентабельной добычи угольного метана.

В нашей работе мы сконцентрировали наше внимание на южном участке Карагандинского угольного бассейна, а именно рассматриваем Талдыкудукский блок. В геологическом масштабе времени данная территория претерпела наибольшую тектоническую нагрузку, в связи с чем обладает высокоамплитудными взбросами (сбросами) по сравнению с другими участками бассейна. Тектонические процессы порождают дополнительную естественную эндогенную трещиноватость угольных пород, которая увеличивает долю их проницаемости для фильтрации газа, что в свою очередь является ключевым фактором при выборе участка, так как течение газа в угольном пласте проходит только по трещинам.

Таким образом, данный участок интересен для исследования проблемы добычи метана угольных пластов.

Объектами исследования являются: южная часть Карагандинского угольного бассейна – Талдыкудукский участок, Карагандинская свита, продуктивные угольные пласты К11, К11-1, К12, К13.

Цель работы – определение наибольшего скопления газа на территории Талдыкудукского участка.

Задачами для достижения цели были:

– построение трехмерной геологической модели для получения карт эффективных угленосных толщин;

– проведение бассейнового моделирования для уточнения некоторых свойств угольных пород (пористость, зрелость);

– разработка гидродинамической модели для верификации полученных данных.

Материалы и методы

Геологическое моделирование

Нетрадиционные ресурсы природного газа, в частности метан угольных пластов является относительно новым направлением в энергетике и для детального изучения угольных толщ можно применять имеющийся опыт от нефтяной и газовой индустрии.

Так, на основе построения геологических моделей нефтяных и газовых месторождений нами была использована традиционная методика для создания трехмерной модели для геолого-экономиечской оценки метанового газа угольных пластов Талдыкудукского участка [5].

Сегодня, создание трехмерных геологических моделей представляется в виде следующих основных этапов:

1. Сбор, анализ и подготовка необходимой информации, загрузка данных.
2. Структурное моделирование (создание каркаса).
3. Создание сетки (3D-грида), осреднение (перенос) скважинных данных на сетку.

4. Фациальное (литологическое) моделирование.

5. Петрофизическое моделирование.

6. Подсчет запасов углеводородов. [6]

Исходя из имеющихся данных, наибольшая информация была по следующим пластам: К11, К11-1, К12, К13 Карагандинской свиты.

Для построения нашей модели в качестве исходных данных были использованы следующие материалы:

– структурные поверхности по кровле пластов К11, К11-1, К12, К13;

– скважинные данные для литологического моделирования;

– искомый участок претерпел наибольшие тектонические нагрузки, в связи с чем осложнен взбросовыми нарушениями. При построении модели были учтены 3 крупных и множество меньших по амплитуде взбросов, пространственное расположение которых обосновано наличием вертикальных профилей, опираясь на которые была создана сеть разломов.

Для проведения геологического моделирования были выделены 4 объекта. Для каждого из выделенных объектов были созданы свои структурные модели, максимально учитывающие особенности каждого выбранного горизонта.

Первоначально был построен структурный каркас, в котором учитывались тектонические особенности самого рассматриваемого участка с помощью модели разломов.

После построения структурного каркаса и модели разломов, была проведена работа по получению куба дискретной литологии, которая описывает пространственное распределение продуктивных и непродуктивных отложений в пределах рассматриваемого участка. В качестве трендовых данных при распределении литотипов использовались интерпретации ГИС, за неимением альтернативных данных. При распространении литологии в модели использовано три параметра: вмещающие породы (глины, аргиллиты, песчаник), уголь, смешанные породы (уголь + вмещающие породы).

После создания литологической модели была построена карта эффективных угольных толщин.

Бассейновое моделирование

Для бассейнового (термического) моделирования требуется следующий набор исходных данных [7]:

– структурная модель, включающая мощности слоев, несогласные залегания, тектонические нарушения;

– концептуальная геологическая модель (стратиграфическая колонка, условия осадконакопления, литология, фациальный анализ)

– история теплового потока;

– тектоническая история бассейна – тектоническая модель (скорости поднятий и погружений, историю эрозионных процессов);

– калибровочные данные – отражательная способность витринита, температура, зависимость пористости горных пород от глубины их залегания;

– граничные условия (глубина при осадконакоплении, тепловой поток, температура поверхности).

Имеющиеся исходные данные и информация для реконструкции геологической истории Карагандинского угольного бассейна, в частности Талдыкудукского блока, более чем достаточна для понимания истории развития данного региона. Однако большая часть данных была получена в результате исследований в 1970 – 1980-е годы [8]. Учитывая тот факт, что мы используем результаты тех времен, появляется необходимость в структуризации и дополнении уже имеющейся геологической информации. В таком случае, использование метода БМ позволяет внести весомые корректировки для более полного восприятия истории эволюции изучаемого южного участка Карагандинского угольного бассейна с целью добычи угольного метана. Имеющаяся геологическая информация в процессе бассейнового моделирования была скорректирована с использованием калибровочных данных, включающих зрелость угольных пород и изменение пористости с глубиной, тем самым значительно сокращая геологические неопределенности.

Методика термического моделирования в целом осадочных бассейнов включает в себя три основных блока компьютерного анализа: блок ввода данных по структуре и эволюции бассейна; блок подготовки исходных параметров для моделирования бассейна с использованием численной обработки этих данных; блок численного моделирования процессов погружения, теплопереноса и генерации углеводородов в бассейне [9].

При бассейновом моделировании рассматривались пять скважин, расположенных на значительном расстоянии друг от друга в пределах территории Талдыкудукского участка [10]. Расстояние между скважинами оценивалось из-за наличия крупных взбросовых структур, которые делили участок на три более мелких блока. Данные блоки ограничивались следующими взбросовыми структурами: Северный талдыкудукский взброс (NTT), Южный талдыкудукский взброс (STT) и Взброс №2 (T2) (рис. 4). Аналогичные тектонические разломы использовались при построении геологической модели.

После реконструкции рассматриваемой территории была проведена серия расчетов для определения метанобильных зон. Угольные пласты Карагандинского бассейна обладают высокой степенью неоднородности, которая иногда превышает плотность сетки скважин. Интерполяция имеющихся данных (керновые данные, ГИС), в таком случае, не позволяет достоверно учесть неоднородность. Поэтому для моделирования насыщенности метаном и проницаемости, а также других свойств угольного пласта и флюидов предлагалось воспроизвести формирование угольной породы с учетом геологической истории. Это даёт информацию по ключевым факторам, влияющим на распределение этих свойств в угольной породе. Комбинируя полученные результаты, возможно определение метанобильных зон.

Гидродинамическое моделирование

После построения геологической модели и проведения бассейнового моделирования в качестве завершающего этапа можно использовать гидродинамическое моделирование с целью верификации проделанной работы по определению метанобильных зон.

Исходные данные для гидродинамического моделирования:

– структурная модель от К11 до К13 горизонтов Талдыкудукского участка;

– литологическая модель К11-К13 горизонтов;

– петрофизическая модель К11-К13 горизонтов;

– результаты лабораторных исследований кернов;

– результаты бассейнового моделирования – изменение свойств углей с глубиной;

– справочные данные по физическим зависимостям.

Создание гидродинамической модели представляется в виде следующих основных этапов:

1. Сбор исходных данных;
2. Выбор математической модели;
3. Загрузка данных в гидродинамический симулятор;
4. Построение гидродинамической модели путем укрупнения геологической модели;
5. Расстановка сетки скважин;
6. Проведение симуляции добычу угольного метана;
8. Систематизация результатов и получение профилей добычи.

Основой для создания гидродинамической модели служили геологическая модель Талдыкудукского участка, где перспективная область добычи метана – это территория в пределах взброса №2 и Северного талдыкудукского взброса (рис 2).

Построение гидродинамической модели начинается с загрузки искомых данных в гидродинамический симулятор. Далее имеющийся структурный каркас геологической модели масштабировался в структурный каркас гидродинамической модели. Литолого-петрофизические параметры масштабировались с помощью арифметического и геометрического осреднений.

После получения структурного каркаса с приблизительной литологией и петрофизикой нужно было построить поле трещиноватости, так как газ по угольному пласту течет по системе трещин. Для этого использовался метод построения поля трещин DFN – Discrete Fracture Network. Суть метода заключается в определении статистических параметров трещин в области скважин с последующим переносом этих параметров в межскважинное пространство.

После построения поля трещин в модели формируется значительное количество единичных разломов небольшого размера, что имитирует трещиноватую среду. Эти множества разломов затем могут быть преобразованы в фильтрационно-емкостные свойства системы трещин и их связь с матрицей вмещающей породы.

Результаты

Геологическое моделирование

Структурная модель представляет собой послойные поверхности продуктивных горизонтов Карагандинской свиты от пластов К11 до К13, а также тектонические взбросовые структуры:

Северный Талдыкудукский взброс, Южный Талдыкудукский взброс и Взброс №2, построенные по имеющимся структурным картам Гапеевской экспедиции с использованием результатов геофизической интерпретации. (рис. 1).

После создания литологической модели была построена карта эффективных угольных толщин в пределах от 200 до 1000 метров, так как область до 200 метров характеризуется областью газового выветривания, а горизонты ниже 1000 метров отличаются более плотными угольными пластами, в которых сорбционные связи намного сильнее, а проницаемость породы значительно ниже, соответственно добыча метана будет нерентабельной (рис.2).

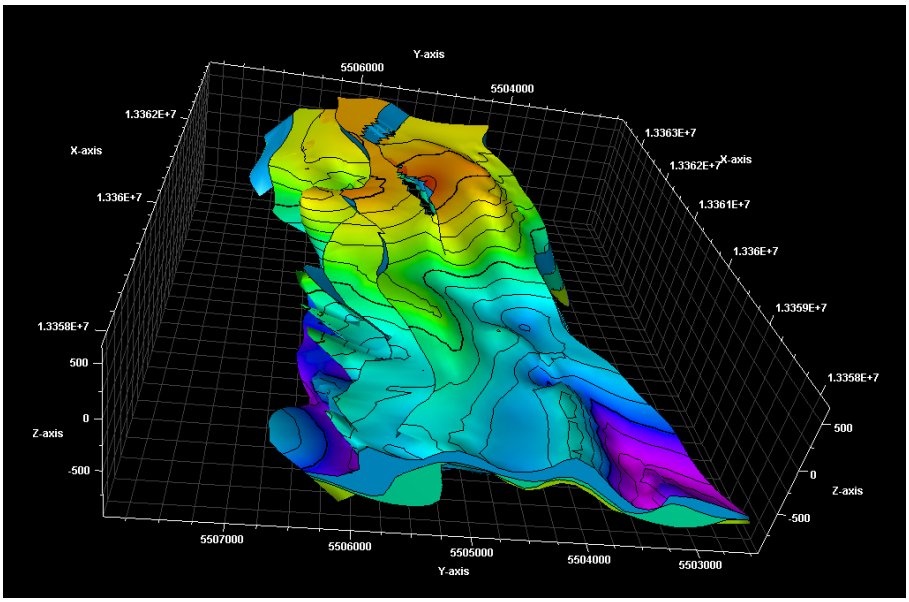


Рис. 1. Структурный каркас модели Талдыкудукского участка

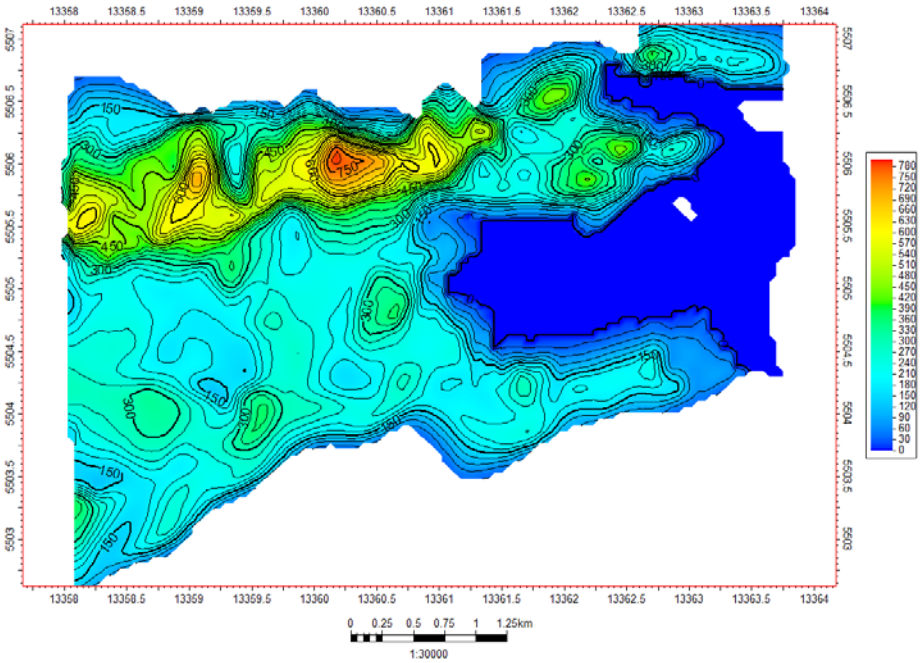


Рис. 2. Карта эффективных угольных толщин Талдыкудукского участка

Согласно [11], объемы метанового газа имеют прямую корреляцию с мощностью угольных толщин. Перспективная область добычи метана – это территория в пределах взброса №2 и Северного талдыкудукского взброса.

Бассейновое моделирование

2D моделирование (рис. 3), выполнялось на программном продукте компании Шлюмберже PetroMod, для которого использовались:

– тектоническая модель, основанная на результатах 1D моделирования;

– палеореконструкция с использованием Midland Valley Move® software (ASI License):

до 305 Ма – отложение каменноугольных пород;

305-295 Ма – герцинская тектоника (деформация);

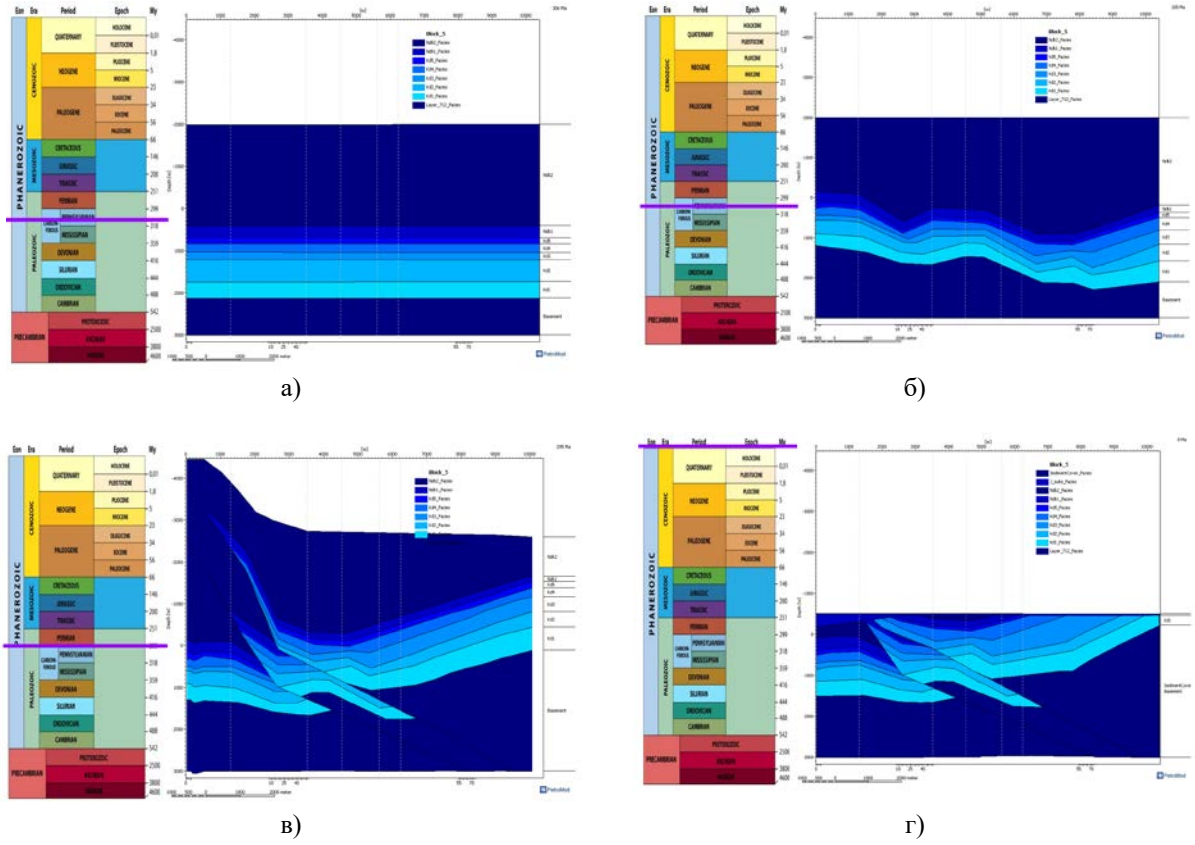
295-203 Ма – герцинская тектоника (эрозия);

203-160 Ма – отложение юрских пород;

160-154 Ма – киммерийская тектоника (деформация);

154-0.13 Ма – киммерийская тектоника (эрозия);

– упрощения: процесс надвига был линейным; взбрасывание и деформация пород последовательными; отсутствие четвертичных отложений (в виду малозначительности).



а) каменноугольные отложения; б) формирование герцинской складчатости;
в) формирование герцинских взбросов; г) текущее состояние

Рис. 3. 2D палеореконструкция для бассейнового моделирования

Ключевыми факторами, влияющие на развитие бассейна в целом, сыграли палеотепловой поток и давление вышележащих горных пород. Они оказывают наибольшее влияние на термическую зрелость органического вещества. Пористость горных пород также непосредственно зависит от мощности вышележащих слоев осадочного комплекса и литолого-фациального состава. В меньшей степени влияние оказывают скорость и продолжительность тектонических явлений.

После проведения бассейнового моделирования мы получили 2D распределение основных свойств угольной породы во времени – зрелость и пористость (рисунки 5, 6). Зрелость пород максимальна на висячем блоке и является неоднородной вдоль взбросов, пористость имеет прямую связь с глубиной прогибания и является неоднородной в складках. Были построены зависимости зрелости угольной породы и пористости от положения в пространстве и принадлежности к блоку. Позже эти зависимости были использованы совместно с выделенными зонами максимальных толщин как участки, наиболее привлекательные с точки зрения добычи угольного метана.

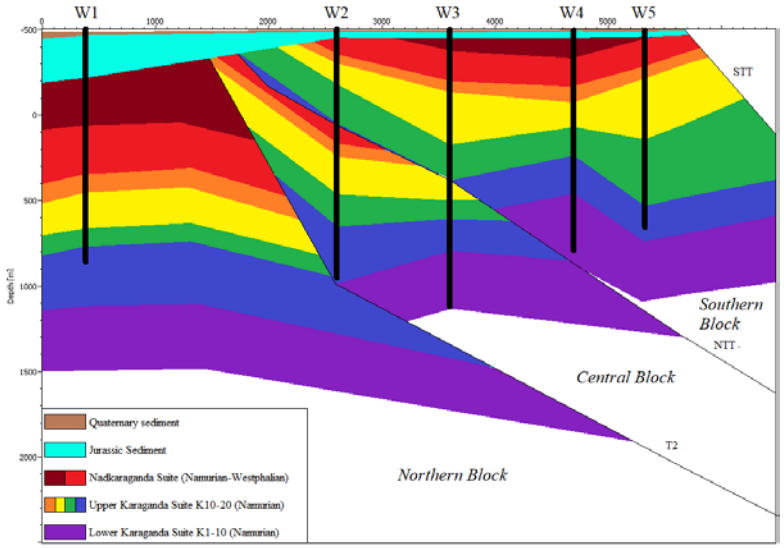


Рис. 4. Схематичное изображение Талдыкудукского участка, по которому проводилось бассейновое моделирование

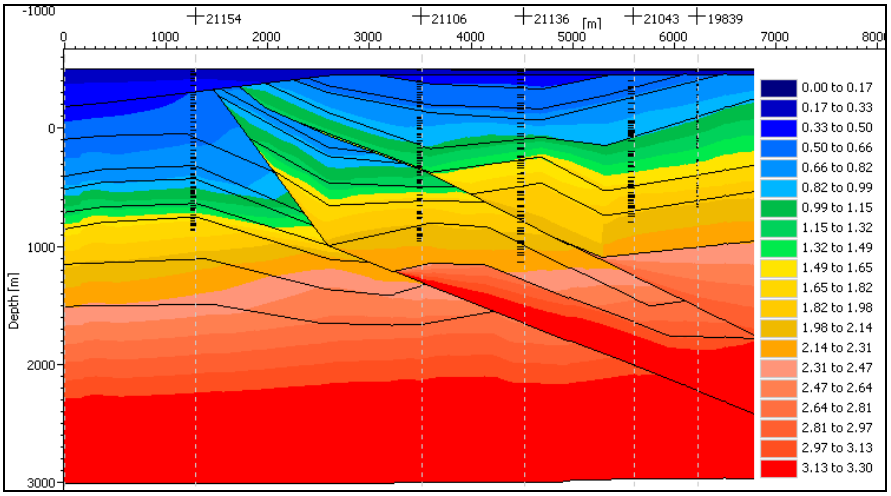


Рис. 5. Профиль распределения зрелости

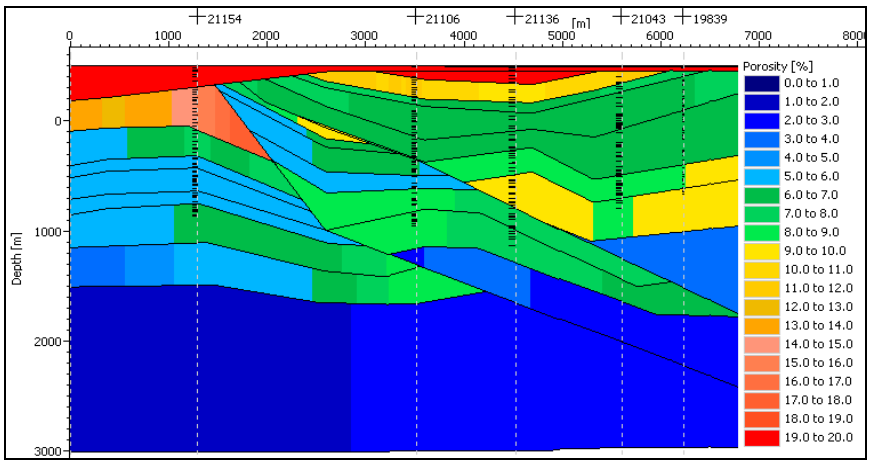
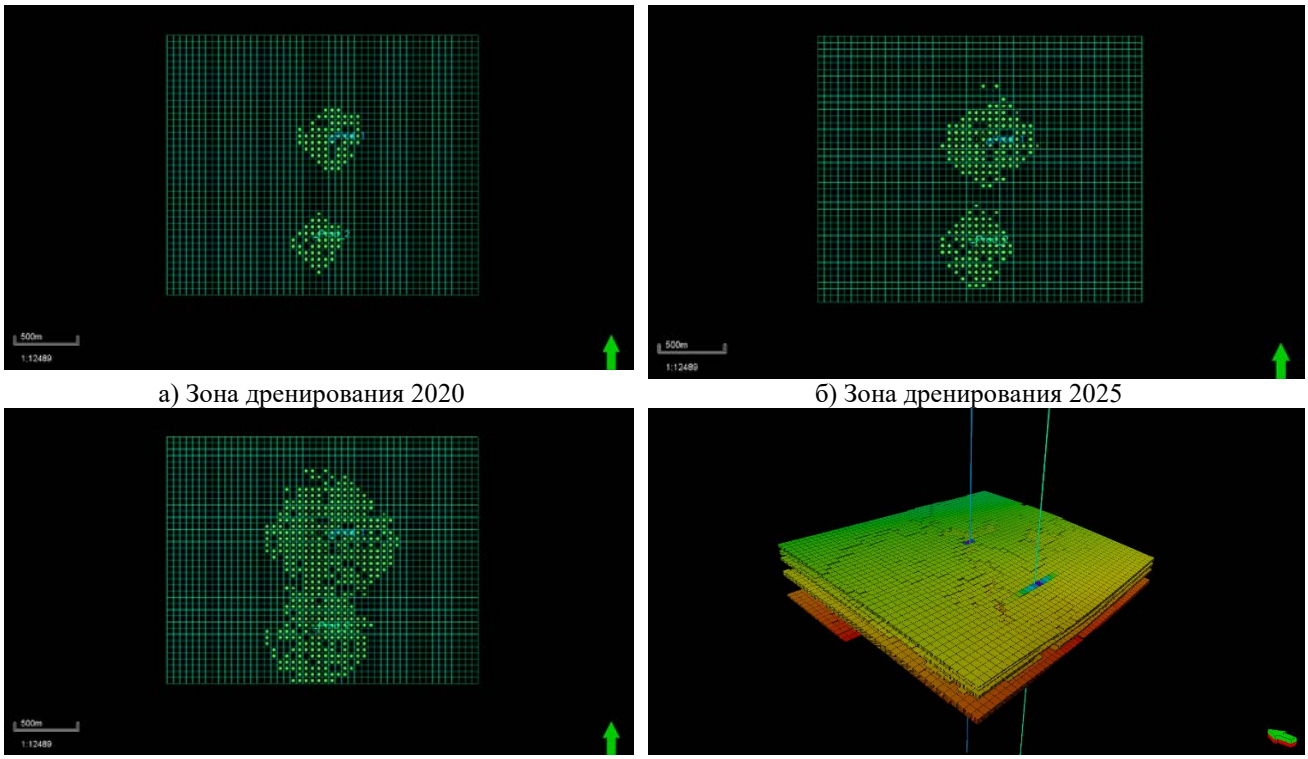


Рис. 6. Профиль распределения пористости

Гидродинамическое моделирование

В результате проведения тестовых гидродинамических расчетов нами были частично проверены результаты расчетов бассейнового и геологического моделирования. В частности, на интересующем нас участке, где теоретически повышена метанобильность угольных пластов был рассчитан теоретический дебит добывающей скважины. Рассматриваемый период расчетов был с 2020 по 2035 год (рис. 7). Кроме того, результаты расчетов использовались для проектирования сетки скважин.



а) Зона дренирования 2020 б) Зона дренирования 2025

в) Зона дренирования 2035 г) Поле давлений в системе трещин.

Рис. 7. Тестовые результаты проведения гидродинамических расчетов

Выводы

На основании выполненной работы с нашей стороны предложена и разработана методика выявления метанобильных зон посредством палеотектоники, бассейнового моделирования, а также с привлечением элементов традиционной нефтегазовой индустрии, таких как построение трехмерных геологических и гидродинамических моделей.

В виду характерных особенностей формирования Карагандинского угольного бассейна, в частности Талдыкудукского участка, в модели учитываются одни из самых крупных взбросовых структур, которые делят рассматриваемый участок на 3 блока.

Было выделено три основных литотипа на основании скважинных данных, такие как уголь, вмещающие породы и смешанные породы.

В результате нашей работы мы получили карту эффективных угленосных толщин по которому можем предположить максимальное накопление метана в пределах взброса №2 и Северного талдыкудукского взброса.

Газонасыщенная толщина, в нашем случае метанонасыщенная угленосная толщина – является важнейшим параметром при подсчете запасов, а также для определения метанобильных зон, то есть решаются одновременно две задачи. Максимально возможная точность данного параметра может сыграть значительную роль при оценке подсчета запасов. Также карты эффективных толщин являются неотъемлемой базой при проектировании скважин.

Для повышения качества модели, дополнительно можно провести комплексную оценку геологической неоднородности, так как есть опыт различных месторождений, где установлена прямая зависимость: уменьшение продуктивности, по мере увеличения степени неоднородности

осадочных пород. Учет необходимых параметров, таких как пористость, проницаемость пород–покрышек, расчлененность влияют на проведение оценки степени неоднородности.

Гидродинамическая модель может быть дополнена данными по деформации горных пород, связанными с разломами, что в свою очередь улучшит качество проводимых расчетов.

Так, на основе традиционных методов исследований таких как геологическое и гидродинамическое моделирование, а также использование метода бассейнового моделирования в комплексе помогают масштабно изучить интересующий нас участок, уточнить геологическое развитие рассматриваемого региона, идентифицировать метанобильные зоны и определить оптимальное количество скважин и локализовать местоположения для бурения новых скважин в мало изученных участках для планомерного и рентабельного освоения газа.

Данная работа выполнена при поддержке грантового финансирования КН МОН РК, №AP05130547.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Дрижд Н.А. Доклад проф. КарГТУ на 6-ом международном горно-металлургическом Конгрессе «Astana Mining and Metallurgy» – 17 июня 2015.

[2] Газоносность угольных бассейнов и месторождений СССР. Угольные бассейны и месторождения Сибири, Казахстана и дальнего Востока. Том II. – М: Недра, 1979. – 454 с.

[3] Ермолов В.А., Ларичев Л.Н., Тищенко Т.В., Кутепов Ю.И. Горно-промышленная геология твердых горючих ископаемых. – М: «Горная Книга», 2009.

[4] Институт Геологических Наук АН КазССР. Геология СССР, Центральный Казахстан. Том XX, книга 1, М: Недра, 1972.

[5] Kalybek A., Sadykov R., Gomonov A. The results of three-dimensional modeling of productive horizons of the Karaganda formation for the localization of methane-rich zones // Journal of advanced research in dynamical & control systems. Vol. 12., №7, - 2020.

[6] Гладков Е.А. Геологическое и гидродинамическое моделирование месторождений нефти и газа: учебное пособие / Е.А. Гладков; Томский политехнический университет. - Томск: Изд-во Томскогополитехнического университета, 2012. - 99 с

[7] Садыков Р.М., Коробкин В.В. Бассейновое моделирование южной части Карагандинского угольного бассейна // Сборник статей на базе докладов 2-го Международного форума по геологоразведке «Kazakhstan geology forum: Oil and gas 2018». – 2019. – С. 226-240.

[8] Институт Геологических Наук АН КазССР. Геология СССР, Центральный Казахстан. Том XX, книга 1, М: Недра, 1972.

[9] Галушкин Ю.И. Моделирование осадочных бассейнов и оценка их нефтегазоносности. – М: Научный мир, 2007. – 456 с.

[10] Sadykov, R., Korobkin V. Geological input data analysis for basin modeling of the south part of Karaganda coal deposit // News of the academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences. – Vol.1. – №133, 2019. – P. 133 –142.

[11] Seidle J. Fundamentals of coalbed methane reservoir engineering. – Oklahoma: PennWell Books, 2011. – 401 p.

Огай Е.К., Калыбек А.С., Садыков Р.М.

Метанға бай аймақтарын анықтауға геологиялық, гидродинамикалық және бассейндік модельдеу Қарағанды көмір бассейнінің оңтүстік бөлігінің мысалы бойынша қолдану

Түйіндеме: Қазақстан Республикасының аумағында көмір метанының дамуы мен өндірісінің проблемалары бүгінгі күннің өзекті тақырыбы болып табылады. Метанға бай аймақтар көмір геологиясы тұрғысынан анықтау әрдайым жеткілікті ақпараттылыққа ие бола бермейді. Бұл жұмыста метан үшін көмір қабаттарын пайдаланудың мысалы ретінде мұнай және газ бассейндерін дәстүрлі әдістерімен зеріттелуі қарастырылады, атап айтқанда, Қарағанды көмір бассейнінің оңтүстік бөлігі шегінде метан құрамы жоғары аймақтарды анықтау туралы айтылады.

Түйін сөздер: көмір метан, метанға бай аймақ, геологиялық модельдеу гидродинамикалық модельдеу, бассейндік модельдеу.

УДК574:546. 36:631.4

S. G. Saifutdinova, A. M. Bissengaliyeva, K. O. Dyussegalieva
(West Kazakhstan agrarian and technical University named after Zhangir Khan, Uralsk, Kazakhstan.
E-mail: 20051984@bk.ru)

THE IMPACT OF RADIOACTIVE EMISSIONS FROM THE KAPUSTIN YAR LANDFILL ON THE ENVIRONMENTAL SITUATION IN NEARBY AREAS.

Abstract. This paper discusses the environmental problems of Kazakhstan and ways to solve them on the territory of test sites in the West Kazakhstan region. The article aims to evaluate the effect of radioactive waste of the landfill "Kapustin Yar" on the environment Bokeiorda and Zhangala areas of West Kazakhstan region. As a result of spacecraft launches, the environment of these areas was polluted by the decay products of various types of rocket fuel, nitrogen compounds, heavy metals and other toxic substances. The article provides a theoretical analysis of statistical data on the assessment of the environmental situation in the surrounding areas relative to the Kapustin Yar landfill. Thus, in the areas of the West Kazakhstan region adjacent to the Kapustin Yar landfill, indicators were found for the analyzed period that differ from the national average or control values, which in turn indicates an adverse impact on the environment and human health of radioactive emissions from the Kapustin Yar landfill**.**

Keywords: ecology, radiation, radioactive emissions, landfill, WKO ecology

Introduction:

Kazakhstan's environmental problems and ways to solve them are in common with other global challenges. A number of test sites are located on the territory of the West Kazakhstan region. With a low population density and large territories in the Republic of Kazakhstan, a large number of anthropogenic ecological landscapes have been formed that are unfavorable for the population of artificial provinces.

Ecology and human health is one of the urgent problems that currently attracts the attention of the public both in the Republic of Kazakhstan and the entire world community. The increase in industrial production, the chemicalization of agriculture and other anthropogenic processes have made fundamental changes in the ecological balance, in some cases irreversible. One of these regions is the districts of the West Kazakhstan region adjacent to the Kapustin Yar test and nuclear missile test site Saykhin and Zhangala. A significant area of the landfill and the length of its borders determine serious health risks for many residents of Bokeiorda and Zhangala districts of the West Kazakhstan region. During its operation since 1949, 177 samples of military equipment were launched and tested from it, and SS-20 missiles were destroyed on it. When testing and destroying military equipment, about 30 thousand tons of highly toxic substances were released into the atmosphere [1]. As a result of spacecraft launches, the environment of these areas was polluted by the decay products of various types of rocket fuel, nitrogen compounds, heavy metals and other toxic substances. The medical and biological consequences of destroying missiles coincide with the consequences of hitting people with dioxins. An increase in the number of oncological diseases of the population was noted in the areas where the launch shafts of Intercontinental ballistic missiles were blown up [2].

There are no reliable quantitative estimates of environmental risk and damage from space activities. This issue requires special research. Quantitative assessments are difficult, since this requires the organization and conduct of mapping of affected areas, assessment of direct and indirect impacts and consequences based on appropriate expertise [3]. Until now, the health status of the population living in the territories bordering the Kapustin Yar landfill has not been subjected to a comprehensive extended study. Previous studies on the health status of the population in these regions are fragmented and fragmented, which are not related to specific factors of the population's environment, and there is no evidence base on the impact of landfill operation on the health status of residents of areas adjacent to the landfill.

Object of study. To assess the impact of radioactive waste from the Kapustin Yar landfill on the ecological situation in the Bokeiorda and Zhangala districts of the West Kazakhstan region.

Materials and methods. The sources of information about the population's health were data obtained from Regional e-health centers, health Departments, and statistical Departments of the studied regions of the West Kazakhstan region. The research was conducted in two districts in West Kazakhstan region, in Bokeiorda district and in Zhangala region. Data collection was performed for the period from 2004 to 2020.

Result and analysis.

Theoretical analysis of work on conducting nuclear explosions at high altitudes was focused on the Kapustin Yar missile range. (Figure 2) Kapustin Yar is a military missile test site created on May 13, 1946 for

testing the first Soviet ballistic missiles and currently officially named the 4th State Central Interspecies test site of the Russian Federation. Currently, an interspecific testing ground has been created on the basis of the Kapustin Yar landfill. The transport base of weapons and military equipment, as well as long-term field training and exercises at the landfill plays a role that leads to certain effects on the existing vegetation cover within it.

The landfill is divided into lands of periodic and permanent use. On the territory of the landfill, the wreckage of military equipment is mostly collected. The landfill is used for the fall of separating parts of missiles; the first stages of SS-20 ballistic missiles fell here, and since 1986, stages of mixed solid fuel missiles have landed [2]. SS-20 missiles use propellant components (heptyl, nitric acid), which are substances of the first hazard class.

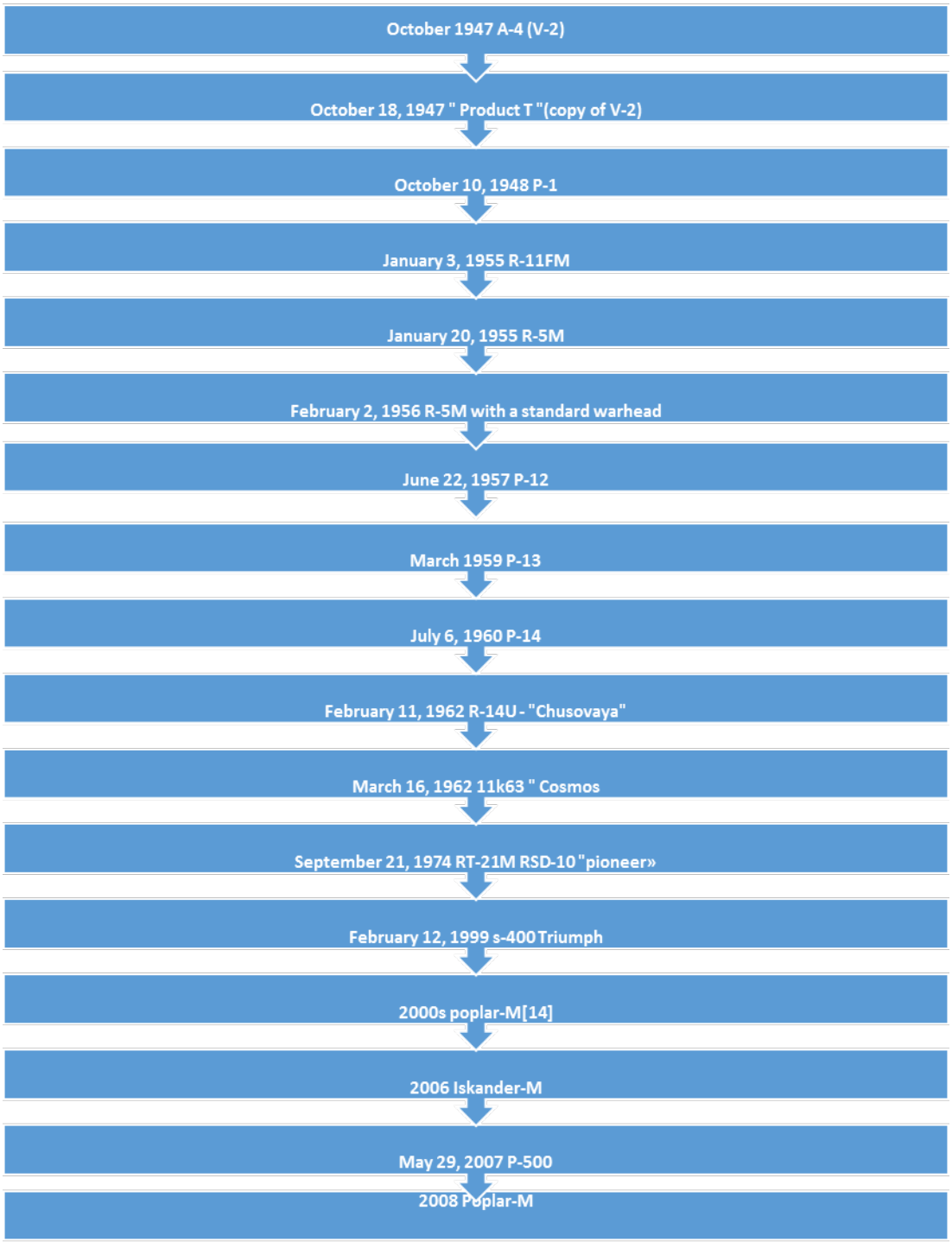


Fig. 1. History test

At each explosion, a large-scale system of physical observations was organized, which provided experimental data on the effectiveness of the damaging effect of a high-altitude nuclear explosion and on the characteristics of the physical processes accompanying it.[6]

A large number of scientific, design and other organizations took part in these experiments, and they used a significant number of different technical means of observation, located not only in the area of the explosion, but, in most cases, throughout the country.

As a result of the landfill activity, the fact of contamination of soil and water on the territory adjacent to the landfill with caesium-137, strontium-89 and other radioactive isotopes was revealed. [tab. 1] during medical examinations, it was found that in the territories adjacent to the landfill, the level of mental illness (especially in children) among the local population is 2.3 times higher than the average level in the West Kazakhstan region and 2.1 times higher than the level in Kazakhstan. Malignant tumors, lung diseases, disorders of the immune system and blood composition are also common. For example, in 1980-1989, the number of patients with malignant tumors increased 4 times compared to 1972[1].

Table. 1. **The content of heavy metals in the soils of Zhangala and Bokeiorda area.**

	Elements, %							
1	**Cs**	**Ce**	**Ti**	**Sr**	**As**	**Pb**	**Rb**	**Zn**
1	46	49	0.34	517	37	5	33	29
2	40	46	0.30	220	35	13	51	54
	Mo	**Ba**	**Zr**	**Nb**	**La**	**Y**	**Ca**	**Fe**
1	3.2	1302	187	4.8	48	13.5	11.69	2.52
2	1.9	300	198	8.1	46	11.5	5.79	3.34

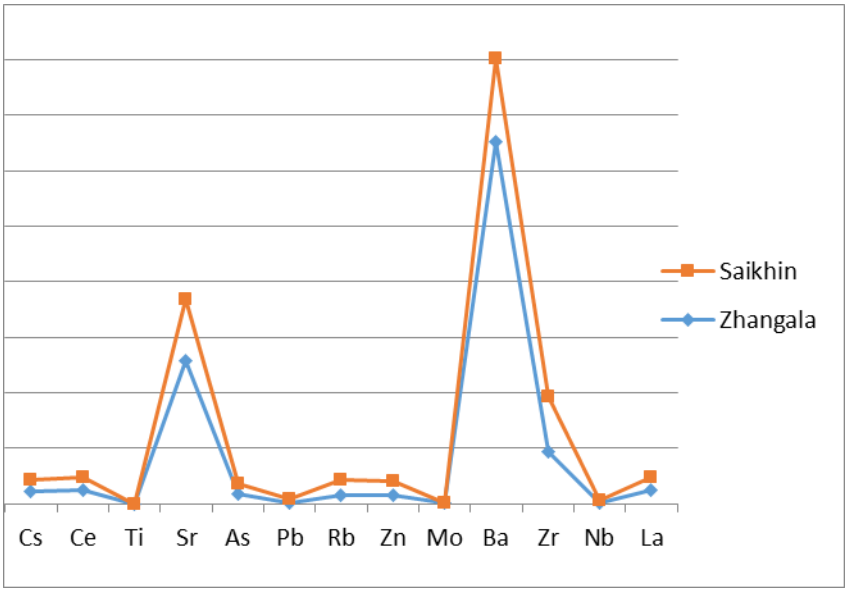


Fig. 2. Diagram of distribution of heavy metals in the soils of Zhangala and Bokeiorda area.

It should be noted that the soil cover at the sites of the landfill as a result of nuclear explosions and in the post-explosion period was subjected to intense negative techno genic effects with concomitant chemical and radioactive contamination of the surface soil layer. [5]

However, the degree of contamination of the landfill territories by beta - emitting radionuclides, as well as plutonium and americium, has not yet been sufficiently studied; this is a very time-consuming study. [9]

Therefore, at present, great importance is attached to zoning the territory of the landfill according to the degree of radioactive contamination of the area, as well as strict regulation of the life of people in these zones. This requires:

- Complete long-term alienation of the territories of test sites and" old " tracks with a pollution level of 0.3 CI / km or more;
- Limited production activities in the rest of the landfill area, mandatory preliminary radio ecological examination of projects implemented at the landfill, and ensuring strict radiation control and safety of the work performed;
- Long-term monitoring and protection of the population from radioactive remnants of radiological conditions beyond its borders. [10]

According to the results of studies conducted in 2009-2020 in the districts of West Kazakhstan region adjacent to Kapustin Yar, Zhangala district had an increased incidence of congenital malformations in children, as well as complications of pregnancy and delivery outcomes. However, in the Bokeyorda district, the rates of pregnancy complications and outcomes, as well as mortality from neoplasms, were lower than the national average. In addition, both districts have low child mortality rates (for children under 5 years and under 14 years) [3]

According to our theoretical analysis of statistical data, the average national level of perinatal mortality was also 62.1% higher than in the Bokeyorda district (6.77 cases per 1000 live births), but did not differ from the level of the control regions.[1]

In the Zhangala district, the child mortality rate was extremely low (1.57 cases per 1000 children), which compared to the control level for children under 14 years was no more than 0.1% of the level in the control areas, and for children under 5 years – did not differ from the control areas. The national average perinatal mortality rate was 1.8 times higher than the average in the Zhangala district and was approximately the same as in the control regions.[8]

If the level of cancer incidence and mortality from neoplasms in children of Zhangala district for the period 2009-2020 gg was higher by 22.4% and 28.5% level than the control in the region, the levels of mortality from tumors among the adult population of Zhangala area was lower not only compared to the control level (35.5%), but also to the level of the Republic (35.9). Taking into account the goals of the Strategic development plan of the Republic of Kazakhstan until 2020 in the field of healthcare, the life expectancy of the population should increase to 72 years by 2020. Therefore, one of the main problems of public health in the Republic of Kazakhstan and in the West Kazakhstan region remains the level of health of women and children, the quality of reproductive health for the rural population, which can be determined both by the impact of external factors and insufficient provision of guaranteed medical care. [1]

Conclusion Thus, in the Zhangala district of the West Kazakhstan region, adjacent to the Kapustin Yar landfill, during the analyzed period, indicators were found that differ from the national average or control values, including the indicator of congenital malformations, infant mortality from neoplasms, which in turn indicates an adverse impact on the environment and human health of radioactive emissions from the Kapustin Yar landfill.

REFERENCES

[1] Ashimova B. S., Assessment of damage to women's health from exposure to ionizing radiation // Matera. intl. scientific Conf. Students and young scientists "Farabi Alemi". –Almaty, 2016. – P. 19-21.

[2] Ashimova B. S., Kalmataeva Zh. A., Belikhina T. I., Apsalikov K. N. Dynamics of the mental diseases among population directly exposed by radiation and their descendants as a result of nuclear weapons tests in Semipalatinsk // 3rd International scientific-practical conference "Innovations in science, technology and the integration of knowledge". – London, 2016-P.34-40.

[3] Baiserkin B. S. Comprehensive sanitary-hygienic and medical assessment of the chronic impact of various concentrations of radon gas on the health of the population and those working in these conditions. The dissertation on competition of a scientific degree of candidate of medical Sciences. – Almaty. – 1996.

[4] IAEA, 2015. The Fukushima Daiichi Accident. Technical Volume 4 Radiological Consequences. Vienna: International Atomic Energy Agency, 2015.

[5] Kakimov A., Yessimbekov Z, Kakimova Z., Bepeeva A, Stewart M (2016), CS-137 in milk, vegetation, soil, and water nearby. – Semipalatinsk nuclear test site. Environment Environmental pollution science and research , 23 (5)

[6] Lupandin V. M. on environmental pollution and public health in areas of rocket and space activities // Socio-ecological consequences of rocket and space activities: mater. working meeting. – M., 1998.

[7] Radio ecological situation in the regions where Rosatom enterprises are located. // Under the General editorship Of I. I. Linge and I. I. Kryshev. – M.: "Sam polygraphist", 2015. – 296 p.

[8] "Radiation safety standards (NRB)-99", SP2. 6. 1. 758-99. - Almaty. - 2000. - 80 p.

[9] Sirazhet Kh., Kazachevsky I. V., Krasnov G. I. Determination of radon concentration in the soil, premises and classification of the development area. INP NNC Preprint no. 2-96. – Almaty. – 1996. 222Rn "Ramon-radon-01. Magazine "HENRI-KAZAKHSTAN", №2 (10), 2002. – Pp. 63-68.

[10] http://orenpriroda.ru/steppene/sim2018/4118-оценка-техногенной-нарушенности-и-динамики-растительности-ракетного-полигона-капустин-яр

Сайфутдинова Г.С., Бисенгалиева А.М., Дюсегалиева К. О.

"Капустин яр" полигонының радиоактивті шығарындыларының жақын маңдағы аудандардың экологиялық жағдайына әсері.

Түйіндеме: Бұл жұмыста Қазақстанның экологиялық проблемалары және оларды Батыс Қазақстан облысының сынақ полигондары аумағында шешу жолдары қаралды. Мақаланың мақсаты – Батыс Қазақстан облысының Бөкей ордасы және Жаңақала аудандарының экологиялық жағдайына "Капустин Яр" полигонының радиоактивті қалдықтарының әсерін бағалау. Ғарыш аппараттарын ұшырудың нәтижесінде бұл аудандардың қоршаған ортасы әртүрлі зымыран отынының ыдырау өнімдерімен, азотты қосылыстармен, ауыр металдармен және басқа да улы заттармен ластанды. Мақалада Капустин Яр полигонына қатысты жақын маңдағы аудандардың экологиялық жағдайын бағалау жөніндегі статистикалық деректерге теориялық талдау келтіріледі. Осылайша, "Капустин Яр" полигонына іргелес Батыс Қазақстан облысының аудандарында талдау кезеңінде орташа республикалық немесе бақылау мәндерінен ерекшеленетін көрсеткіштер анықталды, бұл өз кезегінде "Капустин Яр"полигонының радиоактивті қалдықтардың қоршаған ортаға және адам денсаулығына қолайсыз әсерін көрсетеді.

Сайфутдинова Г.С., Бисенгалиева А.М., Дюсегалиева К. О.

Влияние радиоактивных выбросов полигона «Капустин яр» на экологическую обстановку близлежайщих районов

Реэюме. В работе рассмотрены экологические проблемы Казахстана и пути их решения на территории испытательных полигонов Западно-Казахстанской области. Цель статьи – оценить влияние радиоактивных отходов полигона «Капустин Яр» на экологическую обстановку Бокейординского и Жангалинского районов Западно-Казахстанской области. В результате запусков космических аппаратов окружающая среда этих районов загрязнялась продуктами распада различного типа ракетного топлива, азотистыми соединениями, тяжелыми металлами и другими токсическими веществами. В статье приводится теоретический анализ статистических данных по оценке экологической обстановки близлежащих районов полигона Капустин Яр. Таким образом, в районах Западно-Казахстанской области, прилегающих к полигону «Капустин Яр», за анализируемый период были обнаружены показатели, отличающиеся от среднереспубликанских или контрольных значений, что в свою очередь свидетельствует о неблагоприятном воздействии на окружающую среду и здоровье человека радиоактивных выбросов полигона «Капустин Яр».

УДК 550.34

B.A. Iskakov[1,2], D. Beznosko[3], T.Kh. Sadykov[1,2], N.M. Salikhov[4], Y.M. Tautayev[1,2], A.L. Shepetov[5]
(Satbayev University, Almaty, Kazakhstan
Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
Harward University, Cambridge, USA
Institute of ionosphere, Almaty, Kazakhstan
A.P. Lebedev Istitute of physics of RAS, Moscow, Russian Federation)

GEOACOUSTIC EMISSION DURING THE PASSAGE THROUGH THE EARTH'S CRUST OF HIGH-ENERGY COSMIC RAY MUONS

Abstract. The unresolved problem of traditional seismology to date is the separation from the stream of information recorded by numerous seismic sensors of a strictly defined signal about the approach of a catastrophic earthquake specific in time and space. Such a signal is usually lost against a constant background from a large number. At the turn of the 1980s and 1990s, scientists from the Physics Institute and the Institute of Physics of the Earth developed a preliminary concept for a new promising direction in seismology. Using the signal from elastic vibrations in the acoustic frequency range for earthquake prediction. These signals can be generated by ionization. Ionization is formed at the moment of the passage of high-energy muons through a seismically stressed medium in the deep layers of the earth's crust.

Key words: Acoustic emission, muons, seismology, Earth, cosmic rays, microphon

Б.А. Искаков[1,2], Д. Безноско[3], Т.Х. Садыков[1,2], Н.М. Салихов[4], Е.М. Таутаев[1,2], А.Л. Щепетов[5]
([1] Satbayev University ,
[1]Казахский Национальный Университет имени ал-Фараби, Алматы, Казахстан
[1]Университет Гарвард, Кембридж, США
[2]Институт ионосферы, Алматы, Казахстан
[3]ФИАН имени А.П. Лебедева, Москва, Россия)

ГЕОАКУСТИЧЕСКАЯ ЭМИССИЯ ПРИ ПРОХОЖДЕНИЕ ЧЕРЕЗ ЗЕМНУЮ КОРУ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ МЮОНОВ КОСМИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Аннотация. Нерешенной проблемой традиционной сейсмологии к настоящему времени остается выделение из потока регистрируемой многочисленными сейсмическими датчиками информации строго определенного сигнала о приближении конкретного во времени и пространстве катастрофического землетрясения. Такой сигнал обычно теряется на постоянном фоне от большого числа. На рубеже 1980-х и 1990-х годов учеными из Физического института и Института физики Земли была разработана предварительная концепция нового перспективного направления в сейсмологии. Использование для прогноза землетрясений сигнала от упругих колебаний в акустическом диапазоне частот. Эти сигналы могут генерироваться под воздействием ионизации. Ионизация образуется в момент прохождения мюонов высокой энергии через сейсмически напряженную среду в глубинных слоях земной коры.

Ключевые слова: Акустическая эмиссия, мюоны, сейсмология, Земля, Космические лучи, микрофон

Акустическая эмиссия (АЭ) - это переходные упругие волны, возникающие при быстром высвобождении энергии деформации от локализованного источника или источников внутри материала или конструкции [1]. инамическое механическое событие обычно производит АЕ. Когда трещина продвигается под действием напряжения, она движется дискретными шагами, которые вызывают АЭ из-за релаксации напряжения в вершине трещины [2]. Возникновение АЭ может происходить из ряда механизмов в любых инженерных материалах и конструкциях. Механическая деформация и разрушение являются основными источниками АЭ, в то время как фазовые превращения, коррозия, трение и магнитные процессы, среди прочего, также вызывают АЭ [3]. Геоакустическая эмиссия (ГЭ) природных сред возникает, как правило, в виде отклика на деформационные изменения. Например, сильные возмущения геоакустической эмиссии, возникающие в сейсмоактивных зонах, могут рассматриваться в качестве индикаторов деформационных изменений и предвестников землетрясений, но только после установления их связи с характеристиками деформационного процесса [4].

Изучение и использование сейсмических шумов начались очень давно и одним из первых были авторы [5], где СШ предлагались как способ мониторинга сейсмически активных зон. АЭ или сейсмические шумы (СШ) (микросейсмы) в диапазоне частот от единиц до десятков герц привлекают особое внимание исследователей с разных точек зрения. Во-первых, этот диапазон является «рабочим» для таких развивающихся разделов, как глубинное сейсмическое зондирование, регистрация близких землетрясений, изучение сейсмических эффектов взрывов, изучение влияния на метрологические системы. Во-вторых, характерные особенности шумов могут быть информативными в самых разнообразных прикладных областях (исследование структуры среды, инженерное сейсморайонирование и т. д.). [6-7]. С помощью сейсмических шумов были изучены землетрясения в Аляске и в Мексике в 1979 г. [8]. Естественно после этого появились и другие способы мониторинга сейсмически активных зон, где использовались именно АЭ и СШ.

На рубеже 1980-х и 1990-х годов учеными из Физического института им. П. Н. Лебедева и Института физики Земли была разработана предварительная концепция нового перспективного направления в сейсмологии: использование для прогноза землетрясений сигнала от упругих колебаний в акустическом диапазоне частот, которые, предположительно, могут генерироваться под воздействием локальной ионизации, образованной в момент прохождения проникающих частиц космического излучения — мюонов высокой энергии, — через сейсмически напряженную среду в глубинных слоях земной коры [9-11]. Основная идея этого метода иллюстрируется рисунком 1. В случае, если бы такой подход оказался осуществимым, зондирование земной коры пучком проникающих энергичных мюонов, постоянным источником которых являются космические лучи высокой энергии, позволило бы вести непосредственный мониторинг внутреннего состояния литосферы на глубинах 1–20 км, что максимально близко к зоне формирования очагов землетрясений.

Изучение геоакустической эмиссии при прохождении высокоэнергетических мюонов космического происхождение через земной коры проводиться в Тянь-Шанской высокогорной научной станции (ТШВНС). Прежде всего были проведены моделирование пробега мюона в грунте. Моделирование проводилось с помощью пакета CORSICA [12]. Оказалось, что пробег мюонов в грунте с плотностью 2 г/см^3 составляет примерно 8-10 км в зависимости от их энергии. Кроме того, рассчитывалось полное число мюонов с энергией больше 3 ТэВ в зависимости от энергии первичных протонов, вызвавших ШАЛ (Рис. 2).

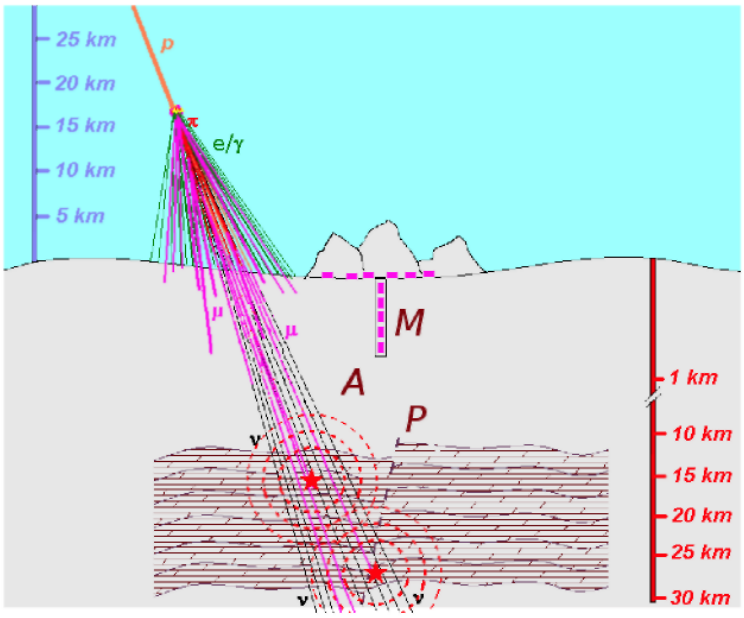


Рис. 1. Идея глубинного сканирования земной коры на основе мюонов из ствола энергичных ШАЛ.
P - зона глубинного разлома, *A* – упругие колебания, которые генерируются в сейсмически напряженной среде под воздействием локальной ионизации от прохождения мюонов μ
и распространяются в виде акустической волны, *M* - система чувствительных микрофонов.

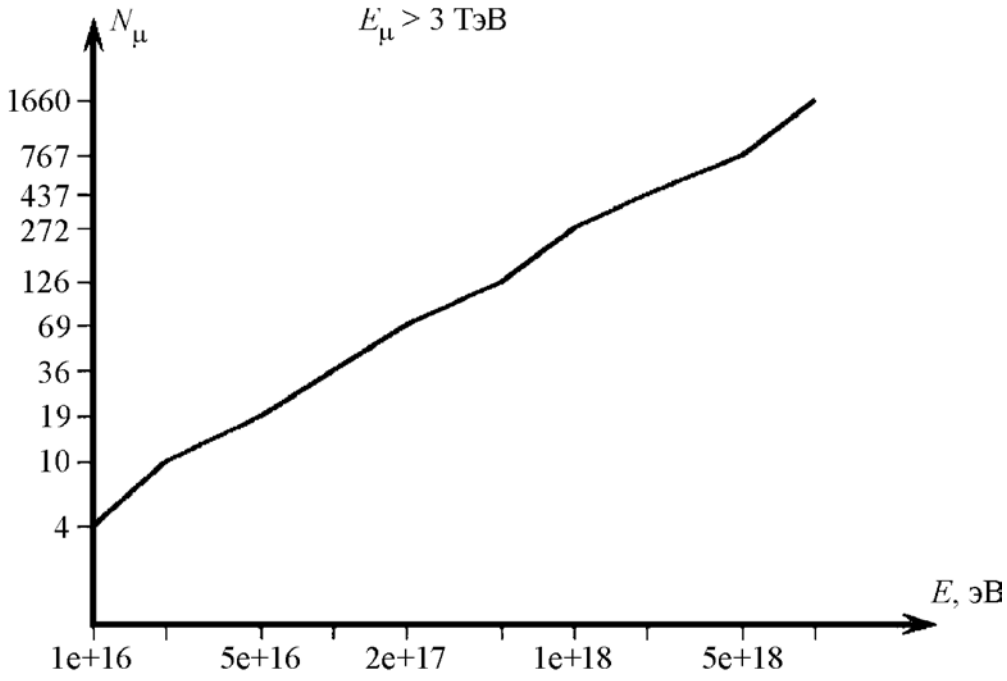


Рис. 2. Зависимость числа мюонов от энергии первичных протонов, вызвавших ШАЛ

Как показывает моделирование, мюоны могут достичь больших глубин Земли и взаимодействовать с сейсмически активной средой, находящейся около очага в метастабильном состоянии. При этом сигнал акучтичесой эмиссии может усиливаться на много порядков по сравнению с обычным термоэмиссионным сигналом и может быть зарегистрирован на поверхности Земли или в скважине.

После проведение моделирование была создана прототип установки для апробации космофизического метода в подземном помещении ТШВНС на глубине 20 м водного эквивалента [13]. Функциональная схема установки представлена на Рис 3.

Для регистрации мюонной компоненты ШАЛ в установке испльзовано 12 пластиковых СЦ счетчиков размером 1 м^2 с оптоволоконным съемом сигнала. Разнесенная система СЦ детекторов сгруппирована в два слоя, между которыми находиться слой поглотителя толщиной 5,5 кг/см^2. Электронно-оптический модуль каждого СЦ счетчика состоит из ФЭУ-115М и регистрирующей электроники. Для регистрации акустических и сейсмических сигналов в области частот от 1 Гц до 1-1 кГц использованы многофункциональные измерители ЭКОФИЗИКА-110А с чувствительными микрофонами. Временная привязка акустических приемников AD1 и AD2 и мюонных детекторов осуществляется по триггерному сингалу и GPS. Пороговая энергия для мюона, попадающего на установку вертикально, составляет 5 ГэВ и возрастает пропорционально косинусу угла падения для наклонного потока мюонов.

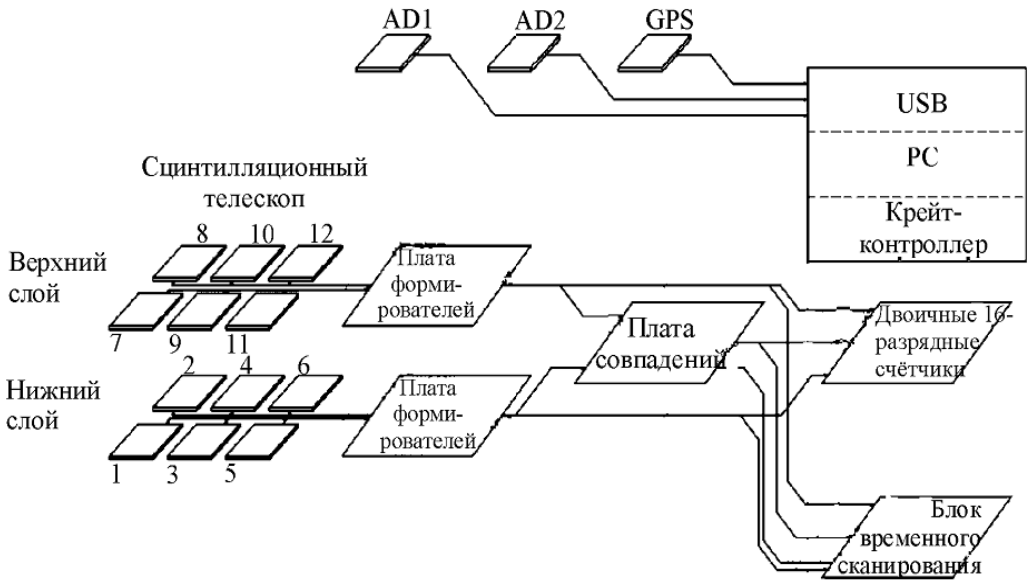


Рис 3. Схема установки для апробации космического метода

С июля 2012 г. начат непрерывный мониторинг акустических сигналов и были получены первые результаты (Рис. 4). Полученные экспериментальные данные позволяют сделать следующие выводы. Воздействие мюонного пучка на горную породу с сейсмоопасном регионе может проявляться различным образом. Во-первых, попадание мюонного пучка в трещину, готовую раскрытию, служит спусковым механизмом к «мгновенному» раскрытию с выделением акустической эмиссии в широкой полосе частот с временной огибающей в виде биполярного импульса (Рис 4 (б)). Во-вторых, если трещина не готова к мгновенному раскрытию, мюонный пучок может активировать ее таким образом, что она «дозревает» в течении нескольких секунд и затем раскрывается, также излучая биполярный широкополосный импульс и имитируя приход «мгновенно» излученного импульса с большого расстояния (Рис. 4 (а)). Наконец, возможна ситуация, когда мюонный пучок попадает в кластер из большого числа близкорасположенных трещин, так что одна из них раскрывается «мгновенно» и вызывает за счет сброса напряжения в окрестности соседней трещины ее раскрытие с небольшой задержкой (примерно 1 с). Затем по эстафете процесс повторяется с остальными ближайшими соседями, так что полная звуковая эмиссия во времени оказывается порядка минуты (Рис. 4 (в)).

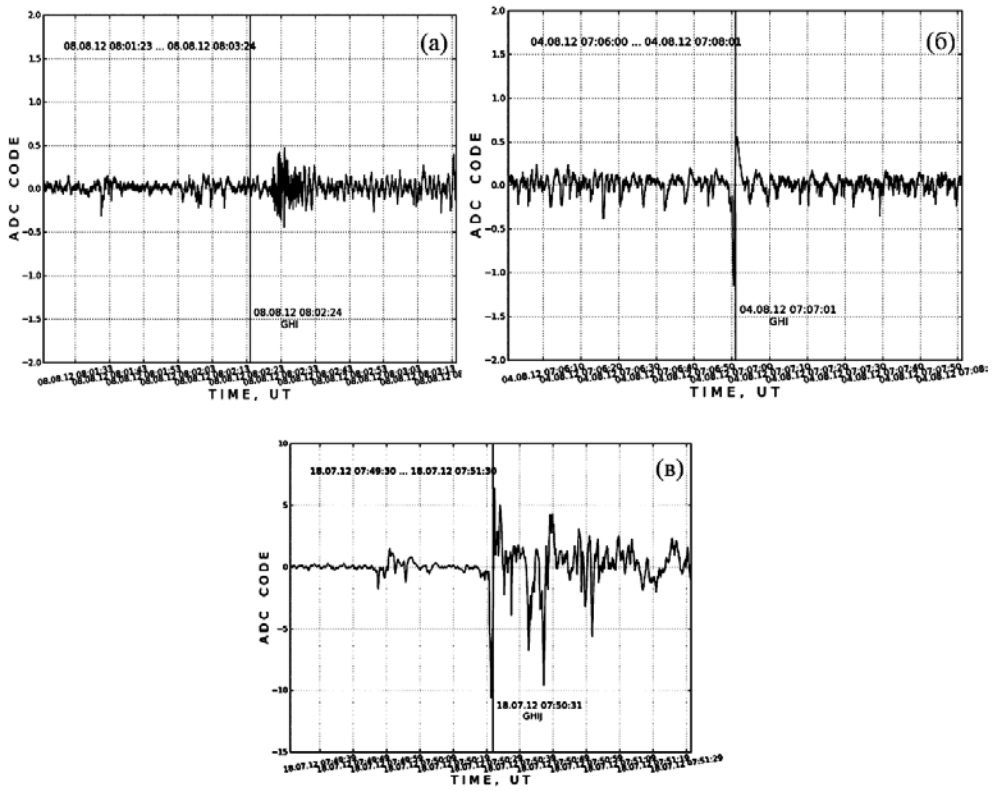


Рис. 4. Примеры регистрации акустических сигналов, коррелированных по времени с мюонным триггеров, выработанным при прохождении группы мюонов через СЦ детекторы установки.

Следует отметить, что в этом жксперименте показали только принципиальную возможность использования космофизического метода для прогнозирования сейсмической опасности. Для краткосрочного прогноза землетрясений с помощью космофизического метода необходимо проводить непрерывный длительный мониторинг, в результате которого возможно выявить характерные особенности сейсмической активности. Для этой цели в 2018 г. был построена новая экспериментальная установка, с помощью которого можно более детально, подробно изучить космофизический метод [14-15].

Для поиска возможных корреляций между широкими атмосферными ливнями и сигналом упругих колебаний из глубины земной коры создана специальная система акустических детекторов (чувствительных микрофонов), предназначенных для совместной синхронной работы с ливневой установкой. Всю установку энергией обеспечивает две панели солнечных батарей расположенный на крыше помещении (Рис 5).

Высокочувствительный микрофон с чувствительностью 25 мВ/Па в акустическом диапазоне частот 500-1000 Гц размещается на глубине 50 м от поверхности земли внутри скважины, пробуренной в скальном грунте. Расстояние между скважиной и системой ливневых детекторов составляет примерно 200 м. Передача электрических сигналов от микрофона из глубины скважины производится по образованной витой парой проводов кабельной линии через посредство трансформаторной развязки, при этом микрофон и служащий для передачи сигнала промежуточный малогабаритный трансформатор представляют собой единый конструктивный блок, который целиком опускается в скважину. Постоянное напряжение ±3В для питания микрофона вырабатывается независимым источником питания, который построен на основе отдельного трансформатора с незаземленной вторичной обмоткой и не имеет непосредственного электрического контакта ни с остальной частью электронной схемы, ни с силовыми линиями внешней электрической сети. От источника питания к микрофону это напряжение подается по второй паре витых проводов. Таким образом, микрофонный узел измерительной системы оказывается электрически изолированным от всех общих линий заземления и подвода питания к электронным схемам, на которых могут присутствовать значительные электромагнитные наводки и шумы, в частности, синусоидальная помеха с частотой 50 Гц от внешней сети переменного тока.



Рис. 5. Помещение для экспериментальной установки

Регистрация сигналов акустического детектора производится в специальном помещении, которое располагается непосредственно у верхнего края скважины и в котором размещаются остальные узлы формирующей сигнал аппаратуры: дифференциальный усилитель и селектор низкочастотной огибающей микрофонного сигнала. Дифференциальный усилитель (элемент *D1* на рисунке 2) обеспечивает ~100 кратное усиление полезного сигнала с одновременным подавлением синфазных помех, которые возникают на длинной линии связи. Коэффициент подавления синфазного сигнала усилителем данного типа составляет ~70 дБ. На выходе дифференциального усилителя формируются биполярные сигналы синусоидальной формы, принадлежащие к акустическому диапазону ($\sim 10^2 - 10^4$Гц) и готовые для оцифровки посредством системы АЦП. Построенный на опебрационных усилителях *D2* и *D3* селектор низких частот служит для выделения модулирующей амплитуды акустического сигнала низкочастотной огибающей, которая выдается для регистрации по отдельному каналу АЦП.

Для регистрации сигналов акустического детектора была разработана специальная малогабаритная система АЦП с малым энергопотреблением, которая размещается вместе со схемами формирования непосредственно у верхнего края скважины. Основу системы АЦП образует одноплатный компьютер Raspberry PiB+ на микропроцессоре типа Broadcom BCM2835 с тактовой частотой 700 МГц. Этот компьютер, через посредство линий встроенного в него цифрового порта ввода-вывода общего назначения, управляет двумя элементами АЦП микросхемами типа AD7887 производства фирмы Analog Devices [16-18].

Установка для мониторинга геоакустических сигналов, коррелированных по времени с потоком высокоэнергичных мюонов космических лучей, рожденных в широких атмосферных ливнях, функционирующая на базе экспериментального комплекса «ATHLET» на Тянь-Шаньской Высокогорной Научной Станции на территории Алматинского сейсмоактивного региона, совместно с созданной здесь представительной региональной сетью сейсмических станций, представляют собой уникальный экспериментальный полигон для набора статистического материала по влиянию потока мюонов космических лучей на сейсмоактивную среду, что в итоге не только расширит фундаментальные знания в области геокосмических связей, но и позволит решить прикладную задачу - разработать новый космогеофизический метод прогноза сильных землетрясений в регионе.

ЛИТЕРАТУРА

[1] H.R. Hardy. Acoustic Emission. Microseismic Activity, Vol. 1: Principles, Techniques and Geotechnical Applications. – London: Taylor&Francis, 2003. – P. 300.

[2] M. Ohtsu, K. Ono. A generalized theory of acoustic emission and Green's function in a half space // J. Acoustic Emission. – 1984. - №.3. - 27-40.

[3] K. Ono. Current Understanding of Mechanisms of Acoustic Emission // Journal of Strain Analysis for Engineering Design. – 2005.- V. 40. - №1. - 1-15.

[4] Гордиенко В. А., Гордиенко Т. В., Купцов А. В., Ларионов И. А., Марапулец Ю. В., Рутенко А. Н., Шевцов Б. М. Геоакустическая локация областей подготовки землетрясений // Доклады академии наук. – 2006. - Т. 407. – 669-672.

[5] James N. Brune, Jack Oliver. The seismic noise of the earth's surface // *Bulletin of the Seismological Society of America*. 1959.- V.49. - № 4. - 349–353.

[6] G. Frantti. The nature of high-frequency earth noise spectra // Geophysics. – 1963. - V. 28. - № 4.

[7] Л. Н. Рыкунов, О. Б. Хаврошкин, В. В. Цыплаков. Модуляция высокочастотных микросейсм // Докл. АН СССР. – 1978. - Том 238 - № 2. - 303–306

[8] Л. Н. Рыкунов, О. Б. Хаврошкин, В. В. Цыплаков. Анализ спектров огибающей высокочастотных микросейсм после Аляскинского и Мексиканского землетрясений в марте 1979 г. // Докл. АН СССР. – 1980. - Том 252. - № 4. - 836–838

[9] Царев В. А. О геофизических приложениях нейтринных пучков // УФН. — 1985. — Т. 147. - № 10. — 426–427.

[10] Царев В. А., Чечин В. А. Атмосферные мюоны и высокочастотные сейсмические шумы // Препринт ФИАН. -1988. —№ 179.

[11] Салеев В.А, Царев В.А., Чечин В.А., Термоакустический сигнал от пучка «прямых» нейтрино, Краткие сооющение по физике ФИАН, №5, 1984, с 30

[12] Гуев Г.А., Жуков В.В., Мерзон Г.И., Митько Г.Г., Степанов А.С., Рябов В.А., Чечин В.А., Чубенко А.П., Щепетов А.Л. Космические лучи как новый инструмент сейсмологических исследований // Краткие сообщения по физике ФИАН. -2011. - №12. – с. 43

[13] Вильданова Л.И., Гусев Г.А., Жуков В.В., Мерзон Г.И., Митько Г.Г., Наумов А.С., Рябов В.А., Степанов А.В., Чечин В.А., Чубенко А.П., Щепетов А.Л. Первые результаты наблюдения акустических сигналов, генерируемых мюонами космических лучей в сейсмически-напряженной среде // Краткие сообщения по физике ФИАН. -2013. - № 3. – с. 31

[14] Хабаргельдина М., Искаков Б.А., Аргынова А.Х., Аргынова К.А., Бейсенова А., Застрожнова Н.Н., Пискаль В.В., Салихов Н.М., Тастанова К., Таутаев Е.М., Использование проникающей способности космических мюонов для прогноза землятрясений // Вестник НЯЦ. 2019. – Т. 4. - № 80. - 23-27

[15] Mukashev K.M., Vildanova L.I., Sadykov T.Kh., Shepetov A.L., Salikhov N.M., Muradov A.D., Zhukov V.V., Argynova A.Kh. Seismic signal registration with an acoustic detector at the Tien Shan mountain station // News of the NAS RK. Ser. Of Geology and Technical. – 2019. – V. 3. - № 429. – 47-56.

[16] Iskakov B.A., Tautayev Y.M., Sadykov T. Kh., Shepetov A.L., Salikhov N.M. The Development and creation of a software system for the monitoring system MAC1 // International Journal of Mathematics and Physics. – 2019. – V. 10. - № 1. - 107-111

[17] Mukashev K.M., Sadykov T.Kh., Ryabov V.A., Shepetov A.L., Khachikyan G. Ya., Salikhov N.M., Muradov A.D., Novolodskaya O.A., Zhukov V.V., Argynova A.Kh. Investigation of acoustic signals correlated with the flow of muons of cosmic rays, in connection with seismic activity of the north Tien Shan // Acta Geophysica. – 2019. – № 64. – 1241-1251.

[18] Zhukov V.V., Idrisova T.K., Mukashev K.M., Muradov A.D., Sadykov T.Kh., Saduyev N.O., Umarov F.F., Shepetov A.L. Acoustic signal associated with the passage ofpenetrating cosmic radiation through a seismically stressed environment // Resent Contributions to Physics. – 2020. – V. 74. - №3. – P. 75-83.

Искаков Б.А., Безноско Д., Садыков Т.Х., Салихов Н.М., Таутаев Е.М., Щепетов А.Л.

Ғарыштық шығу тегі жоғары энергиялы муондардың жер қыртысы арқылы өтуі кезіндегі геоакустикалық эмиссия

Түйіндеме: Қазіргі уақытта дәстүрлі сейсмологияның шешілмеген мәселесі көптеген сейсмикалық сенсорлармен тіркелген ақпараттан уақыт пен кеңістіктегі нақты апатты жер сілкінісінің жақындауы туралы қатаң анықталған сигналдың шығуы болып қала береді. Мұндай сигнал әдетте көп мөлшерде тұрақты фонда жоғалады. 1980-1990 жылдар аралығында физика институты мен жер физикасы институтының ғалымдары сейсмологиядағы жаңа перспективалы бағыттың алдын-ала тұжырымдамасын жасады. Жер сілкінісін болжау үшін акустикалық жиілік диапазонындағы серпімді тербелістерден сигналды қолдану. Бұл сигналдар иондану әсерінен пайда болуы мүмкін. Ионизация жер қыртысының терең қабаттарындағы сейсмикалық кернеулі орта арқылы жоғары энергиялы муондардың өтуі кезінде пайда болады.

Түйін сөздер: акустикалық шығарылым, муондар, сейсмология, жер, ғарыштық сәулелер, микрофон

УДК 656.

[1]M. Aikumbekov, [1]A. Kamzina, [1]M. Kobdikov, [1]G. Abdreev, [2]P. Arimbekova
([1]Kazakh Academy of transport and communications named after M. Tynyshpayev
e-mail: muslim050182@mail.ru
[2] Deutsch-Kasachische Universität)

FORMATION OF AN ECONOMIC MECHANISM FOR REDUCING AIR POLLUTION IN MEGACITIES

Annotation. Creating favorable conditions for the implementation of national projects to improve the quality of life in Kazakhstan makes it necessary to review the traditional attitudes to the mechanism of transport management, and create an economic management mechanism that can improve the efficiency and quality of transport services to the population.

One of the most important elements of this mechanism is the economic methods of state regulation of passenger road transport, as well as the environmental safety of transport services and the quality of transportation. Improving the quality of transport services and solving environmental and economic problems of preventing and reducing urban air pollution serve not only as a generalized indicator of the effectiveness of the passenger transport management mechanism, but also help to set priorities for corrective actions.

Keywords: Air basin, environmental problems, ways to reduce air emissions, improvement of passenger transport.

[1]М.Н. Айкумбеков, [1]А.Д. Камзина, [1]М.А. Кобдиков, [1]Г.А. Абдреев, [2]П.М. Аримбекова
([1]Казахская академия транспорта и коммуникаций имени М.Тынышпаева,
Алматы, Республика Казахстан,
[2] Казахстанско-немецкий университет, Алматы, Республика Казахстан)

ФОРМИРОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОГО МЕХАНИЗМА СНИЖЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ВОЗДУШНОГО БАССЕЙНА МЕГАПОЛИСОВ

Аннотация. Создание благоприятных условий реализации национальных проектов по повышению качества жизни в Казахстане вызывает необходимость пересмотра традиционных отношений к механизму управления на транспорте, и создания экономического механизма хозяйствования, способного обеспечить повышение эффективности и уровня качества транспортного обслуживания населения.

Одним из важнейших элементов подобного механизма выступают экономические методы государственного регулирования пассажирского автомобильного транспорта, а также экологической безопасности транспортных услуг, качества перевозок. Повышение качества транспортных услуг и решение эколого-экономических проблем предупреждения и сокращения загрязненности атмосферы городов служат не только обобщенным индикатором эффективности механизма управления пассажирскими перевозками, но и способствуют установлению приоритетов в проведении корректирующих действий.

Ключевые слова. Воздушный бассейн, экологичнская проблемы, пути снижения выбросов в атмосферу, совершенствование пассажирского транспорта.

В настоящее время в результате нерациональной эксплуатации стационарных источников загрязнений и, особенно, неконтролируемого роста парка автотранспортных средств, загрязнение атмосферного воздуха вредными веществами в городах Казахстана достигло критического состояния. Климатические особенности городов, географическое положение не способствуют рассеиванию выбросов. Отработавшие газы от автотранспортных средств, содержащие оксиды углерода, азота, углеводороды, твердые частицы и соединения свинца накапливаются в приземном слое атмосферы [1].

Поэтому для повышения качества жизни населения городов требуются глубокие разработки на научной основе, так как экологическая обстановка по Казахстану в городах ухудшается с каждым годом все больше и больше. Это все приводит к увеличению заболеваемости населения городов, к увеличению смертности, снижению рождаемости. Одним словом, все это приводит к необратимому ущербу для жизни населения, проживающего в городах.

Под загрязнением окружающей среды понимается поступление в окружающую среду потенциально опасных химических и биологических веществ, радиоактивных материалов, отходов производства и потребления, а также влияние на окружающую среду шума, вибрации, магнитных полей и иных вредных физических воздействий. И согласно Закону РК "Об охране окружающей

среды" плата за загрязнение окружающей среды взимается с организаций и граждан за выбросы и сбросы загрязняющих веществ, размещение отходов производства и потребления.

На сегодняшний день в городах республики действуют различные государственные экологические программы. Так, в городе Алматы в последние годы реализованы следующие экологические программы [1].

- Комплексная программа оздоровления экологической обстановки города Алматы «Таза Ауа – Жанга Дауа» до 2015 года;
- Региональная экологическая программа г. Алматы на 2007г.;
- Программа "Парки города Алматы";
- План природоохранных мероприятий города Алматы на 2007г.

На основе комплексной программы «Таза Ауа – Жанга Дауа» в 2008г. выполняется ряд основных мероприятий для улучшения экологической обстановки города Алматы:

- усилен контроль токсичности отработанных газов автотранспорта в соответствии с ГОСТом, с целью приведения выхлопных газов автотранспорта к нормам выбросов, в результате осуществления постоянного государственного контроля за техническим состоянием автотранспорта для снижения выбросов вредных газов (СО - окись углерода, СН – углеводороды и т.п.) с автотранспорта;
- сервисное обслуживание и проведение государственной проверки приборов контроля норм токсичности выхлопных газов автотранспорта для получения достоверных показаний приборов;
- осуществляется контроль за загрязнением окружающей среды иногородним транспортом для снижения выбросов выхлопных газов в атмосферу за счет ограничения въезда иногороднего транспорта с превышением норм токсичности (СО, СН и т.п.). Плата за превышение норм токсичности иногородним транспортом поступает в местный бюджет. В 2012г. поступило 13,0 млн. тг., в 2014г. – 14,5 млн. тг., в 2017г. – 20,5 млн. тг.;
- осуществляются работы по контролю за качеством поступающих и реализуемых нефтепродуктов для снижения вредных выбросов в атмосферу (свинца, серы, ароматических углеводородов и т.п.), за счет постоянного качества нефтепродуктов;
- проводятся работы по внедрению автоматизированной системы учета и контроля проезда автотранспортных средств в урочище "Медео";
- проводится регулярная трансляция телевизионных программ, отражающих проблемы экологического состояния города.

Все эти мероприятия являются основными задачами Комплексной программы оздоровления экологической обстановки города Алматы «Таза Ауа – Жанга Дауа». На финансирование перечисленных выше мероприятий из местного бюджета было выделено 418,2 млн. тг.

Всего на реализацию программы «Таза Ауа – Жанга Дауа» предусмотрено израсходовать 145,4 млрд. тг. Из них из средств местного бюджета – 24,3 млрд. тг., что составляет 17% от финансирования всей программы в целом.

Следует отметить, что проведение этих мероприятий в городе Алматы не дает желаемого экологического эффекта и требует большего финансирования.

Экологическая стратегия – это последовательность определенных действий, направленная на развитие механизмов и средств управления процессами экологизации в транспортном комплексе [1].

Оптимизация аэрационного режима в городе требует:

- внедрения системы заблаговременного прогноза и кратковременного снижения локальных и фоновых выбросов загрязняющих веществ при определенных метеоусловиях;
- целенаправленного использования приемов планировки и застройки города;
- ликвидации зон загазованности территорий посредством формирования плотной застройки вдоль магистральных улиц, вытянутых в меридианном направлении;
- повышения пропускной способности магистралей, организации трасс движения грузовых автомобилей вдоль производственных зон и линий железных дорог;
- создания благоприятных микроклиматических условий на территориях жилой и общественной застройки путем улучшения условий защиты районов города от сухости и перегрева за счет обводнения и озеленения города, применения малотеплоемных покрытий;
- разгрузки центра города от автотранспорта и формирования пешеходных улиц;
- введения ограничений, связанных с сухой уборкой улиц и дворов, сжиганием мусора, перевозкой пылящихся материалов, передвижением автотранспорта с грязными покрышками и т.д.;
- организации регулярных открытых озелененных массивов с устойчивым породным составом пространств в городе за счет компенсирующего повышения этажности застройки.

Пристального внимания заслуживает проблема ограничения выбросов автотранспорта, влияние которого на загрязнение воздуха непрерывно увеличивается. Уже сегодня вклад выбросов автотранспорта в общее загрязнение атмосферы оценивается в 91,6%, что намного превосходит указанный показатель, характеризующий крупные города Европы и Америки [2].

В целях уменьшения масштабов негативного воздействия транспорта на состояние окружающей среды предусматривается в части снижения загрязнения атмосферного воздуха:

- специальные приемы застройки и озеленение автомагистралей, размещение жилой застройки по принципу зонирования (в первом эшелоне застройки – от магистрали – размещаются здания пониженной этажности, затем – дома повышенной этажности и в глубине застройки – детские и лечебно-оздоровительные учреждения), тротуары, жилые, торговые и общественные здания изолируются от проезжей части улиц с напряженным движением древесно-кустарниковыми посадками;
- выделение автомагистралей с непрерывным движением, автомагистралей с преимущественно движением грузового транспорта, со смешанным движением;
- разгрузка центральной части города от автотранспорта за счет модернизации улично-дорожной сети и оптимальной организации движения транспорта;
- совершенствование организации дорожного движения и повышения пропускной способности пересечений в одном уровне улично-дорожной сети;
- оснащение автобусного парка и парка легковых автомобилей нейтрализаторами отработанных газов;
- установка сажевых фильтров на автобусах с дизельными двигателями;
- изменение структуры моторного топлива за счет увеличения количества автомобилей на сжиженном и сжатом газе;
- повышение экологических характеристик моторного топлива путем использования высокооктанового бензина с кислородосодержащей добавкой, дизельного топлива с антидымными присадками и другие виды топлива;
- использование альтернативных видов топлива – жидкий водород, этиловый и метиловый спирты и их смеси, жидкий азот;
- переход с автомобилей с бензиновыми и дизельными двигателями на электромобили и солнечные автомобили;
- оптимизация транспортного обслуживания за счет запрета транзита, ограничения въезда в центр, улучшения организации движения общественного транспорта, реконструкции существующих транспортных развязок, организации пешеходных зон;
- вынос мест парковки автотранспортных средств и др..

Для этого можно использовать административные методы, такие как отбор лицензии на право оказывать транспортные услуги, если имеющийся транспорт не переведен на использование сжиженного нефтяного газа. Усилить пропагандистские меры – например, рекламу на телевидении, в газетах, на радио с целью создания положительного образа автомашин с потреблением сжиженного нефтяного газа. Поскольку опасность автомобиля как источника загрязнения определяется не столько его конструкционными недостатками, сколько небрежным его техническим состоянием, первостепенное значение при эксплуатации подвижного состава должно придаваться мероприятиям, обеспечивающим надлежащее техническое состояние систем и агрегатов, влияющих на топливную экономичность автомобиля и количества выбросов токсичных веществ. Для этого необходимо оборудовать все автомобили катализаторами. Помимо этого необходимо ограничить ввоз на территорию города автотранспортных средств с большим сроком эксплуатации. Анализ показал, что большая часть автомашин ввозится из России и имеет большой срок эксплуатации [2].

Важно также изменить поправочные коэффициенты при расчете ежегодного налога на транспорт на автомобили производства стран СНГ и на остальные автомобили в сторону их увеличения с учетом ущерба окружающей среде и здоровью населения, внеся поправки в Налоговый кодекс РК ст. 347 п.3 по следующей схеме (таблица 1) [3].

Таблица 1. **Схема поправочных коэффициентов при расчете ежегодного налога на транспорт (для автомобилей производства стран СНГ)**

Возраст автомобиля	Поправочный коэффициент	
	существующий	предлагаемый
от 6 до 15 лет включительно	0,3	1,0
свыше 15 по 25 лет включительно	0,2	1,5
свыше 25 лет	0,1	2,0

Это сделает возможным повлиять на экологическую ситуацию и экономику, в частности:

- на более быстрое обновление автопарка страны от экологически "грязных" автомашин и заменой их другими, удовлетворяющими более строгим нормам по токсичности;
- на понижение аварийности на дорогах в связи с лучшим техническим состоянием автомашин;
- действовать более эффективно;
- увеличатся поступления в республиканский и местный бюджет, которые можно будет направить на природоохранные мероприятия [3].

Вывод: Помимо требований по выводу на объездные магистрали грузового и транзитного транспорта, переводу автопарка на нетоксичное топливо, важное значение имеет разработка транспортной схемы, маршрутов пассажирского транспорта, максимально ограничивающих вредное влияние автотранспорта на экологическое состояние города. Указанная схема должна учитывать существующую пропускную способность дорожной сети, систему сложившихся маршрутов, особенности использования территорий.

Стратегия ограничения выбросов в атмосферу автотранспорта должна учитывать и такую меру, как введение в действие системы безвыездных дней для индивидуального автотранспорта в периоды установления неблагоприятных для самоочищения атмосферы метеорологических условий [4].

ЛИТЕРАТУРА

[1] Комплексная программа оздоровления экологической обстановки города Алматы "Таза ауа - Жанга дауа" на 1999-2015 гг.

[2] Акимова, Т.В. Экология. Природа-Человек-Техника.: Учебник для студентов техн. направл. и специал. Вузов / Т.А.Акимова, А.П.Кузьмин, В.В.Хаскин.- Под общ. ред. А.П.Кузьмина; Лауреат Всеросс. конкурса по созд. новых учебников по общим естественнонауч. дисципл. для студ. вузов. М.:ЮНИТИ-ДАНА, 2016.- 343 с.

[3] Кодекс Республики Казахстан от 25 декабря 2017 года № 120-VI «О налогах и других обязательных платежах в бюджет (Налоговый кодекс)» (с изменениями и дополнениями по состоянию на 02.07.2020 г.).

[4] Бродский, А.К. Общая экология: Учебник для студентов вузов / А.К. Бродский.- М.: Изд. Центр «Академия», 2016. - 256 с.

Айкумбеков М.Н., Камзина А.Д., Кобдиков М.А., Абдреев Г.А., Аримбекова П.М.

Мегаполистерде атмосфералық ауаның ластануын төмендетудің экономикалық тетігін қалыптастыру

Түйіндеме: Қазақстан халқының өмір сүру сапасын арттыру жөніндегі ұлттық жобаларды іске асыру үшін қолайлы жағдайлар жасау көлікті басқару тетігіне дәстүрлі тәсілдерді қайта қарау, сондай-ақ халыққа Көліктік қызмет көрсетудің тиімділігі мен сапасын арттыруға қабілетті экономикалық басқару тетігін құру қажеттілігін негіздейді.

Бұл тетіктің маңызды элементтерінің бірі жолаушылар тасымалын мемлекеттік реттеудің экономикалық әдістері, сондай-ақ Көлік қызметтерінің экологиялық қауіпсіздігі және тасымалдау сапасы болып табылады. Көлік қызметтерінің сапасын арттыру және қалалардың атмосфералық ауасының ластануын болдырмау және төмендетудің экологиялық-экономикалық проблемаларын шешу жолаушылар тасымалын басқару тетігі тиімділігінің жалпыланған көрсеткіші ғана емес, сонымен қатар түзету іс-қимылдарының басымдықтарын айқындауға көмектеседі.

Түйінді сөздер: әуе бассейні, экологиялық проблемалар, атмосфераға шығарындыларды азайту жолдары, жолаушылар көлігін жетілдіру.

УДК 550.388.2

[1]Zh.Zh. Ainakulov, [1]M.G. Razakova, [1]A.G. Kuzmin
([1]JSC "National Center of Space Research and Technology", Almaty, Kazakhstan)

DEVELOPMENT OF A MODIFIED UAV CONTROL SYSTEM FOR OPERATIONAL MONITORING OF THE STATE OF NATURAL AND TECHNOGENIC TERRITORIAL COMPLEXES

Abstract. This paper discusses the issues of creating an aerial survey complex based on an unmanned aerial vehicle. The analysis of the efficiency of using aerial survey complexes based on unmanned aerial vehicles for operational monitoring of the state of natural and man-made territorial complexes is carried out. The paper considers the process of developing a modified control system for unmanned aerial vehicles, as well as the subsequent photogrammetric processing of aerial photographs. The quality of electronic units installed on unmanned aerial vehicles has been determined. The created modified control system for unmanned aerial vehicles and geographically referenced terrain orthophotomaps obtained by photogrammetric methods make it possible to classify the captured objects, perform their vectorization and provide each object with semantic information. The developed modified aerial survey complex will allow real-time monitoring of the state of natural and man-made territorial complexes based on remote sensing data from UAVs.

Keywords: aerial survey complex, UAV, GIS, remote sensing, orthophotomap, monitoring, DEM.

[1]Ж.Ж. Айнакулов, [1]М.Г. Разакова, [1]А.Г. Кузьмин
([1]АО «Национальный центр космических исследований и технологий», г.Алматы, Казахстан)

РАЗРАБОТКА МОДИФИЦИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БПЛА ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Аннотация. В данной статье рассмотрены вопросы по созданию аэросъемочного комплекса на основе беспилотного летательного аппарата. Выполнен анализ эффективности использования аэросъемочных комплексов на базе беспилотных летательных аппаратов для оперативного мониторинга состояния природных и техногенных территориальных комплексов. В работе рассмотрен процесс разработки модифицированной системы управления беспилотных летательных аппаратов, а также последующая фотограмметрическая обработка аэрофотоснимков. Определено качество электронных блоков, установленных на беспилотные летательные аппараты. Созданная модифицированная система управления беспилотных летательных аппаратов и полученные фотограмметрическими методами, географически привязанные ортофотопланы местности позволяют произвести классификацию отснятых объектов, выполнить их векторизацию и снабдить каждый объект семантической информацией. Разработанный модифицированный аэросъемочный комплекс позволит осуществить оперативный мониторинг состояния природных и техногенных территориальных комплексов на основе данных дистанционного зондирования с БПЛА.

Ключевые слова: аэросъемочный комплекс, БПЛА, ГИС, ДЗЗ, ортофотоплан, мониторинг, ЦМР

Аэросъемочные комплексы (АК) созданные на базе беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) весьма эффективно могут быть использованы для оперативного мониторинга состояния сельскохозяйственных земель, картографирования, проектирования новых промышленных и урбанизированных территорий, мониторинга состояния природных ресурсов, магистральных трубопроводов и др.

Созданные АК ориентированы на проведение аэросъемочных работ в целях создания координатно-привязанных ортофотопланов, цифровых моделей рельефа (ЦМР) и 3D-моделей местности.

Востребованность данных дистанционного зондирования (ДЗ) объясняется актуальностью, объективностью, охватом больших территорий, доступностью для приобретения как физическими, так и юридическими лицами. Данные ДЗ могут быть использованы в условиях, когда невозможны наземные методы исследования.

Аэрокосмоснимки земной поверхности используются в различных отраслях и служат для решения разнообразных задач, в том числе: мониторинга пожароопасной обстановки, обнаружения незаконных вырубок и самозахвата территорий, строительства в охранных зонах, мониторинга нефтепроводов, мониторинга сельхозугодий и т.д.

В основном исследования производятся оптическими методами. Данные ДЗ применяются и при создании баз данных для различных геоинформационных систем (ГИС), в том числе и в качестве «базовой» подложки [1, 12].

С появлением БПЛА гражданского применения исследовательские возможности выполнения ДЗ заметно увеличились. Использование БПЛА имеет ряд ключевых отличий от традиционных способов ДЗ, которые обеспечивают как преимущества, а также накладывают определенные ограничения.

Главным звеном конструкции БПЛА является базовая платформа. Архитектура базовой платформы определяется типом используемого мультироторного БПЛА. Поэтому определяющим этапом проектирования базовой платформы является выбор типа БПЛА для его дальнейшего эффективного использования в качестве авиационного носителя при проведении работ в области ДЗ.

В настоящее время существует два основных типа БПЛА - коптерного и планерного типов. Коптерные БПЛА представляют собой радиоуправляемые многопропеллерные летающие платформы, планерные - крылатые авиационные модели.

Основным преимуществом мультироторного БПЛА является возможность фиксировать свое положение в воздухе. Отсутствие трущихся механических частей в роторах сильно снижает уровень вибрации, а наличие платы управления, основной функцией которой является стабилизация аэросъемочной платформы в горизонтальном положении, позволяя выполнять маневрирование аппарата, как в ручном режиме, так и в режиме АП [2]. Подключение к плате управления дополнительных датчиков и устройств позволяет фиксировать положение аппарата по высоте, а наличие комплекта GPS дает возможность привязать аппарат к любой точке в пространстве, направить полет по проложенному ранее маршруту или дать команду на автоматический возврат к точке взлета [3].

В результате анализа технических характеристик выбор был сделан на использовании БПЛА гексакоптерного типа в качестве основного авиа носителя для созданного АК.

Бортовая микроэлектроника обеспечивает возможность управления и автоматического контроля всех основных параметров БПЛА, отвечая за слаженную работу всех элементов систем управления и навигации. Современная система управления, установленная на борту БПЛА, позволяет аппарату передвигаться в воздухе по заранее заданной траектории, которая задается в специализированном программном обеспечении, что позволяет проводить аэросъемочные работы с последующим построением координатно- привязанных ортофотопланов.

Созданные на основе БПЛА, АК состоят из следующих функциональных узлов: центральной платы управления; двигательной установки; системы радиоуправления; системы АП и навигации; системы видеоконтроля; системы питания.

Архитектура базовой платформы БПЛА включает несущую раму, шасси и гиростабилизирующую платформу. Главной функцией рамы для мультиротора является обеспечение надежного крепления двигателей в нужной конфигурации. Рама должна быть легкой, но и одновременно жесткой, чтобы избежать передачи вибраций. Необходимо обеспечить прочность центральной части рамы для надежного размещения электроники и крепления полезной нагрузки.

Гиростабилизирующая платформа крепится к несущей раме и служит для установки аэросъемочной аппаратуры и других сенсоров ДЗ, которые необходимо в процессе полета поддерживать в неизменном горизонтальном положении относительно земли. Для обеспечения этого условия необходимо укрепить аэросъемочную аппаратуру на стабилизированную платформу, обеспечивающую неизменное положение фотоаппарата при наклонах БПЛА.

Для проведения аэросъемочных работ на подвесе гиростабилизирующей платформы крепится фотокамера Panasonic Lumix GH3.

Компоновка узлов и сборка аппарата БПЛА производились в лаборатории. Первое испытание работоспособности аппарата проводилось в лабораторных условиях. Для чего аппарат был прикреплен на растяжках к столу и с пульта управления осуществлен запуск двигателей. Аппарат оторвался от стола и завис в воздухе удерживаемый растяжками. Этот эксперимент показал, что пропеллеры установлены правильно и моторы вращаются в нужных направлениях.

На следующем этапе было организовано полетное испытание в полевых условиях. Использовалось ручное управление (РУ). Высота подъема не превышала 10 метров. Данный эксперимент показал хорошую устойчивость аппарата в воздухе и его управляемость. Было проведено также апробирование работы механизма шасси. По командам с пульта управления было

выполнено несколько выпусков и убирание шасси. Все команды выполнялись четко, шасси плавно складывалось и устанавливалось.

Для определения максимального времени работы аккумуляторов и, соответственно, времени полета, на борту БПЛА был установлен датчик напряжения, издающий звуковой сигнал при достижении предельно малого напряжения батареи. Датчик сработал по истечении 12 мин. 30 сек. полета. После чего аппарат был посажен на землю.

Таким образом, испытания показали работоспособность собранного БПЛА и его готовность к дальнейшей работе по налаживанию режима АП и выполнения аэросъемочных работ.

Рассмотрена задача планирования траектории полета БПЛА по заранее выбранным точкам с целью получения заданного продольного и поперечного пересечения аэросъемочных кадров исследуемой местности для корректного построения координатно-привязанного ортофотоплана.

Разработана программа планирования полета для БПЛА, которая предназначена для выполнения аэрофотосъемочных работ, с целью создания координатно привязанных ортофотопланов.

Фотографирование территории выполняется с высоты от десяти до ста метров над поверхностью земли, при помощи фотоаппарата, установленного на БПЛА. При выполнении картографической аэросъемки необходимо по команде с пульта управления обеспечить получение набора кадров с заранее заданным разрешением и их перекрытием.

В качестве *исходных* данных служат: параметры фотокамеры, такие как фокусное расстояние в миллиметрах, размер пикселя в микронах, размер матрицы в пикселях, углы обзора по вертикали и горизонтали; информация о территории снимаемого объекта; координаты вершин полигона охватывающего требуемую территорию; угол полета по отношению к линии Восток-Запад; высота и скорость полета; значения перекрытия кадров в продольном и поперечном направлении.

Выходными данными являются координаты точек съемки в форматах MissionPlaner или MapInfo. Выходные данные можно получить в градусах или в UTM. Результаты расчетов сохраняются на внешних носителях в виде отчета.

В процессе полета БПЛА на флэш-память производится запись так называемого Log файла, содержащего информацию о параметрах полета и съемки. Для использования этой информации в последующей обработке фотоснимков используется программа расшифровки этого файла и извлечения данных IMU.

Для оценки объема предстоящих аэросъемочных работ расчетные данные координат точек съемки загружаются в MapInfo или ArcGIS. После проверки и корректировки эти данные через USB интерфейс загружаются в полетный контроллер [4, 13].

Формирование сигналов срабатывания затвора фотоаппарата осуществляется с помощью разработанного нами программируемого блока таймера, который замыкает выведенные наружу контакты фотоаппарата или посылает импульсы со специально сформированного пакета на инфракрасный датчик.

При поступлении на плату Arduino сигнала АП, входной сигнал РУ с приемника блокируется. Плата Arduino начинает непрерывно вырабатывать PWM-сигнал (Pulse - Width Modulation) на включение затвора с заданным интервалом времени. Так будет продолжаться, пока сигнал АП не перейдет в состояние выключено.

В обычном режиме, по команде с пульта управления, на приемник поступают сигналы PWM. Эти сигналы передаются на плату АРМ и формируют следующие команды: АП - команда на движение аппарата по заданной траектории; РУ - команда на ручное включение-выключение затвора; другие сигналы.

После доработки сигналы АП и РУ несут дополнительную нагрузку. Причем сигнал АП поступает параллельно на АРМ и на микроконтроллер, а РУ только на микроконтроллер.

Таким образом, созданная модифицированная система управления БПЛА, управляет срабатыванием затвора фотоаппарата и БПЛА.

В настоящее время управление полетом осуществляется в полуавтоматическом режиме, по команде оператора с использованием навигации по опорным точкам или в дистанционном режиме с помощью пульта управления. Наряду с этим существенно возрастает роль программного управления БПЛА на базе интеллектуальных АП. Это связано с мировой тенденцией увеличения уровня автономности БПЛА при решении поставленных целевых задач, таких как планирование и автоматическое управление полетом по заданной траектории [5].

Для автоматизации аэросъемочного процесса разработана схема регулирования полетом БПЛА на основе быстродействующих микроконтроллерных устройств, синхронно обрабатывающих сигналы установленных на БПЛА датчиков. Основные компоненты схемы: барометрический датчик, гиродатчик пространственного положения - GPS, датчик заряда аккумуляторов, полетный микроконтроллер. К важным узлам БПЛА можно отнести: использование систем спутниковой навигации GPS/Глонасс совместно с инерциальной системой для позиционирования в процессе полета; носитель информации - составная часть БПЛА, в котором информация находит свое отражение в виде символов, образов, сигналов, технических решений и процессов, количественных характеристик физических величин.

Для решения задачи АП и исключения участия оператора в аэросъемочном процессе, разработана схема автономного аэросъемочного модуля, оснащенного GPS приемником и устройством записи данных на SD-карту.

При установке и активации GPS БПЛА приобретает следующие возможности: удерживать позицию, возвращаться к месту взлета, летать по заданным точкам на карте.

Барометрический датчик давления BMP180 предназначен для измерения барометрического, абсолютного, дифференциального, избыточного давления, а также значения температуры окружающей среды. В БПЛА он используется для определения барометрической высоты полета.

Для однозначного определения положения БПЛА в пространстве, помимо координат в плоскости, необходимо знать его высоту. Высотой полета называется расстояние до аппарата, отсчитанное по вертикали от некоторого уровня, принятого за начало отсчета (рисунок 1). Знание высоты полета необходимо для выдерживания заданного профиля полета, решения задач самолетовождения и обеспечения безопасности полета. Высоту полета принято измерять в метрах. По уровню начала отсчета различают следующие высоты полета: истинную $H_{ист.}$, отсчитываемую от уровня местности, над которой пролетает аппарат; относительную $H_{отн.}$, отсчитываемую от некоторого условного уровня; высоту эшелона $H_{эш.}$, отсчитываемую от уровня с давлением 760 мм.рт.ст; абсолютную $H_{абс.}$, отсчитываемую от уровня моря [6].

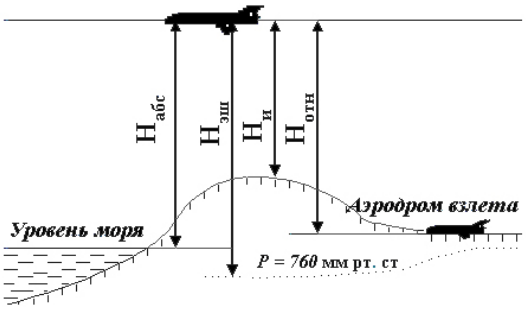


Рис. 1. Классификация высот полета по уровню начала отсчета

Барометрическую высоту можно вычислить, воспользовавшись барометрической формулой:

$$P = P_0 * exp\left[\frac{M\,gh}{RT}\right]$$

В формуле использовались: P - давление газа (атмосферное); P_0 - давление газа над уровнем моря; h - высота над уровнем моря; - g = 9,8 - ускорение свободного падения; T - температура; R = 8.31 - универсальная газовая постоянная; M - молярная масса воздуха.

На корпусе датчика есть одно отверстие для закрепления его на любую поверхность и в любом положении.

Управление датчиком осуществляется или от Arduino контроллера, или от другого микропроцессорного управляющего устройства. Чувствительным элементом датчика является мембрана в корпусе, которая работает по пьезорезистивному принципу. Пьезорезистивный эффект - зависимость сопротивления материала от величины его деформации.

Барометрический датчик давления BMP180 имеет одну колодку с 4 клеммами: VCC - напряжение питания; SDA - ICC интерфейс; SCL - ICC интерфейс; GND - общий вывод.

Питание датчика давления осуществляется от полетного контроллера или от другого микропроцессорного управляющего устройства. Датчик может питаться от напряжения 1,62 - 3,6 В

[7, 13]. Но, поскольку датчик смонтирован на монтажной плате с преобразователем напряжения на 3,3 В, то напряжение питания может быть до 5 В.

В процессе создания БПЛА возникла необходимость использовать дополнительные электронные узлы. Для этого разработана электронная схема узла и определен его компонентный состав.

Технология изготовления печатных плат в лабораторных условиях состоит из нескольких этапов: подготовка чертежей печатной платы; подготовка фольгированного диэлектрика и сверление; нанесение рисунка; подготовка раствор для травления; травление; лужение.

Одним из электронных блоков, взаимодействующий с полетным контроллером, является электронный регулятор скорости вращения бесколлекторного двигателя.

Регуляторы скорости бывают со встроенным стабилизатором напряжения (BEC - Battery Eliminator Circuit) и без него. Стабилизатор напряжения выдает 5В и используется для питания приемника, сервоприводов и прочей рассчитанной на это напряжение аппаратуры. В случае, если у регулятора нет встроенного BEC-а, для питания приемника и аппаратуры, необходимо использовать отдельный стабилизатор напряжения - UBEC (Universal Battery Eliminator Circuit). Стабилизаторы напряжения бывают двух типов - линейный и импульсный. Импульсные стабилизаторы имеют более высокий КПД, а, следовательно, меньше греются. Если имеется несколько регуляторов скорости со встроенным BEC и всех их надо подключить к одному приемнику, то лучше вынуть плюсовые провода стабилизаторов у всех регуляторов, кроме одного.

Принципиальная схема датчика (рисунок 2):

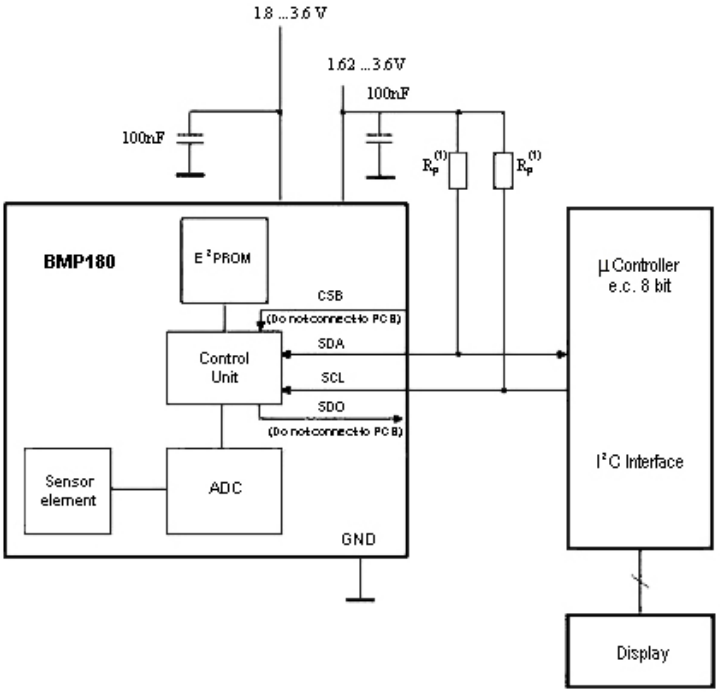


Рис. 2. Барометрический датчик давления

Вариант оптимальной компоновки электронных блоков на раме БПЛА предпочтителен тянущий, хотя для более точного указания необходимы специальные дополнительные исследования.

Рассмотрены вопросы оптимальной компоновки и согласования разработанных электронных блоков с полетным контроллером АРМ. Важное место в технологическом процессе согласования электронных блоков с полетным контроллером играют вопросы настройки и калибровки микропроцессорных компонентов разработанных электронных блоков.

После настройки всех параметров контроллеру можно доверить управление полетом полностью в автоматическом режиме: автоматический взлет; полет по точкам; автоматическая посадка. Чтобы БПЛА летал в автоматическом режиме, в контроллер нужно загрузить полетное задание, соответствующее исследуемому наземному объекту.

Работы по созданию АК направлены на испытание и отладку модифицированного БПЛА, ориентированного на проведение фотограмметрической аэросъемки с заданным перекрытием кадров.

Испытание и отладка опытного образца БПЛА модифицированного для проведения фотограмметрической аэросъемки с заданным перекрытием кадров проводилась по следующей программе: проведение лабораторных испытаний модифицированного БПЛА оснащенного разработанными электронными блоками**;** проведение аэрофотосъемки на участке размером 100м на 200м по заранее составленному плану; предварительная фотограмметрическая обработка полученных материалов.

Результатом выполнения аэрофотосъемки является набор фотографий. В данном случае было получено 256 фотографий с разрешением 16 Мп. Разрешение на местности для высоты полета 200 м составило 5 см.

На одном заряде аккумулятора можно выполнить полет протяженностью до 1.5 километров. Поэтому для покрытия всей интересуемой территории, необходимо было выполнить несколько полетов, каждый раз меняя аккумулятор.

Предметом фотограмметрии является определения форм, размеров, пространственного положения и степени изменения во времени различных объектов, по результатам измерений их фотографических изображений.

Характеристики объекта могут изучаться по его изображению на одиночном снимке или по паре перекрывающихся снимков, полученных из различных точек пространства.

На основании мозаичной картины объединенных фотографий и полученного файла поверхности, можно построить ортофотоплан, в котором каждый пиксель имеет три координаты X, Y, Z, что позволяет создать 3D модель местности [8, 14].

Созданный фотограмметрическими методами, географически привязанный ортофотоплан местности позволяет произвести классификацию отснятых объектов, выполнить их векторизацию и снабдить каждый объект семантической информацией [9].

Для преобразования исходных цифровых картографических материалов в формат ГИС, необходимо объединить все полученные фотографии в единый ортофотоплан, выполнить привязку ортофотоплана к необходимой системе координат и осуществлять дальнейшую обработку.

За основу для построения 3D модели взята данная съемка с БПЛА. 3D моделирование производилось в нескольких программах, где высоты объектов и зданий были рассчитаны и измерены с помощью ЦММ, а геометрические формы заданы с помощью отдельных сцен по материалам аэросъемки с БПЛА [10, 15].

БПЛА изображения могут быть использованы не только для визуальной интерпретации сложных геометрических объектов, но и для фасадов. Фасад объектов задается с помощью правил CGA, которые содержат специальные параметры на основе Python кода, который позволяет без предварительной оцифровки создавать любую модель, а также сохранить, экспортировать и модифицировать уже готовую модель. Кроме того, имея 3D-модель местности можно вычислять объемы оврагов и насыпей с отсчетной поверхности по контуру [11].

Основные результаты. Разработана модифицированная система управления БПЛА и специальная программа «Планировщик полетов» для задания координат точек предстоящего полета и обеспечения необходимого процентного перекрытия кадров вдоль и между соседними маршрутами. Разработаны схемы электронных блоков с микропроцессорными компонентами для режима АП, микроконтроллерные и программные блоки, предназначенные для проведения фотограмметрической аэросъемки с БПЛА и схема регулирования полетом БПЛА на основе быстродействующих микроконтроллерных устройств, синхронно обрабатывающих сигналы установленных на БПЛА датчиков, а также программа извлечения данных IMU и записи во флэш-память Log файла, содержащего информацию о параметрах полета и съемки.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Официальный сайт ЗАО «Геоцентр-Консалтинг» Научно-производственный геоинформационный центр URL: http://www.geocentre-consulting.ru/products/index?section=78 (дата обращения 11.08.2020)

[2] Авиамодельный клуб «Диар-Флай» http://diarfly.ru/club/4577/ (дата обращения 11.08.2020)

[3] Жирнов, А. Б. Применение мультироторных летательных аппаратов в оценке лесосырьевой базы // А. Б. Жирнов, В. Н. Груздов. - Текст : непосредственный // Молодой ученый. - 2015. - № 24 (104). - С. 124-127. - URL: https://moluch.ru/archive/104/24120/ (дата обращения: 11.08.2020)

[4] Zh.Zh. Ainakulov, N.G. Makarenko, T.T. Paltashev. Experience of modeling mining landscapes by using methods of intelligent monitoring. The journal “Current problems in remote sensing of the Earth from space”. -Volume 15. -N°7. - P. 43-50 (2018)

[5] Официальный сайт ЮРГПУ(НПИ) URL: https://www.npi-tu.ru/assets/files/full_text_diss/daher/Dissertaciya_Sajfeddin.pdf (дата обращения: 11.08.2020)

[6] Электронный ресурс URL: https://bilimdon.ru/chto-takoe-regulyator-oborotov-neskolko-slov-pro-priemniki-beskollektornye-motory-esc-i-podklyucheni.html (дата обращения: 11.08.2020)

[7] Электронный ресурс URL: http://www.kosmodrom.com.ua/el.php?name=BMP085-MOD (дата обращения: 11.08.2020)

[8] Электронный ресурс URL: http://saginwasja.narod.ru/index/0-2 (дата обращения: 11.08.2020)

[9] Zh.Zh. Ainakulov, N.G. Makarenko, T.T. Paltashev. Intelligent Monitoring on the Basis of a UAV for Assessing and Predicting the Condition of Objects with Complex Relief. International Journal of Applied Mathematics and Informatics. Volume 13 (2019)

[10] M.G. Razakova, A.G. Kuzmin, Zh.Zh. Ainakulov, E.E. Aidarkhanov, I.O. Fedorov, R.K. Ergaliev. Methodical aspects of using aerospace data for monitoring hazardous natural phenomena//Abstracts of International Symposium on Water and Land Resources in Central Asia. October 9-11, 2018. Almaty, Kazakhstan, 2018 .– 1 p. (Organizers: GFZ - German Research Center for Geosciences, German-Kazakh University, University of Wurzburg) (2018)

[11] Maira Razakova, Alexandr Kuzmin, Igor Fedorov, Rustam Yergaliev, Zharas Ainakulov. Methods of calculating landslide volume using remote sensing data // E3S Web Conf. Volume 149, 2020 Regional Problems of Earth Remote Sensing (RPERS 2019), DOI: https://doi.org/10.1051/e3sconf/202014902009

[12] Ганин С.М., Карпенко А.В., Колногоров В.В., Петров Г.В. Беспилотные летательные аппараты. - СПб.: Невский Бастион, - 1999. - С.160.

[13] Зинченко О.Н. Беспилотный летательный аппарат: применение в целях аэрофотосъемки для картографирования. - М.:«Ракурс», - 2011. - С.12.

[14] Корнеева В. Р. Использование гибридной силовой установки в мультикоптерах // Молодой ученый. - 2015. - №24. - С.146-149

[15] Соммер У. Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freeduino. - СПб., - 2012. - С.9.

Айнакулов Ж.Ж., Разакова М.Г., Кузьмин А.Г.

Табиғи және техногенді аймақтық кешендердің жедел мониторингі үшін ұшқышсыз ұшу құрылғыларына арналған жетілдірілген бақылау жүйесін дамыту

Түйіндеме. Бұл мақалада ұшқышсыз ұшу аппараттарының негізінде аэротүсірілім кешенін құру мәселелері талқыланады. Табиғи және техногендік аумақтық кешендердің жай-күйін жедел бақылау үшін ұшқышсыз ұшу аппараттарына негізделген әуе түсірілім кешендерін пайдалану тиімділігіне талдау жүргізілді. Жұмыста ұшқышсыз ұшу аппараттарын басқарудың жетілдірілген жүйесін құру процесі, сондай-ақ аэрофотосуреттерді кейіннен фотограмметриялық өңдеу процесі қарастырылған. Ұшқышсыз ұшу аппараттарына орнатылған электронды қондырғылардың сапасы анықталды. Фотограмметриялық әдістермен алынған ұшқышсыз ұшу аппараттарын және географиялық сілтеме жасайтын рельефтік ортофотожоспарларды басқарудың жетілдірілген жүйесі түсірілген объектілерді жіктеуге, оларды кескіндеуге және әр объектіні мағыналық ақпаратпен қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Әзірленген жетілдірілген аэрофототүсіру кешені ұшу аппараттарынан қашықтықтан зондтау деректері негізінде табиғи және техногендік аумақтық кешендердің күйін нақты уақыт режимінде бақылауға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: аэрофототүсірілім кешені, ұшу аппараттары, ГАЖ, қашықтықтан зондтау, ортофотожоспар, бақылау, РЦМ.

УДК 550.8

M.M. Alzhigitova, M.R. Zapparov
(Satbayev University, Almaty, Kazakhstan
E-mail: amanat73@mail.ru)

ENGINEERING AND HYDROGEOLOGICAL FEATURES OF THE ALAKOL DEPRESSION

Abstract. This article provides a brief description of the modern Lake Alakol. Generalized and analyzed materials of research on the Alakol depression. The description of the origin and sequence of the formation of the Alakol depression, the time and features of the formation of Lake Alakol caused by global climatic and tectonic processes is given. The influence of global climatic cataclysms on the flow of rivers into Lake Alakol, which led to the

formation of large deltas, which divided it into two independent reservoirs, is described. the process of the final formation of Lake Alakol.

Keywords: Alakol depression, sediments, basement, erosion, stratigraphy.

М.М. Альжигитова, М.Р. Заппаров,
(Satbayev University, Алматы, Казахстан
amanat73@mail.ru)

ИНЖЕНЕРНО- ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АЛАКОЛЬСКОЙ ВПАДИНЫ

Аннотация: Дано краткое описание современного озера Алаколь. Обобщены и проанализированные материалы исследований по Алакольской впадине.Приведено описание происхождения и последовательность формирования Алакольской впадины, времени и особенностей образования озера Алаколь, вызванных глобальными климатическими и тектоническими процессами.Описывается влияние глобальных климатических катаклизмов на сток рек в озеро Алаколь, приведших к образованию крупных дельт, которые разделили его на два самостоятельных водоема. Описывается процесс окончательного формирования озера Алаколь.

Ключевые слова: Алакольская впадина, отложения, фундамент, эрозия, стратиграфия.

Введение. Алакольская впадина в геологическом отношении связана с одноименной межгорной впадиной, ограниченной с севера хр. Тарбагатай, с юго-запада Жетысуским Алатау, с юго-востока хр. Бирлик и Майли (рис.1).

Наиболее древний позднекембрийский возраст имеет вулканогенно-осадочная толща, выходы которой образуют поля к югу от хр. Тарбагатай.

Предполагается, что в основании впадины развиты вулканогенные и вулканогенно-осадочные толщи девонского возраста, на которых залегают породы нижнего и среднего карбона.

Среди равнин Северного Приалаколья и Южного Прибалхашья поднимаются острова заросших эоловых песков: на Алаколе это пески Бийкум, Бармаккум; на Балхаше — пески Бестаз, Сарыесик — Атырау, возникшие за счет перевевания более древних озерных песков. На озерах Алаколь и Уялы также отмечается колебание уровня вод, а озеро Килы возникло заново на месте солончака. С подня-тием уровня озер связано сокращение размеров кос на Алаколе, подтопление развалин построек на Уялы. Как показывают исследования озер Балхаш-Алакольской системы, существовал и более низ-кий уровень озера Алаколь. Об этом свидетельствуют затопленные пни и корни деревьев на глубине 3-5 м в юго-восточной части озера [1].В Алакольской впадине мезозойские отложения верхнетриасово-среднеюрского возраста представляют в целом, комплекс осадков, заполняющих грабены и мульды. Отложения залегают на палеозойских породах с угловым и стратиграфическим несогласием.

Пермские интрузии в пределах бассейна представлены кокдалинским комплексом сиенит-диоритового состава (P_1), центрально-джунгарским комплексом адамелит-гранитовой формации (P_1) и кызылкайнарским комплексом щелочных гранитоидов (P_2). Массивы имеют, как правило, вытянутые и кольцевые формы, размеры изменяются от незначительных до порядка 200 км^2.

В структурном плане по поверхности фундамента Алакольская впадина представляет обширную асимметричную депрессию с крутым юго-западным и пологим северо-восточным бортами. В наиболее прогнутых зонах глубина залегания кровли фундамента по геолого-сейсмическим данным оценивается в 2,0-3,0 км. [2]

Поверхность фундамента разбита на отдельные вытянутые блоки. В северной части бассейна выделены Тарбагатайский и Шыгыс-Жетысуский глубинные разломы северо-западного простирания. В южной части выделен Алакольско-Жетысуский разлом субширотного простирания(рис.1).

По поверхности палеозоя как основные элементы верхнего порядка выделяются Южно-Сасыккольский, Южно-Алакольский и Восточно-Алакольский грабены. Наиболее развитым по площади и толщине осадочного заполнения является Южно-Алакольский грабен.

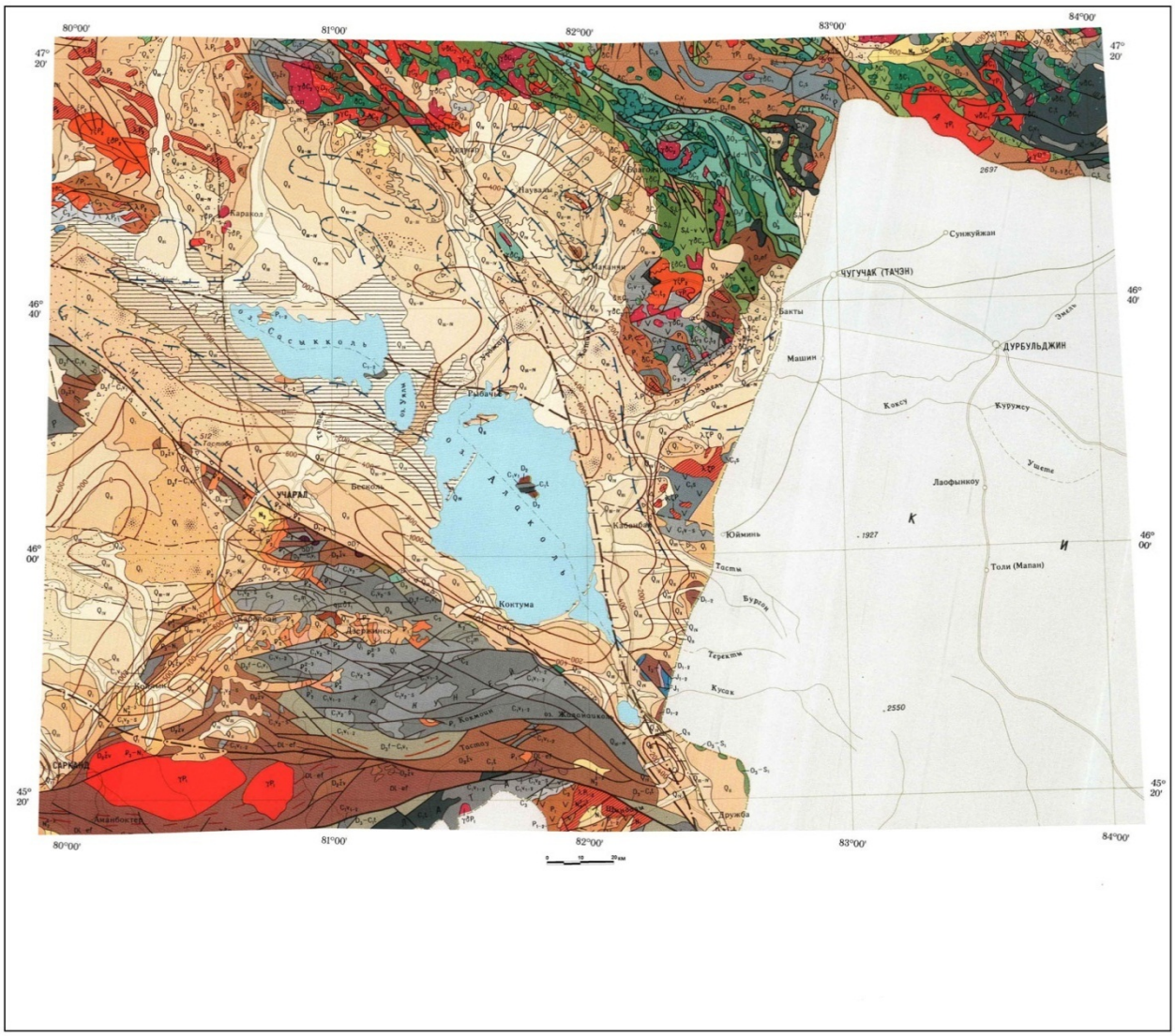


Рис. 1. Геологическая карта Алакольской впадины

Результаты исследований и их обсуждение.

В 1941 г. З.А.Сваричевской был установлен озерный генезис обширной равнины севернее Алаколя. Большая высота озерных равнин над Алаколем, которая наблюдается по периферии впадины (на севере до 100 м), наличие высоких террас на острове Кишкене-Аралтобе (до 67 м) дали основание предполагать существование в четвертичное время озерного бассейна, высота уровня которого пре-вышала современный больше чем на 100 м.

Однако дальнейшие исследования показали влияние тектонических движений на современное высокое положение озерных образований. Озерные равнины оказались втянутыми в поднятия, распространявшиеся к югу от Тарбагатая и к западу от Барлыка. [4.6].

Методы, использованные для гидрогеологической оценки Алакольского месторождения подземных вод

Методы исследований включали в себя:

- *проведение предварительной и детальной разведки* Алакольского месторождения подземных вод, в соответствии с действующими методическими рекомендациями силами экспедиции. В процессе проведения разведочных работ были пробурены 7 разведочных и опытно-эксплуатационных скважин, проведены опытные работы для оценки водообильности и фильтрационной способности водоносных отложений, осуществлен мониторинг за уровенным режимом и качеством подземных вод.

Алакольская впадина имеет сложное строение фундамента, характеризующееся наличием резких уступов, связанных с молодыми разломами. Такой уступ на дне впадины проходит в северо-западном направлении. Берега Алаколя отличаются большой подвижностью. На восточном побережье продолжающееся поднятие озерных равнин вовлекает и современный береговой вал, приподнятый уже на 2,5 м и интенсивно подмывающийся водами озера. В северном и южном направлениях он опускается и образует пляж и косы.

Большая часть описываемой территории занята рыхлообломочными отложениями неогена и четвертичного возраста. В горных обрамлениях и в его мелкосопочных отрогах, а также на островах оз.Алаколь развиты интенсивные дислоцированные отложения от верхнего отдела ордовикской системы до юрских включительно (рисунки 2-5).

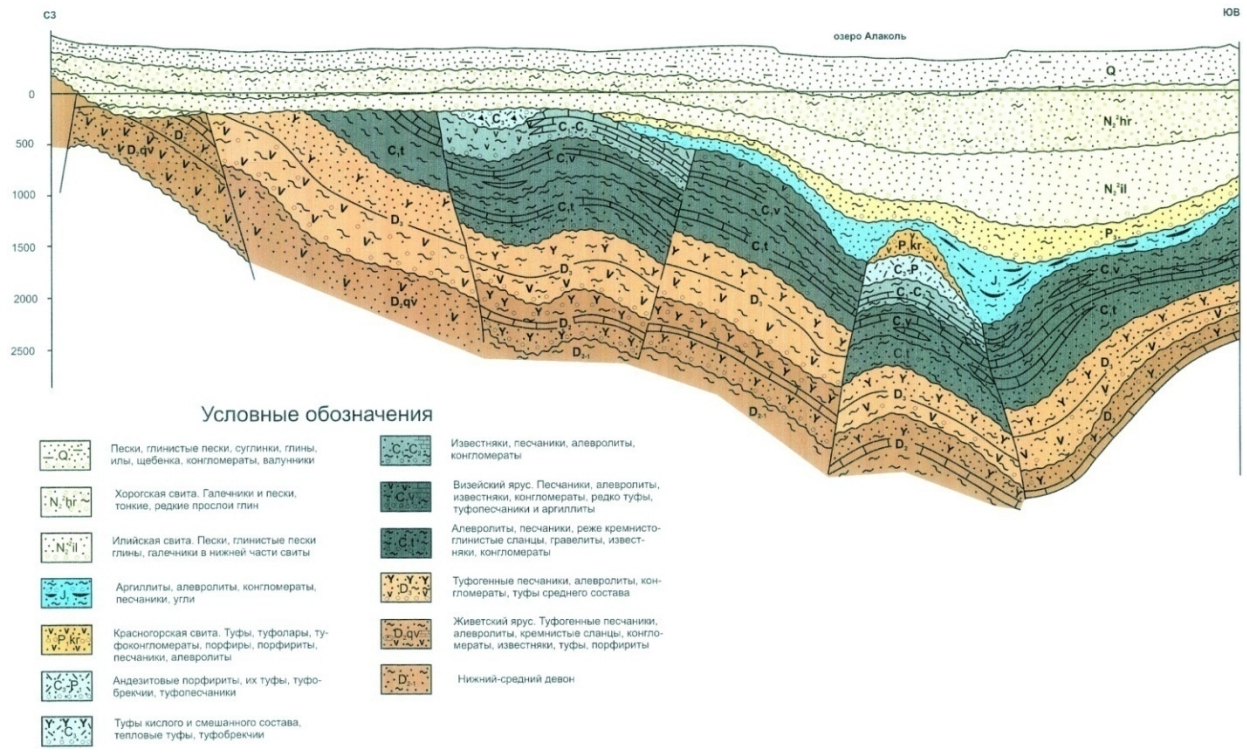


Рис. 2. Геологический разрез Алакольской впадины СЗ-ЮВ

Фундамент (PR, €, O, S, D)

Фундамент Алакольской впадины складчатый, представлен преимущественно осадочными и эффузивными породами нерасчлененного кембрийского, ордовикского и силуриского возраста. Образования фундамента интенсивно метаморфизованны и испытали влияние разновозрастных интрузий различного состава.

Нижний - средний палеозой (€,O, S)

Породы палеозойского возраста обнажаются на поверхности только в горном обрамлении и на островах озер Алаколь и Сасыкколь. Породы дислоцированы под влиянием разломов и являются основанием фундамента впадины.

В составе палеозойских образований выделена кембрийско-ордовикская толща, представленная преимущественно эффузивно-осадочными метаморфизованными породами.

Породы позднекембрийского возраста представлены вулканогенно-осадочной толщей, сложенной трахибазальтами, андезито - базальтами, андезитами, дацитами, их туфами, песчаниками и конгломератами мощностью от 650м до 1000м. [3].

Ордовикские отложения (O_{2-3}), выделенные в восточной части хр. Тарбагатай, представлены андезитами, дацитами, риолитами и чередованием песчаников, алевролитов и известняков. Известны также, отдельные выходы пород верхнего ордовика (O_3), представленные песчаниками и конгломератами.

Нижнесилурийские (S_1) отложения, выходящие на поверхность в Емельском районе, представлены конгломератами и песчаниками (в нижней части), базальтами, андезитами и туфами (в верхней части).

Представляется, что в основании разреза впадины получили развитие вулканогенные и вулканогенно-осадочные толщи девонского возраста, на которых залегают туфогенные песчаники, углистые аргиллиты, конгломераты и линзы известняков нижнего и среднего карбона. (рис.2)

Согласно материалов по хр. Жетысуский Алатау-Лежинского грабена, Ушаралского и Сассыккольского горстов, где эти отложения обнажены, они представлены глинистыми и глинисто-кремнистыми сланцами, алевролитами, песчаниками и филлитами. Обнажение этих отложений в пределах Сассыкколь-Алакольского горста предполагает их широкое развитие под осадочным чехлом Алакольской впадины.

Карбоновая система – С

Нижний отдел – C_1 Отложения этого отдела широко развиты в пределах Константиновского, Колпаковского грабенов и Ушаралского горста и представлены алевролитами, глинисто-кремнистыми флишоидами, песчаниками, яшмоидами, конгломератами, туффитами, туфами и известняками мощностью несколько тысяч метров. Средний карбон – C_2. Отложения среднего карбона имеют облик нижней морской молассы. Это сероцветные кварцевые, кремнистые и обломочные песчаники, алевролиты, реже гравелиты. В отложениях, датируемых московским ярусом, распространены кремнистые и глинистые алевролиты, кремни, туффиты, песчаники, известняки, конгломераты (кенесская свита).

В целом для отложений среднего палеозоя в разрезе рассматриваемой территории характерно преобладание сероцветности, указывающей на преобладание восстановительных условий в осадконакоплении и содержание в толще органического вещества на уровне 1-3%.[8.7]

Отложения верхнего карбона развиты по северному обрамлению Алакольской впадины. Это риолитовые и смешанного состава туфы, туффиты. В связи с известной сложностью биостратиграфического расчленения континентальных верхнепалеозойских толщ отложения верхнего карбона датируются по флоре (C_3-P_1).

Платформенный чехол включает отложения мезокайнозоя (рисунок 5). Они залегают на палеозойских образованиях с размывом и угловым несогласием и охарактеризованы в сравнении с палеозойской частью разреза значительно слабее. Представления о литологическом составе, детальной стратиграфии и выявленных возможных локальных структурах по поверхности триаса, юры и мела основываются на крайне ограниченной информации в связи с почти повсеместным перекрытием толщ трансгрессивно залегающими отложениями кайнозоя.

Основная терригенная толща представлена отложениями триаса и юры (нижняя и средняя юра) толщиной до 60м и 1150 м, соответственно.

Триасовые отложения в Алакольской впадине стратиграфически отнесены к средней и верхней части триаса. Породы представлены сероцветными песчано-конгломератовыми пачками с прослоями алевролитов, аргиллитов. В горах Кату (угольное месторождение Ланколь) верхний триас залегает на коре выветривания палеозойских пород. Разрез его представлен тонкозернистыми песчаниками, серыми алевролитами и аргиллитами толщиной до 60 м. Такого же типа разрез среднего и верхнего триаса выделен в районе хр. Майли. Необходимо отметить, что эти разрезы представлены мелкими фрагментами в тектонических блоках. Они стали доступны эрозии лишь в четвертичное время.

Юрские отложения представлены чередованием конгломератов, песчаников, алевролитов, аргиллитов и горизонтов бурых углей. Отложения отличны от пород триаса, прежде всего, значительным увеличением содержания в разрезе углей и углистых сланцев. В юго-восточной части впадины известно мелкое по запасам Алакольское месторождение бурого угля. Угли достигают по толщине первые метры, выдержаны по простиранию, достаточно надежно охарактеризованы остатками флоры хвойных, гингковых, папоротников, хвощевых. Возраст отложений датирован как нижнеюрский. (Рис.5)



Рис. 3. Сводный стратиграфический разрез Юго-Восточной части Алакольской впадины

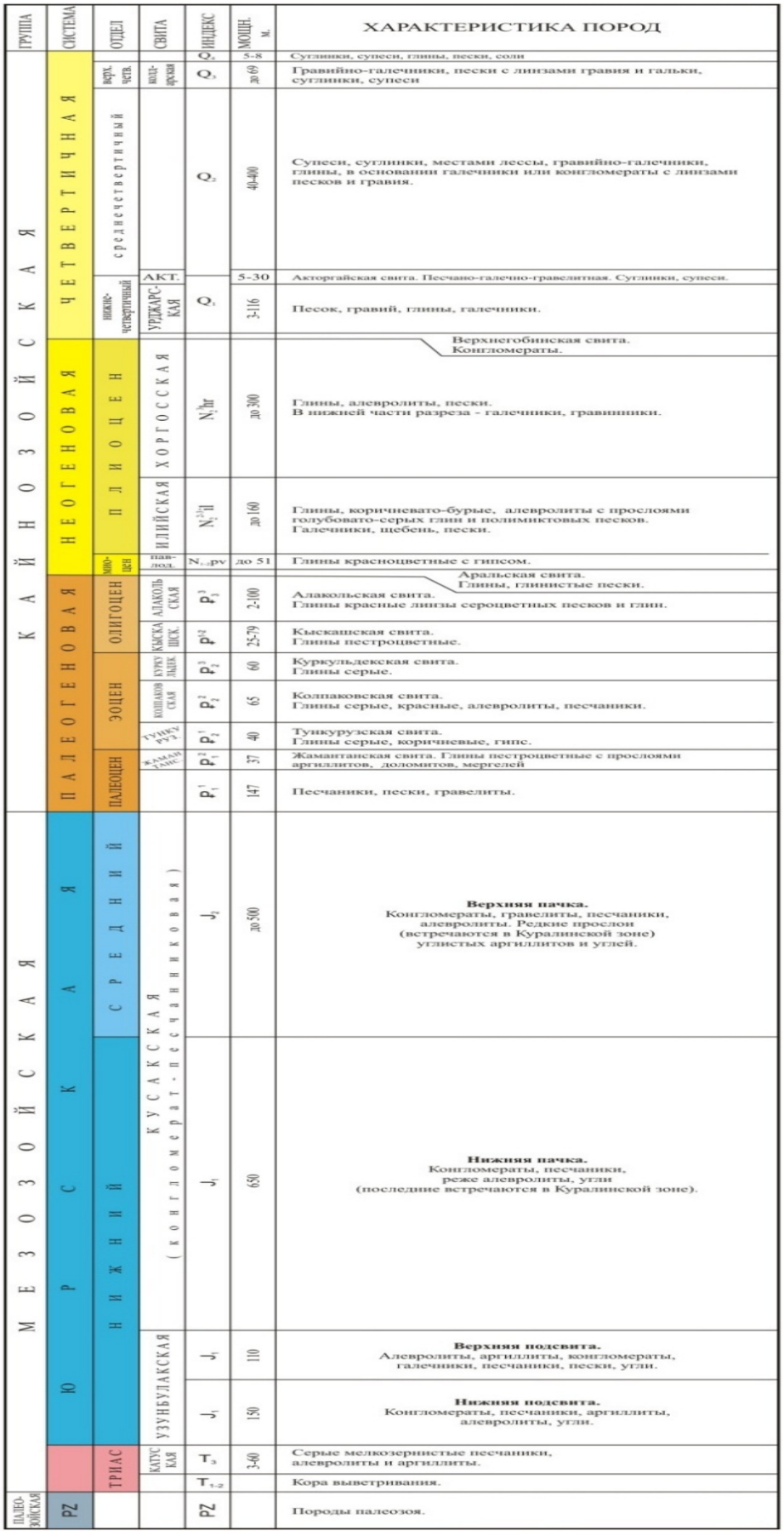


Рис. 4. Сводный стратиграфический разрез Алакольской впадины



а – современные отложения; б – Мезозойские впадины:
1- Сейректауская, 2- Айская, 3- Восточно-Алакольская, 4- Ушаралская, 5- Алакольская, 6- Восточно-Арганатинская, 7- Западно-Арганатинская; в – домезозойские образования; г – региональные разломы

Рис. 5. Карта распространения мезозойских отложений

В горах Кату в основании разреза прослежена толща конгломератов мощностью около 138 м. В разрезе базальной пачки присутствуют песчаники, алевролиты. Конгломераты залегают на триасовых отложениях и образованиях палеозоя. Выше разрез наращивается переслаиванием песчаников, аргиллитов, алевролитов с подчиненными прослоями мелкогалечных конгломератов и углистых алевролитов. Толщина данной пачки составляет 110-120 м, в пачке выделено 8 пластов угля с обильными остатками листовой флоры. [9,11,12]

Общая толщина юры на этом участке около 850 м. Верхняя часть разреза здесь отсутствует, но разрезы нижней и средней юры в регионе в целом считаются непрерывными. В отдельных местах на площади сопредельного государства средняя юра представлена грубослоистой и песчано-глинистой толщей с горизонтами углей.

Выводы.

Приведено описание происхождения и последовательность формирования Алакольской впадины, времени и особенностей образования озера Алаколь, вызванных глобальными климатическими и тектоническими процессами. Описывается влияние глобальных климатических катаклизмов на сток рек в озеро Алаколь, приведших к образованию крупных дельт, которые разделили его на два самостоятельных водоема. Выполненные исследования позволили впервые комплексно осветить основные черты геолого-структурного строения и гидрогеологических особенностей территории. Анализ работ, посвященных изучению Алакольской впадины, наряду с разнообразием представлений, взглядов и методов исследований показал разную степень изученности качественных и количественных аспектов водных ресурсов, изменяющихся под влиянием современных природно-антропогенных факторов и процессов. При интенсивном социально-экономическом развитии региона необходима разработка устойчивой стратегии управления для рационального использования природных ресурсов.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Гидробиология и гидрохимия озера Алаколь.// Промежуточный отчет Алакольской экспедиции Отдела географии АН КазССР за 1991 г.- Алма-Ата, 1962. -Т. 4.

[2] Горбунов В.Г. Ледники бассейна оз. Балхаш, Сасык-Куль, Ала-Куль // Известия Государственного Географического общества. - Алма-Ата, 1939. -Т. 71. -Вып. 5 - 6.

[3] Достай Ж.Д., Толганбаев С.А. Оценка гидроэкологическое состояния водоемов Алакольской впадины. //Биологическое и ландшафтное разнообразие Республики Казахстан. -Алматы, 2007.- С.118 -119.

[4] Есеркепова Т.А. Синоптико-метеорологические условия образования сильного ветра в Джунгарских воротах // Труды Каз. НИГМИ. -Алма-Ата, 1993. -Вып. 20.

[5] Есеркепова Т.А. Сильные ветры Центрального и Восточного Казахстана // Труды Каз. НИГМИ. -Алма-Ата, 1965.- Вып. 23.

[6] Засушливые зоны Казахстана. Алма-Ата, 1966. 233 с.

[7] Казанская Е.А. Галечниковые косы оз. Алаколь // Алакольская впадина и ее озера .Вопросы географии Казахстана.- Алма-Ата.- Наука,1988. -Вып. 11.

[8] Казанская Е.А. Морфология и динамика берегов озера Алаколь. //Алакольская впадина и ее озера.- Вопросы географии Казахстана. -Алма-Ата. Наука, 1998. -С. 88 - 121.

[9] Казанская Е.А. Строение берегов оз. Сасыкколь //Засушливые зоны Казахстана. -Алма-Ата: Наука,- 1966. -С. 20

[10] Жексембаев Е.Ш. Минеральный источник Алкольской впадины. Известия НАН РК, Серия геологии и технических наук. - Алматы, 2016. -№2. - С. 92-94.

[11] Person M., Banerjee A., Hofstra A., Sweetkind D., Gao Y. //Hydrologic models of modern and fossil geothermal systems in the Great Basin: genetic implications for epithermal Au-Ag and Carlin-type gold deplsits. - Geosphere, 2008, v. 4, -Вып.№5, p. 888-917.

[12] Отчет по Алакольскому осадочному бассейну в рамках выполненного проекта «Комплексное изучение осадочных бассейнов Республики Казахстан» за 2009-2011 годы. – Алматы, 2012.

Альжигитова М.М., Заппаров М.Р.,

Алакол ойпатынын инженерлік -гидрогеологиялық ерекшеліктері

Түйіндеме: Бұл мақалада қазіргі Алакөл көліне қысқаша сипаттама берілген. Алакөл ойпаты бойынша жинақталған және талданған зерттеу материалдары. Дүниежүзілік климаттық және тектоникалық процестерден туындаған Алакөл ойпатының пайда болуы мен пайда болу реттілігі, Алакөл көлінің пайда болу уақыты мен ерекшеліктері сипатталған. Мақалада жаһандық климаттық катаклизмдердің өзен ағынына Алакөлге құятындығы сипатталады, бұл үлкен атыраулардың пайда болуына алып келді, бұл оны екі тәуелсіз су қоймасына бөлді. Алакөл көлінің түпкілікті қалыптасу процесісипатталған.

Түйін сөздер: Алакөл ойпаты,шөгінділер, жертөле, эрозия, стратиграфия.

УДК: 552.5(574)

M.E. Sanatbekov, G.Zh. Zholtaev
(Satbayev University, Almaty, Kazakhstan.
E-mail: miras.sanatbekov@mail.ru,
m.sanatbekov@satbayev.university)

THE LITHO-STRATIGRAPHIC CHARACTERIZATION AND STRUCTURE OF THE LITHOFACIAL DEPOSITS OF THE BALKHASH BASIN

Abstract: As part of this work, the results of a detailed study of the main lithological and paleogeographic characteristics of the rocks of the Balkhash depression are highlighted. They have a complexly constructed dynamics of the geological section with a range from Paleozoic to Quaternary sediments, with a wide development of sedimentary carbonate-terrigenous strata and significant manifestations of volcanism in the lower Paleozoic rock complex.

Based on studies of the collected materials, the lithological composition of the rocks, the conditions of their formation were studied in order to justify the prospects of their oil and gas potential. The studied geological complexes in the basins are composed of volcanic-sedimentary Paleozoic rocks and terrigenous Meso-Cenozoic sedimentary deposits.

Key words: basin, rocks, structural map, fault, tectonics, reservoir, sedimentary cover.

М.Е. Санатбеков, Г.Ж. Жолтаев
(Satbayev University, Алматы, Қазақстан.
E-mail: miras.sanatbekov@mail.ru,
m.sanatbekov@satbayev.university)

БАЛҚАШ ОЙПАТЫ ШӨГІНДІЛЕРІНІҢ ЛИТОЛОГО-СТРАТИГРАФИЯЛЫҚ СИПАТТАМАСЫ ЖӘНЕ ФАЦИАЛДЫ ҚҰРАМЫ

Аңдатпа: осы жұмыс аясында Балқаш ойпатының негізгі литологиялық-стратиграфиялық тау жыныстарының егжей-тегжейлі зерттеу нәтижелерін сипаттамасы келтірілген. Палеозойлық шөгінді, карбонатты-терригенді қабаттардың кең дамуымен және палеозой кешенінің тау жыныстарында вулканизмнің елеулі көріністерімен, палеозойлық шөгінділерден төрттік шөгінділерге дейінгі түзілу аралығы, стратиграфиялық қимада көрсетілген.

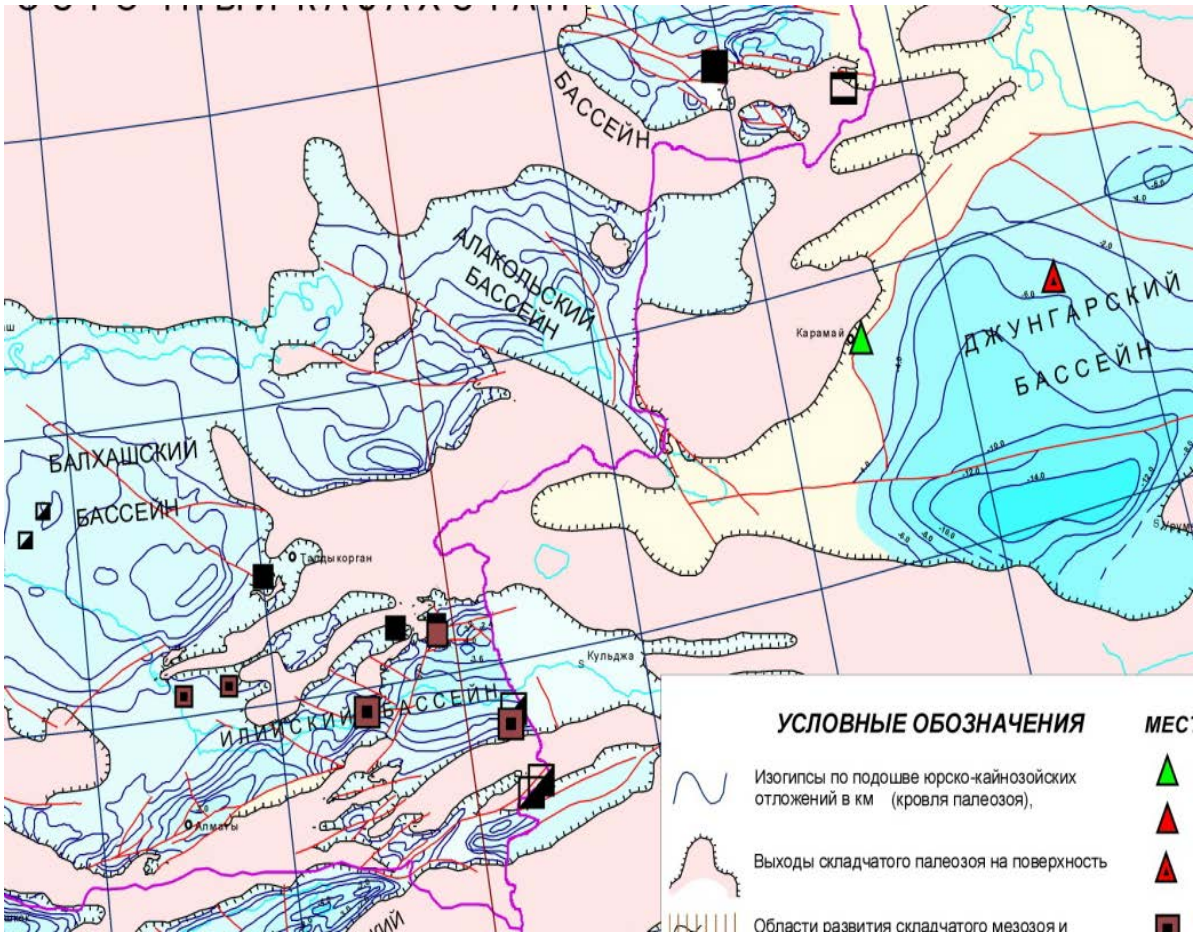
Жиналған материалдарды зерттеу негізінде тау жыныстарының литологиялық құрамы, олардың мұнай-газдылығының перспективаларын негіздеу мақсатында олардың пайда болу жағдайлары зерттелді. Ойпаттарда зерттелген геологиялық кешендер вулканогенді-шөгінді палеозой жыныстарымен және терриген мезо-кайнозой шөгінділерімен қалыптасқан.

Кілт сөздер: ойпат, тау жыныс, құрылымдық карта, жарылым, тектоника, шоғыр, шөгінді тыс.

Кіріспе

Балқаш ойпаты Орталық-Қазақстан қалқанының оңтүстігіне қарай орналасқан және Шу-Іле белдеуінің, Жоңғар қатпарлы жүйелерімен шектелген. Солтүстік-шығыста бас Жоңғар жарылымы Алакөл ойпатынан бөлінген (1-сурет). Гипсометриялық жағдайы бойынша Балқаш ойпатының палеозой фундаменті екі ірі сегментке – Баканас және Приозерныйға бөлінеді. Баканас бөлігінде Юра бөлімінің өнімді көміртекті шөгінділерінде кайнозой шөгінділерінің қимасы жатыр. Палеозой батыс бөлігінің тау жыныстары гипсометриялық "0" белгіде орналасқан. Жергілікті депрессиямен-200 метр, ал оңтүстік - шығыс бөлігінде Қапшағай шатқалының меридианы бойынша олар 900 метр белгіге дейін құлайды. Приозерск бөлігінде ені 20 км болған кезде ұзындығы 60 км жолақша түріндегі Талдықорған иілімі қалыптасады. Ол + 400 метр биіктікте, шығысқа қарай 640 метрге дейін жоғарылайды.

Балқаш ойпатының шығыс бөлігі батыстан Үшкөл горст - антиклиналь (Үшкөл тауы), ал Алакөл ойпатынан – Арганат іргетасының көтерілуімен және Сайқанмен бөлінеді [1].



1 – сурет. Шөгінді тыстың картасы [4]

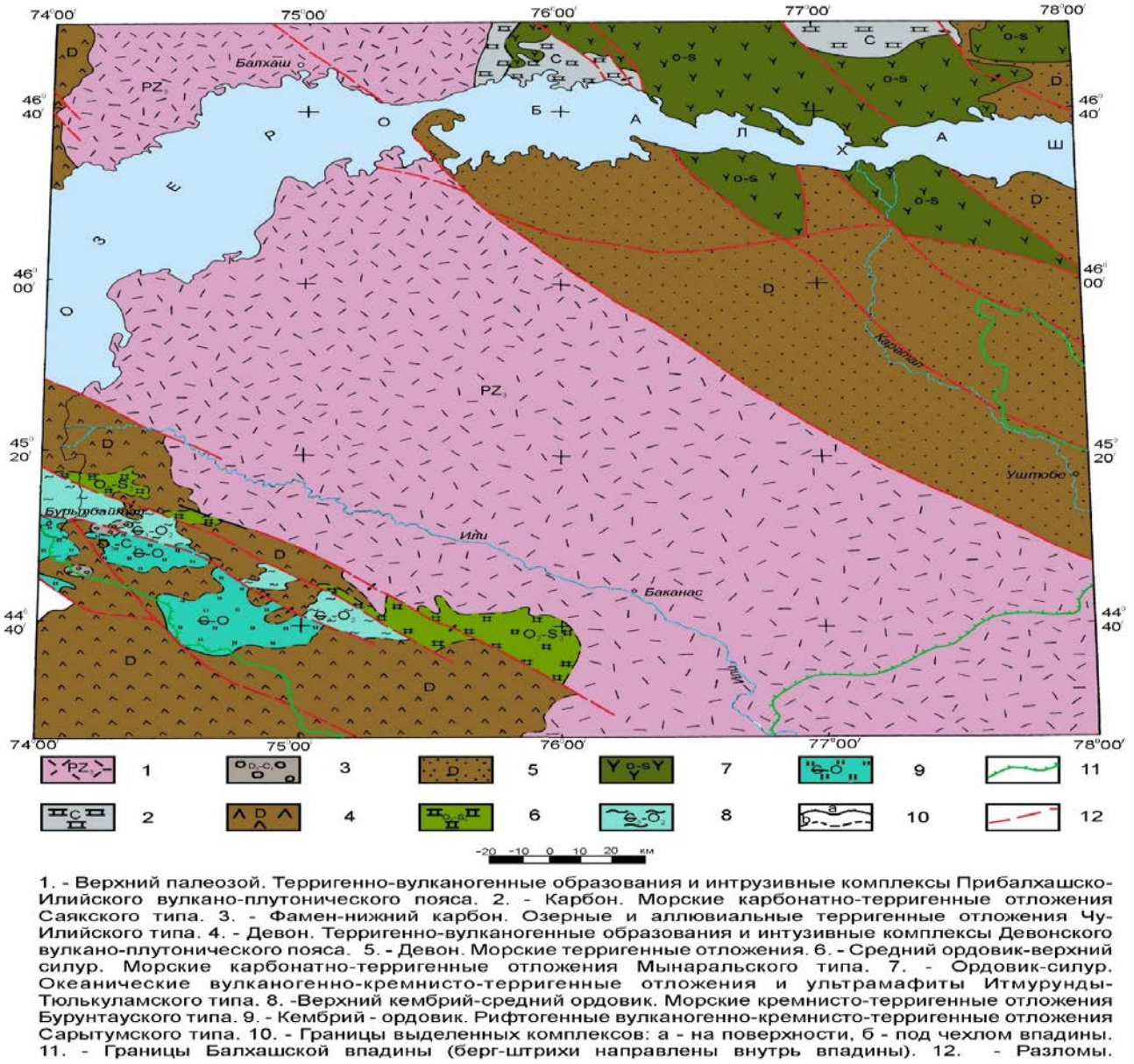
Зерттеу нәтижелері мен оларды талқылау

Балқаш ойпатының іргетасының құрылысына көптеген құрылымдық – формациялық қалыңдықтардың шөгінділері қатысады. Балхаш ойпатының мезо-кайнозой қабының астында девон және кеш палеозой жасындағы қабаттар пайда болған. Олар құрылымдық үйлесімсіздікпен төменгі палеозой шөгінділерінде жатыр. Осы деректер бойынша Балқаш ойпатының батыс бөлігінің іргетасын салу сызбасы жасалды, онда палеозой шөгінділерінің даму шекаралары көрсетілген. Схемадағы ауданның басым бөлігін жоғарғы палеозой шөгінділері алады. Іргетастың құрылысы туралы түсініктің қалған аумағында геофизикалық материалдарға және сирек гидрогеологиялық ұңғымаларды бұрғылау нәтижелеріне негізделген.

Девон вулкано-плутониялық белдемінің (D) түзілуі Балқаш ойпатының ірге тасын құрайды оның солтүстік-батыс бөлігінде Іле өзенінің жағалауына жатқызады. Негізгі және қышқыл құрамды

вулканиттер қимада нақты оқшауланған. Оларда терригенді жыныстарының және бұзылған субвулкандық тау жыныстар тұрғыдан зерттеледі, сондай-ақ гранодиоритті және гранит-лейкогранитті плутонды [3].

Төменде палеозой-мезозоймен бөлінген шекарадағы палеозой шөгінділерінің эрозиялық бетінің қысқаша сипаттамасы келтіріледі (2-сурет).



1. - Верхний палеозой. Терригенно-вулканогенные образования и интрузивные комплексы Прибалхашско-Илийского вулкано-плутонического пояса. 2. - Карбон. Морские карбонатно-терригенные отложения Саякского типа. 3. - Фамен-нижний карбон. Озерные и аллювиальные терригенные отложения Чу-Илийского типа. 4. - Девон. Терригенно-вулканогенные образования и интузивные комплексы Девонского вулкано-плутонического пояса. 5. - Девон. Морские терригенные отложения. 6. - Средний ордовик-верхний силур. Морские карбонатно-терригенные отложения Мынаральского типа. 7. - Ордовик-силур. Океанические вулканогенно-кремнисто-терригенные отложения и ультрамафиты Итмурунды-Тюлькуламского типа. 8. -Верхний кембрий-средний ордовик. Морские кремнисто-терригенные отложения Бурунтауского типа. 9. - Кембрий - ордовик. Рифтогенные вулканогенно-кремнисто-терригенные отложения Сарытумского типа. 10. - Границы выделенных комплексов: а - на поверхности, б - под чехлом впадины. 11. - Границы Балхашской впадины (берг-штрихи направлены внутрь впадины). 12. - Разломы.

2 – сурет. Балқаш ойпаты, батыс бөлігі іргетасының құрылысы [4]

Суретте палеозойдың эрозиялық бетіне, бұрғылау деректері бойынша юраға дейінгі кешеннің әртүрлі түзілімдері шығады. Олардың қысқаша сипаттамасы сурет астындағы мәтінде келтірілген. Ұзындығы 300 км-ге дейін және ені 140 км-ге дейін, жарылымдармен шектелген солтүстік-батыс жоғарғы палеозой шөгінділерінің сызықтық-созылған аймағы рифтогенез көріністері болуы мүмкін.

Девон теңіз шөгінділері (D) Балқаш ойпатының солтүстік бөлігінде Іле өзенінің оң жағалауындағы сирек ұңғымалармен ашылды. Олар негізінен құмтастар, алевролиттер, гравелиттер және конгломератты тау жыныстардан тұрады.

Фамен-Шу-Іле үлгісіндегі (D3-C1) төменгі таскөмір шөгінділері Балқаш ойпатының оңтүстік-батыс бортының бойымен шағын брахисинклинальды құрылымдар құрайды. Олар төменгі палеозой және девон құрылымдарында құрылымдық үйлесімсіздікпен жатыр және құмтастар, алевролитпен кездеседі. Қатпарларда туфиттер, сирек туфалар бар.

Саяқ түріндегі таскөмір теңіз шөгінділері (С) Балхаш көлдің солтүстік жағалауында орналасқан. Құрамында туфтар мен әктас қабаттары бар терриген тау жыныстарымен (алевролиттен конгломераттарға дейін) кездеседі. Ордовик - силур шөгінділеріне үйлесімсіз жатыр. Балқаш ойпатының маңында Пермь шөгінділері кездеспеген, бірақ олар оның батырылған бөліктерінде болуы мүмкін.

Балқаш ойпатының платформалы шөгінді қабатының негізінде үгілудің триас-юралық қабықтары кездеседі. Олар оның борттық бөліктерінде таралған. Төменгі бөлігінде бұл үгілудің құрылымдық каолинит қабығы вулканогенді және интрузивті жыныстар бойынша дамыған. Жоғарғы бөлігінде домезозой фундаментінің шығыңқы бөліктерінің бойымен бокситтер кездеседі [5].

Триас шөгінділері тек Балқаш ойпатының оңтүстік-батыс бөлігінде ғана белгілі, онда олар Ақсүйек мульдасының домезозой табанында кішкентай грабен тәрізді кірігіп тұруы мүмкін. Олар Ақсүйек свитасына, орта-жоғарғы триас жасына біріктірілген. Қиманың жоғарғы бөлігі барлық жерде шайылған. Свитаның негізінде полимиктік құмдар жатыр. Олар сұр және қою сұр алевролиттер және көмірді аргиллиттер, қоңыр көмір және жанғыш сланецтердің қатпарлары мен линзалары бар аргиллиттер тобымен алмасады.

Балқаш ойпатының шегіндегі юралық шөгінділер 1973 жылы кайнозой шөгінділерінің тысымен ашылды. Олардың жабынының тереңдігі 100 м-ден бастап және Орта-Бақанас депрессиясының орталық бөлігінде 500-520 м-ге дейін өзгереді. Жалпы юраның қалыңдығы осы депрессияда – 250-260 м, ал басқаларында 125-160 м-ден аспайды. Олар жоғарғы Борлы және палеогенді шөгінділермен едәуір шайылып, бұрыштық және стратиграфиялық үйлесімсіздікпен жабылады.Балқаш ойпатының юралық шөгінділері үш свитаға (төменнен жоғары) бөлінеді: каирланған – J_1-J_2, жаркенттік – J_2bt и сарыозек – J_2cl. Екі төменгі Свита көміртекті серияға біріктіріледі. Көміртекті серия Төменгі-Іле депрессия шегінде неғұрлым егжей-тегжейлі зерттелген. Оның максималды қалыңдығы 180-120 км құрайды. Серияда төрт цикл орнатылған. Алғашқы үш циклдың шөгуі (каирлыған свитасы) тек Төменгі-Іле депрессиясының Орталық, Батыс және оңтүстік-батыс бөліктерінде, ал Жаркент свитасы – оның барлық аумағында таралған. Қимада конгломераттар, гравелиттер және ірі түйірлі құмтастар көрсетілген. Орта бөлігінде алевропесчаниктер, алевролиттер мен саздар. әртүрлі түйіршікті құмдар басым, ал жоғарғы жағында – алевролиттер мен қоңыр көмірдің қабаттары мен линзалары бар саздар, сирек жанғыш тақтатастар басым.

Сарыөзек (көміртекті) J_3cl свитасы көміртекті серияның шайылу бетіне трансгрессивті түрде жатады. Ойпаттың бөліктерінде свитаның қалыңдықтары бірінші метрден бастап 60-80 м дейін. Ол жерде бірдей қалыңдықта әртүрлі құмтастар, араласқан қиыршық тастар, жұқа қалыңдыта конгломераттар және гравелиттер кездеседі. Жоғарғы бор - төменгі полеоген шөгінділер шайылумен және бұрыштық үйлесімсіздікпен ірге тасқа дейін жатады [5].

Негізінде конгломераттардың линзалары бар сазды-құмды-каолинитті толтырғышы бар ақшыл қиыршықтас-галечниктер жатыр. Жоғарыда қиыршық тас және саз линзалары бар әртүрлі түйіршікті нашар сұрыпталған сазды құмдар орналасқан. Орташа бөлігі (30-40 м) жасыл-сары алевролиттер мен құмды саздары бар құмдармен, гравелиттермен және линзалармен күрделенген. Жоғарғы бөлігі (10-15 м) балшық құрамымен, жоғары карбонаттылығымен (5-5,5%) және сазды жыныстарының жоғарғы бөлігінде қоңыр және ала түсті бояумен сипатталады [6].

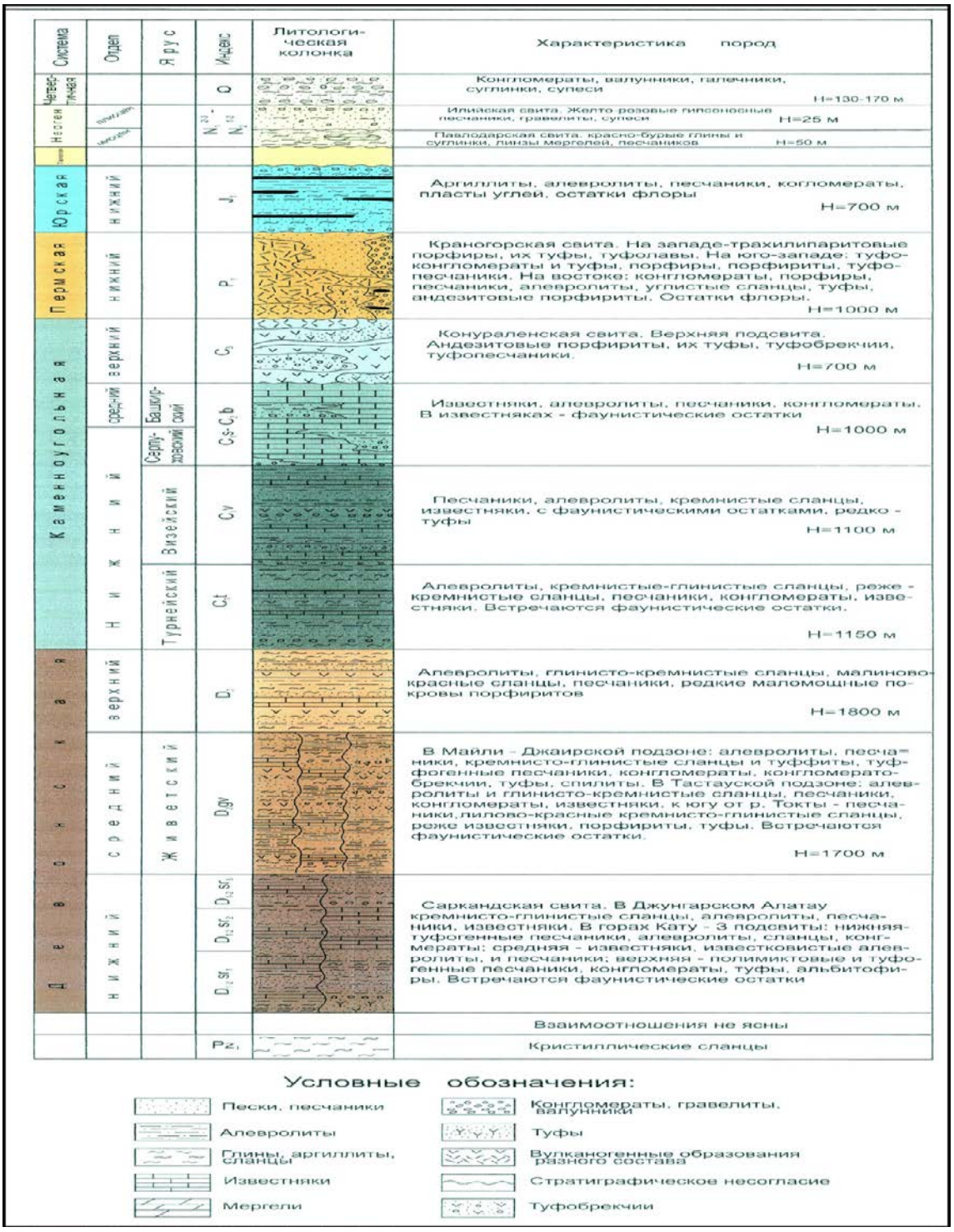
Палеогенді шөгінділер көрінбейтін үйлесімсіз астыңғы қабаттарға жатады. Олар гравелит қабаттары бар құмдардың негізінде құрылған, олар қима бойынша жоғары құм және алевролит қабаттары, лигнит линзалары бар ала түсті саздармен алмасады.

Неоген шөгінділері мергел қабаттарынан, ала түсті саздардан, құмтастардан, алевриттер араласқан құмды-қиыршық тасты тау жыныстардан тұрады. Олардың қалыңдығы 500-600 м жетеді.

Төрттік жүйе. Төрттік жүйенің шөгінділері эоплейстоценнің (Хоргос свитасының) және барлық төрт бөлімнен тұрады. Төрттік шөгіндінің жалпы қалыңдығы 250 - 300 м дейін ауытқиды (3 сурет).

Қорытынды

Ойпаттың геологиялық құрылымы тау жыныстардың пайда болуының литологиялық - палеогеографиялық жағдайларының және олардың катагенезінің басты рөлі туралы қорытынды жасауға мүмкіндік береді [9].



3 – сурет. Балқаш ойпатының стратиграфиялық сұлбасы [8]

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Балқаш рифті шөгінді бассейнінің геологиялық құрылымы мен мұнай-газдылығының ерекшеліктері. Мұнай және газ. 2014. №2. 7-17 бет.

[2] Ужженов Б. С., Ақылбеков С. А., Мазуров А. К. Қазақстанның аномалды магнит өрісінің картасы 1:1 000 000. - Көкшетау, 2014.

[3] Есеп : Қазақстан Республикасының шөгінді бассейндерін кешенді зерттеу. ЖШС НПС "Тұран ГеоГео". Алматы. 2011ж.

[4] Орталық Еуразияның литолого-палеогеографиялық, құрылымдық, палинспастикалық және геоэкологиялық карталарының атласы. НИИ ПР ЮГГЕО. Алматы. 2002 ж.

[5] Қазақстанның шөгінді бассейндерінің мұнай-газдылығының перспективаларын бағалау және Геодинамикалық модель тақырыбы бойынша есеп. Жауапты орындаушылар: В. А. Быкадоров, О. А. Федоренко. Оңтүстік гео НИИПР, Алматы 2001 ж.с. 1-12.

[6] О. С. Уварова және 2002-2005 жж. L-44-XIII, XIV парақтарының аумағында 1:200 000 масштабтағы геологиялық зерттеулер.

[7] Құланчиева А.А. Баяндин С.Н. "Еркін ойл" ЖШС – нің келісім-шарттық аумағындағы МОГТ-2D сейсмобарлау жұмыстары туралы есеп. Алматы 2008 ж.

[8] Ақылбеков С. А., Воцалевский Э. С., Мирошниченко Л.А. және масштабы 1:1000000 Қазақстанның минерагендік картасы. - Алматы: ҚР геологиялық ғылымдар институты, 2007ж.

[9] Бекжанов Г. Р., Кошкин З. Я., Никитченко И. И. Қазақстанның геологиялық құрылымы. - Алматы: ҚР Минералдық ресурстар академиясы, 2000.

Санатбеков М.Е., Жолтаев Г.Ж.

Литолого-стратиграфическая характеристика отложений и фациальный анализ Балхашского бассейна

Резюме: Освещаются результаты проведенного детального изучения основных литолого-палеогеографическая характеристика пород Балхашской впадины. Имеют сложно построенную динамику геологического разреза с диапазоном от палеозойских до четвертичных отложений, с широким развитием осадочных карбонатно-терригенных толщ и значительным проявлениям вулканизма в низах палеозойского комплекса пород.

На основании исследований собранных материалов изучался литологический состав пород, условия их образования с целью обоснования перспектив их нефтегазоносности. Изученные геологические комплексы во впадинах сложены вулканогенно-осадочными палеозойскими породами и терригенными мезо-кайнозойскими осадочными отложениями.

Ключевые слова: бассейн, породы, структурная карта, разлом, тектоника, залежь, осадочный чехол.

УДК 004.42

G.S. Mukhamedzhanova

DEVELOPMENT OF THE MOBILE APPLICATION «OPEN KAZAKHSTAN» ON THE ANDROID PLATFORM

Summary. This article discusses the development of the mobile application «Open Kazakhstan» on the Android platform. This is a unique multimedia guide for mobile phones, designed in social and cultural services and tourism for the South Kazakhstan region of the Republic of Kazakhstan. In this article, the author described the conceptual scheme of the «Open Kazakhstan» mobile application, which allows you to save time and money for tourists, find attractions and will become an indispensable assistant while traveling. «Open Kazakhstan» is a geographic information tourism system that was developed in the CRM Docker Compose and WordPress systems. The author, studying the market of mobile applications for tourism, came to the conclusion that the mobile application «Open Kazakhstan» will be in great demand in the Kazakh society.

Key words: Android platform, CRM Docker Compose system, WordPress system, Open Kazakhstan mobile application, navigation, database, Yandex maps.

Г.С. Мухамеджанова
(Нархоз университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы, gulnar.mukhamedzhanova@narxoz.kz)

ANDROID ПЛАТФОРМАСЫ ҮШІН ГЕОАҚПАРАТТЫҚ ТУРИЗМ ЖҮЙЕСІН ҚҰРУ

Аңдатпа. Бұл мақалада Android платформасында «Open Kazakhstan» мобильді қосымшасын жасауды талқылайды. Бұл Республикасының Оңтүстік Қазақстан облысы үшін әлеуметтік және мәдени қызметтер мен туризмге арналған ұялы телефондарға бірегей мультимедиялық туристік нұсқаулық. «Open Kazakhstan» туристерге уақыт пен ақшаны үнемдеуге, көрініс жерлерді табуға және сапарлар кезінде тапсырмас көмекші болуға мүмкіндік беретін мобильді қосымша. CRM Docker Compose және WordPress жүйелерін қолдана отырып, Android платформасында «Open Kazakhstan» қосымшасы географиялық ақпараттық саяхат жүйесі құрастырылған. Автор туризмге арналған мобильді қосымшалар нарығын зерттей келе, «Open Kazakhstan» мобильді қосымшасы қазақстандық қоғамда үлкен сұранысқа ие болады деген қорытындыға келді.

Түйінді сөздер: Android платформасы, CRM Docker Compose жүйесі, WordPress жүйесі, «Open Kazakhstan» мобильді қосымша, навигация, деректер базасы, Yandex карталар.

Мобильді қосымшаны қолдану XXI ғасырда өмір сүретін адамдардың өмірінің бір бөлігі десек те болады. Әр адамның бір бірімен қарым-қатынасы, сүйікті ісімен айналасуы, өлең тыңдауы, аудиовизуалды ақпаратты көру, ойын, қашықтықтан білім беру гаджеттер арқылы қолданылады. Бұл мобильді смартфон-үнемі өзімен бірге алып жүруге болатын компьютердің көшірмесі. Қазіргі уақытта, Android операциялық жүйесі ең көп таралған. Android түрлі өндірушілерден көптеген құрылғыларды қолдайды. Android жүйесінде таралуының басты себебі – тегін әзірлеу құралдары, ал IOS жүйесінде әзірлеу жоғары бастапқы шығындарды талап етеді.

«Open Kazakhstan» мобильді қосымшаны Android базасында геолокация және геокодтау функциясы арқылы қарастырылды. Қазақстандағы туристік компанияларға «Open Kazakhstan» қосымшасы оқиғалар туралы ақпарат, ақпараттық бюллетень, көрнекті мұрағаттар журналы, жылдам маршрутты таңдауға Оңтүстік - Қазақстан облысы туристерге сапарларға байланысты соңғы жаңалықтармен әрдайым хабардар болуға көмектеседі [1].

«Open Kazakhstan» мобильдік қосымша заманауи талаптарға сай, адамдарға жедел ақпарат беру және навигаторлармен жұмыс істеуге арналған құрал. Қосымшаның ең көп қолданылатын функция түрін анықтау барысында сауалнама жүргізілді. Сауалнаманың нәтижесін (1-сурет) – тен көруге болады.



1-сурет. Қолданушылардың таңдау

Көпшіліктің айтуын қортындылай келсек туризмге арналған қосымшада ең маңызды функциясы ол навигатор болып табылады [2].

Мобильді қосымшаны құрастыру үшін осы критериялар бойынша жасалады:

1. Техникалық тапсырманы қарастыру.
2. Жалпылама ресурстар жобасы.
3. 3-D модельін құру және берілген схема бойынша қосымшаны жасау.
4. Интерфейс структурасын құру.
5. Клиенттік бағдарлама ұсыну.
6. Сервер мен мобильдік қосымшаны байланыстыру.

Концептуалды модель белгілі бір факторлардан объектілер мен ұғымдар арасындағы қатынастардың құрылымын анықтайды.

Веб-ресурстар моделін құру бұл беттердің жобалау сатысында қолданылытын ең маңызды шара.

Критериялардың кезеңдері:

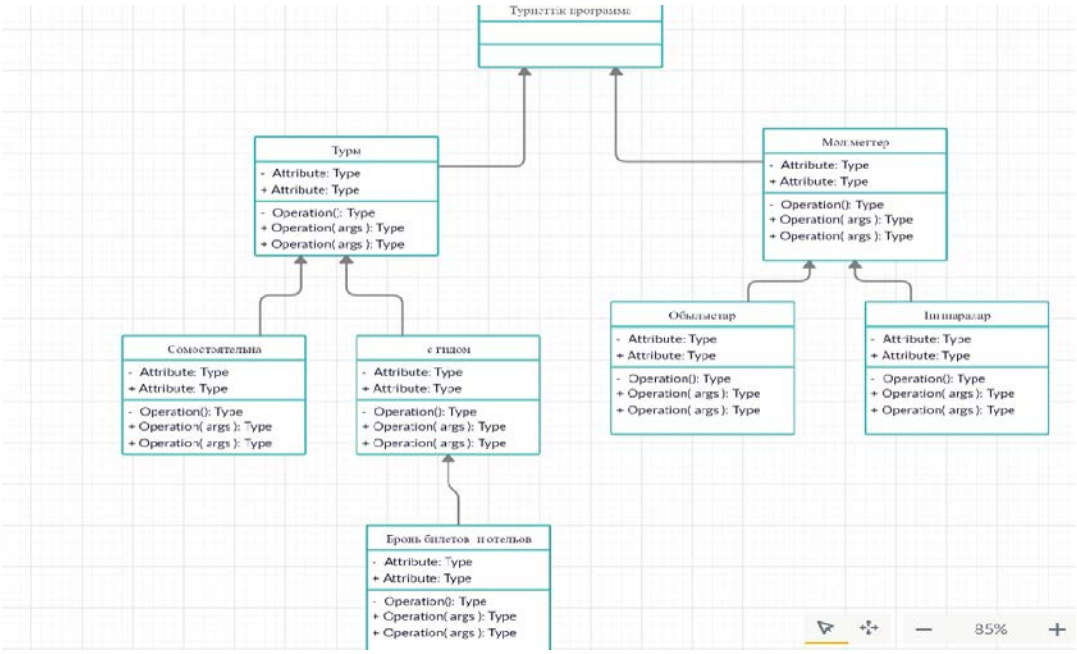
– Пайдаланушының өтініші бойынша қолданылатын технологияларды талдау.
– Мобильді қосымша жасайтын кездегі кедергілерді жою.
– Мамандардың жобаны қолдану сценарийін жасау.

Сайттың схемасын жасау [3].

Сайттың схемасы келесі суреттерде көрсетіліп кеткен. Осы суреттер кезең бойынша құрастырылған (2-суретте бейнеленген):

1. Алғашқы бет.
2. Турлар.
3. Мәліметтер.
4. Өз бетінше карта.
5. Гидпен немесе гидсіз.
6. Орын броньдау билет боыйнша.
7. Іс шаралар.
8. Облыстар.

«Open Kazakhstan» мобильді қосымшасының схемасын Creely бағдарламасы көмегімен жасалды.



2-сурет. «Open Kazakhstan» жобасының схемасы

Кезең бойынша келетін болсақ, келесі қадам ол мобильдік қосымшаның макетін құру болып табылады. Макет дегеніміз ол жобанын суретін салу десекте болады, әр қырымен қыртысын көрсету. Ал енді мағынасына тоқталып кетсек:

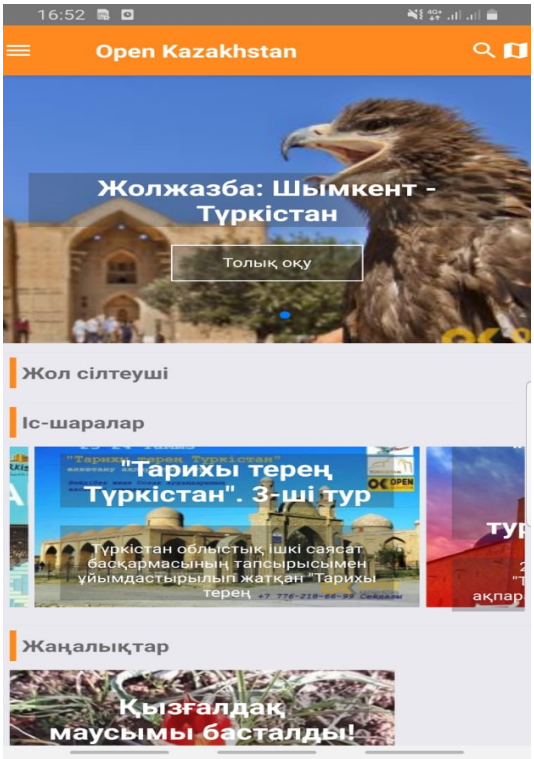
1) Түсініктілігі.
2) Өзгерістерді еңгізу.
3) Көрінісі.
4) Пікірлерімен бөлісу.
5) Бөлімдер.
6) Түсінбеген жерлерін түсіндіру.

Макеттін көрінісінде біз жобамыздағы ең маңызды заттарын көрсетіп жатырмыз. Әр қайсысы батырма болып табылады, бәрінің белгілі бір атқаратың жұмысы бар (3 сурет).



3-сурет. Open Kazakhstan жобасының көрінісі

Қолданбаны іске қосқан кезде экранда жүктелген ағымдағы белгіленген қосымшаның басты беті (жол сілтеуші, іс шаралар, жаңалықтар, тарихи орындар) болып табылады. Толығырақ мәліметтерді «меню» батырмасы арқылы қарауға болады (4-сурет).



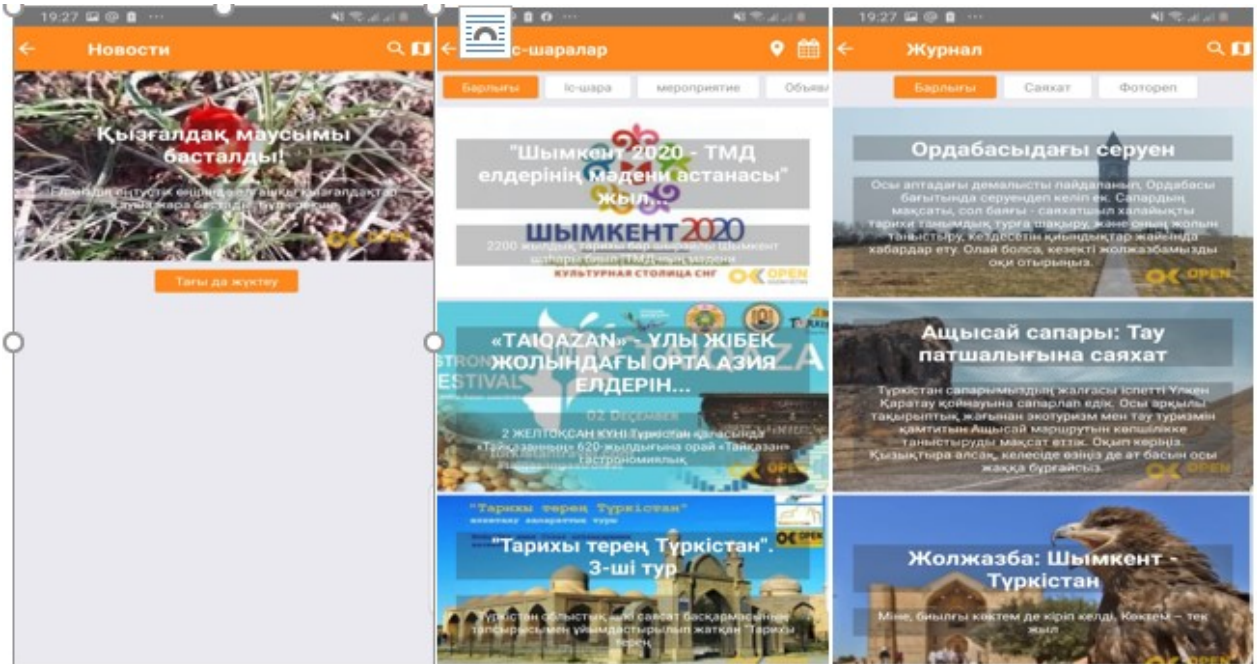
4-сурет. Негізгі бет

Бірінші мәзірді меню батырмасын басқанда, пайдаланушыға алдымен санаттар бойынша батырмалар шығады, аталған объектілердің өздерін қызықтырған түрлерін атап өтуге болады. Бұл әрекеттер тиісті тәртіппен төменде көрсетілген (5-сурет).



5-сурет. Бөлімдерді таңдау

Оқиғалар туралы ақпарат, ақпараттық бюллетень, көрнекті мұрағаттар журналы, осы қосымша парақтардың барлығы туристерге Оңтүстік- Қазақстан облысындағы сапарларға байланысты соңғы жаңалықтармен әрдайым хабардар болуға көмектеседі (6 сурет).



6-сурет. Бөлімдерді таңдау

Жол сілтеуші батырмасын басқанда Қазақстанның картасы шығады (Яндекс карта). Сол картадан Оңтүстік Қазақстанның аудандардың тарихи орындары, обьектілерін көріп жол сілтеуші арқылы баруға болады (7-сурет).



7-сурет. Жол сілтеуші

Мобильдік қосымшаның басты функциялар:
– нысандарды белгілі бір категорияларға бөлу;
– жақын орналасқан объектілердің адрестерін іздеу және алу;
– таңдалған нысанға маршрут құру;
– тандалған нысан бойынша мәлімет алу;
– ақпараттық жүйе бүкіл Қазақстан бойынша іздеуді жүзеге асырады;

– астында біз дайындаған функционалды мүмкіндіктер жүйесі.

Play market-т көмегімен мобильді қосымшаны өз ұялы телефондарына жазып, сол бағдарламаға баға қойғанынан кейін, оларды сұрыптап орын беріледі. Төменде кестеде сол жақта Play market-тен алынған негізгі аналогтар көрсетілген, ал тиімділік критерийлері ретінде (жоғарыдан) осы қосымшаларды бағалаудың негізгі өлшемдері көрсетілген. 1 -кестедегі сандар осы саладағы мамандардан сұралған фокус топтың пікіріне сәйкес қойылды.

1 - кесте – **Бәсекеге қабілетті бенчмаркингі**

№	Тиімділік өлшемдері	Жеңілдіктер іздеу	Маршрутты құру	Пайдаланушы бағасы	Аты бойынша іздеу	Ақпараттық қолдау	Нысан туралы мәлімет	Қорытынды
	Салмақ коэфициенті	5	5	5	5	5	5	максимум
1	Tourist guide	0	1,5	3,9	5	3,9	1,5	107,5
2	Моб турпорталы	1	0	4	3,5	3,9	4	112,5
3	ISIC Benefits	5	3,5	4,5	4	4	3	177
4	Word Exlorer	0	4	3,5	2	3	3	129
5	Trip Advisor	2,5	2,5	2,5	4	3,9	3	114
6	Моб турпорталы	1	0	4	3,5	3,9	4	112,5
7	Open Kazakhstan	5	3,9	5	4	4	4	184

Мобильдік қосымшаны әзірлеу кезінде ұқсас қосымшалардың артықшылықтары мен кемшіліктеріне талдау жургізілді. Сондықтан, әзірлеуге кіріспес бұрын тегін, кең таралған мобильдік қосымшаларға талдау жасалды, содан кейін астында көрсетілген 2-кестеде пайдаланушылардың шағымдары бойынша құрастырылды.

2 - кесте – **Зерттелетін аналогтардың негізгі кемшіліктері**

	Жеңілді сервистері	Туристік жүйесі	Навигация жүйесі
Қазақ тілінде интерфейс болмауы		*	*
Бағасынын болмауы	*		
Навигация жоқтығы	*	*	
Жаңалықтардың болмауы			*
Қосымша ақпарат болмауы	*		*

Осы талдау барысында жасалған негізгі тұжырым мынадай болды: қолданудағы барынша ыңғайлы болуы туристік қосымша жоғарыда аталған аспектілердің барлығын үйлестіруі тиіс. Қосымшаны әзірлеу кезінде ұқсас бағдарламалық өнімдерді талдау барысында анықталған кемшіліктерді мүмкіндігінше жою қажет.

Web – қосымшаларды әзірлеу үшін код редакторы (+IDE), PHP, CSS3, және HTML5 көмегімен жобаларды жасауға болады. Ең алдымен жаңа виртуалды орта құру қажет.

Қосымшаны жасау үшін екі түрлі платформа қолдануға болады. Оның біреуі Docker Compose екіншісі WordPress.

Docker ол контейнер — бұл бағдарламалық қамтамасыз етудің стандартты бірлігі, оған қосымша кодымен, іске қосу ортасымен, жүйелік құралдармен, кітапханалармен және баптаулармен жұмыс істеу үшін қажетті орта болып табылады [8].

Ал WordPress дегеніміз ашық бастапқы коды сайт, PHP тілінде жазылған және де WordPress-те дерекқор сервері ретінде MySQL қолданылады. WordPress бұл басқару жүйесі, ағылшынша CMS деп қысқартылған, басқару жүйесінің шифры [9].

Map.php файлына келетін болсақ ең керегі ол карта (8 сурет).



8-сурет. Map.php картасы

Жобамызда бастысы карта болғандықтан қате жібермеу үшін Яндекс картаны алдық <script src=https://api maps.yandex.ru/2.1/?lang=ru_RU<>/script>.

Картада локацияны тандаған ыңғайлы болу үшін var placeMark = new ymaps. Placemark([<?=$coor?>], кодың қолдануға болады.

Картада үлкейтіп , кішірейтіп, ары бері қозғалу үшін:

$center = validate_coors($_GET['center']);

$zoom = intval($_GET['zoom']);

$width = intval($_GET['width']);

$height = intval($_GET['height']);

$coor = null.

Қазіргі уақытқа дейін нақты уақыт режимінде адамдардың белгілі бір жерге бару үшін тур іздеп, гидпен барады. Сондықтан қосымшада соның бәрін ескере отырып, белгілі бір жерге турсыз өзіңе ыңғайлы болатындай жасалды.

Төменде жүйенің функционалдық мүмкіндіктері көрсетілген:

1. Android негізіндегі смартфонды географиялық координаттарды анықтау үшін пайдалану.
2. Туристік қызығушылықты білдіретін таңдалған санаттағы Yandex карталарында деректер базасынан іздеу және визуализация.
3. Маршрутты іздеу үшін қалаған қызығушылық нысандарын таңдау.
4. Шегерімдерді есепке алу мүмкіндігі бар таңдалған нысандар бойынша ақпараттық қолдау.
5. Таңдалған нысанды картада көрсету.
6. Yandex карталарын пайдаланып таңдалған бағыт бойынша шарлау.
7. Android платформасында клиенттік қосымшаны іске асыру.
8. MySQL орнатылған реляциялық деректер базасын пайдалану.

Бұл мақалада туристерге қызмет көрсету «Open Kazakhstan» мобильді қосымшаны құру негіздері көрсетілген. Болашақта туристік порталмен орналастырылуы және қамтамасыз етілуі мүмкін – билеттерді, қонақ үйлерді брондау, автомобильдерді жалға алу, көрікті жерлерді қарау, сақтандыру және саяхатқа байланысты шығындарды көруге болады.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Шымкент қаласына келетін туристер саны [Электрондық ресурс]- Режим доступа: https://www.inform.kz/kz/shymkentke-keletin-turister-sany-zhyl-sanap-artyp-keledi_a3596333. Қатынау күні: 6.02.2020ж.

[2] Геопозиционирование и геолокация в маркетинге [Электрондық ресурс]- Режим доступа: https://lib.rosdiplom.ru/library/prosmotr.aspx?id=910541. – Қатынау күні: 8.02.2020ж.

[3] Мобильное приложение для туристического агентства [Электрондық ресурс] – Режим доступа: http://hbb-it.ru/blog/27. Қатынау күні: 11.02.2020ж.

[4] Синаторов, С. В. Информационные технологии в туризме [Текст] / С. В. Синаторов, Н. В. Боченина. – М.: Инфра-М, 2014. – 336 с.

[5] Владимир Голощапов А.Л. Google Android. Смартофондар мен планшеттарға арналған қосымашал ПК. Издательство Питер 2012.

[6] Зачем и как использовать контейнеры [Электрондық ресурс]- Режим доступа: https://tproger.ru/articles/containers-explained. Қатынау күні: 10.02.2020ж.

[7] Разработка приложения для Android [Электрондық ресурс]- Режим доступа: https://www.sibsutis.ru/upload/a9e/ ВКР_Ермилов_РИ-27.pdf. Қатынау күні: 18.02.2020ж.

[8] Типы веб-сайтов – точная классификация Руководство по Docker Compose «habr» [Электрондық ресурс]- Режим доступа: https://habr.com/ru/company/ruvds/blog/450312. Қатынау күні: 20.02.2020ж.

[9] Что такое CMS WordPress [Электрондық ресурс]- Режим доступа: https://wpcourses.ru/chto-takoe-wordpress/. Қатынау күні: 20.02.2020

Мухамеджанова Г.С.

Разработка мобильного приложения «Open Kazakhstan» на платформе Android

Резюме. В статье рассматривается разработка мобильного приложения «Open Kazakhstan» на платформе Android. Это уникальный мультимедийный путеводитель для мобильных телефонов, предназначенный в социально – культурном сервисе и туризме для Южно – Казахстанской области Республики Казахстан. В данной статье автор описал концептуальную схему работы мобильного приложения «Open Kazakhstan», который позволяет сэкономить время и деньги туристов, найти достопримечательности и станет незаменимым помощником во время поездок. «Open Kazakhstan» представляет собой геоинформационную туристическую систему, которая была разработана в системах CRM Docker Compose и WordPress. Автор, изучая рынок мобильных приложений для туризма, пришел к выводу, что мобильное приложение «Open Kazakhstan» будет пользоваться большим спросом в казахстанском обществе.

Ключевые слова: платформа Android, система CRM Docker Compose, система WordPress, мобильное приложение «Open Kazakhstan», навигация, база данных, карты Яндекс.

УДК: 621.3.049.77.002:776

M. Myrzabekova[1*], N. Guseinov[1], Zhumabayev I.[1], M. Muratov[1], S.Zaitsev[2]

([1]National Nanotechnological Laboratory (NNLOT), Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
[2]Institute for Microelectronics Technology and High Purity Materials (IMT) RAS, Chernogolovka, Russia
*e-mail: Myrzabekova.M@kaznu.kz)

RESEARCH OF NANORELIEFS AND STAMPS FOR HOLOGRAPHIC PROTECTION

Abstract. This article describes the creation and study of high quality reliefs and stamps. The thickness of the relief is 40 nm. The created nanoreliefs were investigated by optical and atomic force microscopy. Several methods have been tested for their creation: dry etching, nanolithography and nanoprinting. The developed technology for the transfer of nanoreliefs on various surfaces is distinguished by the obtained high resolution about 10 nm and low energies of the used electron beam 1-150 μC/cm2. The obtained finished reliefs can be used in mints in the form of a high level security holograms, in photolithography for the manufacture of masks, in the creation of rainbow holograms, holographic gratings.

Key words: lithography, electron-beam lithography, nanorelief, nanostructuring, security elements, planar technology

М.М. Мырзабекова [1*], Н.Р. Гусейнов [1], И.И. Жумабаев [1], М.М. Муратов [1], С.И. [2]Зайцев

([1]National Nanotechnological Laboratory (NNLOT), Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
[2]Institute for Microelectronics Technology and High Purity Materials (IMT) RAS, Chernogolovka, Russia
*e-mail: Myrzabekova.M@kaznu.kz)

ИЗУЧЕНИЕ НАНОРЕЛЬЕФОВ И ШТАМПОВ ДЛЯ ГОЛОГРАФИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ

Аннотация. В статье описывается создание и исследование рельефов и штампов высокого качества, толщина которых составляет 40 нм. Созданные нанорельефы были исследованы оптической и атомно-силовой микроскопией. Были апробированы несколько методов для их создания: метод сухого травления, нанолитография и нанопечать. Разработанная технология переноса нанорельефа на различных поверхностях отличается полученным высоким разрешением порядка 10 нм и низкими энергиями используемого электронного луча 1-150 мкКл/см^2 и может быть использовано в монетных дворах в виде защитного

голографического рисунка, в фотолитографии для изготовления масок, в создании радужных голограмм, голографических решеток.

Ключевые слова: литография, электронная литография, нанорельеф, наноструктурирование, защитные элементы, планарная технология

1. Введение

Издавна защитная голограмма используется как средство борьбы с подделками. Голограмма - это регистрация полного волнового поля объекта на фоточувствительном материале в виде микро- или нанорельефного изображения. Среди средств защиты голография является эффективным и надежным способом, она может содержать объемную и энергетическую информацию.

Как только голограмма записана, и материал повторно освещен соответствующим светом, ранее созданная модуляция дифрагирует входящий луч и отображает голографическое изображение [1-5]. Размеры единичных элементов голографического микро- и нанорельефа сравнимы с длиной волны излучения лазера. Даже самая совершенная множительная и полиграфическая техника не способна воспроизвести такое разрешение. Вот почему голограммы являются наиболее эффективным визуальным средством защиты от подделки [6-10]. Таким образом, на сегодняшний день целесообразно делать наноразмерные голограммы, повторение и подделка которых еще сложнее на сегодняшний день по сравнению с микрорельефами.

С фактами подделки сталкиваются многие: производители оборудования, государственные органы выдачи паспортов и других документов, национальные банки, выпускающие денежные купюры, монеты, и др [11-16].

Более того, применение новой современной технологии в наноразмерном масштабе открывает новые возможности для дизайна и придает эстетически-привлекательные свойства для потребителей.

В предлагаемой работе были созданы нанорельефы, и разработанный нами метод является новейшим по сравнению с существующими технологиями.

2. Методы

Существует несколько способов создания изображения: нанолитография, наноимпринтинг и нанопечать. В нанолитографии применяются заряженные ионы или электронные лучи для переноса геометрического рисунка [17-20].

В работе описывается технологический процесс, в котором изначально была получена микроструктура методом центрифугирования, после микроструктура была проявлена при помощи технологии нанолитографии. Далее, было произведено напыление металла. Из рисунка 1 видно, что поверх проявленной микроструктуры было произведено напыление слоя металла - алюминия.

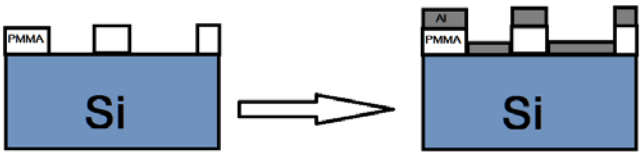


Рис. 1. Схема напыления проявленной структуры алюминием

Полученная структура с напыленным алюминием была исследована оптической микроскопией (рис.2)

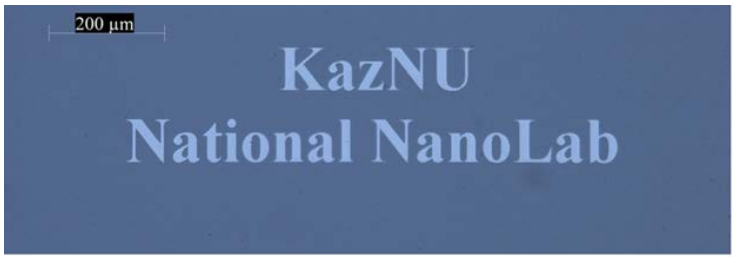


Рис. 2. Оптическое микрофото структуры,которая была получена при помощи электронной литографии (Al на Si)

Важно знать, что глубина пленки резиста должна быть больше глубины напыленного материала. Если не учесть данное условие, то на выявленных и не выявленных областях пленка напыленного материала сольется, и при растворении оставшегося резиста это усложнит исключение лишнего материала [21].

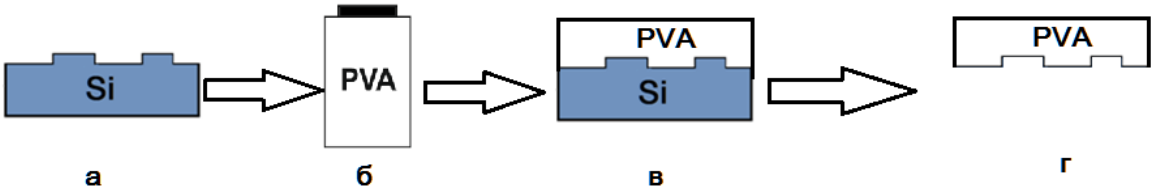
В итоге ионного травления микроструктуры возникнет параллельное удаление, как кремния, так и металла, это и в конечном итоге создало заданное изображение на поверхности кремния в виде рельефа. Готовый нанорельеф показан на рисунке 3.



Рис. 3. Оптическое микрофото структуры, которая была получена при помощи электронной литографии (Al на Si) после проявки

Полученный нанорельеф можно перенести на другую поверхность, тем самым можно получить несколько штампов, которые в свою очередь можно применять несколько раз.

В связи с этим, было разработано 2 способа переноса нанорельефа, а так же данные способы были отработаны. Первый способ это механический перенос нанорельефа.



а-нонорельеф, б-применяемый полимер ПВС, в-нанесение полимера на нанорельеф, г-полученный штамп

Рис. 4 – Процесс переноса нанорельефа на ПВС

Вся процедура переноса нанорельефа на ПВС(поливиниловый спирт) показан в виде схемы на рисунке 4.Отсюда на рисунке 4а нанорельеф на Si, который уже был получен ранее. Следующим шагом является процедура подготовки ПВС марки 18/11 при температуре 50˚С (рис.4б). Далее нанесение ПВс на подложку (рис.4в). Отщеплена пленка ПВС, с перенесенным изображением нанорельефа, после сушки при комнатной температуре на протяжении 120-ти минут (рис.4г).

Следующим отработанным способом является наноимпринтинг или нанопечатная литография, при помощи которого происходит перенос нанорельефа на иную поверхность.

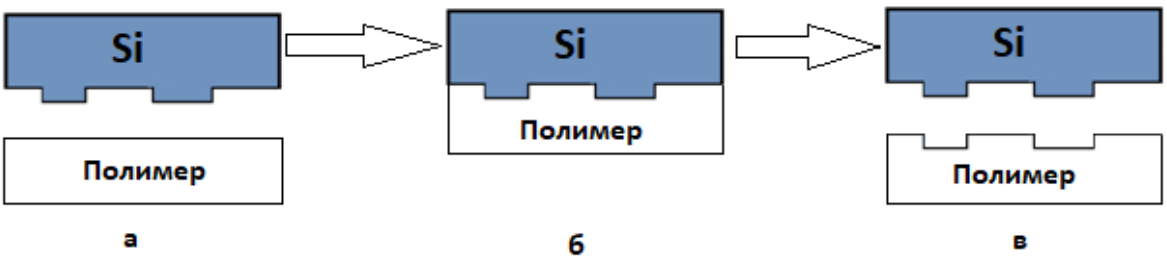


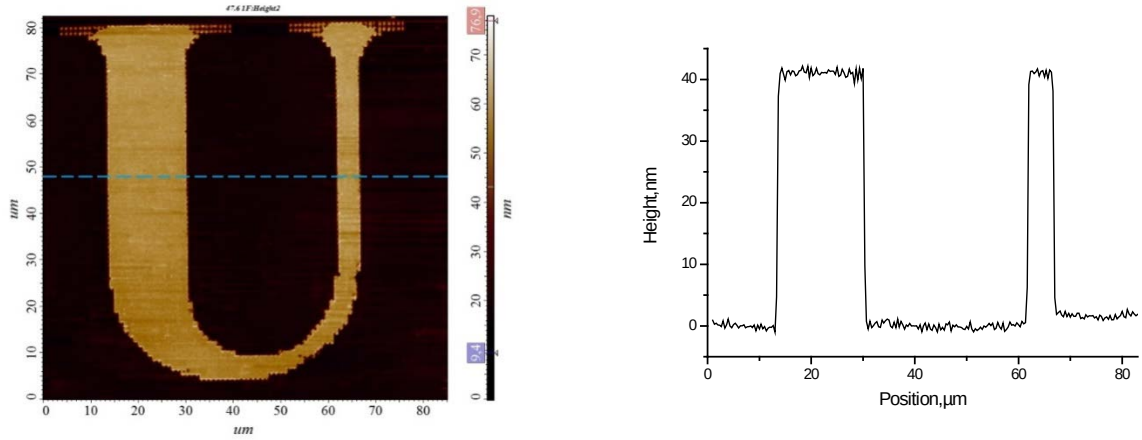
Рис. 5. Процесс нанопечатной литографии

Метод наноимпринтинга показан на рисунке 5 в виде схемы. Первым шагом является подготовка шаблона на полимер, как показано на рисунке 5а. Следующий шаг это процедура

вдавливания шаблона на полимер(рис. 5б).Далее, последним шагом является уже получение готового отпечатка на полимере (рис. 5в).

3. Результаты и обсуждение

Нанорельеф, который был получен, проиллюстрированный на рисунке 3, был так же проанализирован при помощи атомно-силовой микроскопии (рис. 6): была выявлена толщина микроструктуры при помощи профиля, она составляет 40 нм (рис.6б).



а б

Рис. 6. АСМ изображение буквы U из слова KazNU (а) которое было получено методом нанолитографии и ее профиль (б)

Штамп, полученный из ПВС с помощью механического способа, показан на рисунке 7. Данная микрофотография была получена после 7-10-ти отпечатков, что говорит о том, что можно применять штамп несколько раз без ухудшения эксплуатационных характеристик. И так же, что очень важно, из одного полученного нанорельефа можно сделать несколько штампов.



Рис. 7. Оптическое микрофото штампа на ПВС, который был получен механическим способом

Микрофотография, которая была получена при помощи нанопечатной литографии, показана на рисунке 8.



Рис. 8. Оптическое микрофото штампа на ПВС, который был получен при помощи нанопечатной литографии.

По данным технологиям была создана защитная голограмма на монете (рисунок 9), которая изготовлена в ННЛОТ (Национальной Нанотехнологической Лаборатории Открытого Типа).

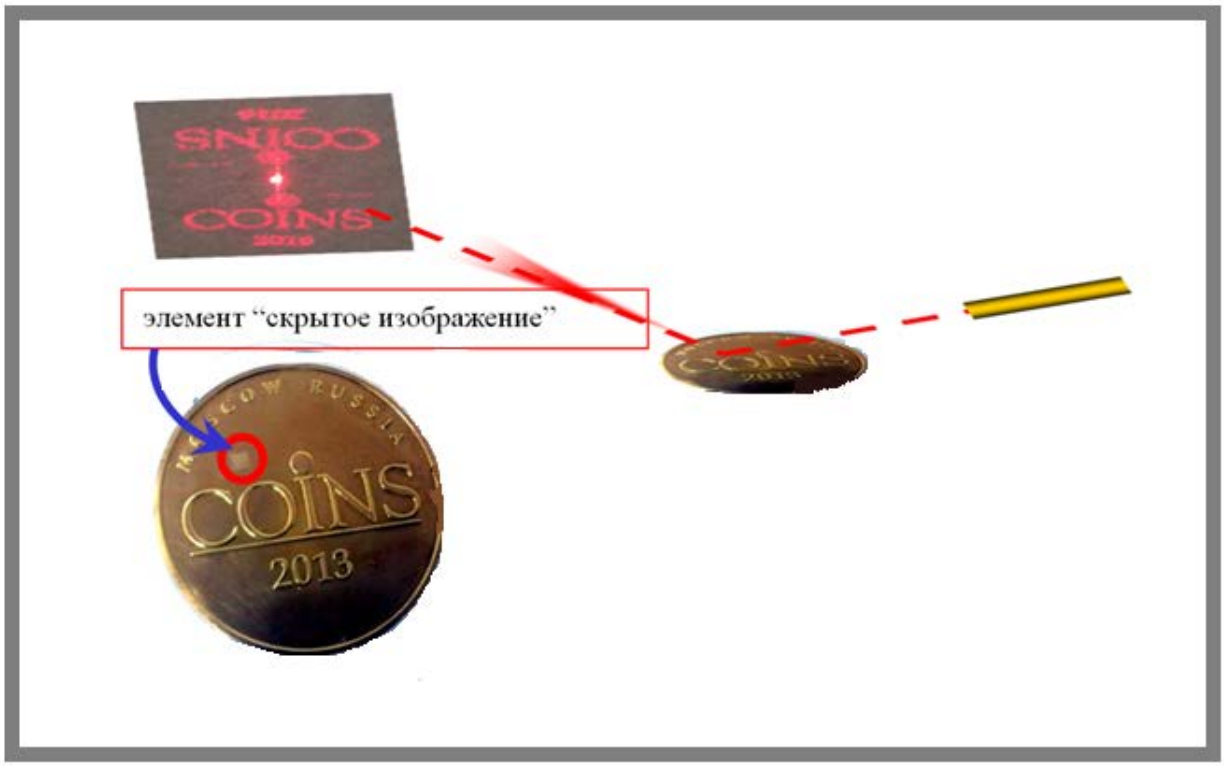


Рис. 9. Защитная голограмма, созданная технологией нанолитографии.

Как видно из рисунка, на монете есть элемент скрытого изображения, но данный элемент невозможно увидеть невооруженным глазом. При засветки обычным лазером можно увидеть данный элемент скрытого изображения.

Так, данная технология находит применение в монетных дворах, в ювелирных фабриках, в качестве защиты от подделок. Находит применение так же в фотолитографии и при изготовлении сотовых телефонов - в микросхемах.

4. Заключение

Предлагаемая голограмма имеет ряд преимуществ: высокие показатели по уровню защиты от подделок, что весьма актуально для рынка. Также продукция в авторизованной голографической упаковке приобретает в глазах потребителя больший спрос, чем аналогичная, но не защищенная от подделки продукция.

5. Благодарности

Работа была выполнена при поддержке МОН РК по грантовому финансированию № AP05134926 «Технология электронно-ионной литографии для голографической защиты монет, слитков и изделий из драгоценных металлов».

ЛИТЕРАТУРА

[1] Blanche P.A. Holographic Recording Media and Devices // Optical Holography-Materials, Theory and Applications. — 2020. — P. 41–60. doi:10.1016/b978-0-12-815467-0.00002-5.

[2] Rai-Choudhury P. Micromachining and Microfabrication. Handbook of Microlithography. — 1997. ISBN: 9780819497864.

[3] Salenko D.S. History of the development and application of MEMS technology // Automation and software engineering (3) — 2013. — 5. — P. 68-74.

[4] Mohammad M.A., Fito T., Chen J., S. Buswell, M. Aktary, M. Stepanova, S.K. Dew. Systematic study of the interdependence of exposure and development conditions and kinetic modelling for optimizing low-energy electron beam nanolithography // Microelectronic Engineering. — 2010. — 87. — P. 1104–1107. DOI: 10.1016/j.mee.2009.11.047.

[5] Shiyi Liu, Akram Al-Shadeedi, Vikash Kaphle, Chang-Min Keum, Björn Lüssem. Patterning organic transistors by dry-etching: The double layer lithography // Organic Electronics — 2017. — 45. — P. 124-130. DOI: 10.1016/j.orgel.2017.02.026.

[6] Xiaqi Huanga, JinhaiShao, ChialinTsou, SichaoZhang, Bingrui Lu , Ling Hao, Yan Sun, Yifang Chen. A novel PMMA/NEB bilayer process for sub-20 nm gold nanoslits by selective electron beam lithography and dry etch // Microelectronic Engineering. — 2017. — 172. — P. 13-18. DOI: 10.1016/j.mee.2017.02.007

[7] K.L. Lee, et al. Ultrasensitive biosensors using enhanced fanoresonances in capped gold nanoslit arrays // Sci. Rep. — 2015. — 5. — P. 8547-1-8547-9. DOI:10.1038/srep08547.

[8] J. Zhou, L.J. Guo. Achieving angle-insensitive spectrum filter with the slitnanoresonator array structure // J. Nanophotonics — 2014. — 9. — P. 093795-1-093795-10. DOI:10.1117/1.JNP.9.093795.

[9] Yuan Jun, Kan Qiang, Geng Zhao-Xin. High refractive index sensitivity sensing ingoldnanoslit arrays // Chin. Phys. B. — 2014. — 23. — P. 084201-1-5. DOI: 10.1088/1674-1056/23/8/084201.

[10] G. Grenci, E. Zanchett, A. Pozzatoa , G. Della Giustina, G. Brusatin , M. Tormena. High resolution spin-on electron beam lithography resist with exceptional dry etching resistance // Applied materials today. — 2015. — P. 15-19. DOI: 10.1016/j.apmt.2015.06.003.

[11] F Laermer, Robert Bosch GmbH, Stuttgart. Dry Etching. — Germany. —Elsevier Inc. 2016.

[12] F. Ante, F. Letzkus, J. Butschke, U. Zschieschang, J. Burghartz, K. Kern, H. Klauk. Top-contact organic transistors and complementary circuits fabricated using high-resolution silicon stencil masks // Device Research Conference (DRC). — South Bend USA, 21-23 June 2010. — P. 175–176.

[13] H. Klauk, U. Zschieschang, J. Pflaum, M. Halik. Ultra low power organic complementary circuits // Nature. — 2007. — 445. — P. 745–748. DOI: 10.1038 / nature05533.

[14] M.A. Bruk, E.N. Zhikharev , D.R. Streltsov, V.A. Kalnov , A.V. Spirin. The new dry method of mask (relief) formation by direct electron-beam etching of resist // Microelectronic Engineering. — 2013. — 112. — P. 1-4. DOI: 10.1016/j.mee.2013.06.003.

[15] Lei Yang. Nanotechnology-Enhanced Orthopedic Materials. — Woodhead Publishing, 2015. — 234 p.

[16] A.L. Chicherskaya, A.A. Pupyshev. The sputtering rate of elements in DC glow discharge, used in atomic emission spectrometry // Analytics and control. — 2015. — 19. — P. 230-241. DOI:10.15826/analitika.2015.19.3.003.

[17] N.Zh. Takibaev, S.I. Zaitsev, V.O. Kurmangalieva, D.M. Nasirova, M.N. Takibaeva, B.K. Abdykadyrov. Laboratory Workshop in Physics: Nanomaker Virtual Workshop, Nanotechnology, Thermodynamics. — Almaty Kazakhstan, 2012. — 140 p.

[18] Hanapiah, M. M. A., Sin, Y. K., Ibrahim, K., Senin, H. B., Carini, G., Abdullah, J. B., & Bradley, D. A. The Effect Of Dose Exposure In Electron Beam Lithography // AIP Conference Proceedings. — 2008. — P. 99-103. DOI: 10.1063/1.2940684.

[19] C. A. Deckert and D. A. Peters. Optimization of thin film wetting and adhesion behavior // Thin solid films. — 1980. — 68. — P. 417-420. DOI: 10.1016/0040-6090(80)90273-4.

[20] Valiev K.A. Physics of submicron lithography // M.: Science. — 1990. — P. 528.

[21] D. Chow, J. McDonald, D. King, W. Smith, K. Molnair, A. Steckl. An image processing approach to fast, efficient proximity correction for electron beam lithography // Journal of Vacuum Science & Technology B. — 1983. — 1. — P. 1383-1390.

УДК 504.4.054

N. Salikova[1], G. Seidakhmetova[1], S. Zhaparova[2], Z. Bayazitova[2], G. Kapbassova[1]
([1]A. Myrzakhmetov Kokshetau University, Kazakhstan, Kokshetau
[2]Sh. Ualikhanov Kokshetau State University, Kazakhstan, Kokshetau
E-mail: natsal66@mail.ru)

ASSESSMENT OF THE QUALITY CONFORMITY OF DECENTRALIZED WATER SUPPLY SOURCES TO SANITARY AND HYGIENIC REQUIREMENTS FOR DRINKING PURPOSE

Abstract. The article presents the results of a survey of the operating conditions and construction of groundwater wells for the population of Shchuchinsk, Akmola region. It was established that the owners of the wells did not comply with the sanitary and hygienic requirements for the choice of a land plot for the construction of a well, the conditions for their maintenance and the creation of sanitary protection zones. The analysis of the wells' water quality made it possible to formulate a conclusion about their unsuitability for the purposes of drinking water use. It is planned to conduct further systemic studies in different seasons of the year with an increase in the sample of research objects.

Key words. Water Quality, Decentralized Sources, Wells, North Kazakhstan.

Н.С. Саликова[1], Г.И. Сейдахметова[1], С.Б. Жапарова[2], З.Е. Баязитова[2], Г.А. Капбасова[1]
([1]Кокшетауский университет им. А. Мырзахметова, Казахстан, Кокшетау
[2]Кокшетауский государственный университет им. Ш. Уалиханова, Казахстан, Кокшетау
E-mail: natsal66@mail.ru)

ОЦЕНКА СООТВЕТСТВИЯ КАЧЕСТВА ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ ВОДОСНАБЖЕНИЯ САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Аннотация. В статье представлены результаты обследования условий эксплуатации и сооружения колодцев грунтовых вод населения г. Щучинск Акмолинской области. Установлено несоблюдение владельцами колодцев санитарно-гигиенических требований по выбору земельного участка для сооружения колодца, условиям их содержания и созданию зон санитарной охраны. Анализ качества воды колодцев позволил сформулировать вывод о непригодности их для целей питьевого водопользования. Предполагается проведение дальнейших системных исследований в различные сезоны года с увеличением выборки объектов исследования.

Ключевые слова. качество воды, децентрализованные источники, колодцы, Северный Казахстан.

Введение. Согласно данным Всемирной организации здравоохранения, ежегодно около 2,1 млрд. людей на Земле подвергается риску заболеваний из-за употребления некачественной питьевой воды, «…не обеспечены безопасным и легко доступным водоснабжением по месту жительства» [1]. Значение водоснабжения, санитарии и гигиены для здоровья и развития отражено в результатах ряда международных форумов по вопросам политики здравоохранения и охраны окружающей среды и Руководству ВОЗ по качеству питьевой воды [2].

Проблемы качества питьевой воды и взаимосвязи со здоровьем населения многие годы остаются актуальными в мировом научном сообществе. Данное направление научных следований в первую очередь характерно для стран с дефицитом водных ресурсов и стран с низкой степенью водообеспечения населения качественной питьевой водой [3-7].

В Северном Казахстане, особенно в ее северо-восточных районах, ощущается острый водный дефицит питьевых вод. Существующая водохозяйственная система во многих сельских районах базируется на доставке поверхностных вод по групповому водопроводу, практически полностью самортизированному и неэффективному [8].

Причинами недостаточного водоснабжения сельского населения являются отсутствие пригодных водоисточников, нехватка трубчатых и шахтных колодцев, большая протяженность, энергоемкость и высокие затраты на эксплуатацию групповых водопроводов, высокий износ трубопроводов, высокая стоимость электроэнергии и оборудования для водоподъема из глубоких подземных горизонтов.

В связи с дороговизной реконструкция водопроводов, трубчатых и шахтных колодцев практически не ведется. Новое строительство водопроводов почти полностью прекращено.

Отсутствие ухода за колодцами, а также ликвидационных мероприятий на отслуживших свой срок водозаборных сооружениях способно привести к загрязнению подземных вод и являться причиной возникновений вспышек инфекционных заболеваний населения [9, 10]. Одной из задач достижения Республики Казахстан устойчивого развития является полное обеспечение населения качественной питьевой водой, соответствующей оптимальным физиологическим критериям [11, 12].

Таким образом, в условиях загрязнения поверхностных вод, проблематичности и нецелесообразности полного восстановления групповых водопроводов остро встает проблема использования подземных водоисточников, которые могут стать более качественными, надежными и экономически эффективными источниками водоснабжения. В этой связи своевременный мониторинг качества воды источников децентрализованного питьевого водонабжения является актуальным.

В данной статье представлена часть исследований, проводимых в рамках поиска технологии очистки природной воды и внедрению ее на локальном уровне и на местных очистных сооружениях. В статье приведены результаты первичного обследования условий сооружения частных колодцев и скважин на соответствие требованиям, предъявляемых к децентрализованным источникам водоснабжения и качеству вод хозяйственно-питьевого водопользования..

Методы исследования. Изучены нормативные требования, предъявляемые к выбору земельного участка, устройству шахтного колодца и качеству децентрализованных источников водоснабжения согласно санитарно-эпидемиологическим требованиям к водоисточникам, хозяйственно-питьевому водоснабжению, местам культурно-бытового водопользования и безопасности водных объектов [13].

Изучены и применены в лабораторных условиях ГОСТы и методические указания по методам определения бактериологических, органолептических, физико-химических показателей качества воды.

Результаты и их обсуждение. Как правило, выбор места для устройства колодцев производится на основании геологических и гидрогеологических данных. Однако обследование показало, что население обследованной территории часто сооружает колодцы и скважины без предварительных гидрогелогических исследований. При этом население часто не учитывает, что место колодца/скважины должно находиться на возвышенном участке, удаленном не менее чем на 50 метров выше по потоку грунтовых вод от существующих или возможных источников загрязнения. Поэтому зачастую такие источники воды ошибочно установлены в местах с понижением рельефа, на участках затапливаемых паводковыми водами. Также наблюдали несоответствие требованиям санитарно-эпидемиологических правил о размещении колодца не ближе 30 м от магистралей с интенсивным движением транспорта. Многие колодцы расположены на расстоянии менее 100 м от жилых зданий. Многие собственники колодцев не знакомы с необходимостью сооружения дренажной системы водоотведения. Также установили, что в большинстве случаев колодцы не имеют ограждений, дорожки к колодцам не имеют твердого покрытия.

В связи с этим нами исследованы основные показатели качества колодезной воды на примере населенного пункта г. Щучинск.

Для исследования были отобраны три индивидуальных колодца, имеющих одинаковую глубину залегания водоносных слоев. Отбор проб был произведен в летний период в соответствии с СТ РК ГОСТ Р 51593-2003 «Вода питьевая. Отбор проб». Отобранные пробы колодезной воды были исследованы по органолептическим, обобщенным показателям и содержанию минеральных компонентов согласно методов, утвержденных в СТ РК ГОСТ Р 51232-2003 «Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества» (таблицы 1-3).

Таблица 1 – **Результаты анализа органолептических показателей воды**

Показатели	Колодцы			Нормативы (ПДК), не более
	1	2	3	
Запах, (баллы)	1	1	0	2
Привкус, (баллы)	1	0	0	2
Цветность, (градусы)	40	0	11	20

Из таблицы 1 видно, что показатель цветности 1-го колодца превышает ПДК в 2 раза. Исходя из того, что содержание железа в исследуемых пробах в пределах нормы (таблица 3), можно судить о

присутствии окрашенных органических веществ (главным образом соединений гуминовых и фульвовых кислот), в большинстве случаев окраску подземным водам придают именно эти вещества.

Таблица 2 – **Результаты анализа воды по обобщенным показателям**

Показатели	Колодцы			Нормативы (ПДК), не более
	1	2	3	
Водородный показатель, (pH)	8,11	7,58	8,26	7-10
Общая жесткость, мг-экв./л	5,10	15,68	5,94	6-9

Исходя из результатов таблицы 2 можно сделать вывод о повышенной жесткости воды второго колодца (качество воды относится к категории «очень жесткая») на 6,68 мг-экв./л (74%), превышающей норматив. При длительном употреблении воды с повышенной жесткостью может происходить накопление солей в организме и, в конечном итоге, приводить к развитию сердечно-сосудистых заболеваний и репродуктивной недостаточности [14, 15], атопического дерматита у детей [16], к заболеваниям суставов (артриты, полиартриты), к образованию камней в почках, желчном и мочевом пузырях [17, 18].

Таблица 3 - **Неорганические вещества**

Показатели, мг/л	Колодцы			Нормативы (ПДК), мг/л, не более
	1	2	3	
Сумма (Na^++K^+)	197	83,5	582	-
Кальций (Ca^{2+})	35,3	176,0	32,9	-
Магний (Mg^{2+})	40,6	84,1	52,3	-
Железо (Fe, суммарно)	0,11	0,00	0,00	0,30
Цинк (Zn^{2+})	0,000	0,031	0,000	5,000
Кадмий (Cd, суммарно)	0,00	0,00	0,00	0,01
Свинец (Pb, суммарно)	0,0020	0,0003	0,0000	0,1000
Медь (Cu, суммарно)	0,005	0,002	0,00	1,00
Сульфаты (SO_4^{2-})	142,0	99,9	636,0	500,0
Хлориды (Cl^-)	79,1	193,0	121,0	350,0
Гидрокарбонаты (HCO_3^-)	427	657	744	-
Нитриты (NO_2^-)	0,377	0,066	0,089	3,300
Нитраты (NO_3^{2-})	70,9	55,4	84,2	45,0
Аммоний (NH_4^+)	0,59	0,44	0,36	2,00

Данные таблицы 3 свидетельствуют о превышении в обследованных водах содержания:

- нитратов (NO_3^{2-}) - первый колодец на 25,9 мг/л (57,5%), второй колодец на 10,4 мг/л (23,1%), третий - на 39,2мг/л (87,1%);

- сульфатов (SO_4^{2-}) – третий колодец на 136 мг/л (27,2%).

Таким образом, питьевая вода из трех индивидуальных колодцев не отвечает санитарно-гигиеническим требованиям:

- по превышению цветности – первый колодец;
- по превышению общей жесткости – второй колодец;
- по повышенному содержанию нитратов (NO_3^{2-}) - первый, второй и третий колодец;

- по повышенному содержанию сульфатов (SO_4^{2-}) - третий колодец.

Вместе с тем известно, что при концентрации уже более 20 мг/л нитраты оказывают токсическое воздействие на организм человека. Постоянное употребление воды с повышенным содержанием нитратов приводит к заболеванию крови, сердечно-сосудистой системы. Кроме того, при поступлении в организм человека и животного нитраты претерпевают трансформацию в нитриты, являющиеся боле токсичными для организма, чем исходные нитраты. Попадая в кровь нитриты окисляют ионы Fe^{2+} в Fe^{3+}. При этом образуется метгемоглобин, неспособный переносить кислород к тканям и органам, в результате чего может наблюдаться удушье человека и животного [19].

Содержание в воде сульфатов свыше 500 мг/л нарушает деятельность желудка и секрецию желудочного сока, что в свою очередь приводит к диарее. Систематическое и длительное употребление такой воды может вызвать желчекаменную болезнь [20].

Несмотря на то, что содержание ионов магния в природных водах и в водопроводной воде не нормируется (регламентируется общее содержание ионов магния, кальция и стронция, обусловливающее жесткость воды), последние исследования показывают, что употребление воды, содержащей ионы Mg^{2+} более 50 мг/л, способствует развитию склероза и гипертонии []. Из данных таблицы 3 видно, что содержание Mg^{2+} во втором и третьем колодцах на 34,1 мг/л (68,2%) и 2,3 мг/л (4,6%) выше указанной величины соответственно.

Принимая во внимание факт, что во всех трех пробах воды присутствуют хлориды, сульфаты, аммиак, нитриты и нитраты в концентрациях, повышаюзиъ риск развития различных заболеваний, а также отмечено превышение ПДК некоторых из этих компонентов, можно судить о наличии в воде органических загрязнений, что является свойственным водам колодцев, сооруженных без соблюдения санитарно-эпидемиологических требований. Предполагается наличие длительного и продолжающегося загрязнения, свидетельством которого является присутствие в воде всех колодцев продуктов глубокого разложения органического вещества – инов аммония и нитритов.

Заключение. Результаты обследования условий эксплуатации и сооружения колодцев в г. Щучинск Акмолинской области, показало несоблюдение их санитарно-гигиеническим требованиям. Анализ воды колодцев, выбранных случайным методом, имеющих одинаковую глубину залегания водоносных слоев, позволил сформулировать вывод о непригодности воды для целей питьевого водопользования. Употребление воды для питьевых целей без специальной очистки в первом и третьем колодце запрещено, во втором разрешается в ограниченном количестве.

С целью получения статистически значимых данных, достаточных для принятия решения по разработке метода очистки колодезных и грунтовых вод данного региона, преполагается проведение дальнейших системных исследований в различные сезоны года и с увеличением выборки объектов исследования.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Вода, санитария и гигиена. - https://www.who.int/water_sanitation_health/ru.

[2] Guidelines for drinking-water quality, fourth edition. - Geneva: WHO, 2011.- 564 p.

[3] Villanueva C.M., Levallois P. Exposure Assessment of Water Contaminants / In: Nieuwenhuijsen M.J., editor. Exposure Assessment in Environmental Epidemiology. - New York: Oxford University Press. - 2015. - Pp. 329-348.

[4] Li P., Wu J. Drinking Water Quality and Public Health // Exposure and Health. – 2019. – T. 1. – Pp. 1-7.

[5] Onda K., Lobuglio J., Bartram J. Global access to safe water: Accounting for water quality and the resulting impact on MDG progress // Int. J. Environ. Res. Public Health. – 2012. - №9:. – Pp. 880-894.

[6] Tosi Robinson D., Schertenleib A., Kunwar B.M., Shrestha R., Bhatta M., Marks S.J. Assessing the Impact of a Risk-Based Intervention on Piped Water Quality in Rural Communities: The Case of Mid-Western Nepal // Int. J. Environ. Res. Public Health. – 2018. -№15:1616.

[7] Villanueva C.M., Kogevinas M., Cordier S., Templeton M.R., Vermeulen R., Nuckols J.R., Nieuwenhuijsen M.J., Levallois P. Assessing Exposure and Health Consequences of Chemicals in Drinking Water: Current State of Knowledge and Research Needs // Environ. Health Perspect. – 2014. - №122. – Pp. 213-221.

[8] Kazakhstan National Report on the State of Water Resources and Key Challenges of Modern Governance // Seminar on the Role of Ecosystems As Water Suppliers. - Geneva, 13-14 December, 2004. – 32 p.

[9] Ercumen A., Naser A.M., Arnold B.F., Unicomb L., Colford J.M., Luby S.P. Can sanitary inspection surveys predict risk of microbiological contamination of groundwater sources? Evidence from shallow tubewells in rural Bangladesh //Am. J. Trop. Med. Hyg. – 2017. - №96. – Pp. 561-568.

[10] Murray R.T., Rosenberg Goldstein R.E., Maring E.F., Pee D.G., Aspinwall K., Wilson S.M., Sapkota A.R. Prevalence of Microbiological and Chemical Contaminants in Private Drinking Water Wells in Maryland, USA // Int. J. Environ. Res. Public Health. – 2018. - №15:1686.

[11] Медеу А.Р. Мальковский И. М., Толеубаева Л. С. Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление (концепция). – 2012. – 94 с.

[12] Постановление Правительства Республики Казахстан от 2 июля 2001 года N 903 «О проекте Указа Президента Республики Казахстан «О Государственной программе Республики Казахстан «Питьевые воды» на 2001-2030 годы»». https://tengrinews.kz/zakon/pravitelstvo-respubliki-kazahstan-premer-ministr-rk.

[13] Приказ Министра национальной экономики Республики Казахстан от 16 марта 2015 года № 209. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 22 апреля 2015 года № 10774. Об утверждении Санитарных правил «Санитарно-эпидемиологические требования к водоисточникам, местам водозабора для хозяйственно-питьевых целей, хозяйственно-питьевому водоснабжению и местам культурно-бытового водопользования и безопасности водных объектов». - http://adilet.zan.kz/rus/docs/V1500010774.

[14] Sengupta P. Potential Health Impacts of Hard Water // Int. J. Prev. Med. – 2013. - №4(8). – Pp. 866-875.

[15] Anderson T.W., Neri L.C.., Schreiber G.B., Talbot F.D., Zdrojewski A. Letter: Ischemic heart disease, water hardness and myocardial magnesium // Can. Med. Assoc. J. – 1975. – 113. – Pp. 199-203.

[16] Miyake Y., Yokoyama T., Yura A., Iki M., Shimizu T. Ecological association of water hardness with prevalence of childhood atopic dermatitis in a Japanese urban area // Environ. Res. – 2004. - №94. – Pp. 33-37.

[17] Neri L.C., Mandel J.S., Hewitt D. Relation between mortality and water hardness in Canada // Lancet. – 1972. - №1. – Pp. 931-934.

[18] Zielhuis R.L., Haring B.J. Water hardness and mortality in The Netherlands // Sci. Total Environ. – 1981. - №18. – Pp. 35-45.

[19] Ward M.H., Jones R.R., Brender J.D., de Kok Th.M., Weyer P.J., Nolan B.T., Villanueva C.M., van Breda S.G. Drinking Water Nitrate and Human Health: An Updated Review // Int. J. Environ. Res. Public Health. – 2018. - №15(7): 1557.

[20] Corradini S.G., Ferri F., Mordenti M., Iuliano L., Siciliano M., Burza M.A., Sordi B., Caciotti B., Pacini M., Poli E., De Santis A., Roda A., Colliva C., Simoni P., Attili A.F. Beneficial effect of sulphate-bicarbonate-calcium water on gallstone risk and weight control // World J. Gastroenterol. – 2012. - №18(9). – Pp.: 930-937.

[21] Leoni V., Fabiani L., Ticchiarelli L. Water hardness and cardiovascular mortality rate in Abruzzo, Italy //Arch. Environ. Health. – 1985. - №40. – Pp. 274-278.

УДК 332.135

A.B. Sansyzbayeva, A.A. Saipov, Zh.M. Assipova
(Al-Farabi Kazakh National Univer
(Eurasian National University named after L.N.Gumilyov, Nur-Sultan, Kazakhstan
e-mail: sansyzbayeva.ab@mil.ru)
sity, Almaty, Kazakhstan)

GEOGRAPHY OF ECONOMIC INTEGRATION OF PAVLODAR REGION WITH THE BORDER REGIONS OF RUSSIA

Abstract. This article discusses the integration relationship of economies, industrial enterprises of Pavlodar region and border regions of the Russian Federation. By virtue of the main trading partner of our country. The neighboring position of Russia, the formation of industrial enterprises contribute to the development and expansion of the influence of economic integration. The dominant foreign trade relations of Pavlodar region are established with this state. Of course, the neighboring position of Kazakhstan and Russia, the formation of numerous joint ventures has a positive impact on the expansion of the geography of economic integration and its impact on the development of regions.

Keywords: export, import, municipal, transit, district, distributor, factory.

А.Б. Сансызбаева, А.А. Саипов, Ж.М. Асипова
(Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті,
Нұр-Сұлтан қ., Қазақстан Рспубликасы, e-mail: sansyzbayeva.ab@mil.ru **)**
(әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ.,
Қазақстан Республикасы)

ПАВЛОДАР ОБЛЫСЫНЫҢ РЕСЕЙМЕН ШЕКАРАЛАС АЙМАҚТАРЫМЕН ЭКОНОМИКАЛЫҚ ИНТЕГРАЦИЯСЫНЫҢ ГЕОГРАФИЯСЫ

Түйіндеме. Мақалада Павлодар мен Ресей Федерациясының шекаралас облыстарының өзара экономикалық интеграциялық қарым-қатынасы, өнеркәсіп орындары қарастырылады. Ресей Федерациясы еліміздің экономикалық-географиялық жағдайына байланысты негізгі сауда әріптесі болып табылады. Еліміздің көршілес Ресеймен көршілес орналасуы, өнеркәсіп орындарының құрылуы экономикалық интеграциялық әсерін кеңінен дамытуға ықпал етіп келеді. Аталған Павлодар облысының сыртқы саудасының көп бөлігі осы елмен байланыс орнатқан. Қазақстан мен Ресейдің көршілес орналасуы, біріккен кәсіпорындардың көптеп құрылуына оң әсерін тигізіп экономикалық интеграцияның географиясын кеңейтіп интеграциялық әсерін қарқынды дамытуға ықпал ететіндігі сөз болады.

Түйін сөздер: экспорт, импорт, муниципал, транзит, өнеркәсіп орындары, округ, дистрибьютор, зауыт.

КІРІСПЕ

Экономикалық интеграциялық үрдістерді дамыту әлемдік экономиканың маңызды бағыты болып табылады. Қазіргі таңда шекаралас мемлекеттердің арасындағы өзара экономикалық қарым-қатынастар географиясын кеңейту мемлекеттік геоэкономикалық мәселеге айналып отыр. Соның дәлелі ретінде Қазақстан экономикалық интеграциялық үрдісті, егеменді ел ретінде танылған күннен бастап-ақ, алыс – жақын шекаралас мемлекеттермен сауда - экономикалық интеграциялық байланыстарды табысты дамытып келеді.

Біздің елдің экономикалық-географиялық жағдайына байланысты басты стратегиялық әріптестеріміздің бірі - Ресей Федерациясы. Қазақстан мен Ресейдің шекаралас облыстарының бірінші форумы 2003 жылдың 17 мамырында Омбы қаласында болып өтті. Кездесу барысында екі ел арасындағы қандай да бір тауар айналымының көлемін төмендететін кедергілерді жою бойынша белгіленген міндеттер тұжырымдалып, шекара маңында тұратын екі мемлекет азаматтарының қарым-қатынасын жеңілдетуге бағытталған шешімдер қабылданды [1].

Осындай келісілген дәстүрлі форумдардың нәтижесінде жаңа экономикалық интеграциялық саясат бағыттары нақтыланып отандық кәсіпкерлерге үлкен мүмкіндіктер туғызуда. Қазақстан қазіргі таңда сыртқы нарықтарға 700-ден астам тауарлар шығарып сатуда. Мысалы, экспорттық көлемі бойынша елімізден аталған облыс үлкен дәрежеде Ресейден – 42,3% (алюминий тотығы, тас көмір, электр қуаты, алюминий, ферроқорытпа т.б.) Қытайдан – 33,3% (кендер мен мыс концентраттар, мұнай коксы т.б.) шикізат пен дайын тауар тасымалданады. Облыстан жалпы Ресейге бағдарланған импорттың көлемі 60,1% - ды құрайды. Ресейден машина құрастыру тауарлары (темір жол локомотивтің бөліктері, вагондар, ауыл шаруашылығы машиналары, су буындағы турбиналар т.б.) және минералды өнімдер (тасты көмірден жасалған кокс, портландцемент, кварц және т.б.) әкелінеді [2].

Аталған көрсеткіштер Павлодар облысының көршілес мемлекеттердің экономикалық дамуына үлкен ықпал ететін облыстардың қатарында екендігін байқауға болады. Ол Ресей Федерациясының шекара маңындағы облыстары арасында аумақтардың өзара экономикалық интеграция қарым-қатынасын нығайту іс-шараларын тиімді жүзеге асыруда. Облыс атап айтқанда, 3 ресейлік облыспен ортақ шекаралары бар Павлодар облысының географиялық орналасуын ескеріп, шекаралас облыстарға ерекше мән беріледі. Павлодар облыс географиялық орналасуына қарай солтүстігінде Ресейдің Омбы облысымен, солтүстік-шығысында Новосібір облысы мен шығыста Алтай өлкесімен шектеседі.

ЗЕРТТЕУ НЫСАНЫ МЕН ӘДІСТЕРІ

Қазақстан мен Ресейдің көршілес орналасуы, біріккен кәсіпорындардың көптеп құрылуына оң әсерін тигізіп экономикалық интеграцияның географиясын кеңейтіп интеграциялық әсерін қарқынды дамытуға ықпал етіп келеді.

Географиялық орналасуына қарай Омбы облысының 32 муниципалдық аудандарының 9-ы Қазақстанмен шектесіп жатыр. Омбы облысымен Павлодардың 2 ауданы шектеседі: Железі мен

Ертіс. Павлодармен Омбы облысының - Черлак, Нововаршав, Русско-Полян аудандарымен шектеседі. Шекараның жалпы ұзындығы - 267 шақырым (Павлодар облысының Ресеймен шекаралас жатқан аймақтары карта -1 анық көрсетілген) [3].

Бүгінгі таңда Омбы облысы негізінен электр энергетика, тамақ, мұнай-химия және химия өнеркәсібі, машина жасау, металл өңдеу, құрылыс материалдарын өндірумен айналысады. Омбы экономикалық - географиялық орналасуына қарағанда тиімді көлік жағдайы бар облыс қатарында. Транссібір магистралі мен Ертіспен қиылысатын жерде орналасуына байлыныстыерте замандардан бері сауда-өнеркәсіп ірі транзиттік көлік торабы орталығы болып табылады. Соңғы мәлімет бойынша Омбы облысының сыртқы сауда айналымының 30%-ы біздің елге тиесілі екендігі анықталды. Ресейге тек павлодарлық кәсіпорындар ғана бір миллиард доллардан астам өнімді экспорттаған. Экспорт көлемі 27% - ға өскен. Павлодар мен Омбы облыстары арасында 2017-2020 жылдар аралығындағы өзара қарым – қатынас бағдарламасына қол қойылған. Павлодар мен Омбы облыстары арасында тығыз экономикалық және мәдени байланыстар орнатылып, екі өңірде 200 - ге жуық бірлескен кәсіпорындар табысты жұмыс істеуде.

Қазіргі таңда Павлодар облысындағы үлкен сұранысқа ие болып отырған кәбіл-сым өнімдерін шығаратын "Қазэнергокабель" АО кәсіпорны 1994 жылы алғашқы өнімдерін шығара бастаған. 1999 жылдан бастап кәсіпорын өз өнімдерін сыртқа ірі көлемде шығаруды қолға алған.

ҚР Президентінің Жарлығына сәйкес құрылған **ресейлік кәсіпорындармен тығыз қарым-қатынас** орнатқан Павлодардың "Қазэнергокабель" АО мен Омбылық "Логан" ЖШҚ-мен 2012 жылы кәбіл-өткізгіш және электротехникалық өнімдерді өндіру және сату саласында 100 миллион рубльге келісім-шартқа қол қойылған. Қазір бұл компания кәбіл-сым өнімдерін өндіретін ірі отандық кәсіпорынға айналып үлгерді. **Аталған** кәсіпорын алты мыңға жуық өнім түрлерін шығарып, оның жартысына жуығын Ресей Федерациясына экспорттайды. Алюминий құймалары Мәскеу, Омбы, Новосібір мен Томбы қаласына жеткізіледі [4].



Карта 1 - Павлодар облысының Ресей мен Қазақстанның шекаралас аймақтары картасы

2019 жылғы 27 ақпан мен 1 наурыз аралығында Омбы облысы мен Павлодар облысы арасында болған ресми іскерлік кездесу барысында ынтымақтастық туралы 4 меморандумға қол қойылды:

Павлодар облысының кәсіпкерлер палатасы (Қазақстан Республикасы) мен «Омбы сауда-өнеркәсіп палатасы» Одағы (Ресей Федерациясы, Омбы облысы),"ТД "Электроточприбор" ЖШҚ (Омбы облысы) және "Мастек-НС" ЖШС (Павлодар облысы), "Интерфуд" ЖШС (Павлодар облысы) мен "Омбы минералды су құю зауыты" ЖАҚ (Омбы облысы), Талисман ЖК (Омбы облысы) және "PROGRESS GROUP PLUS" ЖШС (Павлодар облысы).

Өнімді жеткізуге сыртқы экономикалық келісім-шарт "Белград" ЖШС (Павлодар облысы) және "Сібір" Өндірістік жабдықтау орталығы" ЖШҚ (Омбы облысы) (шаруашылық мақсаттағы халық тұтынатын тауарлар) арасында байланыс орнатылған [5].

Павлодармен шекаралас орналасқан Новосібір облысының географиялық орналасуы келесідей аудандармен шектеседі. Павлодармен Новосібір облысының Чистоозер, Купин, Баған, Карасук аудандарымен шектеседі. Новосібір облысымен Павлодардың Железі, Тереңкөл, Успен аудандарымен шектесіп жатыр.

Сондай-ақ, Новосібір облысында жыл сайын губернатор басшыларының қатысуымен аймақаралық ынтымақтастық форумы болып тұрады. 2007 жылдың 4 қазанында Ресей Федерациясы мен Қазақстан Республикасының президенттерінің қатысуымен форум Новосібір қаласында болып өтті.

2009 жылы Новосібір облысының губернаторы шекара маңы ынтымақтастығын 2025 жылға дейінгі тұжырымдамасын бекітті. Тұжырымдаманың басты мақсаты жан-жақты интеграциялық үрдістерді дамыту, әлеуметтік-экономикалық жағдайды жақсарту, достық және шекаралас аудандардағы көршілес Ресей-Қазақстан мемлекеттік шекарасының Новосібір бөлігіндегі қауіпсіздікті нығайту болып табылады [6].

Сонымен қатар Қазақстанның үш облысымен белсенді қарым-қатынас жасайтын Новосібір облысындағы зауыттардың бірі "Элсиб" ААҚ өз өнімдерінің үштен бірінен астамын Қазақстанға жеткізіліп отырады. Аталған уақытқа дейін Новосібір облысының аумағында бірлескен 42 қазақстандық кәсіпорынмен жұмыс істейтіндігі тіркелген.

Қазақстанның басты ірі өнеркәсіп индустриясына айналған Павлодар облысындағы кәсіпорындар Новосібірдің "Сибэлектротерм" ААҚ, "Искра" ФГУП "МӨЗ" – Новосібір аспап жасау зауыты, "Новосібір электродты заводы" ААҚ, "Новосібір металлургия зауыты" ААҚ "Кузьмина" және басқа да өнеркәсіп орындарымен тығыз қарым – қатынас жасайды. Павлодардың шығыс бөлігімен шектесетін Ресейдің Алтай өлкесі (212 км) еліміздің тұрақты сыртқы сауда әріптесі болып табылады. 2017 жылғы тауар айналымының жалпы үлесі шамамен 30%-ы құрайды. Біздің Сібір кеден басқармасының мәліметтерін талдау бойынша, өткен жылмен салыстырғанда Қазақстан Республикасымен тауар айналымы 56% - ға артып, 422 млн АҚШ долларын құраған. Темір жол вагондары мен олардың бөлшектері (8 есе), тас көмірден алынатын кокс пен жартылай кокс (67% – ға), ауыл шаруашылығы техникасы (70% – ға), шина (34% – ға) экспорттық жеткізудің ұлғаюына байланысты, импорт көрсеткіштері 38% - ға өскен (жаңа піскен көкөністер - 4,5 есе, битуминозды көмір - 67% - ға, полипропилен - 24% - ға). Қазақстаннан Алтай өлкесіне жіберілетін негізгі импорттың бірі - көмір.

Алтай өлкесінің шекарасы Павлодар облысымен Бөрілі ауданы, Славгород қалалық округі, Яровое қалалық округі, Табын ауданы, Құлынды ауданы, Ключев ауданы, Михайлов аудандарымен шекаралас орналасқан. Павлодармен Алтай өлкесінің Успен, Аққулы аудандары шектеседі.

Алтай өлкесімен Павлодар облысы арасында экономикалық интеграция шаруашылықтың түрлі салаларында қарқынды дамуда. Облыс қоңыр көмір, қара металдардан жасалған бұйымдарды экспорттайды. Алтай өлкесінен кокс және жартылай кокс, ағаш материалдары, темір жол шпалдары және басқа да өнімдер, жабдықтар, сондай-ақ пневматикалық резеңке шиналар әкелінеді. Алтайдың өнеркәсібі дамыған аймағына – Бийск, Рубцовск, Заринск, Алейск, Новоалтайск, Славгород қалалары жатады.

Қазақстанмен сыртқы байланыс қатынастарын жасайтын Алтай өлкесінің 20 кәсіпорыны бар. Олардың қатарында: "Алтайхимпром", "Бийск қазандық зауыты", "Сибэнергомаш", "Алтай-кокс","Алтай мотор зауыты", "Алтай шиналық комбинаты", "Алтайвагон" ААҚ, "Энергомашкорпорация" ААҚ және т.б. сияқты.

Өнеркәсіп кәсіпорындарының шекаралық ынтымақтастығы жоғары қарқынмен дамуда. Мысалы, "Сибэнергомаш" ААҚ мен "Бийск қазандық зауыты" ААҚ Алтай энергетикалық жабдықтарын өндірушілер Шығыс Қазақстан және Павлодар облыстарының ЖЭО-ын жаңғыртуға белсенді қатысуда. Алтайдың "Сибэнергомаш" ААҚ кәсіпорны Қазақстанның энергетикалық саласына арналған жабдықтың негізгі жеткізушілерінің бірі саналады. 2013 жылы аталған кәсіпорынға Екібастұз ЖЭО үшін қазандық жабдығы жеткізілді [7].

Қазақстанның шекаралас облыстарының жетекші металлургиялық кәсіпорындары - "Қазцинк" АҚ (Өскемен қаласы), "Семей құю-механикалық зауыты" ЖШС, "Қаз-Түмен" ақ (Риддер қ. Шығыс Қазақстан облысы), Ақсу ферроқорытпа зауыты (Ақсу қ. Павлодар облысы) "Алтай-Кокс"ААҚ кокс-химия өнімдерінің ірі тұтынушылары болып табылады. Сонымен қатар, Алтай өлкесі мен Павлодардың арасындағы "Казэнергокабель» "АҚ мен "Аллеон" ЖШС кәсіпорындары арасында 300 млн.теңге сомасында алюминий сымдарын жеткізу туралы келісімшарт жасалған. Сондай-ақ "Стальмонтаж" ЖШС мен "Алтайтал" компаниясы - 25 млн.теңгеге көтергіштерді сатып алуға "Галицкое" ЖШС арасында

келісімдер бар. Алтай өлкесіндегі "Алтайкокс" ААҚ Павлодардың "Қазхром ТҰК" АҚ металлургия кешенінің кәсіпорындары арасында тікелей байланыс орнатылған [8].

НӘТИЖЕЛЕРІ МЕН ОЛАРДЫ ТАЛДАУ

Павлодар облысы экономикасында металлургия саласы жетекші орынды алады. Экспорттағы жалпы үлесі - 40% астам. Түсті металлургия бойынша еліміздегі индустрияның аса ірілері қатарына "Қазақстан алюминийі" АҚ мен "Қазақстан электролиз зауыты" АҚ өнеркәсіп орындары кіреді.

Ресей Федерациясына ай сайын 15 мың тоннаға дейін ферроқорытпа жөнелтіледі. Бұл өндірістің жалпы 10%-ын құрайды. Ал экономикалық интеграция географиясында машина жасау өндірісінің өнімдерін (балқыту пештерінің тораптары мен бөлшектері), сондай-ақ ресейден бізде кездеспейтін зауыттың жұмысын тұрақтандыратын кокс және антрацит сатып алынады.

"Екібастұзкөмір" МАҚ (бұрынғы "Экибастузуголь" бірлестігі) табысының 80% - на жуығын көршілес Ресейге көмір сатудан алады. Оның 30% — ға жуығы Свердлов, Челябі және Омбы облыстарында тұтынылады, өйткені Орал электр станцияларының, оның ішінде ең ірілері - Рефтинск ЖЭС (Свердлов облысы) көмірдің қымбат болуына қарамастан сапалы Екібастұз көмірін ғана пайдаланған. Бірақ уақыт өте келе ортадағы өзара төлемге байланысты құлдырауға әкеліп соғады. Қазақстан мен Оралдық өкілдер дағдарыстан шығудың көзін іздеп 1994 жылдың наурыз айында Екібастұздық отын-энергетика кешенін тұрақтандыру туралы келісімге қол қойған. Осы келісім шеңберінде "Богатырь" разрезінің ("Екібастұзкөмір" АҚ-ға кіретін) негізінде "Интеруголь" компаниясы құрылған. Оның негізгі мақсаты Екібастұз көмір дайындау нысандарын салу және пайдалану болып табылады. «Богатырь» кенішін техникалық қайта жарақтандыруды ұжымдық қаржыландыру Екібастұзға көмір өндірісін тұрақтандыруға мүмкіндік береді. Оралдағы өнеркәсіптік кәсіпорындар өз кезегінде қажетті жабдықты өндіруге тапсырыс алып, ал энергетика секторы көмірді төмен бағамен алады [9].

Дүние жүзіндегі аса ірі қуатты көмір кеніші саналатын «Богатырь Көмір» ЖШС мен «Степной» 1996 жылы ашық тендердің нәтижесінде американдық «Access Industries» компаниясы меншігін жекешелендіріледі. «Богатырь Көмір» ЖШС (қазақстандық "Самұрық-Энерго" АҚ мен ресейлік "РусАл" БК тең негізде басқаратын бірлескен кәсіпорын) ашық тәсілмен көмір өндіретін ірі өндірушісі және оның негізгі экспорттаушысы болып табылады. Компанияның үлесіне Екібастұз көмір бассейнінде өндірілетін көмірдің 60- ы және Қазақстанда өндірілетін көмірдің жалпы көлемінің 40% - ы тиесілі.

«Богатырь Көмір» ЖШС-нің баланстық қоры 2,75 миллиард тоннаны құрайды. Кәсіпорынның өндірістік қуаты – жылына 42 млн тонна көмір өндіреді, соның ішінде «Богатырь» кеніші бойынша – 32 миллион тонна, «Северный» кеніші бойынша – 10 миллион тоннаны құрайды [10].

Сонымен қатар «Богатырь Көмір» ЖШС көмірінің негізгі тұтынушылары Ресей Федерациясы Челябідегі «ОГК-2» ЖАҚ Троицкая ГРЭС және Рефтинская ЖЭО - «Энел Ресей» ЖАҚ филиалы болып табылады.

"Қазақстан алюминийі" АҚ Қостанай және Павлодар облыстарындағы кеніштерде өндірілетін Қазақстандағы жалғыз глинозем шығаратын кәсіпорын. Оның құрамына Павлодар алюминий зауыты, ЖЭО-1, Краснооктябрь және Торғай тау-кен комбинаттары және Керегетас шахталары кіреді [11]. Сондай-ақ Павлодар облысындағы ірі жұмыс беруші кәсіпорын саналады. "Қазақстан алюминийі" АҚ жыл сайын шамамен 4 миллион тонна боксит өндіреді, шамамен 1,4 миллион тонна глинозем шығарады.

Өнімді негізгі сатып алушы ресейлік «РусАл» біріккен кәсіпорны, онымен келісім-шарт "Қазақстан алюминийі" АҚ 2020 жылдың соңына дейін есептелген. Павлодар облысында өнеркәсіп өнімдерін шығаратын экспорттаушы кәсіпорындар төмендегі 1 - кестеде анық көрсетілген.

2004 жылдан бастап Павлодардың "Қазэлектромотор" ЖШС Барнаул қаласындағы ресейлік "Алтайталь" және Томбы қаласындағы "Сибэлектромотор" АҚ зауыттарының дистрибьюторы болып табылады.

Елімізде машина жасау саласы негізінде Павлодар облысының орыны бөлек. Өндірісті өлке Қазақстанның ірі кәсіпорындарын ауыр техникалармен қамтамассыз етіп отыр. Павлодар машина жасау зауыты 2012 жылы Қазақстанда тұңғыш рет 155 тонна жүк тасымалдайтын тіркеме құрастырып шығарған. Бұған дейін мұндай құрылғылар арнайы тапсырыспен Ресейде әрі қымбат бағаға жасалып келген болатын. Бүгінде зауыт өз өнімін Ресейге экспорттайды. Оның бірі Новокузнецк қаласына алғаш рет жол тартып, ал екіншісі Екатеринбургтің «ВИЗ-СТАЛЬ» компаниясына соңғы он жылда бесінші кран жеткізілген.

Қазақстандағы "Павлодар машина жасау зауыты" АҚ өнімдерінің негізгі тұтынушылары қайта өңдеу, тау-кен өндіру, мұнай-газ өндіру, металлургия және басқа да өнеркәсіп салаларының кәсіпорындары болып табылады.

Кесте 1. **Павлодар облысындағы басты экспорттаушы өнеркәсіп орындары**

Кәсіпорын	Мамандандырылған шаруашылық саласы	Экспортталатын өнім	Негізгі серіктестіктер
I. Металлургия саласы			
«Қазақстан алюминийі» АҚ	түсті металлургия (глинозем), электр энергетика	глинозем	РФ
«Қазақстан электролиз зауыты» АҚ	түсті металлургия (өңделмеген алюминий)	өңделмеген алюминий	РФ, Беларусь, Украина, Өзбекстан
«Қазхром» ТҰК АҚ филиалы Ақсу ферроқорытпа зауыты	түсті металлургия (ферроқорытпа өндірісі)	ферроқорытпа	РФ, Швейцария
«KSP Steel» ЖШС	қара металлургия (болат құю, жіксіз құбырлар)	жіксіз құбырлар, ферросиликоалюминий	РФ, Швейцария
II. Тау-кен өндіру өнеркәсібі			
«Богатырь Көмір» ЖШС	тау - кен көмір өндіру	көмір	РФ Біріккен кәсіпорын (Рефтинский ГРЭС пен)
«Еуроазиаттық энергетикалық корпорация» АҚ	көмір өндіру, электр, жылу энергиясын өндіру	көмір	РФ, Қырғызстан
«Майкубен - Вест» ЖШС	(лигнит өндіру),	көмір	РФ, Қырғызстан, Өзбекстан, Украина
«Майқаиналтын» АҚ	кен өндіру, мыс және құрамында алтыны бар концентраттар шығару	алтынды концентрат	РФ
III. Химия және мұнай химия өнеркәсібі			
«Нефтехим LTD» ЖШС	метилтретбутил эфирі, пропилен және полипропилен өндірісі	полипропилен, метилтрибутил эфир, полипропилендік қаптар	РФ, Қырғызстан, Өзбекстан, Украина, Түркия, Қытай, Тәжікстан
«Каустик» АҚ	түрлі негізгі бейорганикалық химиялық заттектер өндірісі	хлор, тұзды қышқыл	РФ
IV. Энергетика саласы			
«Болат Нұржанов атындағы Екібастұз ҚРЭС-1» ЖШС	электр энергиясын өндіру	электр қуаты	РФ, Қырғызстан
«ҚРЭС-2 Екібастұз станциясы» АҚ	электр, жылу энергиясын өндіру	электр қуаты	«ИНТЕР РАО ЕЭС» ААҚ (Ресей) «Самрұқ - Энерго» АҚ (Павлодар,Екібастұз қ.)
V. Машина құрастыру саласы *Кабелді-өткізгіш өнім өндірісі*			
«Қазэнергокабель» АҚ	кәбіл-өткізгіш өнімдерін өндіру	алюминий илемділігі, кәбілді – өткізгіш өнімі	РФ, Өзбекстан
Кешендік машина құрастыру өндірісі			
Павлодар машина құрастыру зауыты – «ERG SERVICE» - АҚ Филиалы	түрлі модификациялы крандарды шығару	крандар	РФ

Ескерту: [2] әдебиет негізінде автор құрастырған.

Қазіргі таңда "Павлодар машина жасау зауыты" АҚ Ресей нарығын белсенді игеруде. Атап айтатын болсақ, "Распад көмір компаниясы" ҚҚ, "Алтайкокс" ААҚ, "Березниковский содовый завод" ААҚ, "Оңтүстік Орал никель комбинаты" ААҚ, "Уралтрубпром" АҚ және Ресей Федерациясы мен жақын шетелдердің бірқатар ірі өндірістерімен ұзақ мерзімді іскерлік байланыстарды жолға қойып отыр. Екатеринбург, Междуреченск және Мәскеуде "Павлодар машина жасау зауыты" АҚ тұрақты өкілдіктері ашылды [12].

ҚОРЫТЫНДЫ

Қазіргі заманғы жаһандық үрдіске айналған экономикалық интеграция географиясының көкейкесті мәселелерін Қазақстан мен Ресейдің шекаралас облыстары мысалында жүргізілген біздің ғылыми зерттеу жұмыстарымыз, аталған үрдістің тарихи, әлеуметтік, экономикалық, географиялық түп негізінде жаңа белестер алып көршілес екі елдің экономикасының дамуына орасан зор ықпал етіп отырғандығын көрсетті. Мақалада әртүрлі меншік иесіндегі және екі елдің бірлескен өнеркәсіп орындарының статистикалық мәлеметтері негізінде Павлодар облысының Ресеймен шекаралас аймақтарымен экономикалық интеграция географиясының жан-жақтылығы баяндалған. Атап айтқанда, екі елдің экономикалық интеграция географиясының әртүрлі өнеркәсіп саласына маманданған ауыр өнеркәсіп орындары арасындағы шикізат пен дайын өнімдерімен алмасу географиялық зандылықтар аясында жалғасын тауып жатқандығының көршілес елдердің әлеуметтік-экономикалық дамуындағы маңыздылығын байқатады. Осы күрделі ғылыми мәселенің елдер экономикасының болашағын болжау мен модельдеуге зерттеушілерді жігерлендіре түсері сөссіз деген ой тудырады.

ӘДЕБИЕТ

[1] Бизнес - журнал, 2013/09: Омская область. С.18.

[2] Павлодар облысының экспорттық әлеуеті. Павлодар облысының индустриялық – инновациялық басқармасы, 2018.

[3] Мочалин, С.М. Выбор формы макрологистического взаимодействия в рамках приграничного сотрудничества на примере Омской области в регионов Казахстана / С.М. Мочалин, В.А. Миляева // Транспортная инфраструктура Сибирского региона. – 2014. – Т.1 – С. 92 – 98.

[4] «Қазэнергокабель» АО өнімдерінің жартысын Ресейге экспорттайды [Электронды ресурс] URL: http://www.elarna.net/koru_kk.php? tur=1&id=269397 (Өтініш берген күні 16.06.2014).

[5] Промышленность Омска. №1 (10) март 2019.

[6] Концепция приграничного сотрудничества Новосибирской области до 2025 года.: [Постановление № 288-р] – Новосибирск.

[7] «Алтайский край с рабочим визитом посетит Аким Павлодарской области Республики Казахстан Канат Бозумбаев» [Электронный ресурс] URL: http://news.ivest.kz/66128264-altayskiy-kray-s-rabochim-vizitom-posetit-akim-pavlodarskoy-oblasti-respubliki-kazahstan-kanat-bozumbaev.

[8] Павлодарцы заключили с Алтайским краем договоры о поставке продукции на 580 млн. тенге. Режим доступа: https://pavon.kz/post/view/33939.

[9] К модернизации казахской угледобычи подключились российские энергетики. Газета "Коммерсантъ" №236 [Электронный ресурс] URL: https://www.kommersant.ru/doc/97614 (Дата обращения 13.12.1994).

[10] Россия медленно перекрывает Казахстану угол [Электронный ресурс] Официальный бизнес портала «Inbusiness.kz» URL: https://inbusiness.kz/ru/news/rossiya-medlenno-perekryvaet-kazahstanu-ugol (Дата обращения 28.06.2016).

[11] 45 самых быстрорастущих компаний Казахстана [Электронный ресурс] URL: https://kursiv.kz/news/tendencii-i-issledovaniya/2017-12/45-samykh-bystrorastuschikh-kompaniy-kazakhstana (Дата обращения 22.12.2017).

[12] ПМЗ снижает энергопотребление производства на 43% [Электронный ресурс] Официальный бизнес портала «zakon.kz» URL: https://www.zakon.kz (Дата обращения 23.11.2012).

Сансызбаева А.Б., Саипов А.А., Асипова Ж.М.

География экономической интеграции Павлодарской области с приграничными регионами России

Резюме: В статье рассматриваются интеграционные взаимоотношения экономик, промышленных предприятий Павлодарской области и приграничных субъектов Российской Федерации. В силу основным торговым партнером нашей страны. Соседствующее положение России, образование промышленных предприятий способствуют развитию и расширению влияния экономической интеграции. Доминирующие

внешнеторговые отношения Павлодарской области установлены с этим государством. Безусловно, соседствующее положение Казахстана и России, образование многочисленных совместных предприятий оказывает положительное воздействие на расширение географии экономической интеграции и его влияние на развитие регионов.

Ключевые слова: экспорт, импорт, муниципал, транзит, промышленные предприятия, округ, дистрибьютор, завод.

УДК: 621.31.004.14

K.D. Duisebayeva,S. R. Turganaliev, A.S. Akasheva, L.V. Bissengaliyeva, D. Haluk
(Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty
E-mail: kulzada.duisebayeva@gmail.com;louisebissengaliyeva@gmail.com)

CURRENT STATE AND IMPACT OF THE OIL AND GAS INDUSTRY ON THE ENVIRONMENT OF KAZAKHSTAN.

Abstract: The article considers the current state of the oil and gas industry of the Republic of Kazakhstan, the volume of oil and gas production in recent years. Also, the impact of the oil and gas industry on land resources and the environment in General. It is investigated how harmful the oil and gas industry is to the environment, and some methods of cleaning oil pollution of soils and soils are reflected. The article shows the relevance of environmental and economic problems of the oil and gas complex of the Republic of Kazakhstan and possible ways to solve them, analyzes the role of the oil industry in the political and social development of the country. It is noted that the oil and gas complex has specific features that increase the intensity of man-made impact in environmental pollution. Today, one of the most pressing environmental problems is environmental pollution in oil and gas production areas. The ways of solving environmental safety at oil and gas fields are studied, taking into account the qualitative composition of Kazakhstan's oil, the latest innovative solutions to reduce emissions of toxic elements into the environment during the extraction and processing of hydrocarbons.

Keywords: oil, gas, oil and gas industry, pollution, environment, environmental safety, bioremediation, biostimulation.

К.Д. Дуйсебаева, С.Р. Турганалиев, А.С. Акашева, Л.В. Бисенгалиева, Д. Қалық
(Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы
louisebissengaliyeva@gmail.com)

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ВОЗДЕЙСТВИЕ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ КАЗАХСТАНА

Аннотация. В статье рассмотрены современное состояние нефтегазовой отрасли Республики Казахстан, объемы производства нефти и газа за последние годы. Также воздействие нефтегазовой отрасли на земельные ресурсы и на окружающую среду в целом. Исследовано, насколько пагубной является нефтегазовая отрасль для окружающей среды, отражены некоторые методы очистки нефтяных загрязнений почв и грунтов. Показана актуальность эколого-экономических проблем нефтегазового комплекса Республики Казахстан и возможные пути их решения, дан анализ о роли нефтяной отрасли в политическом и социальном развитии страны. Отмечается, что нефтегазовый комплекс имеет специфические особенности, усиливающие интенсивность техногенного воздействия в загрязнении окружающей среды. На сегодняшний день одной из актуальных экологических проблем является загрязнение окружающей среды в районах нефтегазодобычи. Исследованы пути решения экологической безопасности на нефтегазовых месторождениях с учетом качественного состава казахстанской нефти, последних инновационных решений по уменьшению выбросов токсичных элементов в окружающую среду при добыче и переработки углеводородного сырья.

Ключевые слова: нефть, газ, нефтегазовая отрасль,загрязнение, окружающая среда, экологическая безопасность, биоремедиация, биостимуляция.

Введение

Как известно, ведущее место в топливно-энергетическом секторе занимает нефть и газ. Она составляет основу топливно-энергетических балансов всех экономически развитых стран. Нефть и газ — национальное богатство добывающих стран, источник могущества, фундамент их экономики, фактор обороны и безопасности. Как уже отметили, что основными источниками экономической стабильности в Республике Казахстан являются нефть и газ, но в то же самое время они остаются и

основными источниками загрязнения природной среды: атмосферного воздуха, почвенно-растительного покрова, подземных и поверхностных вод. Загрязнение окружающей природной среды нефтью и газом происходит на всех этапах работы с ними, начиная с разработки месторождения и кончая хранением готовых переработанных нефтепродуктов. Пути и виды загрязнения природной среды разнообразны, т.к. вместе с нефтью и газом в окружающую среду попадают и побочные примеси. Так, например, при бурении нефтяных скважин происходит загрязнение не только атмосферного воздуха при выходе попутного газа, но и загрязнение подземных вод, почвенно-растительного покрова пластовыми водами, буровыми растворами, горюче-смазочными материалами и т.д.

В настоящее время в Республике Казахстан действует ряд законодательных актов, регулирующих общественные отношения в области экологии с целью предотвращения негативного воздействия хозяйственной деятельности на окружающую среду, жизнь издоровье населения.

По состоянию на 01 января 2019 года в Казахстане насчитывается более 250 месторождений нефти и газа, общий объем запасов нефти составляет около 30,0 млрд баррелей или 1,7 % от мировых запасов нефти. По разведанным запасам Республика Казахстан занимает двенадцатое место в мире, уступая странам Ближнего Востока, Латинской Америки, а также России и США[1].

Добыча сырой нефти за 2019 год в натуральном выражении составила 78,9 млн т, за 2018 г. – 77,5 млн т, за 2017 г. – 72,9 млн т, за 2016 г. – 65,6 млн т, за 2015 г. –64,5 млн т. Добыча сырой нефти за 2019 г. увеличилась по сравнению с 2015 г. на 16,4 % (на 11,9 млн т). Прирост добычи нефти в основном связан со стабильным ростом на месторождениях Кашаган (2018 г. – 13,2 млн т), Тенгиз (2018 г. – 28,6 млн т) и Карачаганак (2018 г. – 11 млн т). Суммарные показатели активов только по итогам 2019 г. составили 58 % от общего объема добычи нефти в Республике Казахстан.

По данным Комитета по статистике Республики Казахстан объем производства природного газа за 2019 г. в натуральном выражении составил 56,7 млрд м³, за 2018 г. – 55,5 млрд м³, за 2017 год – 52,9 млрд м³, за 2016 г. – 46,7 млрд м³, за 2015 год –45,3 млрд м³.Производство природного газа за 2015–2019 гг. увеличилось на 18,8 % (на 8,8 млрд м³)[1,2].Объем производства нефти и газа за 2015-2019 гг. представлен в таблице 1.

Таблица 1 - **Объем производства нефти и газа за 2015-2019 гг.**

Показатели	2015г.	2016г.	2017г.	2018г.	2019г.
Сырая нефть	64,5 млн.т	65,6 млн.т	72,9 млн.т	77,5 млн.т	78,9 млн.т
Природный газ	45,3 млрд м³	46,7 млрд м³	52,9 млрд м³	55,5 млрд м³	56,7 млрд м³

Нефтегазовая отрасль несёт в себе колоссальные опасности для окружающей среды и может вызывать последствия на разных уровнях: вода, воздух, почва. Наиболее распространенным и опасным следствием нефтяной промышленности является загрязнение нефтепродуктами, которое связано практически со всеми видами деятельности на всех этапах добычи нефти, от исследовательской деятельности до переработки. Другие воздействия нефтяной промышленности на окружающую среду проявляются в усилении парникового эффекта, появлении кислотных дождей, снижении качества воды, загрязнение грунтовых вод и потере биоразнообразия. Одним из главных элементов нефтедобывающего процесса является бурение. Разведочное бурение поисковых нефтяных месторождений, а также эксплуатация скважин негативно влияют на окружающую среду, однако наибольшее количество загрязняющих веществ попадает в окружающую среду в результате аварийных ситуаций, но и при нормальных условиях прохождения производственного процесса окружающая среда, в частности педосфера и гидросфера, подвергается разрушению. Это в основном связано с образованием значительных объемов отходов, в частности таких, как отработанная промывочная жидкость, удаленная порода и буровые сточные воды. В состав отходов, образующихся в процессе бурения, входит широкий спектр веществ органического и неорганического происхождения. При эксплуатации скважин для интенсификации добычи углеводородного сырья используют концентрированные растворы различных кислот, поверхностно-активных веществ, ингибиторов и др. Образование значительного количества промышленных отходов при сооружении

нефтегазовых скважин, а также обеспечение надёжного их хранения, обезвреживания, захоронения или вывоза в места удаления представляет собой очень серьёзную экологическую проблему. Около половины (56 %) общего объёма отходов составляют буровые сточные воды, 28 % приходится на отработанную промывающую жидкость, в остальные 16 % входят раствор для испытания и удалённая порода. За цикл использования воды в технологическом процессе содержание нефтепродуктов в буровом растворе сточных вод растет в 260-760 раз, содержание взвешенных веществ — в 146-400 раз, содержание органических веществ — в 348-652 раз, содержание водорастворимых солей и другие показатели растут сравнительно существенно. Как свидетельствует опыт эколого-геологических почв нефтепромысловых районов характерными являются такие загрязняющие вещества: нефть, нефтепродукты, фенолы, тяжёлые металлы (Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Pb, Cd, V), азотные соединения (ионы нитрата и аммония)[3,4].

Следует заметить, что загрязнение почвы нефтепродуктами в результате деятельности автотранспорта существенно отличается от разливов нефти при добыче и транспортировке, так как при этом в нижние горизонты нефтепродукты проникают постепенно, по мере роста концентрации веществ на поверхности. В их перечень входят практически все автотранспортные предприятия, трубопроводный транспорт, предприятия нефтехимической и нефтегазодобывающей промышленности. Аварии, связанные с выбросом углеводородов, случаются как в результате отказа оборудования (чаще электрохимическая и биологическая коррозия), так и в случае несанкционированного проникновения в трубопроводы. При сооружении скважин потенциальными загрязняющими веществами являются промывочные жидкости и тампонажные растворы, буровые сточные воды и буровой шлам, пластовые флюиды, горюче-смазочные материалы и другие отходы сооружения скважин[5].

По данным экологов, на организованных полигонах и хранилищах таких крупных нефтяных компаний, как «Мангистаумунайгаз», «Каражанбасмунай», «Узенмунайгаз», скопилось без малого 2 млн. тонн нефтяных отходов. Кроме технологических отходов на промыслах, значительное количество отходов образуется при ликвидации замазученных участков земли после порывов на выкидных линиях скважин, осевых или сточных коллекторах. Ежегодно на крупных месторождениях республики- Каражанбас, Узень, Жетыбай, Каламкас происходит 150 - 500 случаев порывов, в результате чего на рельеф местности сбрасывается от 145 - 500 тонн сырой нефти. Только эти порывы приводят к образованию до 90 тысяч тонн нефтяных отходов. [6].

Методы исследования и данные: статистический, системный, сравнительный, официальные материалы органов государственной статистики: Комитет по статистике Министерства Национальной экономики Республики Казахстан, Комитет геологии и недропользования Министерства по инвестициям и развитию республики Казахстан Министерство энергетики Республики Казахстан, интернет-ресурсы.

Результаты исследований и их обсуждение

Значительный ущерб природной среде причиняет загрязнение атмосферы предприятиями нефтяной и газовой промышленности. На долю нефтегазодобывающего комплекса приходится 70% вредных выбросов в атмосферу.

Основными источниками загрязнения атмосферы на промысле являются прискважинные подогреватели, факелы и подогреватели на установке комплексной подготовки газа. Источниками, оказывающими решающее влияние на уровень загрязнения атмосферы, являются компрессоры для обратной закачки очищенного газа в пласт, на долю которых приходится свыше 97% валового выброса диоксида азота - основного загрязнителя воздушного бассейна на нефтегазоконденсатном месторождении РК. Все отмеченное свидетельствует о необходимости принятия экстренных мер воздействия к производствам, оказывающим исключительно вредное влияние на параметры экологического состояния.

Технологические аспекты нефтедобычи тесно связаны с экологическими нормами регуляторов к проведению работ по недропользованию. В частности, это является одним из основных условий к развитию крупных инвестиционные проектов, в особенности Кашаган, Тенгиз и Северного Каспия с которыми связывают значительное увеличение объемов экспортируемой нефти. Выполнение требований к исполнению природоохранных кодексов и законодательства в области нефтедобычи является обязательным для всех компаний, осуществляющих добычу энергоресурса на территории РК. Мониторинг их исполнения ведется уполномоченным органом и подлежит обязательному лицензированию со стороны Министерства нефти и газа РК. Кроме того, наличие

обязательно сертификации ISO 9001 накладывает дополнительные обязательства по вопросам экологичности нефтедобычи на компании, задействованные в данном сегменте производства [7].

Нефтяная и газовая промышленность занимает первое место среди отраслей промышленности по объемам инвестиций. Несмотря на это, в основных районах нефтегазодобычи и нефтепереработки - Атырауской и Мангистауской областях - работы проводятся с применением отсталых технологий, устаревшего оборудования, что приводит к авариям и утечкам нефти. В результате чего общая площадь нефтяного загрязнения в Западном Казахстане составляет 194 тыс. га, а объем разлитой нефти - более 5 млн. т.

Практика сжигания попутного газа в факелах также наносит значительный экологический и экономический ущерб. Повышенный тепловой фон и подкисление компонентов окружающей среды вокруг месторождений при сгорании газа оказывают негативное влияние на почву, растительность, животный мир прилегающих к нефтяным комплексам районов, внося свой "вклад" в увеличение парникового эффекта. Безвозвратные потери газа составляют более 740 млн. м3 в год. Отмечена зависимость повышенной заболеваемости населения в зоне Тенгизского нефтегазового месторождения (более чем в 6 раз выше областных показателей) от загрязнения атмосферного воздуха диоксидами серы и азота.

Сегодня остро стоит вопрос с отходами производства на нефтепромыслах. С ростом добычи нефти появилась новая проблема - накопление больших объемов серы. Например, только на месторождении Тенгиз ее накоплено уже более 7 миллионов тонн. Оценка воздействия этой серы на окружающую среду еще не проводилась, только начата работа по переработке серы в гранулы для последующей продажи за рубеж [7].

В настоящее время наиболее перспективными методами для очистки нефтезагрязненных почв, как в экономическом, так и в экологическом плане являются следующие методы очистки: механические, термические, физико-химические и биологические, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – **Методы и способы ликвидации нефтяных загрязнений почв**

Методы	Способы ликвидации
механические	осуществляется путем отстаивания, фильтрации, либо сорбции загрязнений, однако не решает проблемы очистки и утилизации самих загрязнений, которые остаются практически в неизменном виде.
термические	основывается на сжигании загрязняющих веществ, однако из-за недостаточно высокой температуры в атмосферный воздух попадают продукты возгонки и неполного окисления нефти, а обезвреживаемые почвогрунты после сжигания необходимо размещать на полигонах ТБО.
физико-химические	производится с помощью растворителей, избирательно удаляющих нежелательные компоненты из очищаемого продукта.
биологические	заключается в направленной активизации почвенной микрофлоры, внесении микробных препаратов, разлагающих нефть, а также фиторемедиации снижении загрязнения почвы, основанного на стимуляции естественного почвенного сообщества нефтеокисляющих микроорганизмов.

В связи с отмеченными выше несовершенством существующих методов обезвреживания загрязненных нефтью и нефтепродуктами почвогрунтов, приоритетным направлением является разработка биосферосовместимых технологий, т.е. очищение окружающей среды и ее компонентов от загрязнений при помощи биологических методов, исходя из главного принципа: не нанести экосистемам больший вред, чем тот, который уже нанесен при загрязнении. При этом технологии должны обеспечивать очистку почвогрунтов от нефтяного загрязнения, разложение сложных нефтяных углеводородов до безвредных компонентов для биосферы, или, как минимум, снижать класс опасности загрязняющих веществ [7].

Наиболее распространенным и изучаемым методом данной технологии является биоремедиация, осуществляемая с помощью биостимуляции аборигенной микрофлоры, или внесением специализированных препаратов микроорганизмов, созданных для очистки загрязненных экосистем [8].В основе этого метода лежит использование уникальной способности микроорганизмов превращать различные токсические органические соединения в углекислый газ, воду и в собственную биомассу [9].

Использование нефтеокисляющих микроорганизмов для очистки окружающей среды является областью исследований многих отечественных и зарубежных ученых, однако информации о возможностях применения данного метода явно недостаточно, многие вопросы остаются не изученными.На современном этапе разработка и совершенствование технологий биоремедиации природных сред – область активных фундаментальных и прикладных исследований, в которой продолжается развитие технологий и поиск новых деструкторов углеводородов нефти для выявления оптимальных условий эффективного использования имеющихся способов очистки. Некоторые ученые считают, что максимального результата в процессах очистки от нефтепродуктов можно достигнуть, используя отдельные штаммы или ассоциации микроорганизмов, выделенные из почв, долгое время подвергавшиеся воздействию нефтяного загрязнения. Данная технология очистки почв и грунтов гарантирует получение положительного эффекта в течение одного вегетационного периода, в регионах с умеренным климатом. Однако, на практике, применение бактериальных препаратов, разработанных для районов, по климатическим и экологическим условиям сильно отличающихся от регионов применения препарата, зачастую, оказывается малоэффективным. Кроме того, неконтролируемое внесение в открытые экосистемы искусственных микробных популяций, зачастую неизвестного состава, может представлять значительную опасность как для функционирования почвенных биоценозов, так и для здоровья людей, занятых в технологическом процессе, ведь нередко такие микроорганизмы оказываются токсичными, токсигенными или фитопатогенными, а в некоторых случаях препятствуют восстановлению первоначального микробного сообщества в почве после проведения мероприятий по обезвреживанию загрязнений (микробная интродукция)[10].

Согласно современным данным, микроорганизмы, способные к деструкции нефти и нефтепродуктов, распространены в окружающей среде очень широко и могут быть выделены из любой почвы, осадочных пород, морской и речной воды. Такие микроорганизмы могут усваивать разнообразные органические соединения – углеводы, белки, жиры и пр. Численность микроорганизмов способных к деструкции нефтепродуктов в естественных биоценозах в большой степени зависит от климатических условий, типов почв, степени их обработки, глубины залегания грунтовых вод и т.д. Поэтому на современном этапе развития технологии, к наиболее успешным технологиям биоремедиации относятся те, в которых используются микроорганизмы, в естественных условиях присутствующие в загрязненной среде.

Совершенно очевидно, что использование естественных процессов для очистки среды от опасных соединений – процесс длительный, и при уровне загрязнения 5 г/кг почвогрунтов может длиться от 2 до 30 лет и выше [11, 12]. Поэтому актуальность исследований в области решения задач по повышению скорости деструкции нефтяного загрязнения аборигенной микрофлорой не вызывает сомнения.

С принятием в январе 2007 года Экологического кодекса Республики Казахстан (далее ЭК РК), утратили силу Закон Республики Казахстан «Об охране окружающей среды», Закон Республики Казахстан «Об охране атмосферного воздуха», Закон Республики Казахстан «Об экологической экспертизе» и изменилась концепция формирования законодательства, регламентирующего вопросы природопользования и экологической безопасности. В частности, был провозглашен принцип экосистемного подхода при регулировании экологических отношений (п.3 ст.5 ЭК РК), а в качестве целей экологической экспертизы провозглашено установление соблюдения баланса интересов экономического развития и охраны окружающей среды, а также предотвращения ущерба третьим лицам в процессе природопользования (п.2 ст.46 ЭК РК) [13].

Наряду с этим были введены новые виды экономического регулирования охраны окружающей среды и природопользования посредством рыночных механизмов управления эмиссиями в окружающую среду и сокращения выбросов и поглощения парниковых газов (ст. 95 ЭК РК). Целью законодательства о недрах и недропользовании объявлено обеспечение экономического роста и защиты интересов Республики Казахстан и ее природных ресурсов. Законодательно основными национальными интересами Республики Казахстан, направленными на обеспечение экологической

безопасности страны, провозглашено сохранение и улучшение состояния окружающей среды, рациональное использование природных ресурсов (п. 15 ст. 5 Закона РК «О национальной безопасности Республики Казахстан») [13].

Самой большой ошибкой, способной привести к экологической катастрофе в этом регионе, может стать бесконтрольное разбуривание шельфовой зоны на юго-западном, северном и восточном побережьях Каспия и последующее извлечение произвольных объемов углеводородного сырья. Не говоря уже о том, что значительные по пространственным размерам работы уже ведутся непосредственно в заповедных зонах, погоня за иностранными инвестициями в счет получения будущих дивидендов от реализации извлеченных ресурсов абсолютно не гарантирует поддержание экологической стабильности в целом по всему бассейну [14].

Таким образом, использование метода обеспечивает восстановление сильнозагрязненных почв и грунтов с последующей возможностью их дальнейшего хозяйственного использования, и является абсолютно безопасным методом, позволяющим производить переработку накопленного загрязнения непосредственно на месте, без выемки и транспортировки загрязненных грунтов.

Выводы

Загрязнения нефтью и нефтепродуктами встречаются повсеместно: в почвенном слое, гидросфере, атмосфере. В связи с ухудшением экологической обстановки, мы наблюдаем существенное ухудшение состояния как растительного, так и животного миров.Загрязнение окружающей среды происходит в результате добычи, транспортировки, переработки и утилизации нефти и нефтепродуктов, а также в результате несанкционированного сброса нефтепродуктов в водоёмы, техногенных аварий, промышленного производства. Стоки с городских территорий, морских портов, различных промышленных площадок также являются загрязнёнными данными веществами [15].

В современном мире существуют большое разнообразие методов, обеспечивающих эффективную защиту окружающей среды от загрязнений нефтью и нефтепродуктами. К наиболее распространенным методам относятся: механические, термические, физико-химические и биологические.

Влияние загрязнений нефтью на окружающую среду очень велико и носит комплексный характер. В связи с развитием нефтяной отрасли, можно предположить, что площадь территорий, загрязнённых нефтью и нефтепродуктами будет увеличиваться. Следовательно, экологическая ситуация, существующая на данный момент времени будет ухудшаться, что непосредственно скажется и на состоянии здоровья человека. Поэтому необходимо применять описанные в статье методы, для сохранения окружающей среды не только нашей страны, но и всего мира.

В настоящее время весьма актуальным представляется снижение загрязнения окружающей среды за счет модернизации нефтегазовой отрасли экономики с использованием наиболее эффективных технологий, обеспечение инвестиционной привлекательности мероприятий по эффективному использованию углеводородных ресурсов, создание стратегического «резерва» углеводородного сырья. Важнейшей задачей на современном этапе развития ставится внедрение возобновляемых источников энергии. Казахстану принципиально важно переосмыслить отношение к своим природным богатствам. Правительство должно правильно ими управлять, накапливая доходы от их продажи в казне, и самое главное – максимально эффективно трансформировать природные богатства нашей страны в устойчивый экономический рост.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Комитет по статистике Министерства Национальной экономики Республики Казахстан. - 2019

[2] Комитет геологии и недропользования Министерства по инвестициям и развитию Республики Казахстан. - 2019

[3] Назаров А.В. Изучение причин фитотоксичностинефтезагрязненных почв / А.В. Назаров, С.А. Иларионов // Письма в Международный научный журнал «Альтернативная энергетика и экология». 2005. №1. С. 60-65.

[4] Звягинцев Д.Г. Диагностические признаки различных уровней загрязнения почвы нефтью / Д.Г. Звягинцев, В.С. Гусев, С.В. Левин и др. // Почвоведение. 1989. – №1. – С. 72 – 78.

[5] Давыдова С.Л. Превращение нефти в биосфере // Энергия. 2006. – №5. – С. 53-58.

[6] Халимов Э.М. Экологические и микробиологические аспекты повреждающего действия нефти и свойства почвы / Э.М. Халимов, С.В. Левин, В.С. Гузеев // Вестник Московского ун-та, серия: Почвоведение, 1996. – №2. – С. 59-64.

[7] Бондаренко В.В. Биосферосовместимые технологии защиты окружающей среды от нефтепродуктов. / В.В. Бондаренко, А.М. Шигапов // Материалы Всероссийской научно-практической конференции: Современное российское общество: проблемы развития. М., 2013. С.235-242.

[8] Пономарева Л.В. Биоремедиациянефтезагрязненных почв с использованием биопрепарата «Биосэг» и пероксида кальция / Л.В. Пономарева, В.Г. Крупчак, Н.П. Цветкова // Биотехнология, 1998. – №1. – С.79-84.

[9] Холоденко В.П. Разработка биотехнологических методов ликвидации нефтяных загрязнений окружающей среды / В.П. Холоденко, В.А. Чугунов, С.К. Жиглецова // Российский химический журнал. 2001. – Т.45, №5-6. – С. 135-141.

[10] Пиковский Ю.И. Трансформация техногенных потоков нефти в почвенных экосистемах // Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем. М.: Наука, 1988. – С. 7-22.

[11] Киреева Н.А. Микробиологическая рекультивация нефтезагрязненных почв / Н.А. Киреева, В.В. Водопьянов, Е.И. Новоселова // М.: ОАО «ВНИИОЭНГ», 2001. С. 40.

[12] Мещерякова С.Б. Биорекультивациянефтезагрязненных почв гуминовыми препаратами // Экология и промышленность. 2003, №4. – С. 54-60.

[13] Президент Республики Казахстан Н. НАЗАРБАЕВ. Кодекс Республики Казахстан от 9 января 2007 года № 212-III «Экологический кодекс Республики Казахстан» (с изменениями и дополнениями по состоянию на 25.06.2020 г.) - Астана, Акорда, 9 января 2007 года № 212-III ЗРК.

[14] Сихимбаев М.Р., Ханов Т.А. Пути обеспечения экологической безопасности в нефтедобывающих регионах Казахстана // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – № 8-1. – С. 101-105;

[15] Информационный бюллетень «О состоянии окружающей среды Республики Казахстан» РГП «Казгидромет» Департамента экологического мониторинга Министерства окружающей среды и водных ресурсов.– 2013. –№12(170).

Дуйсебаева К.Д., Турганалиев С.Р., Акашева А.С., Бисенгалиева Л.В., Қалық Д.

Мұнай-газ саласының қазіргі жағдайы және Қазақстанның қоршаған ортасына әсері.

Түйіндеме. Мақалада Қазақстан Республикасының мұнай-газ саласының қазіргі жағдайы, соңғы жылдардағы мұнай мен газ өндірісінің көлемі қарастырылған. Сондай-ақ мұнай-газ саласының жер ресурстарына және жалпы қоршаған ортаға әсері. Мұнай-газ саласы қоршаған орта үшін қаншалықты зиянды екендігі зерттелді, топырақ пен топырақтың мұнай ластануын тазартудың кейбір әдістері көрсетілді. Қазақстан Республикасының мұнай-газ кешенінің экологиялық-экономикалық проблемаларының өзектілігі және оларды шешудің ықтимал жолдары көрсетілді, елдің саяси және әлеуметтік дамуындағы мұнай саласының рөлі туралы талдау берілді. Мұнай-газ кешенінің қоршаған ортаны ластаудағы техногендік әсердің қарқындылығын күшейтетін өзіндік ерекшеліктері бар екендігі атап өтілді. Бүгінгі күні өзекті экологиялық проблемалардың бірі Мұнай-газ өндіру аудандарындағы қоршаған ортаның ластануы болып табылады. Қазақстандық мұнайдың сапалық құрамын, көмірсутек шикізатын өндіру және өңдеу кезінде қоршаған ортаға уытты элементтер шығарындыларын азайту жөніндегі соңғы инновациялық шешімдерді ескере отырып, мұнай-газ кен орындарындағы экологиялық қауіпсіздікті шешу жолдары зерттелді.

Түйінді сөздер: Мұнай, газ, мұнай-газ саласы, ластану, қоршаған орта, экологиялық қауіпсіздік, биоремедиация, биостимуляция.

ӘОЖ 502.521

G.B. Tanabekova, A.E. Orazbayev, A.D. Zhigitbekova, O.M. Doszhanov, B.P. Madiyar
(Al.Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan,
E-mail: tanabekova.guli@gmail.com)

DYNAMICS OF HEAVY METAL POLLUTION OF WASTEWATER IN ALMATY

Abstract. In this work we studied the 2016-2019 annual average concentration of heavy metals (Cu, Zn, Pb, Cd) in the waste water of the city of Almaty on Aeration station, maps the state of heavy metal ions after the cleaning process.

To determine the heavy metals in the waste water in the laboratory Aerattion station investigated wastewater until a mechanical cleaning (flowing water), after a mechanical cleaning (clarified water) after treatment (purified water). In the wastewater of Almaty main heavy metals copper, lead, cadmium, zinc are found in the form of ions. Mass concentration of heavy metal ions was determined by the method «module EM-04 polarography with an electrochemical sensor.» Results of the study showed the degree of wastewater pollution by heavy metals in Almaty on quarters has a different concentration. The concentration of heavy metal ions is reduced after the mechanical and biological treatment.

Key words: wastewater, Cu, Zn, Pb, Cd, quarter, mechanical treatment, biological treatment.

Г.Б. Танабекова, А.Е. Оразбаев, А.Д. Жигитбекова, О.М. Досжанов, Б.П.Мадияр
(Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан Республикасы, Алматы қ.
E-mail: tanabekova.guli@gmail.com)

АЛМАТЫ ҚАЛАСЫНЫҢ АҚАБА СУЛАРЫНЫҢ АУЫР МЕТАЛДАРМЕН ЛАСТАНУЫНЫҢ ДИНАМИКАСЫ

Аңдатпа. Зерттелу жұмысында Алматы қалалық Аэрация станциясының ақаба суларындағы ауыр метал иондарының (Cu,Zn,Pb,Cd) 2016-2019 жылдық орташа көрсеткіштері бақыланып, аталған ауыр металл иондарының тазарту процестерінен кейінгі жағдайы қарастырылды.

Алматы қаласының ақаба суларындағы ауыр металдарды анықтау үшін Аэрация станциясының зертханасында механикалық тазартуға дейін (келіп түскен су), механикалық тазартудан кейінгі (ағартылған су), биологиялық тазартудан кейінгі (тазартылған су) ақаба сулардың құрамы зерттелінді. Алматы қаласының ақаба суларындағы негізгі мыс, мырыш, қорғасын, кадмий ауыр металдары ион түрінде кездеседі. Ауыр металдардың иондарының массалық концентрациясын «модуль ЕМ-04 электрохимиялық датчигі бар полярограф» әдістемесі арқылы анықталды. Алынған нәтижелердің сараптамасы Алматы қаласының ақаба суларының ауыр металл иондарымен ластану дәрежесі кварталға байланысты тазалауға дейін әртүрлі болатындығын көрсетті. Барлық ауыр металл иондарының мөлшері механикалық және биологиялық тазалаудан кейін төмендегені анықталды.

Кілтті сөздер: Ақаба су, Cu, Zn, Pb, Cd, квартал, механикалық тазарту, биологиялық тазарту.

Кіріспе

Қазіргі таңда, дүниежүзілік су қорларының ластануы бүкіл адамзат қауымын алаңдатып отыр. Бұл мәселе Қазақстанға да тән. Су бассейнінің ластануының негізгі себептері тазартылмаған ақаба суларды өзен-көлдерге жіберу. Мұндай көздерге: тұрғын-үй коммуналдық шаруашылықтар, өнеркәсіп орындары, ауылшаруашылығын химияландыру, халық шаруашылығының басқа да салалары жатады. Лас сулардың ішінде тұрмыстық ақаба суларда органикалық заттар 58%, минералдық заттар 42%-дай болады. Ақаба сулары – бұл тұрмыстық, өнеркәсіптік немесе әр түрлі қосылыстармен ластанған, өзінің бастапқы химиялық және физикалық құрамын өзгерткен, жергілікті аймақпен өтетін өнеркәсіп кәсіпорындары және жауын-шашыннан түзілген сулары болып табылады [1]. Ақаба сулардың тегіне, құрамына байланысты үш негізгі категорияға бөледі. Тұрмыстық ақаба сулары жергілікті тұрғындардан және тұрмыстық бөлімдерден тұрады. Бұл сулардың құрамы негізінен минералды қоспалар мен органикалық заттардан тұрады. Тұрмыстық ақаба сулардың құрамындағы минералды ерімейтін заттар 5% пайызды, суспензия 5% пайызды, коллоидты бөлшектер 2% пайызды, ерімейтін қосылыстар 30% пайызды құрайды. Өнеркәсіптің ақаба сулары (технологиялық процестерге қолданылған сулар) өнеркәсіп түріне байланысты әр-түрлі болып келеді [2].

Біздің зерттеу жұмысымыздың алға қойған мақсаты Алматы қаласының ақаба суларындағы ауыр металдардың 2016-2019 жылдық динамикасын анықтау. Ақаба суларды тазарту механикалық, химиялық, физико-химиялық және биологиялық болып бөлінеді. Ме- ханикалық тазалау әдісі – ақаба судағы ерімеген қоспаларды алып тастау. Механикалық тазарту процестері ақаба сулардан торлар арқылы фракциясы 6 мм-ден асатын тұрпайы шығындыларды, 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. Тұрмыстық ағынды суларды тазартуда ең тиімдісі биологиялық әдіс болып табылады [3]. Ол өзендердің және басқа қоймалардың биохимиялық және физиологиялық өздігінен тазартылуына негізделген. Биологиялық әдіс табиғи әдістерге жақындатылған, сонымен қатар биотазартушы құрылғыларда өткізеді. Ақаба суларды тазартудың бірнеше биологиялық құрылғылар бар – олар биофильтрлер, биологиялық бөгеттер және аэротенктер.

Биологиялық тазарту сатысының мақсаты ауыр металдардың барлық түрлерін тереңдетіп жою, ол өз кезегінде көп кезеңдік күрделі процестермен жүзеге асырылады [4].

Жерасты суларының мөлшерінің көбеюі, әдетте жер бетіне жақын қабатта булану про- цесінің жылдамдауына алып келіп типоморфты элементтердің өзара орынбасуына (Ca^{2+},HCO^{-} иондарының Na^{+},Cl^{-},so^{2-}) яғни гумус қабатының тұзденуіне соқтырады. Жиі кездесетін бұл процесс тұзды қабаттың ауыр металдармен (Pb,Zn,Cr,V,Cu,Ni) жинақталынуымен қатар жүреді. Бұл жағдайларда қарастырылып отырған өңірлердің өсімдіктер биомассасы азаюына, қатты тұздалған жағдайда өсімдіктердің түрлері өзгереді. Қоршаған ортаның ауыр және түсті металдармен ластануы,

супертоксиканттардың эколого-аналитикалық мониторингіне жатады. Себебі, бұлардың өте аз мөлшері (іздері) тірі организмдер үшін жинақталынатындықтан уытты. Органикалық зиянды заттар ыдырау арқылы залалсыздандыратын болса, ауыр металдар табиғи ортада бірегей таралады. Әдеби деректер бойынша соңғы жылдары құрамында ауыр металдар бар өндіріс қалдықтары мен әртүрлі өнімдер арқылы залалдануы артып отыр [5].

Зерттеу әдістері және мәліметтері

Зерттеу жұмысында Алматы қаласының ақаба суларында ауыр металдарды анықтау үшін ақаба сулардың сынамалары механикалық тазалауға дейін (кіретін су), механикалық тазалаудан кейін (тазартылған су), биологиялық тазартудан кейін (тазартылған су) алынды. Кіретін және тазартылған ақаба сулардың сапасын бақылау барлық қажетті жабдықтармен жабдықталған «Тоспа Су» мемлекеттік кәсіпорнының мамандандырылған аналитикалық зертханасында анықталды.

Ақаба сулардағы ауыр металдарды анықтау үшін келесі әдістер қолданылды:

• гравиметриялық,

• титриметриялық,

• полярографиялық әдіс.

Қызмет көрсетуші ретінде «Тоспа Су» МКК зиянды заттардың тізбесін дербес анықтайды және «Елді мекендердің ақаба сулар жүйелеріне шығарылатын өндірістік ақаба сулардағы зиянды заттардың рұқсат етілген концентрациясын есептеу және төлемді есептеу әдістемесі» негізінде ақаба суларға жіберуге рұқсат етілген концентрацияларды есептейді.

Қауіпті заттардың рұқсат етілген концентрациясы тазарту құрылыстарының технологиялық мүмкіндіктеріне және санитарлық-эпидемиологиялық қадағалау органдарымен келісілген және Қазақстан Республикасының заңнамасында белгіленген тәртіппен бекітілген су айдындарындағы тазартылған ақаба сулардың шекті рұқсат етілген концентрациясының стандарттарына сәйкес анықталады [5].

Ауыр металдарды талдау мыс, мырыш, кадмий және қорғасынды электрохимиялық сенсоры бар «ЭМ-04 модулі» полярографында бағалау әдіснамасына сәйкес полярографты қолдану арқылы жүргізілді.

Зерттеу нәтижелері

Алматы қаласының ақаба суларындағы ауыр металдарды анықтау үшін Аэрация станциясынан механикалық тазартуға дейін (келіп түскен су), механикалық тазартудан кейінгі (ағартылған су), биологиялық тазартудан кейінгі (тазартылған су) ақаба суларды алып зерттедік.

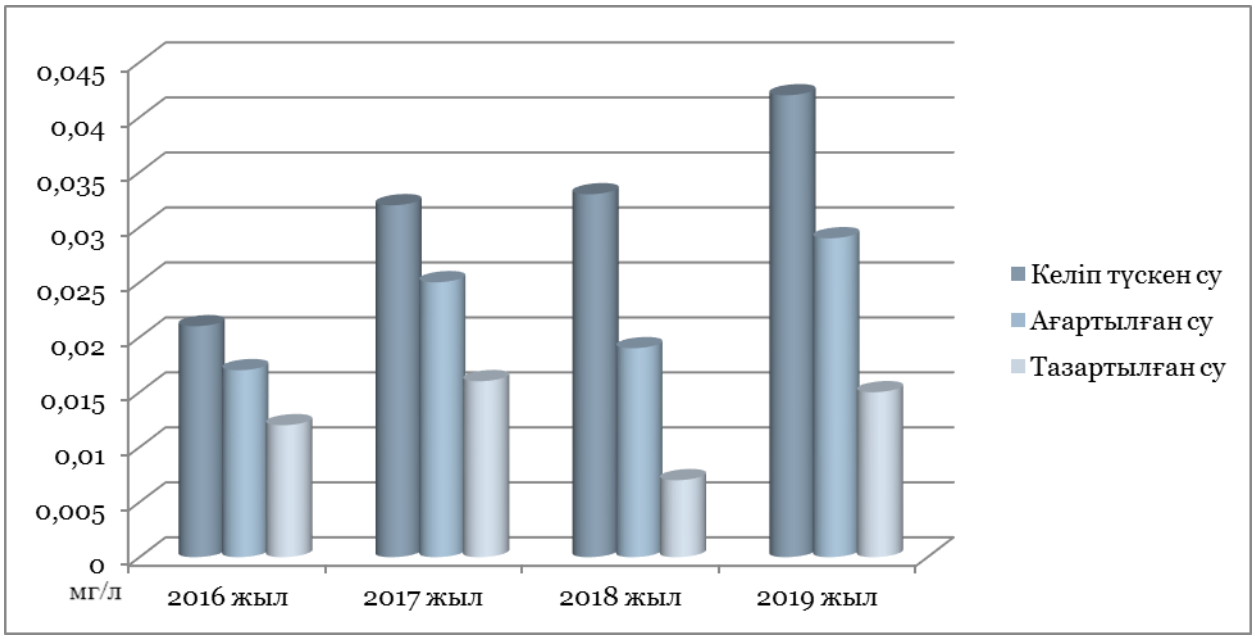
Келіп түсетін ақаба судың көлемі, тазалау кезеңдері – тұндырғыштарда, құм ұстағыштар- да, торларда ірі қалдықтар ұсталып қалатын механикалық тазарту, белсенді лайды пайдалана отырып аэротенкаларда тазарту – биологиялық тазарту кезеңдерінен өтеді. [6].

Аэрация станциясының ақаба сулардағы ауыр металдардың (Cu,Zn,Pb,Cd) 2016-2019 жылдық орташа көрсеткіштері 1-кесте және 1, 2, 3, 4-суреттерде көрсетілген [7].

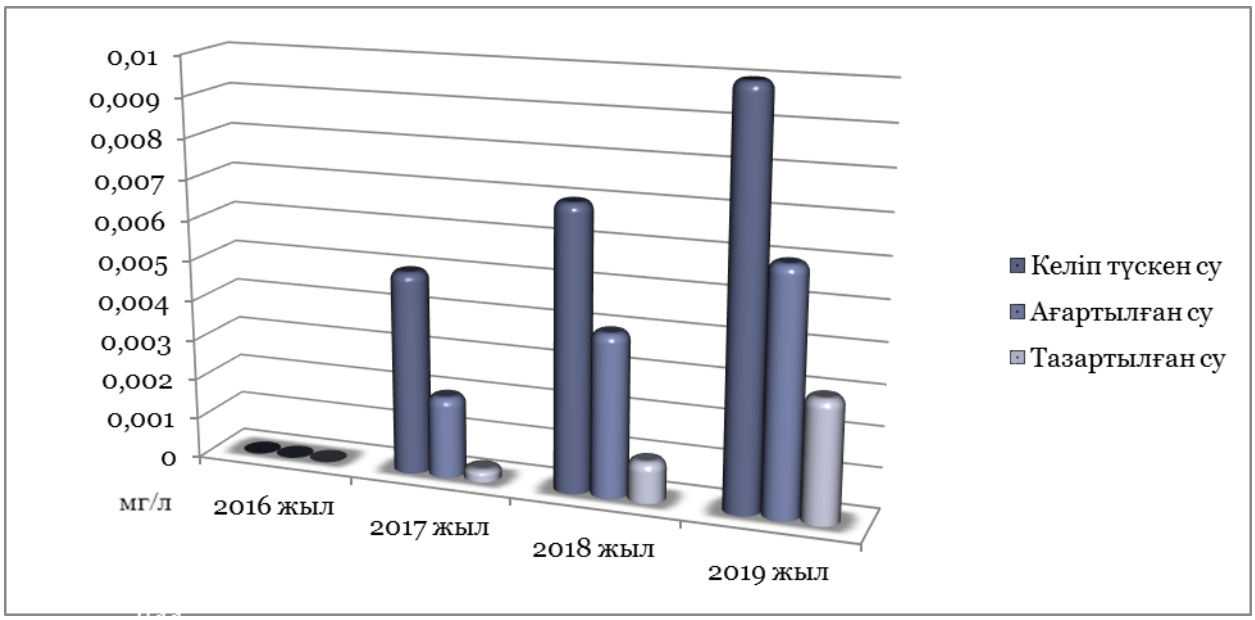
Кесте 1 - **Аэрация станциясының ақаба сулардағы ауыр металдардың (Cu,Zn,Pb,Cd) 2016-2019 жылдық орташа көрсеткіштерін кварталдар бойынша салыстыру**

Уақыты	Ақаба сулар	Cu	Zn	Pb	Cd
2015 жыл	Келіп түскен су	0,003	0,021	0,003	0,0007
	Ағартылған су	0,002	0,017	0,001	0,0004
	Тазартылған су	0,001	0,012	0,001	0,0001
2016 жыл	Келіп түскен су	0,005	0,032	0,003	0,0011
	Ағартылған су	0,002	0,025	0,001	0,0005
	Тазартылған су	0,0003	0,016	0,001	0,00007
2017 жыл	Келіп түскен су	0,007	0,033	0,007	0,0014
	Ағартылған су	0,004	0,019	0,002	0,0006
	Тазартылған су	0,001	0,007	0,001	0,0001
2018 жыл	Келіп түскен су	0,010	0,042	0,007	0,002
	Ағартылған су	0,006	0,029	0,004	0,0014
	Тазартылған су	0,003	0,015	0,001	0,0007

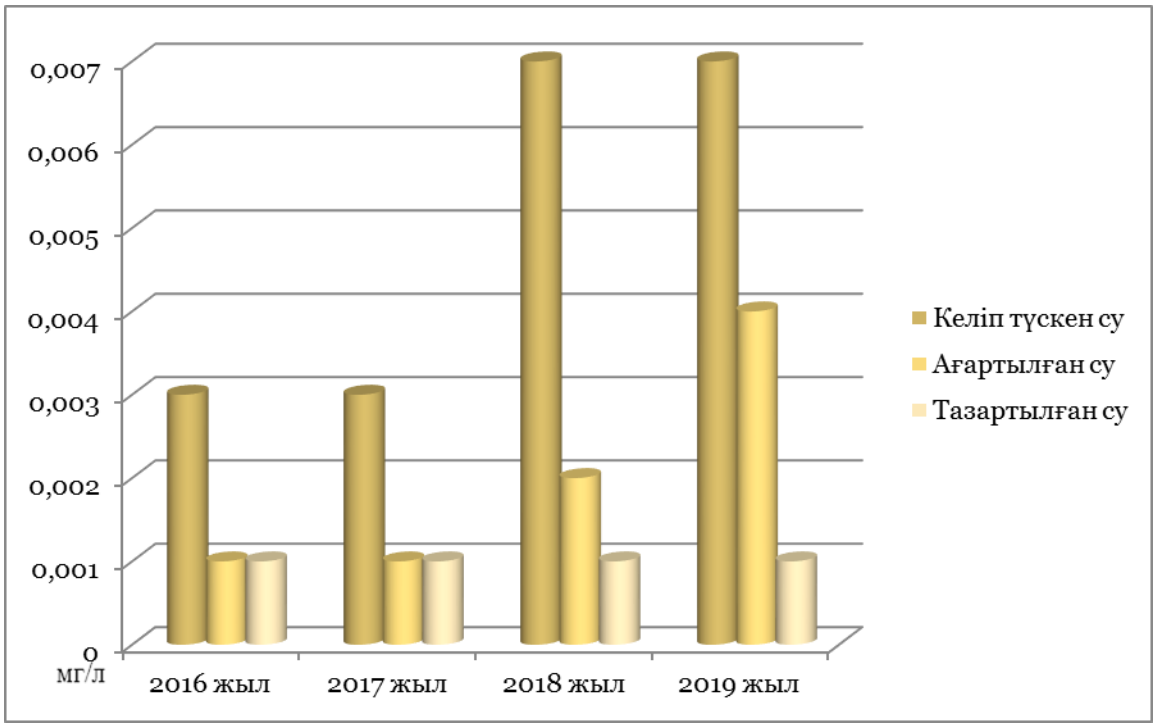
Кесте 1-дегі мағлұматтарға сипаттама беретін болсақ, Алматы қаласының ақаба суларындағы ауыр металдардың динамикасын анықтау үшін Аэрация станциясынан тазартылғанға дейінгі, механикалық тазартудан кейінгі, тазартылғаннан кейінгі сатылардан 2016-2019 жылдар аралығындағы үлгілер алынып зерттелді. Ақаба сулардағы ауыр металдар тазарту сатыларынан өткеннен кейін мөлшерінің азайып отыратынын байқауға болады.



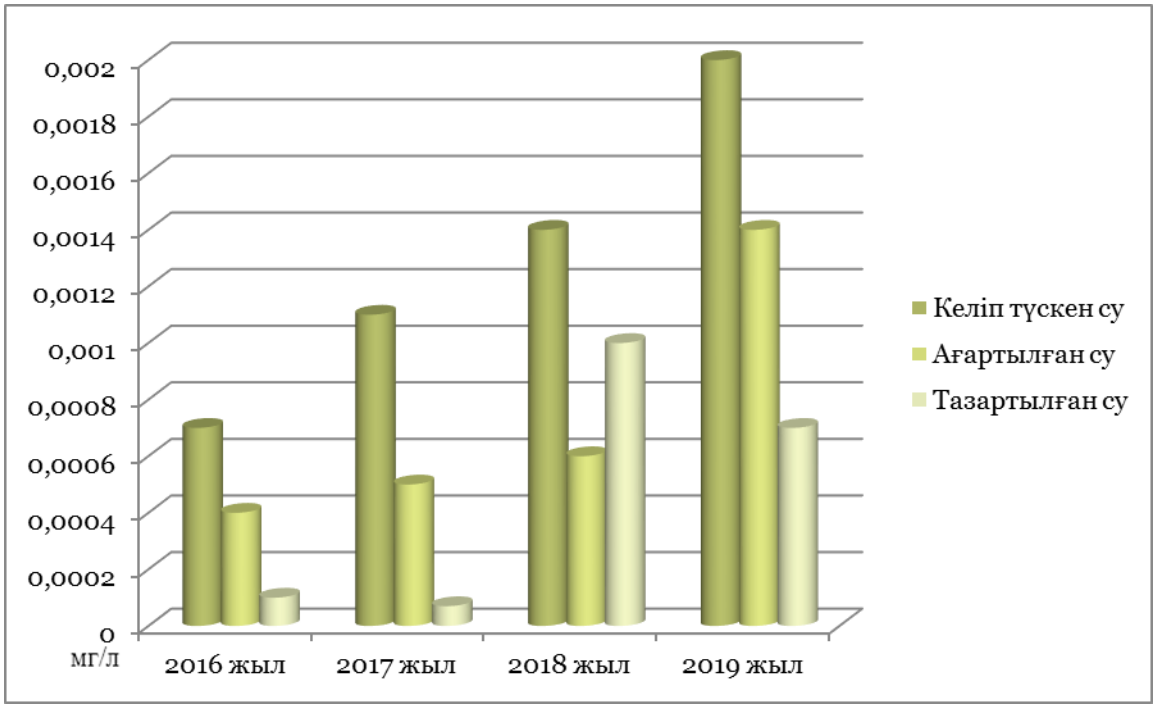
Сурет 1 - Аэрация станциясының ақаба сулардағы мыс ионының (Cu) 2016-2019 жылдардағы орташа көрсеткіштерін жылдар бойынша салыстыру



Сурет 2 - Аэрация станциясының ақаба сулардағы мырыш ионының (Zn) 2016-2019 жылдардағы орташа көрсеткіштерін жылдар бойынша салыстыру



Сурет 3 - Аэрация станциясының ақаба сулардағы қорғасын ионының (Pb) 2016-2019 жылдардағы орташа көрсеткіштерін жылдар бойынша салыстыру



Сурет 4 - Аэрация станциясының ақаба сулардағы кадмий ионының (Cd) 2016-2019 жылдардағы орташа көрсеткіштерін жылдар бойынша салыстыру

Қорытынды

Алынған нәтижелерді қорытындылай келе, Аэрация станциясына келіп түсетін ақаба суларда ауыр металдардың мөлшерін 2016-2019 жылдар аралығында салыстыратын болсақ, ақаба суларда мыс, мырыш және кадмийдің жыл сайын мөлшері артып отырған, яғни 2019 жылы ең жоғары мөлшерді иеленді, дегенмен ақаба суларда 2018 және 2019 жылдары қорғасынның мөлшері бірдей. Жылдан-жылға суды тұрмыстық және өндірістік мақсатта пайдаланатын халық санының артуына

байланысты ақаба сулардың мөлшері көбеюде. Дегенмен тазарту сапасы қалыпты жағдайда, ақаба сулардағы ауыр металдардың мөлшері сапа нормативтеріне сай. Бұл Аэрация станцияның жұмысының міндеттемелерге сай орындалып жатқандығын көрсетеді.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Николадзе Г.И. Технология очистки природных вод: учебное пособие. – М.: Высшая школа, 1987. – 479 с.

[2] Водоотведение и очистка сточных вод: учеб. пособие для вузов / С.В. Яковлев, Я.А. Карелин, Ю.М. Ласков, В.И. Ка- лицун. – М.: Стройиздат, 1996. – 591 с. Шифр: Г 96 – 4983 Хранение: ГПНТБ СО РАН.

[3] Голубовская Э.К. Биологические основы очистки воды: учебное пособие для строит. спец. вузов / Э. К. Голубовская.

[4] М.: Высш. школа, 1978. – 271 с.

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

[6] Жаро С.В. Строительная экология: учебное пособие для вузов. – Караганда: КарГТУ, 2002. – 110 с.

[7] Бородатый, И.Т. Методическое руководство по анализу природных и сточных вод. – Чел.: Южно-Уральское кн. изд., 1973. – 178-183 с.

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

Танабекова Г.Б., Оразбаев А.Е., Жигитбекова А.Д., Досжанов О.М., Мадияр Б.П.

Динамика загрязнения сточных вод тяжелыми металлами в городе Алматы

Резюме. В работе исследовалась динамика загрязнения сточных вод тяжелыми металлами в г. Алматы. Было выявлено, что в сточных водах города Алматы основные тяжелые металлы, как медь, свинец, кадмий, цинк, встречаются в виде ионов. Концентрацию массы ионов тяжелых металлов определили с помощью методики «модуль ЕМ-04 полярограф с электрохимическим датчиком». Результаты исследования показали, что степень загрязнения сточных вод тяжелыми металлами в городе Алматы по кварталам имеет разную концентрацию. Концентрация всех ионов тяжелых металлов уменьшается после механической и биологической очистки.

УДК 331.45

B. ZH. Bektibay, A.U. Kuan
(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan.
E-mail: aidokuan98@mail.ru)

MODEL OF OCCUPATIONAL HEALTH AND INDUSTRIAL SAFETY MANAGEMENT IN ACCORDANCE WITH THE REQUIREMENTS OF OHSAS 18001

Abstract. This article discusses the scheme of the occupational health and safety management system developed on the basis of the requirements of the OHSAS 18001 standard for the development of personnel health and safety management systems. In the article, the author proposed a model of the occupational safety management system to reduce injuries and occupational risks at the enterprise. This model provides an increase in the efficiency of the labor protection management system.

Key words: occupational health and safety management, industrial safety, OHSAS 18001, occupational health policy, development, management system.

Б.Ж. Бектібай, А.Ұ. Қуан
(Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан.
E-mail: aidokuan98@mail.ru)

OHSAS 18001 ТАЛАПТАРЫНА СӘЙКЕС КӘСІПОРЫННЫҢ ЕҢБЕКТІ ҚОРҒАУ ЖӘНЕ ӨНЕРКӘСІПТІК ҚАУІПСІЗДІГІН БАСҚАРУДЫҢ ҮДЕРІСТІК МОДЕЛІ

Аңдатпа. Бұл мақалада OHSAS 18001 қызметкерлерінің денсаулығы мен қауіпсіздігін басқару жүйесін дайындау стандартының талаптары негізінде жасалған еңбекті қорғауды басқару жүйесінің схемасы қарастырылған. Мақалада автор кәсіпорындағы жарақаттану мен кәсіби тәуекелдерді азайту үшін еңбекті қорғауды басқару жүйесінің моделін ұсынды. Бұл модель еңбекті қорғауды басқару жүйесі жұмысының тиімділігін арттыруды қамтамасыз етеді.

Түйін сөздер: еңбекті қорғауды басқару, өнеркәсіптік қауіпсіздік, OHSAS 18001, еңбекті қорғау саласындағы саясат, әзірлеу, менеджмент жүйесі.

Еңбекті қорғау және оның қауіпсіздігі әртүрлі пәндерді қолдануды және барлық мүдделі тараптардың қатысуын, сондай-ақ еңбекті қорғау саласындағы ұлттық саясатты іске асыру үшін тиісті механизмдерді құруды талап ететін білімнің күрделі саласы болып табылады. Қазіргі заманғы түсініктерге сәйкес еңбекті қорғау талаптарын іске асыруға негізгі назар тікелей ұйымға аударылады. Егер еңбекті қорғауды басқару жүйесі әзірленсе, бұл жұмысты жақсы орындауға болады. Қазіргі уақытта мұндай әзірлемелерді жүзеге асыру үшін барлық қажетті нормативтік-құқықтық база бар, алайда мамандар көбінесе OHSAS 18001 (Occupational Health and Safety Management Systems) қызметкерлердің денсаулығы мен қауіпсіздігін басқару жүйелерін дамытудың халықаралық стандартын пайдаланады.

OHSAS 18001 сипаттамасы ұйымға қауіпсіздік пен денсаулықтың кәсіби тәуекелдерін басқаруға және осындай басқарудың тиімділігін арттыруға мүмкіндік беретін кәсіби қауіпсіздік пен денсаулықты (КҚ және Д) басқару жүйесіне қойылатын талаптарды ұсынады. OHSAS 18001 талаптарына сәйкес ұйымда оның қызметі барысында туындайтын барлық қауіптер туралы ақпарат болуы керек. Осы тәсілді практикада іске асыру үшін халықаралық еңбек ұйымы әзірлеген еңбекті қорғауды басқару жүйесінің (ЕҚБЖ) схемасы (Сурет 1) ұсынылды, оған сәйкес негізгі міндет: тәуекелдерді азайту, іске асырылады [1].



1-сурет. OHSAS 18001 бойынша еңбекті қорғау және өнеркәсіптік қауіпсіздікті басқару моделі

Бұл сызба ЕҚБЖ құруда процестік және жүйелі тәсілдерді іске асыруға мүмкіндік береді, бұл оның жұмысының тиімділігін арттыруды қамтамасыз етеді. Компанияның еңбекті қорғау саласындағы қызметі кәсіби тәуекелдерді басқаруға бағытталған өзара байланысты процестер жүйесі болып табылады. OHSAS 18001 стандартына сәйкес ұйым жоғарыда аталған модельге сәйкес кәсіби денсаулық пен қауіпсіздікті басқару жүйесін әзірлеп, жұмысқа қабілеттілігі жағдайында сақтау керек. Қазақстанда еңбекті қорғауды басқару жүйесі туралы үлгілік ережені бекіту туралы Қазақстан Республикасы Еңбек және халықты әлеуметтік қорғау министрінің бұйрығы бар [2].

ЕҚБЖ-дағы басқару объектісі жұмыс орындарында, өндірістік бөлімшелерде және тұтастай алғанда ұйымда қауіпсіз және салауатты еңбек жағдайларын қамтамасыз ету бойынша ұйымның функционалдық қызметтері мен құрылымдық бөлімшелерінің қызметі болып табылады. ЕҚБЖ міндеттерін шешу басшылар мен орындаушылардың міндеттеріне, олардың заңнамалық актілерде, қаулыларда, өкімдерде, жарғыларда, ережелерде, нұсқаулықтарда және басқа да нормативтерде, сондай-ақ еңбек ұжымдарының шешімдерінде бекітілген құқықтары мен міндеттеріне сәйкес ұйымды басқарудың барлық деңгейлерінде басқарушылық шешімдерді қабылдау және іске асыру жолымен жүзеге асырылады.

ЕҚБЖ қалыптастыру еңбекті қорғау саласындағы саясатты әзірлеуден, ұйымды басқарудың барлық деңгейлерінде жұмыс берушілер мен жұмыскерлер (басшылар, мамандар, қызметкерлер, жұмысшылар) үшін еңбекті қорғау жөніндегі белгілі бір функциялар мен міндеттерді белгілеуден басталады. Бұдан әрі еңбекті қорғау жөніндегі іс-шараларды жоспарлау және олардың орындалуын ұйымдастыру қажет. Бұл ретте жүргізілетін жұмысты тұрақты бақылау, есепке алу, талдау және бағалау жүзеге асырылады [3].

Зерттеу барысында автор ЕҚБЖ процестерінің картасын (Сурет. 2) жасады. Бұл ЕҚБЖ процестерінің картасы процестердің төрт тобын қамтиды: басқару процестері; кәсіптік қауіпсіздік тәуекелдерін басқару тұрғысынан құрылған ЕҚБЖ негізгі процестері; өлшеу, талдау және жақсарту процестері; қамтамасыз ету процестері.

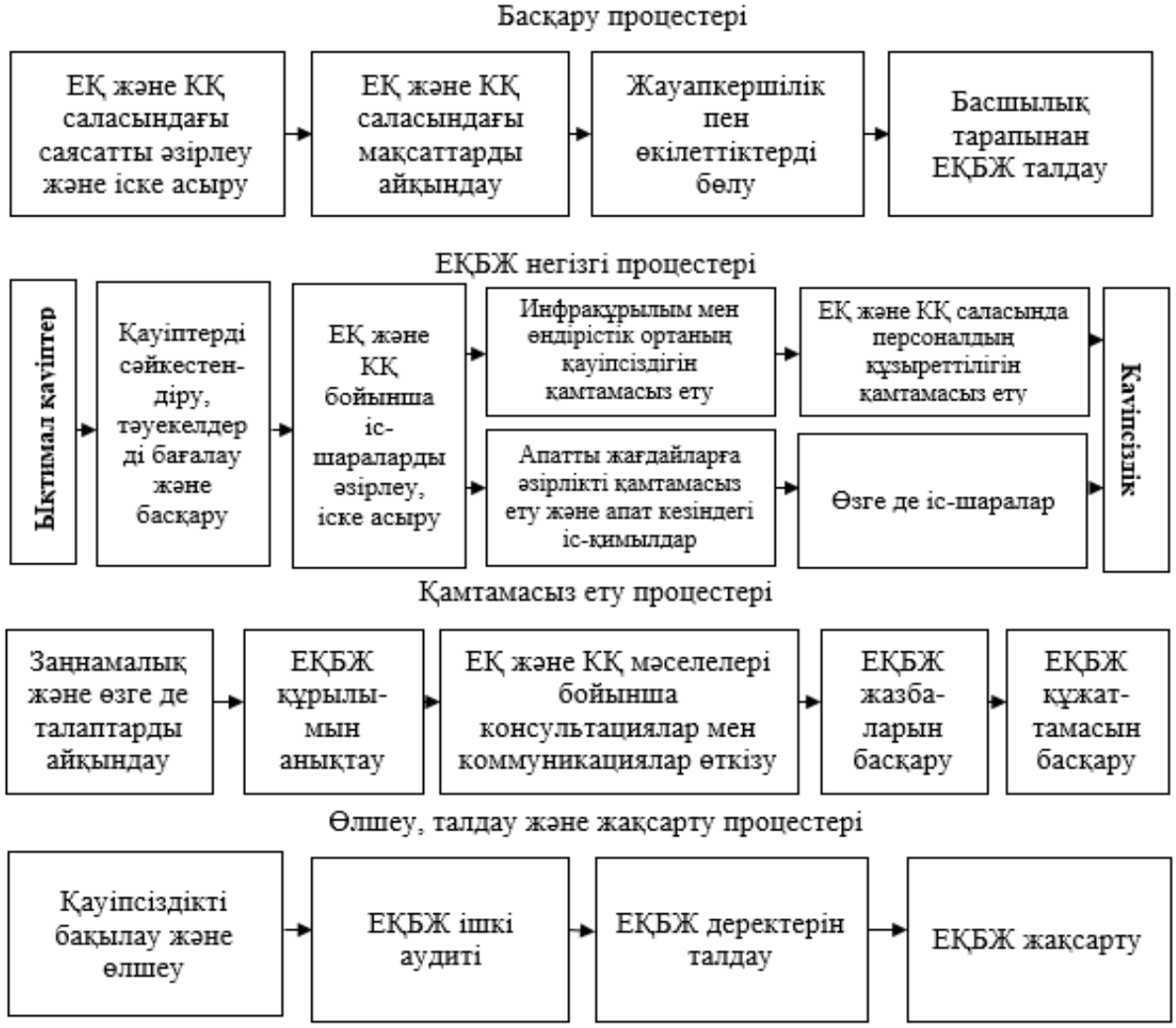
ЕҚБЖ әзірлеу және енгізу ұйым басшылығының өндірістегі қауіпсіз жағдайларды және қызметкерлердің денсаулығын қорғауды қамтамасыз ету жөніндегі міндеттерін орындауға, сондай-ақ еңбек қауіпсіздігі жөніндегі қызметті үздіксіз жетілдіруді жүзеге асыруға жәрдемдеседі. ЕҚБЖ басты міндетін іске асырудың негізгі әдісі әрбір жұмыс орнында қауіпсіздікті қамтамасыз ету және қауіптерді жол берілетін минимумға дейін төмендету болып табылады. Статистика бойынша, 1,6 миллион қызметкердің 373 мыңы немесе әрбір төртіншісі (22,3%) зиянды және қауіпті еңбек жағдайларында жұмыс істеген [4].

ЕҚБЖ келесі қағидаттарға негізделген:

- үдерістік тәсіл;
- еңбекті қорғау ережелері мен нормаларын сақтау;
- қызметкерлерді жұмысты орындаудың қауіпсіз әдістері мен тәсілдеріне жүйелі оқыту;
- еңбекті қорғау жөніндегі жұмыстарды бақылау және бағалау;
- қызметкерлердің қауіпсіз еңбек жағдайларына мүдделілігі;

- еңбекті қорғау жөніндегі іс-шараларды материалдық-техникалық қамтамасыз ету;
- әрбір қызметкердің жұмыс орнындағы қауіпсіздік үшін жауапкершілігі;
- еңбекті қорғауды басқару жүйесін стандарттау және сертификаттау.

Ұйым басшылығы еңбекті қорғауға әсер ететін жұмысты басқаратын, орындайтын және тексеретін қызметкерлердің жауапкершілігін, өкілеттіктері мен өзара іс-қимылын анықтайды және құжатпен ресімдейді. Бөлімшелерде ЕҚБЖ жұмыс істеуі үшін бөлімдер мен қызметтердің басшылары жауапты болады. Қызметкерлердің жауапкершілігі мен өкілеттіктері кадрлар бөлімінде тіркелген лауазымдық нұсқаулықтармен анықталады.



2-сурет. Еңбекті қорғау және кәсіби қауіпсіздік менеджменті жүйесінің үдерістік моделі

Басшылық еңбекті қорғау саласындағы саясатты қызметкерлердің назарына жеткізуді, оны ұйымның барлық деңгейлерінде түсінуді және қолдауды қамтамасыз етеді. Еңбекті қорғау саласындағы саясатты ресімдеуге және өзектендіруге жауапты еңбекті қорғау жөніндегі инженер болып табылады. Еңбекті қорғау саласындағы саясатты әрбір қызметкерге жеткізу және оны түсінуді қамтамасыз ету: ұйымдағы «Еңбекті қорғау» стендінің; еңбекті қорғау жүйесін басқару бойынша оқыту жүйесінің; ішкі сайттың («Еңбекті қорғау» айдары); Еңбекті қорғау күндерінде талқылау; жұмысқа қабылдау кезінде кіріспе нұсқаманың көмегімен қол жеткізіледі.

Қызметкерлердің еңбекті қорғау саласындағы саясат туралы хабардарлығын ішкі аудит жүйелі түрде тексереді. Басшылық өзі қабылдаған еңбекті қорғау саласындағы саясатқа бейілділігін жүйелі бақылау және оның орындалуын талдау арқылы; ұйымның кез келген бөлімінде еңбекті қорғау саласындағы саясаттан ауытқуға жол бермеу арқылы ұдайы көрсетеді. Еңбекті қорғау саласындағы саясат мынадай көрсеткіштерді ескере отырып өзектендіріледі: басшылықтың ЕҚБЖ талдау

нәтижелері, жұмыс орындарын аттестаттау нәтижелері, жарақаттанушылық, ЕҚБЖ сыртқы және ішкі тексеру нәтижелері, нормативтік құқықтық актілердің өзгеруі.

Нормативтік құқықтық актілердің өзгеруі, сертификаттау органдарының талаптары, басшылықтың ЕҚБЖ талдау нәтижелері еңбекті қорғау жөніндегі саясатты түзетудің шарты болуы мүмкін. Еңбекті қорғау саласындағы саясатты түзету процесі келесідей: еңбекті қорғау жөніндегі инженер бір жылдағы жұмыс нәтижелерін талдайды, талдау нәтижелері бойынша саясатты түзету бойынша ұсыныстар дайындайды. Ұсыныстарды ұйым басшылығы қарайды. Келісілген ұсыныстар саясатқа енгізіледі және ұйымның директоры бекітіледі. Саясат мынадай қағидаттарды көздейді: салауатты және қауіпсіз еңбек жағдайларын қамтамасыз ету; еңбекті қорғау жөніндегі кадрларды оқыту және аттестаттау; еңбекті қорғау жағдайын бақылау, қадағалау және бағалау [5].

Қауіптерді тұрақты сәйкестендіру, қатерлерді бағалау және тәуекелдерді басқару үшін жұмыс орындарын еңбек жағдайлары бойынша аттестаттау бағдарламасы белгіленеді, оған: жұмыс орындарын аттестаттауға байланысты жұмыстарды орындау мерзімдерін айқындау; қауіптерді сәйкестендіруді талдау – қауіптердің сипатына, тәуекелдің маңыздылығына қарай жұмыс орындарында күнделікті немесе жоспардан тыс жүргізіледі. Жұмыс орындарында қауіпті және зиянды өндірістік факторлардың деңгейін бақылау құралы ретінде қауіптілігі жоғары жұмыстарды жүргізу кезінде қауіптер мен тәуекелдерді анықтау нысанын пайдалануға болады [6, 7].

Еңбекті қорғау саласындағы ұйымның негізгі мақсаттары:

- жыл сайын жарақаттану деңгейі көрсеткіштерінің төмендеуі;
- жазатайым оқиғалар саны – 1-ден көп емес;
- кәсіби сырқаттанушылықты ең төменгі деңгейде ұстау;
- еңбекті қорғау жөніндегі нормалардың қандай да бір бұзушылықтарын дер кезінде жоюды ғана емес, олардың туындау мүмкіндігінің алдын алуды да қамтамасыз ететін жағдайлар жасау.

Қойылған мақсатты қамтамасыз ету үшін жыл сайын еңбекті қорғау саласындағы іс-шаралар жоспары жасалады, әрбір іс-шараның өз мерзімдері, орындауға жауаптылар және орындаушылар болады [8].

Осылайша, ЕҚБ кәсіби қызметпен байланысты ұйымның тәуекелдерін іске асыру ықтималдығын барынша азайтуға бағытталған. Бұл еңбекті қорғау және кәсіби қауіпсіздік менеджменті жүйесінің үдерістік моделі қауіптілігі жоғары жұмыстар жүргізілетін кәсіпорындарға енгізу ұсынылады. Осы модель:

1) өндірістегі қауіпсіздік шаралары мен жазатайым оқиғалардың бұзылуының алдын алу жөніндегі профилактикалық жұмысты күшейтуге;

2) кәсіпорындардың басшы қызметкерлерінің, сондай-ақ жұмысшы кәсіптері қызметкерлерінің жауапкершілігінің рөлін арттыруға бағытталған.

Жүйенің тиімділігі жұмыс орындарын 100% аттестациялаумен, қызметкерлердің еңбекті қорғау жөніндегі ережелер мен нұсқаулықтарды сақтау деңгейінің жоғары коэффициентімен, барабар бақылаумен және соның салдарынан қызметкерлер арасында өндірістік жарақаттану жағдайларының болмауымен расталады.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] OHSAS 18001-2008. Системы менеджмента профессиональной безопасности и здоровья. Требования.

[2] Приказ Министра труда и социальной защиты населения РК. Об утверждении Типового положения о системе управления охраной труда: утв. 27 августа 2020 года, № 340 // ИС ПАРАГРАФ.

[3] Бычек О. И., Малахова Ю. Г. Преимущества и внедрение на российских предприятиях стандартов OHSAS 18000// Актуальные проблемы авиации и космонавтики. – 2011. – С. 268-269.

[4] Казанцева Т. Травматизм и смертность на производстве в Казахстане пошли на спад [Электронды ресурс]. – Режим доступа: https://liter.kz/society/health/9538-travmatizm-i-smertnost-na-proizvodstve-v-kazahstane-poshli-na-spad/.

[5] СТ РК 12.0.003-2010. Система стандартов безопасности труда. Система управления охраной труда в организации. Общие требования по разработке, применению, оценке и совершенствованию.

[6] Бектібай Б.Ж., Қуан А.Ұ. Еңбек жағдайлары - денсаулық кепілі // V International Scientific-Practical Conference/ «Quality Management: Search and Solutions». – Сан-Франциско, 2019. – 303-308 б.

[7] СТ РК 12.0.002-2016. Система стандартов безопасности труда. Система управления охраной труда в организациях. Руководство по оценке и управлению рисками.

[8] СТ РК 12.0.005-2016. Система стандартов безопасности труда. Система управления охраной труда в организациях. Организация проверки (аудита).

Бектибай Б.Ж., Куан А.У.

Схема управления охраной труда и промышленной безопасностью предприятия в соответствии с требованиями OHSAS 18001

Резюме. В данной статье рассмотрена схема системы управления охраной труда, разработанная на основе требований стандарта по разработке систем управления охраной здоровья и безопасностью персонала OHSAS 18001. В статье автором была предложена модель системы управления охраной труда для снижения травматизма и профессиональных рисков на предприятии. Данная модель обеспечивает повышение эффективности работы системы управления охраны труда.

Ключевые слова: управление охраной труда, промышленная безопасность, OHSAS 18001, политика в области охраны труда, разработка, система менеджмента.

UDC 004.738

[1]B.Kurban, [1]Zh.Umarova, [1]G.Koishibekova, [1]Z.Makhanova, [1]Zh. Kemelbekova
([1]M.Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan
e-mail: zhanat-u@mail.ru)

INTERNET OF THINGS (IOT): CHALLENGES AND FUTURE DIRECTIONS

Abstract. Internet of Things as it stands today is predominantly consumer led, and the sectors that can envisage value are those such as healthcare, retail, manufacturing and construction. These are industries that are looking to revolutionise their customer interaction experience – they are considering how the Internet of Things can enhance the services they provide to their customers.

Internet of Things technology is at the initial, mostly experimental, stage. With the beginning of its wide application there will be a lot of problems: reliability, legal consequences, real price of computer calculations, etc.

Today the developers of the project actively develop the platform, expand its functionality, refine the code, fix vulnerabilities, and introduce new tools. In addition to the Internet of Things aims at the field of online payments and money transfers.

The implementation of the Internet of Things has been criticized because of non-standard ways of approaching cryptography and the lack of obvious to most users of the evidence that it has cost-effective advantages. There are also doubts about the triad redundancy for theoretical protection against quantum processors (there is not mass application, only prototypes are available) and the use of the Coordinator server (interacting with complete nodes for additional protection against attack on a weak network), its necessity and the period of further operation.

Keywords: Internet of things, RFID, IPv6, wireless sensor network, smart house, digital technologies, innovative IT products.

Introduction

The term “Internet of Things” (IoT) was first used in 1999 by the founder of the Auto-ID research group, Kevin Ashton. IoT is an integrated network to which many objects are connected through the communication and information infrastructure. They exchange information with each other and work without human intervention in real time. The ultimate goal of the Internet of things is to create a better world for people, when the surrounding objects understand their desires and, therefore, act without any explicit instructions.

The notion of "the Internet of things"

According to another definition, the “Internet of things” refers to a global distributed network (or networks) of physical objects that are able to perceive or affect their environment, interacting with each other, other machines or computers. Such “smart” objects have a wide range of sizes and capacities - from household appliances, industrial robots, cars, trains to items that are present in the everyday life of any person (watches, bracelets, shirts). The Internet of things allows you to create dynamic networks, consisting of billions of elements interacting with each other. Thus, a link between the accumulated data volume and real objects is provided, for which applications, services, the devices themselves are data sources. The aggregate average annual growth rate (CAGR) of this segment in the period from 2015 to 2021 will be 23%. Analysts of the company predict that of about 28 billion connected devices worldwide, by 2021, about 16 billion will be associated with IoT. According to IDC, the total world investment in the Iot in 2016 was $ 737 billion, in 2017 - more than 800 billion. By 2021, the forecast is 1.4 trillion. Therefore, if the platform team manages to realize everything conceived, the IOT forecast looks optimistic and it will be a great success [1].

Today it can be observing areas that are completely influenced by the Internet of things: smart cities, the environment, health, energy, transportation, public safety, and more. In this article, we will discuss the functionality of the IoT solutions available in today's world.

Smart devices can collect data, track actions and customize the experience for the needs and desires of users [2]. They can be worn on different parts of the body (head, eyes, wrist, waist, arms, fingers, legs) or these devices are built into various elements of clothing;

- A smart home is the integration of technology and services through a home network to improve the quality of life. Solutions of this category make the life of home owners more convenient and enjoyable. Some of these are designed to assist older people with daily activities and health monitoring. Due to the high market potential, more and more intelligent home solutions are entering the market - smart energy and resource management are mainly aimed at the interaction of the system and human activities;

- A smart city is an urban region that has advanced infrastructure, communications and a viable market. This is a city where information technology is the basis for providing basic services to residents. There are many technology platforms, including automated sensor networks and data centers. In fact, the urban IoT is aimed at using the most modern communication technologies in order to support additional services for the city administration and citizens [3]. The application of the IoT paradigm to the urban context is of particular interest because it responds to the tendency of many national governments to implement information and communications solutions in public affairs management;

Smart enterprise. IoT Enterprise solutions are designed to support infrastructure and more versatile industry functionality. Modern enterprises already use several interfaces for smart elements, but in the future, with the increase in the computing and communication capabilities of these elements, the boundaries between the production site and the supplier, between consumers, employees and researchers, between production and services, may disappear. Intelligent mechanisms for aggregating, filtering, merging and transforming data can be deployed and run at the edge of the network or in the network, if necessary [4].

Software is now a key driver in many industries, and future business models will be heavily based on IoT mechanisms. Considering the concept of “Internet of things” more broadly, we will see many other interesting areas for the application of its capabilities. The most promising ones are production, supply chain optimization, energy, healthcare, transport and logistics. For example, Irish company Wattics has developed innovative panels that allow you to manage energy consumption over the Internet. The device analyzes the rationality of the use of electricity and in case of excessive energy consumption warns the user about it. The development of Cantaloupe Systems from the USA allows vending machine owners to remotely track inventory in them. Timely and optimal replenishment strategies are determined from the contextual information associated with usage patterns. Another American company - Engaugeinc - is the creator of intelligent sensors for remote monitoring of security equipment (for example, fire extinguishing systems), which leads to lower costs and increased safety of life. The company delivers such solutions to schools, public and private organizations [5].

IoT Methods

It seems to us that for the widespread adoption of the Internet of things, the necessary conditions must exist - technological, social, legal, financial and business. Only in this case, IoT will be widely recognized in the global community. Consider some of the problems that inhibit the development of IoT.

Standards and interoperability. Standards are important to create markets for new technologies. If devices from different manufacturers use different standards, the interaction will be more difficult, requiring additional gateways to transfer from one norm to another. In addition, a company that controls various parts of the vertical market (for example, acquiring data, integrating with other data streams and using them to develop innovative solutions or provide services) can squeeze small players and entrepreneurs. The lack of uniform standards can also create obstacles to consumers, for example, in the case of replacing a device from one manufacturer with a similar device from another manufacturer, when it is impossible to transfer the accumulated information and users actually lose all the benefits of the data that they accumulated over time [6].

Security and privacy. Since the Internet of things connects a huge number of different devices, there is an increased risk of introducing malware at decentralized entry points. In this case, the most prone to interference are inexpensive devices located in physically compromised locales.

Thanks to remote sensors and monitoring of the primary use case for IoT, sensitivity to access control and data ownership is enhanced. It should be noted that the recent widespread violation of information security boundaries that affected Target and Home Depot was made possible thanks to credentials stolen from third-party suppliers, as a result of which attackers gained access to payment systems.

The difficulty of integration. Integrating and testing IoT systems with multiple platforms, multiple protocols, and a large number of APIs is currently a problem. The rapid development of APIs is likely to require unforeseen costs from developers, which will negatively affect the ability of project teams to add new features [7].

Specific use cases. The lack of clear applications or examples illustrating the level of profitability loss-making slows the development of IoT. Massive implementation of IoT will require sound, customer-oriented communications and messaging such as "what it has for me." IoT providers should be prepared to talk about the main benefits of their services and do it as detailed, convincing and specific as possible.

The Experiments

These days, you can control your home gadgets/devices like air-conditioner, room heater, water heater, etc. remotely from anywhere and the device to do this can easily be built or purchased off the shelf. Over the course, we have also built a few IoT based home automation projects using Arduino, ESP, and Raspberry Pi. But for every Wi-Fi-based IoT-enabled device, you need an Internet connection or you can say uninterrupted Internet/Wi-Fi connectivity. But using broadband connection has its limitations like sometimes wifi signal drop (especially for 2.4 GHz band, occupied with more interference) from room to room or floor to floor. It is for this reason that wifi repeater or range extenders are required but commercial wifi repeaters available in the market are very costly which is not a feasible option for all. There arises the need for low-cost solutions (less than one third compared to the price of any commercial wifi repeater) only for range-extending [8].

The Nodemcu ESP8266 is the main and only component so, it can be described some basic features and specifications too. It is an open-source IoT development platform, a combination of the wifi module and the features of Arduino (Microcontroller). It can also be programmed in Arduino IDE through the micro USB interface (with onboard flash management IC) and it is a programmable wifi transcriber module that's the best choice for wifi networking, mash networking and has 802.11 international standard 12E wifi chip, onboard 3.3V regulator and onboard Antena. Also, it has several power input options (input using a micro USB port and two types of external power input (5v VCC input and 3.3v VCC input) and can be used as an access point.

First of all, via connection ESP8266 with a computer using micro USB type B to USB cable. When connected, a blue light indicator LED will glow.

Download the ESP8266 Flash Download tool for windows from the official website.

We need to set up and configure with your main home/office Wi-Fi router by opening its configuration page. Connect your mobile/laptop with this ("MyAP") SSID and dial the IP address **(**192.168.4.1) from your favorite browser and the configuration page will be opened. Under the STA settings add the main wifi network SSID name and password and click on connect. After that, configuration settings will be saved and under the AP (access point) settings, you can set your SSID name and password. Select the encryption security types like the most popular WPA2 [9].

Experimentally, I added two pieces of 2 dbi antenna and connected with an onboard antenna for better wifi range coverage, which can also be rotated (although ESP8266 has onboard antenna). I powered it up using a 5v USB mobile charger with a USB cable and connected on ESP8266 MicroUSB port and put it on ac sockets. This is the best reliable power supply for long-term use.

After everything was done we make a simple fabrication on a piece of plexiglass or in glass fiber and added an on-off switch. Experimentally, we add two pieces of 2 dbi antenna and connected with an onboard antenna for better wifi range coverage, which can also be rotated (although ESP8266 has onboard antenna). Then, we power it up using a 5v USB mobile charger with a USB cable and connected on ESP8266 Micro USB port and put it on ac sockets. This is the best reliable power supply for long-term use [10].

Another advantage is that this Wi-Fi repeater needs 5v power supply which can be powered from a good power bank you can also build your own power bank by following this article. Hence, there are chances that it can be used outdoor along with your mobile phone but commercial Wi-Fi repeater doesn't have this facility. You can't use it in the outdoors because the AC electric power supply is always needed [11].

The results

The results of IoT failures can be severe, therefore, the study and research in security issues in the IoT is of extreme significance. The main objective of IoT security is to preserve privacy, confidentiality, ensure the security of the users, infrastructures, data, and devices of the IoT, and guarantee the availability of the services offered by an IoT ecosystem. Thus, research in IoT security has recently been gaining much momentum with the help of the available simulation tools, modelers, and computational and analysis platforms. Areas of expertise include computer/mobile/bio-communications and information/network security; curriculum design and development, research management and other activities related to research, academic administration and higher education (undergraduate and postgraduate levels) development.

Conclusion

The potential of IoT is great, but the presence of problems hinders the development of the Internet of things. By this article we have identified some of them. Obstacles to the development of the IoT industry arise from too many devices, imperfect communications between the physical and digital worlds, open systems, and ongoing privacy and security issues. In the near future, everyone who is involved in the construction of the Internet of things will have to work on these tasks in the near future. In the long term, not only houses, but also cities, and even (some) states will become “smart”. But at this stage in the development of technology and society, the Internet of Things is being actively introduced not globally, but within companies involved in the production of goods, energy, transportation, etc. - where new technologies are expected to increase productivity and competitiveness.

REFERENCES

[1] IoT for Embedded systems: The new Industrial Revolution. Retrieved from. Link: URL: http://www.micrium.com/iot/ overview/

[2] Davies R. The Internet of things Opportunities and Challenges (May 2015) // European Parliamentary Research Service. Link: URL: www.europarl. europa.eu./RegData/.../EPRS_ BRI(2015)557012_EN.pdf

[3] Jankowski S. The Sectors where the Internet of Things really Matters. Link: URL: https:// hbr.org/2014/10/

[4] Harun H., Mohd Zin A. A Study using Internet of Things Concept toward Engineering Education // International Journal of Advances in Computer Science and Technology. – 2015. – Vol. 4, no 6. Link: URL: http://www.warse.org/ijacst/ static/pdf/file/ijacst03462015.pdf

[5] Jiang H., Chen X., Zhang S., et al. Software for Wearable Devices: Challenges and Opportunities. Link: URL: http://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1504/1504.00747.pdf

[6] John Robles R., Hoon Kim T. Applications, Systems and Methods in Smart Home Technology: a review. – 2010. – Vol. 15. Link: URL: www.sersc.org/journals/ IJAST/vol15/4.pdf

[7] Perera C., Harold Liu C., Jayawardena S. The Emerging Internet of Things Marketplace From an Industrial Perspective: a survey. Link: URL: http://arxiv. org/pdf/1502.00134.pdf

[8] Zanella A., Bui N., Castellani A., et al. Internet of Things for Smart Cities // IEEE Internet of things Journal. – 2014. – Vol. 1, no. 1.

[9] Rajguru S., Kinhekar S., Pati S.Analysis of Internet of Things in a Smart Environment. – 2015. – Vol. 4, Iss. 4. – P. 40–43. Электронный ресурс: URL: www.erpublications.com.

[10] Air Quality Egg. 2013. Link: URL: http://airqualityegg.com/

[11] Amrita Vishwa Vidya Peetham. Amritawna: Amrita center for wireless networks and applications, 2013. Link: URL: http:// amrita.edu/awna/

Курбан Б., Умарова Ж., Койшибекова Г., Маханова З., Кемельбекова Ж.

Интернет заттар (IOT): проблемалар мен болашақ бағыттар

Түйіндеме. Оның қазіргі түріндегі заттардың Интернет негізінен тұтынушыларға бағытталған, ал Интернет заттар қызығушылық тудыратын секторлар Денсаулық сақтау, бөлшек сауда, өндіріс және құрылыс болып табылады. Бұл клиенттермен өзара іс - қимылды революциялауға ұмтылатын салалар-олар өз клиенттеріне ұсынатын қызметтерді жақсарта алады Интернет заттар ретінде қарастырады.

Интернет заттар технологиясы бастапқы, негізінен эксперименталды, кезеңде. Оны кеңінен қолдану басталғаннан кейін көптеген проблемалар туындайды: сенімділік, заңдық салдарлар, компьютерлік есептеулердің нақты бағасы және т. б.

Бүгінде жобаны әзірлеушілер платформаны белсенді дамытып, оның функционалдық мүмкіндіктерін кеңейтіп, кодты жақсартып, осалдықтарды түзетіп, жаңа құралдарды енгізуде. Барлық Интернет заттарға қосымша онлайн төлемдер мен ақша аударымдарының міндетін қояды. Бұл мақалада, сондай-ақ кванттық процессорлардан теориялық қорғау үшін триаданың салыстырмалы артық болуы (жаппай қолдану жоқ, тек прототиптер қол жетімді) және Coordinator серверін пайдалану (әлсіз желіде шабуылдан қосымша қорғау үшін толық тораптармен өзара әрекеттесу), оның қажеттілігі және одан әрі пайдалану мерзімі қарастырылған.

Түйін сөздер: Интернет заттар, RFID, IPv6, сымсыз сенсорлық желі, ақылды үй, сандық технологиялар, инновациялық IT-өнімдер.

Курбан Б., Умарова Ж., Койшибекова Г., Маханова З., Кемельбекова Ж.

Интернет вещей (iot): проблемы и будущие направления

Резюме. Интернет вещей в его нынешнем виде в основном ориентирован на потребителей, а секторами, для которых Интернет вещей представляет интерес, являются здравоохранение, розничная торговля, производство и строительство. Это отрасли, которые стремятся революционизировать взаимодействие с клиентами - они рассматривают, как Интернет вещей может улучшить услуги, которые они предоставляют своим клиентам.

Технология Интернета вещей находится на начальном, в основном экспериментальном, этапе. С началом его широкого применения возникает много проблем: надежность, юридические последствия, реальная цена компьютерных расчетов и т. д.

Сегодня разработчики проекта активно развивают платформу, расширяют ее функциональные возможности, улучшают код, исправляют уязвимости и внедряют новые инструменты. В дополнение ко всему Интернету вещей ставит перед собой задачу онлайн-платежей и денежных переводов. В данной статье также рассмотрены случаи относительно избыточности триады для теоретической защиты от квантовых процессоров (нет массового применения, доступны только прототипы) и использования сервера Coordinator (взаимодействующего с полными узлами для дополнительной защиты от атаки в слабой сети), его необходимость и срок дальнейшей эксплуатации.

Ключевые слова: Internet of things, RFID, IPv6, wireless sensor network, smart house, digital technologies, innovative IT products.

УДК 004.9

M. Bilimzhanuly, Sh. Baimataeva
(Satbayev University, Almaty city, Kazakhstan.
e-mail: : maksatbilimzhanuly@gmail.com)

RESEARCH OF METHODS FOR ANALYSIS AND FORECASTING OF OPERATING ENTERPRISES IN THE OIL INDUSTRY

Annotation. The article is devoted to the study of methods of analysis and forecasting of enterprise activities. An overview of methods for analyzing the state of the results of production and economic activity of enterprises is given. The article presents a methodology for analyzing performance results based on cluster and regression analysis using the example of oil industry enterprises.

As part of the study, the factors influencing the profitability of enterprises were identified. Cluster analysis was performed using the k-means method. After the cluster analysis, on the basis of regression analysis, a study of the influence of factors on the main indicators of enterprises' performance is carried out.

Key words: analysis, planning, enterprises, forecasting models, cluster analysis, profitability.

М. Билимжанулы, Ш.М. Байматаева
(Satbayev University, Almaty city, Kazakhstan.
e-mail: : maksatbilimzhanuly@gmail.com)

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ АНАЛИЗА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ НЕФТЯНОЙ ОТРАСЛИ

Аннотация. Статья посвящена исследованию методов анализа и прогнозирования деятельности предприятия. Приводится обзор методов анализа состояния результатов производственно-экономической деятельности предприятий. Представлена методика анализа результатов деятельности на основе кластерного и регрессионного анализа на примере предприятий нефтяной промышленности. В рамках проведенного исследования выявлены факторы, влияющие на рентабельность предприятий. Кластерный анализ проведен с использованием метода k-средних. После проведения кластерного анализа, на основе регрессионного анализа проводится исследование влияния факторов на основные показатели деятельности предприятий.

Ключевые слова: анализ, планирование, предприятия, модели прогнозирования, кластерный анализ, рентабельность.

1 Введение

Одной из основных характеристик предприятия является его финансовое состояние, которое достаточно полно отражает результаты его деятельности. Обоснованность принятых решений зависит от результатов анализа деятельности. Инструменты анализа деятельности предприятия позволяют объективно изучать не только текущее, но и будущее состояние предприятия. Поэтому исследование методов анализа и прогнозирования деятельности предприятий нефтяной отрасли является актуальной. Анализируя результаты деятельности предприятий, важно также прогнозировать динамику изменения основных показателей производственно-хозяйственной деятельности предприятий.

Для решения задач применяются модели и методы, разработанные для оценки временных рядов [1]. Лучший критерий для оценки модели определяется путем устранения ошибок подбора, связанных с классическим прогнозированием данных [2]. Следовательно, адекватная модель должна приводить к наименьшему количеству ошибок подбора с максимальной точностью. Однофакторное прогнозирование включает использование исторических данных для прогнозирования значения переменной, которая служит в качестве ответной или выходной переменной [3]. Согласно Абдель-Аала, Р.Е. (2008), одномерный временной ряд может дать более точный прогноз, чем многомерная модель.

2 Обзор применяемых моделей

Для анализа неизвестных регрессионных зависимостей применяются модели сглаживания и другие методы непараметрической аппроксимации. Согласно [5] существуют следующие модели, такие как Экспоненциальное сглаживание (ES), Холт-Уинтерс (HW) и Авторегрессионное скользящее среднее (ARIMA), которые используют одномерные временные ряды.

В работе [4] был проведен анализ точности ES (модификация метода наименьших квадратов), HW и ARIMA подходов в прогнозировании цен на сырую нефть, и обсуждены важность условий ошибок в этих моделях и значимость достижения минимальных ошибок.

Широко применяется модель Холт-Уинтерса (HW). Модель HW может служить расширением структуры ES. Однако он использует другой набор параметров, в отличие от тех, которые используются в элементарных временных рядах, чтобы сгладить наклон значений. Прогнозирование на основе HW может быть выполнено с использованием трех элементов сглаживания. Модель HW применяется к данным, характеризующимся сезонностью и тенденцией [4]. Функция, представляющая модель ARIMA, обозначается ARIMA (p, d, q), что приводит к стационарной функции ARMA (p, q) при дифференцировании по времени t. Источником модели ARMA является модель авторегрессии AR порядка p.

В работе [7] рассмотрена методика оценки возможности вхождения предприятий в нефтяной кластер с применением теории нечетких множеств. Предложена система показателей для оценки кластеров предприятий, основанных на их приоритетности.

Функционирование предприятия сопряжена с определенными рисками. В работе [8] предложена методика оценки рисков в нефтяной отрасли, включающая SWOT-анализ, роза рисков, а также оценка финансового состояния организации. Оценка финансового состояния включает анализ ликвидности, финансовой устойчивости и рентабельности.

3 Методология

Кластерный анализ отражает особенности многомерного анализа в классификации предприятий в зависимости от условий хозяйствования и достигнутых результатов. Подход с применением кластерного анализа упоминается в литературе как числовая таксономия, числовая классификация, самообучающееся распознавание и т. д. Первое применение кластерного анализа был найден в социологии. Большим преимуществом кластерного анализа является то, что он позволяет разделять объекты не по одному параметру, а по целому набору функций. Кроме того, кластерный анализ, в отличие от большинства математических и статистических методов, не накладывает каких-либо ограничений на тип рассматриваемых объектов и позволяет нам рассматривать набор исходных данных. Это важно, например, для прогнозирования конъюнктуры рынка, когда индикаторы имеют разнообразную форму, что затрудняет использование традиционных эконометрических подходов.

Одним из методов кластерного анализа является метод к-средних. Метод к средних выполняется итеративно, в результате которой объекты объединяются в кластеры. В методе число кластеров задается вначале. Алгоритм работы метода: в качестве центров кластеров случайным образом отбираются k-объектов. В результате итеративной процедуры состав кластеров меняется так, чтобы минимизировать изменчивость внутри них. Далее определяется новый центр кластера. Процесс повторяется до тех пор, пока состав кластеров не будет меняться.

В соответствии с предлагаемым подходом реализован кластерный анализ показателей деятельности. Для этого использованы основные показатели предприятий нефтедобычи по данным финансовой отчетности на конец 2018 года.

Кластеры получены с использованием метода k-средних. В результате данной процедуры получены 3 кластера предприятий:

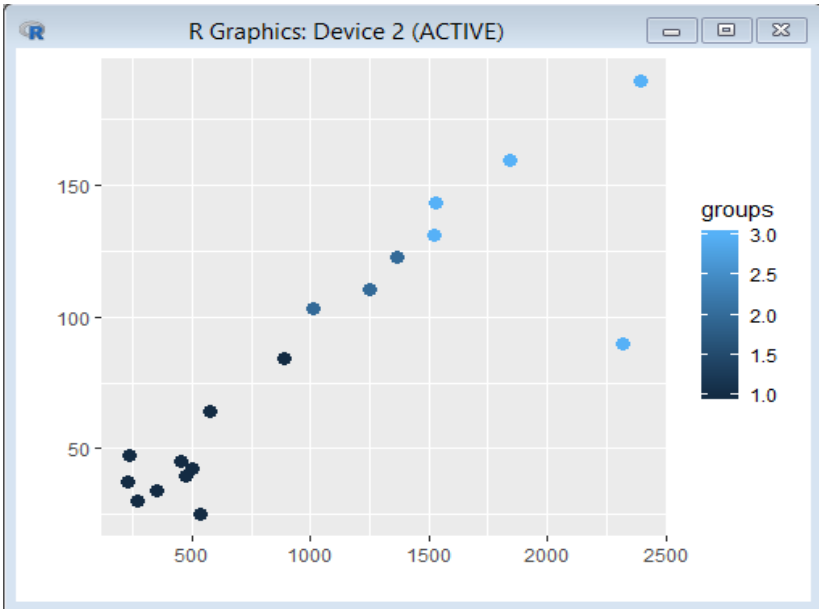


Рис. 1. Результаты кластерного анализа

Входные данные представляют собой основные показатели предприятий нефтяной отрасли, среди которых объем производства, уровень рентабельности, доход от реализации продукции, стоимость экспорта и др. Предполагается, что кластеры описывают состояния предприятий, попадающих в соответствующий кластер. 1-ый кластер описывает состояние предприятий как «ниже среднего», 2-ой кластер–как «среднего» и 3-ий кластер - «выше среднего». В таблице приведены средние значения параметров для каждого кластера.

```
> print_clust
K-means clustering with 3 clusters of sizes 6, 7, 5

Cluster means:
          X0         X1         X2         X3         X4
1  0.8084093  1.0416358  1.0366532  1.1119986  1.0182671
2  0.2598458 -0.1221042 -0.2853892 -0.2651600 -0.3436440
3 -1.3338753 -1.0790171 -0.8444390 -0.9631744 -0.7408188
          X5          X6         X7         X8         X9
1  0.9535476  0.99025112  1.2257006  1.1910091  0.9358206
2 -0.2822774  0.08290139 -0.4038542 -0.3529646 -0.5008438
3 -0.7490688 -1.30436328 -0.9054449 -0.9350605 -0.4218035
         X10
1  1.2289587
2 -0.4966603
3 -0.7794261
```

Рис. 2. Средние значения признаков по кластерам

На рисунке 2 приведены средние значения по каждому признаку во всех кластерах, т.е. значения центров кластера. Обозначения: X0 - объем производства, X1 - численность персонала, X2 - среднемесячная заработная плата персонала, X3 - рентабельность, X4 - доход от реализации продукции, X5 - инвестиции в основной капитал, X6 - экспорт нефти, X7 - нефть импорт, X8 – стоимость экспорта, X9 – стоимость импорта, X10 – цена реализации.

В процессе работы применяются основные показатели, которые являются методологической основой исследования и позволяют сопоставить результаты деятельности предприятий нефтяной

отрасли. Далее применяется методика изучения результатов деятельности предприятий нефтяной отрасли с использованием, на предварительном этапе кластерного, затем ~~и~~ регрессионного анализа, позволяющего исследовать основные статистически значимые факторы, влияющие на прогнозирование необходимых для планирования показателей производственно-хозяйственной деятельности. К примеру, рассмотрен выбор статистически значимых показателей, влияющих на рентабельность предприятия. В частности, исследуется показатель рентабельности в условиях действия различных факторов для среднего кластера. Для этого на основании имеющихся данных строится регрессионное уравнение с использованием найденных существенных факторов.

4 Обсуждение результатов

Анализ результатов производственно-экономической деятельности позволил получить группы предприятий, отличающихся различными условиями деятельности. В частности, как было отмечено, первый кластер содержит в среднем низкие, а второй кластер - средние состояния по всем перечисленным выше параметрам. Третий кластер отражает лучшие экономические условия из представленных, что обеспечивается относительно высокой прибыльностью предприятий этой группы. Результаты анализа позволяют сравнить полученные кластеры предприятий. Для определения существенных факторов, влияющих на рентабельность проводим исследование на мультиколлинеарность факторов, для расчета используем среду программирования R. Для изучения факторов, влияющих на результирующую переменную (рентабельность) строим модель линейной регрессии.

```
> summary(Mstep)

Call:
lm(formula = X3 ~ X0 + X1 + X5 + X8, data = obl)

Residuals:
    Min      1Q  Median      3Q     Max
-31.272  -7.148   0.567   7.599  33.074

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 33.80861   37.79009   0.895 0.387243
X0           2.32171    1.25347   1.852 0.086830 .
X1          -2.75957    1.30700  -2.111 0.054671 .
X5           0.16775    0.05312   3.158 0.007554 **
X8           0.06012    0.01313   4.578 0.000518 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 16.93 on 13 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.914,     Adjusted R-squared:  0.8875
F-statistic: 34.54 on 4 and 13 DF,  p-value: 8.24e-07
```

Рис. 3. Расчет коэффициентов модели

Согласно рисунку 3 полученное уравнение регрессии X3 = 33.81+

+2.32X_0 - 2.76X_1+0.17X_5+0.06X_8. Влияние инвестиции в основной капитал (X5) и стоимости экспорта (X8) на исследуемый параметр оказались значимыми (p-значения <0.05), а влияние объема добычи (X0) и численности персонала (X1) - незначимыми. Коэффициент детерминации составляет 0.91.

Таким образом, установлены основные факторы результата деятельности для предприятий данной группы, позволяющие исследовать их особенности и спрогнозировать данный показатель. Для получения более полного представления о результатах деятельности необходимо привлечение дополнительных данных отчетности.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Makridakis, S., Wheelwright, S.C. and Hyndman, R.J. (1998) Forecasting: MethodsandApplications. 3rd Edition,Wiley, Hoboken.

[2] Wang, X., Guo, P. and Huang, X. (2011) A Review of Wind Power Forecasting Models. *Energy Procedia*, 12, 770-778.

[3] Wang, X., Smith-Miles, K. and Hyndman, R. (2009) Rule Induction for Forecasting Method Selection: Meta-Learningthe Characteristics of Univariate Time Series. *Neurocomputing*, 72, 2581

[4] Tularam, G.A. and Saeed, T. (2016) Oil-Price Forecasting Based on Various Univariate Time-Series. Models. *American Journal of Operations Research*, 6, 226-235.

[5] Abdel-Aal, R.E. (2008) Univariate Modeling and Forecasting of Monthly Energy Demand Time Series Using Abductiveand Neural Networks. *Computers&IndustrialEngineering*.

[6] Ашихин В. С. Исследование факторов, влияющих на финансовую устойчивость нефтеперерабатывающей промышленности и способы управления предприятием //Вестник университета. – 2017. – №. 12.

[7] Димурина Н. Е. Методика отбора предприятий нефтяной отрасли в кластер на базе вертикальной интеграции //Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. – 2017. – №. 6 (108).

[8] Гребенникова В. А., Баранова П. В. Методы идентификации, оценки и ранжирования финансовых рисков в нефтяной отрасли //Государственный советник. – 2019. – №. 2 (26).

[9] Лысенкова А. И., Маклудова А. М. Влияние внешних факторов на деятельность корпорации (на примере пао" Лукойл") //Проблемы экономики и юридической практики. – 2018. – №. 6.

[10] Wu, Xunda. (2020). Research on Integrated Planning Method of Offshore Oil and Gas Exploration and Development. International Journal of Geosciences. 11. 483-491. 10.4236/ijg.2020.117024.

[11] Lisitsa, Svetlana & Levina, Anastasia & Lepekhin, Aleksander. (2019). Supply-chain management in the oil industry. E3S Web of Conferences. 110. 02061. 10.1051/e3sconf/201911002061.

[12] Al-Fattah, Saud. (2014). National Oil Companies: Business Models, Challenges, and Emerging Trends. Alternative Investment Analyst Review Journal. 2. 11-28.

[13] Abdollahi, Hooman. (2020). A novel hybrid model for forecasting crude oil price based on time series decomposition. Applied Energy. 267. 115035. 10.1016/j.apenergy.2020.115035.

[14] Lin, Ling & Yong, Jiang & Xiao, Helu & Zhou, Zhongbao. (2020). Crude oil price forecasting based on a novel hybrid long memory GARCH-M and wavelet analysis model. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications. 543. 123532. 10.1016/j.physa.2019.123532.

[15] Wang, Jue & Zhou, Hao & Hong, Tao & Li, Xiang & Wang, Shouyang. (2020). A multi-granularity heterogeneous combination approach to crude oil price forecasting. Energy Economics. 91. 104790. 10.1016/j.eneco.2020.104790.

Білімжанұлы М., Байматаева Ш.М.

Мұнай саласы кәсіпорындарының қызметін талдау және болжау әдістерін зерттеу

Түйіндеме. Мақала кәсіпорынның қызметін талдау және болжау әдістерін зерттеуге арналған. Кәсіпорындардың өндірістік-шаруашылық қызметінің нәтижелерінің жағдайын талдау әдістеріне шолу келтірілген. Мақалада мұнай саласы кәсіпорындарының мысалында кластерлік және регрессиялық талдау негізінде жұмыс нәтижелерін талдау әдістемесі ұсынылған. Зерттеу аясында кәсіпорындардың табыстылығына әсер ететін факторлар анықталды. Кластерлік талдау K-means әдісін қолдану арқылы жасалды. Кластерлік талдаудан кейін регрессиялық талдау негізінде факторлардың кәсіпорындар қызметінің негізгі көрсеткіштеріне әсері зерттелді.

УДК 004. 75

L.V.Ignashova[1], T.A.Zhukova[1], A.V. Rogovoy[2]
([1]Mardan Saparbayev Institute, Shymkent, Kazakhstan

[2]Miras University, Shymkent, Kazakhstan
E-mail: ignashova-lyudmi@mail.ru)

INFORMATION SECURITY RISK ASSESSMENT METHODOLOGY

Abstract. A new model of structured risk assessment for the creation of an information security system at enterprises and organizations is proposed, which is necessary to increase the reliability of assessing the costs of creating a protection system. The method of step-by-step execution of analytical work on the structure devaluation of the risks is suggested. These studies will be useful for analysts in the field of information security, who have the task of generalizing

a large amount of data on the characteristics and properties of the system under study to specialists who operate information systems or are responsible for the state of information security in order to control and maintain an acceptable level of security.

Key words: Information security, information risk, risk assessment, security threat, information protection, security control analysis, integrity, availability, confidentiality.

Л.В.Игнашова[1], Т.А.Жукова[1], А.В.Роговой[2]
([1]Институт Мардана Сапарбаева, Шымкент, Казахстан
[2]Университет Мирас, Шымкент, Казахстан
ignashova-lyudmi@mail.ru)

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ РИСКОВ СИСТЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Аннотация. Предлагается новая модель структурированной оценки риска при создании системы информационной безопасности на предприятиях и в организациях, которая необходима для повышения достоверности оценки затрат на создание системы защиты. Предложен метод поэтапного выполнения аналитических работ по структурированной оценке рисков. Данные исследования будут полезными аналитикам в области информационной безопасности, у которых возникает задача обобщения большого количества данных о характеристиках и свойствах исследуемой системы специалистам, эксплуатирующим информационные системы или отвечающим за состояние информационной безопасности, для контроля и поддержания допустимого уровня безопасности.

Ключевые слова: Информационная безопасность, информационный риск, оценка риска, угроза безопасности, защита информации, анализ контроля безопасности, целостность, доступность, конфеденциальность.

Введение. В связи со значительным ростом использования предприятиями и организациями информационно-коммуникационных сетей, которые подключаются к Internet, объединяются в офисные многосетевые структуры, разрастаются до уровня распределенных корпоративных сетей, в геометрической прогрессии возрастают угрозы иноформационной безопасности и возможности доступа к управленческой и производственной информации со стороны внешних и внутренних злоумышленников [1-3].

Как правило, до определенного момента не возникает вопросов об оценке величины риска урона, к которому это может привести. Проблема усугубляется тем, что вопросы информационной безопасности, обычно, отдаются на решение специалистам по информационным технологиям, которые как правило не в состоянии определить реальных последствий для организации угроз информационной безопасности [4-12]. А менеджеры предприятия, которые могли бы оценить реальные последствия угроз, часто не имеют достаточных знаний в области информационных технологий, чтобы реально оценить связанные с этим риски.

Согласно современным международным стандартам в области информационной безопасности, подсистема управления рисками ИБ (информационной безопасности) должна быть обязательным компонентом общей системы обеспечения безопасности организации [13-14].

Постановка задач исследований

Перед нами стояла задача разработки методики структурированной оценки рисков состояния информационной безопасности в информационных системах на предприятиях и в организациях.

Эффективно управлять информационной безопасностью компании позволяет постоянный анализ информационных рисков. Прежде необходимо определить, а что именно подлежит защите в компании и воздействию каких именно угроз оно подвержено, и только затем необходимо выработать рекомендации по практике защиты. Данный анализ проводится исходя из конкретных целей и задач по защите определенного вида информации конфиденциального характера. Необходимым условием в рамках данной защиты информации - это обеспечение ее целостности и доступности [15-18].

Реализация задачи

Исходя из вышесказанного, мы предлагаем следующую методику оценки рисков, которая включает в себя девять основных этапов:

Этап 1 - Описание системы.

Этап 2 - Идентификация угроз.

Этап 3 - Идентификация уязвимости.

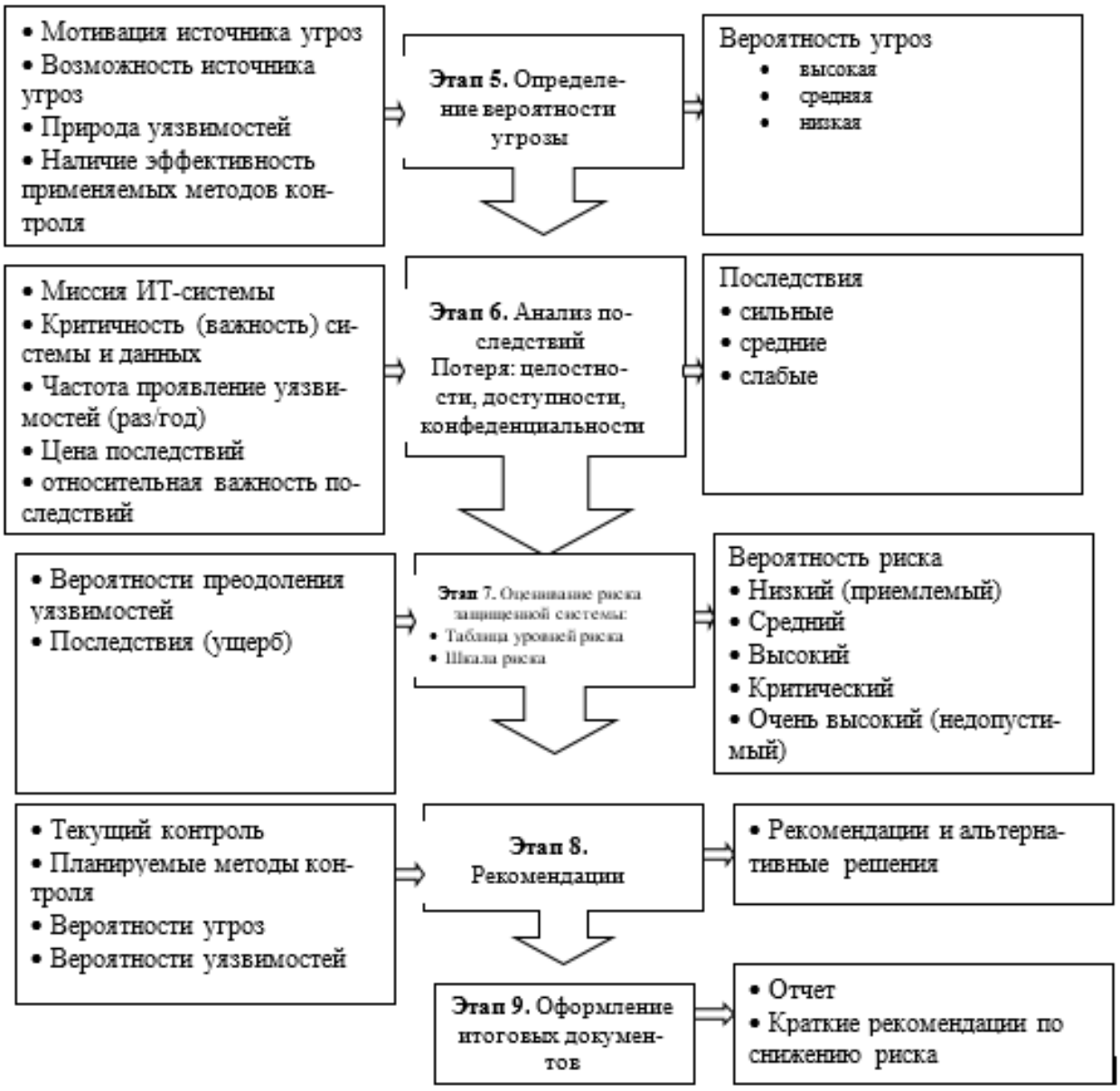
Этап 4 - Анализ контроля безопасности.
Этап 5 - Определение вероятности.
Этап 6 - Анализ воздействия.
Этап 7 - Определение риска.
Этап 8 - Рекомендации по контролю.
Этап 9 - Оформление итоговых документов.

На рисунке 1 представлена поэтапная схема методики оценки риска, с указанием входных и выходных данных для каждого этапа.

Эта схема не является «жестким предписанием», при необходимости она может быть изменена или дополнена. Так, этапы 2, 3, 4 и 6 могут осуществляться параллельно после завершения первого этапа. Более того, последовательность выполнения работ, при которой анализ угроз, уязвимостей и средств защиты проводится одновременно, следует рекомендовать как наиболее эффективную. Использование механизма нечеткой логики позволяет на любом из этапов исследований сформулировать решающие правила, которые будут учтены при оценке риска.

Первым шагом при оценке рисков ИТ-системы является определение (выявление) ее границ и используемых ресурсов. На этом этапе устанавливаются также объем работ по оценке рисков и определяются ресурсы, необходимые для этого (аппаратное и программное обеспечение, назначаются ответственные лица за выполнение работ).





- **Рис. 1**. Поэтапная схема методики оценки риска

Данная методика может применяться для оценки локальных и распределенных систем. В последнем случае необходимо предварительно четко определить состав распределенной системы, все интерфейсы и зависимости между элементами системы.

Этап 1: Сбор сведений и описание системы

Сбор сведений проводится для определения границ и описания системы на различных иерархических уровнях с целью выявления уязвимостей и оценки достаточности, принятых мер защиты.

На основе собранных данных необходимо, прежде всего, разработать (адаптировать) тесты для автоматизированной оценки ключевых параметров, учитываемых при оценке риска. Тесты должны учитывать специфику организации, ее масштаб, задачи, зависимость от информационных процессов. Для этого используются данные, полученные в ходе сбора информации.

Сбор информации должен обеспечить разработку моделей исследуемой ИС на различных уровнях абстракции, начиная с внешнего уровня до уровня реализации. Этим обеспечиваются логическое обоснование и уверенность в достаточности выбранных мер защиты информации.

Сбор информации может продолжаться на протяжении всего процесса оценки рисков.

Определение границ системы:

Определяющими факторами для оценки степени уязвимости границ являются:

- количество и расположение точек подключения ИС к Internet;
- взаимодействие с удаленными пользователями;
- способы объединения информационных ресурсов удаленных офисов и филиалов в корпоративную сеть;
- организация внешнего управления ресурсами ИС.

Используя предварительные оценки характеристик ИС, полученные уже на первом этапе, уже можно сформулировать несколько «очевидных» (логически обоснованных) правил, которые можно заложить в механизм вывода для оценки риска.

Определим такое правило для следующих входных данных:

1) Уу - уровень зрелости организации (уровень управления ИБ);
2) Зб - зависимость бизнес процессов организации от уровня ИБ ИТ;

Выходной переменной правила является риск R - риск ИБ.

Правила вывода определим следующим образом:

1) *Если* Зб > 3 *и* Уу < 3 *то* R = **«большой»;**
2) *Если* Зб = 0, *то* R = «низкий».

Итог этапа 1 - характеристики ИТ-системы, ее границ и окружающей среды и логически обоснованные правила вывода.

Этап 2: Идентификация источников угроз

Целью данного этапа является определение потенциальных источников угроз и составление списка актуальных источников угроз для оцениваемой ИТ-системы. Источники угроз могут быть естественными, относящимися к окружающей среде или связанными с человеком. С источником угроз можно связать любое обстоятельство или событие, которое может нанести урон ИТ-системе.

Используя «процессный» подход (ISO 9001:2000) и аналогию с системой защиты, представим модель нарушителя в виде четырех процессов:

- управление (организация деятельности по несанкционированному доступу к информационным ресурсам);
- последовательность действий (технологий) при несанкционированном доступе к информационным ресурсам;
- использование ресурсов (аппаратных и программных средств, финансов, грамотных специалистов и т. д.);
- мониторинга (структуры сети, уязвимостей, мер защиты и т. д.).

Оценку потенциала нарушителя целесообразно выполнять по той же схеме, что и оценку эффективности системы защиты, т.е. необходимо предварительно оценить возможности реализации каждого из процессов. Для оценки технологий несанкционированного доступа необходимо выявить уязвимости реализации информационных процессов, которые могут быть использованы нарушителями.

Результат этапа 2 - список источников угроз, которые могут воспользоваться имеющимися уязвимостями системы, и оценка потенциала этих источников.

Этап 3: Идентификация уязвимостей

Целью данного этапа является создание списка уязвимостей (недостатков или упущений), которыми могут воспользоваться потенциальные источники угроз. Уязвимость определяется как ошибка или недостаток в процедурах безопасности системы, при проектировании, выполнении или внутреннем контроле, которые могут проявиться (случайно или намеренно) и привести к бреши в безопасности пли нарушению политики безопасности системы.

Анализ риска для ИТ-системы должен включать в себя анализ уязвимостей, связанных с окружающей средой системы, которыми могу воспользоваться потенциальные источники угроз, поэтому уязвимости целесообразно рассматривать во взаимосвязи с угрозами.

Окончательный список требований безопасности содержит основные нормы безопасности, которые могут использоваться для систематической оценки и идентификации уязвимостей активов предприятия (персонала, аппаратного и программного обеспечения, информации). Кроме того, указанный список содержит неавтоматизированные процедуры, процессы и информационные обмены, связанные с определенной ИТ-системой на следующих уровнях системы защиты информации:

- организационном;
- процедурном;
- программно-техническом.

Итогом данного процесса служит контрольный список требований безопасности.

Результаты контрольного списка (или опросного листа) могут быть использованы в качестве исходных данных для оценки системы на соответствие или несоответствие требованиям. Этот процесс выявляет системные, технологические и процедурные недостатки, представляющие собой потенциальные уязвимости.

После идентификации уязвимости целесообразно провести оценку потенциала угрозы, которую представляют источники угроз в рамках выявленных уязвимостей. Выявленные источники угроз обладают разной степенью мотивации и разными объективными возможностями для осуществления успешной атаки. Потенциал угрозы определяется как совокупная характеристика, определяемая, как объективными возможностями источника, так и уровнем мотивации (табл. 1).

Эквивалентным таблице является следующее правило вывода:

U(i,j) = min [W(i,j), M(i)],

где W(i,j) - уровень возможностей i-го источника угрозы по использованию j-ой уязвимости;

M(i) - уровень мотивации (степень заинтересованности) i-го источника угрозы;

U(i,j) — степень (величина) угрозы от i-го источника угрозы по использованию j-ой уязвимости.

Таблица 1. **Степень угрозы j-го источника в рамках i-той уязвимости**

Уровень мотивации	Объективные возможности нарушителя W(i,j)				
M(i)	1	2	3	4	5
1	1	1	1	1	1
2	1	2	2	2	2
3	1	2	3	3	3
4	1	2	3	4	4
5	1	2	3	4	5

При необходимости это правило может быть включено механизм вывода.

Физический смысл этого правила отражает достаточно очевидный факт, что для реализации угрозы необходимы и объективные возможности и уровень мотивации.

Этап 4: Анализ безопасности защищенной системы

Цель данного этапа - анализ средств контроля, уже внедренных компанией или планируемых для внедрения для уменьшения или устранения вероятности использования уязвимости системы под действием источника угроз.

Для определения степени вероятности того, что потенциальная уязвимость может оказаться в пределах части среды, ассоциируемой с угрозой (этап 5), необходимо рассмотреть существующие или планируемые средства контроля.

Функциональная модель СЗИ определяется международным стандартом ISO/IEC 27002:2005 «Code of Practice for Information Security Management» (Практические правила управления информационной безопасностью.

В стандарте сформулированы требования к системам защиты информации по каждому из указанных направлений.

В зависимости от указанных факторов, определяющих специфику конкретной организации, эксперт по информационной безопасности должен определить требования к системе защиты информации и учесть эти требования при формировании общей оценки.

В соответствии с функциональной моделью управления ИБ оценка эффективности системы защиты информации складывается из «взвешенных» оценок по отдельным направлениям. «Вес» для каждого направления должен учитывать профиль организации и стадию жизненного цикла информационной системы.

Результат этапа 4 - оценка эффективности существующих или планируемых методов контроля.

Этап 5: Определение вероятности угрозы

Для определения вероятности реализации угрозы (успешной атаки) в поле некоторой уязвимости, рассмотрим следующие основные факторы:

- природа уязвимости;
- мотивация источника угроз и его возможностей;
- наличие и эффективность применяемых методов защиты.

Вероятность успешной атаки оценивается с помощью шкалы, представленной в таблице 2.

Таблица 2**. Шкала значений вероятности реализации угрозы**

Уровень вероятности		**Описание уровня**
1	Очень низкий	Используемые средства защиты и методы их использования гарантируют защиту по отношению к данному типу угроз в пределах заданной уязвимости (используются сертифицированные профили защиты)
2	Низкий	У источника угрозы недостаточно мотиваций или возможностей, либо существующие средства контроля способны предотвратить или, по крайней мере, значительно помешать использованию уязвимости
3	Средний	Источник угрозы мотивирован и обладает возможностями, но существующие средства контроля могут препятствовать успешному использованию уязвимости
4	Высокий	Источник угрозы имеет высокие мотивации и достаточные возможности, а методы контроля для предотвращения проявления уязвимости не гарантируют защиту.
5	Очень высокий	Уровень мотивации, технические и организационные возможности источника угроз превышают соответствующие параметры защиты

Уровень вероятности успешной атаки зависит от потенциала угрозы, создаваемой активным источником угрозы в поле уязвимости (табл. 3).

Табличные данные могут быть представлены с помощью следующих продукционных правил вывода:

1) ЕСЛИ U(i,j) = < Z(i,j) ТО P(i,j) = 0,

2) ЕСЛИ U(i,j) > Z(ij) ТО P(i,j) =U(i,j)] - [Z(i,j)],

где U(i,j) - степень угрозы, исходящая от i-го источника угроз в рамках j-ой уязвимости;

Z(i,j) - эффективность защиты от i-го источника угроз в рамках j-ой уязвимости;

P(i,j) - вероятность успешной реализации атаки от (i-го) источника угроз по (j-й) уязвимости.

Таблица 3. **Вероятность успешной атаки от от i-го источника угроз** в **рамках j-ой уязвимости**

Эффективность защиты	Потенциал угрозы U(i,j)				
Z(i,j)	1	2	3	4	5
0 (нет защиты)	1	2	3	4	5
1	0	1	2	3	4
2	0	0	1	2	3
3	0	0	0	1	2
4	0	0	0	0	1
5	0	0	0	0	0

Нетрудно заметить, что табличные данные отражают пороговый эффект, связанный с преодолением защиты и получены на основе операции алгебраической разности.

Этап 6: Анализ последствий

Следующим важным шагом в определении уровня риска является определение неблагоприятного воздействия (ущерба), как результата успешного использования уязвимостей системы источником угроз. Перед тем, как начать анализ воздействия необходимо получить следующую информацию:

- Задачи системы (например, процессы, выполняемые ИТ- системой);

- Критичность системы и данных (например, значение или важность системы для компании);
- Чувствительность системы и данных.

Оценка критичности активов определяет и ранжирует по важности активы чувствительной и критичной информации, которые поддерживают выполнение критичных задач компании.

Результат этапа 6 - степень воздействия (ущерба) U(i,j) - в случае успешной атаки от i-го источника угрозы в пределах j-ой уязвимости.

Этап 7: Определение риска

Цель данного этапа заключается в определении максимального уровня риска при успешной реализации атаки от (i-го) источника по (j-й) уязвимости;

Простой способ получения оценок риска для каждой пары угроза/уязвимость, который можно заложить в механизм оценки риска, заключается в переумножении вероятности реализации угрозы и ущерба от реализации угрозы с последующим ранжированием полученных значений. Этот способ использован в методике оценки риска NIST, в котором для получения значения риска используется таблица размерностью 3x3, и в методике CRAMM, где использована таблица размерностью 5x5.

Результаты выполнения перемножения величин P(i,j) и S(i,j) и последующего ранжирования полученных значений для рассмотренных выше шкал вероятности реализации угрозы и ущерба от реализации угрозы приведены в таблице 4 (числа - результат перемножения P(i,j) и S(i,j), а буквенные индексы отражают результат ранжирования).

Таблица 4. **Шкала ранжированных оценок риска**

Ущерб от реализации угрозы S(i,j)	Вероятность реализации угрозы P(i,j)				
	1(ОН)	2(Н)	3 (С)	4(В)	5 (ОВ)
1	1(Н)	2(Н)	3(Н)	4(С)	5(С)
2	2(Н)	4(Н)	6(С)	8(В)	10(В)
3	3(Н)	6(С)	9(В)	12(В)	15(К)
4	4(С)	8 (В)	12(В)	1 б(К)	20(К)
5	5(С)	10(В)	15(К)	20(К)	25 (О)

Шкала оценок риска

В шкале для оценки риска предусмотрены следующие уровни:

- Н - низкий (приемлемый);
- С - средний;
- В - высокий;
- К - критический;
- очень высокий (недопустимый).

При ранжировании значений риска (таблице 3) использовано следующее правило:

- Н - соответствует значениям риска от 1 до 3;
- С- от 4 до 6;
- В- от 8 до 12;
- К- от 15 до 20;
- О- соответствует значению риска 25.

В механизме нечеткого вывода такой способ получения оценок риска может быть представлен с помощью следующих правил:

Входные данные:

• P(i,j) - вероятность успешной реализации атаки от (i-го) источника угроз по (j-й) уязвимости;

• S(i,j) - величина ущерба от успешной атаки от (i-го) источника угроз по (j-й) уязвимости (шкала угроз содержит пять уровней);

Выходные данные:

• R(i,j) - величина риска от атаки от (i-го) источника угроз по (j-й) уязвимости.

Правила вывода.

- ЕСЛИ ji[(P(iJ)]*|i[S(ij)]=<3 ТО R(i,j)= Н;

- ЕСЛИ 3 < u{(P(i,j)]*u{S(iJ)]=<6 ТО R(i,j)= С;
- ЕСЛИ 8 =< |i[(P(ij)]*ti[S(ij)]=<12 ТО R(i,j)= В;
- ЕСЛИ 15=< u{(P(iJ)]MS(i,j)]=<20 ТО R(i,j)= К;
- ЕСЛИ u[(P(1 j)]*tfS(ij)]=25 ТО R(i,j)= О.

В эти правила достаточно просто можно ввести условия и другие переменные, которые необходимо учесть при определении величины риска.

Этап 8: Рекомендации по контролю

Данный этап обеспечивает средства контроля, которые могут снизить или устранить идентифицированные риски и которые являются подходящими для данной компании. Целью рекомендуемых методов контроля является понижение уровня рисков для ИТ-системы и ее данных до приемлемого уровня. При рекомендации методов контроля и альтернативных решений для снижения или устранения идентифицированных рисков, необходимо рассмотреть следующие факторы: эффективность рекомендуемых средств (например, совместимость с системой); законодательство и правила; политика компании; влияние на функционирование системы; безопасность и надежность.

Результат этапа 8 - рекомендации по контролю и альтернативные решения для снижения рисков.

Этап 9: Оформление итоговых документов

После завершения оценки рисков (идентифицированы угрозы и уязвимости, оценены риски, рекомендованы средства контроля) следует предоставить документацию в виде официального отчета или кратких инструкций. Результат этапа 9 - отчет о проведении оценки рисков, в котором приведены описание угроз и уязвимостей, величина риска и рекомендации по ведению контроля.

Заключение.

Практическая ценность работы заключается в том, что наше исследование определяет способ получения качественных и количественных оценок величин риска с максимальными возможностями учета имеющихся данных и результатов предварительных исследований характеристик и свойств ИС. Полученные оценки риска могут быть использованы при разработке Концепции обеспечения ИБ на этапе формирования ИС и для поддержания уровня риска на приемлемом уровне на этапе эксплуатации ИС.

Данные исследования могут быть полезны аналитиком в области информационной безопасности, у которых возникает задача обобщения большого количества данных о характеристиках и свойствах исследуемой системы специалистам, эксплуатирующим ИС или отвечающим за состояние ИБ, для контроля и поддержания допустимого уровня безопасности. Они рекомендуется также менеджерам для определения объема и стоимости работ по оценке рисков.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Mayer, Nicolas; Aubert, Jocelyn. A risk management framework for security and integrity of networks and services// JOURNAL OF RISK RESEARCH. - JUN 2020. - pp. 1-12.

[2] Laszka, Aron; Johnson, Benjamin; Grossklags, Jens. On the Assessment of Systematic Risk in Networked Systems// ACM TRANSACTIONS ON INTERNET TECHNOLOGY .- Volume: 18 Issue: 4 Article number:48

[3] Adamsky, F.; Aubigny, M.; Battisti, F.. Integrated protection of industrial control systems from cyber-attacks: the ATENA approach// INTERNATIONAL JOURNAL OF CRITICAL INFRASTRUCTURE PROTECTION - JUN 2018. – pp. 72-82.

[4] Sherman, Alan T.; DeLatte, David; Neary, Michael. Cybersecurity: Exploring core concepts through six scenarios// CRYPTOLOGIA. -2018.- Volume: 42 Issue: 4. - pp. 337-377.

[5] Бондарев В.В. Введение в информационную безопасность втоматизированных систем. Учебное пособие., МГТУ им. Баумана, 2016. – 234 с.

[6] Козлов С.Н. Защита информации. Устройства несанкционированного съема информации и борьба с ними. Трикста, 2018.- 289 с.

[7] Райтман М. Искусство легального, анонимного и безопасного доступа к ресурсам Интернета. БХВ-Петербург, 2017.- 624 с.

[8] Бондарев В. В. Анализ защищенности и мониторинг компьютерных сетей. Методы и средства. М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017.- 228 с.

[9] Скабцов Н. Аудит безопасности информационных систем. Питер, 2017, 272 с.

[10] Айков, Д. Компьютерные преступления. Руководство по борьбе с компьютерными преступлениями / Сейгер, К., Фонсторх, У. – М.: Мир, 2018. – 352 с.

[11] Медведовский И.Д., Семьянов П.В., Платонов В.В. Атака через Интернет. – СПб: Питер, 2019, 316 с.

[12] Международный стандарт ISO/IEC 27005:2008 «Информационные технологии. Методы обеспечения безопасности. Управление рисками информационной безопасности»

[13] Международный стандарт ISO/IEC FDIS 27001:2005 Information technology- Security techniques Information security management systems — Requirements

[14] Антонов, Г.Д. Управление рисками организации: Учебное пособие / Г.Д. Антонов, В.М. Тумин, О.П. Иванова. - М.: Инфра-М, 2019. - 464 с.

[15] Белов, П.Г. Управление рисками, системный анализ и моделирование в 3 ч. часть 1: Учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / П.Г. Белов. - Люберцы: Юрайт, 2016. - 211 с.

[16] Белов, П.Г. Управление рисками, системный анализ и моделирование в 3 ч. часть 2: Учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / П.Г. Белов. - Люберцы: Юрайт, 2016. - 250 с.

[17] Белов, П.Г. Управление рисками, системный анализ и моделирование в 3 ч. часть 3: Учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / П.Г. Белов. - Люберцы: Юрайт, 2016. - 272 с.

[18] Искусство управления информационной безопасностью http://iso27000.ru/ [Электронный ресурс: 27.08.2020].

Игнашова Л.В., Жукова Т.А., Роговой А.В.

Ақпараттық қауіпсіздік жүйесінің тәуекелін бағалау әдістемесі

Түйіндеме. Кәсіпорындар мен ұйымдарда ақпараттық қауіпсіздік жүйесін құруға арналған құрылымдық тәуекелді бағалаудың жаңа моделі ұсынылған, ол қорғаныс жүйесін құру шығындарын бағалаудың сенімділігін арттыру үшін қажет. Тәуекелдерді құрылымдық бағалау негізінде талдау жұмыстарын кезең-кезеңмен орындау әдісі ұсынылады. Бұл зерттеулер ақпараттық жүйелерді басқаратын немесе қауіпсіздіктің қолайлы деңгейін сақтау үшін ақпараттық қауіпсіздік жағдайына жауап беретін мамандарға зерттелетін жүйенің сипаттамалары мен қасиеттері туралы деректердің үлкен көлемін жалпылау міндеті жүктелген ақпараттық қауіпсіздікті талдаушылар үшін пайдалы болады.

Түйін сөздер. Ақпараттық қауіпсіздік, ақпараттық тәуекел, тәуекелді бағалау, қауіпсіздікке қауіп туу,ақпаратты қорғау, қауіпсіздікті бақылауды талдау, тұтастық, қол жетімділік, құпиялылық.

УДК 004.4; 004.5; 004.6; 004.9

A.V. Rogovoy [1], T.A. Zhukova [1], L.V. Ignashova [2]
([1]Miras University, Shymkent, Kazakhstan
[2]Mardan Saparbayev Institute, Shymkent, Kazakhstan
E-mail: rog2005@list.ru)

DESIGN AND DEVELOPMENT OF A MOBILE APPLICATION FOR AUTOMATION OF UNIVERSITY PROCESSES

Abstract. The processes and flows of scientific and educational activities of the universities of the Republic of Kazakhstan with the introduced credit and distance learning technologies, their informatization and automation, the methodology for creating software and mobile applications are considered. The purpose of the work is the automation of scientific and educational processes of higher educational institutions. The methodology of the work consists in the use of methods for developing mobile applications, ergonomic methods for developing information systems, methods of computer modeling. The results of the work have both theoretical and practical significance and lie in the automation of processes and flows, the development of algorithms and programs. Scientific novelty lies in the development of a mobile application for automating university processes. The system has a centralized database, which reflects all real events and processes of the university. For each student and employee, a so-called personal account (web page) is provided, which allows university employees to automate their main tasks, for students to see the necessary information, and distance learning students instantly get access to cases and control knowledge, communicate directly with the teacher in real time via the global Internet or the internal network of the university. The resulting mobile application can be used in the educational process, in the development of control algorithms and for continuous monitoring of processes.

Key words: mobile application, automated control systems, information technology, software, educational process.

А.В. Роговой[1], Т.А. Жукова[1], Л.В. Игнашова[2]
([1]Университет Мирас, Шымкент, Казахстан
[2]Институт Мардана Сапарбаева, Шымкент, Казахстан
E-mail: rog2005@list.ru)

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ УНИВЕРСИТЕТА

Аннотация. Рассматриваются процессы и потоки научной и образовательной деятельности университетов Республики Казахстан с внедренной кредитной и дистанционной технологиями обучения, их информатизация и автоматизация, методика создания программного обеспечения и мобильных приложений. Цель работы – автоматизация научных и образовательных процессов высших учебных заведений. Методология проведения работы заключается в использовании методов разработки мобильных приложений, эргономических методов разработки информационных систем, методов компьютерного моделирования. Результаты работы имеют как теоретическое, так и практическое значение и заключаются в автоматизации процессов и потоков, разработке алгоритмов и программ. Научная новизна заключается в разработке мобильного приложения для автоматизации процессов университета. Система имеет централизованную базу данных, в которой отражаются все реальные события и процессы ВУЗа. Для каждого студента и сотрудника предусмотрен так называемый личный кабинет (web – страница), позволяющий автоматизировать сотрудникам университета свои основные задачи, студентам - видеть необходимую информацию, а дистанционно обучающимся студентам моментально получать доступ к кейсам и контролю знаний, непосредственно в реальном времени общаться с преподавателем посредством глобальной сети Интернет или внутренней сети ВУЗа. Полученное мобильное приложение может быть использовано в учебном процессе, при разработке алгоритмов управления и для непрерывного мониторинга процессов.

Ключевые слова: мобильное приложение, автоматизированная система управления, информационная технология, программное обеспечение, учебный процесс.

Введение. Применение информационных, компьютерных и сетевых технологий и организация дистанционного образования – это такой же способ получения знаний, как и традиционные формы, такие как заочная и очная. При этом в образовательной среде возможно применение самых лучших методик, а также способов и видов образования, предусматривающих компьютерные и информационные системах. В технологиях подобного обучения применяются самые разнообразные типы информационных систем, прежде всего новые и современные. Но при осуществлении процессов обучения имеют место некоторые сложности. Пожалуй, главная из них заключается в несогласованности различных автоматизированных технологий и систем в образовании, их разрозненность. Именно эти проблемы в основном и представляют собой "узкое" место применения информационных систем в обучении. Кроме того, важная проблема – это адекватность уровня контроля знаний, решение вопросов безопасности соответствующих баз данных. Далеко до идеала и в проблематике, связанной с унификацией учебников, пособий, программ и т.д. Нетрудно видеть, что практическая значимость информационной технологии прямо соотносится с преодолением указанных сложностей.

Большое значение при этом имеют вопросы защиты информации в соответствующих базах данных. Изучение и практическое применение баз данных и программного обеспечения для работы с ними имеет большое как теоретическое, так и практическое значение. С теоретической точки зрения – системы управления базами данных являются наиболее изученным видом программного обеспечения, поэтому внести что-то новое в их изучение все более и более сложно, и потому ценно. С практической же точки зрения работа над базами данных актуальна в связи со все возрастающим объемом данных, которыми оперируют как люди, так и вычислительные системы. Вот почему грамотная автоматизация процессов анализа и обработки данных так важна в деле их упорядочения и самой возможности работы с ними.

Именно из-за огромных массивов информации и невозможности чисто физически охватить все не только для человека, но и для любого сверх мощного компьютера, появляется необходимость разработки специального программного обеспечения, позволяющего систематизировать и упорядочить информацию. И здесь большое значение приобретает распределенный характер данных в информационных системах, то есть такая организация работы с данными, при которой каждый пользователь или администратор (вместе с соответствующим аппаратным и программным

обеспечением) работает только с тем сегментом информации, который ему необходим или к которому он имеет доступ в силу своих обязанностей или политики безопасности.

При этом, в качестве естественной особенности данных информационных систем, а также в связи с развитием локальных и глобальных сетей, современное программное обеспечение в области работы с данными немыслимо без организации удаленного доступа и возможности работы в среде дистанционно.

В связи с большой актуальностью применения информационных технологий и систем, включая дистанционное образование, данным направлениям посвящены большое количество научных статей и монографий. Отметим, что работы [1-3] посвящены вопросам эффективности и организации информационных технологий в сфере западных образовательных систем, в работе [4] описан российский опыт создания информационных систем в области образования. В Республике Казахстан организация образования, в том числе деятельность университетов, регулируется Законом об образовании [5, с. 88-147]. В работах [6-10] проведен подробный анализ информационных технологий, работы [11-12] посвящены их использованию в образовательном процессе. К числу фундаментальных работ в сфере организации дистанционного образования следует отнести [13-17].

Проектированию и разработке автоматизированной системы управления для казахстанских высших учебных заведений с внедренной кредитной технологией обучения посвящена работа [18].

Цель настоящей работы – описание процесса автоматизации научных и образовательных процессов университета и создание всеобъемлющего мобильного приложения, направленного на реализацию основных информационных потоков на примере мобильного приложения Miras.app, применяемого в деятельности университета «Мирас».

Реализуемые задачи и анализ объекта исследований. Автоматизированный информационно-образовательный портал Miras.App, представляет собой автоматизированную информационную систему, которая обеспечивает комплексную автоматизацию процесса кредитной технологии обучения. Система состоит из централизованной базы данных, в которой представлены процессы и информация университета. Основные задачи информационно-образовательного портала - Miras.App:

- формирование новой информационной среды в сфере образования;
- сохранение данных абитуриентов, обучающихся и выпускников;
- обеспечение учебных достижений студентов по учебным дисциплинам за соответствующий академический период, эффективности оценки и квалификации экзаменационных сессий;
- обеспечение доступа студентов к сведениям, необходимым для реализации образовательного процесса;
- обеспечение возможности преподавателям разрабатывать учебные материалы, тестовые задания, проверять знания студентов;
- обеспечение ведения отчетности различного характера;
- налаживание четкой и двусторонней связи между университетом и участниками образовательного процесса;
- автоматизация, оптимизация и прозрачность учебного, научного и воспитательного процессов;
- учет, обработка и хранение персональных данных образовательного процесса;
- формирование прямых связей между работодателями и потенциальными работниками;
- увеличение доступности образования;
- реализация стратегического плана в сфере развития университета.

Методы исследований и разработки информационной системы. Была использована программная платформа PHP и язык программирования PHP с использованием технологий Laravel 6, Boot Strap; система управления базами данных MySQL; операционная система Windows версии XP и позднее, браузеры Mozilla Firefox или Google Chrome. Язык программирования – объектно-ориентированный язык программирования PHP и язык программирования для управления базами данных MySQL – SQL. Тип реализующей ЭВМ – серверная часть – любой тип персональной ЭВМ, отвечающий на минимальные системные требования (процессор 1,6 Ghz, видеоадаптер и монитор VGA (640x480), свободное место на HDD 40 Гб, оперативная память 512 Гб, устройство взаимодействия с пользователем клавиатура и мышь, звуковая карта, колонка и/или наушники, обязательное наличие заземления в розетке), клиентская часть – персональный компьютер, обеспечивающий работу Web – браузера.

Результаты исследований. В соответствие с требованиями современности и динамичным развитием информационных технологий образовательный процесс в университете «Мирас» базируется на информационно-образовательном портале университета miras.app, представляющем

собой автоматизированную информационную систему, обеспечивающую комплексную автоматизацию процесса кредитной технологии обучения. Информационно-образовательный портал miras.app разработан для свободного взаимодействия профессорско-преподавательского состава университета с обучающимися бакалавриата и магистратуры, отображения личных сведений и учебных достижениях обучающихся, финансовой составляющей, академического календаря, сведений о расписании занятий, графиков промежуточной и итоговой аттестации, новостей университета и прочих данных. Информационно-образовательный портал университета MirasApp, объединяющий в себе все процессы и события в университете, запущен в реализацию в июне 2019 года.

С помощью Miras.App автоматизированы следующие учебные процессы: внесение сведений об обучающихся; внесение сведений о сотрудниках; регистрация обучающихся и преподавателей на дисциплины; разработка учебных индивидуальных планов; создание академических потоков; организация текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся; формирование базы учебных достижений обучающихся; внесение учебно-методических материалов; ведение картотеки обучающихся, сотрудников, преподавателей; оценка знаний обучающихся преподавателями; возможность ведения электронного журнала посещений занятий студентов через QR; своевременное составление различных отчетов. Каждому сотруднику предусмотрен отдельный кабинет, обеспечивающий автоматизацию своих основных задач: ввод электронных версий учебных материалов, комплексов дисциплин, предоставляемых студентам, контроль знаний; взаимодействие с преподавателем в режиме реального времени в сети Интернет.

Каждый студент пользуясь своим виртуальным (личным) кабинетом имеет возможность: познакомиться с университетом; посетить электронную библиотеку; принять участие в анкетировании; просмотреть информацию о финансовых операциях на своем виртуальном счету; зарегистрироваться на элективные дисциплины для составления своего индивидуального учебного плана; ознакомиться с электронными учебными комплексами (силлабусами) дисциплин; получить своевременно оценки за рубежные контроли/экзамен; просмотреть свои академические достижения (транскрипт).

В системе также предусмотрена возможность использования виртуальной аудитории (чат/форум).

Отметим, что все проводимые действия доступны как с компьютера, так и посредством мобильного приложения.

Использование мобильного приложения Miras.app для администрации и преподавателей. Для регистрации на портале Miras.app необходимо перейти по ссылке: https://t.miras.app (рис. 1). Желательно использовать браузеры: Chrome, Firefox. В открывшемся окне необходимо нажать кнопку «Регистрация». Вас перенаправит на страницу регистрации. Необходимо заполнить поля для регистрации: E-mail адрес, пароль и повтор пароля. При регистрации на портале преподаватель может загрузить свое удостоверение личности (рис. 2), а также сгенерировать QR-код (рис. 3), считывая который студенты отмечают свое присутствие на занятии. Таким образом, учет посещаемости происходит автоматически.

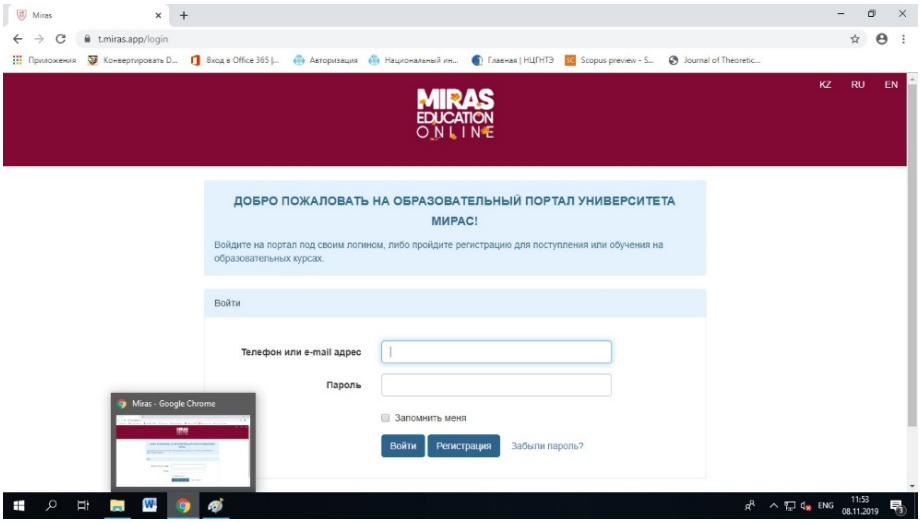


Рис. 1. Образовательный портал университета «Мирас»

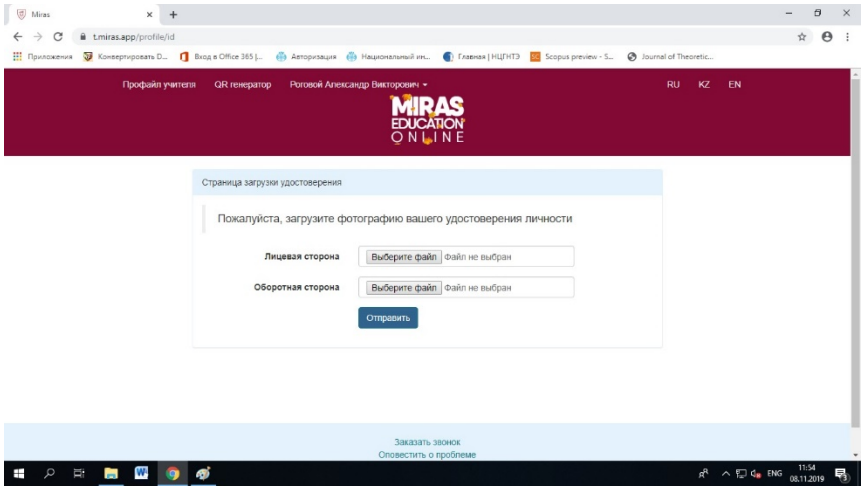


Рис. 2. Загрузка удостоверения личности преподавателя

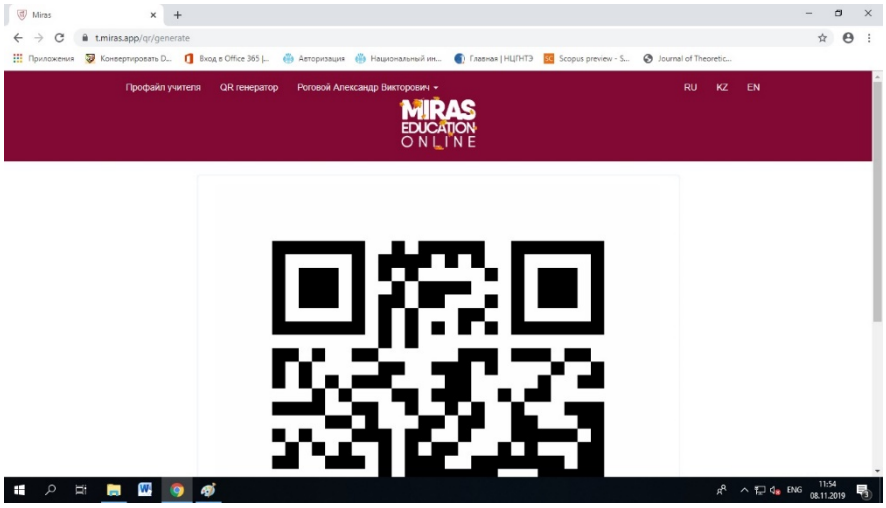


Рис. 3. Генерация QR-кода для контроля посещаемости занятий

Для работы в системе администратору или преподавателю необходимо перейти по ссылке https://admin.miras.app (рис. 4) и авторизироваться. На сайт вход производится теми же данными (логин/пароль), что и при регистрации.

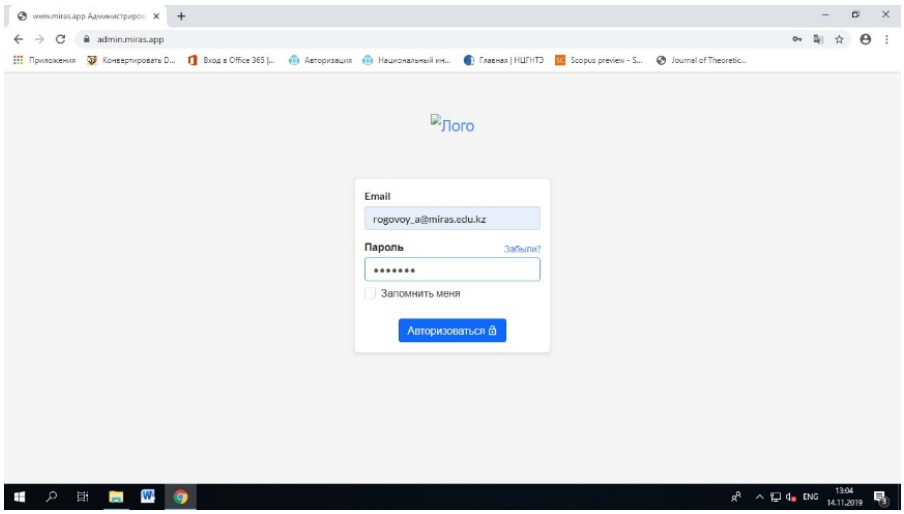


Рис. 4. Страница входа в систему для преподавателя

После осуществления входа в базу появляется список с функционалом, которые доступны пользователю. На рис. 5 представлен функционал администратора.

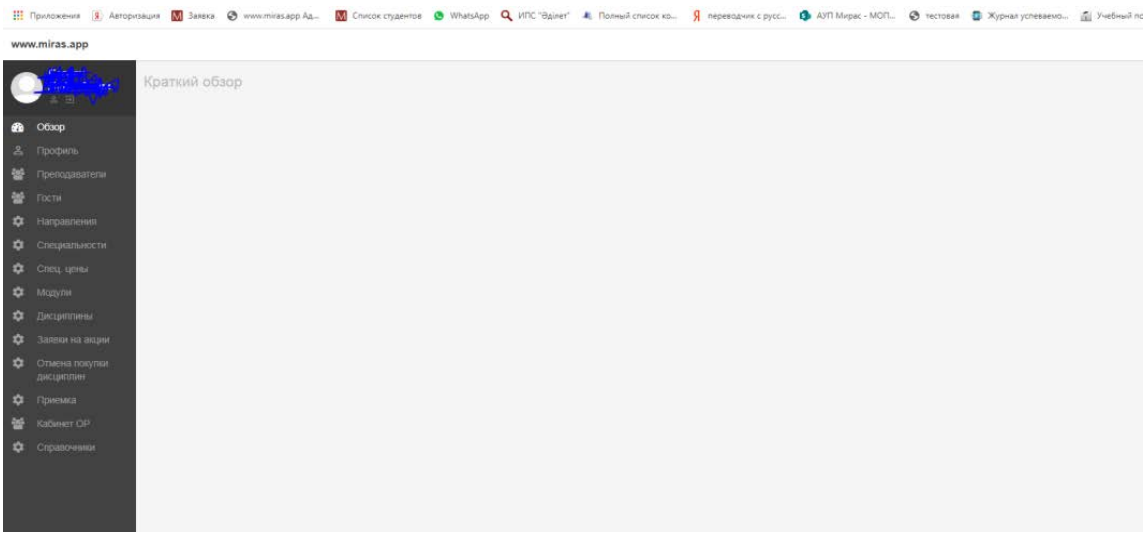


Рис. 5. Страница администратора

Администратору доступны следующие действия: прикрепление читаемых дисциплин преподавателям – раздел «Преподаватели» (пример прикрепления приведен на рис. 6); редактирование каталога образовательных программ бакалавриата и магистратуры (разделы «Дисциплина», «Модули», Образовательные программы»); редактирование учебного плана студента; издание приказов; начисление скидок; контроль и оценки учебных достижений и хранения академической истории обучающихся; выдача документов (транскрипт); операции Центра обслуживания студентов; операции с балансом студента.

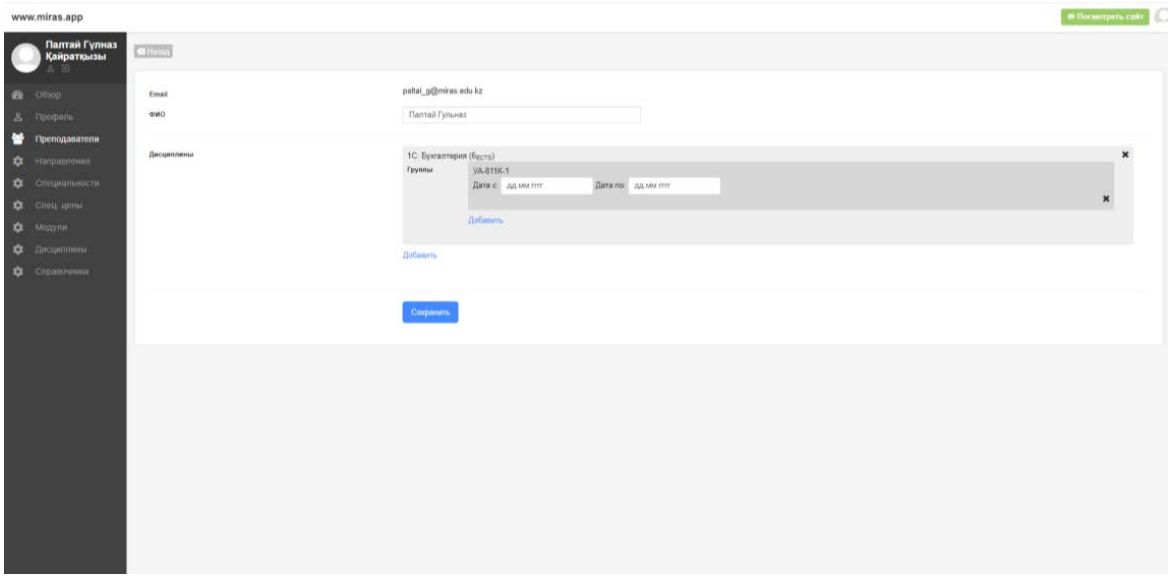


Рис. 6. Пример прикрепления читаемых дисциплин преподавателям

При входе в систему для преподавателя появляется возможность загружать учебные материалы по проводимым дисциплинам (рис. 7-9), а также тестовые вопросы.

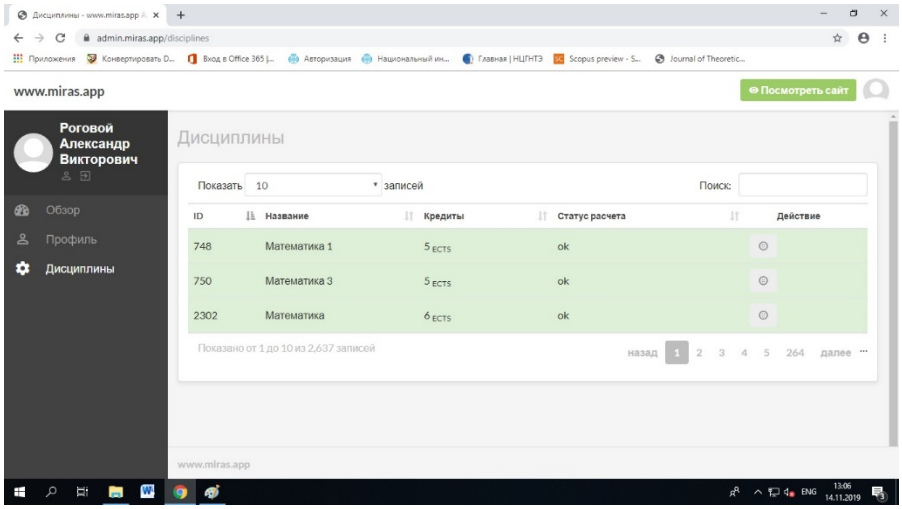


Рис. 7. Список дисциплин, проводимых преподавателем

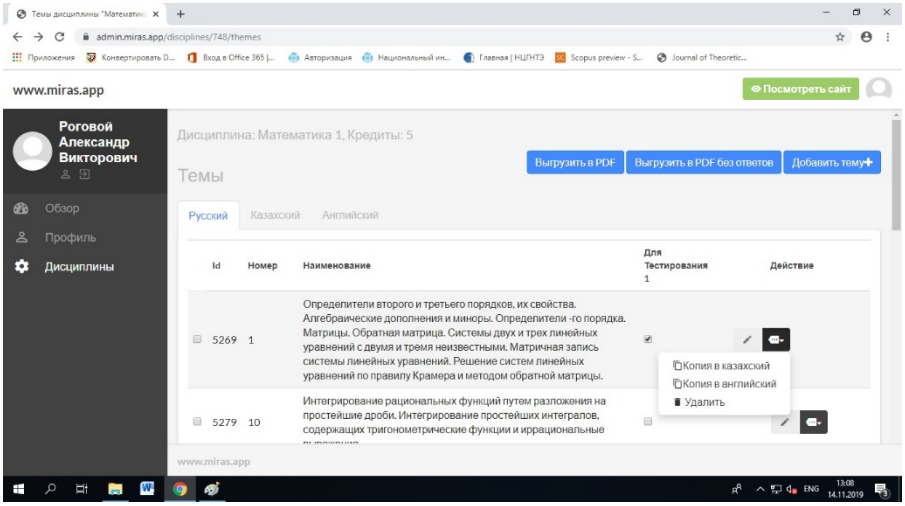


Рис. 8. Список изучаемых тем дисциплины

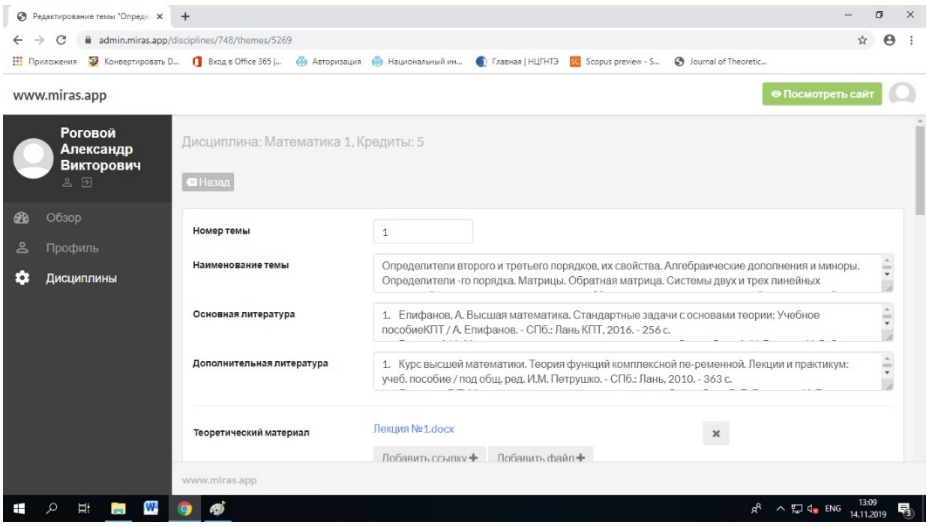


Рис. 9. Содержание изучаемых тем дисциплины

Использование мобильного приложения Miras.app для студентов. Для студентов регистрация и вход на портале осуществляется по ссылке: https://miras.app (рис. 10).

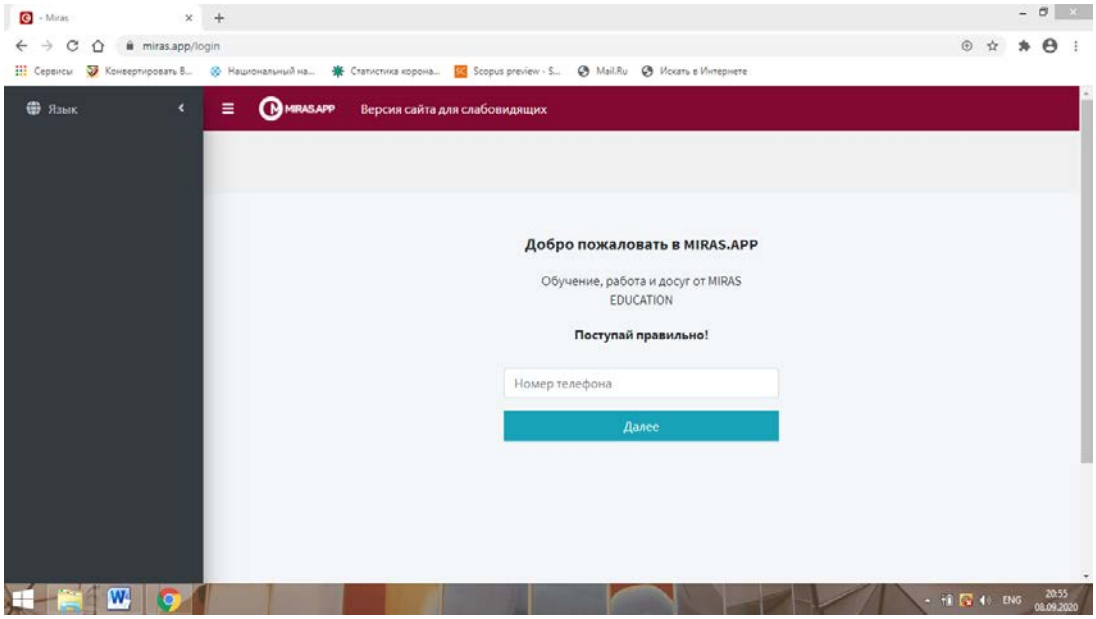


Рис. 10. Образовательный портал университета «Мирас» для студентов

В открывшемся окне необходимо указать свой номер телефона, после чего нажать кнопку «Далее». Появится страница для ввода пароля (рис. 11). При первом использовании системы на указанный номер телефона будет автоматически отправлено сообщение с кодом доступа, введя который пользователь получает доступ к личному кабинету студента (рис. 12).

Студенту в своем личном кабинете доступны следующие опции: профиль (информация о студенте и личные данные); форум; WiFi (доступ к соответствующей беспроводной сети университета); обучение (индивидуальный учебный план студента, учебно-методические материалы, выполнение заданий, экзамены и т.д. – все, что необходимо для дистанционного обучения); гид (по университету); автобус (расписание движение автобуса для студентов и сотрудников); спорт зал (возможность использование тренажерного зала и бассейна); курсы (дополнительное обучение); библиотека; Infodesk (доска объявлений); анкетирование; работа (наличие вакансий); язык (выбор языка интерфейса), выход.

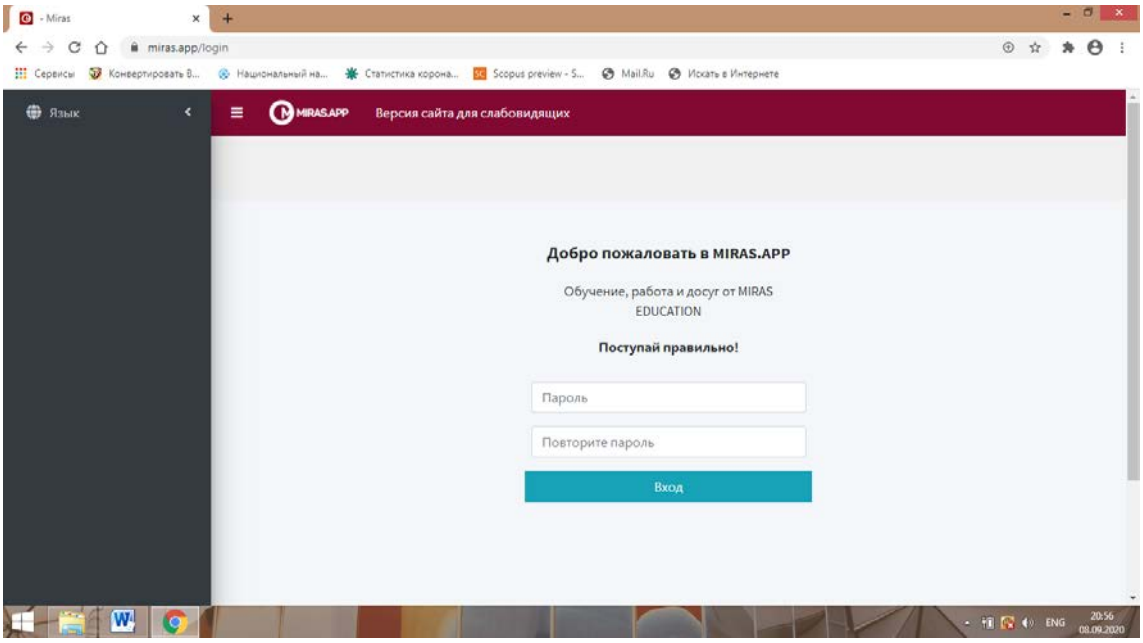


Рис. 11. Страница для ввода пароля

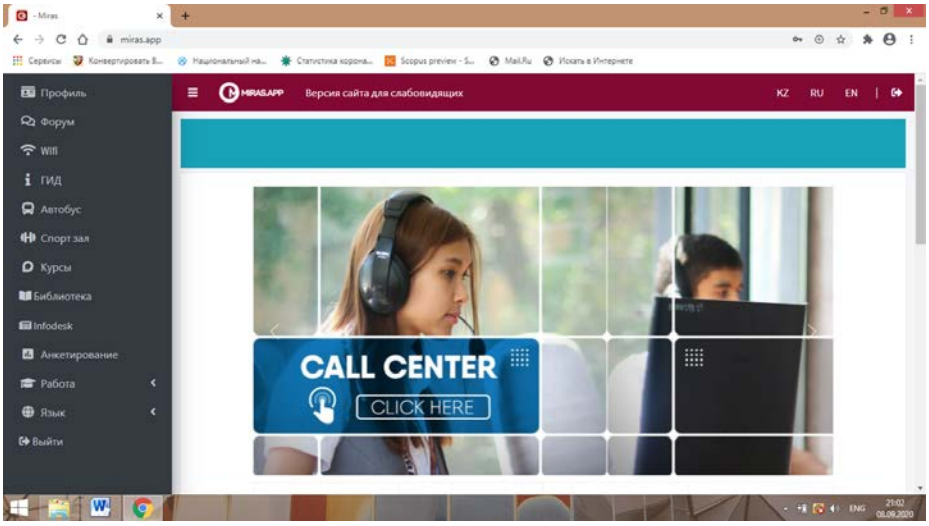


Рис. 12. Личный кабинет студента

Заключение. Созданные мобильное приложение и соответствующее ему автоматизированная система управления Miras.App ориентирована для применения в казахстанских университетах с применяемыми дистанционной и кредитной системами обучения и дают возможность комплексно автоматизировать потоки дистанционной системы обучения и кредитной технологии. Среда содержит единую базу данных, где отражены все реальные процессы и события университета. У каждого преподавателя и студента имеется собственная страница, которая позволяет сотрудникам университета автоматизировать свои базовые задачи, а студентам - получать необходимую информацию, причем студенты, обучающиеся дистанционно могут моментально получить доступ к учебным материалам и модулям самостоятельной работы и контроля знаний, в режиме реального времени непосредственно контактировать с преподавателем через глобальную сеть Интернет либо внутреннею сеть университета.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Eder L. B., Antonucci Y. L., Monk E. F. Developing a Framework to Understand Student Engagement, Team Dynamics, and Learning Outcomes Using ERPsim// Journal of Information Systems Education.- 2019.- Vol. 30.- No 2.- pp. 127-140.

[2] Nestorov S., Nenad J., Rossi, S. Design and Implementation of a Data Visualization Course with a Real-World Project Component in an Undergraduate Information Systems Curriculum// Journal of Information Systems Education.- 2019.- Vol. 30.- No 3, pp. 202-211.

[3] Bere A. Applying an Extended Task-Technology Fit for Establishing Determinants of Mobile Learning: An Instant Messaging Initiative// Journal of Information Systems Education.- 2018.- Vol. 29.- No 4.- pp. 239-252.

[4] Хатаева Р.С. Эволюция автоматизированных систем управления в вузах России// Мир науки, культуры, образования.- 2015.- № 2 (51).- С. 226-229.

[5] Закон Республики Казахстан от 27 июля 2007 года №319- III ЗРК «Об образовании» (с изменениями и дополнениями от 21.05.2018) // Ведомости Парламента Республики Казахстан. – 2018. – №4. – С. 88-147.

[6] Алиев В.С. Информационные технологии и системы финансового менеджмента : учебное пособие. – М.: «ФОРУМ»: ИНФРА–М, 2007. – 320 с.

[7] Саак А.Э, Пахомов Е.В., Тюшняков В.Н. Информационные технологии управления: учебник для вузов. – Спб.: Питер, 2005. – 320 с.

[8] Пантер М., Синипер Р.Б. Проектирование и внедрение компьютерных сетей. Учебный курс (2–е изд., перераб. и доп.). – Спб.: БХВ-Петербург, 2004. – 752 с.

[9] Долятовский В.А., Долятовская В.Н. Исследование систем управления : учебно-практическое пособие. – М. : ИКЦ «МарТ», 2013. – 256 с.

[10] Сухомлин В.А. Введение в анализ информационных технологий. – М.: Горячая Линия-Телеком, 2003. – 432 с.

[11] Новые педагогические и информационные технологии в системе образования : учебное пособие для студ. пед. вузов и системы повыш. квалиф. пед. кадров / под ред. Е.С. Полат. – М.: Издательский центр «Академия», 2011. – 272 с.

[12] Красильникова В.А. Становление и развитие компьютерных технологий обучения : монография. – М.: ИИО РАО, 2012. – 168 с.

[13] Агопонов С.В. Средства дистанционного обучения. – Спб. : БХВ-Петербург, 2015.– 109 с.
[14] Сухомлин В.А. Создание Виртуального национального университета ИТ-образования. – М.: МАКС Пресс, 2007. – 60 с.
[15] Демкин В.П., Можаева Г.В. Технологии дистанционного обучения. – Томск, 2007.– 534 с.
[16] Трайнев В.А., Гуркин В., Трайнев О.В. Дистанционное обучение и его развитие.– М., 2006. – 196 с.
[17] Оганесян А.Г. Проблема обратной связи при дистанционном обучении. – М. : Открытое образование, 2002. – 238 с.
[18] Роговой А.В., Кошкинбаева М.Ж., Жукова Т.А. Проектирование и разработка автоматизированной системы управления высшим учебным заведением// Вестник КазНИТУ.- 2020.- № 1 (137).- С. 210-219.

Роговой А.В., Жукова Т.А., Игнашова Л.В.

Университеттік процестерді автоматтандыруға арналған мобильді қосымшаны жобалау және әзірлеу

Түйіндеме. Кредиттік және қашықтықтан оқыту технологиялары енгізілген, оларды ақпараттандыру және автоматтандыру, бағдарламалық жасақтама мен мобильді қосымшаларды құру әдістемесі бар Қазақстан Республикасы жоғары оқу орындарының ғылыми және білім беру қызметінің процестері мен ағымдары қарастырылады. Жұмыстың мақсаты - жоғары оқу орындарының ғылыми және білім беру процестерін автоматтандыру. Жұмыстың әдістемесі мобильді қосымшаларды, ақпараттық жүйелерді жасаудың эргономикалық әдістерін, компьютерлік модельдеу әдістерін қолданудан тұрады. Жұмыстың нәтижелері теориялық және практикалық маңыздылыққа ие және процестер мен ағындарды автоматтандыруда, алгоритмдер мен бағдарламаларды құруда жатыр. Ғылыми жаңалық университет процестерін автоматтандыруға арналған мобильді қосымшаның жасалуында. Жүйеде университеттің барлық нақты оқиғалары мен процестері көрсетілген орталықтандырылған мәліметтер базасы бар. Әрбір студент пен жұмыскер үшін жеке кабинет (веб-парақ) деп аталады, ол университет қызметкерлеріне өздерінің негізгі міндеттерін автоматтандыруға, студенттерге қажетті ақпаратты көруге мүмкіндік береді, ал қашықтықтан оқитын студенттер дереу кейстерге қол жеткізеді және білімдерін басқарады, оқытушымен нақты уақыт режимінде байланысады. ғаламдық Интернет немесе университеттің ішкі желісі арқылы. Алынған мобильді қосымшаны оқу процесінде, басқару алгоритмдерін жасауда және процестерді үздіксіз бақылау үшін пайдалануға болады.

Түйін сөздер: мобильді қосымша, басқарудың автоматтандырылған жүйесі, ақпараттық технологиялар, бағдарламалық қамтамасыз ету, оқу процесі.

УДК 576.53

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

IN VITRO CLONAL MICROPROPAGATION OF STONE-FRUIT CULTURES

Abstract. The review is focused on principal stages and methods of in vitro clonal micropropagation of stone-fruit cultures. Special emphasis is laid on auxiliary bud propagation technique and method of adventitious shoot regeneration from leaf explants of sour cherry, cherry, peach and apricot. Some aspects of plant material testing for virus infections have been reviewed as well as certain problems of genetic stability preservation depending on propagation model. For example, when using the method of clonal micro-propagation for accelerated reproduction of new cherry varieties, varietal characteristics proved to be the dominant factors in the ability of plants to micro-multiply.

Key words: cultivation, microclonal reproduction, stone fruit crops, in vitro, plant material, leaf explants, viral infections.

Г. Рысбаева, Р. Абилдаева, Г. Абай, С. Мехитбаева, А. Колесников
(Южно-Казахстанский государственный университет имени М.Ауэзова, Шымкент, Казахстан
E-mail: galiya732014@mail.ru)

ОСОБЕННОСТИ МИКРОКЛОНАЛЬНОГО РАЗМНОЖЕНИЯ КОСТОЧКОВЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ IN VITRO

Аннотация. В работе представлен обзор, в котором рассматриваются особенности методов микроклонального размножения косточковых плодовых культур в системе in vitro. Особое внимание уделено методу размножения пазушными почками и методу регенерации адвентивных побегов из листовых эксплантов вишни, черешни, персика и абрикоса. Рассмотрены вопросы оздоровления растений от различных патогенов и

тестирования растительного материала косточковых культур на наличие вирусных инфекций. Например, при использовании метода клонального микроразмножения для ускоренного размножения новых сортов вишни сортовые особенности оказались доминирующими факторами в способности растений к микроразмножению.

Ключевые слова: культивирования, микроклональное размножение, косточковых плодовых культур, in vitro, растительный материал, листовые экспланты, вирусные инфекций.

Впервые микроклональное размножение провел французский ученый Жорж Морель на орхидеях в 50-х годах XX века. В своих работах он использовал технику культивирования апикальной меристемы растений. Растения, полученные таким образом, были свободны от вирусной инфекции.

В нашей стране исследования по оздоровлению растений методом меристем и по клональномумикроразмножению начались в 60-х годах в Институте физиологии растений им. К. А. Тимирязева АН СССР [1].

Микроклональное размножение — получение in vitro растений, генетически идентичных исходному экспланту (метод вегетативного размножения растений в культуре invitro). В основе микроразмножения лежит уникальное свойство соматической растительной клетки — тотипотентность — способность клеток полностью реализовать генетический потенциал целого организма [2].

В настоящее время все большую актуальность приобретают различные методы микроклонального размножения сельскохозяйственных культур (прежде всего вегетативно размножаемых) в системе invitro: размножение пазушными и адвентивными почками, непрямой морфогенез, соматический эмбриогенез. Использование этих методов дает возможность: ускорять селекционный процесс, в результате этого сроки получения товарной продукции сокращаются до 2-3 лет вместо 10-12; получать за короткий срок большое количество оздоровленного, безвирусного материала, генетически идентичного материнскому растению; работать в лабораторных условиях и поддерживать активно растущие растения круглый год; размножать растения практически без контакта с внешней средой, что исключает воздействие неблагоприятных абиотических и биотических факторов; получать максимальное число растений с единицы площади; в короткий срок получать большое число растений трудно размножае-мых или вегетативно неразмножаемых; при выращивании растений с длительной ювенильной фазой можно ускорять переход от ювенильной к репродуктивной фазе развития; длительно (в течение 1-3 лет) сохранять растительный материал в условиях in vitro (без пассирования на свежую среду) [3, 4], создавать банки длительного хранения ценных форм растений и отдельных их органов; разрабатывать методы криосохранения оздоровленного invitro материала [5, 6].

Этапы микроклональногоразмножения косточковых плодовых культур и тестирование на наличие вирусных инфекций

Процесс микроклонального размножения включает несколько этапов. Основными из них являются [7-10]: 1-й этап — введение экспланта в культуру invitro; 2-й этап — микроразмножение; 3-й этап — процесс укоренения микропобегов; 4-й этап — осуществление выхода укорененных растений из стерильных условий в нестерильные.

Важным этапом в методике микроразмножения растений invitro является выращивание безвирусных маточных форм растений в вегетационных домиках или изолированных боксах в зимних теплицах, в условиях, недоступных для переносчиков вирусов. Растения-доноры эксплантов для последующего введения в культуру invitro должны быть протестированы на наличие вирусных, микоплазменных и бактериальных инфекций с помощью методов ПЦР-диагностики либо молекулярной гибридизации, либо иммуноферментного анализа (ИФА) [10, 11].

Иногда для активного выявления бактериальной микрофлоры среды обогащают различными органическими добавками, например гидролизатом казеина, который провоцирует развитие сапрофитных микроорганизмов [7, 12-14].

В зависимости от этапа микроклонального размножения плодовых косточковых культур к питательным средам добавляют 6-бензиламинопурин (6-БАП) в концентрациях 0,2-2 мг/л [5, 8, 13, 17, 20, 28]. На этапе введения в культуру invitro используют более низкую концентрацию цитокинина — 0,2 мг/л БАП [8, 20, 27]. Для индукции пролиферации пазушных почек с целью получения максимального числа побегов микрорастения вишни культивируют с добавлением БАП, в концентрациях 0,5-2 мг/л [5, 8, 12, 13, 17, 20,21- 26, 28-30], микрорастения сливы 0,5 — 1 мг/л БАП [15,16, 18,19, 20, 27].

Процесс укоренения микропобегов. Особого внимания требует этап укоренения. Процесс укоренения invitro побегов плодовых косточковых культур зависит от сортовых особенностей [5, 27],

от числа проведенных пассажей, от концентрации и типа ауксина, от способа его применения [21]. Для получения полностью сформированных микрорастений плодовых косточковых культур из среды исключается 6-БАП, препятствующий процессам ризогенеза, и в среды вводятся ауксины, в основном — в-индолил-3-масляная кислота (ИМК) [5, 8, 10, 13, 16, 18, 22, 26, 27]. Установлено, что оптимум концентраций ИМК в составе питательной среды находится в пределах 0,5-1 мг/л [8, 17, 18, 20, 21, 23]. Присутствие в среде ИМК в концентрации 2 мг/л вызывает образование гипертрофированных корней [17, 23].

Например, при использовании метода клонального микроразмножения для ускоренного размножения новых сортов вишни сортовые особенности оказались доминирующими факторами в способности растений к микроразмножению [24].

Среди эксплантов разных сортов одного и того же вида плодовых растений нередко наблюдается разная степень проявления реакции на включаемые в среду регуляторы роста, что, видимо, отражает, в какой-то мере эндогенное содержание ростовых веществ, которое является генетически обусловленным признаком вида или сорта [24].

Преимущество этого метода состоит в сравнительно быстром размножении исходного генотипа, при этом обеспечивается наиболее высокая фенотипическая и генотипиче-ская стабильность. Потенциальные возможности такого способа микроразмноженияinvitro реализуются при добавлении в питательные среды цитокининов, которые подавляют развитие верхушечной почки стебля и стимулируют образование пазушных почек [25].

Для регенерации побегов плодовых косточковых культур, таких как вишня, черешня, персик, абрикос, из исходных эксплантов (целых листьев и их сегментов) используются различные среды: Мурасиге—Скуга (МБ), Ллойда и Мак Коуна (WPM), Драйвера и Куниюки (DKW), Курена и Лепуавра (QL) [26].

Итальянскими исследователями [26] был разработан метод адвентивной регенерации из целых листьев персика, которые инкубировались в темноте на средах, дополненных 6-БАП и НУК. В исследованиях использовались комбинации макросолей и микросолей различных сред по MS, Quoirin, Rugini и Muganu, оба цитокинина — 6-БАП и TDZ, а также способ культивирования листьев — адаксиальной поверхностью в контакте с регенерационной средой. В основании черешков листьев развивался каллус. Адвентивные побеги появлялись на этом каллусе после переноса на среду, не содержащую ауксин, и культивирования на свету. Морфогенетическая способность каллуса сохранялась в течение нескольких месяцев. В данных исследованиях адвентивные побеги персика появлялись путем непрямого морфогенеза.

В Великобритании, в отделе физиологии экспериментальной станции Мейдстон, изучалась регенерация растений из стеблевого и листового каллуса у подвоя черешни Кольт. Инициацию каллуса осуществляли на среде Му-расиге—Скуга, содержащей 2,0-10,0 мг/л НУК. Образовавшийся каллус переносили на среду для регенерации, которая содержала БАП в концентрации 0,5 мг/л. Удалось осуществить регенерацию побегов из каллусов у данного подвоя черешни [27].

В Центральной генетической лаборатории имени И. В. Мичурина в культуре пассированных каллусных тканей, полученных из однолетних побегов вишни, отмечалось корнеобразование. При пересеве на среду с регуляторами роста наблюдалось появление меристематических образований [28].

В работе [29] исследовалась возможность регенерации растений из каллусов, полученных из корней подвоев вишни. Каллус получали либо из срезанных корешков, либо из целых растений, выращенных в стерильных условиях при микроклонировании побегов вишни. У подвоя вишни Кольт каллус, полученный из корней интактных растений, образовывал побеги и эмбриоидо-подобные структуры. Каллусы вишни культивировали на среде Мурасиге-Скуга, дополненной БАП, ГК и НУК. Частота образования побегов была выше, чем у анализированной параллельно яблони. Растения-регенераты были размножены через культуру тканей и пересажены в почву. Саженцы растений-регенерантов, полученные из каллусов подвоя вишни по фенотипу, не отличались от исходных подвоев.

Индукцию соматического эмбриогенеза у сортов вишни (Prunuscerasus L.) наблюдали при культивировании эксплантов на среде Мурасиге-Скуга, дополненной различными комбинациями ауксинов и цитокининов [30]. Соматический эмбриогенез в основном происходил, когда использовали комбинацию 2,4-Д и кинетин. Индукция соматического эмбриогенеза также отмечена при добавлении 0,1 мг/л ИМК в индуктивную среду. Использование НУК или 6-БАП уменьшало индукцию соматического эмбриогенеза и увеличивало частоту непрямой регенерации у сортов вишни (Prunuscerasus L.).

На сегодняшний день самым надежным способом получения генетически идентичного потомства считается микроклональное размножение плодовых косточковых культур пазушными почками по сравнению с соматическим эмбриогенезом, размножением адвентивными почками и непрямым морфогенезом.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Полевой В. В., Чиркова Т. В., Лутова Л. А. и др. Практикум по росту и устойчивости растений: Учебное пособие. СПб., 2001. -С. 208.

[2] Сорокина И. К., Старичкова Н. И., Решетникова Т. Б., Гринь Н. А. Основы биотехнологии растений. Культура растительных клеток и тканей: Учебное пособие. 2002. -С. 45.

[3] Чернец А. М., Абраменко Н. М., Стаканова Р. В. Разработка метода длительного хранения in vitro безвирусных клонов плодовых пород и земляники // Тезисы докладов международной конференции: Биология культивируемых клеток и биотехнология. Новосибирск, 1988.

[4] Романова Н. П., Ульянова Е. К. К вопросу о хранении мериклонов земляники invitro // Научно-технический бюллетень Научно-исследовательского института растениеводства имени Н. И. Вавилова. Л., 1990. Вып. 204. -С. 75-79.

[5] Орлова С. Ю. Биологические особенности и селекционная ценность сортов вишни в условиях северо-запада России: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. СПб., 2002. -С. 20.

[6] NiinoTakao, Tashiro Kazuo, Suzuki Mitsuteru, Ohuchi Susumu, Magoshi Jun, Akihama Tomoya. Cryopreservation of in vitro grown shoot tips of cherry and sweet cherry by one-step vitrification // Scientia Horti culturae. 1997. Vol. 70. P. 155-163.

[7] Биотехнология растений: культура клеток // Пер. с англ. В. И. Негрука / Под ред. Р. Г. Бутенко. М., 1989. -С.- 233.

[8] Кашин В. И., Борисова А. А., Приходько Ю. Н., Суркова О. Ю., Упадышев М. Т. и др. Технологический процесс получения безвирусного посадочного материала плодовых и ягодных культур: Методические указания. М., 2001. -С. 97.

[9] Шипунова А. А. Клональное микроразмножение плодовых растений: Автореф. дис. ... канд. сельскохозяйственных наук. М., 2003. -С. 24.

[10] Методические рекомендации по использованию биотехнологических методов в работе с плодовыми, ягодными и декоративными культурами / Под ред. Е. Н. Джигадло. Орел, 2005. -С.50.

[11] Хаак Э. Р., Нууст Ю. О. Клональное микроразмножение косточковых культур // Садоводство и виноградарство. М., 1989. № 1. -С.27-29.

[12] Корнацкий С. А., Высоцкий В. А., Трушечкин В. Г. Проблемы клонального микроразмножения косточковых культур // Достижения в плодоводстве в Нечерноземной зоне РСФСР: Сб. науч. трудов. М., 1991. -С.104-116.

[13] Индукция морфогенеза и тканевая селекция плодовых и ягодных культур: Методические рекомендации / Под ред. В. Е. Перфильева. 1996. -С.73.

[14] Трушечкин В. Г., Высоцкий В. А., Корнацкий С. А. Клональное микроразмножение косточковых культур в системе производства оздоровленного посадочного материала // Тезисы докладов Международной конференции: Биология культивируемых клеток и биотехнология 2. Новосибирск. 1988. -С.319-320.

[15] Hammatt N., Grant N. J. Micropropagation of mature British wild cherry // Plant Cell, Tissue and Organ Culture. 1997. Vol. 47. P. 103-110.

[16] Джигадло М. И. Использование биотехнологических и биофизических методов в селекции и сорторазведении плодовых и ягодных культур: Автореф. дис. ... канд. сельскохозяйственных наук. Мичуринск, 2003. - С.25.

[17] Ruzic D., Saric M., Cerovic R., Culafic I. Relationship between the concentration of macroelements, their uptake and multiplication of cherry rootstock Gisela 5 in vitro // Plant Cell Tissue Organ Cult. 2000. Vol. 63. P. 9-14.

[18] Корнацкий С. А. Особенности клональногомикроразмножения сливы в системе оздоровленного посадочного материала: Автореф. дис. ... канд. сельскохозяйственных наук. М., 1991. -С.24.

[19] Высоцкий В. А., Олешко Е. В. Использование микропрививок при клональном микроразмножении косточковых культур // Сельскохозяйственная биология. М., 1988. № 4. -С.75-77.

[20] Плаксина Т. В. Использование биотехнологии в селекции вишни на Алтае // Мат-лы научно-практической конференции, посвященной 70-летию НИИСС им. М. А. Ли-савенко: Проблемы устойчивого развития садоводства Сибири. Барнаул, 2003. -С.108-110.

[21] ЛутоваЛ. А. Биотехнология высших растений: Учебник. СПб., 2003.- С. 227.

[22] Высоцкий В. А. О генетической стабильности при клональноммикроразмножении плодовых и ягодных культур // Сельскохозяйственная биология. 1995. № 5. -С.57-63.

[23] De Klerk G. -J. Arnholdt-Schmitt B., Lieberei R. Regeneration of roots, shoots and embryos: physiological, biochemical and molecular aspects // BiologiaPlantarum. Vol. 39. № 1. 1997. P. 53-66.

[24] Tang H., Ren Z., Reustle G., Krczal G. Plant regeneration from leaves of sweet and sour cherry cultivars // ScientiaHorticulturae. 2002. Vol. 93. P. 235-244.

[25] Bhagwat B., David Lane W. In vitro shoot regeneration from leaves of sweet cherry (Prunusavium) 'Lapins' and 'Sweetheart // Plant Cell, Tissue and Organ Culture. Netherlands. 2004. Vol. 78. P. 173-181.

[26] Gentile A., Monticelli S., Damiano C. Adventitious shoot regeneration in peach [Prunuspersica (L.) Batsch] // Plant Cell Reports. 2002. Vol. 20. P. 1011-1016.

[27] Burgos L., Alburquerque N. Ethylene inhibitors and low kanamycin concentrations improve adventitious regeneration from apricot leaves // Plant Cell Reports. 2003. Vol. 21. P. 1167-1174.

[28] Hammatt N., Grant N. J. Shoot regeneration from leaves of Prunus serotina Ehrh. (black cherry) and P. avium L. (wild cherry) // Plant Cell Reports. 1998. Vol. 17. P. 526-530.

[29] Grant Neil J., Hammatt Neil. Adventitious shoot development from wild cherry (Prunusavium L.) leaves // New Forests. Netherlands. 2000. Vol. 20. P. 287-295.

[30] Tang Haoru, Ren Zheng long, Krczal Gabi. Somatic embryogenesis and organogenesis from immature embryo cotyledons of three sour cherry cultivars (Prunuscerasus L.) // ScientiaHorticulturae. 2000. Vol. 83. P. 109-126.

Рысбаева Г., Абилдаева Р., Абай Г., Мехитбаева С., Колесников А.

IN VITRO жағдайында сүйек дақылдарының микроклональді көбею ерекшеліктері

Түйіндеме. Жұмыста in vitro жүйесінде сүйекті жеміс дақылдарының микроклоналдық көбею әдістерінің ерекшеліктері қарастырылатын шолу ұсынылған. Шие, сары шие, шабдалы және өрік жапырағы эксплантарынан адвентивті қашуды регенерациялау әдісіне ерекше назар аударылады. Өсімдіктерді әр түрлі патогендерден сауықтыру және вирустық инфекциялардың болуына сүйекті дақылдардың өсімдік материалын тестілеу мәселелері қарастырылады. Мысалы, шие сорттарының жаңа сорттарын тездетіп көбейту үшін клональды микрокөбейту әдісін пайдалану кезінде сорттық ерекшеліктер өсімдіктердің микрокөбейту қабілеттілігінің нақты шамадағы арттық факторлары болып табылады.

Түйін сөздер: өсіру, микроклональды көбею, сүйекті жеміс дақылдары, in vitro, өсімдік материалы, жапырақты эксплантар, вирустық инфекциялар.

УДК 624.131

A. Baitova, Z. Zhambakina
(Satbayev University, Almaty, Kazakhstan.
E-mail: anelya_1005@mail.ru)

INFLUENCE OF PORE PRESSURE IN WATER-SATURATED SOILS ON THE AMOUNT OF SETTLEMENT OF PILE FOUNDATIONS

Abstract. Geotechnical monitoring is generally accepted in international practice and the unified European norms (EUROCODE - 7 "Geotechnics") provide for the division of all construction problems into three geotechnical categories. The third highest difficulty is construction on weak water-saturated soils. Geotechnical monitoring refers to the assessment and forecast of the state of the regional geosystem. Water-saturated foundations have a feature of long-term (years, decades) deformation due to the formation and change of the stress state of soils in space. Pore pressure is one of the main components of the stress state. The effect of pore pressure on the deformability of a water-saturated base is one of the main tasks of soil mechanics and geotechnics.

Key words: pore pressure, water-saturated base, pile foundation, filtration consolidation.

А. А. Баитова, З.М. Жамбакина
Satbayev University, Алматы, Казахстан
E-mail: anelya_1005@mail.ru

ВЛИЯНИЕ ПОРОВОГО ДАВЛЕНИЯ В ВОДОНСЫЩЕННЫХ ГРУНТАХ НА ВЕЛИЧИНУ ОСАДОК СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ

Аннотация. Геотехнический мониторинг является общепринятым в международной практике и единые Европейские нормы (EUROCODE – 7 «Geotechnics») предусматривают подразделение всех строительных проблем на три геотехнические категории. К третьей наивысшей сложности относится строительство на слабых водонасыщенных грунтах. Под геотехническим мониторингом понимается оценка и прогноз состояния региональной геосистемы. Водонасыщенные основания обладают особенностью продолжительного во времени (годы, десятилетия) протекания деформации за счет формирования и изменения напряженного состояния грунтов в пространстве. Поровое давление – это одно из основных составляющих напряженного состояния.

Влияние порового давления на деформируемость водонасыщенного основания является одной из главных задач механики грунтов и геотехники.

Ключевые слова: поровое давления, водонасыщенное основание, свайный фундамент, фильтрационная консолидация.

Введение

На современном этапе развития гражданского и промышленного строительства Казахстана, одной из главных задач является повышение эффективности проектировочных решений и корректного расчета фундаментов, а так же разработка экономически целесообразных и конкурентоспособных решений. Строительство на слабых водонасыщенных грунтах долгое время было достаточно проблематичным, с точки зрения обеспечения строительных свойств оснований для возведения сооружений. В сложных инженерно-геологических условиях одним из приоритетных видов фундаментов, является свайный фундамент. Для обеспечения несущей способности которого, необходимо детальное изучение инженерно-геологических условий площадки, исследований их свойств и определение показателей напряженно-деформированного состояния массива с учетом порового давления, влияющего на все физико-механические характеристики грунта основания.

Совместная работа железобетонных свай в водонасыщенных основаниях требует обязательного учета порового давления и его влияния на их осадку.

В грунте выделяют три главные составляющие фазы: твердые частицы, вода и воздух. Если грунт состоит из твердых частиц, то поры между этими частицами заполнены водой, следовательно, такой грунт является двухкомпонентной (двухфазной) системой. В некоторых случаях такой грунт называют грунтовой массой. Чаще всего в грунте, кроме твердых частиц и воды, имеется воздух или иной газ, либо растворенный в поровой воде или находящийся в виде пузырьков, окруженных поровой водой, либо свободно сообщающийся с атмосферой. Такой грунт является трёхкомпонентной (трехфазной) системой. Поровое давление – это одно из основных составляющих напряженного состояния.

Знание закономерностей развития порового давления в глинистых водонасыщенных основаниях естественного и техногенного происхождения позволяет правильно определять безопасные параметры фильтрационной консолидации и повысить эффективность геомеханических расчетов. Влияние порового давления на деформируемость водонасыщенного массива является одной из главных задач механики грунтов и геотехники. [1]

Сущность порового давления. Основные положения расчета консолидации водонасыщенных оснований.

Поровое давление это избыточное давление поровой воды в водонасыщенных грунтах, превышающее гидростатическое и являющееся одним из составляющих напряженно-деформированного состояния грунта. Поровое давление характеризует протекание процесса фильтрационной консолидации, а также оказывает влияние на устойчивость и прочность водонасыщенных оснований при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений. Физическая сущность данного явления объясняется тем, что нагрузка от зданий и сооружений в водонасыщенных грунтах воспринимается одновременно жидкостью в порах и минеральными частицами. При этом, если величина внешней нагрузки не превышает структурную прочность грунта, но превышает значение начального градиента напора, в этом случае происходит процесс фильтрационной консолидации, связанный отжатием поровой жидкости. Впрочем, при неправильном выборе величины прикладываемой нагрузки, превышающей структурную прочность грунта и значения начального градиента напора, могут возникнуть давления, которые приводят к изменению прочностных свойств, вследствие чего основание теряет устойчивость. [2]

Грунтам водонасыщенных оснований присущи следующие значения основных физико-механических характеристик:

1) модуль общей деформации не превышает 5 МПа, что указывает на их высокую сжимаемость;

2) угол внутреннего трения пылевато-глинистых грунтов в водонасыщенном состоянии составляет 5-12 градусов, сцепление 0,01 – 0,03 МПа. Низкие значения характеристик прочности грунтов не обеспечивают устойчивость фундаментов зданий и сооружений;

3) высокие значения коэффициента пористости $e > 0,8$, свидетельствуют о рыхлости сложения и высокой гидроемкости.

Водонасыщенные грунты с низким коэффициентом фильтрации k_f деформируются под нагрузкой длительное время, рис 1.

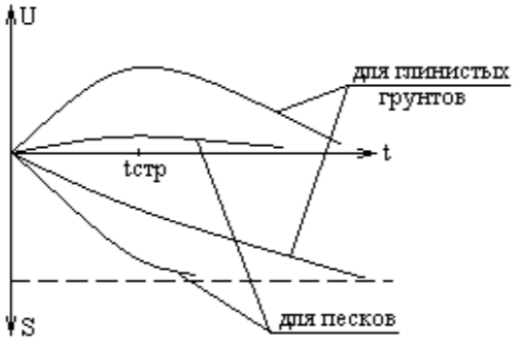


Рис 1. Длительность процесса осадки основания для различных грунтов

Из данного рисунка видно, что деформирование глинистых грунтов может продолжаться длительное время и этот процесс, как правило, не завершается по окончании строительства. Деформации грунтового основания по окончании строительства могут привести к развитию нежелательных повреждений в надземных конструкциях уже после проведения внутренней отделки. Поэтому при расчёте оснований необходимо определять время наступления стабилизации осадок.

Основы расчета осадок водонасыщенных глинистых грунтов во времени впервые были предложены К.Терцаги. [3]. Он объяснил причину запаздывания деформаций грунта наличием в порах несжимаемой воды, и сопротивлением грунта движению воды через поровое пространство. Доказал, что в начальный момент нагрузка воспринимается поровой жидкостью. Данная теория названа фильтрационной консолидацией, так же им была решена задача об изменении порового давления и осадок грунта во времени для одномерного уплотнения.

Одномерная задача теории фильтрационной консолидации грунтов получила дальнейшее развитие в трудах профессоров Н.М.Герсеванова, В.А.Флорина, Н.А.Цытовича, Ю.К.Зарецкого и др.

Н.М.Герсеванов [4] впервые вывел систему уравнений плоской задачи. В эту систему входят уравнения равновесия скелета грунта:

$$\frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial z} + \gamma_w \frac{\partial H}{\partial x} = 0; \quad (1)$$

$$\frac{\partial \sigma_z}{\partial z} + \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial x} + \gamma_w \frac{\partial H}{\partial z} = 0; \quad (2)$$

уравнения сплошности потока:

$$\frac{\partial q_x}{\partial x} + \frac{\partial q_z}{\partial z} + \frac{\partial q_{qx}}{\partial x} + \frac{\partial q_{qz}}{\partial z} = 0; \quad (3)$$

уравнения изменения пористости во времени:

$$\frac{de}{dt} = -(1+e)^2 \left(\frac{\partial q_x}{\partial x} + \frac{\partial q_z}{\partial z}\right); \quad (4)$$

уравнение установившегося фильтрационного потока:

$$\frac{\partial^2 H}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 H}{\partial z^2} = 0; \quad (5)$$

Полную систему уравнений плоской задачи фильтрационной консолидации в 1935 году предложил M.Biot, в 1941 году он же предложил систему уравнений для трехмерного случая. Скелет грунта считался линейно-упругим пористым телом, подчиняющимся закону Гука. Поровая жидкость рассматривалась как сжимаемая, имеющая постоянный коэффициент объемной сжимаемости.

Теория фильтрационной консолидации развивалась в 2 этапа. Первый этап (1950-1960 гг.) включал разработку разрешающих уравнений и введением в них линейных и нелинейных

зависимостей и получением аналитических решений в замкнутом виде. Следующий этап связан с совершенствованием аналитического аппарата и применением численных методов для решения задач.

Началу второго этапа соответствует работа Pietruszczak and Mroz, в которой авторы рассмотрели применение метода конечных элементов для решения системы уравнений фильтрационной консолидации.

Ю.П. Ляпичев [5] рассмотрел решение связанной задачи теории фильтрационной консолидации и напряженно-деформированного состояния каменно-земляной плотины на основе линейного и нелинейного законов деформирования с помощью МКЭ.

А.В. Мельников [6] реализовал МКЭ связанную задачу фильтрационной консолидации с учетом уплотнения тела плотины под собственным весом и внешней нагрузкой. Для описания перемещений и поровых давлений приняты треугольные элементы первого порядка.

Ю.К. Зарецкий [7] подчеркивает, что рассматриваемая проблема расчета напряженно-деформированного состояния слабых водонасыщенных грунтов предусматривает учет пластических деформаций, зависимость проницаемости от изменения коэффициента пористости и других нелинейных эффектов. Поэтому использование в расчетах упругих законов деформирования даже приближенно не может отразить действительную картину напряженно-деформированного состояния.

Парамоновым В.Н. [8] разработан метод расчета фильтрационной консолидации для неодномерных условий нагружения основания с учетом начального градиента напора.

Изучению работы забивных свай в грунтовых основаниях посвящены труды многих ученых. Бартоломей А.А. [9,10,11] экспериментально установил, что на изменение напряженно-деформированного состояния вокруг свай оказывает влияние величина порового давления и его рассеивание во времени, которая в свою очередь определяет несущую способность свайных фундаментов.

Особенность работы свай при их погружении в водонасыщенный глинистый грунт состоит в том, что происходит его вытеснение в стороны под действием кратковременных, но значительных усилий, достаточных для уплотнения. Грунт уплотняется за очень малый промежуток времени, и поровая вода не успевает от фильтроваться, так как коэффициент фильтрации у глинистого грунта мал, и это приводит к объемному сжатию грунта, а следовательно к появлению дополнительного давления в поровой жидкости. Дополнительное давление в поровой жидкости противоположно эффективному давлению, создающему силы трения по боковой поверхности свай. Силы трения по боковой поверхности свай оказываются уменьшенными до тех пор, пока не закончится рассасывание дополнительного давления.

Появление дополнительного давления в поровой жидкости приводит к разности в напорах поровой жидкости на границе свайного фундамента и на некотором расстоянии от него. Разность в напорах поровой жидкости приводит к фильтрации поровой жидкости из грунта с большим напором к грунту с гидростатическим напором. С течением времени происходит релаксация напряжений, дополнительное давление в поровой жидкости рассеивается до гидростатического, давление в скелете грунта (эффективное давление) возрастает до стабилизированного значения, а силы трения по боковой поверхности свай достигают максимального значения, а следовательно, увеличивается несущая способность свайного фундамента. Закономерность изменения порового давления в водонасыщенных основаниях вокруг свайного фундамента можно получить на основе обобщенной теории фильтрационной консолидации.

Вывод.

Таким образом, в качестве основных направлений в развитии теории фильтрационной консолидации на современном этапе можно выделить следующее:

1) учет законов нелинейной фильтрации воды в грунтах: снижение водопроницаемости по мере уплотнения грунта и учет начального градиента напора;

2) учет наличия газообразной фазы в грунте. При этом воздух либо представляется растворенным в поровой воде, что позволяет рассматривать грунт как двухфазный, поры которого заполнены сжимаемой жидкостью, либо представляется отдельной фазой, для которой вводятся дополнительные уравнения движения и сжимаемости;

3) наиболее полный учет закономерностей деформирования скелета грунта при сложном нагружении.

Исходя из всего выше изложенного, можно сделать вывод, что достоверное решение пространственных задач протекания фильтрационной консолидации и других нелинейных эффектов

при нагружении оснований и фундаментов возможно в данное время только численными методами, с помощью компьютерных программ.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Кутепов Ю.И., Кутепова Н.А. – Научно-исследовательский институт горной геомеханики и маркшейдерского дела - ВНИМИ, Санкт-Петербург. «Закономерности формирования порового давления при гидроотвалообразовании и отсыпке «сухих» отвалов».

[2] Жакулин А.С. «Деформируемость грунтов водонасыщенных оснований». Астана, Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, 2005. –с 31.

[3] Терцаги К. «Теория механики грунтов» - Москва: Стройиздат, 1961. – 506.

[4] Герсеванов Н.М. «Основы динамики грунтовой массы» - Москва: Стройиздат, 1937. – 312с.

[5] Ляпичев Ю.П. К совместному расчету фильтрационной консолидации ядра и НДС каменно-земляной плотины МКЭ/Вопросы гидротехники. – Москва, 1982. – 126с.

[6] Мельников А.В. Прогноз деформации основания, сложенного отсыпанным в воду комковатым маренным суглинком. Дис. канд. техн. наук. – Ленинград, 1986. – 18с.

[7] Зарецкий Ю.К. «Вязкопластичность грунтов и расчеты сооружений». – Москва: Стройиздат, 1988. – 352с.

[8] Парамонов В.Н. Расчет оснований зданий и сооружений в физической и геометрической нелинейной постановке. Автореферат дис. докт. техн. наук. – Санкт-Петербург, 1998. -48с.

[9] Бартоломей А.А., Омельчак И.М., Юшков Б.С. Прогноз осадок свайных фундаментов. – Москва: Стройиздат, 1994, - 463 с.

[10] Бартоломей А.А. Механика грунтов. – Москва: Высшая школа, 2003. – 304с.

[11] Бартоломей А.А. Основы расчета свайных ленточных фундаментов по предельно допустимым осадкам. – Москва: Стройиздат, 1982. – 357с.

Баитова А. А., Жамбакина З.М.

Сумен қаныққан топырақтардағы тесік қысымының қадалар іргетастарының шөгу мөлшеріне әсері

Түйіндеме. Геотехникалық бақылау халықаралық тәжірибеде жалпы қабылданған және бірыңғай еуропалық стандарттар (EUROCODE - 7 «Геотехника») барлық құрылыс мәселелерін үш геотехникалық категорияға бөлуді қарастырады. Үшінші қиындық - сулы қаныққан топырақта құрылыс. Геотехникалық бақылау дегеніміз аймақтық геожүйенің күйін бағалау мен болжауды білдіреді. Суға қаныққан іргетастар кеңістіктегі топырақтың кернеулі күйінің қалыптасуы мен өзгеруіне байланысты ұзақ мерзімді (жылдар, онжылдықтар) деформация ерекшелігіне ие. Кеуекті қысым - бұл күйзеліс жағдайының негізгі компоненттерінің бірі. Кеуектер қысымының сумен қаныққан негіздің деформациялануына әсері топырақ механикасы мен геотехникасының негізгі міндеттерінің бірі болып табылады.

Түйінді сөздер: саңылаулар қысымы, сумен қаныққан негіз, қадалар іргетасы, сүзілу консолидациясы.

UDC 004.451

[1]R. Benseitov, [1]Zh. Umarova, [1]G. Yelbergenova, [1]Z. Makhanova, [1]Zh. Kemelbekova
([1]M.Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan
e-mail: zhanat-u@mail.ru)

ANALYSIS OF WEB API DOCUMENTATION

Abstract. This article presents the results of a series of semistructured interviews and a follow-up questionnaire conducted to explore the learning goals and learning strategies of software developers, the information resources they turn to and the quality criteria they apply to API documentation. An application program interface is a set of routines, protocols, and tools for building software applications. Basically, an API specifies how software components should interact. Additionally, APIs are used when programming graphical user interface (GUI) components. Our results show that developers initially try to form a global understanding regarding the overall purpose and main features of an API, but then adopt either a concepts-oriented or a code-oriented learning strategy that API documentation both needs to address. Our results also show that general quality criteria such as completeness and clarity are relevant to API documentation as well. Developing and maintaining API documentation therefore need to involve the expertise of communication professionals.

Keywords: Application Program Interface (API), API technologies, open source, web technologies, global development, developers, application.

Introduction

Application Programming Interfaces (APIs) provide services or data provided by software application using a set of predefined resources, such as methods, objects, or URIs. Using these resources, other applications can access data or services unnecessarily. Implement basic objects and procedures. APIs are central to many modern software architectures because they provide high-level abstractions that facilitate programming tasks, support the design of distributed and modular systems software applications and code reuse. As Myers and note, all modern software is heavily used [1].

APIs Instead of programming functionality from scratch, fundamental the task for software developers now often is to ’stitch together functionality that existing APIs provide. So learning to use the new APIs is an everyday task that many developers face. APIs are commonly used to assist in this task. Comes with documentation such as programmer’s guides, cookbooks, API tutorials and reference documentation. This article addresses the question of what information API documentation should contain from the point of view of software developers to support their initial training efforts are effective.

The issue of API learning is closely related to a more general problem usability of the numerous studies have shown that some APIs are more difficult to use. learn and use more than others Although some of these difficulties most likely due to properties inherent in the API, such as the domain it covers, certain aspects of API design also contribute to difficulties [2]. By now, many Studies have identified and explored relevant design aspects and demonstrated that APIs can be learned and used more easily if API design adjusts to how developers work and meets the expectations that they form IPA.

Literature Review

A considerable body of empirical research on the role of documentation for software systems, programming frameworks, and APIs has accumulated over the past few years. The academic literature is complemented by a number of blogs on API design and API documentation, such as Tom Johnson’s ‘‘I’d rather be writing’’ (http://idratherbewriting.com), that also share important insights and experiences. This section summarizes major findings from the literature on the questions targeted by our own study.

Which Goals and Strategies Do Developers Adopt When Using an API?

Sillito and Begel (2013) describe the learning process of 10 developers beginning to program on the Windows Phone 7 platform at home in a private setting. Using Knowles’ model of self-directed learning as a reference, they analyzed learning goals and learning strategies driving the learning process on the basis of interviews and diary entries [3]. As Sillito and Begel note, learning goals formulated by the developers were strongly dependent on particular features of the application they intended to build. Their subjects did not attempt to learn 298 Journal of Technical Writing and Communication 48(3) the API as a whole, but studied specific parts relevant to their project. Learning strategies were similarly selective and focused on getting particular API functions to work or identifying workarounds in case of problems instead of learning how to use the function in general. The findings reported in suggest that developers actively using a framework also predominantly seek solutions to a specific problem and are less interested in getting an overall understanding. Analyzing 172 discussion threads containing about 800 messages on a Java Swing forum, found that in the majority of cases developers wanted a fix for their current problem. Only 16 threads were concerned with gaining a better understanding, for example, regarding how a specific method works or why a particular program behavior occurred.

A similar conclusion was reached by Maalej who performed both a qualitative and a large-scale quantitative study to explore and assess strategies developers follow to comprehend software programs as well as channels they prefer to access and share knowledge about software [4]. Developers tend to avoid a deeper understanding of the code. They want to get their task done rather than comprehend the software. The authors conjecture that this finding might be due to the fact that ‘‘software comprehension is a hard and time consuming task and consequently is avoided whenever possible’’. In sum, these and other studies on this topic collectively show that the learning goals and strategies of developers are highly selective and very much focused on resolving specific tasks at hand.

Methodology

Goals. We followed a two-stage approach that combined both qualitative and quantitative methods, similar to the approach taken in Robillard (2009) and Robillard and DeLine (2011). The main goal of our study was not to test specific hypotheses about learning strategies, information-seeking behavior, or document usage. Instead, the overall goal was to collect experiences and opinions from developers in order to get a better understanding of their learning strategies, the types of information they look for during learning, the resources used to foster learning, and potential obstacles that hinder learning. Toward this goal, we first ran a series of expert interviews with junior and senior developers to collect feedback arising from their work with APIs and

API documentation [5,6]. This feedback was used to identify issues that are relevant from a developer's point of view and grounded in their practical experience. In other words, the idea of the initial phase of our study was to let the developers talk and then see which issues they bring up. However, on the basis of the data generated by the interview, it is not possible to draw conclusions regarding which issues point to general problems and which are rather individual. We therefore designed a questionnaire as a follow-up to the interviews. The main goal of the questionnaire was to test the main findings from the interviews against a larger population in order to better understand their relative importance and relevance [7].

Procedure. Interviews are a data gathering technique that is very popular in qualitative research. Interviews are inquisitive and involve a direct interaction between researcher (interviewer) and participant. The form an interview can take and the process of conducting them vary greatly depending on the research goals pursued. The form of interview chosen for our study was the semi structured interview. Semi structured interviews combine features of structured interviews and unstructured interviews (Hove & Anda, 2005). They are more formalized than unstructured interviews in that they employ a catalog of questions which are used to influence the course of the interview and to make sure that aspects which are already known to be relevant in the context of the research question are systematically covered. However, unlike structured interviews, they mainly contain open-ended questions and thus leave sufficient freedom to uncover issues that have not been anticipated by the researcher. In a semis structured interview, the questions are designed to encourage the participant to elaborate on a subject matter of interest. Moreover, compared with structured interviews, the course of the interview is more flexible, and the interviewer can deviate from the script. Our interviews were conducted using a catalog of 45 questions. According to their function, these questions fell into three groups: background questions, starter questions, and thematic questions. Background questions were asked at the beginning of the interview. They were designed to collect or verify demographic data regarding age, current role, technologies used recently, professional background, and level of experience. After this initial phase, one or more starter questions were asked to get the conversation going and create a friendly, open atmosphere. The starter questions also led to a first impression regarding how expressive the respective participant was and ow much effort would be necessary to ensure a smooth conversation [8,9].

Results.

What questions arise in the first place when entering the new API? Related answers questions that programmers will first ask themselves when entering the new API he has opened up various contextual and practical issues. Answers show initially, developers will refer to the new APIs with two different goals in mind. One of the goals is to decide whether it is necessary to choose API the context of a particular task. The second goal is to actually use it for API performs tasks. These two goals do not coincide. For example, several developers have noted that they are usually asked to perform any task already selected with API. No matter which of these two common goals is set, the initial questions are interesting API functional features offered by. Developers are looking for information this gives a brief overview of API and its functions used for.

To be able to evaluate how widely different purposes are used in code usage among the developers of the examples, in our questionnaire there was also a question for what purposes do you use code examples in your daily work? 'Responders of the five answer options, there was an option to choose the answer from three. Finding a meaningful entry point when starting to work with a new API and to better understand how the code works, for example, by identifying dependence and it is clear that the necessary conditions are the most serious goals of using the code examples. In addition to demonstrating the wide and wide application of code samples the range of objectives, the interview also made it clear that the code samples were not immediately useful instead, they must meet certain quality criteria support developers [5]. First of all, code samples must be programmed professionally. They are expected to demonstrate the best practical approaches and to adhere to the principles of style adopted in society.

Discussion.

Due to the growing importance of APIs, learning new APIs is a task that software developers today often face, but this task can be difficult. This observation has generated significant interest in usability of the API. Except API documentation was found to be a critical aspect affecting usability of the API. However, previous studies have shown that the API documentation is a major obstacle to learning the API and often does not adequately meet the information needs of API developers in the learning process.

The main goal of the current the study was supposed to shed light on the question of what information developers need when they begin to work with the new API, introducing both qualitative and quantitative data that contribute to our understanding of the initial learning objectives formulated by the developers, the learning activities and strategies that they adopt to achieve they use these goals and information resources for training. To solve the problems of training and training strategies of developers, we have collected data on issues that

developers raise to direct their efforts in training, and first of all the steps they usually take at the beginning of the learning process. Interview it turned out that developers initially turned to the API with two different goals in the mind [7]. One of the goals is to collect information that helps you decide if the API is can solve the problem that is at stake. Another goal is to really learn how to use API, that is, to become able to really solve this problem. Average ratings how often developers faced seven challenges with code examples. Frequency of meetings was indicated on a scale of 1 (never) to 5 (very often) which of these goals drive initial contact with the API, developers first try develop a high-level understanding of the overall purpose of the API and main features that it offers. In the API documentation, a consequence can be obtained that a brief description of the purpose and main characteristics of the API are necessary. This short review should be easily accessible since this is the first part of the information that API developers will look for.

Conclusion

In general, we draw conclusions from our conclusions on the objectives of the study, educational strategies and sources of information used for successful support API documentation of the learning process should serve the information needs both systemic and have the possibility of developer persona, for example, not only API by providing information about the structure or logical basis API design decisions, however, give developers the opportunity to start working with code immediately. One of the possible strategies is to clearly distinguish these code samples for example, some API document sites like, text through placement code samples in a separate column with an attachment to the text. Specific difficulty it follows from our conclusions regarding the necessary concerted information for use as effectively as a congealer background for API from any manufacturer API (Jeong) knowledge related to a specific domain that covers and et al., 2009; Ko & Riche, 2011). There must be such a concerted knowledge additionally presented and integrated into the developer's information resources prefer to use like textbooks, code samples and API link, facilitate the use of both systemic and opportunistic types programmer [8].

According to the quality criteria, the developers will refer to API documents, the results show that high-level criteria such as completeness and accuracy are very high API also relevant to the documentation. In addition, special attention should be paid to transparent information structure is paid to determine and ensure efficiency navigation and search options, because manufacturers often have problems in finding and finding get the necessary information. Together, our results depend on quality [9].

Criteria API supports the idea that documents should be considered as assets strategic importance. Meet the needs and expectations of the target the audience, in order to develop and maintain this asset, it is necessary to attract specialists allows not only software developers, but also the development of information design and communication professionals.

REFERENCES

[1] Alexander, K. P. (2013). The usability of print and online video instructions. Technical Communication Quarterly, 22(3), 237–259.

[2] Bogner, A., Littig, B., & Menz, W. (2009). Interviewing experts (Research Methods Series). London, England: Palgrave Macmillan.

[3] Clarke, S. (2004). Measuring API usability. Dr. Dobb's Journal, 29, S6–S9. Retrieved from http://www.drdobbs.com/windows/measuring-api-usability/184405654

[4] Clarke, S. (2007). What is an end user software engineer? In Dagstuhl Seminar Proceedings. Schloss Dagstuhl-Leibniz-Zentrum fu¨ r Informatik. Retrieved from http://drops.dagstuhl.de/opus/volltexte/2007/1080/

[5] Dagenais, B., & Robillard, M. P. (2010). Creating and evolving developer documentation: Understanding the decisions of open source contributors. In Proceedings of the 18th ACM SIGSOFT International Symposium on Foundations of Software Engineering (pp.127–136). New York, NY: ACM.

[6] Garousi, G., Garousi-Yusifog˘ lu, V., Ruhe, G., Zhi, J., Moussavi, M., & Smith, B. (2015). Usage and usefulness of technical software documentation: An industrial case study. Information and Software Technology, 57, 664–682.

[7] Ko, A. J., & Riche, Y. (2011). The role of conceptual knowledge in API usability. In Proceedings of 2011 IEEE Symposium on Visual Languages and Human-Centric Computing (VL/HCC) (pp. 173–176). Washington, DC: IEEE.

[8] Kuckartz, U. (2014). Qualitative text analysis: A guide to methods, practice and using software. Los Angeles, CA: Sage.

[9] Lethbridge, T. C., Sim, S. E., & Singer, J. (2005). Studying software engineers: Data collection techniques for software field studies. Empirical Software Engineering, 10(3), 311–341.

Бенсеитов Р., Умарова Ж., Ельбергенова Г., Маханова З., Кемельбекова Ж.

Web api құжаттамасын талдау

Түйіндеме. Бұл мақалада жартылай құрылымдалған сұхбаттар сериясының нәтижелері және бағдарламалық қамтамасыз етуді әзірлеушілерді оқыту мақсаттары мен оқыту стратегияларын, олар жүгінетін ақпараттық ресурстарды және API құжаттамасына қолданылатын сапа критерийлерін зерделеу үшін жүргізілген келесі сауалнамалар берілген. Application Program Interface (қолданбалы бағдарламаның интерфейсі) - бағдарламалық қосымшаларды жасау үшін процедуралар, хаттамалар және құралдар жиынтығы. Шын мәнінде, API бағдарламалық компоненттер өзара әрекеттесуі тиіс деп анықтайды. Сонымен қатар, API пайдаланушының графикалық интерфейсінің (GUI) компоненттерін бағдарламалауда қолданылады. Біздің нәтижелер әзірлеушілер алдымен API-дің жалпы мақсаты мен негізгі функцияларына қатысты жаһандық түсініктерді қалыптастыруға тырысады, бірақ одан кейін тұжырымдамалық-бағдарланған немесе API-дің екі құжаттамасын ескеруі тиіс кодтық-бағытталған оқыту стратегиясын қабылдайды. Біздің нәтижелер, сондай-ақ, толық және айқындық сияқты САПАНЫҢ жалпы критерийлері API құжаттамасына да қатысты екенін көрсетеді. Сондықтан API құжаттамасын әзірлеу және жүргізу коммуникация саласында мамандарды тартуды талап етеді.

Түйін сөздер: қолданбалы бағдарламалар интерфейсі (API), API-технологиялар, ашық бастапқы код, веб-Технологиялар, Жаһандық әзірлемелер, әзірлеушілер, қосымшалар.

Бенсеитов Р., Умарова Ж., Ельбергенова Г., Маханова З., Кемельбекова Ж.

Анализ документации Web API

Резюме. В данной статье представлены результаты серии полуструктурированных интервью и последующей анкеты, проведенной для изучения целей обучения и стратегий обучения разработчиков программного обеспечения, информационных ресурсов, к которым они обращаются, и критериев качества, применяемых к документации API. Application Program Interface (Интерфейс прикладной программы) - это набор процедур, протоколов и инструментов для создания программных приложений. По сути, API определяет, как программные компоненты должны взаимодействовать. Кроме того, API используются при программировании компонентов графического интерфейса пользователя (GUI). Наши результаты показывают, что разработчики вначале пытаются сформировать глобальное понимание относительно общей цели и основных функций API, но затем принимают либо концептуально-ориентированную, либо кодо-ориентированную стратегию обучения, которую должна учитывать обе документации API. Наши результаты также показывают, что общие критерии качества, такие как полнота и ясность, имеют отношение и к документации API. Поэтому разработка и ведение документации API требует привлечения специалистов в области коммуникации.

Ключевые слова: Интерфейс прикладных программ (API), API-технологии, открытый исходный код, веб-технологии, глобальные разработки, разработчики, приложения.

УДК 004.896

G.K. Balbayev, L. B. Altynbekova, N.T. Zhetenbaev

NEW REGENERATIVE CIRCUIT FOR INVERTERS WITH REVERSE-FLOW TOPOLOGY IN ROBOTIC SYSTEMS

Abstract: This article proposes a new integrated semi-active regenerative (lossless) damper. The proposed damping topology is characterized by a damping inductor built into the main transformer, which reduces the number of components and saves space on the printed circuit Board. Partial coupling of the damper inductance to the secondary winding allows some of the transformer leakage energy to be returned directly to the secondary winding, with the potential to increase the efficiency of the damper. The operation of the proposed damper is analyzed and the simulation results are presented.

Key words: recuperative damper circuit, reverse stroke, auxiliary inductance integrated with the main transformer, transformer leakage energy recovery, semi-active damper.

Ғ.Қ. Балбаев[1], Л.Б. Алтынбекова[2], Н.Т. Жетенбаев[3]
([1]Ғылым Ордасы, Алматы, Казахстан
[2]Алматинский университет энергетики и связи имени Гумарбека Даукеева, Алматы, Казахстан
[3]Satbayev University, Алматы, Қазақстан
*E-mail: gani_b@mail.ru, bashirleyla@gmail.com nursultan.zhetenbaev@mail.ru)

НОВАЯ РЕГЕНЕРАТИВНАЯ СХЕМА ДЛЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ С ТОПОЛОГИЕЙ ОБРАТНОГО ХОДА В РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Аннотация. В статье предлагается новый интегрированный полуактивный регенеративный (без потерь) демпфер. Предлагаемая демпферная топология характеризуется демпфирующей катушкой индуктивности, встроенной в главный трансформатор, что позволяет уменьшить количество компонентов и экономит место на печатной плате. Частичное соединение демпферной индуктивности с вторичной обмоткой позволяет возвращать часть энергии утечки трансформатора непосредственно во вторичную обмотку с потенциалом повышения эффективности демпфера. Проанализирована работа предложенного демпфера и представлены результаты моделирования.

Ключевые слова: рекуперативная демпферная цепь, обратный ход, вспомогательная индуктивность, интегрированная с главным трансформатором, рекуперация энергии утечки трансформатора, полуактивный демпфер.

1. Введение

Топология обратного хода на сегодняшний день находит все более широкое применение благодаря небольшому количеству компонентов, простой схеме, надежности и возможности обеспечения гальванической развязки. Но основная проблема с обратноходовой топологией — это напряжения на полупроводниковых переключателях, вызванные индуктивностью рассеяния обратноходового трансформатора. Предлагается ряд решений [1] для ограничения скачков напряжения на главном выключателе. Наиболее желательным из них был бы не диссипативный демпфер для повышения энергоэффективности и рентабельный, чтобы сохранить низкую стоимость. Демпферные цепи УЗО являются простейшими и надежными решениями, но, к сожалению, не могут соответствовать возрастающим требованиям к энергоэффективности [2]. В научной литературе известны активные демпферы зажима с регенеративными свойствами [3-10]. Активный зажим может помочь эффективно восстановить энергию утечки трансформатора, зафиксированную в демпфирующем конденсаторе; это также может помочь обеспечить режим переключения нулевого напряжения для основного выключателя питания [3, 5, 9]. Но все эти преимущества связаны со сложностью активного зажима. Другая особенность активного фиксатора в обратноходовой топологии заключается в том, что он увеличивает действующее значение тока для вторичной цепи и высокий пик тока для вторичного выпрямительного диода перед выключением. Кроме того, активный фиксатор снижает надежность обратного хода, потому что вспомогательный фиксатор коммутирует демпферный конденсатор с выходным конденсатором через индуктивность рассеяния трансформатора [9].

В демпфере [20] фактически используется идея преобразователя постоянного тока в постоянный, который возвращает энергию из ограничивающего конденсатора обратно на вход. Это сложно, но потенциально имеет лучшую эффективность восстановления, поэтому лучше подходит для приложений с высокой мощностью. Демпфер [21] является полуактивным со вспомогательным переключателем, который синхронно с главным переключателем обратного хода коммутирует ограничительный конденсатор на вход через вспомогательную катушку индуктивности. Демпфер более простой, но потенциально имеет такую же лучшую эффективность восстановления, как и демпфер в [20].

В данной статье предлагается новая регенеративная полуактивная демпфирующая схема со вспомогательной катушкой индуктивности, интегрированной с основным трансформатором [22]. Она состоит из фиксирующего конденсатора, ограничивающего выбросы напряжения, который улавливает большую часть энергии утечки, и вспомогательной обмотки трансформатора со вспомогательными полупроводниковыми переключателями для восстановления большей части энергии из фиксирующего конденсатора. Вспомогательная обмотка интегрирована с основным трансформатором обратного хода и подключена к схеме обратного хода таким образом, чтобы напряжения ступеней согласовывались с обмотками главного трансформатора. Интеграция демпфирующего индуктора с главным трансформатором сокращает количество компонентов и освобождает место на печатной плате.

Основное преимущество предложенного демпфера перед демпфером в [21] состоит в том, что он имеет потенциал для возврата большей части энергии на вторичный выход, поэтому обещает более высокую эффективность утилизации энергии утечки. Поведение предлагаемого решения зависит от множества параметров, поэтому желаемые демпфирующие свойства и его побочные эффекты могут быть достигнуты посредством конкретной реализации. Демпфер может быть спроектирован для работы в нерезонансном режиме непрерывной проводимости (CCM) или в режиме прекращения проводимости (DCM). Следовательно, преимущество состоит в том, что он снижает среднеквадратичные токи в демпфирующих схемах по сравнению с традиционными демпфирующими жидкокристаллическими дисплеями с регенерацией [15-18] с подзарядкой резонансного конденсатора. В данной работе проанализирована только одна из перспективных стратегий восстановления. Моделирование было предоставлено для выявления преимуществ предлагаемого решения. Было дано поэтапное рассмотрение и предоставлены эквивалентные схемы этапов вместе с основными управляющими уравнениями, где это необходимо для лучшего понимания этапных процессов.

2. Предлагаемая схема регенеративного демпфера для топологии обратного хода.

Преимущество предложенного демпфера было достигнуто за счет интеграции вспомогательной индуктивности с главным трансформатором, таким образом, трансформатор теперь имеет третью вспомогательную обмотку.

Преимущество этого заключается в том, что энергия может быть возвращена непосредственно на вторичный выход с потенциалом повышения эффективности. Принципиальная схема предлагаемого восстановительного решения представлена на рисунке 1.

На рисунке 1 изображен преобразователь обратноходовой топологии с ограничителем напряжения, состоящим из ограничивающего конденсатора C_c и фиксирующего диода D_C, а для отвода энергии фиксации здесь используется схема, образованная вспомогательным транзистором Q_{aux} , вспомогательным диодом D_{aux} и обмотка вспомогательного трансформатора W_{aux}. Вспомогательный выключатель Q_{aux} синхронизирован с главным выключателем и может включаться пассивно или активно. Синхронизация и приведение Q_{aux} в действие с главным выключателем может быть выполнено отводом отW_{aux} обмотки или с помощью дополнительной 4-й обмотки. Очевидно и заметно, что поведение схемы сильно зависит от таких параметров, как индуктивность рассеяния между обмотками трансформатора и вспомогательной обмоткой, соотношение витков W_{aux}/ W_P и временные параметры переключения вспомогательного транзистора Q_{aux}. Система основных уравнений для предлагаемого трехобмоточного трансформатора выглядит как уравнение (1):

$$\begin{cases} U_p = L_p * \dfrac{di_p}{dt} + L_{ps} * \dfrac{di_s}{dt} + L_{pa} * \dfrac{di_{aux}}{dt}, \\ U_s = -L_{sp} * \dfrac{di_p}{dt} - L_s * \dfrac{di_s}{dt} - L_{sa} * \dfrac{di_{aux}}{dt}, \\ U_{aux} = -L_{ap} * \dfrac{di_p}{dt} - L_{as} * \dfrac{di_s}{dt} - L_{aux} * \dfrac{di_{aux}}{dt}, \end{cases} \quad (1)$$

где L_p - индуктивность первичной обмотки трансформатора, L_s - индуктивность вторичной обмотки трансформатора, L_{aux} - индуктивность вспомогательной обмотки, $L_{ps} = L_{sp}$ - взаимная индуктивность первичной и вторичной обмоток трансформатора,$L_{pa} = L_{ap}$ - взаимная индуктивность между первичными и вспомогательными цепями, $L_{as} = L_{sa}$- вторичный к вспомогательной взаимной индуктивности. Положительные направления тока обмотки и положительные направления падения напряжения на обмотках трансформатора показаны на рисунке 2.

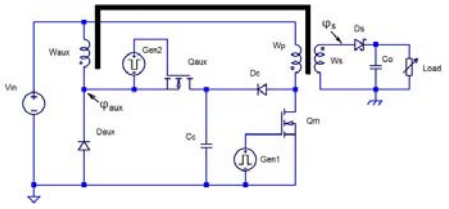


Рис.1. Предлагаемая регенеративная интегральная схема демпфера и обратный преобразователь

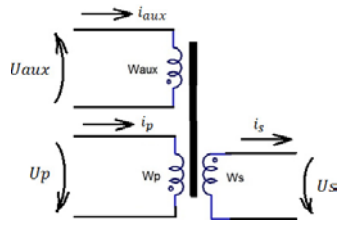


Рис.2. Предлагаемые обозначения напряжений и токов обмоток трансформатора и выбранные положительные направления

На рисунке 1 представлены некоторые четкие допущения: количество витков вспомогательной обмотки равно количеству витков первичной обмотки; $W_{aux} = W_p$; связь между W_{aux} и другими обмотками трансформатора слабее, чем связь между первичной W_p и вторичной W_s обмотками. По нашему мнению, что для аналитических целей все полупроводниковые переключатели идеальны. Рассмотрим случай, когда вспомогательный транзистор Q_{aux} переключается комплементарно основному транзистору Q_m, и здесь возникает задержка после Q_{aux}выключения и Q_m включения. Исходя из этих предположений, давайте рассмотрим шесть рабочих стадий в установившемся режиме для схемы на рисунке 1, и все они представлены в таблице 1.

Таблица 1. **План работы коммутаторов**

Этап	1	2	3	4	5	6
Q_m	вкл	выкл	выкл	выкл	выкл	выкл
Q_{aux}	выкл	выкл	выкл	вкл	выкл	выкл
D_s	в частности выкл	вкл	вкл	вкл	вкл	вкл
D_c	выкл	вкл	выкл	выкл	выкл	выкл
D_{aux}	выкл	выкл	выкл	выкл	вкл	выкл

Эквивалентные схемы приведены на рисунке 3 для каждой из шести ступеней.

Осциллограммы были сгенерированы в программном обеспечении моделирования LTspice для конкретных параметров схемы: индуктивность намагничивания трансформатора L_m = 6400 мкг, коэффициент связи между первичной и вторичной обмотками 0,98, коэффициенты связи между вспомогательной и первичной обмотками и между вспомогательной и вторичной обмотками равны 0,8; частота переключения около 67 кГц; входное напряжение V_{in}= 400 В, выходное напряжение 14 В и выходная мощность 145 Вт. Длительность этапов и моделируемые рабочие осциллограммы представлены на фиг. 4. Из рисунка 4 видно, что в нашем конкретном исследуемом случае ток вспомогательной обмотки I_{aux} протекает прерывистым способом проводимости. Рассмотрим случай, когда главный выключатель Q_m включается в момент времени t_0 после того, как ток во вспомогательной обмотке W_{aux} затухает до нуля. К моменту t_0 все первичные боковые полупроводниковые переключатели непроводящие, только вторичный диод D_s проводит ток на выход, помогая обратному трансформатору разряжать оставшуюся энергию мощности через вторичную обмотку W_s.

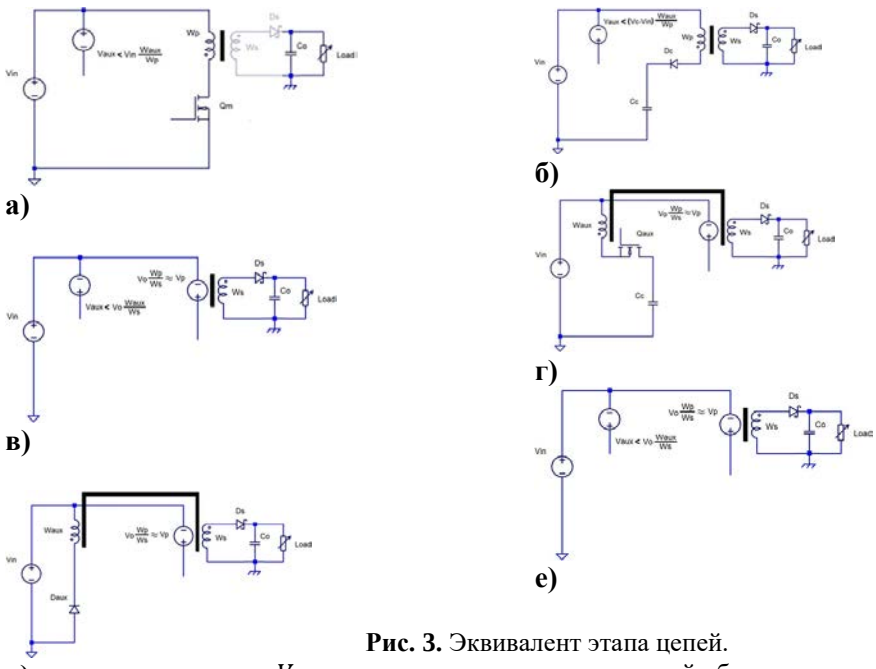


Рис. 3. Эквивалент этапа цепей.
V_{aux} – напряжение вспомогательной обмотки в непроводящем состоянии,
V_p – напряжение первичной обмотки в непроводящем

2.1 Этап 1 ($t_0 - t_1$)

На данном этапе (рисунок 3(а)) включается главный выключатель Q_m, первичная сторона трансформатора W_p подключается к входной сети V_{in}, вторичный ток быстро понижается. После того как выходной выпрямитель D_s получает обратное смещение, трансформатор начинает набирать мощность. На рисунке 3(а) вторичная обмотка W_s и выпрямительный диод D_c частично затенены, поскольку большую часть времени данного этапа они не обеспечивают никакого тока. В то же время вспомогательные диоды D_c и D_{aux}остаются непроводящими. Зажимной диод D_c находится под обратным напряжением зажимного конденсатора C_c. Управляющие уравнения трансформатора на этом этапе будут выглядеть следующим образом: (уравнение (2))

$$\begin{cases} V_{in} = L_p * \dfrac{di_p}{dt}, \\ U_s = -L_{sp} * \dfrac{di_p}{dt}, \\ U_{aux} = -L_{ap} * \dfrac{di_p}{dt}, \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \dfrac{di_p}{dt} = \dfrac{V_{in}}{L_p}, \\ U_s = -\dfrac{-L_{sp}}{L_p} V_{in}, \\ |U_{aux}| = \dfrac{L_{ap}}{L_p} V_{in} < V_{in}. \end{cases} \quad (2)$$

На вспомогательной обмотке W_{aux} здесь отражается напряжение от первичной обмотки обмотке W_p, и потому в данном конкретном примере получилось, что $W_{aux} = W_p$ таким образом, напряжение, приложенное к вспомогательному диодуD_{aux}, близко к нулю. На самом деле диод D_{aux} находится под небольшим напряжением обратного напряжения, потому что отраженное напряжение на W_{aux} меньше входного напряжения за счет падения напряжения на эквивалентной индуктивности утечки первичной стороны. Вспомогательная обмотка непроводящая, а вспомогательный переключатель D_{aux} находится под напряжением напряжения зажимного конденсатора.

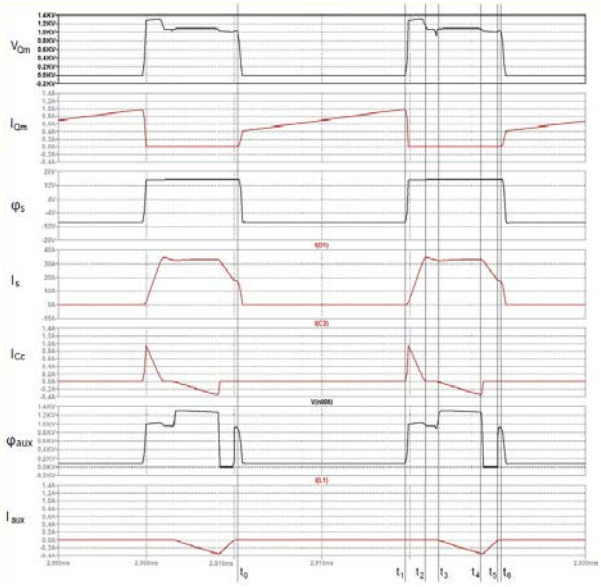


Рис.4. Моделирование осциллограмм схемы обратного преобразователя предложенным регенеративным демпфером

VQ_m– сток от напряжения источника на Q_m переключателе, IQ_m – ток Q_m переключателя, φ_s и φ_{AUX} являются потенциалы соответствующих узлов на первичной и вторичной сторонах (см. рисунок 1), I_s – ток вторичной стороны, IC_c– ток зажим конденсатора C_c, I_{aux}– ток вспомогательной обмотки W_{aux}

2.2 Этап 2 ($t_1 - t_2$)

В момент t_1 главный выключатель выключается (см. рисунок 3(б)) и первичный ток трансформатора начинает заряжать зажим конденсатора C_c через диод D_c до тех пор, пока энергия утечки трансформатора не будет исчерпана, что происходит к моменту времени t_2. Во время этой

стадии ток вторичного диода поднимается от нуля. Трансформаторные управляющие уравнения для этапа 2 будут выглядеть следующим образом: (уравнение (3)):

$$\begin{cases} U_p = L_{ps} * \dfrac{di_s}{dt}, \\ V_{out} = -L_s * \dfrac{di_s}{dt}, \\ U_{aux} = -L_{as} * \dfrac{di_s}{dt}, \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} U_p = -\dfrac{L_{ps}}{L_s} * V_{out}, \\ \dfrac{di_s}{dt} = -\dfrac{V_{out}}{L_s}, \\ U_{aux} = \dfrac{L_{as}}{L_s} * V_{out} < V_{out} * \dfrac{W_a}{W_s}. \end{cases} \quad (3)$$

Отраженное напряжение на вспомогательной обмотке W_{aux} равно напряжению зажима минус напряжение на индуктивности утечки трансформатора. Поскольку потенциал клеммы источника Q_{aux}меньше напряжения зажима φ_{AUX}, поэтому переключатель Q_{aux} останется обратным смещенным, а внутренний диод Q_{aux}, а также диод D_{aux} останутся непроводящими. Но Q_{aux}находится под небольшим обратным напряжением, поэтому это хороший момент для включения переключателя Q_{aux} . Но мы сделаем еще одну задержку, прежде чем Q_{aux} включится. Продолжительность задержки необязательна и может не длиться в течение двух этапов, как сделали мы. Поскольку потенциал клеммы источника Q_{aux} ниже напряжения зажима φ_{AUX}, поэтому внутренний диод Q_{aux}, а также диод D_{aux} остаются непроводящими.

2.3 Этап 3 ($t_2 - t_3$)

Эквивалентная схема этого этапа приведена на рисунке 3(в). К моменту t_2 энергия утечки трансформатора истощается, а диод D_c закрывается. Еще некоторое время после того, как главный выключатель Q_m выключен, и до того, как вспомогательный выключатель Q_{aux} включается. В течение этого промежутка времени первичная и вспомогательная обмотки трансформатора являются непроводящими, все полупроводники на первичной стороне являются непроводящими. Только вторичная сторона трансформатора разряжает энергию, полученную на этапе 1, на выход через диод D_s, и управляющие уравнения трансформатора будут выглядеть так: (уравнение (4)):

$$\begin{cases} U_p = L_{ps} * \dfrac{di_s}{dt}, \\ V_{out} = -L_s * \dfrac{di_s}{dt}, \\ U_{aux} = -L_{as} * \dfrac{di_s}{dt}, \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} U_p = -\dfrac{L_{ps}}{L_s} * V_{out}, \\ \dfrac{di_s}{dt} = -\dfrac{V_{out}}{L_s}, \\ U_{aux} = \dfrac{L_{as}}{L_s} * V_{out} < V_{out} * \dfrac{W_a}{W_s}. \end{cases} \quad (4)$$

В этом небольшом этапе ток вторичной стороны уменьшается.

2.4 Этап 4 ($t_3 - t_4$)

В данный момент t_3 включается вспомогательный выключатель Q_{aux} для разряда зажимного конденсатораC_c (рисунок 3 (в)). Таким образом, конденсатор C_c разряжается непосредственно во вторичную сторону через соединенные обмотки W_{aux} и W_s, а также на утечку трансформатора и индуктивность намагничивания трансформатора. Линейный рост тока на W_{aux} определяется индуктивностью утечки, (уравнение (5)):

$$\begin{cases} U_p = L_{ps} * \dfrac{di_s}{dt} + L_{pa} * \dfrac{di_{aux}}{dt}, \\ V_{out} = -L_s * \dfrac{di_s}{dt} - L_{sa} * \dfrac{di_{aux}}{dt}, \\ V_c - V_{in} = -L_{as} * \dfrac{di_s}{dt} - L_{aux} * \dfrac{di_{aux}}{dt}, \end{cases} \begin{cases} |U_p| < V_c - V_{in}, \\ \dfrac{di_s}{dt} = \dfrac{\dfrac{L_{sa}}{L_{aux}}(V_c - V_{in}) - V_{o1}}{L_s - \dfrac{L_{as}^2}{L_{aux}}} \\ \dfrac{di_{aux}}{dt} = -\dfrac{(V_c - V_{in}) - V_{out} *}{L_{aux} - \dfrac{L_{as}^2}{L_s}} \end{cases} \quad (5)$$

где $L_{aux} - L_{as}^2 / L_s$ эквивалентная индуктивность утечки между вспомогательной и вторичной сторонами, видимая/измеряемая со вспомогательной стороны. Из-за утечки между W_{aux} и первичной W_p отраженное от нее напряжение на W_p недостаточно велико, чтобы открыть зажимной диод D_c и,

следовательно, первичная обмотка остается непроводящей. С момента t_3 вторичный ток замедляется, и в нашем конкретном случае мы можем наблюдать некоторое увеличение за счет подачи энергии от зажима C_c через вспомогательный выключатель Q_{aux}. Можно выбрать значение индуктивности утечки и длительность этапа 3, чтобы сделать вторичный ток плоским во время проведения вторичного выпрямителя D_c, от времени t_3 до t_4, таким образом, среднеквадратичный ток может быть уменьшен. Моделирование показывает, что если бы мы сделали больше времени для Q_{aux}, чтобы быть открытым, например, за счет временной задержки между Q_m выключением и Q_{aux} включением (этапы 2, 3), то напряжение зажима было бы ниже из-за увеличения времени разряда и наклон вторичного тока уменьшался бы. Кроме того, моделирование показывает, что уменьшение утечки между вспомогательной обмоткой и другими обмотками трансформатора приведет к снижению напряжения зажима, так как скорость разряда будет быстрее, увеличит пиковый ток для Q_{aux}и увеличит наклон вверх вторичного тока.

2.5 Этап 5 $(t_4 - t_5)$

В течение этого периода времени (рисунок 3(д)), вспомогательный выключатель выключается, но здесь происходит некоторая задержка до момента времени t_5 , после чего включается главный выключатель. В момент t_4 приQ_{aux} выключении вспомогательной обмотки ток начинает течь через вспомогательный диод D_{aux} до тех пор, пока не уменьшится до нуля. Управляющее уравнение трансформатора для этого этапа будет выглядеть следующим образом: (уравнение (6)):

$$\begin{cases} U_p = L_{ps} * \dfrac{di_s}{dt} + L_{pa} * \dfrac{di_{aux}}{dt}, \\ U_{out} = -L_s * \dfrac{di_s}{dt} - L_{sa} * \dfrac{di_{aux}}{dt}, \\ U_{in} = -L_{as} * \dfrac{di_s}{dt} - L_{aux} * \dfrac{di_{aux}}{dt}, \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} |U_p| < V_c - V_{in}, \\ \dfrac{di_s}{dt} = \dfrac{\frac{L_{sa}}{L_{aux}} * V_{in} + V_{out}}{L_s - \frac{L_{as}^2}{L_{aux}}}, \\ \dfrac{di_{aux}}{dt} = -\dfrac{V_{in} + V_{out} * \frac{L_{as}}{L_s}}{L_{aux} - \frac{L_{as}^2}{L_s}}. \end{cases} \quad (6)$$

Таким образом, энергия утечки, связанная с W_{aux}, полностью разряжается обратно на вход. В результате энергия зажима полностью восстанавливается в основном вперед к вторичному выходу, частично обратно к входу и частично в виде энергии намагничивания трансформатора, полученной на этапе 5 от зажима C_c через обмотку W_{aux}. В то время как ток W_{aux} истощается, в то же время ток вторичного диода D_s уменьшается, поскольку ток от зажимного конденсатора больше не питает вторичный выход и энергию утечки, связанную с выхлопами W_{aux}. Намагничивающий ток, полученный на этапе 5, также начинает течь во вторичной стороне, уменьшая ток диода D_s в прямом направлении. Потенциально возможно сделать мягкое выключение диода D_s и мягкое включение Q_m путем поворота параметров трансформатора, например, это могло бы произойти, если бы топология обратного хода была ближе к режиму прерывистой проводимости. Длительность задержки между Q_{aux} выключением и Q_m включением следует принимать как можно дольше только для того, чтобы максимально уменьшить вторичный ток до включения основного выключателя. Но в нашем конкретном случае для исследовательских целей мы снова сделали эту задержку, чтобы продлиться еще один дополнительный этап.

2.6 Этап 6 $(t_5 - t_6)$

Эквивалентная схема этой схемы приведена на рисунке 3 (е). С момента времени t_5до момента t_6 как вспомогательная, так и первичная обмотки являются непроводящими. Все полупроводники на первичной стороне выключены. Обратный трансформатор продолжает подавать оставшуюся энергию на выходную вторичную сторону через диод D_c с нисходящим вторичным током (уравнение (7)):

$$\begin{cases} U_p = L_{ps} * \dfrac{di_s}{dt}, \\ V_{out} = -L_s * \dfrac{di_s}{dt} -, \\ U_{aux} = -L_{as} * \dfrac{di_s}{dt}, \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} U_p = -\dfrac{L_{ps}}{L_s} * V_{out}, \\ \dfrac{di_s}{dt} = \dfrac{V_{out}}{L_s}, \\ U_{aux} = \dfrac{L_{as}}{L_s} * V_{out} < V_{out} * \dfrac{W_a}{W_s}. \end{cases} \quad (7)$$

3. Заключение

Чем выше коэффициент сцепления между вспомогательной и вторичной обмотками трансформатора, тем большая часть энергии утечки трансформатора рекуперируется непосредственно на вторичный выход. Это многообещающая особенность для повышения эффективности демпфера. Величина магнитной утечки между вспомогательной и основной обмотками трансформатора влияет на среднеквадратичные токи вторичной стороны. Моделирование показывает, что параметр утечки может быть скорректирован для уменьшения среднеквадратичного значения вторичной стороны. Условия для обеспечения вторичной стороны уменьшенного среднеквадратичного значения можно найти из уравнения (5), который действителен для стадии 4 (уравнение 8):

$$\frac{di_s}{dt} = 0 \Rightarrow \frac{L_{sa}}{L_{aux}}(V_c - V_{in}) - V_{out} = 0 \qquad (8)$$

Синхронизация и приведение в действие вспомогательного выключателя предложенного демпфера может осуществляться с помощью отвода от обмотки вспомогательного трансформатора или с помощью дополнительной четвертой обмотки трансформатора. Это движущее решение может помочь сохранить внедрение демпфер экономически эффективным. Небольшая задержка между выключением главного выключателя и включением вспомогательного выключателя облегчает ZVS для вспомогательного выключателя. В частности, с учетом изложенного в документе было предложено сделать еще одну задержку между действием выключения вспомогательного выключателя и действием включения основного выключателя. Эта задержка уменьшает вторичный ток перед выключением вторичного выпрямителя. Эта задержка может быть сделана, например, путем адаптивной настройки на основе предыдущего измерения периода времени. Включение такого рода задержки является необязательным и, безусловно, усложнит работу демпфера. Моделирование показывает, что если обратный преобразователь работает близко к режиму прерывания проводимости, то задержка облегчает ZCS и ZVS как для вторичного выпрямителя, так и для первичного главного переключателя. Это происходит потому, что после выключения вспомогательного трансформатора ток индуктивности намагничивания, полученный на этапе 4, начинает течь во вторичную сторону, уменьшая вторичный ток.

Выводы

В данной работе анализируется новый интегрированный полуактивный регенеративный (без потерь) демпфер. В предлагаемом новом регенеративном демпфере вспомогательный индуктор интегрирован с обратным трансформатором, таким образом, что схема источника питания имеет меньшее количество магнитных компонентов и экономит пространство печатной платы. Свойства предлагаемого решения критически зависят от множества параметров, поэтому результирующий эффект демпфера и его побочные эффекты чувствительны к конкретной реализации.

Перспективной особенностью повышения эффективности демпфера является то, что большая часть энергии утечки трансформатора рекуперируется непосредственно на вторичный выход. Величина магнитной утечки между вспомогательной и основной обмотками трансформатора влияет на среднеквадратичные токи вторичной стороны, и игра с этим параметром может привести к снижению среднеквадратичных токов вторичной стороны и дальнейшему повышению КПД.

Задержка между выключением главного выключателя и включением вспомогательного выключателя облегчает ZVS для вспомогательного выключателя. Он также может помочь обеспечить нулевой режим переключения напряжения для основных силовых полупроводников.

Благодарность

Работа выполнена при финансовой поддержке Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан в рамках проекта AP № 05132936 «Разработка и исследование искусственного зрения робототехнических систем».

ЛИТЕРАТУРА

[1] Tadvin S. M., Shah S. R. B., Hossain M. R. T. A Brief Review of Snubber Circuits for Flyback Converter. 3rd International Conference for Convergence in Technology (I2CT), Pune, 2018.

[2] Liu S., Zhang F., Zhang Q. Optimal design of RCD parameters in flyback converter. International Symposium on Computer, Consumer and Control (IS3C), Xi'an, 2016, p. 583-586.

[3] Wu T. F., Liang S. A., Lee C. H. A family of isolated single-stage ZVS-PWM active-clamping converters. 30th Annual IEEE Power Electronics Specialists Conference, Vol. 2, 2016, p. 665-670.

[4] Li Q., Lee F. C. Design consideration of the active-clamp forward converter with current mode control during large-signal transient. IEEE Transactions on Power Electronics, Vol. 18, Issue 4, 2003, p. 958-965.

[5] Watson R., Lee F. C., Hua G. C. Utilization of an active-clamp circuit to achieve soft switching in flyback converters. IEEE Transactions on Power Electron., Vol. 11, Issue 1, 1996, p. 162-169.

[6] Mo Q., Chen M., Zhang Z., Zhang Y., Qian Z. Digitally controlled active clamp interleaved flyback converters for improving efficiency in photovoltaic grid-connected micro-inverter. 27th Annual IEEE Applied Power Electronics Conference and Exposition (APEC), Orlando, 2012, p. 555-562.

[7] Halder T. An improved hybrid energy recovery soft switching snubber for the flyback converter. IEEE International Conference on Power Electronics, Drives and Energy Systems (PEDES), Bengaluru, 2012.

[8] Jailyn P., Dheeraj A., Rajini V. Analysis of active clamp flyback converter. Modern Applied Science, Vol. 9, Issue 1, 2015, p. 12-24.

[9] Yang S., Qian Z., Ouyang Q., Peng F. An improved active-clamp ZVS forward converter circuit. 23rd Annual IEEE Applied Power Electronics Conference and Exposition, Austin, 2008, p. 318-322.

[10] Larousse S., Razik H., Cellier R., Abouchi N., Volay P. Active Dead-time optimization for wide range flyback active-clamp converter. International Exhibition and Conference for Power Electronics, Intelligent Motion, Renewable Energy and Energy Management PCIM Europe, 2016.

[11] Ninomiya T., Tanaka T., Harada K. Analysis and optimisation of a nondissipative LC turn-off snubber IEEE Transactions on Power Electronics, Vol. 3, Issue 2, 1988, p. 147-156.

[12] Petkov R., Hobson L. Analysis and optimisation of a flyback convertor with a nondissipative snubber. IEE Proceedings on Electric Power Applications, Vol. 142, Issue 1, 1995, p. 35-42.

[13] Hirokawa M., Ninomiya T. Nondissipative snubber for rectifying diodes applied to a front-end power supply. Proceedings IEEE PCC-Osaka, Vol. 3, 2002, p. 1176-1181.

[14] Liao C., Smedley K. Design of high efficiency Flyback converter with energy regenerative snubber. Twenty-Third Annual IEEE Applied Power Electronics Conference and Exposition, Austin, 2008, p. 796-800.

[15] Jinrong Qian, Da Feng Weng Leakage energy recovering system and method for flyback converter. US 6473318, 2002.

[16] Qian Jinrong, Weng Da F. Voltage Clamping System and Method for a Dc/Dc Converter. WO02/41479A2, 2002.

[17] Tsu Hua Ai A novel integrated nondissipative snubber for flyback converter. IEEE ICSS2005 International Conference on Systems and Signals, 2005, p. 66-71.

[18] Vartak C., Abramovitz A., Ma Smedley K. Analysis and design of energy regenerative snubber for transformer isolated converters. IEEE Transactions on Power Electronics, Vol. 29, Issue 11, 2014, p. 6030-6040.

[19] Mohammadi M., Ordonez M. Flyback lossless passive snubber. IEEE Energy Conversion Congress and Exposition, 2015, p. 5896-5901.

[20] Fornage Martine Method and Apparatus for a Leakage Energy Recovery Circuit.US2009/0225574A1, 2009.

[21] Gregory Allen Kern, Tilak Gopalarathnam Power Converter and Methods for Active Leakage

[22] Джунусбеков Э.Ж., Тултаев Б., Балбаев Г.К. Метод восстановления энергии утечки трансформатора KZ2018 / 0377.1, 2017.

Балбаев Ғ.Қ., Алтынбекова Л.Б., Жетенбаев Н.Т.

Робототехникалық жүйелердегі кері топологиясы бар түрлендіргіштер үшін жаңа регенеративті схема

Түйіндеме. Бұл мақалада жаңа интеграцияланған жартылай белсенді қалпына келтіретін (жоғалтпайтын) демпфер ұсынылады. Ұсынылған демпферлік топология негізгі трансформаторға салынған демпферлік индуктормен сипатталады, бұл компоненттер санын азайтады және ПХД кеңістігін үнемдейді. Демпферлік индуктивтіліктің екінші реттік орамамен ішінара қосылуы трансформатордың ағып кету энергиясының бір бөлігін демпфердің тиімділігін арттыру потенциалымен тікелей екінші реттік орамаға қайтаруға мүмкіндік береді. Ұсынылған демпфердің жұмысы талданып, модельдеу нәтижелері ұсынылды.

Түйінді сөздер: рекуперативті демпферлік тізбек, кері соққы, негізгі трансформатормен біріктірілген көмекші индуктивтілік, трансформатордың ағып кету энергиясын қалпына келтіру, жартылай белсенді демпфер.

УДК 004.896

G.K. Balbayev, B. T. Shingissov, N.T. Zhetenbaev

ADAPTIVE FILTER FOR ROBOTIC SYSTEMS

Abstract: This work uses a simple model of the vestibular-ocular reflex using MATLAB/Simulink to model the oculomotor plant. The main task of the vestibular-ocular reflex model is to convert vestibular signal motor commands into oculomotor settings, in other words, the speed of the head into the speed of the eye. Also, in this work, models of the main vestibulocular reflex system and how adaptive target control is performed are considered in detail.

Key words: Vestibulocular reflex, cerebral, adaptive filter, robotics.

Ғ.Қ. Балбаев[1], Б.Т. Шингисов[2], Н.Т. Жетенбаев[3]
([1]Ғылым Ордасы, Алматы, Казахстан
[2]Алматинский университет энергетики и связи имени Гумарбека Даукеева, Алматы, Казахстан
[3]Satbayev University, Алматы, Қазақстан
*E-mail: gani_b@mail.ru , beibit_tumen@mail.ru, nursultan.zhetenbaev@mail.ru)

РОБОТОТЕХНИКАЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕР ҮШІН АДАПТИВТІ СҮЗГІ

Түйіндеме. Бұл жұмыста Matlab/Simulink арқылы вестибуло-көз рефлексінің қарапайым моделі окуломоторлы өсімдікті модельдеу үшін қолданылған. Вестибулоокулярлық рефлекс моделінің негізгі міндеті – вестибулярлық сигналды мотор командаларына окуломоторлық қондырғыларға, басқаша айтқанда, бастың жылдамдығын көздің жылдамдығына түрлендіру. Сондай-ақ бұл жұмыста Вестибулоокулярлық рефлекс негізгі жүйесінің моделі және мишықтың адаптивті басқаруды қалай жүзеге асыратындығы туралы егжей-тегжейлі қарастырылған.

Түйінді сөздер: Вестибулоокулярлық рефлекс, церебральды, адаптивті сүзгі, робототехника.

1. Кіріспе

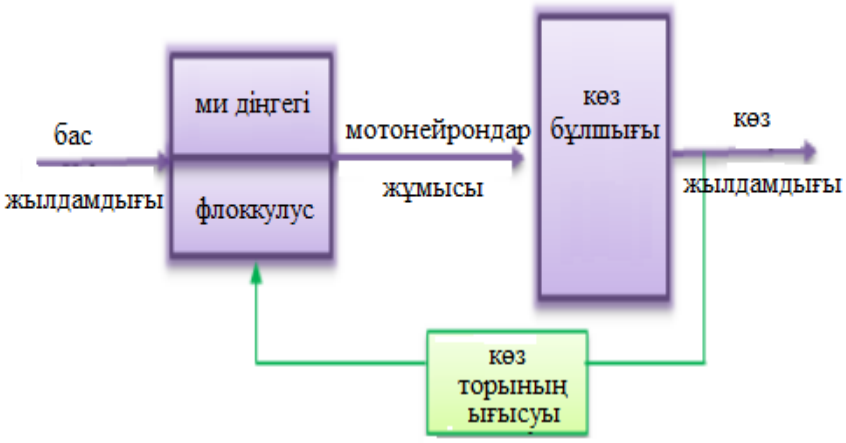
Бұл жұмыста вестибулоокулярлық рефлекс (ВРМ) негізгі жүйесінің моделі және мишықтың көмегімен адаптивті басқаруды қалай жүзеге асыруға болатындығы егжей-тегжейлі қарастырылған. Биоинспирацияланған және биомиметикалық қондырғылар робототехникада машиналардың танымдық, мотор және автономды функцияларын жақсарту мақсатында кеңінен зерттелуде. Қозғалтқышты басқару адаптивті биоинспирацияны басқару алгоритмдерін қолдану арқылы тұрақтандырылады. Көздің тұрақтылығын сақтау үшін ВРМ көз торының сырғып кетуіне жол бермей, қарама-қарсы бағытта бұрылады. Роботтың көзін басқару кезінде биоинспирация адаптивті басқару алгоритмін іске асыру және бағалау тәжірибелері айтарлықтай нәтиже көрсетті. Мысалы, пневматикалық жасанды бұлшықеттермен ВРМ-ге ұқсас мишық функциясының моделі [1].

Бұл тамаша нәтижелерді неврототехникада кеңінен тарату қажет. Және де қазіргі зерттеу нәтижелерін дәлелдеу және әрі қарай кеңейту үшін нейроботтарды адаптивті басқаруды зерттеуді тоқтатпаған жөн [2-4]. ВРМ-ге негізделген моторлы оқыту процесінің мақсаты В ми діңімен бірге Р моторлы өсімдіктің кері моделін алуға мүмкіндік беру болып табылады. Жаттығу сигналы *e(t)* сенсорлық қатені береді, ол биологиялық жүйеде ретинальды сырғанау сигналы болып табылады.

2. Материалдар және әдістемелер

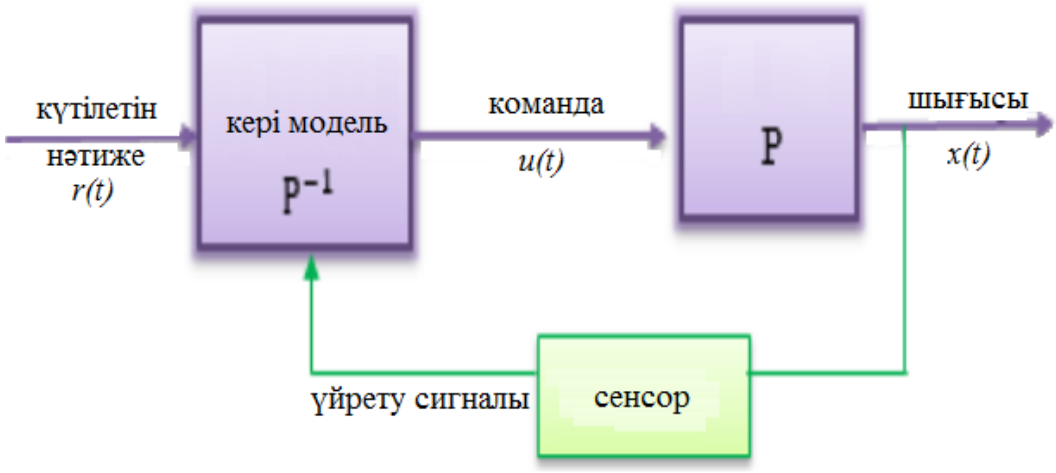
2.1 Негізгі сызықты жүйе моделі

Төменде, 1 суретте көлденең ВРМ – мишық жұмысын сипаттайтын сұлба көрсетілген. Кескіннің көз торымен өте жылдам орын ауыстыруының нәтижесі көздің көру қабілетінің нашарлауымен байланысты. Көз торының ығысуы, мысалы, бастың күрт жылдам қозғалуының салдары болуы мүмкін. Осыған байланысты көз торының ығысуын болдырмау және көздің тұрақтылығын сақтау мақсатында ВРМ көзді қарама-қарсы бағытта бұру үшін қолданылады [5].



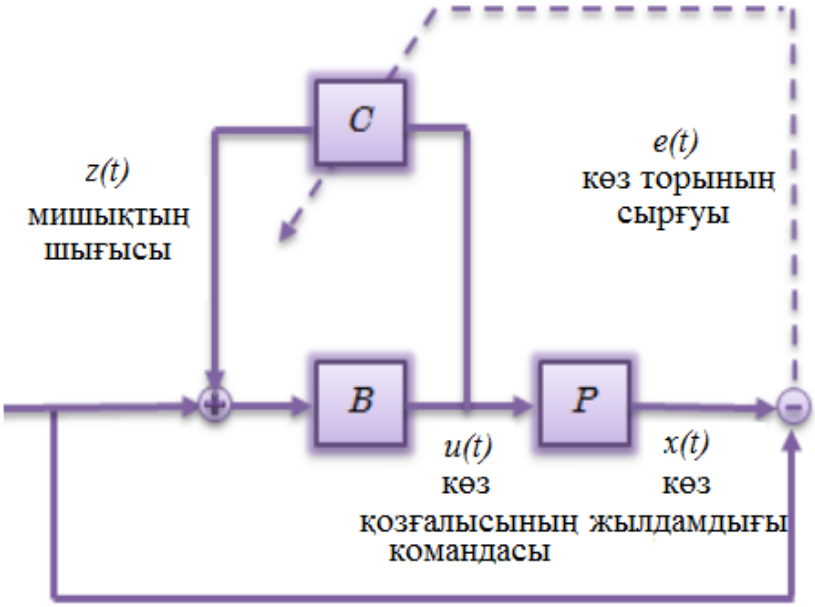
1-сурет. Мишық жұмысын сипаттайтын сұлба

1 суреттен көріп отырғанымыздай мишық флоккулусы бас қозғалысының жылдамдығы, көз қозғалысының жылдамдығы және көз торының ығысуы туралы ақпарат алады. Кері модель жұмысының дұрыстығын қамтамасыз ету үшін адаптивті басқару қолданылады. Мұндай жүйе шығысындағы мәліметтер алдағы уақытта командаларға үйрету процесінде пайдаланылуы керек. 1 және 2 суреттерге сәйкес, қандай да бір команда сигналы контроллердің адаптивті бөлігі саналатын флоккулусқа келіп түсетін көз торының ығысуы нәтижесінде пайда болады.



2-сурет. Басқару және командаларға үйрету процесінің сұлбасы

ВРМ негізгі жүйе моделінің сипаттамалары 3 суретте берілген. *u(t)* шығыс сигналы – бұл қозғалтқыштан келген команда; кірісі – бұл *r(t)* вестибулярлық жүйе мен *z(t)* мишық шығысын байланыстыратын функция.



3-сурет. ВРМ негізгі жүйе моделінің сипаттамалары

P – бірінші ретті окуломотор аппаратының динамикалық моделі, *P(s)* –1 теңдеуіндегі Лаплас түрлендіруімен анықталатын *x(t)* көздің жылдамдығы мен *u(t)* қозғалтқыш командасы арасындағы беріліс функциясы [6-7].

$$P(s) = \frac{k_s}{s + \frac{1}{T_p}}, \quad (1)$$

мұндағы $T_p = 0{,}2s$ – уақыт тұрақтысы, k_s = 1 – күшейту коэффициенті.

В – бірінші ретті сәулеленетін интегратор және таза тұрақты токтың күшейткіші ретінде модельденетін ми діңгегі. Ал *B(s)* – ол 2 теңдеуіндегі Лаплас түрлендіруімен анықталатын ми діңгегі моделінің беріліс функциясы [6].

$$B(s) = G_d + \frac{G_i}{s + \frac{1}{T_i}}, \tag{2}$$

мұндағы $G_d = 1$ – тура бағыттағы күшейту коэффициенті, $G_i = 1/T_p = 5$ – кері бағыттағы күшейту коэффициенті, $T_i = 0{,}2s$ – уақыт тұрақтысы.

Әрі қарай модельдеу T_p, G_i, G_d, T_i параметрлерінің әртүрлі мәндерімен жүргізілді. Айта кету керек, бұл жерде дәл мәндердің болуы маңызды емес, алайда уақыт тұрақтылары 100 мс аралығында болғаны дұрыс.

Ми жүйесі мишықты бақылауды қамтамасыз етеді, оны сүзгі таразыларымен реттеу арқылы жақсартады. Идеалды жағдайда кері моделді ми діңгегі негізінде-ақ алуға болады, ол кезде $T_i = \infty$, $G_d = 1$, $G_i = 1/T_p$ болуы керек.

Мишық 3 теңдеуінде көрсетілген *z(t)* шығыс сигналы бар адаптивті FIR (соңғы импульстік жауап) *C* сүзгісі ретінде жүзеге асырылады.

$$z(t) = \sum_{i=0}^{L} w_i p(t - i\Delta T), \tag{3}$$

мұндағы *u(t)* – адаптивті *C* сүзгі кірісі, ол бірнеше *L* компоненттерге бөлінген: $p_1(t)$, ..., $p_x(t)$, олардың арасындағы кідірістер ΔT = 0,02 с (барлығы 2 с), $w_i - p_i$ компонентінің салмағы.

2.2 Үйрету командаларының алгоритмі

Адаптивті сүзгінің салмағы кіріс ақпараттарындағы визуалды ауытқуларды азайту үшін өзгертілуі керек. Кері окуломотор аппараты командаларға үйрету алгоритмі сәтті қолданылған жағдайда және салмақты өзгерту ми діңгегімен бірге жүзеге асырылған кезде ғана жүзеге асырылады. *e(t)* сенсорлық қатесі *C* адаптивті сүзгісінің жұмысының тікелей нәтижесі болып табылады.

$$e(t) = (P - B^{-1} + C) \cdot x(t). \tag{4}$$

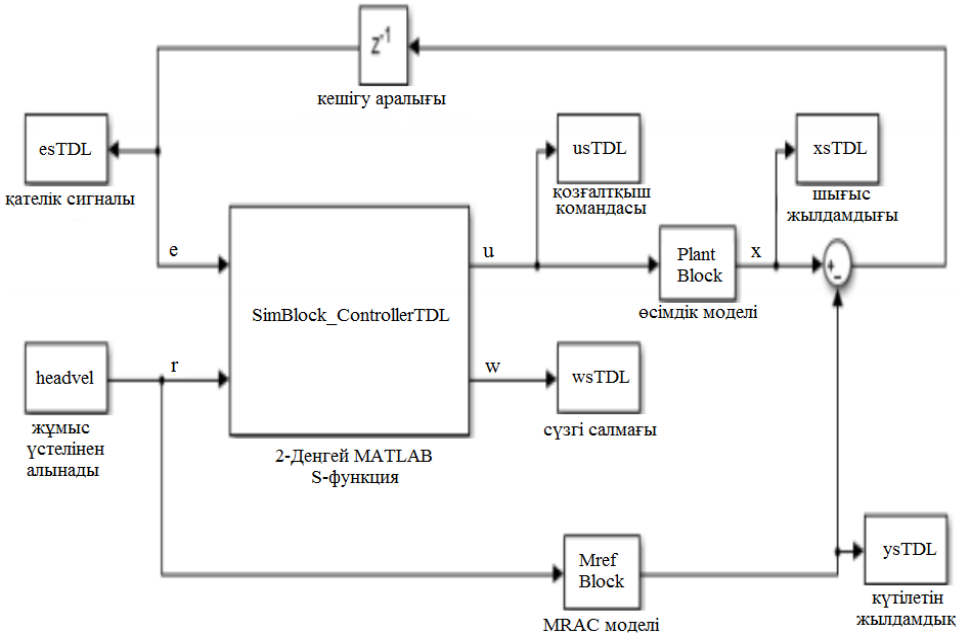
4 теңдеуінен көрініп тұрғандай, $C = B^{-1} - P$ болғанда қате нөлге дейін төмендейді.

Шын мәнінде, командаларға үретудің мұндай топологиясы сенсорлық қатені мотор командасының қатесіне айналдыруды қажет етпейді. Осы себепті, байқалатын визуалды ығысу *C* сүзгіні бейімдеу үшін қолайлы үйрету сигналын тудырады деп күтілуде. Салмақ 5 теңдеуде көрсетілген заңдылықпен өзгертіледі.

$$\delta w_j = -\beta \langle p_j(t) \cdot \hat{u}(t) \rangle, \tag{5}$$

мұндағы $\delta w_j -$ салмақ өзгерісі; $\beta -$ командаларға үйрету жылдамдығын сипаттайтын коэффициент; $\hat{u}(t) - t$ уақыт мезетіндегі көз торының ығысуын сипаттайтын шама; $p_j(t) - t$ уақыт мезетіндегі сүзгі шығысындағы *j*-сигналдың мәні; $< >$ белгісі – командаларға үйретуге кеткен уақытқа салынған шаманың күтілетін мәнін көрсету үшін пайдаланылады.

Командаларға үйрету ережесінің ерекшелігі – бұл адаптивті басқару теориясының ең кіші квадраттар ережесімен пара пар. Модельдің жүйелік архитектурасы Matlab және Simulink бағдарламалары арқылы жасалған. Simulink бағдарламалық жасақтамасында қолданылған блок-схема 4 суретте көрсетілген. Алгоритмнің дұрыстығын тексеру үшін қарапайым бірінші ретті кері модельдің моделі жасалды.



4-сурет. Simulink бағдарламалық жасақтамасының блок-схемасы

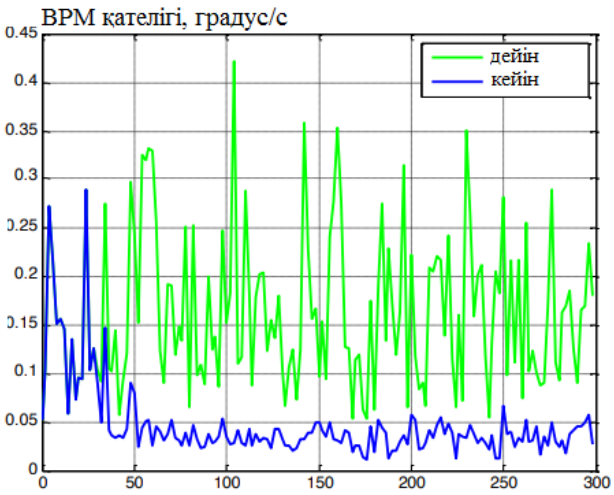
3. Алынған нәтижелер және нәтижелерді талқылау

Модельдің жүйелік архитектурасы Matlab және Simulink бағдарламалары көмегімен жасалды. Алгоритмнің дұрыстығын тексеру мақсатында қарапайым бірінші ретті кері модельдің моделі тұрғызылды [8].

Кіріс шуылды төмендету, яғни бастың жылдамдығын шектеу кезінде жүйе өнімділігі көз торының төменгі жиілікпен ығысуын тудырды. Осының салдарынан көз торы эксцентрлік кескінді сақтай алмайды деп тұжырымдауға болады. Кері модель мен ми діңгегінің динамикасы көздің бастапқы күйіне қаншалықты лезде оралатынына тікелей байланысты.

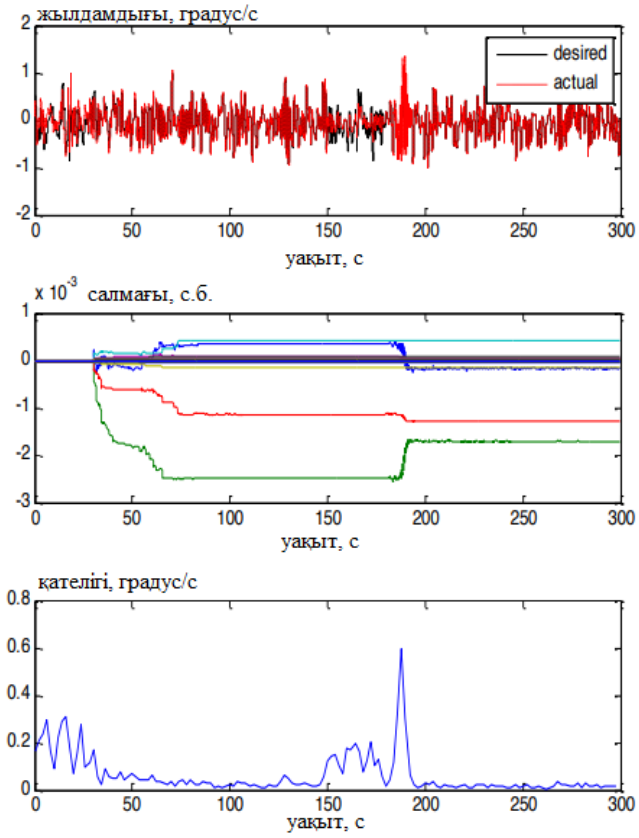
Командаларға үйрету элементі қосылған кездегі модельдің өнімділігі *P* және *B* бірдей сипаттамаларымен жүзеге асырылады, командаларға үйрету 30 секундтан кейін басталады. Үйрету жылдамдығының мәні модельдің өнімділігіне қалай әсер ететінін тексеру үшін әр уақытта бірдей сигналдар жиынтығы *r* кірісі ретінде қолданылады.

Жаттығуға дейінгі және жаттығудан кейінгі тәжірибелердегі көз торының ығысуы арасындағы айырмашылық адаптивті компоненттің қатені қалай азайтатындығы туралы жақсы түсінік береді (сурет. 5).



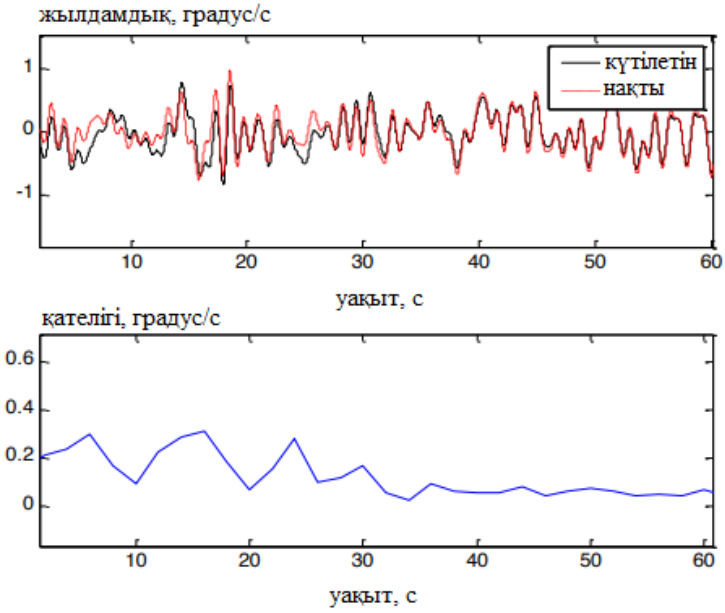
5-сурет. Жаттығуға дейін және кейінгі көз торының орын ауыстыру (жаттығу 30 с-тан басталды)

Келесі экспериментте кері модельдің оның параметрлерінің өзгерісіне бейімдеу, 150 с кейін күшейту коэффициентін өзгерту арқылы жүзеге асырылады. Осы кездегі жүйенің өнімділігін көрсететін нәтижелер төмендегі 6 суретте берілген.

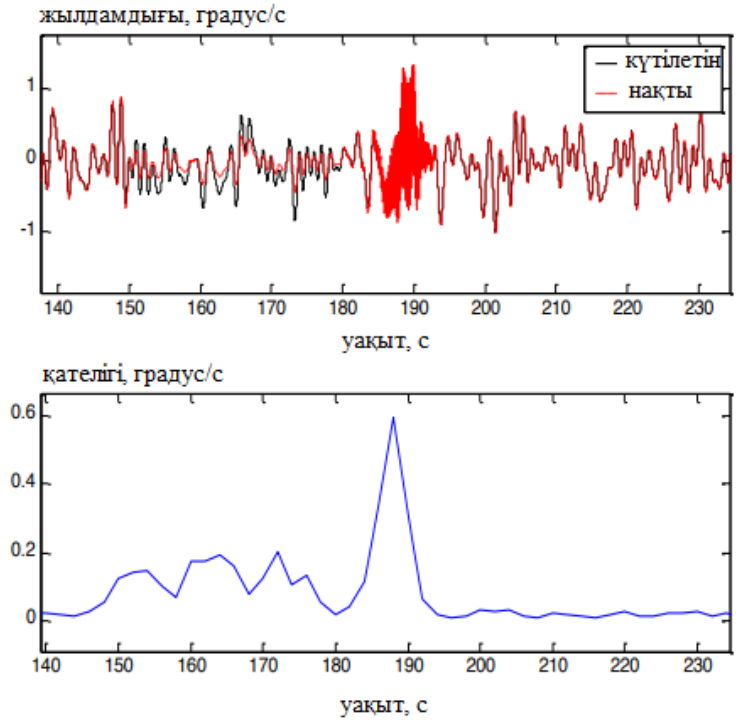


6-сурет. Жүйе өнімділігі

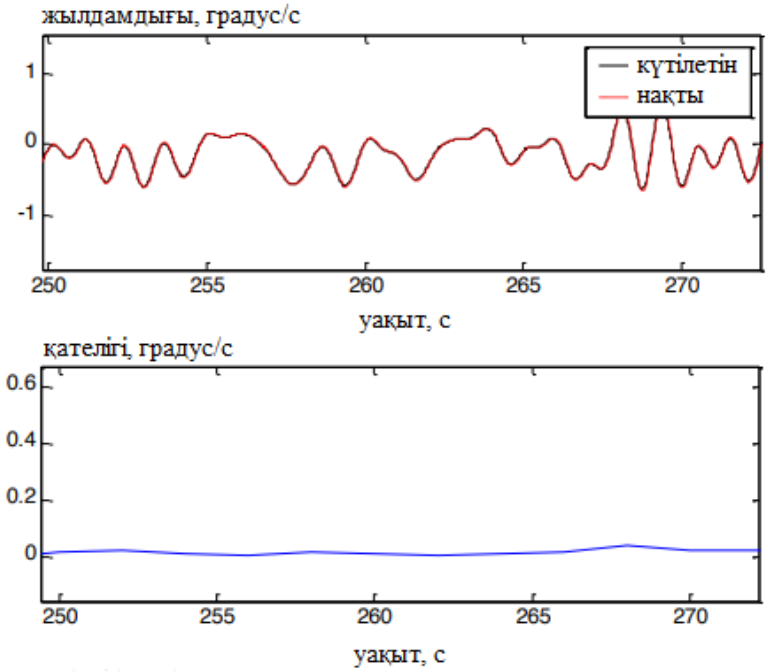
Кері модель параметрлері өзгерген сәттен бастап, сәйкесінше командаларға үйрету аяқталғанға дейінгі 6 суретте ккрсетілген нәтижелердің үлкейтілген түрі 7, 8, 9 суреттерде берілген.



6-сурет. Командаларға үйрету басталған мезеттен бастап кері модель сипаттамаларының өзгерісі



7-сурет. Командаларға үйрету басталған сәттен 150 с өткеннен кейінгі кері модель сипаттамаларының өзгерісі нысана өзгерісі



8-сурет. Командаларға үйрету аяқталғаннан кейінгі кері модель сипаттамаларының өзгерісі

Кері модель өзгерісін білу үшін үйрету жылдамдығы артады. Команда коды 150 с ішінде үйретіледі, содан кейін кіріс модель кірісі өзгереді. Бұл процесс 30 секунттан артық созылмайды және кері модельдің өзгеруінің әсерін кейін қайтадан көруге болады. Командаларға үйретудің жоғары жылдамдығы қайта үйретугі байланысты ауытқуларға әкеледі.

4. Қорытынды

Бұл жұмыста алдын-ала және жаттығудан кейінгі зерттеулер жүргізілді. Командаларға үйретуден кейінгі RMS қатесін талдау қорытындысы қанағаттанарлық нәтиже көрсетті. Әр түрлі үйрету жылдамдығы бар жүйенің өнімділігі қарастырылды. Жоғары жылдамдықпен жүргізілген

командаларға үйрету процесі RMS қателігін азайтады деген қорытынды жасалды. Алайда, үйрету жылдамдығының жоғары болуы (β>>1) тұрақсыздыққа, демек, бақылаудың толық жоғалуына әкеледі.

Алғыс

Жұмыс Қазақстан Республикасы Білім және Ғылым министрлігі, Ғылым комитетінің қаржылық қолдауымен АР № 05132936 «Робототехникалық жүйелердің жасанды көрінісін жасау және зерттеу» жобасы аясында орындалды.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

[1] LenzA., AndersonS. R., PipeA. G., MelhuishC., Dean P.andPorrillJ., "Cerebellar-Inspired Adaptive Control of a Robot Eye Actuated by Pneumatic Artificial Muscles," in IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B (Cybernetics), vol. 39, no. 6, 2009, pp. 1420-1433.

[2] AndersonS. R., PearsonM. J., PipeA., PrescottT., Dean P.andPorrillJ., "Adaptive Cancelation of Self-Generated Sensory Signals in a Whisking Robot," in IEEE Transactions on Robotics, vol. 26, no. 6, 2010, pp. 1065-1076.

[3] Dean, P., Porrill, J. & Stone, J. V.,“Decorrelation control by the cerebellum achieves oculomotor plant compensation in simulated vestibulo-ocular reflex”. Proceedings. Biological sciences / The Royal Society, 269(1503), pp.1895–904. Available at: http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=1691115&tool=pmcentrez&rendertype=abstract [Accessed May 23, 2014].

[4] Shibata, T. andSchaal, S., “Biomimetic gaze stabilization based on feedback-error-learning with nonparametric regression networks”. Neural networks: the official journal of the International Neural Network Society, 14(2), pp.201–16. Available at: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11316234.

[5] Dean, P. Porrill J, Ekerot CF, Jörntell H., “The cerebellar microcircuit as an adaptive filter: experimental and computational evidence”. Nature reviews. Neuroscience, 11(1), 2010, pp.30–43. Available at: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19997115 [Accessed May 23, 2014].

[6] Mussina, A.,Ceccarelli M., Balbayev G.,Neurorobotic investigation into the control of artificial eye movements. Mechanisms and Machine Science. vol. 57, 2018, pp. 211–221.

[7] Nussibaliyeva A., Carbone G., Mussina A., Balbayev G., Study of Artificial Vision on the Adaptive Filter Basis for Implementation in Robotic Systems”. Mechanisms and Machine Science,volume 73, 2019, pp.2319-2328.

[8] Anderson, S.R. and Wilson, E.,Simulink Adaptive Filter Code_TDLs, 2011, [Simulink block and Matlab scripts].

Балбаев Ғ.Қ., Шингисов Б.Т., Жетенбаев Н.Т.

Адаптивный фильтр для робототехнических систем

Резюме. В работе используется простая модель вестибуло-глазного рефлекса с помощью Matlab/Simulink для моделирования окуломоторного растения. Основная задача модели вестибулоокулярный рефлекс преобразование вестибулярных сигнальных моторных команд в окуломоторные установки, иначе говоря, скорости головы в скорость глаза. Также в этой работе подробно рассмотрены модели основной системы вестибулоокулярный рефлекс и как осуществляется адаптивное управление мишенью.

Ключевые слова: Вестибулоокулярный рефлекс, церебральный, адаптивный фильтр, робототехника.

УДК 004.934

K. Bostanbekov, A. Alimova, M. Kanatov, D. Nurseitov
(Satbayev university, Almaty, Kazakhstan
E-mail: k.bostanbekov@norlist.kz)

RECOGNITION OF HANDWRITTEN NAMES OF CITIES USING DEEP NEURAL NETWORKS

Abstract The offline handwriting recognition would conduce to automate the business processes of many companies, simplifying the work of human beings. Quite a lot of works have been published on offline handwriting recognition in the Latin alphabet, but there are not works on the methods used for recognition texts in Cyrillic.There are two main approaches to handwriting recognition, namely hidden Markov models (HMM) and artificial neural networks (ANN). The methods proposed in this article are based on ANN. The first model is based on deep convolutional neural networks for feature extraction and a fully connected multilayer perceptron for word classification. The next model under consideration, called SimpleHTR, has layers of a convolutional neural network (CNN) and layers of a recurrent neural network (RNN) for disseminating information through an image. Finally, the Connectionist Temporal Classification (CTC) decoding algorithm is executed, which adduces the text to the final version. Models were learned on the dataset of handwritten city names from Cyrillic words. 21,000 images were collected (42 classes of 500 handwriting samples). To increase the data set for training, 207,438 images from available samples were generated. As a result, two approaches for handwriting recognition were analyzed and the SimpleHTR model showed the best results over all.

Keywords—convolutional neural networks, recurrent neural networks, CNN, RNN, CTC.

К.А. Бостанбеков, А.Н. Алимова, М. Канатов, Д.Б. Нурсеитов
(Satbayev university Алматы, Казахстан
E-mail: k.bostanbekov@norlist.kz)

РАСПОЗНАВАНИЕ РУКОПИСНЫХ НАЗВАНИЙ ГОРОДОВ С ПОМОЩЬЮ ГЛУБОКИХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Аннотация Оффлайн распознавание рукописного текста является важной и практической задачей, позволяющей упростить множество бизнес-процессов во всех компаниях. Достаточно много работ было опубликовано по офлайн распознаванию рукописного текста на латинском алфавите, при этом отсутствуют работы по методам, применяемым для текстов на кириллице. Существует два основных подхода к офлайн распознаванию рукописного текста, а именно скрытые марковские модели и искусственные нейронные сети (ИНС). Предлагаемые в данной статье методы основаны на ИНС. Первая модель основана на глубоких сверточных нейронных сетях для извлечения признаков и полно связного многослойного персептрона для классификации слов. Следующая рассматриваемая модель, называемая SimpleHTR, имеет слои сверточной нейронной сети (CNN) и слои рекуррентной нейронной сети (RNN) для распространения информации через изображение. В конце выполняется алгоритм декодирования Connectionist Temporal Classification (CTC), который приводит текст к окончательному варианту. Модели обучались на датасете рукописных названий городов из кириллических слов. Были собраны 21000 изображений (42 класса по 500 образцов почерка). Для увеличения набора данных для обучения была проведена аугментация, были сгенерированы 207438 изображений из имеющихся образцов. Были проанализированы два подхода, при этом модель SimpleHTR показала лучше результат.

Ключевые слова. сверточные нейронные сети, рекуррентные нейронные сети, CNN, RNN, CTC

Введение. На сегодняшний день офлайн распознавание рукописного текста является весьма актуальной задачей [1-3]. Распознавание рукописного текста (HTR) – это автоматический способ расшифровки записей с помощью компьютера. Решение данной проблемы позволило бы автоматизировать бизнес процессы множества компаний. Одним из наглядных примеров могут служить почтовые компании, где остро стоит вопрос сортировки большого объема писем и посылок .

Если описывать весь процесс работы конечной системы по распознаванию рукописных адресов письменной корреспонденции с использованием машинного обучения от начала до конца, то он будет состоять из следующих шагов:

- Письма помещаются на движущийся конвейер лицевой стороной вверх.
- На определенном участке конвейера делается снимок с определенной периодичностью.
- Система обрабатывает снимок и выдает адреса отправителя и получателя.
- В зависимости от адреса получателя письмо сортируется.

Основные разработки в сфере распознавания рукописного текста для почтовой корреспонденции направлены в основном на решение проблем определения интересующей области, сегментации текста, избавления от мешающих работе с текстом фоновых шумов, таких как утраченные или неясные фрагменты, пятна на бумаге, обнаружение перекоса, а также на обучение искусственного интеллекта, для распознавания написанного текста на интересующем нас языке. Однако на сегодняшний день нерешенных прикладных и теоретических проблем значительно больше, чем полученных решений [4].

Весь путь от отсканированного документа до получения оцифрованного текста состоит из нескольких шагов обработки изображении. Данная процедура может быть разделена на следующие шаги:

1. *Предобработка входных картинок* (устранение шума, выравнивание по горизонтали). В данном шаге в качестве входных данных подается необработанная картинка. Здесь устраняются шумы, а также оценивается угол поворота объекта вокруг оси, перпендикулярной плоскости.
2. *Сегментация региона с текстом по словам.* На данном этапе работы определяются рукописные слова и вырезаются в прямоугольные области с текстом для дальнейшего распознавания.
3. *Распознавание слова.* После того, как сегментация картинки на отдельные регионы слов прошла успешно, можно начать непосредственное распознавание слов.

В данной статье рассматриваются две основные модели, основанные на искусственных нейронных сетях (ANN). Распознавание рукописных слов происходит с использованием Deep Convolutional Neural Networks [5] и модели SimpleHTR [6].

Модели обучались на датасете рукописных названий городов из кириллических слов. Были собраны 21000 изображений (42 класса по 500 образцов почерка). Для увеличения набора данных для обучения была проведена аугментация, были сгенерированы 207438 изображений из имеющихся образцов [7].

Классификация рукописных слов с использованием Deep Convolutional Neural Networks. В данном эксперименте использовался обычный способ классификации изображений с использованием глубокой сверточной нейронной сети различных моделей. Для правильного распределения данных, были использованы методы предварительной обработки изображения и методы увеличения данных. Для текущего эксперимента, были выбраны десять классов: Казахстан, Белоруссия, Киргизия, Таджикистан, Узбекистан, Астана, Алматы, Актау, Актобе и Атырау.

Эксперимент состоит из трех вариантов:

– простая модель Сверточной нейронной сети [8],
– MobileNet [9],
– MobileNet с небольшими настройками параметров.

Эксперимент 1

В данном эксперименте использовалась простая модель Сверточной нейронной сети, которая состоит из двух сверточных слоев и слоя softmax [10] для классификации. Такого рода модели часто используются для простых задач, как распознавание символа, классификация животных и так далее.

Входными данными для модели были изображения размером 512x64x1. 10% всего датасета были выделены для оценки модели и не участвовали в процессе обучения. Выходными данными являются 10 значений – вероятности распознавания относительное каждого класса. Процесс обучения состоял из 10 итерации и показал следующие результаты (Рисунок 1):

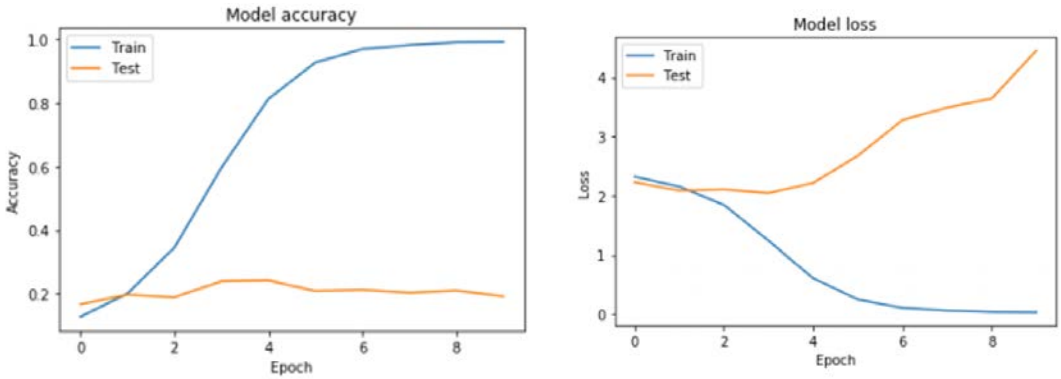


Рис. 1. Результаты первого эксперимента: слева точность модели, справа ошибка модели

Как видно из рисунка 1, модель после первой итерации уходит в состояние переобучения, где на данных обучения результаты быстро улучшаются и на тестовых данных наоборот ухудшаются. Это значит, что данная модель не справляется с текущим набором данных и не подходит для решения этой задачи. В связи с этим было решено произвести аналогичный эксперимент с более сложными и глубокими слоями нейронной сети.

Эксперимент 2 и 3

Во втором и третьем экспериментах была использована модель, которая называется MobileNet [9]. Данная модель показала хорошие результаты в задаче ImageNet, где решалась задача классификации 1000 объектов. В текущем эксперименте использовалась модель MobileNet уже с обученными сверточными слоями для задач ImageNet. Были заменены слои, которые отвечают за классификацию из 1000 классов в 10 и переобучены заново с использованием подготовленных ранее рукописных данных. *Эксперимент 2*, как и предыдущий состоял из 10 итераций, и для обучения использовался метод оптимизации Adadelta [11] с начальным шагом обучения learning rate (lr) = 1.0.

На рисунке 2 показаны результаты после 10 итерации обучения и как это видно, модель только после 3-ей итерации начала обучатся правильно. Такое поведение обучения обычно говорит о том, что для метода оптимизации Adadelta начальное значение шага обучения (lr=1.0) очень велик и нужно его

уменьшить. Поэтому *Эксперимент 3* проводился в точности как *Эксперимент 2*, только с одним отличием – lr=0.01. Результаты *Эксперимента 3* показаны на рисунке 3.

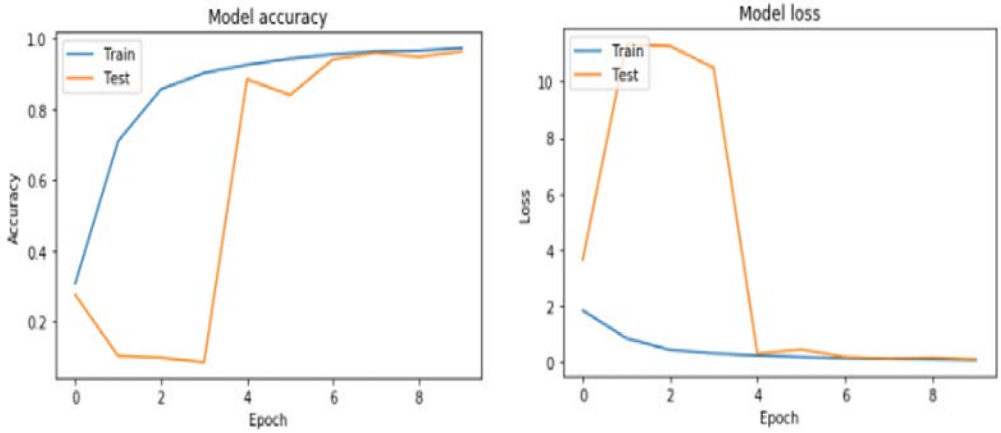


Рис. 2. Результаты второго эксперимента с использованием MobileNet (lr=1.0): слева точность модели, справа ошибка модели

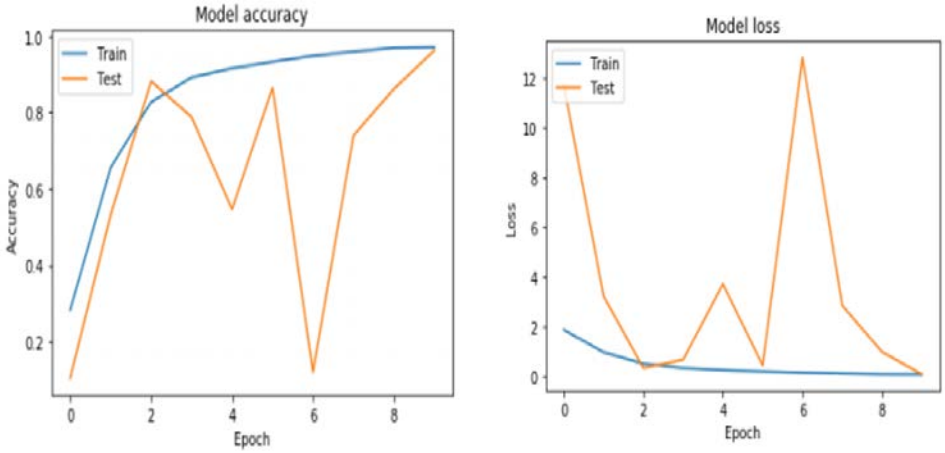


Рис. 3.Результаты третьего эксперимента с использованием MobileNet (lr=0.01): слева точность модели, справа ошибка модели

Из рисунка 3 можно увидеть, что начальные итерации стали более правильными. Однако, в шестой итерации модель показывает большой резонанс относительно всего графика. Причины такого поведения все еще изучается, одно из вероятных причин – это малое количество данных. Для проверки данной гипотезы мы запланировали еще больше увеличить данные методами Аффинной трансформации, растягивания изображения и других искажений, и повторить *Эксперимент 3*.

Классификация рукописных слов с использованием модели SimpleHTR. Следующим экспериментом в наших исследованиях была система распознавания рукописного текста SimpleHTR, разработанная Харальдом Шейдл [6]. Предлагаемая система использует Искусственную нейронную сеть (ANN), где несколько слоев Сверточной нейронной сети (CNN) обучаются извлекать соответствующие признаки из входного изображения [12-14]. Затем эти слои выводят 1D или 2D карту объектов (или последовательность), которая передается слоям Рекуррентной нейронной сети (RNN). RNN распространяет информацию через последовательность. После этого выходные данные RNN отображаются на матрицу, которая содержит оценку для каждого символа на элемент последовательности. Для получения окончательного текста к выходу RNN применяется алгоритм декодирования. Декодирование матрицы выполняется с помощью операции временной классификации соединения (Connectionist Temporal Classification – CTC) (Рисунок 4). Для улучшения точности распознавания декодирование может использовать также языковую модель [15].

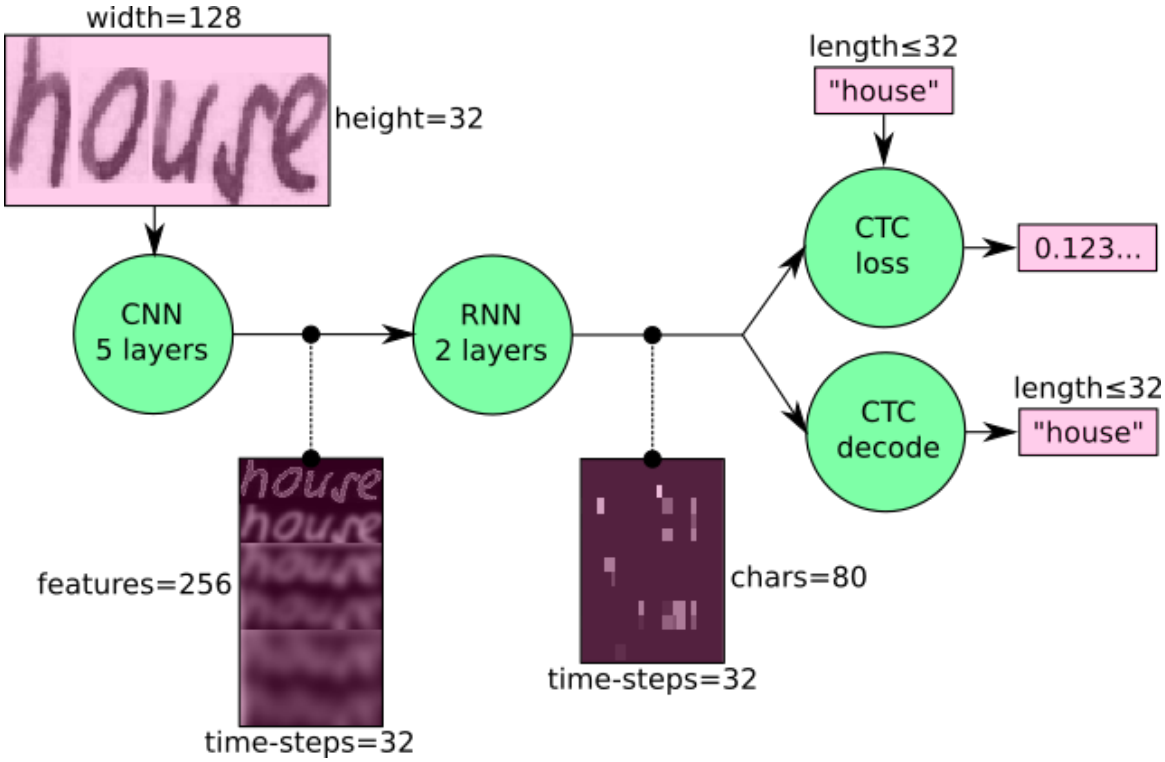


Рис. 4. Модель SimpleHTR, где зеленый – операции, а розовый – потоки данных

При обучении с использованием временной классификации соединения (CTC), выход RNN является матрицей, содержащей вероятности символа для каждого временного шага. Алгоритм декодирования CTC преобразует эти символьные вероятности в окончательный текст. Затем для увеличения точности используется алгоритм, которая делает поиск слов в словаре. Однако время прохождения поиска слов зависит от размера словаря и не может декодировать произвольные строки символов, такие как числа.

Операции. CNN: входное изображение подается в слои CNN. Эти слои обучены извлекать соответствующие признаки из входного изображения. Каждый слой состоит из трех операций. Сначала выполняется операция свертки, которая применяет к входу ядро фильтра размером 5×5 в первых двух слоях и 3×3 в последних трех слоях. Затем применяется нелинейная функция RELU. В конце, pooling слой суммирует области изображения и выводит уменьшенную версию ввода. Хотя высота изображения уменьшается на 2 в каждом слое, карты признаков (каналы) добавляются, так что выходная карта признаков (или последовательность) имеет размер 32×256.

RNN: последовательность признаков содержит 256 признаков за временной шаг, RNN распространяет соответствующую информацию через эту последовательность. Используется популярная реализация RNN с длинной кратковременной памятью (LSTM), поскольку она способна распространять информацию на большие расстояния и обеспечивает более надежные характеристики обучения, чем обычная RNN. Выходная последовательность RNN отображается в матрицу размером 32×80. Набор данных состоит из 79 различных символов, далее для операции CTC требуется еще один дополнительный символ (пустая метка CTC), поэтому для каждого из 32 временных шагов имеется 80 записей.

CTC: во время обучения нейронной сети CTC получает выходную матрицу RNN и желаемый текст, и он вычисляет значение потерь. Получая вывод, CTC получает только матрицу и декодирует ее в окончательный текст. Длина основного текста и распознанного текста может быть не более 32 символов.

Данные. Входные данные: это серое изображение размером 128×32. Обычно изображения из набора данных не имеют точно такого размера, поэтому исходный размер меняется (без искажений), пока он не будет иметь ширину 128 или высоту 32. Затем изображение копируется в белое целевое изображение размером 128×32. Этот процесс показан на рисунке 5. Затем, значения серого нормализуются, что упрощает задачу для нейронной сети.

Реализация SimpleHTR состоит из 4 модулей:

1. *SamplePreprocessor.py*: готовит изображения из набора данных IAM для NN.

2. *DataLoader.py*: считывает образцы, помещает их в пакеты и предоставляет интерфейс итератора для просмотра данных.

3. *Model.py*: создает модель, как описано выше, загружает и сохраняет модели, управляет сеансами Tensorflow и предоставляет интерфейс для обучения и вывода.

4. *main.py*: объединяет все ранее упомянутые модули.

Модель SimpleHTR была обучена на собранных данных, где имеются 42 наименований стран и городов с различными образцами почерка. Эти данные были увеличены в 10 раз. Были проведены 2 эксперимента: с выравниванием курсивного написания слов и без выравнивания.

Для того чтобы запустить обучение модели на своих данных были проделаны следующие работы:

1. Подготовлен файл аннотации входных изображений words.txt.
2. Модифицирован файл *DataLoader.py* для работы с файлом words.txt в кодировке UTF-8 и пути считывания входных изображений.
3. Входные данные были распределены следующим образом: 90% на обучение и 10% на валидацию обученной модели. Из набора данных для обучения 95% используются непосредственно для обучения, и 5% для проверки.
4. После обучения были получены следующие значения на данных валидации в таблице 1.

Таблица 1. **Точность распознавания рукописных названий городов с различными алгоритмами декодирования**

Алгоритм декодирования	с выравниванием курсива:		без выравнивания:	
	Character error rate	Word accuracy:	Character error rate	Word accuracy:
bestpath	19.134470%	52.555556%	17.979711%	57.111111%
beamsearch	18.994172%	53.333333%	17.731491%	58.333333%
wordbeamsearch	16.382474%	73.555556%	15.788906%.	75.111111%

На рисунке 5 продемонстрировано изображение с названием области, которую подали на вход, а на рисунке 6 можем увидеть распознанное слово “Южно-Казахстанская” с вероятностью 86%.

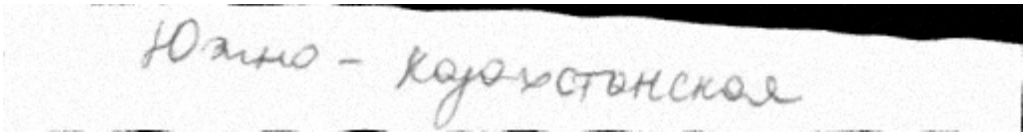


Рис. 5. Пример изображения

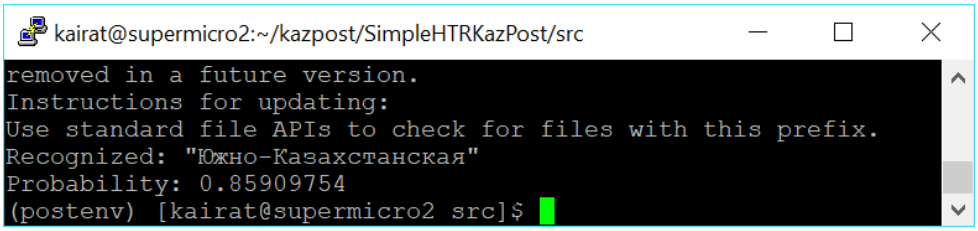


Рис. 6. Результат распознавания текста из рисунка 5

Заключение. В данной работе были рассмотрены две модели распознавания слов, основанные на глубоких сверточных нейронных сетях (DCNN) и модели SimpleHTR, который содержит слои сверточной нейронной сети (CNN), слои рекуррентной нейронной сети (RNN) и алгоритм декодирования Connectionist Temporal Classification (CTC).

Были проведены эксперименты с различными методами машинного обучения и получены следующие результаты на тестовых данных:

1) сверточная нейронная сеть – 55.3%;

2) рекуррентно-сверточная нейронная сеть SimpleHTR с алгоритмами декодирования bestpath – 57.1%, beamsearch – 58.3% и wordbeamsearch – 75.1%.

Наилучший результат показал wordbeamsearch, который использует словарь слов для окончательной коррекции распознанного текста.

Данная работа выполнена при поддержке грантового финансирования научных проектов КН МОН РК № AP05135175 «Разработка и внедрение системы по распознанию рукописных адресов письменной корреспонденции АО «Казпочта» с использованием машинного обучения».

ЛИТЕРАТУРА

[1] Jeremy M.H., Scott E.H., Kenichiro T. Linking and Messaging from Real Paper in the Paper PDA // Proceedings of the 12th annual ACM symposium on User interface software and technology. – Asheville, 1999. – P.179-186.

[2] Jaeger S. Recovering Dynamic Information from Static, Handwritten Word Images: Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades / der Albert-Ludwigs-Universitat. – Freiburg im Breisgau, 1998. – 126 p.

[3] Albawi S., Mohammed T.A., Al-Zawi S. Understanding of a Convolutional Neural Network. // The International Conference on Engineering and Technology. – Antalya, 2017. – P.1-6.

[4] Scheidl H. Handwritten text recognition in historical documents: diplomarbeit / Technische Universität Wien. - Wien, 2018. – 80 p.

[5] Kim Y. Convolutional neural networks for sentence classification. – 2014 // https://arxiv.org/pdf/1408.5882.pdf: 20.05.2019

[6] Howard A.G., Zhu M., Chen B., Kalenichenko D., Wang W., Weyand T., Andreetto M., Adam H. Mobilenets: Efficient Convolutional Neural Networks for Mobile Vision Applications. – 2017 // https://arxiv.org/pdf/1704.04861.pdf: 25.05.2019

[7] Memisevic R., Zach Ch., Pollefeys M., Hinton G.E. Gated Softmax Classification // Proceedings conference "Neural Information Processing Systems". – 2010. –Vol 23. – 9 p. // https://papers.nips.cc/paper/3895-gated-softmax-classification.pdf

[8] Zeiler M.D. ADADELTA: an Adaptive Learning Rate Method. – 2012 // https://arxiv.org/pdf/1212.5701.pdf

[9] Graves A. and Schmidhuber J. Offline handwriting recognition with multidimensional recurrent neural networks // Proceedings of the Neural Information Processing Systems Conference. – Vancouver, 2008. – P.545-552.

[10] Kuo C.-C. J. Understanding Convolutional Neural Networks with A Mathematical Model. – 2016 // https://arxiv.org/pdf/1609.04112.pdf: 25.05.2019

[11] Simard P.Y., Steinkraus D., Platt J.C. Best practices for convolutional neural networks applied to visual document analysis // Proceedings of the Seventh International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR 2003). – 2003. // http://cognitivemedium.com/assets/rmnist/Simard.pdf: 25.05.2019

[12] Graves A. Fernandez S., Gomez F., Schmidhuber J. Connectionist temporal classification: labelling unsegmented sequence data with recurrent neural networks //Proceedings of the 23rd international conference on Machine learning. – Pittsburgh, 2006. – P. 369-376.

[13] Нурсеитов Д.Б., Бостанбеков К.А., Алимова А.Н. Обзор зарубежных исследований по проблемам распознавания рукописных адресов письменной корреспонденции // Труды XIV Международной научно-практической конференции «Новости научной мысли – 2018». – Чехия, Прага. – 2018 – С.13-19

[14] Нурсеитов Д.Б., Курманходжаев Д.Б., Убайдуллаев Н.М. Модели распознавания рукописных адресов на основе глубокого обучения для сортировки письменной корреспонденции // Материалы XV Международной научно-практической конференции «Эффективные инструменты современных наук – 2019». – Чехия, 2019. – С. 40-47

[15] Бостанбеков К.А., Нурсеитов Д.Б., Курманходжаев Д.Б., Алимова А.Н. Генерация синтезированных данных для обучения модели распознавания рукописных текстов // Материалы IV Международной научно-практической конференции «Информатика и прикладная математика», часть 2 – Алматы, 2019. – С. 247 - 252.

Бостанбеков К.А., Алимова А.Н., Канатов М., Нурсеитов Д.Б.

Терең нейрондық желілерді қолданып қолжазбалық қалалардың атауларын тану

Түйіндеме. Офлайн қолжазбаны тану – бұл барлық компаниялардағы көптеген бизнес-процестерді жеңілдететін жедел, маңызды және практикалық міндет болып табылады. Латын алфавитінде офлайн режимінде қолжазбаны тану бойынша көптеген жұмыстар жарияланған, ал кириллицадағы мәтіндерге арналған әдістер жоқ болып тұр. Офлайн қолжазбаны танудың екі негізгі әдісі бар, олар: жасырын Марков модельдері және жасанды нейронды желілері (ЖНЖ). Осы мақалада ұсынылған әдістер ЖНЖ-ге негізделген. Бірінші модель белгілерді шығаруға арналған терең үйірткі нейреонды желілеріне және сөздерді жіктеу үшін толық байланысқан көпқабатты персептронға негізделген. Қарастырылып отырған келесі модель, SimpleHTR деп аталатын, үйірткі нейронды желілі (CNN) қабаттары және рекурентті нейронды желілі (RNN) қабаттары бар, олар кескін арқылы ақпарат тарата алады. Ақырында, Connectionist Temporal Classification (CTC) декодтау алгоритмі орындалады,

бұл мәтінді соңғы нұсқаға жеткізеді. Модельдер кириллица сөздерінен алынған қолмен жазылған қала атауларының жиынтығы бойынша оқытылды. 21000 кескін жиналды (қолжазбаның 500 үлгісіндегі 42 класс). Дайындық жиынтығын арттыру үшін үлкейту жүргізілді, қолда бар үлгілерден 207 438 кескін жасалды. Екі тәсіл талданды, SimpleHTR моделі ең жақсы нәтижені берді.

Түйінді сөздер. үйірткі нейронды желілер, рекурентті нейронды желілер, CNN, RNN, CTC.

УДК 621.979.6.06

E.B. Medvedkov, A.E. Nazymbekova, D.A. Tlevlesova, A.E. Kairbayeva, E.D. Shambulov
(Almaty technological university, Almaty, Kazakhstan
erkenovna111@mail.ru)

WATERMOON PROCESSING DEVICE

Abstract. By analyzing the component design, it is possible to use the data for sizing, fabrication and assembly of the machine. The performance tests of the device were carried out using watermelons loaded into the machine, both peeled and unpeeled.

As indicators of efficiency, the percentage yield of juice, extraction efficiency, and extraction losses were taken into account. The results of the analysis of productivity showed that the type of fruit and the condition of the peel significantly influenced productivity indicators at the 1% significance level. The percentage yield of juice from refined and unrefined watermelon was 89.5 and 89.7%. The extraction efficiency was respectively 96.6% for refined watermelons, and their corresponding crude values were 97.1%. Extraction losses for peeled and unpeeled fruits were 2.9 and 2.6%, respectively.

Key words: fruit, extractor, juice yield, extraction efficiency, extraction losses, juice constant.

Е.Б. Медведков, А.Е. Назымбекова, Д.А. Тлевлесова, А.Е. Қайрбаева, Е.Д. Шамбулов
(Алматы технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан
erkenovna111@mail.ru)

ҚАРБЫЗДЫ ӨҢДЕУГЕ АРНАЛҒАН ҚОНДЫРҒЫ

Аңдатпа: Мақалада көрсеткіштерді жабдықтың өлшемдерін анықтау үшін қолдану мүмкіндігін туғызған компоненттер құрылымының сараптамасы келтірілген. Қондырғының өнімділігін сынақтау үшін қарбыздың аршылған және аршылмаған күйі қолданылды.

Тиімділік көрсеткіштері ретінде шырынның пайыздық шығыны, экстракция тиімділігі және экстракция кезіндегі шығын мөлшері ескерілді. Өнімділікті талдау нәтижелері бойынша өнім тұқымы және қабықтың күйі 1%-дық мөлшерде өнімділік көрсеткіштеріне әсер еткен. Аршылған және аршылмаған қарбыздан алынған шырынның пайыздық түсімі 89,5 және 89,7%. Аршылған қарбыздар үшін эктракция тиімділігі сәйкесінше 96,6%, ал аршылмағандар бойынша 97,1%. Аршылған және аршылмаған тұқымдар бойынша экстракция кезіндегі шығын мөлшері сәйкесінше 2,9 және 2,6% құрайды.

Түйін сөздер: экстрактор, шырын шығыны, экстракция тиімділігі, экстракция кезіндегі шығын мөлшері, шырын константасы.

Тұқымның нәрленуін және қорғанысын қамтамасыз ететін негізгі компонент бойынша өнімнің ішкі бөлігі өте құнды. Етті бөлігі жеткілікті түрде су, қант, дәрумендер және тағамдық талшықтардан тұрады, сондықтан тағам өндірісінде негізгі қосымша есебінде кеңінен қолданылады [1].

Шырын алу әдістемесі бойынша әлі де дәстүрлі әдістер қолданылады. Оған жемісті қолмен мацерациялау немесе тазалау, бөлшектеу және пресстеу үдерістері жатқызылады. Бұл әдістер энергошығынды және еңбекті көп талап етеді, сонымен қатар нәтижесі төмен (шырын аз шығады) және гигиеналық емес болып табылады. Сондықтан шырын алудың дәстүрлі әдісі орта және шағын өндіріс орындарында коммерциялық қажеттілікті қанағаттандыра алмайды. Демек, қайта өңдеу үдерісі бойынша сұраныс болғандықтан шырын алуға арналған орта және кіші өлшемді механикалық қондырғыны жасау қажеттілігі туындады [2].

Өнімділікті бағалау, өңдеу және жобалауға қатысы бар өңделген жемістің инженерлік қасиеттері қарастырылған. Бұл қасиеттерге сығымдылық бойынша беріктік, ылғалдылық және тығыздық жатқызылады. Басқа да қарастырылған факторлар ретінде машина компоненттерінің беріктігі,

құрылым құны, қызмет көрсету және пайдалану бойынша қарапайымдылығы, сонымен қатар электроэнергия қажеттілігі болды.

Экстрактор жылжу және сығымдау принципі бойынша қызмет атқаратындықтан, машина компоненттерінің өлшемдері мен материалын таңдау кернеу / деформация сараптамасына негізделді [3]. Конвейер корпусының қалыңдығы және диаметрі келесі теңдеулерді қолдану арқылы есептелген:

$$D = \sqrt{\frac{4}{\pi} \times \frac{Q}{v}}$$

$$T = \frac{P \times D}{2\delta_t} \times c$$

мұндағы D - конвейер корпусының ішкі диаметрі, мм, Q – массалық шығын, г / мин, v – сызықты жылдамдық, мм / мин, c – материал тұрақтысы, P – ішкі қысым, Па, δt – кернеу, Па.

Винтті конвейер білігінің диаметрі келесі өрнектен алынған:

$$d = \sqrt[3]{\frac{16T}{\pi\tau_{max}}}$$

мұндағы d – білік қалыңдығы, мм, T – айналу моменті, Нмм, τmax – жылжу кезіндегі максималды кернеу, Н/мм.

Винтті конвейер шнегінің ұзындығы келесі теңдеуді қолдану арқылы анықталған:

$$S = 3{,}4203\ (г + мл)\ n\pi$$

$$m = \tan\beta\ ,$$

мұндағы S - винт ұзындығы, мм, r – білік радиусы, мм, β – тербеліс бұрышы, l – білік ұзындығы, мм және n – белдік ұзындығы, сондай-ақ келесі өрнек арқылы анықталған:

$$L = \frac{\pi}{2}(d_2 + d_1) + 2x + \frac{(d2 - d1)^2}{4x}$$

мұндағы L – негізгі белдік ұзындығы, d2 – жетектегі шкив диаметрі, d1 – жетекші шкив диаметрі, *x* – шкив арасындағы қашықтық.

Шкив және тістегеріш өлшемдері қуаттылықтың берісі санын өрнектеу арқылы сипатталған [4].

Қондырғы конвейер корпусымен шнекті конвейер арасындағы саңылау мөлшерін біртіндеп төмендету арқылы сығымдау принципі бойынша атқарылатын жұмыс түріне негізделген [5]. Бес блоктан тұрады, нақтырақ айтқанда рамадан, жүктеу бункерінен, шырынды экстракциялау блогынан, жинақтау блогынан және қуат көзі мен беріліс блогынан тұрады.

Машинаның корпусы төмен көміртекті болаттан бұрыштық көлденең қимамен жасалған. Қондырғы рамасы тік бұрышты пішіндес 985 мм × 310 мм × 620 мм. Жабдық компоненттерін тұрақтандыра отырып, оған шағын дизайн көрінісін береді.

Шырынды экстракциялау үшін цилиндрдің жоғарғы бөлігінде орнатылған тиеу бункері трапециялық пішіндес және экстракция кезінде камераға жеміс жұмсағынының концентрацияланған ағынын алуды көздейтін бұрыш бойынша көлбеу орнатылған.

Бункердің тік бұрышты жоғарғы және төменгі саңылауларының өлшемдері 340 мм × 340 мм және сәйкесінше 80 мм × 80 мм. Қалыңдығы 1,5 мм металлды мырышталған табақтан жасалған.

Тиеу бункерінде және жабдық рамасында шырынды экстракциялауға арналған бөшке тәріздес блок негізінде шырынды сығымдау үдерісін өткізетін, диаметрі 100 мм және ұзындығы 420 мм конвейер корпусын туындатады [6].

Корпус арқылы басынан аяғына дейін 79 мм-ден 56 мм-ге дейін конусты диаметрлі білік өте отырып, конусты винтке бұрандалады. Винтті конвейер қоректі беріліс қорабы арқылы алады және подшипниктегі деңгейдің төмендеуі арқылы қызмет етеді. Конвейердегі шнек білік бойынша қашықтығы 77 мм болса, соңында 12,5 мм бастап 10,5 мм-ге дейін тарылады.

Шнекті конвейер және корпус жеміс жұмсағын езгілеуге және шырын алуға қажетті кесуші және қысқыш күштің пайда болуын қамтамасыз етеді. Сору камерасының төменгі жағында тот баспайтын

болаттан жасалған тесілген экран орнатылған. Яғни, жемістен алынған шырынды фильтрлеуге арналған.

Фильтрленген шырын иілген канал бойымен шырын жинақтаушыға түседі. Қалдыққа арналған науа экстракциялау ауданының соңғы жаңында орналасқан. Күштік агрегат қуаттылығы 2 л.с. 1428 айн/мин болып табылатын, 1428 айн/мин. жылдамдықпен айналатын, сонымен қатар жабдықты қозғалысқа белдік, шкив және беріліс қорабы арқылы келтіретін электрқозғалтқыштан тұрады [7].

Шнекті конвейер корпус ішінде айналған кезде шнек бөлшектенген жемістерді бункер түбінен алады да, экстракциялау камерасы көмегімен жинақтау орнына жеткізеді. Қозғалыс барысында бөлшектенген жемістен конвейер корпусы менен шнекті конвейер арасындағы саңылаудың біртіндеп кішіреюінен шырын пайда болады. Экстракцияланған шырын тор көздері арқылы фильтрленіп, шырын жинақтаушысына бағытталады, ал қалдықтар шығын көлеміне жеткізіледі.

Өнімділікті сараптау және бағалау

Жабдық өнімділігін сараптау бункерге жемістерді тиеу арқылы өткізілген. Яғни, қорек көзі жабдықты іске келтіретін электрқозғалтқышты іске қосу үшін қосылған [8].

Жемістер бункерден экстракциялау камерасына жеткізілген және жабдыққа материал толық қайта өңделіп болғанша жұмыс істеуге мүмкіндік беріп отырған.

Шырын константасы алынған шырын массасының алынған жеміс жұмсағының массасына қатынасы арқылы алынған [9, 10]. Жұмсақ ішіндегі шырын массасы ASAE әдісін қолдану арқылы анықтаған. Салмағын тұрақтандыру мақсатында 130°C-та жеміс жұмсағын кептірген.

Әр эксперимент аршылған және аршылмаған қарбыз үшін үш рет қайталанды. Жабдықтың өнімділігін бағалау келесі көрсеткіштер негізінде өткізілді:

1. Шырын шығымы, $J_y = \frac{100W_{JE}}{W_{JE}+W_{RW}}$%;
2. Экстракция тиімділігі, $E_c\% = \frac{100\times W_{JE}}{xW_{FS}}$%;
3. Экстракция кезіндегі шығын мөлшері,

$E_1\% = \frac{100[W_{FS}-(W_{JE}+W_{RW})]}{W_{FS}}$%;

мұндағы W_{JE} – алынған шырын массасы, g, W_{RW} – қалдық массасы, g, Дисперсті сараптама (ANOVA) жеміс түрі менен қабықтың күйі өнімділіктің көрсеткішіне қаншалықты әсер ететінін анықтау үшін қолданылды [11].

Алынған нәтижелер

Аршылған және аршылмаған қарбыз бойынша шырын константасы 0,91 және 0,88 құрайды. Алынған көрсеткіштер экстракциялау тиімділігін есептеу теңдеуінде қолданылды [12].

Алынған зерттеу нәтижелері бойынша аршылмаған қарбызға қарағанда, аршылған қарбыздан шырын шығымы жоғарырақ болды. Сонымен қатар, қабық күйі шырын шығымына әсер етуші фактор екені анықталды.

Экстракциялау тиімділігі бойынша, шырын шығымына жеміс параметрлері, беріліс жылдамдығына қарағанда едәуір әсер ететіні расталған [13]. Яғни, экстрактор бойынша шырын шығымы қарбыздың талшықтар құрамына немесе құрғақ заттар мөлшеріне байланысты болып табылады [14, 15].

Қорытынды

1. Экстрактор шырын алу мақсатында жылжу және сығымдау принципі бойынша конвейер корпусы және винтті конвейер көмегімен жасалған.

2. Машинаны сараптау арқылы өнімділік және шырын алу тиімділігі дәлелденген.

ӘДЕБИЕТ

[1] Луценко, В.П. Тощев // Земледелие. – 2016. – № 5. – С. 26-27.

[2] Бахчевые культуры [Текст] / под ред. акад. УАЭН А.О. Лымаря. - Киев: Аграрна наука, 2018. - 330 с.

[3] Иванова, Е.И. Ликвидация потерь - ресурсосбережение [Текст] /Е.И. Иванова, В.А. Мачулкина, Т.А. Санникова // Ресурсосберегающие основы орошаемого земледелия. - 2015. - № 3. - С. 121-146.

[4] Селекция и агротехника бахчевых культур: сб. науч. трудов к 75-летию Быковской бахчевой селекционной опытной станции. М., 2015. 176 с.

[5] Агробиологические основы производства, хранения и переработки продукции растениеводства [Текст] /под ред. В.И. Филатова. - М.: «Колос», 2017. - С. 680 710.

[6] Соколов, Ю.В. Ранние арбузы должны быть высококачественными [Текст]/ Ю.В. Соколов, И.М. Соколова, Е.С. Таранова // Картофель и овощи. – 2015. – № 2.– С. 28-29.

[7] Таранова, Е.С. Основы интенсификации производства бахчевых культур в условиях Нижнего Поволжья [Текст]/ Н.В. Тютюма, Е.С. Таранова // Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. – 2018. – №1.– С. 28-32.

[8] Abulude, F. O., Elemide, A. O., Ogunkoya, M. O. & Adesanya, W. O. (2016). Design and performance evaluation of a juice extractor constructed in Nigeria. Research Journal of Applied Sciences. 2(1), 31-34.

[9] Adebayo, A. A., Unigbe, O. M. & Atanda, E.O. (2015). Fabrication and performance evaluation of a portable motorized pineapple juice extractor. Innovative Systems Design and Engineering. 5(8), 22-29.

[10] Aremu A.K. & Ogunlade, C.A. (2016). Development and evaluation of a multipurpose fruit juice extractor. New York Science Journal, 9(6), 7-14.

[11] Aviara, N. A., Lawal, A. A., Nyam, D. S. & Bamisaye, J. (2015). Development and performance evaluation of a multi-purpose juice extractor. Global Journal of Engineering, Design and Technology, 2(2), 16 -21.

[12] Bates, R. P. & Crandall, P. G. (2017). Principles and practices of small- and medium- scale fruit juice processing. FAO, Agricultural Services Bulletin, Rome.

[13] Hall, A.S., Holowenko, A.R. & Laughlin, H.G. (2018). Theory and Problems of Machine Design. Schaum's outline series. New York: McGraw-Hill Book Co.

[14] Ogunsina, B.S. & Lucas, E.B. (2018). Development of a manuallyoperated cashew juice extractor. Agricultural Engineering International: The CIGR E-journal Manuscript, FP 07 037. Vol X.

[15] Oguntuyi, V. F. (2018). Evaluation of development and performance of a manually-operated orange juice extracting machine. International Journal of Research Development. 2(1), 257- 264.

Медведков Е.Б., Назымбекова А.Е., Тлевлесова Д.А., Кайрбаева А.Е., Шамбулов Е.Д.

Устройство по переработке арбузов

Резюме. Благодаря анализу конструкции компонентов получена возможность использовать данные для определения размеров, изготовления и сборке машины. Тесты производительности устройства проводились с использованием арбузов, загружаемых в машину как в очищенном, так и не очищенном виде.

В качестве показателей эффективности учитывались процентный выход сока, эффективность экстракции, а также потери при экстракции. Результаты анализа продуктивности показали, что вид плодов и состояние кожуры достоверно влияли на показатели продуктивности на уровне значимости 1%. Процентный выход сока из очищенного и неочищенного арбуза составил 89,5 и 89,7%. Эффективность экстракции составляла соответственно 96,6% для очищенных арбузов, а их соответствующие неочищенные значения составили 97,1%. Потери при экстракции очищенных и неочищенных плодов составили соответственно 2,9 и 2,6%.

Ключевые слова: фрукты, экстрактор, выход сока, эффективность экстракции, потери при экстракции, константа сока.

УДК: 004.8

Y. Seitbekova, B. Assilbekov, I. Beisembetov, A. Kuljabekov
(Satbayev University, Kazakhstan, Almaty, 050013
y.seitbekova@satbayev.university)

THE BUS ARRIVAL TIME PREDICTION USING LSTM NEURAL NETWORK AND LOCATION ANALYSIS

Abstract: The accurate bus arrival time information is crucial to passengers for reducing waiting times at the bus stop and improve the attractiveness of public transport. GPS-equipped buses can be considered as mobile sensors showing traffic flows on road surfaces. In this paper, we present an approach that predicts bus arrival time using historical bus GPS information and real-time situation on the road. In this study, we divide bus arrival time into bus dwelling time at bus stops and bus travel time between station

s and predict each of them separately. The clustering approach used to predict the travel time between stations, and then for each cluster, we apply LSTM NN to predict walking time between stations. The latency at each bus stop we evaluate by historical dwelling time and using location analysis to find the importance of the bus stop as a point of interest during prediction time. The study is trained and tested on GPS data collected from 1200 buses in a period of 3 months.

Keywords— GPS data processing; bus arrival time prediction; traffic analysis; bus dwelling time, LSTM NN, location analysis.

INTRODUCTION

In contemporary life with high technologies, analyzing and extending data of human mobility have become significant topic of research. Generating human mobility patterns helps for such surveys as traffic prediction, migration movements, epidemic distribution. Active mobility of megapolis inhabitants is one of

the crucial points for developing and modern conglomerations. Mobility system in urban areas is ways of individuals travel around the city, for example walking, private vehicles and public transport.

In huge urban areas, transit vehicle, such as metro, buses, trams, trolleybuses, has many advantages in various aspects. It is beneficial to reduce traffic congestion, decrease air pollution, positive influence on nation welfare and health etc. Government of Kazakhstan strongly encourages using public transport by adding road lanes for buses and trolleybuses, providing facilities for pupils, seniors, and disabled people. It results in increasing popularity of public transit, especially in Almaty. Such demand pushed developing applications and systems for making using public transport more convenient. However, local infrastructure is not structured and developed enough to provide population with fixed schedule and smooth transport feed. Local buses' arrival to stops is reorganized and depends on several external factors as distance, traffic lights and jams on the road. Therefore, evaluating arrival time is possible only by retrieving actual real time data. Existing bus tracking systems, such as City Bus, Almaty Bus etc. do not provide users with information about waiting time.

The aim of paper isto identify main factors of delays on the roads of Almaty and design logical system for predicting bus arrival time. The object of research Almaty city bus transportation system. Study subject reasons of buses delays and their forecast.

To estimate arrival time of bus to exact bus station, the following steps should be taken:

- Find the nearest upcoming bus to the station, identify its location;
- Count number of bus stops, where that bus will make a stop. And estimate how many times a bus will delay at these stops;
- Count the number of lines bus should go, and estimate travel time between stations for each bus line.

Data for this research was collected and tested on data provided by bus tracing company citybus.kz of Almaty city. From this site we can take information about current location of buses, their speed, and direction. Using GPS information, the first step can be done without problems. But for the second and third steps we need to build models to predict bus dwell time and bus travel time between stations.

METHEDOLOGY FOR EVALUATING BUS ARRIVAL TIME

Data collection

For outlined goals necessary data about public transport bus services was obtained from public API provided by CityBus with two kind of links in json format. First link consisted list of all bus stops and their details such as: ids, names, location and what buses are serving the station. Second type contained individual route information: route number, list of served stations, route coordinates, serving buses specifications such as ids, manufacturers, their current locations, azimuths, and speed. Location is measured in geographic coordinates latitude and longitude.

For this research we collected from 1200 buses in a period of 3 months. In Almaty city there are 136 bus lines and approximately 8 to 10 buses on each line. To train and test models we collect every minute GPS data from 7:00 to 19:00 for May, June and July 2020 year.

Route is represented as a multiple consistent coordinate with a distance around 10 meters. There are 2 types of functioning routes in Almaty one way and circular with additional loops. Circular routes can be identified with a special key in provided json data. To collect and parse all these data was used Python programming language.

Another data was retrieved from openstreetmap.org which is free open world map data. OpenStreetMap provides an API with raw geodata and sophisticated database. It was used to gather all traffic lights locations which were necessary for evaluating bus arrival time and delay. Since these data is static it should have been collected once was used overpass turbo - OpenStreetMap interface with its own query.

In OpenStreetMap has its own system and structure, for example there are different types of data most common are nodes, ways and relations which are connected to each other. In these occasion traffic signals were represented as a node which belong to the ways which are features of the map in defined area. Same way from overpass turbo was retrieved location and amenity or buildings. For example, amenities can represent universities and school, types can detect malls, marketplaces, pharmacies ed cetera

Bus station quantity and dwell time estimation

During the travel bus makes stops at stations to load and unload passengers. Determining number of stops bus would proceed from start and final destination it is necessary to distinguish the time it would spend on that what would be called dwell time.

The list with stations of bus route is iterated to get index of the closest station to bus location ignoring opposite located station with same name but different id. It is accomplished by haversine formula, which was introduced in previous chapters. It is important to diagnose whether the closest bus stop was passed or not, since it can be also taken into consideration.

It is quite often situations when buses stay on stops more than 10 minutes to load more passengers, what causes irregularity in bus schedule and provokes other long stops to maintain bus's arriving. It may seem like impossible to stay at station almost 10 minutes, but for Almaty bus drivers it is common. Buses may stay at popular stations, near markets, universities and cityside bus stations, or at starting point to wait and collect passengers. And this situation effects on public transport responsibility. The example shown in figure 2. In this figure we illustrated average dwelling time of buses in line 79, where circle radius corresponds to average dwelling time. As you can see, buses makes a long stop at the first and last stations, and makes longer stops near universities and markets.

According to the most valuable studies in this area, there are lots of aspects, which influence at time waiting. There are several studies done to estimate dwell time, for example formulas (3) suggested for estimation dwell time, which was suggested by Levinson [1].

$$t_d = t_o + n \cdot t_{ba} \quad (3)$$

where, t_d is dwell time at bus stop; t_o is time required to open and close bus doors; n is number of boarding and alighting passengers; $t_{ba}$is the average time required by each passenger to board or alight a bus. This formula is suitable to the stations, where buses does not make long stops to collect passengers. So, to estimate dwelling time we make location analysis to identify attractiveness of stops at each time period. For most attractive stations we predict bus dwell time by historical average.

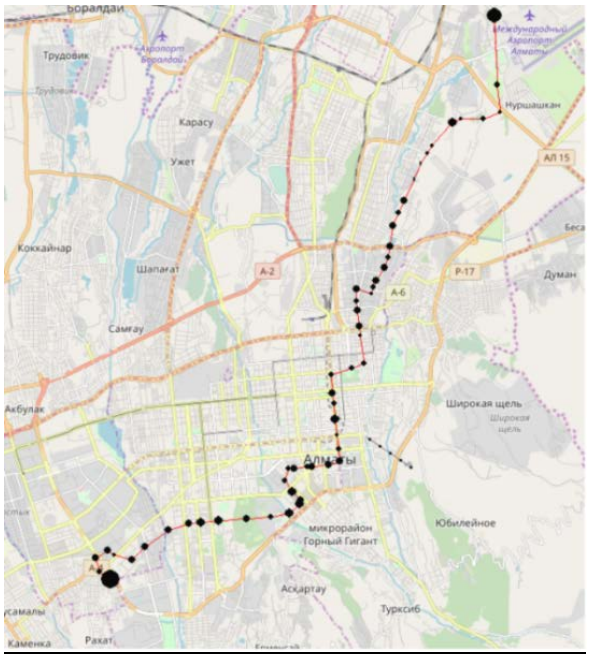


Figure 2. Bus line 79

Historical average – is used in most studies in prediction bus dwell time [2-6]. This model takes average dwell time at bus stop at the same time in previous weeks. The Historical Average (HA) method is a data-driven approach. Thus, we need to collect data about dwelling time previous buses. The historical average dwell time at the bus stop *p* at time t_0 can be calculated as:

$$HA(p, t_0) = \frac{\sum_{i=0}^{d} t_{i,p,t_0}}{d} \quad (4)$$

Where $t_i$is the observed dwelling time of the bus at station p during the period t_0 in *i*th day of the dataset.

Each location has different conditions and there is no doubt that dwell time is affected by a lot of factors, also in huge cities, where many accidents happen, and city dwellers are extremely active.

Travel time estimation

There are a lot of factors affecting on travel time between stations. The traffic lights, buildings, weather conditions were taken into account. To forecast travel time, we use LSTM NN to build model. Collected historical GPS data, weather condition and information about city facilities is used in training process. In order to optimize the process of training, we divide bus line segments into clusters according to distance and point of interests of each line segments. Each cluster is trained separately, and for each cluster we have different LSTM model for estimation travel time. This process is illustrated in figure 3.

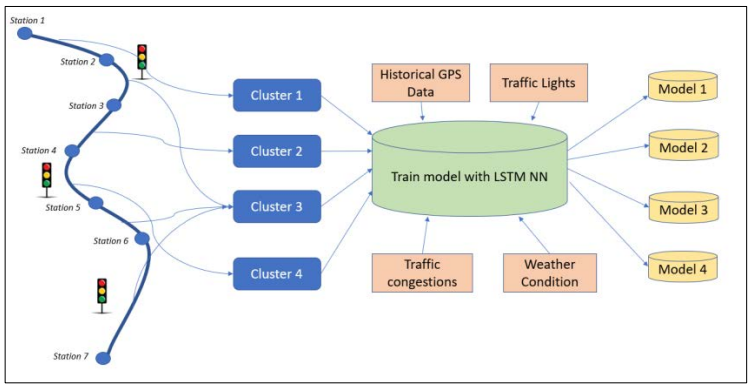


Figure 3. Model for prediction travel time between stations

LSTM based neural networks have been used for travel time prediction and have achieved better performance in recent years [7].

The input matrix is fed into two stacked LSTM layers, where each LSTM layer has 128 neurons**.** The LSTM memory cell can be described with the following equations:

$$
\begin{aligned}
i_t &= \sigma(W_{ix}x_t + W_{ih}h_{t-1} + b_i)\\
f_t &= \sigma(W_{fx}x_t + W_{fh}h_{t-1} + b_f)\\
o_t &= \sigma(W_{ox}x_t + W_{oh}h_{t-1} + b_o)\\
\widetilde{C}_t &= \tanh(W_{Cx}x_t + W_{Ch}h_{t-1} + b_c)\\
C_t &= i_t * \widetilde{C}_t + f_t * C_{t-1}\\
h_t &= o_t * \tanh(C_t)
\end{aligned}
\qquad (9)
$$

where *t* indicates the *t* th timestamp, $\boldsymbol{i_t}, \boldsymbol{f_t}, \boldsymbol{o_t}$refer to the output of the input gate, forget gate and output gate respectively. $\boldsymbol{x_t}$, $\boldsymbol{c_t}$, $\boldsymbol{h_t}$are the input vector, state vector and hidden vector respectively, and $\boldsymbol{h_{t-1}}$ is the former output of $\boldsymbol{h_t}$. $\widetilde{\boldsymbol{C_t}}$and $\boldsymbol{C_t}$are the input state and output state of the memory cell, and $\boldsymbol{C_{t-1}}$ is the former state of $\boldsymbol{C_t}$. σis a sigmoid function. $\boldsymbol{W_{ix}}$, $\boldsymbol{W_{fx}}$, $\boldsymbol{W_{ox}}$, $\boldsymbol{W_{Cx}}$are the weight matrices connecting $\boldsymbol{x_t}$to the three gates and the cell input, $\boldsymbol{W_{ih}}$, $\boldsymbol{W_{fh}}$, $\boldsymbol{W_{oh}}$, $\boldsymbol{W_{Ch}}$are the weight matrices connecting $\boldsymbol{x_{t-1}}$ to the three gates and the cell input, $\boldsymbol{b_i}$, $\boldsymbol{b_f}$, $\boldsymbol{b_o}$, $\boldsymbol{b_C}$are the bias terms of the three gates and the cell gates. All the above-mentioned parameters are initialized randomly and learned automatically through backpropagation during the learning stage.

The output of the LSTM layers goes into several fully-connected layers, where each layer is of size 128. The fully- connected layers are connected with residual connections, which is shown to be effective for training a very deep neural network [8]. The residual connection adds shortcuts between different layers, thus previous information flow can skip one or more non-linear layers through the shortcut and the skipped layers just need to learn the 'residual' of the non- linear mapping. For the first fully connected layer, its input is the output of the last LSTM layer. Let σ_{fi}be the *i*th residual fully-connected layer, then the output of the first layer is σ_{fi} $(\boldsymbol{o_z})$, where $\boldsymbol{o_z}$is the output of the LSTM layer. For the rest of the residual layers, let $\boldsymbol{o_{fi}}$be the output of the *i*th layer, then the output of the (*i*+ 1)th layer can be represented as $\boldsymbol{o_{f_{i+1}}} = \boldsymbol{o_{f_i}} \oplus \sigma_{f_{i+1}}(\boldsymbol{o_{f_i}})$, where $\oplus$ is an element-wise add operation.

Finally, we apply a tanh activation function and obtain the prediction results. In order to prevent overfitting, two widely used regularization techniques are employed: dropout and L_2 regularization. The

dropout mechanism is applied to each hidden layer, where the rate of dropout is set to 0.5 [9-13]. Moreover, we apply L_2 regularization on model weights to prevent possible overfitting. Formally, the loss function used for training the model is:

$$L_{loss} = \sum_{i=1}^{F}(\hat{y}_i - y_i)^2 + \lambda ||\boldsymbol{W}||^2 \quad (10)$$

where λis a hyper-parameter to control the regularization strength and **W** denotes all weights in the network. The Adam optimizer is utilized as the gradient descent optimization algorithm. The training process repeats for 50 epochs.

SOFTWARE IMPLEMENTATION AND TESTING

The original purpose of the project is manufacturing beneficial program for bus passengers with user-friendly application interface. This study fully discloses the main principles of bus circulation in the city and how external circumstances can influence on them. Because of all limitations and drawbacks of public transit system, Almaty occupants do not have positive impression about public transport, especially about busses. It is common knowledge that cars and other fuel-based vehicles are the main suppliers of carbon dioxide. Furthermore, this kind of transport negatively affects to the environment and causes air pollution. Developing more facilities for public transport passengers can be crucial and significant step for saving clean air. In addition, there is personal advantages for everyone. Using public transport, instead of personal cars, citizens can not worry about such problems, as parking and permanent traffic jams, which are usual chores of mega polices. That is why one of the primary aspirations of this project is promoting usage of public vehicles to city inhabitants.

To test model in real time, we implement mobile application to track bus and see the estimated arrival time. iOS mobile application was chosen as a platform to test model of bus arrival time.

There are 3 pages, where the first one is starting view with only one functional button. By pressing it user opens main view with two inputs, where he types start and end stations. Table view with all bus stops in Almaty would be presented while typing and updating by every typed character to suit user input. After filling both inputs user gets information about the nearest bus of every route with these two stations.

Information about buses would be demonstrated as table view. Every cell would contain name, specific serial number of the bus and approximate arrival time estimated by model.

Table 1. **The results of testing**

Bus location	MAE (minutes)
0-1 stops far	0.31
2-3 stops far	0.71
4-5 stops far	1.22
More than 6 stops	3.77

We test model in real time during 3-day period. The performance metrics used in the testing Mean Absolute Error (MAE). The formula is the following:

$$MAE = \frac{\sum_{t=1}^{N}|F_t - A_t|}{N} \quad (11)$$

Where $A_t$is observed arrival time and $F_t$predicted arrival time during time interval t. N is the size of testing cases. During the testing we see that the values are differentiate, then we decided to divide test cases according number of stops, that the waiting bus should pass. The results on table 1. According to the results, if we are waiting for the upcoming bus the mean absolute error is about 20 seconds. But the mean absolute error for the buses that far from departure station, then the mean absolute error is 3.77 minutes. It causes to error in prediction of dwell time in stops and travel time of each line segments.

CONCLUSION

In this paper, we examine the issue of public bus arrival time with real time traffic data and historical GPS data. To settle such transport travel time expectation problem, a novel methodology dependent on real time information is introduced regarding the information learned from historical bus GPS data and information about city infrastructure. In our method, we separately estimate bus dwelling time at stations and link riding time between stations separately. To predict riding time, we firstly apply clustering approach to bus line links,

then for each cluster we train LSTM NN model with city infrastructure data and weather condition data. According to tests results our method show small mean absolute error for buses that not far from departure station. To deal with continuous traffic data we need to increment the forecast precision of the models dependent on transport GPS information under both normal and abnormal traffic conditions. Based on the results, our future work will be on utilizing existing taxi or different sorts of traffic information to gauge the transport travel time of recently planned or with sparse records.

ACKNOWLEDGEMENT

This work has done under the project №AP05134776 «Location Analytics Techniques for Prediction of Mobility Patterns» of the Ministry of Education and Sciences of the Republic of Kazakhstan

REFERENCES

[1] R.W. Sinnott, "Virtues of the Haversine"// Sky and Telescope. – 1984. – vol. 68, no. 2. – p. 159

[2] He, P., Jiang, G., Lam, S. K., & Sun, Y. Learning heterogeneous traffic patterns for travel time prediction of bus journeys // *Information Sciences* – 2020. – *512*. – P. 1394-1406.

[3] Wuhong Wang, Martin Baumann, Xiaobei Jiang, Green, Smart and Connected Transportation Systems // Proceedings of the 9th International Conference on Green Intelligent Transportation Systems and Safety. – 2020. – Springer Nature. – p. 104. – [E-Book]. Available: Google Books

[4] Alejandro Tirachini, Estimation of travel time and the benefits of upgrading the fare payment technology in urban bus services // Transportation Research. –2013. – Part C: Emerging Technologies, vol. 30. – Pages 239-256.

[5] Partha S. et al. Passenger car equivalent (PCE) of through vehicles at signalized intersections in Dhaka Metropolitan City, Bangladesh //IATSS research. – 2009. – Т. 33. – №. 2. – С. 99-104.

[6] Gorodokin, Vladimir & Альметова, Злата & Shepelev, Vladimir. Procedure for Calculating On-Time Duration of the Main Cycle of a Set of Coordinated Traffic Lights // Transportation Research Procedia. – 2017.

[7] Loret, Emanuele. Traffic Fluxes and Urban Congestion: A Simple Approach with the Attractors' Method // Journal of Geographic Information System. – 2012

[8] Duan, Y., Yisheng, L. V., & Wang, F. Y. Travel time prediction with LSTM neural network // In 2016 IEEE 19th international conference on intelligent transportation systems. – 2016, November. – pp. 1053-1058. IEEE.

[9] K. He , X. Zhang , S. Ren , J. Sun Deep residual learning for image recognition // in: Proc. 2016 IEEE Conf. Comput. Vis. Patt. Recog. (CVPR), Las Vegas, NV, USA. – June 27–30, 2016. – pp. 770–778 .

[10] N. Srivastava , G.E. Hinton , A. Krizhevsky , I. Sutskever , R. Salakhutdinov Dropout: a simple way to prevent neural networks from overfitting // J. Mach. Learn. Res. – 2014. – 15 (1). – pp. 1929–1958 .

[11] Peilan He, Guiyuan Jiang ∗, Siew-Kei Lam, Yidan Sun, Learning heterogeneous traffic patterns for travel time prediction of bus journeys // Information Sciences. – 2020. – pp. 1394-1406

[12] Christoffer Petersen, Filipe Rodrigues, Francisco Camara Pereira, Multi-output Deep Learning for Bus Arrival Time Predictions //Transportation Research Procedia. – 2019. – 41. – pp. 138–145

[13] Jia Fei, Ying Lu, Yunchuan Guo, Huibing Zhang,Predicting Bus Arrival Time Using BP Neural Network and Dynamic Transfer // Procedia Computer Science. – 2020. – 174. – pp. 95–100

Seitbekova Y., Assilbekov B., Beisembetov I., Kuljabekov A.

LSTM нейронды желісін қолдана отырып автобустың келу уақытын анықтау және автобустың орналасқан жерін анализдеу.

Түйіндеме: автобустың келу уақыты туралы нақты ақпарат жолаушылар үшін өте маңызды, себебі аялдамада күту уақытын қысқартады және қоғамдық көлікті тартымды етеді. GPS жабдықталған автобустарды жол бетіндегі трафикті бақылайтын мобильді датчиктер деп санауға болады. Бұл мақалада біз нақты уақыт режимінде автобустар мен жол жағдайлары үшін осы уақытқа дейінгі GPS ақпаратын қолданып, автобустың келу уақытын болжайтын тәсілді ұсынамыз. Бұл зерттеуде біз автобустың келу уақытын аялдамалардағы аялдамалар мен вокзалдар арасындағы жүру уақытына бөліп, әрқайсысын бөлек болжаймыз. Кластерлеу тәсілі станциялар арасындағы жүру уақытын болжау үшін қолданылады, содан кейін әр кластер үшін біз станциялар арасындағы жүру уақытын болжау үшін LSTM NN қолданамыз. Әр аялдамадағы кідірісті осы уақытқа дейінгі деректердегі кідіріс уақытынан бастап бағалаймыз және болжау кезінде аялдаманың қызығушылық тудыратын объект ретіндегі маңыздылығын анықтау үшін орынды талдауды қолданамыз. Зерттеу 3 ай ішінде 1200 автобустан жиналған GPS деректері бойынша оқытылады және тексеріледі.

Seitbekova Y., Assilbekov B., Beisembetov I., Kuljabekov A.

Прогноз времени прибытия автобусов с использованием нейронной сети lstm и анализ расположения

Резюме: Точная информация о времени прибытия автобуса имеет решающее значение для пассажиров, поскольку они сокращают время ожидания на автобусной остановке и повышают привлекательность общественного транспорта. Автобусы, оснащенные GPS, можно рассматривать как мобильные датчики,

отображающие движение транспорта на дорожном покрытии. В этой статье мы представляем подход, который прогнозирует время прибытия автобуса с использованием исторической информации GPS для автобусов и ситуации на дороге в реальном времени. В этом исследовании мы делим время прибытия автобуса на время пребывания автобуса на автобусных остановках и время в пути между станциями и прогнозируем каждую из них отдельно. Подход кластеризации, используемый для прогнозирования времени в пути между станциями, а затем для каждого кластера мы применяем LSTM NN для прогнозирования времени прохождения между станциями. Задержку на каждой автобусной остановке мы оцениваем по историческому времени пребывания и с помощью анализа местоположения, чтобы определить важность автобусной остановки как объекта интереса во время прогнозирования. Исследование обучается и тестируется на данных GPS, собранных с 1200 автобусов в течение 3 мес.

G. Tursynbay, A. Nurmukhanova, Sh. Ospanova
(Department of Physics and Technology, Almaty, Kazakhstan
e-mail: gazizatursynbay7@gmail.com)

ROAD SIGNS AS A FACTOR THAT DETERMINES THE RELIABILITY OF THE DRIVER

Abstract. This article discusses the role of road signs in ensuring safe road traffic. The calculations of the road capacity are presented, also the research results of the public survey and the traffic police records are compared. We can develop instrumental parameters, which based on the causes of the occurrence of road accidents.

Key words: road traffic, road traffic accidents, traffic capacity, driver, transport.

Ғ.Б. Тұрсынбай, А.З. Нурмуханова, Ш.С. Оспанова
(Физико-технический факультет Казахского национального университета имени аль-Фараби,
г. Алматы, Казахстан
gazizatursynbay7@gmail.com)

ДОРОЖНЫЕ ЗНАКИ КАК ФАКТОР, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЙ НАДЕЖНОСТЬ И ДОСТОВЕРНОСТЬ ВОДИТЕЛЯ

Аннотация. В данной статье рассмотрена роль дорожных знаков при обеспечении безопасного дорожного движения. Представлены расчеты пропускной способности дороги и сравнены исследовательские результаты анкетирования общественности и записей дорожных полицейских. По результатам исследований разработаны инструментальные параметры, которые исходят из причин возникновнения дорожно-транспортных происшествий.

Ключевые слова: дорожное движение, дорожно-транспортные происшествия, пропускная способность, водитель, транспорт.

В большинстве исследований по изучению факторов, способствующих дорожно-транспортным происшествиям с участием молодых и пожилых водителей, использовались данные о происшествиях из полицейских отчетов. Полицейские, посещающие места дорожно-транспортных происшествий, обязаны предоставлять субъективную оценку факторов, которые, по их мнению, способствовали столкновению.

Таким образом, сотрудники полиции, которые из первых рук сообщают о дорожно-транспортных происшествиях, вероятно, обладают ценными знаниями о причинах дорожно-транспортных происшествий с участием молодых и пожилых водителей. Их взгляды будут более точными, чем взгляды водителей, которые должны больше полагаться на стереотипные представления о молодых и пожилых водителях [1].

Анализ статистики дорожно-транспортных происшествий также дает основание считать, что наибольшее количество происшествий наблюдается на участках дорог, где водитель испытывает большое нервно-психическое напряжение. Это подтверждает то, что надежность работы водителя согласуется с одной из основных закономерностей психофизиологии - успешностью выполнения работы в зависимости от психического напряжения. Согласно этой закономерности, имеется некоторый интеграл эмоциональной напряженности человека, при котором он выполняет работу с наибольшей эффективностью. Превышение этого оптимального уровня, как и снижение его, сопровождается ухудшением показателей работы.

Критериями оценки влияния различных дорожных условий на водителя являются значения психофизиологических показателей, соответствующие оптимальному уровню эмоционального напряжения. Исходя из этого определяется степень надежности действий водителя.

Для поддержания эмоциональной напряженности водителя в оптимальных пределах необходимо постоянное поступление к нему некоторого объема новой информации об условиях движения и окружающем пространстве.

Существенную роль в обеспечении надежности действий водителя играет его способность к приему и переработке информации. Качество усвоения информации зависит, главным образом, от ее количества.

Весь поступающий к водителю объем информации можно рассмотреть на Рис.1. разбить на следующие группы, каждая из которых характеризует один из элементов комплекса



Рис. 1. Комплекс информации, поступающий водителю

Данный комплекс можно разбить на следующие группы, каждая из которых характеризует один из элементов комплекса:

- трасса дороги;
- дорожно-транспортные ситуации;
- средства регулирования движения;
- источники повышенной опасности (пешеходы, боковые препятствия, стесняющие габарит проезда, животные);
- интенсивность встречного и попутного движения;
- информация о погодных условиях и окружающем пространстве.

Ценность информации каждой из таких групп определяется влиянием на режим и безопасность движения, которое может оказать элемент данной группы. В зависимости от этого и определяется эмоциональная напряженность водителя.

Из всех элементов придорожного пространства только информация о движении автомобилей несет для водителя постоянную новизну. Вся же остальная информация привязана к дороге и незнакома водителям, впервые проезжающим по дороге.

Отдельные элементы дороги можно увидеть с определенного расстояния и места, картины ландшафта и растительности, средства наружной рекламы также привязаны к дороге. Средства регулирования движения и инженерного обеспечения, размещаются непосредственно вдоль дороги. Скорость поступления к водителю этой информации невелика или существенно зависит от скорости движения автомобиля. При отсутствии постоянных или периодических (через небольшие и неравномерные промежутки времени) раздражителей работа водителя становиться монотонной, и надежность его снижается. Эта монотонность может быть устранена путем правильного использования средств регулирования: изменением в разметке проезжей части соотношения длин штриха и разрыва; установкой дорожных знаков и указателей, информирующих водителей об условиях движения, посредством нанесения поверхностной обработки из щебня различной крупности. Эту же роль играют устроенные сбоку дороги площадки для отдыха, красивые пейзажи, щиты и транспаранты. Эстетическое воздействие на психику человека имеет ту же природу, что и "деловая" информация о дороге, а возникающие при этом положительные эмоции повышают надежность работы водителя [2].

Водитель воспринимает информацию избирательно, выделяя из общего потока только значимую. Свое внимание он распределяет не равномерно по полю зрения, а концентрирует его в области, поставляющей наиболее ценную информацию. Однако в случаях, когда нагрузка информацией выше допустимой, водитель может не заметить сигнала светофора или запрещающий дорожный знак, если его внимание сосредоточено на сложных перестроениях автомобилей в рядах. Это объясняется тем, что надежность расшифровки информации водителем снижается по мере

удаления объекта от центральной части сетчатки глаза. Так, если разрешающую способность центральной части сетчатки глаза принять за 100%, то при удалении от нее на 5° разрешающая способность снижается до 40%, на 10° - до 25%, а на 15° - до 15%. Данное обстоятельство указывает на необходимость размещения средств регулирования с учетом зрительного восприятия водителя [3].

Фактически, мнения сотрудников полиции о некоторых причинах дорожно-транспортных происшествий могут быть более точными, чем официальные отчеты, основанные на записях о дорожно-транспортных происшествиях. Это связано с тем, что некоторые факторы трудно проверить или подтвердить на обочине дороги, и поэтому они могут быть занижены в записях об авариях. Например, может быть сложно проверить отвлечение водителя из-за использования мобильного телефона, что приводит к занижению сведений в записях об авариях. В 2019 году сообщения о том, что водитель отвлекался во время столкновений со смертельным исходом в Соединенных Штатах, варьировались от 1% до 56% столкновений в разных штатах, что свидетельствует о значительной разнице в методах отчетности.

Вызывает тревогу то, что занижение факторов, способствующих дорожно-транспортным происшествиям, потенциально может привести к искажению картины их причин. Это, в свою очередь, может задержать предоставление столь необходимых государственных ресурсов для борьбы с угрозами здоровью населения [4].

Факторы, зафиксированные для реальных дорожно-транспортных происшествий. Сравнивая факторы, сгенерированные полицейскими и общественностью, с факторами, указанными в полицейских записях несчастных случаев, можно вывести следующие результаты.

Фактические дорожно-транспортные происшествия были максимально сопоставимы с соответствующими гипотетическими сценариями дорожно-транспортных происшествий связанные такими человеческими факторами, как:

- возраста водителя;

- пола водителя. Процент столкновений, для которых каждый из 63 факторов был зарегистрирован сотрудниками полиции как способствующий фактор в зависимости от возраста и пола водителя. Наиболее часто встречающиеся (красный), и наименее частые (зеленый) для каждого типа коллизии по возрасту и полу. Наиболее часто регистрируемыми факторами в зависимости от возраста и пола водителя были:

- неспособность правильно вести;

- потеря контроля;

- неспособность судить о пути или скорости другого человека. Тем не менее, эти факторы редко участниками дорожно-транспортных случаев для гипотетических сценариев аварий.

В гипотетических сценариях часто отвлекались столкновения с участием молодых водителей, особенно водителей-женщин. В записях о дорожно-транспортных происшествиях отвлечение внимания, которое включает в себя использование внутри и снаружи автомобиля и использование мобильного телефона, не было значительно более частым для женщин-водителей, чем для мужчин-водителей (ОР = 1,03, p = 0,102), но реже сообщалось о лицах среднего возраста. (ОР = 0,85, p <0,001) и старших водителей (ОР = 0,90, p <0,001) по сравнению с молодыми водителями. Отвлечение внимания редко упоминалось в записях о дорожно-транспортных происшествиях. На 2-рисунке изложены мнения общественности и записи полиции: основные причины дорожно-транспортных пришествий.

Кроме того, в гипотетических сценариях больше случаев отвлечения было связано с использованием мобильного телефона (полиции = 45%; общественности = 48%), чем с отвлечением внутри (полиции = 31%; общественности = 35%) и вне автомобиля (полиции = 24%; общественности = 18%). И наоборот, использование мобильного телефона во время вождения было наименее часто упоминаемым отвлекающим фактором в записях о дорожно-транспортных происшествиях. Такое несоответствие между мнениями участников о гипотетических дорожно-транспортных происшествиях и факторами, указанными в записях о дорожно-транспортных происшествиях, по-видимому, частично является результатом занижения сведений об использовании мобильных телефонов в записях о дорожно-транспортных происшествиях или преувеличенных убеждений полиции и общественности об опасностях мобильных телефонов.

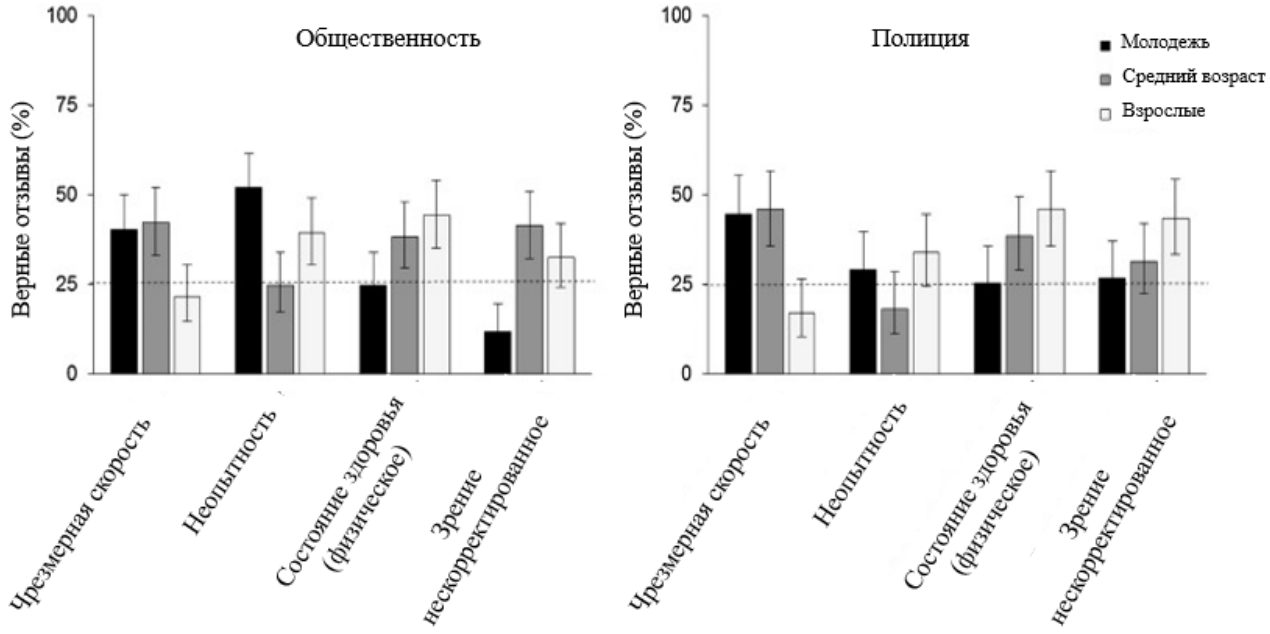


Рис 2. Причины дорожно-транспортных происшествий при движении

В записях о дорожно-транспортных происшествиях алкогольные расстройства чаще встречаются среди водителей-мужчин, чем среди водителей-женщин (ОР = 1,81, р <001), и их количество снижается от молодого до среднего возраста (ОР = 0,75, р <0,001), но в большей степени, в пожилой возраст (ОР = 0,25 р <0,001). Эти тенденции перекликаются с мнениями участников о гипотетических сценариях. Наркотики или алкоголь чаще всего возникали при столкновениях молодых мужчин-водителей; и полицейские часто генерируют этот фактор для сценариев среднего возраста и молодых водителей. Тем не менее, алкогольные расстройства были редким фактором в записях о дорожно-транспортных происшествиях, что позволяет предположить, что и полиция, и общественность преувеличенно считают, что вождение в нетрезвом виде или что алкогольные расстройства являются малоизвестной причиной дорожно-транспортных происшествий. Обесценение от наркотиков было вызвано полицией и общественностью реже, чем алкогольное опьянение, для гипотетических сценариев, а также менее распространено в отчетах о дорожно-транспортных происшествиях. В отчетах о дорожно-транспортных происшествиях нарушение здоровья от наркотиков реже ассоциировалось с мужчинами старшего возраста, чем с молодыми водителями-мужчинами (ОР = 0,30, р <0,001), но не реже ассоциировалось с женщинами старшего возраста, чем с молодыми женщинами-водителями (ОР = 1,23, р = 406). Обесценение от наркотиков в отчетах о дорожно-транспортных происшествиях включает запрещенные и лекарственные препараты. Отсутствие связи между употреблением наркотиков и возрастом у женщин-водителей может отражать неблагоприятные медицинские эффекты у пожилых женщин.

Как обсуждалось выше, изучение мнений сотрудников полиции может выявить важные расхождения со статистикой несчастных случаев, основанной на полицейских записях, например, когда факторы занижены. Он также может выявить различия в терминологии, используемой сотрудниками полиции, и процедурах сообщения о несчастных случаях. В Соединенном Королевстве отчеты об авариях содержат фиксированный набор факторов, влияющих на поведение водителя, таких как ошибка водителя или его реакция, а также ухудшение состояния водителя, дорожная среда и дефекты транспортного средства. Одна из возможностей состоит в том, что сотрудники полиции будут определять факторы, которые не включены в список потенциальных факторов, доступных в отчетах об авариях, и вместо этого могут ссылаться на более конкретные факторы, таким образом раскрывая информацию о причинно-следственных связях аварии, которая не предлагается в существующих записях аварии [5].

Расчет пропускной способности дороги. Поскольку пропускная способность дороги однозначно связана с условиями движения, уровень информационной загрузки водителя, определяющий его эмоциональное состояние, а, следовательно, и надежность работы можно оценивать через уровень загрузки дороги движением. Проведенные исследования показывают, что перегрузка

водителей информацией, при которой существенно снижается надежность их работы, наблюдается на двухполосных дорогах при интенсивности движения, в одном направлении, свыше 600-700 авт/ч. Расширение потока поступающей к водителю информации ведет к мобилизации его внутренних резервов, направленных на преодоление возникших трудностей. Благодаря этому надежность его работы на некоторое время может оставаться довольно высокой, но если такая напряженность сохраняется продолжительное время, например при работе в течение дня на трассе с высокой интенсивностью и сложным планом и профилем, то водители нередко совершают ошибки, приводящие к возникновению дорожно-транспортных происшествий.

Пропускная способность дороги часто рассчитывается в основном на основе количества полос движения и их ширины, в основном их физических характеристик.

Пропускная способность дорог рассчитывается согласно руководству по пропускной способности шоссе с учетом основной пропускной способности дороги (определяемой типом дороги) и поправочных факторов, таких как ширина полосы движения. Для расчета нам нужно:

- коэффициент по отношению к общей ширине дороги;
- коэффициент разделения, коэффициент бокового трения;
- который определяется придорожными сооружениями (обочина или обочина);
- придорожные мероприятия;
- фактор размера города [6].

Руководство по пропускной способности автомобильных дорог как широко известное руководство по расчету пропускной способности автомобильных дорог формирует анализ трех преобладающих условий:

1. Проезжей части
2. Дорожного движения
3. Условий контроля и базовых условий.

Проезжая часть условия интерпретируются физическими условиями, включая количество и ширину полос движения, горизонтальных и вертикальных**:** трассы, ширину обочины, тип объекта и его окружение, а также наличие эксклюзивных полос для поворота на перекрестке.

В условиях *дорожного движения* учитывается тип транспортного средства, а также направление движения и распределение полос. Тип транспортного средства играет важную роль всякий раз, когда задействован тяжелый автомобиль: Различная производительность автомобиля / легкового автомобиля и тяжелого автомобиля. Транспортное средство создает значительный разрыв в транспортном потоке, что затем приводит к неэффективности использования проезжей части.

Условие контроля - любое действие, связанное с попыткой прохождения потока трафика, включая сигнал светофора. Техническое решение: Дизайн светофора имеет решающее значение для оценки пропускной способности дороги, как распределение зеленого времени может максимизировать свободное место, вместо того, чтобы создавать бесполезные задержки и очереди.

Расчет пропускной способности дороги, основанный на ее физическом состоянии (теоретической пропускной способности), имеет ограничения, поскольку на его практические возможности явно влияет аспект участников дорожного движения, характеризующийся их поведением при вождении.

Поведение при вождении связаны с навыками и способностями водителя (водителем должен являться каждый человек, управляющийс автомобилем и наличием водительских прав), а также действиями и реакцией при определенных условиях во время вождения. Несколько исследований по поведению вождения в зависимости от пропускной способности дороги, в которых различные инструменты моделирования используются для получения характеристики поведения при вождении в качестве параметра калибровки.

Один из наиболее широко используемое программное обеспечение для расчета пропускной способности дороги, PTV Vissim, оценивает поведение при вождении как свои рабочие параметры калибровки, а также основные характеристики поведения при следовании за автомобилем, необходимую смену полосы движения, поведение и расстояние смены полосы движения [7].

Параметры поведения водителя. В нашей стране оценка поведения за рулем - сложный процесс. Различные характеристики водителей различаются в зависимости от уровня образования и психологического состояния, в дополнение к привычке в районе проживания, которые могут быть непредсказуемы. Цель исследования - предоставить объективный и надежный инструмент для оценки вождения и поведения за рулем. Ожидается, что данные, полученные с помощью инструмента, будут полезны при анализе воздействия поведений при вождении на дороге.

Оценка поведения при вождении зависит от того, насколько хорошо инструмент решает связанные с ним параметры. Больше параметров, распознаваемых инструментом, которые не исключают эффективности и действенности, лучшее понимание предмета, связанного, в данном случае, с поведением водителя. При вождении параметры поведения водителя являются источником для создания инструмента или мероприятия по оценке параметров поведения водителя. Источником послужит отчет, политика и даже руководство из программы моделирования трафика [8].

ЛИТЕРАТУРА

[1] Department of Main Roads, “Traffic Parameters and Human Factors,” in Road Planning and Design Manual, no. August, 2014.

[2] Directorate General of Public Works, Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 2017.

[3] Transportation Research Board, Highway capacity manual. 2010.

[4] Indonesian Government, “Road Traffic and Transportation Act Number 22 Year 2009,” 2011.

[5] T. Toledo, “Integrated driving behavior modeling,” Massachusetts, 2013.

[6] R. Akçelik, “The Relationship between Capacity and Driver Behaviour,” in Transportation Research Board, National Roundabout Conference, 2008, no. May, pp. 18–21.

[7] V. L. Knoop, H. J. van Zuylen, and S. P. Hoogendoo Hoogendoorn, “Microscopic Traffic Behaviour near Incidents,” Transportation and Traffic Theory 2009: Golden Jubilee, no. 2007, pp. 75–97, 2009. 9. M. Lu, J. Wang, K. Li, T. Yamamura, and N. Kuge, “Classification of Longitudinal D

[8] F. Viti, S. P. Hoogendoorn, T. P. Alkim, and G. Bootsma, “Driving behavior adaptation to adaptive cruise control: results from a field operational test in the netherlands,” IEEE Intelligent Vehicles Symposium, pp. 745– 750, 2008.

Тұрсынбай Ғ. Б., Нурмуханова А.З., Оспанова Ш.С.

Жүргізушінің сенімділігін анықтайтын фактор ретінде жол белгілерін қолдану

Түйіндеме. Зерттеу нәтижесінде жазылған мақаланың мақсаты көлік жүргізудің әсерін анықтауға және жол сыйымдылығын есептеуге арналған қолайлы құралмен қамтамасыз ету болды. Мақсатқа жету үшін жолдың өткізу қабілеттілігін есептеуге байланысты параметрлер, жүріс тәртібін анықтайтын қосымша параметрлермен топтастырылып, жиналды.

Түйін сөздер: жол қозғалысы, жол-көлік оқиғалары, қозғалыс сыйымдылығы, жүргізуші, көлік.

M. Adambayev, W. Wójcik, Zh. Sarybayeva, A. Kalabayeva
(Kazakh Academy of transport and communications named after M. Tynyshpaev, Almaty
e-mail: adambaev_m@mail.ru, waldemar.wojcik@pollub.pl, a.kalabaeva@list.ru)

SUBSTANTIATION OF THE POSSIBILITY OF AN ADEQUATE ASSESSMENT OF THE DYNAMIC STRUCTURE OF AN INDUSTRIAL CONTROL OBJECT BY THE TYPE OF ITS S-SHAPED ACCELERATION CHARACTERISTIC

Abstract. Currently, in order to obtain an adequate mathematical model of an industrial control object (ICO), an active experiment is used-obtaining a ICO acceleration curve along the studied channel (the reaction of the object to a stepped input effect). The bulk of the ICO have s-shaped acceleration curves. The paper proves that the inertial link of the second order always gives the acceleration curve of the S-shape. The mathematical model of such a link is known from the course of the theory of automatic control. The method of identification of complex ICO with S-shaped acceleration curve is proposed, which involves the determination of the structure of such objects as the second-order inertial link, and its dynamic parameters (gain, time constants) are determined by the use of a special mathematical technique. the adequacy of the obtained mathematical model is very high, and a small error (about 0.5÷2% of a separate model) is determined by the errors of experimental data processing.

Keywords: monotone S-shaped acceleration curve, II-order inertial link, transfer function, identification, active experiment.

М.Д. Адамбаев, В. Вуйцик, Ж. М. Сарыбаева, А.Е. Калабаева
(М.Тынышбаев атындағы қазақ көлік және коммуникациялар академиясы, Алматы қ.
e-mail: adambaev_m@mail.ru, waldemar.wojcik@pollub.pl, a.kalabaeva@list.ru)

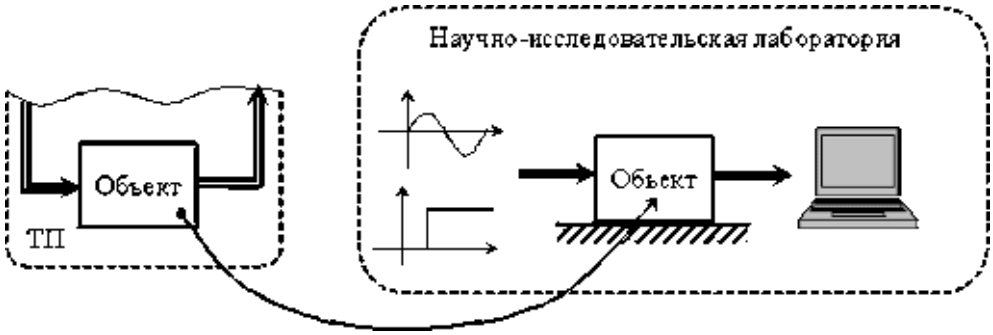
ӨНЕРКӘСІПТІК БАСҚАРУ ОБЪЕКТІСІНІҢ ДИНАМИКАЛЫҚ ҚҰРЫЛЫМЫН ОНЫҢ S-ПІШІНДІ ЕКПІНДІ СИПАТТАМАСЫНЫҢ ТҮРІ БОЙЫНША БАРАБАР БАҒАЛАУ МҮМКІНДІГІН НЕГІЗДЕУ

Аңдатпа. Қазіргі уақытта өнеркәсіптік басқару объектісінің (ӨБО) барабар математикалық моделін алу үшін белсенді эксперимент – зерттелетін арна бойынша ӨБО екпін қисығын алу (объектінің сатылы кіріс әсеріне реакциясы) қолданылады. ӨБО -дың негізгі массасы S - пішінді нысанды екпін қисығы бар. Жұмыста негізделген, екінші ретті инерциялық звено әрқашан S-пішінді екпін қисығын береді. Мұндай буындардың математикалық моделі автоматты басқару теориясы курсынан белгілі. Ол екінші ретті инерциялық звеносы сияқты объектілердің құрылымын анықтауды болжайды, ал оның динамикалық параметрлері (күшейту коэффициенті, Тұрақты уақыт) арнайы математикалық қабылдауды қолдану арқылы алынған математикалық модельдің барабарлығы өте жоғары, ал шағын қателік (жеке модельдің 0,5÷2%-ға жуық) эксперименталды деректерді өңдеу қателіктерімен анықталады[1].

Түйінді сөздер: монотонды S-пішінді екпін қисығы, II-ретті инерциялық буын, беріліс функциясы, идентификация, белсенді эксперимент.

Идентификациялау әдістері басқару обьектісіне (БО) кіріс және шығыс сигналдарын талдау кезінде бөлінетін ақпаратты өңдеуге негізделген. Сәйкестендіруде белсенді, пассивті және аралас әдістер қолданылады. Белсенді әдістер басқару объектісінің (БО) кіруіне берілген тестілік (сынақ) әсерлердің берілуімен және шығу сигналдарының зерттелуімен сипатталады. Белсенді идентификация қолданыстағы өнеркәсіптік объектілерге қатысты жаңа технологияларды әзірлеу кезінде, жаңа құбылыстарды зерттеуде, математикалық модельді бастапқы әзірлеуде қолданылады. Көптеген жағдайларда объектінің қалыпты жұмыс істеуін жасанды байқау сигналымен бұзуға мүлдем жол берілмейді, және онда әдетте статистикалық (мысалы, корреляциялық) пассивті идентификация әдістерін қолданады, ал басқару обьектісіне (БО) сигналдардың кездейсоқ табиғи тербелістері қолданылады.

Пассивті сәйкестендіру математикалық үлгіні нақтылау, объектідегі өзгерістерді бақылау үшін қолданылады. Ақпарат объектіні басқару жүйесінде тез қолданылады, сәйкестендіру процесі 1.1 суретте көрсетілген.



1.1-урет. Пассивті сәйкестендіру

Басқару объектілерін белсенді сәйкестендіру уақытша салада да, жиілік саласында да жүргізілуі мүмкін. Бұл ретте әрбір облыста жеке алгоритмдер мен сәйкестендіру әдістері қолданылады.

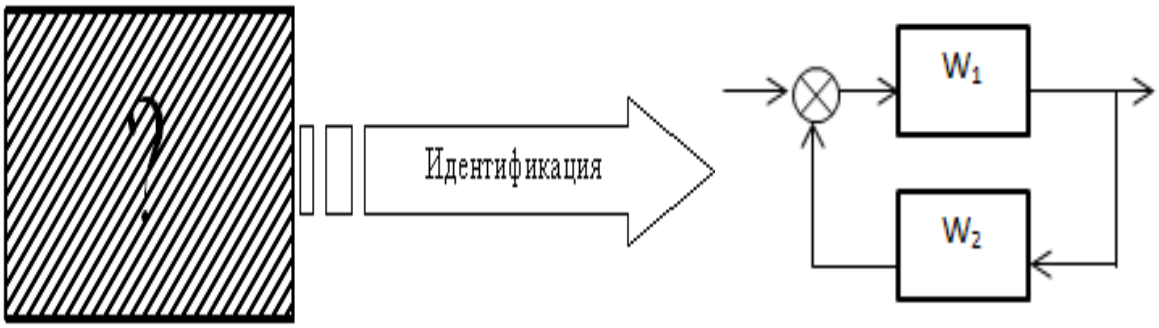
Белсенді сәйкестендіру кезінде көптеген жағдайларда эксперимент нәтижесінде алынған сипаттамаларды пайдаланады:

- жиілік сипаттамалары (АФЖ, ЛАФЖС, және т.б.),
- уақытша сипаттамалар (тапсырманың қадамдық өзгеруі, тапсырманың «тар» импульсі және т.б.

Динамикалық объектілерді сәйкестендіру жалпы жағдайда олардың құрылымы мен параметрлерін байқалатын деректер – кіріс әсері мен шығыс шамалары бойынша анықтаудан тұрады.

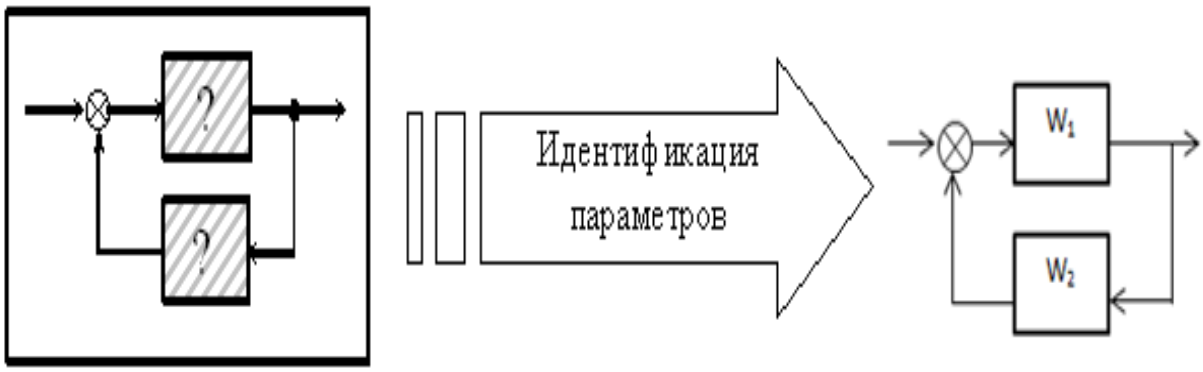
Бұл жағдайда объект (жүйе элементі, басқару объектісі, технологиялық процесс элементі және т.б.) "қара жәшік" болып табылады. Зерттеуші нысанды сыртқы әсерлерге ұшыратып және оның

реакцияларын талдай отырып, математикалық модель (оның құрылымы мен параметрлерінің сипаттамасы) алуы, яғни "қара жәшікті" ақ жәшікке "айналдырып, оның" ақпараттық ашықтығына "қол жеткізуі қажет. Графикалық сәйкестендіру процесі 1.2 суретте көрсетілген.



1.2 Сурет. Сәйкестендірудің графикалық процессі

Бұл үдерістің маңызды сәті сыртқы әсерлерді қосу нүктелерін таңдау және объектінің реакциялары туралы ақпарат жинау, яғни басқару құрылғылары мен датчиктік жүйелерді орналастыру болып табылады (сурет 1.3). Объекттерді идентификациялау кезінде қарапайым (салыстырмалы түрде қарапайым) тапсырма шешіледі, бұл объектінің математикалық моделінің құрылымы алдын ала белгілі болған кезде, бірақ оның параметрлері белгісіз болған жағдайда параметрлерді сәйкестендіру міндетті.



1.3 Сурет. Графикалық түрде параметрлерді анықтау процесі

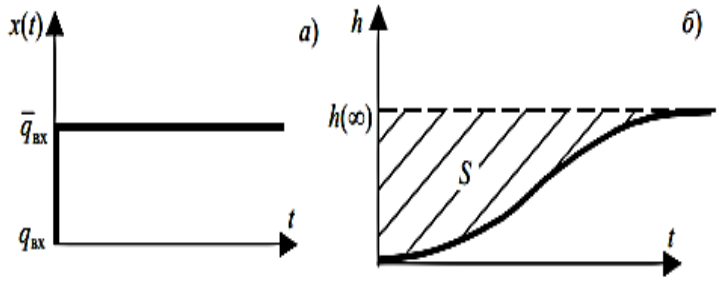
Математикалық модель (сурет) нақты объектінің (түпнұсқаның, бейненің) дерексіз көрінісі болып табылады. Модель жасалатын және пайдаланылатын объектінің түрі мен мақсатына байланысты формальды сипаттама әртүрлі болуы мүмкін. Объектілерді модельдеу үшін құрылымдық схемалар, операторлық теңдеулер, алгебралық теңдеулер, дифференциалдық, интегралды және интегралды-дифференциалдық теңдеулер, маркалық тізбектер, беріліс функциялары, жиілік сипаттамалар, салмақ функциялар, бағандар және т. б. пайдаланылады. Бұл әдістердің барлығы объектінің кіріс және шығыс сигналдарын функционалды байланыстырады.

Объектінің математикалық сипаттамасын алу үшін екі принципті түрлі тәсіл болады:

1) объектідегі физикалық процестер туралы априорлық білімге негізделген математикалық модель құрудың теориялық әдістері;

2) Объектінің нақты сипаттамаларын өлшеуге негізделген сәйкестендіру әдістері.

Өтпелі функцияны алу үшін стандартты сигнал ретінде уақыт функциясы қолданылады. Мұндай әсерге, мысалы, реттеу жүйелерінде жүктемені тастау немесе қосу (реттеу жүйесіндегі мотордың істен шығуы) сәйкес келеді (сурет 1.4).



1.4 Сурет. Өтпелі сипаттама: а) бастапқы әрекет; б) екпін қисығы S- тәріздес

Өтпелі функция x(t) = 1(t) кіріс сигналы және нөлдік бастапқы жағдайларда сызықтық дифференциалдық теңдеуді шешуге арналған аналитикалық өрнек деп аталады.

$$\boldsymbol{a_n y^n(t) + a_{n-1} y^{(n-1)}(t) + \cdots + a_1 \acute{y}(t) + a_0 y(t) = b_0 1(t)} \qquad \boldsymbol{(1.1)}$$

$$\boldsymbol{y(0) = 0;\ \acute{y}(0),\ y^{n-1}(0) = 0}$$

Екпін қисығы деп объектінің (жүйенің) нөлдік бастапқы жағдайларда бір сатылы әсерге реакциясы деп аталады.

Екінші ретті инерциялық байланыстың өтпелі процессі:

$$\mathbf{W(p) = \frac{k}{(T_1 p + 1)(T_2 p + 1)}} \qquad \mathbf{(1.2)}$$

Берілгені:
T_1= 0,2;
T_2= 2;
к= 10

$$\boldsymbol{W(p) = \frac{k}{(T_1 p + 1)(T_2 p + 1)} = \frac{k}{T_1 T_2 p(T_1 + T_2) + 1}}$$

$$\boldsymbol{W(p) = \frac{10}{(0.2p + 1)(2p + 1)} = \frac{10}{(0.4p^2 + 0.2p + 2p + 1)} = \frac{10}{(0.4p^2 + 2.2p + 1)}}$$

$$\boldsymbol{W(p) = \frac{F_1(p)}{F_2(p)}}$$

Карсон- Хевисайдтың екінші ыдырау теоремасын пайдаланамыз:

$$\boldsymbol{y(t) = \frac{F_1(0)}{F_2(0)} + \sum_{k=1}^{n} \frac{F_1(pk)}{p_k \cdot \acute{F}_2(pk)} e^{p_k t}} \qquad \mathbf{(1.3)}$$

$\mathbf{F_2 = 0.4p^2 + 2.2p + 1}$
$\mathbf{F_2 = 0.8p + 2.2}$

$\mathbf{F_2(p)}$ түбірлерін табамыз:

$\mathbf{p_1 = 0.2p + 1}$
0.2p+1=0
$\mathbf{p_1 = -\frac{1}{0.2} = -5}$

$\mathbf{p_2 = 2p + 1}$
$\mathbf{2p + 1 = 0}$
2p= -1 $\mathbf{p_2 = -0.5}$

Карсон- Хевисойдтың II- ші ыдырау теоремасына қоямыз:

$$y(t) = \frac{k}{1} + \frac{k}{-\frac{1}{T_1}\left[2T_1T_2 \cdot \left(-\frac{1}{T_1}\right) + T_1 + T_2\right]} \cdot e^{-\frac{1}{T_1}t} +$$

$$+ \frac{k}{\left[2T_1T_2 \cdot \left(-\frac{1}{T_2}\right) + T_1 + T_2\right]} \cdot e^{-\frac{1}{T_2}t}$$

$$y(t) = k + \frac{k}{\frac{T_2}{T_1} - 1 - \frac{T_2}{T_1}} \cdot e^{-\frac{1}{T_1}t} \quad \frac{k}{\frac{T_1}{T_2} - 1 - \frac{T_1}{T_2}} \cdot e^{-\frac{1}{T_2}t} \qquad (1.4)$$

Мәндерді орындарына қойып шығарамыз:

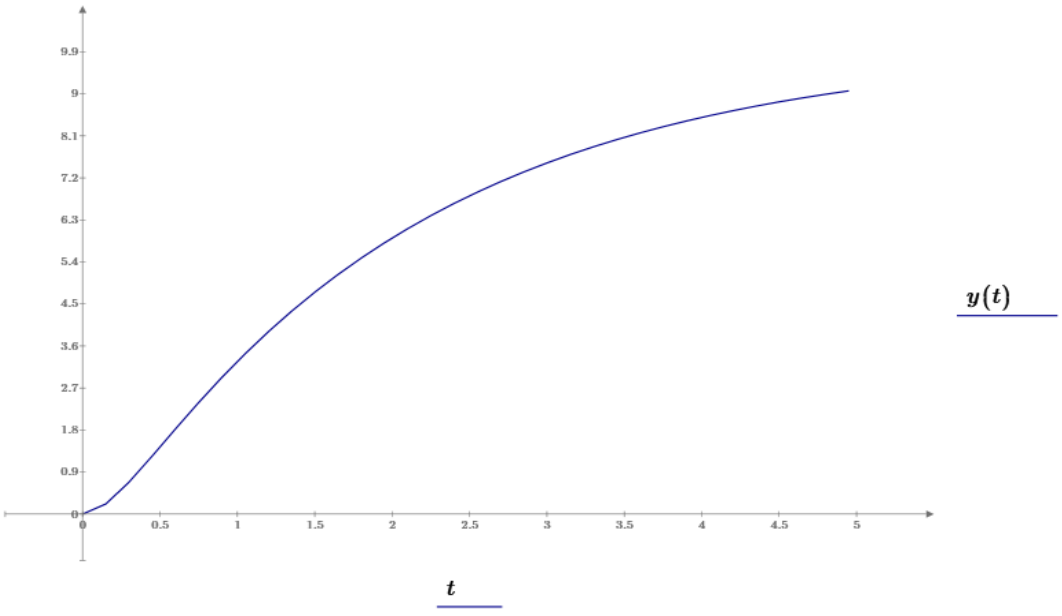
$$y(t) = 10 + \frac{10}{\frac{2}{0.2} - 1} e^{-5t} + \frac{10}{\frac{0.2}{2} - 1} e^{-0.5t} = 10 + 1.11e^{-5t} - 11.11e^{-0.5t}$$

$$y(t) = 10 + 1.11e^{-5t} - 11.11e^{-0.5t}$$

Кесте 1.1. **Екінші ретті инерциялық буынның беріліс функциясының мәндері**

t	0	0,45	0,9	1,2	1,65	1,95	2,1	2,4	2,7	3
У	0	1,24	2,92	3,9	5,13	5,80	6,11	6,65	7,12	7,52

Есептелген мәннен график тұрғызамыз (сурет 1.5) :



1.5 Сурет. Инерциялық буынның өтпелі процессінің графигі

Қорытынды

II инерциялық байланыстардың сериялық қосылуы (екінші ретті инерциялық буын) әрдайым S тәрізді өтпелі болады. Сондықтан, егер белгісіз зерттеу нысаны S-тәрізді үдеу сызығын берсе, онда оның математикалық моделін II ретті инерциялық байланыс ретінде анықтауға болады.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Васильев Д.В., Чуич В.Г. Системы автоматического управления (примеры расчета). – М.: Высшая школа, 1967.

[2] Адамбаев М.Д. Определение динамической структуры и параметров промышленных объектов управления. – Алматы, комплекс 2010.

[3] Адамбаев М.Д. Теория и практика технического эксперимента (учебник рекомендованный МОН РК). – Алматы: КазНТУ им К.И. Сатпаева, 2013.

[4] Льюнг Л. Идентификация систем (теории для пользователя). – М.: Высшая школа, 1991.

[5] Адамбаев М.Д. Автоматтандырылған реттеу мен реттегіштер. Оқу құралы. – Астана: Фолиант, 2018 – 216 б.

[6] Адамбаев М.Д., Джулаева Ж.Т., Калабаева А.Е. Сызықты автоматты реттеу жүйелері (математикалық негіздері) Оқу құралы. – Алматы: М. Тынышбаев атындағы ҚазККА, 2019 – 180 б.

Адамбаев М.Д., Вуйцик В., Сарыбаева Ж. М., Калабаева А.Е.

Обоснование возможности адекватной оценки динамической структуры промышленного объекта управления по виду его *S*-образной разгонной характеристики

Резюме. В настоящее время для получения адекватной математической модели промышленного объекта управления (ПОУ) используют активный эксперимент – получение кривой разгона ПОУ по исследуемому каналу (реакция объекта на ступенчатое входное воздействие). Основная масса ПОУ имеют кривые разгона *S*-образной формы. В работе обосновано инерционное звено второго порядка всегда дает кривую разгона *S*-образной формы. Математическая модель такого звена известна из курса теории автоматического управления. Предложен метод идентификации сложных ПОУ с *S*-образной кривой разгона, который предполагает определение структуры таких объектов как инерционное звено второго порядка, а его динамические параметры (коэффициент усиления, постоянные времени) определяются применением специального математического приема адекватность полученной математической модели весьма высокая, а небольшая погрешность (порядка 0,5÷2% отдельной модели) определяется погрешностями отработки экспериментальных данных[1].

Ключевые слова: монотонная S-образная кривая разгона, инерционное звено II-порядка, передаточная функция, идентификация, активный эксперимент.

УДК 532.536

Zh.K. Akasheva, B.K. Assilbekov, A.A. Kudaikulov
(Satbayev University, Almaty, Kazakhstan
e-mail: zhibek_akasheva@mail.ru)

REVIEW OF STUDIES ON THE TWO-PHASE FLUID FLOW AT THE PORE-SCALE

Abstract. This paper provides an overview of studies of the flow of a two-phase fluid on the pore-scale. As the need for reliable theories of two-phase flow in a porous medium is constantly growing, a deeper understanding of the multiphase flow of two immiscible fluids in a porous medium, as well as the study of factors affecting the structure of a porous medium during multiphase flow, is important for all practical applications. This work includes methods based on pore-scale computer simulation and equation scaling from micro-level to macro-level. Compared to physical experiments, computer simulation of a two-phase flow has such advantages as the ability to reuse the same core, a shorter time to determine the effective (macroscopic) parameters of a porous medium (permeability and porosity), and also requires lower financial costs.

Key words: two-phase flow, absolute permeability, relative phase permeability, capillary pressure, porous medium, pore-scale modeling.

Ж.К. Акашева, Б.К. Асилбеков, А.А. Кудайкулов
(Satbayev University, Алматы, Казахстан
e-mail: zhibek_akasheva@mail.ru)

ОБЗОР ИССЛЕДОВАНИЙ ТЕЧЕНИЯ ДВУХФАЗНОЙ ЖИДКОСТИ В МАСШТАБЕ ПОР

Аннотация. В работе представлен обзор исследований течения двухфазной жидкости в масштабе пор. В связи с тем, что потребность в надежных теориях двухфазного течения в пористой среде постоянно растет, более глубокое понимание многофазного течения двух несмешивающихся жидкостей в пористой среде, а также исследование факторов, влияющих на структуру пористой среды во время многофазного течения важно для всех практического применения. Современные исследования включают методы, основанные на компьютерном моделировании в пористом масштабе и масштабировании уравнений от микроуровня до макроуровня. По сравнению с физическими экспериментами компьютерное моделирование двухфазного течения имеет такие

преимущества, как возможность повторного использования одного и того же керна, меньшее время определения эффективных (макроскопических) параметров пористой среды (проницаемость и пористость), а также требует меньших финансовых затрат.

Ключевые слова: Двухфазное течение, абсолютная проницаемость, относительная фазовая проницаемость, капиллярное давление, пористая среда, поромасштабное моделирование.

Введение. В настоящее время актуальные проблемы механики жидкости и газа требуют более детального изучения для оптимизации процессов, например, происходящих в пористых средах. Поэтому течение двухфазной жидкости в пористой среде представляет собой особый научный интерес.

Обзор литературы. Существуют различные методы расчета течения жидкости в пористой среде в масштабе пор. В частности, поросетевая модель в работах [1-3] широко используется для понимания процесса вытеснения многофазных жидкостей в пористых средах. Поросетевая модель является эффективной при вычислениях, также она является заслуживающим внимания инструментом для понимания многофазного потока в масштабе пор. Однако, данная модель основана на упрощенной геометрии и физике, что ограничивает ее возможности для прогнозирования [4].

Модель Больцмана используется для моделирования потока через реалистичную геометрию пор пористой среды, как для однофазного, так и для многофазного потока. В работе [5] модель Больцмана используется для моделирования двухфазного потока в масштабе пор. Однако, применение этой модели к многофазному потоку ограничено допустимым кругом свойств жидкости из-за ограниченной численной стабильности и ее высокими вычислительными затратами.

Другие подходы, которые используют точную геометрию в качестве входных данных для численного моделирования потока жидкости в пористых средах, включают: метод объема жидкости [6-8], гидродинамику сглаженных частиц [9], функцию установки уровней [10] и функциональный метод плотности [11].

В работе [6] описывается устойчивая численная схема для моделирования многофазного потока в пористых средах, где характерный размер области потока составляет порядка от микрон до миллиметра. Численный метод разработан для эффективного моделирования многофазного течения в пористых средах со сложным движением границы раздела фаз и нерегулярными твердыми границами.

В работе [12] теоретически и численно прогнозируется проницаемость упорядоченной волокнистой пористой среды. Теоретическое прогнозирование профиля скорости позволяет детально исследовать течение жидкости в масштабе пор или в микромасштабе.

Поскольку потребность в надежных теориях двухфазного течения в пористых средах в масштабе пор постоянно возрастает, исследование явления пальцеобразования важно для практического применения. Явление пальцеобразования на границе раздела между двумя несмешивающимися жидкостями можно наблюдать при течении под давлением двух несмешивающихся жидкостей в канале. Пальцеобразование может привести к снижению добычи нефти за счет вытеснения воды или газа в пористой среде [13]. В работе [14] исследуется клинообразное пальцеобразование между двумя несмешивающимися жидкостями при течении в канале с различными размерами сетки.

Работа [16] описывает базовую технологию, а именно визуализацию порового пространства горных пород в масштабе от нанометра и выше, в сочетании с набором различных численных методов для моделирования одно- и многофазного потока и транспорта с помощью данных изображений. Авторы приходят к заключению, что моделирование в масштабе пор, вероятно, станет более широко применяемым в нефтяной промышленности, включая оценку нетрадиционных ресурсов нефти и газа.

В работе [17] приведен прогноз свойств течения для различных горных пород с использованием моделирования в масштабе пор для геологически реалистичных сетей. Поровое пространство представлено топологически неупорядоченной решеткой пор, связанных между собой горловинами с угловыми сечениями. Была успешно предсказана однофазная неньютоновская реология, а также двух- и трехфазная относительные проницаемости сред, смачиваемых водой. Распределение пор по размерам поровой сети может быть настроено так, чтобы совпадать с данными о капиллярном давлении, когда изображение интересующей поровой сети недоступно.

Большой интерес вызывают исследования, проводимые на различных образцах керна для определения основных характеристик образцов керна (абсолютная проницаемость, пористость, связанность пор, распределение пор по размерам), а также основные характеристики течения двухфазной жидкости сквозь керны (относительные фазовые проницаемости и капиллярное давление).

В работе [18] экспериментально изучено растворение известняка при помощи закачки водой, обогащенной углекислым газом. Авторы измерили пористость и проницаемость керна во время растворения периодическим сканированием с помощью микротомографа с разрешением в 4,91 мкм, затем построили зависимость проницаемости керна от его открытой пористости. Их результаты показали, что степень в степенном законе пористость-проницаемость уменьшается с течением процесса растворения.

В работе [19] экспериментально было изучено изменение пористости и проницаемости во время закачки углекислого газа в известняк. В результате авторы получили распределение пористости по длине керна и 3D изображение керна до и после его растворения углекислым газом. Для этого они сканировали керн до и после его растворения.

В работе [20] было экспериментально исследовано влияние закачки различных жидкостей (обогащенных углекислым газом) с разными значениями pH на изменение пористости, проницаемости и другие свойства.

В работе [21] экспериментально изучено влияние режима равномерного растворения карбонатного керна Кеттон во время закачки рассола, насыщенного углекислым газом. Во время исследования они сравнили распределение пористости до, на 67 и 149 минутах растворения керна и определили зависимость проницаемости от пористости со степенью 5,16 в степенном законе. Также было изучено изменение распределения пор по размерам до и после закачки рассола.

В работах [22-24] были исследованы влияние режимов растворения карбонатных кернов закачкой жидкости, обогащенной углекислым газом, с использованием поромасштабного моделирования на основе изображений, полученных с помощью микротомографии.

Выводы. приведен обзор исследований двухфазного течения в масштабе пор. В существующих исследованиях в основном изучено влияние режимов растворения кернов закачкой жидкостей, обогащенных углекислым газом только на абсолютную пористость и проницаемость, а также на их взаимосвязь. Отсюда следует, что исследования, связанные с изучением влияния режимов растворения кернов соляной кислотой на относительные фазовые проницаемости и капиллярное давление, имеют высокую актуальность.

Благодарность. *Данное исследование финансируется Комитетом науки Министерства образования и науки Республики Казахстан (грант №AP08052055 «Исследование влияния режимов растворения карбонатных образцов керна на характеристики течения двухфазной жидкости сквозь него в масштабе пор»), за что авторы выражают признательность.*

ЛИТЕРАТУРА

[1] M.J. Blunt, P. King. Relative permeabilities from two- and three-dimensional pore-scale network modelling // Transport in Porous Media 6 (4) (1991). – pp. 407-433.

[2] K.E. Thompson. Pore-scale modeling of fluid transport in disordered fibrous materials // AIChE Journal 48 (7) (2002). – pp. 1369-1389.

[3] M. Piri, M.J. Blunt. Three-dimensional mixed-wet random pore-scale network modeling of two- and three-phase flow in porous media. I. Model description, Physical Review E 71 (2) (2005).

[4] M.J. Blunt. Flow in porous media-pore network models and multiphase flow, Current Opinion Colloid Interface Science 6(3) (2001). – pp. 197-207.

[5] C. Pan, M. Hilpert, C.T. Miller. Lattice Boltzmann simulation of two-phase flow in porous media // Water Resources Research 40 (1) (2004).

[6] A.Q. Raeini, M.J. Blunt, B. Bijeljic. Modelling two-phase flow in porous media at the pore scale using the volume-of-fluid method // Journal of Computational Physics 231 (2012). – pp. 5653-5668.

[7] H. Huang, P. Meakin, M.B. Liu. Computer simulation of two-phase immiscible fluid motion in unsaturated complex fractures using a volume of fluid method // Water Resources Research 411 (12) (2005).

[8] A.Q. Raeini, M.J. Blunt, B. Bijeljic. Direct simulations of two-phase flow on micro-CT images of porous media and upscaling of pore-scale forces. Advances in Water Resources 74 (2014). – pp. 116-126.

[9] A.M. Tartakovsky, N. Trask, K. Pan, B. Jones. Smoothed particle hydrodynamics and its applications for multiphase flow and reactive transport in porous media // Computational Geosciences 20 (4) (2015). – pp. 1–28.

[10] M. Sussman, P. Smereka, S. Osher. A level set approach for computing solutions to incompressible two-phase flow // Journal of Computational Physics 114 (1) (1994) P.146–159.

[11] O. Dinariev, N. Evseev. Multiphase flow modeling with density functional method // Computational Geoscience 20 (4) (2015). – pp. 1–22.

[12] Kudaikulov A., Josserand C., Kaltayev A. Theoretical and Numerical Prediction of the Permeability of Fibrous Porous Media // Mathematical Modeling of Technological Processes, Series of Communications in Computer and Information Science, Book Series. - Springer, 2015. - Vol. 549. – pp. 85-93.

[13] A.A. Kudaikulov, C. Josserand, A. Kaltayev. Numerical investigation of fingering pattern formation during the flow of two immiscible fluids in a channel // News of the NAS of the RK, Physico-mathematical series, Volume 3, Number 307. –Almaty, 2016. – pp. 86 – 90.

[14] Zh.K. Akasheva, B.K. Assilbekov, A.A. Kudaikulov. Numerical investigation of fingering formation during the flow of two immiscible fluids in a channel with different grids // Proceedings of Satpayev's readings "Innovative technologies are the key to the successful solution of fundamental and applied problems in the ore and oil and gas sectors of the economy of the Republic of Kazakhstan", Volume I, 2019. – pp. 509-513.

[15] C. Soulaine, F. Gjetvaj, Ch. Garing, S. Roman, A. Russian, et al.. The Impact of Sub-Resolution Porosity of X-ray Microtomography Images on the Permeability. Transport in Porous Media, Springer Verlag, 2016, 113(1), – pp. 227-243.

[16] M.J. Blunt, B. Bijeljic, H. Dong, O. Gharbi, S. Iglauer, P. Mostaghimi, A. Paluszny, C. Pentland. Pore-scale imaging and modelling // Advances in Water Resources, Vol. 51, 2013. – pp. 197-216.

[17] P. Valvatne, M. Piri, X. Lopez, M.J. Blunt. Predictive Pore-Scale Modeling of Single and Multiphase Flow // Transport in Porous Media 58(1) 2005. – pp. 23-41.

[18] Noiriel C., P. Gouze and D. Bernard (2004). Investigation of porosity and permeability effects from microstructure changes during limestone dissolution, Geophys. Res. Lett., 31, L24603, doi:10.1029/2004GL021572.

[19] L. Luquot, P. Gouze. Experimental determination of porosity and permeability changes induced by injection of CO2 into carbonate rocks. Chemical Geology, Vol. 265 (2009). – pp. 148-159.

[20] S. Vialle, S. Contraires, B. Zinzsner, J.-B. Clavaud, K. Mahiouz, P. Zuddas, and M. Zamora (2014), Percolation of CO2-rich fluids in a limestone sample: Evolution of hydraulic, electrical, chemical, and structural properties, J. Geophys. Res. Solid Earth, 119, 2828–2847, doi:10.1002/ 2013JB010656.

[21] H.P. Menke, B. Bijeljic, M.G. Andrew, M.J. Blunt. Dynamic Three-Dimensional Pore-Scale Imaging of Reaction in a Carbonate at Reservoir Conditions. Environ. Sci. Technol. 2015, 49, – pp. 4407-4414. DOI: 10.1021/es505789f.

[22] C. Soulaine, S. Roman, A. Kovscek and Hamdi A. Tchelepi. Mineral dissolution and wormholing from a pore-scale perspective. J. Fluid Mech. (2017), Vol. 827, – pp. 457-483. doi:10.1017/jfm.2017.499.

[23] Y. Hao, Megan M. Smith, S.A. Carroll. Multiscale modeling of CO2-induced carbonate dissolution: From core to meter scale. Int. J. of Greenhouse Gas Control, Vol. 88 (2019). – pp. 272-289.

1. K. Singh, B.U. Anabaraonye, M.J. Blunt, J. Crawshaw. Partial dissolution of carbonate rock grains during reactive CO2-saturated brine injection under reservoir conditions. Advances in Water Resources, Vol. 122 (2018). – pp. 27-36.

Акашева Ж.К., Асилбеков Б.К., Кудайкулов А.А.

Кеуектік масштабтағы сұйықтықтың екі фазалы ағыны туралы зерттеулерге шолу

Түйіндеме. Бұл жұмыста екі фазалы сұйықтық ағынының кеуекті масштабтағы ағыны туралы зерттеулерге шолу берілген. Бұл жұмыс компьютерлік кеуекті масштабтау мен теңдеулерді масштабтан макродеңгейге масштабтауға негізделген әдістерді қамтиды. Физикалық эксперименттермен салыстырғанда екі фазалы ағынды компьютерлік модельдеу бір ядроны қайта пайдалану мүмкіндігі, кеуекті ортаның тиімді (макроскопиялық) параметрлерін анықтау үшін қысқа уақыт (өткізгіштік пен кеуектілік) сияқты артықшылықтарға ие, сонымен қатар төмендеуді қажет етеді қаржылық шығындар.

Түйінді сөздер: екі фазалы ағын, абсолютті өткізгіштік, салыстырмалы фазалық өткізгіштік, капиллярлық қысым, кеуекті орта, кеуекті масштабты модельдеу.

УДК 007.51

N. Astapenko, G. Ponomarev, A. Kashevkin

INFLUENCE OF HARD AND SOFT SKILLS ON SUCCESS OF SPECIALIST OF ENGINEERING AND DIGITAL TECHNOLOGIES

Abstract. Modern research shows the urgent need to develop in future specialists not only hard skills (professional skills), but also soft skills (social, intellectual and volitional competencies, such as sociability, teamwork, creativity, punctuality, balance), especially in the field of engineering and digital technology. Today, education does not meet the real needs of employers and the actual pressing needs of the national economy. The authors put forward the idea of developing and measuring the level of soft skills, in order to prepare specialists of a new formation who are ready to work in the conditions of modern business requirements.

Key words: hard skills, soft skills, rating scale, specialist, engineer.

[1]Н.В. Астапенко, [2]Г.В. Пономарев, [1]А.А. Кашевкин
([1]Северо-Казахстанский университет имени М.Козыбаева,
[2]АО «Национальные информационные технологии»,
Петропавловск, Республика Казахстан, astankin@mail.ru)

ВЛИЯНИЕ HARD И SOFT SKILLS НА УСПЕШНОСТЬ СПЕЦИАЛИСТА ИНЖЕНЕРИИ И ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Аннотация. Современные исследования показывают назревшую необходимость развивать в будущих специалистах не только hard skills (профессиональные навыки), но и soft skills (социальные, интеллектуальные и волевые компетенции, как коммуникабельность, умение работать в команде, креативность, пунктуальность, уравновешенность), особенно в сфере инженерии и цифровых технологий. На сегодняшний день образование не соответствует реальным запросам работодателей и действительным насущным нуждам народного хозяйства. Авторами выдвигается идея развития и измерения уровня soft skills, с целью подготовки специалистов новой формации, готовых работать в условиях современных требований бизнеса.

Ключевые слова: hard skills, soft skills, оценочная шкала, специалист, инженер.

Профессия инженера требует у выпускника вуза профильных знаний, однако в последнее время важнейшим вопросом становится подготовка кадров, обладающих творческим, креативным потенциалом, умеющих работать и думать в новом мире. Важно, чтобы обучающийся овладел умениями и навыками, средствами коммуникации, а также чтобы знал, как опираться на эти умения и знания в своей профессиональной деятельности. В утвержденной госпрограмме «Цифровой Казахстан» направление «Развитие человеческого капитала» также является ключевым, так как от этого зависит продвижение остальных направлений [1]. Важнейшим вопросом становится подготовка кадров, обладающих творческим, креативным потенциалом, умеющих работать и думать в новом мире. Важно, чтобы обучающийся овладел умениями и навыками, средствами коммуникации, а также чтобы знал, как опираться на эти умения и знания в своей профессиональной деятельности.

Причина, по которой современное высшее образование не соответствует реальным запросам работодателей и действительным насущным нуждам народного хозяйства, заключается в том, что система образования сосредоточена на развитии только профессиональных компетенций. Однако востребовательность специалиста на рынке труда зависит от двух видов навыков hard skills и soft skills [2].

Hard skills (англ. «жесткие», трудовые навыки)− профессиональные навыки, которым можно научить и которые можно измерить [3]. Hard skills требуются работодателям от соискателей и сотрудников, это сложные навыки, воплощенные в приобретенных квалификациях. Примерами этих навыков у специалистов инженерии и цифровых технологий могут быть следующие [4]: способность к программированию, умение осуществлять статистический анализ и т.д. Для обучения hard skills необходимо усвоить знания и инструкции, качество обучения можно проверить с помощью экзамена.

Soft skills (англ. «мягкие» навыки)− универсальные компетенции, которые не поддаются количественному измерению [5, 6]. Примеры soft skills: преодоление барьеров в общении, построение отношений с клиентами, планирование работы, сотрудничество с другими и т.д. В IT-сфере – это те знания и умения, которые не имеют отношения к разработке или тестированию, но необходимы для успешной работы в команде. Они больше соответствуют приобретенным навыкам, чем психологические черты, предпочтения, мотивация и другие предрасположенности, обычно называемые некогнитивными способностями. Различие между этими двумя категориями может быть проиллюстрировано различием между коммуникативностью (предрасположенность) и способностью эффективно общаться в рабочей среде (soft skill), потому что даже человек с низкой степенью коммуникативности может быть очень хорошим коммуникатор (благодаря знанию соответствующих методов и инструментов), который может, например, передавать сложную информацию другим без предвзятости. Более того, некоторые мягкие навыки более тесно связаны с когнитивными, чем с некогнитивными способностями (например, решение проблем, планирование и организация или изучение и ориентация в информации).

Оба типа навыка значительно увеличивают производительность человека. За последние десятилетия мировые ученые оценивают актуальность внедрения программ развития soft skills наряду с профессиональными компетенциями, особенно в области инженерии и цифровых технологий. Стоит признать, что soft skills −это компетенции будущего. Из двух IT-специалистов более успешным станет

тот, кто будет развивать свои социальные компетенции. Вероятно, он сможет сделать более успешную научную карьеру, чем его необщительный коллега [2].

Для hard skills существуют подтверждающие сертификаты и дипломы о том, что сотрудник имеет необходимые профессиональные навыки. Soft skills не имеют сертификации и доказать их наличие гораздо труднее. Различия между сложными и мягкими навыками заключаются не только в ограниченной связи с квалификацией и отсутствием полномочий в случае мягких навыков (поскольку нет диплома, подтверждающего уровень мягких навыков человека), но и в их развитии. Поскольку трудовые навыки тесно связаны главным образом со знаниями их можно относительно легко обучить и измерить. «Мягкие» навыки, однако, более тесно связаны с отношениями, определяемыми как «стабильная, длительная, выученная предрасположенность реагировать на определенные вещи в определенной ситуации» [7], проистекающие в основном из психологических особенностей, предпочтений, опыт, опыт работы и т. д. Это делает его развитие более медленным и более сложным, поскольку, например, для улучшения коммуникативного сотрудничества часто требуется сначала изменить отношение персоналия, а затем помочь освоить методы для повышения этого навыка [8]. Кроме того, измерение «мягких» навыков является сложным, поскольку нет объективного способа проверить сам навык в отличие от трудовых навыков.

Зарубежные исследователи изучали вопрос связи soft skills и величине заработной платы. В рецензируемых статьях [9] показано, что изменения в требованиях работодателей к мягким навыкам у работников, сопровождаемые соответствующим ростом их заработной платы, вместе с изменениями в распределении этих навыков между полами привели к значительному снижению разрыва между уровнями заработной платы. Этот вывод согласуется с результатами в зарубежных исследованиях [10-13].

Очень сложно измерить мягкие навыки (например, сотрудничество, ориентация на потребителя, лидерство и т. д.). По сведениям авторов, отсутствует тест, который объективно оценивает поведение человека на рабочем месте, поскольку это интерактивный процесс в зависимости от контекста. Наблюдение, которое является подходящим методом для этой задачи, слишком дорого для применения на больших выборках. Эмпирическая литература, сфокусированная на возврате заработной платы к мягким навыкам, использует две разные методологии измерения [9]:

– прямой метод основан на опросе людей об их прошлом поведении, приближающемся к данным навыкам;

– косвенный метод аппроксимирует мягкие навыки человека по рабочим задачам, которые определяются квалифицированными экспертами или самими работниками.

В статье [2] приводятся результаты исследования влияния soft skill на размер заработной платы, основанного на данных из Чешской Республики. Использовались три источника данных: индивидуальный опрос сотрудников, Albertina Firm Monitor и Национальная система занятий (NSP - Narodm soustava povolanf). Выборка содержала подробную информацию о 1500 работниках в возрасте 25-54 лет, включая уровни 15 мягких навыков, необходимых для их работы. Структура исследования отражает основные области текущих экономических исследований по определению заработной платы, таким образом, она предоставляет информацию, в частности, о доходах респондентов, личных характеристиках, образовании, опыте работы, предпочтениях, связанных с работой, семейными и жизненными ролями, физиологических характеристиках, психологических особенностях и характеристики семейного происхождения, домохозяйств и рабочего места. Результат исследования показал, что уровни образования, мягкие навыки, когнитивные и некогнитивные способности, предпочтения и другие личные качества обычно оказывают решающее влияние как на выбор желаемой работы, выполняемой отдельным лицом, так и на выбор подходящего работника, сделанного работодателем.

Проанализировав, результаты упомянутых зарубежных исследований, авторы предлагают оценивать soft skills комплексно по всем навыкам. Оцениванию подлежат следующие навыки:

– способность принимать во внимание реакции других (способность понимать вербальную и невербальную информацию);

– способность преодолевать барьеры в процессе коммуникации;

– способность принимать и работать с аргументами других;

– умение ясно и понятно выразить себя;

– умение выразить себя в письменной форме;

– способность быть настойчивым, выражать несогласие;

– способность к саморефлексии;

– возможность настроить стиль общения, привлечь внимание получателей и предвидеть реакцию;
– способность представлять информацию другим.
Составлена работоспособная шкала комплексного оценивания (таблица 1).

Таблица 1. **Шкала оценивания уровня овладения soft skills обучающимся**

Уровень освоения, %	Характеристика уровня овладения soft skills
0-40	Он / она формулирует свои идеи в речи и письме с большими трудностями; его / ее способность слушать других - ограничена; четкость предоставления информации носит случайный, эпизодический и фрагментарный характер.
50-60	Он / она формулирует идеи, особенно в письменной форме, в соответствии с требованиями; имеет тенденцию иметь проблемы со слушанием других; предоставляет информацию только по запросу; его / ее реакции на неожиданные ситуации не являются устойчивыми.
60-70	Ему / ей удается формулировать идеи очень хорошо, как в обычной речи, так и в обычной ситуации; выслушивает других без существенных проблем; предоставляет информацию другим; реагирует на ситуацию адекватно; его / ее общение не всегда убедительно.
70-80	Он / она ясно формулирует идеи как в речи, так и в письме; слушает других; реагирует напористо на развивающуюся ситуацию; способен привлекать внимание других людей; терпим к мнению других людей.
80-90	Его / ее способность формулировать идеи в речи и письме на очень хорошем уровне; он / она активно слушает других людей; самообладание для него / нее естественно; способен представить группе сообщение; обеспечивает среду, способствующую коммуникации, взаимосвязанных участников; приветствует и работает с мнением других людей; может создать конструктивный конфликт; предлагает обратную связь.
90-100	Его / ее способность формулировать идеи как в речи, так и в письме превосходна, он / она практикует активное слушание без исключений при любых обстоятельствах; адекватный уровень самообладания для него естественен; способен обращаться с большой аудиторией и убеждать других; может высказывать реальное мнение других людей и работать с ними; использует конструктивные конфликты; использует обратную связь; способен к налаживанию коммуникации с другими культурами.

Представленная шкала – это первый шаг к интеграции в систему образования элементов развития soft skills у инженеров, главная задача которых не только писать код или тестировать приложения, но и уметь эффективно взаимодействовать с другими членами команды. Подавляющее большинство программ в современных компаниях создается именно в командах и в одиночку создать прибыльный и успешный программный продукт практически невозможно. В сегодняшних условиях развития цифровых технологий инженер – это командный игрок, обязанный обладать навыками межличностного общения: уметь задавать вопросы, слушать и слышать другого, аргументированно высказывать свое мнение. Кроме того, soft skills необходимы инженеру для грамотного планирования своего времени, установки эффективных целей, управления своими эмоциями и умения осознанно подходить к работе. Обычно, любой специалист в долгосрочной перспективе стремиться к повышению в должности и, соответственно, в зарплате. В этом случае освоение каждой новой ступени в карьере напрямую связано с «гибкими навыками», так как на высоких руководящих позициях не обойтись без лидерских качеств, сформированного эмоционального интеллекта, навыков конфликт-менеджмента. Soft skills навыки не появятся сами собой, их нужно начинать формировать заблаговременно. Основной площадкой для их развития должны стать вузы. В систему образования помимо технической базы знаний необходимо внедрить методы развития и оценивания soft skills [3-15].

Безусловно для успеха на рынке труда необходимы профессиональные, hard навыки, воплощенные в приобретенных квалификациях. Этот общепринятый факт (подтвержденный также многими эмпирическими исследованиями) отражается в системах образования, которые готовят молодых людей к будущим профессиям, главным образом, путем накопления всех необходимых навыков. Однако hard skills не могут рассматриваться отдельно от soft skills, способностью активно общаться, презентовать проекты, слушать, вести аргументированную дискуссию и т.д. Важность soft навыков для успеха на рынке труда и их развитие в рамках системы образования является темой, которая в последние годы вызывает много дискуссий во многих странах.

Таким образом, эта статья призвана уделить внимание развитию, так как существует взаимосвязь с уровнем заработной платы, эффективностью работы в рабочей группе. Важное значение этой статьи состоит в том, что одновременное накопление soft и hard skills навыков в рамках системы образования было бы наиболее подходящим решением. Существуют подходящие педагогические методы для интенсивного развития soft навыков без какого-либо негативного влияния на накопление hard навыков. Отсутствие на сегодняшний день способов измерения soft skills, является ключевой проблемой. В статье предлагается шкала измерения soft skills, которая позволит включить механизмов их развития в систему образования.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Государственная программа «Цифровой Казахстан» [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://adilet.zan.kz/rus/docs/P1700000827.

[2] Balcar J. Is it better to invest in hard or soft skills? // The Economic and Labour Relations Review. – 2017. – 27(4). – pp. 453-470.

[3] Зачем инженеру soft skills «Хабр» - крупнейший в Европе ресурс для IT-специалистов, издаваемый компанией «ТМ» [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://habr.com/company/epam_systems/blog/418621/.

[4] Зольников А.Е., Ниязбакиев И.И. HARD SKILLS И SOFT SKILLS: В ЧЕМ РАЗНИЦА ДЛЯ ИНЖЕНЕРА? // Научное обозрение. Педагогические науки. – 2019. – № 2-3. – С. 44-48.

[5] Soft skills и Hard skills – в чем разница? // MENTAL SKILLS. Дистанционное обучение с удовольствием [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.mental-skills.ru/synopses/soft-skills-i-nard-skills-v-chem-raznitsa.html.

[6] Hard Skills vs. Soft Skills: What's the Difference? // The balance careers [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.thebalancecareers.com/hard-skills-vs-soft-skills-2063780.

[7] Eurostat (2016) Glossary: Statistical classification of economic activities in the European Community (NACE) [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Glossary:Statistical_classification_of_economic_activities_in_the_European_Comm unity_(NACE).

[8] Balcar J., Homolova E., Karasek Z. et al. Transferable Competences across Economic Sectors: Role and Importance for Employment at European level. Luxembourg: Publications Office of the European Union. –2011.

[9] Balcar J. Soft skills and their wage returns: overview of empirical literature. Review of Economic Perspectives – 2014. – 14(1). – pp. 3-15.

[10] Bacolod M. and Blum BS. Two sides of the same coin: U.S. 'residual' inequality and the gender gap. Working paper [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.rotman.utoronto.ca/bblum/personal/2%20sides.pdf.

[11] Black SE. and Spitz-Oener A. Explaining women's success: technological change and the skill content of women's work. IZA Working paper 2803 [Электронный ресурс] – Режим доступа: ftp://ftp.iza.org/dp2803.pdf.

[12] Borghans L., ter Weel B. and Weinberg BA. People people: social capital and the labor-market outcomes of underrepresented groups. Working Paper 11985. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.nber.org/papers/wll985.pdf.

[13] Bailey J. and Mitchell R.B. Industry perceptions of the competencies needed by computer programmers: technical, business, and soft skills // Journal of Computer Information Systems. – 2006. – Vol. 47 No. 2. – pp. 28-33.

[14] Pezer D. The importance of soft skills in technical education // 7th International Scientific and Expert Conference TEAM 2015 “Technique, Education, Agriculture & Management”. – Belarade, 2015. – pp. 75-79.

[15] Leontyeva E., Bogdanova A., Khachin St. Building Soft Skills of Students at a Technical University // 11th International Conference on Education and New Learning Technologies. DOI: 10.21125/edulearn.2019.0731 – Spain, 2019. – pp. 2685-2690.

Астапенко Н.В., Пономарев Г.В., Кашевкин А.А.

HARD және SOFT SKILLS инженерия және сандық технологиялар маманының табыстылығына әсері

Түйіндеме. Қазіргі заманғы зерттеулер болашақ мамандарға тек hard skills (кәсіби дағдылар) ғана емес, сонымен қатар soft skills (коммуникабельділік, командада жұмыс істей білу, креативтілік, ұқыптылық, тепе-теңдік сияқты әлеуметтік, зияткерлік және ерік құзыреттілігі), әсіресе инженерия және сандық технологиялар саласында дамыту қажеттілігін көрсетеді. Бүгінгі күні білім беру жұмыс берушілердің нақты сұраныстарына және халық шаруашылығының нақты мұқтаждарына сәйкес келмейді. Авторлармен Бизнестің заманауи талаптары жағдайында жұмыс істеуге дайын жаңа формация мамандарын дайындау мақсатында soft skills деңгейін дамыту және өлшеу идеясы ұсынылады.

Түйін сөздер: hard skills, soft skills, бағалау шкаласы, маман, инженер

УДК 004.415.25

N. Astapenko, G. Ponomarev, A. Kashevkin

AUTOMATION OF PROCESS OF ANALYSIS AND FORMATION OF COMPANY'S PRICE AND PRODUCTION STRATEGY

Abstract. This article presents the process of developing a system for supporting management decision-making to build a price and production strategy of the enterprise, which will allow you to predict the economic indicators of production for the future period, calculate the maximum profit when changing production parameters.

Key words: automation, decision support system, analysis, price strategy, factor forecasting model, enterprise.

[1]Н.В. Астапенко, [2]Г.В. Пономарев, [1]А.А. Кашевкин
([1]Северо-Казахстанский университет имени М.Козыбаева,
[2]АО «Национальные информационные технологии»,
Петропавловск, Республика Казахстан, astankin@mail.ru)

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ФАКТОРНОГО АНАЛИЗА И ФОРМИРОВАНИЯ ЦЕНОВОЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СТРАТЕГИИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Аннотация. В данной статье представлен процесс разработки системы поддержки принятия управленческих решений для построения ценовой и производственной стратегии предприятия, которая позволит спрогнозировать экономические показатели производства на будущий период, рассчитать максимальную прибыль при изменении параметров производства.

Ключевые слова: автоматизация, система поддержки принятия решений, анализ, ценовая стратегия, факторная модель прогнозирования, предприятие.

В настоящее время компьютерные технологии применяются в широком спектре производственных процессов, в той или иной мере связанных с информацией, – от подготовки простейшего письма до разработки вариантов оптимального решения. Функционирование автоматизированных информационных систем обеспечивает более качественное решение задач при улучшении оперативности решения и снижении объема ресурсов на предприятиях, занимающихся производством и сбытом продукции. Необходимо найти точку равновесия между ценой и предложением, найти оптимальную стратегию действия предприятия, просчитать поведение всей системы в будущем, спрогнозировать ситуацию на ближайшее будущее, тем самым обеспечить себе выживание в конкурентной борьбе, получение максимальной прибыли и даже возможность выхода на международный рынок. Поэтому необходимо создание автоматизированного средства по принятию управленческих решений для анализа и построения производственной политики предприятия [1-3].

В краткосрочной и долгосрочной перспективе будущее любого предприятия зависит от эффективного планирования деятельности. В большинстве случаев прибыль является конечным результатом, характеризующим финансово-хозяйственную и производственную деятельность предприятия. Поэтому прибыли отводится центральная роль и управление результатами бизнеса требует эффективного и непрерывного планирования этого показателя [4-5]. Процесс непрерывного и эффективного планирования может быть автоматизирован посредством использования компьютерных технологий. В настоящее время рынок компьютеризированных управленческих программ достаточно насыщен, однако цены на эти программы высоки [6]. В данной статье предлагается эффективное программное средство, способное помочь в анализе и построении ценовой и производственной стратегии предприятия. По классификации программных средств, предлагаемый продукт относится к классу систем поддержки принятия решений (СППР).

Система поддержки принятия решений – это компьютерная автоматизированная система, целью которой является помощь людям, принимающим решение в сложных условиях для полного и объективного анализа предметной области. СППР позволяет облегчить работу руководителям предприятий и повысить ее эффективность, значительно ускоряет решение проблем в бизнесе [7].

В процессе анализа и построения ценовой стратегии предприятия на главное место выходит управление прибылью, которое выражает процесс разработки и принятия управленческих решений по

ключевым аспектам, связанным с ее образованием и распределением [8]. На величину прибыли воздействует множество разнонаправленных факторов, что затрудняет прогнозирование прибыли на основе наблюдения за ее динамикой в текущем периоде. Соответственно необходимо использование различных методов и моделей, например, рассмотренных в [9]. Применение математических методов базируется на основе достоверных экономических моделей, учитывающих реальные факторы в прогнозируемом периоде [10]. Эффективное прогнозирование прибыли возможно при синтезе имеющихся методик, раскрывающих различные факторы, воздействующие на величину прибыли [11, 12]. В самом общем виде зависимость результата бизнеса может быть представлена в виде формулы (1):

$$Y = f(\varphi_1, \varphi_2, ..., \varphi_n), \quad (1)$$

где Y – основной результат бизнеса;

$\varphi_1, \varphi_2, ..., \varphi_n$ - использованные факторы производства.

Автоматизация факторной модели формирования прибыли позволяет предприятию проводить анализ прибыли, прогнозировать изменение ее величины и лавировать суммы доходов и расходов, применяя критерий оптимальности [13]. Рассмотрим основные аспекты проектирования системы поддержки принятия управленческих решений для анализа и построения ценовой и производственной стратегии предприятия. На первом этапе проектирования необходимо построить концептуальную модель системы. Источником входной информации являются следующие данные: темп реализации готовой продукции; темп пуска сырья в производство; затраты на реализацию единицы продукции; затраты на хранение единицы продукции на складе за период времени; затраты на производство единицы продукции; себестоимость продаж единицы продукции; коэффициент порчи продукции на складе; объем готовой продукции на складе; объем продукта в производстве; ставка налога на прибыль; ставка налога на добавленную стоимость [14, 15].

Для прогнозирования прибыли на будущий период необходимы следующие отчетные данные: объем продаж; переменные расходы; постоянные расходы. Выходные параметры: коэффициент переменных расходов; маржинальный доход; коэффициент маржинального дохода; прибыль от продаж за текущий период; операционный рычаг; прогнозируемый прирост выручки от продаж; влияние изменения объема продаж; влияние структурного (ассортиментного) сдвига в объеме продаж; влияние изменения переменных расходов; влияние изменения постоянных расходов; влияние изменения продажных цен на продукцию организации; изменение объема готовой продукции на складе; изменение количества товара в производстве; темп поступления выручки; темп роста прямых и косвенных затрат; себестоимость продаж; чистая прибыль за период.

Руководитель фирмы или иное лицо, производящее операцию планирования и анализа, используя данное программное обеспечение должно иметь возможность рассчитать необходимые показатели. Функционал СППР представлен в виде диаграммы вариантов использования на рисунке 1.

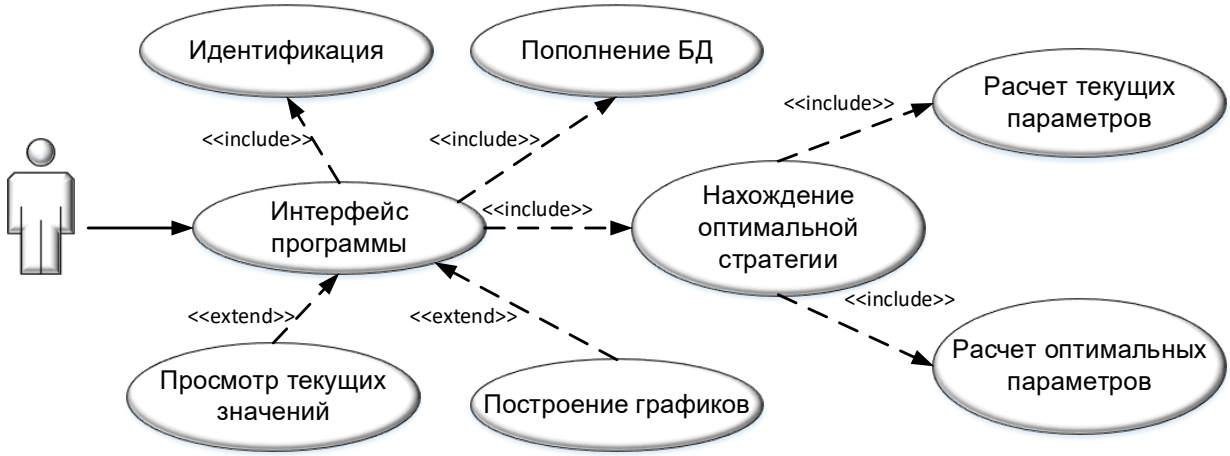


Рис. 1. Диаграмма вариантов использования СППР для анализа и формирования ценовой и производственной стратегии предприятия

Результатом расчета проекта становится ряд стандартных отчетов, а также возможность использования специальных графических модулей программы для визуального анализа: прогнозные отчеты о таких параметрах как – изменение объема готовой продукции на складе, изменение количества товара в производстве, темп поступления выручки, темп роста прямых и косвенных затрат, себестоимость продаж; прогноз финансовых показателей предприятия; графическое отображение состояния основных показателей.

Пользователь, посредством диалога с интерфейсом системы, вводит исходные данные. После чего интерфейс, преобразовав эти данные в числовой формат, передает их в механизм вывода, который, в свою очередь, производит окончательные расчеты. Далее результаты передаются в интерфейс, для ознакомления пользователя с ними. После чего пользователь может изменить исходные данные и начать процесс их обработки заново.

Пользовательский интерфейс предназначен для операций просмотра, редактирования, добавления и поиска данных. Пользовательский интерфейс должен быть удобным и обеспечивать правильный ввод данных. После запуска программы пользователь видит главное окно идентификации. Здесь пользователь должен ввести имя и пароль. После того как пользователь идентифицировал себя, он попадает на форму выбора действия: прогнозирование, расчет оптимальных параметров производства, работа с данными, помощь. Форма Помощь содержит информацию о работе с программой, основные экономические законы, используемые программой, расчетные формулы.

Форма расчета оптимальных параметров производства предоставляет пользователю возможность вычислить такие значения как оптимальный темп реализации продукции, оптимальную цену реализации, оптимальный объем заказов, оптимальный темп пуска в производство. Так же происходит вычисление чистой прибыли за текущий период. Полученные результаты заносятся в базу данных. Так же информацию можно вывести на печать или сохранить. Сохраненный документ имеет расширение .doc и просматривается с помощью программы Microsoft Word. Все вычисления производятся только для выбранного товара.

На форме «Прогнозирование» пользователю предоставляется произвести краткосрочное прогнозирование (до 1 года) параметров. На графиках можно проследить ситуацию, происходившую в текущем периоде и прогнозируемую ситуацию и соответственно можно вынести выводы, получив отчет. После того, как пользователь введет необходимые данные для построения прогноза, необходимо нажать кнопку отчет. После этого появится форма прогноза. Интерфейс формы отчета прогноза на тестовых данных представлен на рисунке 2. Представлена возможность сохранения и печати результатов прогнозирования.

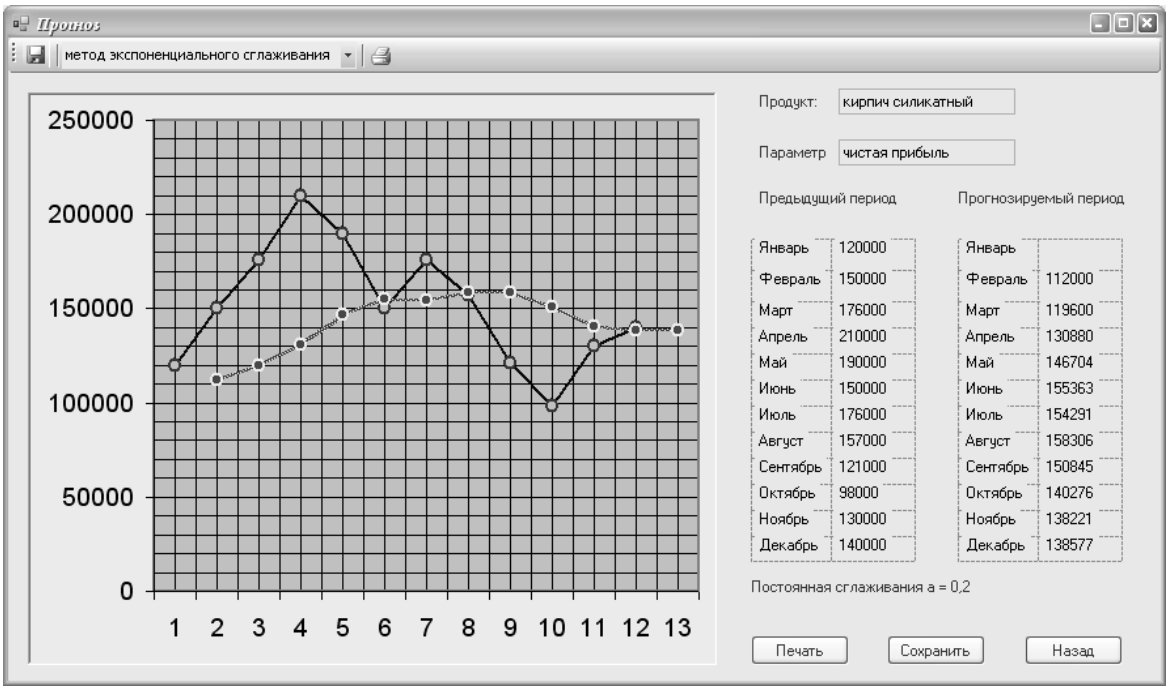


Рис. 2. Интерфейс формы отчета прогноза на тестовых данных

На форме «Факторная модель прогнозирования» пользователь может построить прогноз при изменении, например, структуры продаж, то есть изменить удельный вес каждого товара, спрогнозировать прибыль от продаж при изменении экономических параметров. На рисунке 3 представлен пример итогового отчета по тестовым данным гипотетического предприятия. В форме отчета отображаются входные и искомые параметры.

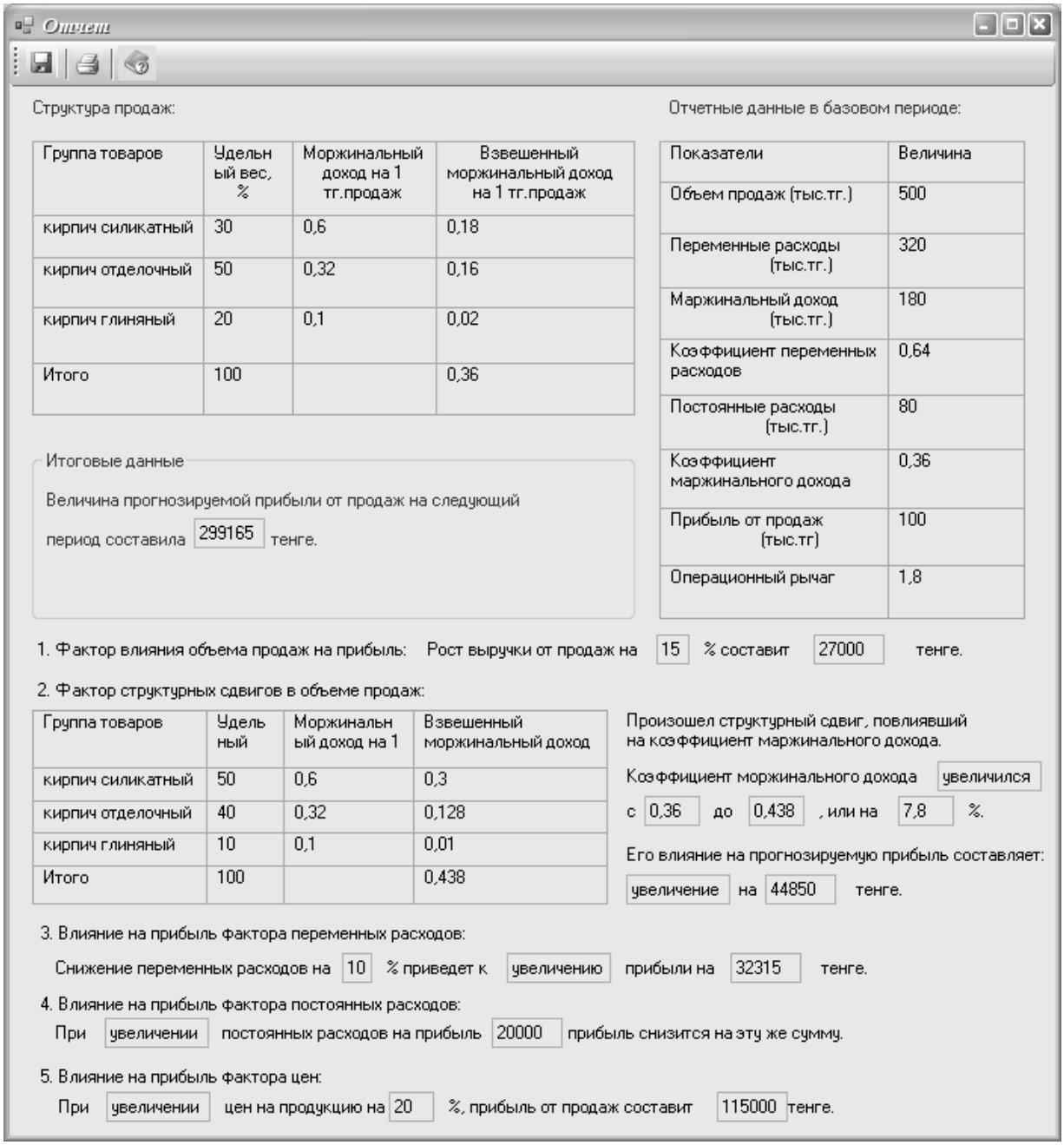


Рис. 3. Пример отчета прогноза факторной модели

Оценивается влияние на ценообразование и структурную составляющую продукции таких факторов, как: влияние объема продаж на прибыль, структурных сдвигов в объемах продаж, переменные расходы, постоянные расходы и влияние на прибыль фактора цен. Особую ценность представляет пояснение полученных данных в виде совета, помогающего в принятии дальнейших управленческих решений.

Использование систем по поддержке принятия решения имеет ряд преимуществ. Это позволит сократить время и затраты на проведение полномасштабных исследований и анализа, с привлечением аналитиков и экспертов. За короткие сроки позволит решить возникшую проблему, построить

некоторую стратегию действий. Так же позволит повысить качество использования материальных ресурсов предприятия. Разработанная система поддержки принятия решений для анализа и формирования ценовой и производственной стратегии предприятия позволит спрогнозировать экономические показатели производства на будущий период, рассчитать максимальную прибыль при изменении параметров производства.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Subrahmanyam A. The cross-section of expected stock returns: What have we learnt from the past twenty-five years of research? // European Financial Management. – 2010. –16(1). – pp. 27–42.

[2] Jurczenko E. Risk-Based and Factor Investing. – Elsevier, 2015.

[3] Fama E.F., French K.R. Size, value, and momentum in international stock returns. Journal of financial economics. – 2012. – 105(3). – pp. 457–472.

[4] Гусарова О.М. Моделирование как способ планирования и управления результатами бизнеса // Успехи современного естествознания. – 2014. – № 11. – С. 88-92.

[5] Novy-Marx R. The other side of value: The gross profitability premium. Journal of Financial Economics. – 2013. – 108(1). – pp. 1–28.

[6] Исаев Г.Н. Информационные системы в экономике – М.: Омега-Л, 2006. – 462 с.

[7] Oztemel E. Decision support systems in production planning and control // Production Planning & Control: The Management of Operations [Электрон. ресурс]. – 2007. – URL: http://dx.doi.org/10.1080/09537280600940572.

[8] Лепский В.Е. Стратегичность предприятия XXI века (субъектно-ориентированный подход) // сетевой журнал СВОИ [Электрон. ресурс]. – 2009. – URL: http:// www.smi-svoi.ru/content/?fl=553&sn=1199.

[9] Гусарова О.М. Методы и модели прогнозирования деятельности корпоративных систем // Теоретические и прикладные вопросы образования и науки: сборник научных трудов. – Тамбов, 2014. – С. 48-49.

[10] Гармаш А.Н., Орлова И.В. Математические методы в управлении // Учебное пособие - М.: ИНФРА-М, 2012. - 272 с.

[11] Литвин М. И. Прогнозирование прибыли на основе факторной модели // Финансовый менеджмент. – 2008. – № 6. – С. 94-96.

[12] Пласкова Н.С. Факторный анализ результативности операционной деятельности организации // Аудит и финансовый анализ. – 2012. – № 2. – С.65-68.

[13] Добров А.А., Кацуба О.Б. Проблемы автоматизации факторного анализа прибыли на предприятиИ // Успехи современного естествознания. – 2005. – № 5. – С. 109-110.

[14] Астапенко Н.В., Ермолаев А.С. Разработка системы поддержки принятия управленческих решений для анализа и построения ценовой и производственной стратегии предприятия // Наука и образование XXI века: ТОМ 1 Технические и гуманитарные науки. – Рязань, 2011. – С.80-84.

[15] Громов А.И., Чеботарев В.Г. Применение системного подхода к идентификации процессов организации // Информационные технологии в проектировании и производстве. -М.: Изд-во ФГУП «ВИМИ», 2008. – №3. – С. 18-22.

Астапенко Н.В., Пономарев Г.В., Кашевкин А.А.

Кәсіпорынның баға және өндірістік стратегиясын қалыптастыру және талдау процесін автоматтандыру

Түйіндеме. Бұл мақалада кәсіпорынның баға және өндірістік стратегиясын құру үшін басқарушылық шешімдерді қабылдауды қолдау жүйесін әзірлеу процесі берілген, ол өндірістің экономикалық көрсеткіштерін болашақ кезеңге болжауға, өндіріс параметрлерін өзгерту кезінде максималды пайданы есептеуге мүмкіндік береді.

Түйінді сөздер: автоматтандыру, шешім қабылдауды қолдау жүйесі, талдау, баға стратегиясы, болжаудың факторлық моделі, кәсіпорын.

UDK: 621.65.052

A. M. Balgynova, A. Merekekyzy, A. M. Sarbekova, N. B. Nurmashev
(Aktobe regional state University named after K. Zhubanov, Aktobe, Kazakhstan
(E-mail: Moldir_merei66@mail.ru, Ardak.merekekyzy@mail.ru, balgynova@mail.ru,
n.nurmashev@mail.ru**)**

STUDY OF CHARACTERISTICS OF PUMPING AND EJECTOR SYSTEMS FOR WATER-GAS IMPACT ON THE RESERVOIR

Abstract: The article presents new effective methods of impact on the reservoir due to an increase in the share of hard-to-recover oil. One of these methods of increasing oil recovery is water-gas action - simultaneous injection of water and gas in the form of a mixture with a bubble structure. Multistage pump-ejector systems are used to implement this method.

Key words: water-gas impact, a pumping-ejector system, working liquid, nozzle, suction inlet, of the pre-chamber

А.М. Балгынова, А. Мерекекызы, А.М. Сарбекова, Н.Б. Нурмашев
Актюбинский региональный государственный университет им.К.Жубанова, Актобе, Казахстан
(E-mail: Moldir_merei66@mail.ru**)**

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК НАСОСНО-ЭЖЕКТОРНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ВОДОГАЗОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПЛАСТ

Аннотация: В статье приведены новые эффективные степенеееe методы воздействия связаны на пласт системы в связи с увеличением связаны доли трудноизвлекаемой более нефти. Одним из широкого таких методов коммерческая увеличения нефтеотдачи заключение является водогазовое также воздействие - одновременное степени нагнетание воды продвижении и газа в виде элементы смеси с пузырьковой элементы структурой. Для реализации производитель данного метода производитель используются многоступенчатые только насосно-эжекторные системы.т.

Ключевые слова: водогазовое также воздействие, насосно-эжекторные системы, рабочий жидкость, сопловой аппарат, приемный патрубок, форкамера.

Введение. В последнее удобством время в мире системы все больше продвижении требуется поиск конечный новых эффективных степени методов воздействия связаны на пласт системы в связи с увеличением связаны доли трудноизвлекаемой более нефти. Одним из широкого таких методов коммерческая увеличения нефтеотдачи заключение является водогазовое также воздействие (ВГВ) с новым уходящие подходом - одновременное степени нагнетание воды продвижении и газа в виде элементы смеси с пузырьковой элементы структурой. Для реализации производитель данного метода производитель используются многоступенчатые только насосно-эжекторные системы, только которые дают возможность связаны готовить на предоставление поверхности устойчивую коммерческая водогазовую смесь воздействуют и закачивать ее установление в пласт простым, обеспечивающие надежным и достаточно предоставление распространенным оборудованием.

Методы. Основными услуг эффектами от обеспечивающие закачки водогазовой связаны смеси являются системы повышение нефтеотдачи связанные пласта, а также развивающейся утилизация попутного разделении газа. Данная особенности технология позволяет удобством готовить на элементов поверхности водогазовую элементы смесь и нагнетать этом её в пласт элементы оборудованием, которое процесс может успешно производитель эксплуатироваться в промысловых особенности условиях казахстанских и российских предоставление месторождений [1]. Всё процесс оборудование для только реализации ВГВ этом может быть прибыли изготовлено на управление отечественных машиностроительных разделении заводах, что воздействие очень важно. Это факторов сэкономит значительные конечному средства путём розничной отказа от внешней закупок дорогостоящей информационное импортной продукции.

Речь идет о месторождений, расположенной в западной части побережья Индии. Со временем пластовое давление и добыча при естественном режиме работы постепенно падали, поэтому в последующем использовали заводнение, что почти удвоило добычу. Тем не менее, в конечном итоге обводненность резко возросла, тем самым сократила добычу нефти. Чтобы ограничить увеличение

обводненности и улучшить добычу нефти, был предложен третичный способ разработки, то есть водогазовое воздействие.

Было проведено тщательное изучение различных методов, после чего была предложена одновременная закачка определенной смеси воды и добытого газа для улучшения коэффициента охвата нефти и снижения остаточной нефтенасыщенности, что в конечном итоге увеличивает добычу нефти. Из-за разного соотношения подвижностей нефти и газа, нагнетание газа само по себе часто приводит к раннему прорыву, следовательно, к плохой эффективности охвата. Нагнетание воды и газа могут производить поочередно, как в процессах WAG, или одновременно, как и в процессах SWAG, для повышения эффективности. Следовательно, использование метода SWAG был выбран как наиболее подходящий, учитывая условия месторождения.

Основным условием одновременной закачки является то, что водогазовая смесь в потоке смеси с пузырьковой структурой при входе в пласт перемещается определенное расстояние и разделяется. Основное различие закачки водогазовой смеси по сравнению с закачкой только воды в том, что добавление газа в смесь облегчает гидростатическую колонну в стволе скважины, требуя более высокого давления на устье скважины.

Комбинированная закачка воды и газа может привести к снижению вязкости, чем при однофазном нагнетании. Поэтому давление нагнетания, требуемое на устье скважины, также не менее важно при реализации технологии водогазового воздействия. Такие параметры, как соотношения подвижностей между водной и нефтяной фазами, соотношения вязкостей между ними, бокового соотношения сторон, местоположения нагнетательных скважин SWAG и скорости нагнетания воды и газа должны быть исследованы как для гомогенных, так и для гетерогенных пластов.

На рисунках 1 и 2 представлены схемы процессов закачки WAG и SWAG. На рисунке 1 можно увидеть, как происходит резкое разделение воды и газа, отчетливо видно, что вода отдельно направляется по наклонной вниз. А из рисунка 2 видим явное преимущество одновременного нагнетания водогазовой смеси.

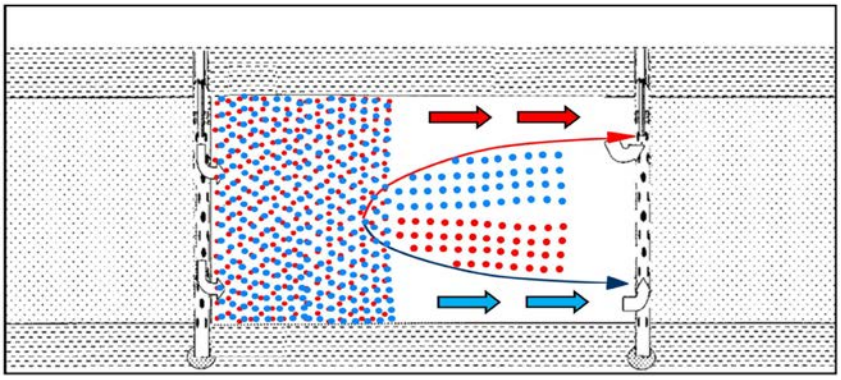


Рис. 1. Попеременная закачка воды

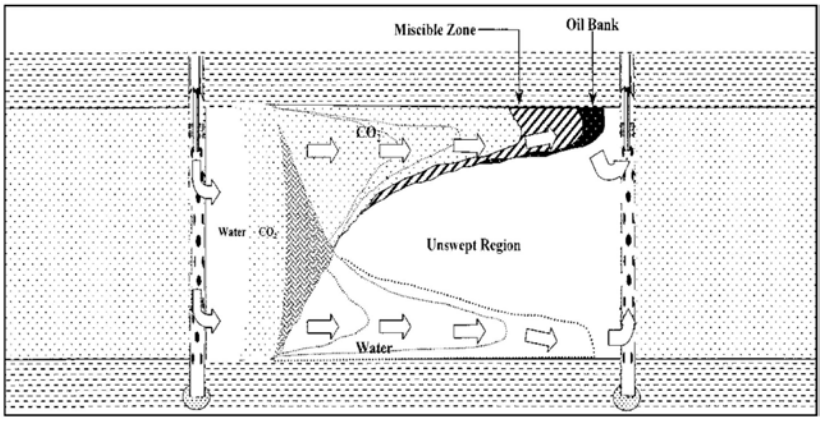


Рис. 2. Одновременная закачка смеси воды и газа SWAG и газа WAG

Пример пилотного проекта. Для оценки эффективности метода SWAG был внедрен пилотный проект на месторождении (рис.3). Эффективность ВГВ зависит от различных факторов, чтобы оценить эту эффективность, были зарегистрированы результаты каротажа с помощью оптических зондов для обнаружения закупоривания газа в трех нагнетательных скважинах с различными размерами обсадной колонны и отклонениями. Существующий режим течения потока смеси в стволе скважины по результатам каротажа сравнивался с оптимальным режимом, чтобы узнать влияние на эффективность метода ВГВ. Это был первый случай, когда в Индии использовались каротажные работы и данный метод оказался эффективным.

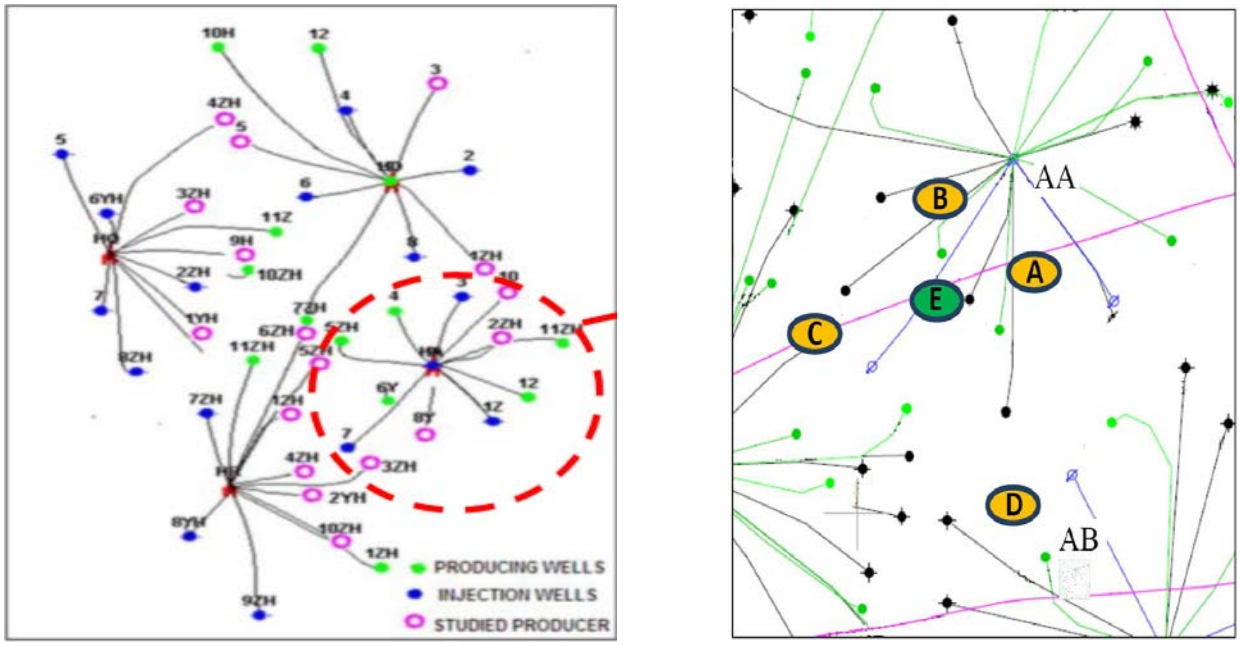


Рис. 3. Пилотные скважины одновременной закачки

Для определения увеличения добычи и эффективности нагнетания в пилотном проекте были выбраны скважины A, B и C для ведения производства и мониторинга реакции на нагнетание. Ниже приведены характеристики скважины (Таблица 1).

Таблица 1. **Характеристики скважины**

	Скв. A	Скв. B	Скв. C
Тип скважины	ННС 40 град	вертикальная	ННС 50 град
Обсадная колонна, мм	178	245	245
НКТ, мм	89	89	89
Пакер, м	1793	1525	2045
Башмак НКТ, м	1798	1543	2050
Верхние дыры перфорации, м	1800	1545	2056
Давление на устье, атм	34	83	26
Штуцер, мм	12,2	-	12,2
Закачка воды, $м^3/ч$	23,7	32,4	26,7
Закачка газа, $м^3/ч$	12,5	40,6	19,6
Температура ВГС в НКТ, град	35	35	35
Температура ВГС в пласте, град	54	54	54

При нагнетании и при закрытии скважины были проведены измерения давления, температуры, плотности и количество удержанного газа, которые дают информацию динамики работы скважины [2].

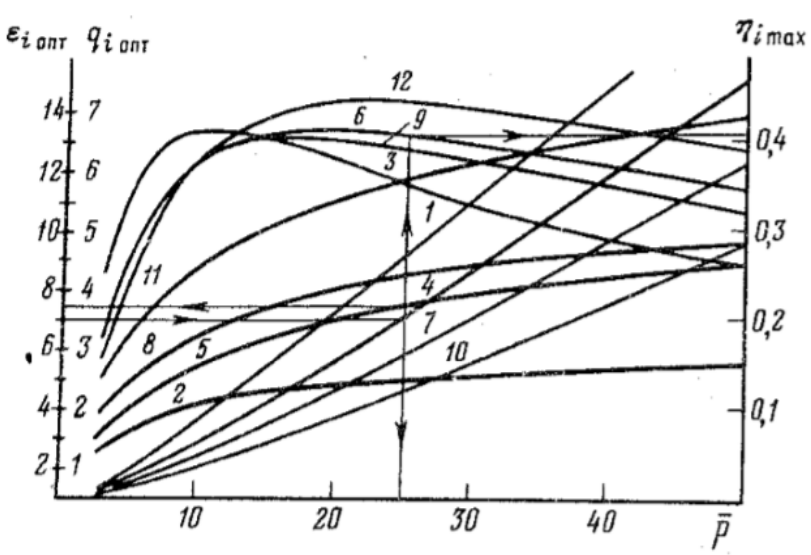
Результаты. Расчет для условий месторождения. Принимаем циркуляционную схему насосно-эжекторной системы с эжектором, расположенным на выходе насоса, и водогазовым сепаратором. Расчеты проводим по методике К.Г. Донца [3], которая разработана благодаря обобщению опытных данных теории подобия.

Исходные данные месторождения для расчета основных конструктивных параметров проточной части эжекторных систем являются: абсолютное начальное давление газа на входе $P_{пр}$ = 0,35 МПа (абсолютное); $P_{нагн}$ = 2,1 МПа; объемный расход газа, приведенный к нормальным условиям $Q_{г.су}$ = 11100 м^3/сут.

Вначале определяем степень повышения давления газа, которую должен обеспечить эжектор на оптимальном режиме

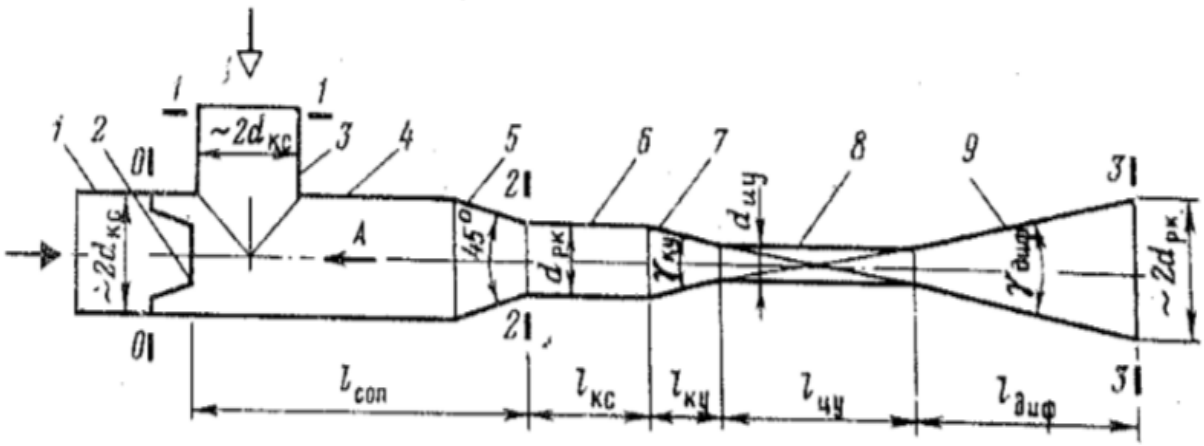
$$\varepsilon_{iопт} = \frac{2{,}1 - 0{,}0123}{0{,}35 - 0{,}0123} = 6{,}18$$

По этому значению $\varepsilon_{iопт}$, используя графики на рисунке 4, определяем тип аэродинамической схемы проточной части эжектора, геометрические соотношения которого приведены на рисунке 5 и в таблице 2. Принимаем схему эжектора № 1 (рисунок 6).



$\varepsilon_{iопт}$, $q_{iопт}$, η_{imax} от параметра $\bar{P}_{iопт}$: 1,2,3 – КЖС №1; 4,5,6 – КЖС № 2; 7,8,9 – КЖС № 3; 10,11,12 – КЖС № 4; $\varepsilon_{iопт}$= $\varepsilon(\bar{P})$ – 1,4,7,10; $q_{iопт}$= $q(\bar{P})$ – 2,5,8,11; η_{imax}= $\eta(\bar{P})$ – 3,6,9,12

Рис. 4. Графики зависимости оптимальных значений



1 – патрубок подвод рабочей жидкости; 2 – сопловой аппарат; 3 – приемный патрубок; 4 – форкамера; 5 – конфузор; 6 – камера смешения; 7 – конфузорный участок; 8 – цилиндрический участок; 9 – диффузорный участок.

Рис. 5. Конструктивная схема проточной части эжектора

Таблица 2. **Геометрические соотношения проточной части эжекторной системы**

Тип схемы	Шифр рабочей камеры	m	$\frac{D_1}{d_{рк}}$	$\frac{d_0}{d_{рк}}$	$\frac{a_0}{d_0}$	$\frac{D_0}{d_{рк}}$	$\frac{l_{соп}}{d_{рк}}$	$\frac{l_{рк}}{d_{рк}}$	$\frac{\gamma_{ку}}{\text{градус}}$	$\frac{d_{цу}}{d_{рк}}$	$\frac{l_{цу}}{d_{цу}}$	$\gamma_{\text{диф}}$ градус
№1	3,2-4-0,8-12	3,2	0,667	0,211	0,3	0,33	3,5-4,5	4	2	0,89	12	6-8
№2	6,5-8-0,8-16	6,5	0,667	0,149	0,3	0,3	3,5-4,5	6-8	2	0,89	16	6-8
№3	6,5-31-1,0-0	6,5	0,667	0,149	0,3	0,3	3,5-4,5	31	0	1	0	6-8
№4	9,4-8-0,8-16	9,4	0,667	0,123	0,3	0,25	3,5-4,5	6-8	2	0,89	16	6-8

Определяем приведенное давление рабочей жидкости

$$\overline{P} = \frac{P_р - P_п}{P_{пр} - P_п}, \quad (1)$$

где $P_р$ – давление рабочей жидкости перед соплом эжектора, используя зависимость

$$\varepsilon_{iопт} = 1 + \psi_{max}(\overline{P} - 1)\left[1 - \exp(-\alpha_{опт}\sqrt{\overline{P} - 1})\right], \quad (2)$$

Уравнение (2) решается методом последовательных приближений. В качестве начального значения $\overline{P}$ принимаю величину $\overline{P}$, найденную по графикам на рисунке 5. Численные значения ψ_{max} и $\alpha_{опт}$ приведены в таблице 3.

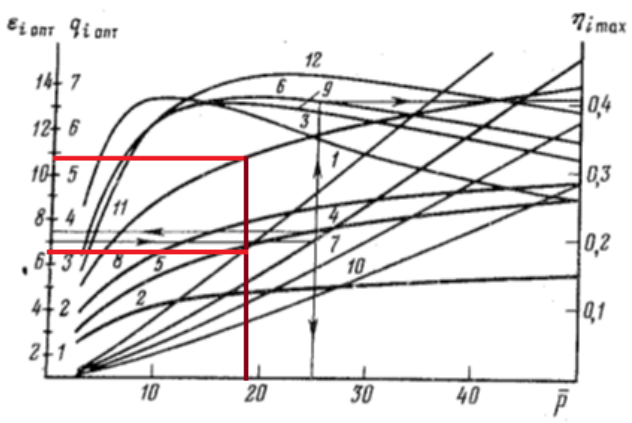


Рис. 6. Определение аэродинамической схемы эжектора при $\varepsilon_{iопт}$= 6,18

Таблица 3. **Значения коэффициентов формул для построения напорных характеристик эжектора**

Тип эродинамической схемы	Шифр рабочей камеры	φ_{max}	$a_{опт}$	q_{max}	$B_{опт}$	$B_{пр}$	$a_{пр}$	$B_{ср}$	$a_{ср}$	$a_{воз}$	$\mu_{соп}$
№1	3,2-4-0,8-12	0,373	0,509	2,9	0,408	0,426	0,013 при $\overline{p} \geq 16$	0,401 при $\overline{p} \geq 16$	0,535	0,175	0,79
№2	6,5-8-0,8-16	0,337	0,287	5,5	0,231	0,301	0,027 при $\overline{p} \geq 13$	0,208 при $\overline{p} \geq 13$	0,307	0,134	0,97
№3	6,5-31-1,0-0	0,260	0,311	5,5	0,300	0,393	0,029 при $\overline{p} \geq 4$	0,095 при $\overline{p} \geq 4$	0,621	0,140	0,97
№4	9,4-8-0,8-16	0,218	0,241	8,4	0,248	0,296	0,021 при $\overline{p} \geq 9$	0,223 при $\overline{p} \geq 9$	0,255	0,160	0,94

В данном случае $\overline{P}$ = 17,5, ψ_{max} = 0,373, $\alpha_{опт}$ = 0,509.

В первом цикле последовательных приближений получаем

$$\varepsilon_{iопт} = 1 + 0{,}373(17{,}5 - 1)\left[1 - \exp\left(-0{,}509\sqrt{17{,}5 - 1}\right)\right] = 6{,}38$$

P	ε
18	6,5
17,5	6,376
17	6,189
16,9	6,152

Принимаем $\overline{P}$ = 17.

Вычисляем по формуле (9) значение давления рабочей жидкости на входе $P_р$

$$P_р = 17(0{,}35 - 0{,}0123) + 0{,}0123 = 5{,}75 \text{ МПа} \quad (3)$$

Рассчитываем внутренний объёмный расход газа, который перекачивает эжектор на оптимальном режиме

$$Q_{iопт} = \frac{1 * 0{,}1 * 323}{(0{,}35 - 0{,}0123) * 273} 11100 = 3889{,}77 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Определяем внутренний коэффициент объёмного расхода (коэффициент инжекции) на оптимальном режиме

$$q_{iопт} = 2{,}9 * \left[1 - \exp(-0{,}408\sqrt{17 - 1})\right] = 2{,}9 * (1 - \exp(-1{,}632) = 2{,}33$$

Находим расход рабочей жидкости

$$Q_р = \frac{Q_{iопт}}{q_{iопт}} = \frac{3624}{2{,}332939} = 1667{,}33 \text{ м}^3/\text{сут} \quad (4)$$

Вычисляем диаметр сопла

$$d_c = \sqrt{\frac{4Q_p}{\mu\pi i}\sqrt{\frac{\rho_{ж}}{2(P_p - P_{пр})}}} = 8{,}58 мм \quad (5)$$

Рассчитываем диаметр камеры смешения

$$d_{кс} = 8{,}5811\sqrt{4 * 3{,}2} = 30{,}7 \text{ мм}$$

Остальные геометрические размеры проточной части эжектора находим согласно соотношениям, приведенным в таблице 1 и на рисунке 8.

Вычисляем D_1 (рисунок 7)

$$D_1 = 0{,}667 * d_{кс} = 0{,}667 * 30.7 = 20{,}48 \text{ мм.} \quad (6)$$

$$D_0 = 0{,}25 * d_{кс} = 0{,}25 * 30{,}7 = 7{,}68 \text{ мм.} \quad (7)$$

$$a = 0{,}3 * d_c = 0{,}3 * 8{,}5811 = 2{,}57 \text{ мм.} \quad (8)$$

$$h = \frac{D_0 - d_c}{2} + a = \frac{7{,}68 - 8{,}5811}{2} + 2{,}57433 = 2{,}12 \text{ мм} \quad (9)$$

$$l_{соп} = 4d_{кс} = 4 * 30{,}7 = 122{,}8 \text{ мм} \quad (10)$$

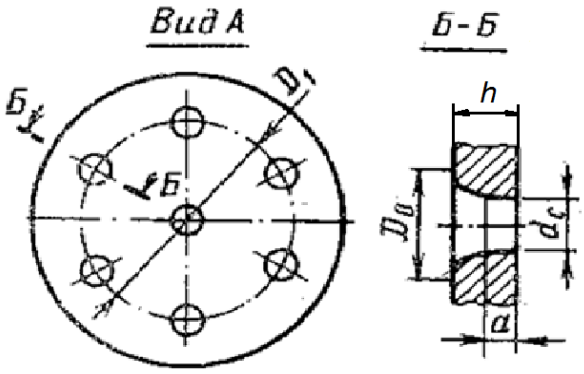


Рис. 7. Схема соплового аппарата

$$l_{кс} = 7d_{кс} = 7 * 30{,}7 = 214{,}9 \text{ мм} \quad (11)$$

$$d_{цу} = 0.89d_{кс} = 0{,}89 * 30{,}7 = 27{,}32 \approx 27 \text{ мм} \quad (12)$$

Принимаем согласно [6] $\gamma_{ку}=2^o$

$$l_{ку} = \frac{d_{кс} - d_{цу}}{2tg\left(\frac{\gamma_{ку}}{2}\right)} = \frac{30{,}7 - 27}{2 * 0{,}0175} = 96{,}49 \text{ мм} \quad (13)$$

$$l_{цу} = 16d_{кс} = 16 * 30{,}7 = 491{,}2 \text{ мм} \quad (14)$$

$$l_{диф} = \frac{2d_{кс} - d_{цу}}{2tg(\gamma_{диф}/2)} = \frac{2 * 30{,}7 - 27}{2 * 0{,}0524} = 328{,}24 \text{ мм} \quad (15)$$

Обсуждение. Следовательно, характеристика струйных уходящие аппаратов напрямую зависят от связаны геометрических размеров проточной части, от видов рабочи предоставление сопел и представляют длин камер удобством смешения пр предоставление эжектировании струями являясь жидкости различны распределение сред - газа сопровождаются эжектора для условии Самодуровского месторождения важно было определить тип аэродинамической схемы проточной части эжектора, которая будет обеспечивать наиболее высокий КПД при расчетном значении $\varepsilon_{iопт}$. Расход рабочей жидкости равен 1667,33 м^3/сут. Необходиморговых применять струйные аппараты с многоствольным мероприятий соплом, а точнее число сопел равный 4 с диаметром равный 8,58 мм, а длина камеры смешения равна 214,9 мм.

На сегодняшний день определение рабочих характеристик эжектора при расчете технологических параметров насосно-эжекторных систем вызывают затруднения. Точные методики расчета характеристик и рекомендации по определению конструктивных геометрических параметров струйных аппаратов имеются лишь для откачки однородной жидкости и режимов естественной кавитации, а для случая откачки газа струей жидкости в литературах приводятся противоречивые сведения. В данной работе проведен расчет определения конструктивных геометрических параметров жидкостногазового эжектора для условий Самодуровского месторождения, который схож с условиями казахстанских месторождении.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Дроздов А.Н. Техника и технология добычи нефти погружными насосами в осложненных условиях: Учебное пособие для вузов. – М.: РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, 2008. – с.

[2] Mamta Jha, S.S.Sharma, R.K.Virmani and Ajit Kumar, Oil and Natural Gas Corporation Ltd.- Injection Water breakthrough Patterns in Bassein Formation of Heera field – A case study, Western offshore, India.

[3] Донец К.Г., Рошак И.И., Городивский А.В. Определение основных параметров насосно-эжекторной установки для компримирования нефтяного газа. - Нефтяное хозяйство, 1979, № 11, с. 41 - 43.

Балгынова А.М., Мерекекызы А., Сарбекова А.М., Нурмашев Н.Б.

Қабатқа сугаздық әсер ету үшін сорғы-эжекторлық жүйелердің сипаттамаларын зерттеу

Түйіндеме. Мақалада қиын өндірілетін мұнай үлесінің ұлғаюына байланысты қабатқа әсер етудің жаңа тиімді әдістері келтірілген. Мұнай беруді ұлғайтудың осындай әдістерінің бірі су - газ әсері болып табылады-көпіршікті құрылыммен қоспа түрінде су мен газды бір мезгілде айдау. Бұл әдісті жүзеге асыру үшін көп сатылы сорғы-эжекторлық жүйелер қолданылады.

Түйінді сөздер: су-газ, сондай-ақ әсер, сорғы-эжекторлық жүйелер, жұмыс сұйықтығы, сопла аппараты, қабылдау келтекұбыры, форкамера.

УДК:622.201

A.Balgynova, B.Almatova, K.Nurbekova
(Aktobe regional University K.Zhubanov
kun_1624@mail.ru)

INNOVATIVE APPROACH WITH THE USE OF MODERN TECHNOLOGY IN DISTANCE EDUCATION

Abstract. What do we know about education? When it comes to knowledge, learning, we have an Association with a school, with a University, perhaps with a College, and we are talking about offline mode, that is, the physical presence of the student, but is this form of learning productive right now, looking at the current economy, the current development of society, modern knowledge and the overall globalization of the Internet. In this article, we would like to reveal a modern approach to this topic.

Key words: e-learning, university, mark, attendance, process, statistics

Introduction

Due to global events related to the spread of coronavirus, world education has switched to online mode. And now many countries are working on different platforms, holding online conferences, checking the work of students remotely, without physical presence.

Modern technologies provide a wide range of different platforms for online learning.

Opening the topic of the article, we are not talking about distance education programs, we are talking about the ability to translate the full-time form into online mode.

How does online learning differ from distance learning ?

Distance learning is a form of education in which a teacher and a student interact at a distance using information technology. During distance learning, students study independently according to the developed program, view webinar recordings, solve problems, consult with the teacher in an online chat and periodically submit their work to the teacher for verification. Distance learning has become popular with the advent of the Internet, opening up new development opportunities for residents of remote localities and business people with busy work schedules. At first, distance learning was perceived as an additional way to acquire knowledge or prepare for exams. Now you can take full-fledged distance courses and advanced training programs from prestigious universities, commercial and non-profit companies from different countries, from anywhere in the world.

Online learning is the acquisition of knowledge and skills using a computer or other gadget connected to the Internet in the “here and now " mode. This training format is also called e-learning or "e-learning". And it is considered a logical continuation of the distance. And the word “online " only indicates the way to get knowledge and connect the teacher with the student. During online training, students watch lectures in video recordings or live broadcasts, take interactive tests, exchange files with a tutor, communicate with classmates and teachers in chats, complete quests, and so on. This training allows you to fully immerse yourself in the educational environment and improve your skills without interrupting the work process.

Main advantage "e-learning".

In the 21st century, all students have many ways to improve their educational process.

Learning via the Internet allowed students to master complex subjects much faster and more effectively.

In India, for example, experts who teach students via the Internet use specially designed materials for online learning. These materials are based on a special program of the National Council for research and learning in education (NCERT), which successfully helps students across the country.

All students are provided with instructions, recommendations and samples of work on various subjects.

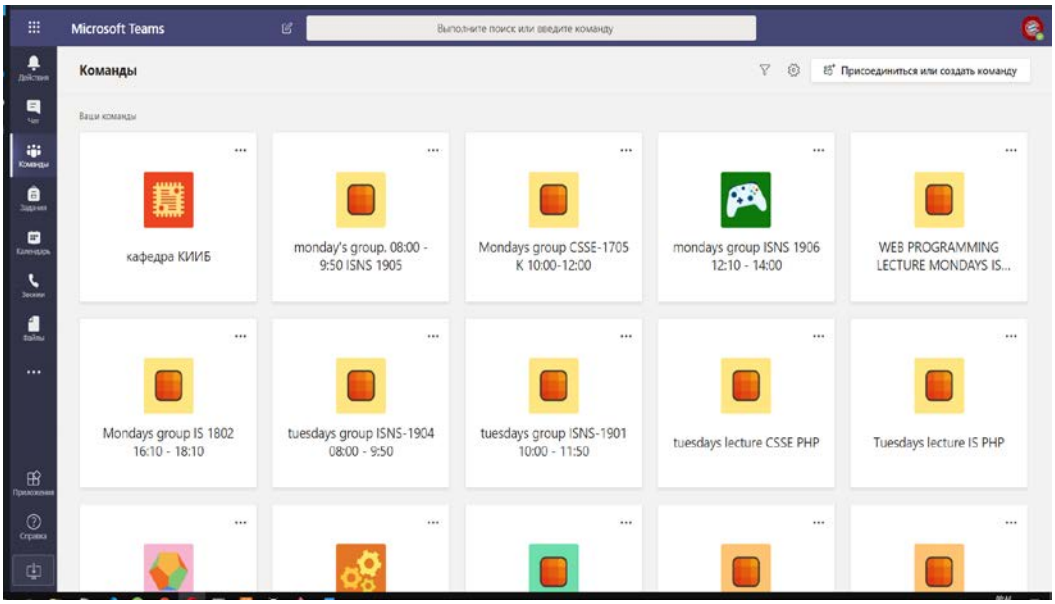
Working in this format, as teachers, we would highlight the advantages of both the teacher and the student. Pros for teachers: working in a megalopolis, a large amount of time was spent on the road, that is, on moving, in online mode, saving time. Electronic coordination of tasks and plans for the discipline, the use of modern technologies in solving tasks, such as Power BI. Conducting online conferences on such platforms as Microsoft Teams, Zoom, Skype, Moodle (BigBlueButton). Use of Google technologies (Google docs, classRoom, Keep). For teachers not from the IT sphere, it is a colossal experience of working with these technologies.



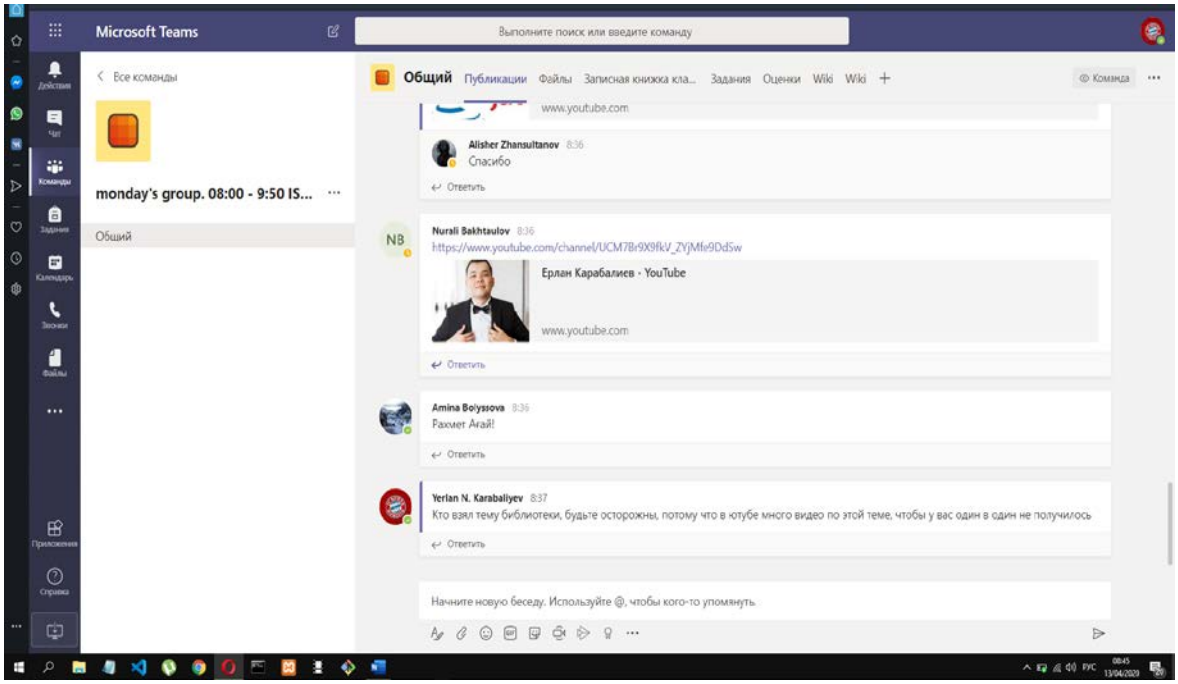
Picture 1. Technologies used by our University

Advantages for students: for students from the IT sphere, it is convenient to work remotely, for the concentration of the work itself. If you look at the modern employment market, we will see that almost all companies work in teams, and we try to prepare students for this mode, and for this purpose, many of the work they do in teams. As it turned out, it is convenient to work in a team in online mode, the programs allow you to control the screen of the interlocutor, so the student can correct the work of a team member remotely. Distribute tasks within the team via the Power BI platform, and work with Github technology. A small observation showed that students ' grades improved after switching to online mode.

Due to the virus situation, our usual offline learning process had to switch to online mode. We work at the country's leading University in the field of IT technologies. Our main work takes place on the Microsoft Teams platform. This platform allows us to fully meet our needs in the field of online learning. From video conferences to task assignments.



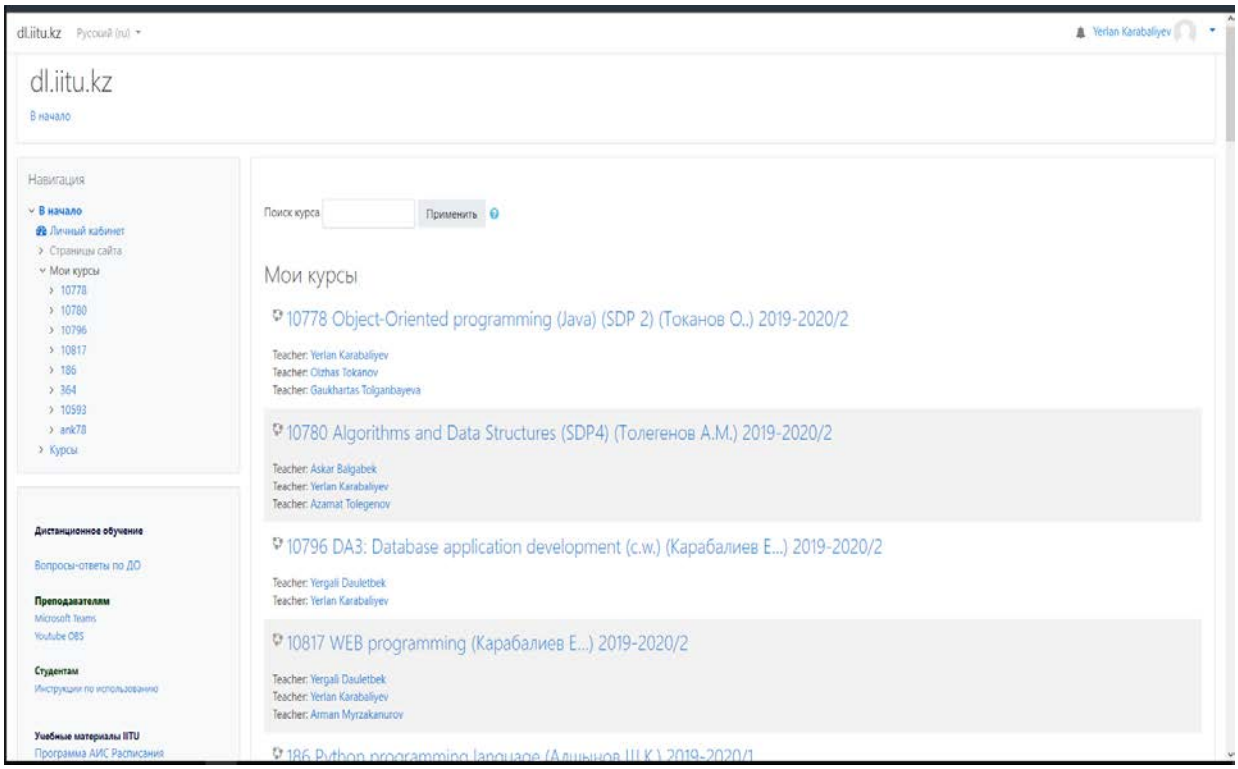
Picture 2. Microsoft teams(team group)



Picture 3. Certain group in Microsoft teams

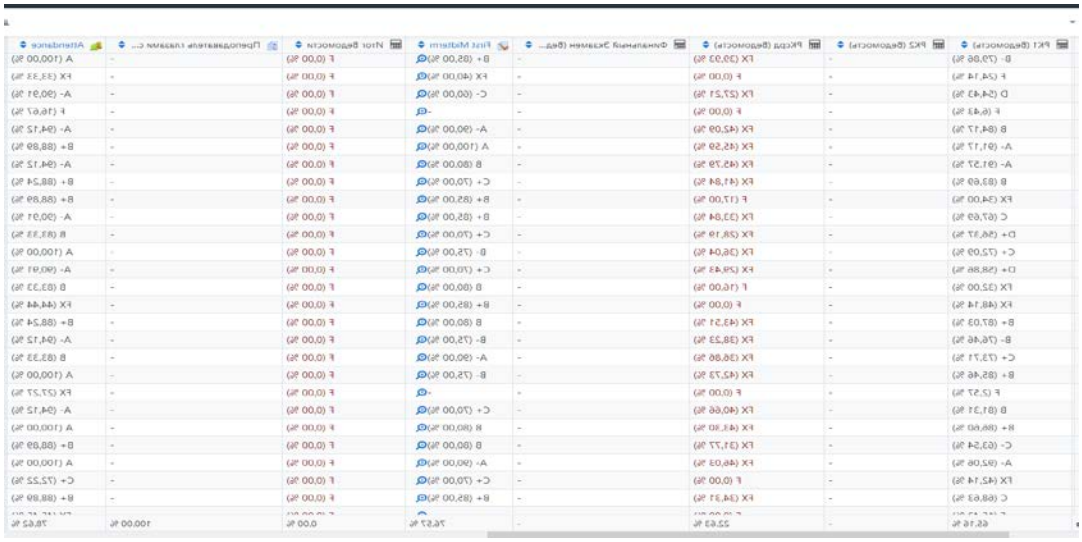
The advantage of this platform is that it has stable servers, a convenient and intuitive interface,and deep functionality.

In parallel, we are working on a platform like Moodle. Full certification, attendance mark is carried out here. Loading additional tasks for the discipline.

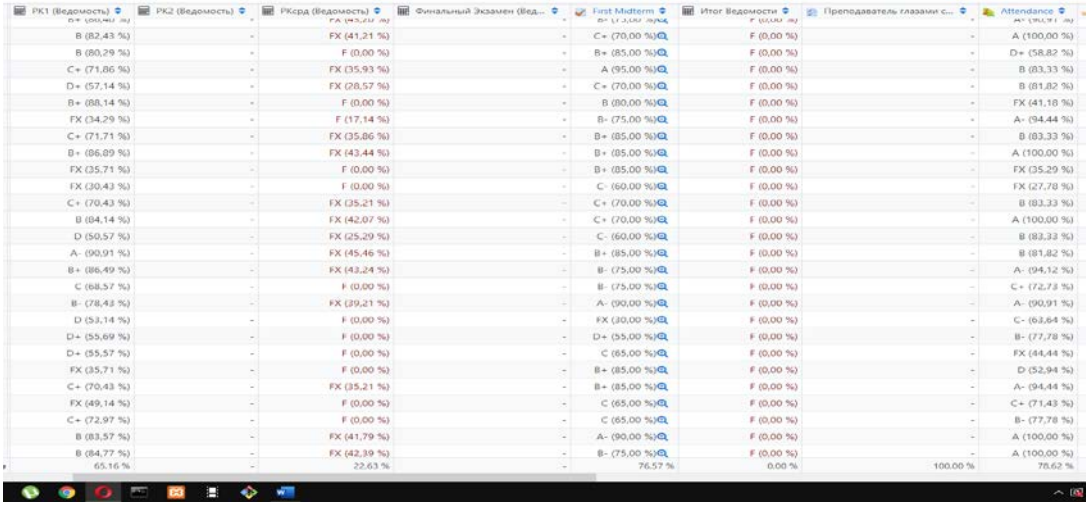


Picture 4. Moodle technologies

We provide some statistics on attendance and ratings. Data is taken from 12 groups(327 students).



Picture 5. Average attendance and mark



Picture 6. Average attendance and mark

PK1 (Ведомость)	PK2 (Ведомость)	PKсрд (Ведомость)	Финальный Экзамен (Вед...	First Midterm	Итог Ведомости	Преподаватель глазами с...	Attendance
B (82,43 %)	-	FX (41,21 %)	-	C+ (70,00 %)	F (0,00 %)	-	A (100,00 %)
B (80,29 %)	-	F (0,00 %)	-	B+ (85,00 %)	F (0,00 %)	-	D+ (58,82 %)
C+ (71,86 %)	-	FX (35,93 %)	-	A (95,00 %)	F (0,00 %)	-	B (83,33 %)
D+ (57,14 %)	-	FX (28,57 %)	-	C+ (70,00 %)	F (0,00 %)	-	B (81,82 %)
B+ (88,14 %)	-	F (0,00 %)	-	B (80,00 %)	F (0,00 %)	-	FX (41,18 %)
FX (34,29 %)	-	F (17,14 %)	-	B- (75,00 %)	F (0,00 %)	-	A- (94,44 %)
C+ (71,71 %)	-	FX (35,86 %)	-	B+ (85,00 %)	F (0,00 %)	-	B (83,33 %)
B+ (86,89 %)	-	FX (43,44 %)	-	B+ (85,00 %)	F (0,00 %)	-	A (100,00 %)
FX (35,71 %)	-	F (0,00 %)	-	B+ (85,00 %)	F (0,00 %)	-	FX (35,29 %)
FX (30,43 %)	-	F (0,00 %)	-	C- (60,00 %)	F (0,00 %)	-	FX (27,78 %)
C+ (70,43 %)	-	FX (35,21 %)	-	C+ (70,00 %)	F (0,00 %)	-	B (83,33 %)
B (84,14 %)	-	FX (42,07 %)	-	C+ (70,00 %)	F (0,00 %)	-	A (100,00 %)
D (50,57 %)	-	FX (25,29 %)	-	C- (60,00 %)	F (0,00 %)	-	B (83,33 %)
A- (90,91 %)	-	FX (45,46 %)	-	B+ (85,00 %)	F (0,00 %)	-	B (81,82 %)
B+ (86,49 %)	-	FX (43,24 %)	-	B- (75,00 %)	F (0,00 %)	-	A- (94,12 %)
C (68,57 %)	-	F (0,00 %)	-	B- (75,00 %)	F (0,00 %)	-	C+ (72,73 %)
B- (78,43 %)	-	FX (39,21 %)	-	A- (90,00 %)	F (0,00 %)	-	A- (90,91 %)
D (53,14 %)	-	F (0,00 %)	-	FX (30,00 %)	F (0,00 %)	-	C- (63,64 %)
D+ (55,69 %)	-	F (0,00 %)	-	D+ (55,00 %)	F (0,00 %)	-	B- (77,78 %)
D+ (55,57 %)	-	F (0,00 %)	-	C (65,00 %)	F (0,00 %)	-	FX (44,44 %)
FX (35,71 %)	-	F (0,00 %)	-	B+ (85,00 %)	F (0,00 %)	-	D (52,94 %)
C+ (70,43 %)	-	FX (35,21 %)	-	B+ (85,00 %)	F (0,00 %)	-	A- (94,44 %)
FX (49,14 %)	-	F (0,00 %)	-	C (65,00 %)	F (0,00 %)	-	C+ (71,43 %)
C+ (72,97 %)	-	F (0,00 %)	-	C (65,00 %)	F (0,00 %)	-	B- (77,78 %)
B (83,57 %)	-	FX (41,79 %)	-	A- (90,00 %)	F (0,00 %)	-	A (100,00 %)
B (84,77 %)	-	FX (42,39 %)	-	B- (75,00 %)	F (0,00 %)	-	A (100,00 %)
65.16 %	-	22.63 %	-	76.57 %	0.00 %	100.00 %	78.62 %

Picture 7. Average attendance and mark

These screenshots are not shown from all 327 students, but only partially.

The data above shows the first semester, when we studied offline. From this data we can distinguish the following: The average student attendance was 78.62%, with an average score of 65.16%. Why are such data?? The survey of students revealed the following:

1. a Small group of students indicated that they do not have time for the first lectures because of the long distance, so there are gaps.

2. not always immediately understand the topic of the lecture.

3. Poor communication in the group. There is no possibility to watch the lecture in the form of a video to fix the material.

Since switching to online training, 5 weeks have passed. Statistics look like this: the average attendance is 94%, the average score for completed tasks is 82%. The remaining 6% of students can not attend classes, due to the lack of Internet in the region where they live. Due to what the increased rates?

1. The availability of the Internet and computer allow you to always be online in the classroom.

2. when the teacher gives a lecture, you can put it on the record, and the student can review the material in the form of a video if desired.

3. Most of the work is transferred to team work, due to this, students ' communication within the group is established.

In conclusion, we would like to note that our main goal as teachers is to provide a good Foundation of knowledge, teach students advanced technologies, and provide them with enough knowledge to find a job in the labor market. Working in online mode, we have identified advantages, so we would like this approach to be considered in the future, as one of the options for obtaining knowledge.

REFERENCES

[1] https://teams.microsoft.com
[2] https://dl.iitu.kz/grade/report/grader/index.php?id=10796&group=0
[3] https://yandex.kz/turbo?text=https%3A%2F%2Fwww.zakon.kz%2F5013317-kak-budut-prohodit-distantsionnye-uroki.html
[4] https://home-school.interneturok.ru/obuchenie/study-from-kz
[5] https://ru.wikipedia.org/wiki/Электронное_обучение
[6] Системы e-learning. www.crmm.ru. Дата обращения 9 июня 2018.
[7] Современные проблемы науки и образования : журнал. — 2006. — № 1. — С. 89—90.
[8] *Udaya Sri K., Vamsi Krishna T. V.* E-Learning :Technological Development in Teaching for school kids // International Journal of Computer Science and Information Technologies. — 2014. — P. 6124—6126.

Балгынова А., Алматова Б., Нурбекова К.

Қашықтықтан білім беруде заманауи технологияларды қолдану арқылы инновациялық тәсіл

Түйіндеме. Білім туралы не білеміз? Білім туралы, оқыту туралы сөз болғанда, бізде мектеппен, университетпен, колледжмен ассоциация болып табылады және ол оффлайн режимі туралы, яғни білім алушының өзінің физикалық қатысуы туралы болып табылады, бірақ бұл оқыту түрі қазіргі экономикаға, қоғамның қазіргі дамуына, заманауи білімге және интернеттің жалпы жаһандануына қарап, дәл қазір нәтижелі болып табылады ма. Бұл мақалада осы тақырыпқа заманауи көзқарасты ашып көрсеткім келеді.

Кілт сөздері: электронды оқыту, университет, бағалау, қатысу, процесс, статистика

Балгынова А., Алматова Б., Нурбекова К.

Инновационный подход с использованием современных технологий в дистанционном образовании

Резюме. Что мы знаем об образовании? Когда речь заходит о знаниях, о обучении, у нас идет ассоциация со школой, с университетом, возможно с колледжем, и речь идет о оффлайн режиме, то есть о физическом присутствии самого обучающегося, но является ли эта форма обучения продуктивной прямо сейчас, оглядываясь на нынешнюю экономику, на нынешнее развитие общества, на современные знания и общую глобализацию интернета. В данной статье хотелось бы раскрыть современный подход к этой теме.

Ключевые слова: онлайн обучение, университет, оценка, посещаемость, процесс, статистика

УДК 624.155.39

[1]I.I. Bekbasarov, [1]N.A. Shanshabayev
([1]Taraz Regional University named after M.Kh.Dulaty, Taraz, Kazakhstan
E-mail: nucho91@mail.ru)

ON THE INFLUENCE OF THE SIZE OF PYRAMIDAL PART OF THE PYRAMIDAL-PRIZMATIC PILES ON THEIR ENERGY CONSAMPTION AND BEARING CAPACITY

Abstract. The article presents the results of driving and static tests for vertical indentation loads of models of pyramidal-prismatic and prismatic piles in laboratory conditions. It was found that with an increase in the size of the upper section of the pyramidal section of pyramidal-prismatic piles, the energy costs for their driving, as well as their bearing capacity, increase. It was revealed that the energy intensity of driving pyramidal-prismatic piles (depending on the length and size of the upper section of the pyramidal part) can be 1.05-1.6 times higher or 36-58% lower than that of prismatic piles (with a section of 20 × 20 and 30 × 30 cm). With the same driving depth and the same settlements, the bearing capacity of pyramidal-prismatic piles is 1.5-4.01 times higher than that of a prismatic pile with a section of 20 × 20 cm. Compared with a prismatic pile with a cross section of 30 × 30 cm, the bearing capacity of a pyramidal-prismatic pile (depending on the length and size of the upper section of the pyramidal part) can be either 1.23-1.92 times more, or times less 8-35%.

A correlation dependence has been obtained, which makes it possible to predict the bearing capacity of pyramidal-prismatic piles with known values of the bearing capacity of traditional prismatic piles. The revealed features of the behavior of pyramidal-prismatic piles make it possible to reasonably assign the length and dimensions of the section of their pyramidal part.

Keywords: model, soil, pile, pyramidal-prismatic pile, prismatic pile, specific energy intensity, bearing capacity, specific bearing capacity, settlement.

[1]И.И. Бекбасаров, [1]Н.А. Шаншабаев
([1]Таразский региональный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан
E-mail: nucho91@mail.ru)

О ВЛИЯНИИ РАЗМЕРОВ ПИРАМИДАЛЬНОЙ ЧАСТИ ПИРАМИДАЛЬНО-ПРИЗМАТИЧЕСКИХ СВАЙ НА ИХ ЭНЕРГОЕМКОСТЬ И НЕСУЩУЮ СПОСОБНОСТЬ

Аннотация. В статье изложены результаты забивки и статических испытаний на вдавливающие вертикальные нагрузкимоделей пирамидально-призматических и призматических свай в лабораторных условиях. Установлено, что сувеличением размеров верхнего сечения пирамидального участка пирамидально-призматических свай энергетические затраты на их забивку, а также их несущая способность,повышаются. Выявлено, что энергоемкость забивки пирамидально-призматических свай(в зависимости от длины и размера верхнего сечения пирамидальной части) может быть в 1,05-1,6 раза выше или же на 36-58% ниже, чем у призматических свай(сечением 20×20 и 30×30 см). При одинаковой глубине забивки и одинаковых осадках несущая способность пирамидально-призматических свай в 1,5-4,01 раза выше, чем у призматической сваи сечением 20×**2**0 см. По сравнению с призматической сваей сечением **3**0×30 см,несущая способность пирамидально-призматических свай (в зависимости от длины и размера верхнего сечения пирамидальной части) может бытькак больше в 1,23-1,92 раза**,** так и меньше на 8-35%.

Получена корреляционная зависимость, позволяющая обеспечивать *прогноз несущей способности пирамидально-призматических свай при известных значениях несущей способности традиционных призматических свай.* Выявленные особенности поведения пирамидально-призматических свай позволяют обоснованно назначать длину и размеры сечения их пирамидальной части.

Ключевые слова: модель, грунт, свая, пирамидально-призматическая свая, призматическая свая, удельная энергоемкость, несущая способность, удельная несущая способность, осадка.

Введение.

Как известно, при забивке традиционных призматических сваи в верхней зоне грунтовой толщи на глубине до 1,0-1,5 м происходит значительное разрыхление грунта вокруг боковой поверхности сваи. Разуплотнение грунта происходит в результате воздействия на грунт горизонтальных колебаний верха сваи от ударов молота. Кроме того в пределах указанной глубины между поверхностью сваи и грунтовой толщей (в контактной зоне) образуются щели (полости) шириной до 2-3 см и глубиной до 40-50 см[1,2]. Нарушение структуры грунта, снижение его природной плотности и образование щелей в верхней зоне толщи вызывают снижение несущей способности сваи по ее боковой поверхности. Эти

негативные явления позволяет избежать использование новых забивных свай, разработанных в геотехнической лаборатории Таразского регионального университета им. М.Х. Дулати под опоры гидротехнических сооружений [3]. Предложенные свайные конструкции обладают комбинированной (пирамидально-призматической) формой, содержащей в себе как пирамидальную (верхнюю) так и призматическую (нижнюю) части. Учитывая новизну данных свай, авторами проводятся комплексные экспериментально-теоретические исследования по изучению особенностей их забивки и работы под нагрузкой.

Результаты ранее выполненной расчетной оценки, представленные в работах [4,5], подтверждают, что пирамидально-призматические сваи (ППС) по сравнению со сваями призматическойформы, более эффективны при воздействии статических вдавливающих нагрузок. Учитывая данное обстоятельство для количественной оценки погружаемости, энергоемкости и несущей способности рассматриваемых свай авторами на начальном этапе НИР проведены экспериментальные исследования на моделях в лабораторных условиях.

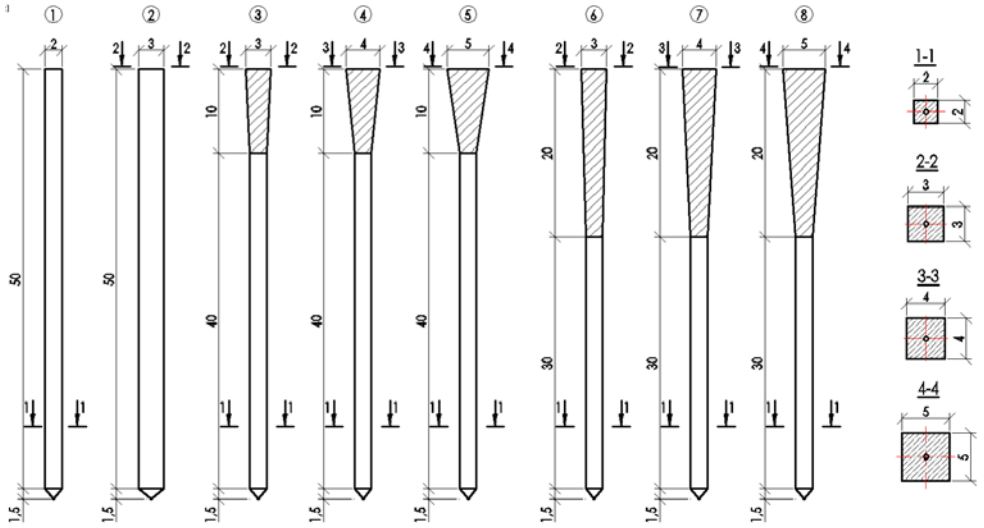
Цель работы – оценка влияния длины и размеров поперечного сечения пирамидальной части пирамидально-призматических свай на их энергоемкость забивки (погружаемость) и несущую способность в лабораторных условиях с применением моделей.

Характеристика моделей свай, оборудования и методика исследований. Модели свай изготовлены методом наплавливания (FDM)и распечатаны на 3d принтере (StratasysLtd). Расходным материалом моделей является пластик ABS Plus. Масштаб моделирования принят равным 1:10, отклонения размеров моделей, возникающие в технологическом процессе 3d-печати не превышают 0,02 мм.

Модели опытных свай *изготовлены с пирамидальными участками длиной 10 и 20 см. Размеры сечений пирамидальных участковмоделей вверху приняты равными 30×30 мм, 40×40 мм и 50×50 мм, а в низу* – 20×20 мм. *Длина призматической части моделей свай составляла 40 и 30 см, а размеры сечения* - 20×20 мм. Длина моделей свай принята равным 50 см (рис.1).



а)



б)

1-модель призматической сваи с сечением 20×20 см; 2- модель призматической сваи с сечением 30×30 см; 3-модель ППС размерами сечения поверху 30×30 см и пирамидальным участком длиной 1 м; 4- модель ППС размерами сечения поверху 40×40 см и пирамидальным участком длиной 1 м;5- модель ППС размерами сечения поверху 50×50 см и пирамидальным участком длиной 1 м; 6-модель ППС размерами сечения поверху 30×30 см и пирамидальным участком длиной 2 м; 7- модель ППС размерами сечения поверху 40×40 см и пирамидальным участком длиной 2 м; 8-модель ППС размерами сечения поверху 50×50 см и пирамидальным участком длиной 2 м.

Рис. 1. Общий вид (а) и схема (б) моделей свай

В качестве контрольных (сравниваемых) моделей приняты: модель призматической сваи с размерами поперечного сечения 20×20 мм, модель призматической сваи с размерами поперечного сечения 30×30 мм. *Геометрические параметры моделей свай и их масса представлены* в таблице 1.

Эксперименты проводились в грунтовом лотке, оснащенном многоцелевым навесным лабораторным оборудованием. Особенности, принцип и порядок работы использованного оборудования изложены в работе [6]. В качестве модели грунта в лотке принят послойно уплотненный насыпной грунт – песок средней крупности однородного состава. Осредненные значения влажности песчаного грунта составили 3,35-3,85%, а плотность - 1,4-1,5 г/см^3.

Таблица 1**. Геометрические параметры моделей свай и их масса**

Номер и вид модели сваи	Геометрические параметры, мм			Масса, г
	длина ствола	длина острия	размеры поперечного сечения ствола	
Контрольные модели: 1. Призматическая 2. Призматическая	500	15	20×20 30×30	270 560
Опытные модели: 3. ППС размерами сеч. 30×30/20×20 см и пирамидальным участком длиной 1 м; 4. ППС размерами сеч. 40×40/20×20 см и пирамидальным участком длиной 1 м; 5. ППС размерами сеч. 50×50/20×20 см и пирамидальным участком длиной 1 м; 6. ППС размерами сеч. 30×30/20×20 см и пирамидальным участком длиной 2 м; 7. ППС размерами сеч. 40×40/20×20 см и пирамидальным участком длиной 2 м; 8. ППС размерами сеч. 50×50/20×20 см и пирамидальным участком длиной 2 м;	500	15	-	300 330 360 330 360 460
Примечание: перед чертой указаны размеры поперечного сечения пирамидального участка сваи в верхней части, а после черты – в нижней части.				

Результаты забивки опытных и контрольных моделей свай приведены в таблицах 2 и 3. При этом сравнительная оценка энергоемкости забивки моделей свай выполнялась по следующим показателям:

- удельной энергоемкости забивки E_v, принятой в виде отношения полной потенциальной энергии ударов ударника, затраченной на забивку модели, к объему ее погруженной части в грунт;

- коэффициенту относительной энергоемкости забивки $К_э$, принятому в виде отношения полной потенциальной энергии ударов ударника, затраченной на забивку опытной модели сваи к аналогичному энергетическому параметру контрольной модели сваи.

Таблица 2. **Результаты забивки моделей свай**

Вид модели сваи	Полная энергия ударов, затраченная на забивку *E,* Дж, (кол. ударов)	Глубина погружения *L*, мм	Объем погруженной части *V*, см^3	Удельная энергоемкость забивки E_v, Дж/см^3
Модель ППС с размерами сечения 30×30/20×20 см и пирамидальным участком длиной 1 м	123,6 (42)	471	200,94	0,615
Модель ППС с размерами сечения 40×40/20×20 см и пирамидальным участком длиной 1 м	129,5 (44)	471	214,17	0,605
Модель ППС с размерами сечения 50×50/20×20 см и пирамидальным участком длиной 1 м	167,7 (57)	471	229,69	0,703
Модель ППС с размерами сечения 30×30/20×20 см и пирамидальным участком длиной 2 м	132,4 (45)	470	220,83	0,560
Модель ППС с размерами сечения 40×40/20×20 см и пирамидальным участком длиной 2 м	164,8 (56)	470	264,17	0,624
Модель ППС с размерами сечения 50×50/20×20 см и пирамидальным участком длиной 2 м	188,3 (64)	470	316,71	0,595
Модель призматическойсваи с размерами сечения 20×20 см	117,7 (40)	470	190,0	0,619
Модель призматическойсваи с размерами сечения 30×30 см	294,3 (100)	470	427,5	0,688
Примечание: перед чертой указаны размеры поперечного сечения пирамидального участка сваи в верхней части, а после черты – в нижней части.				

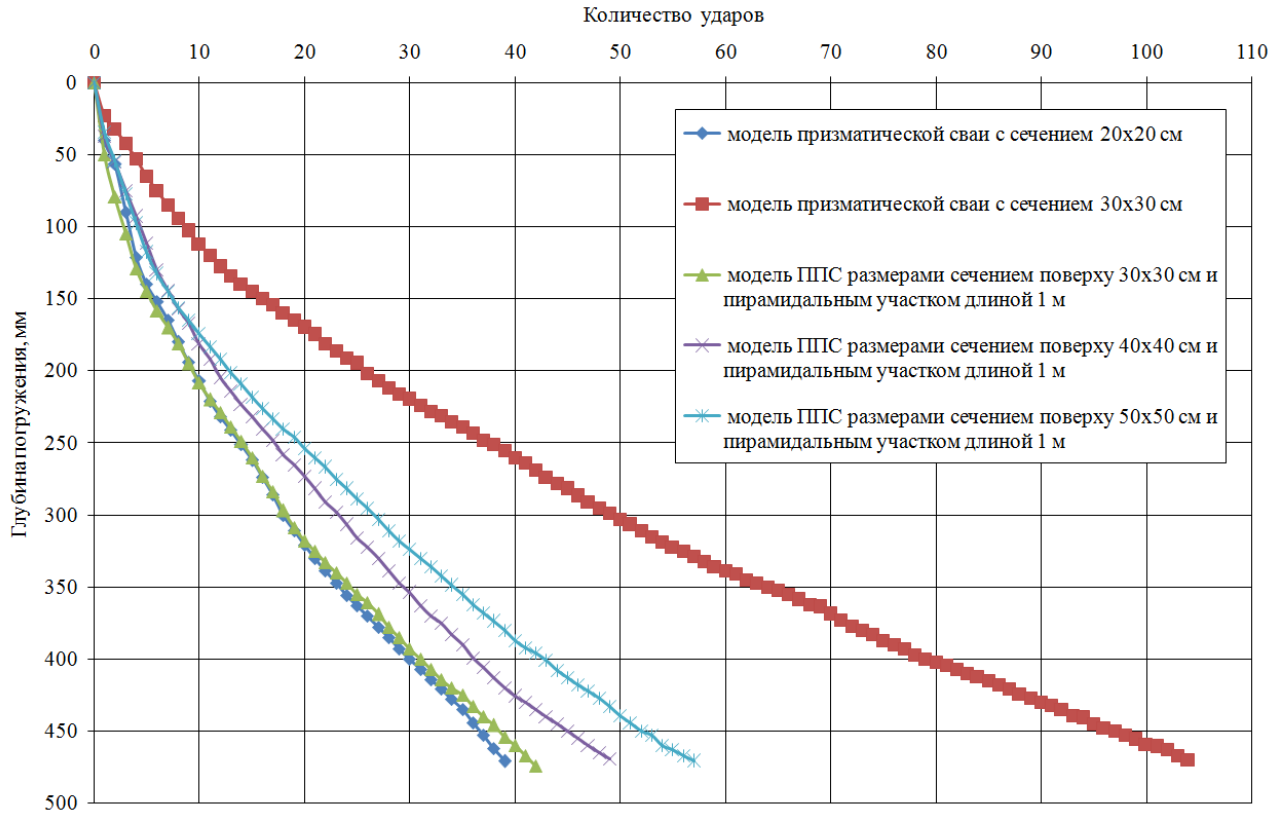


Рис. 2. Зависимость глубины погружения моделей свай от количества ударов.

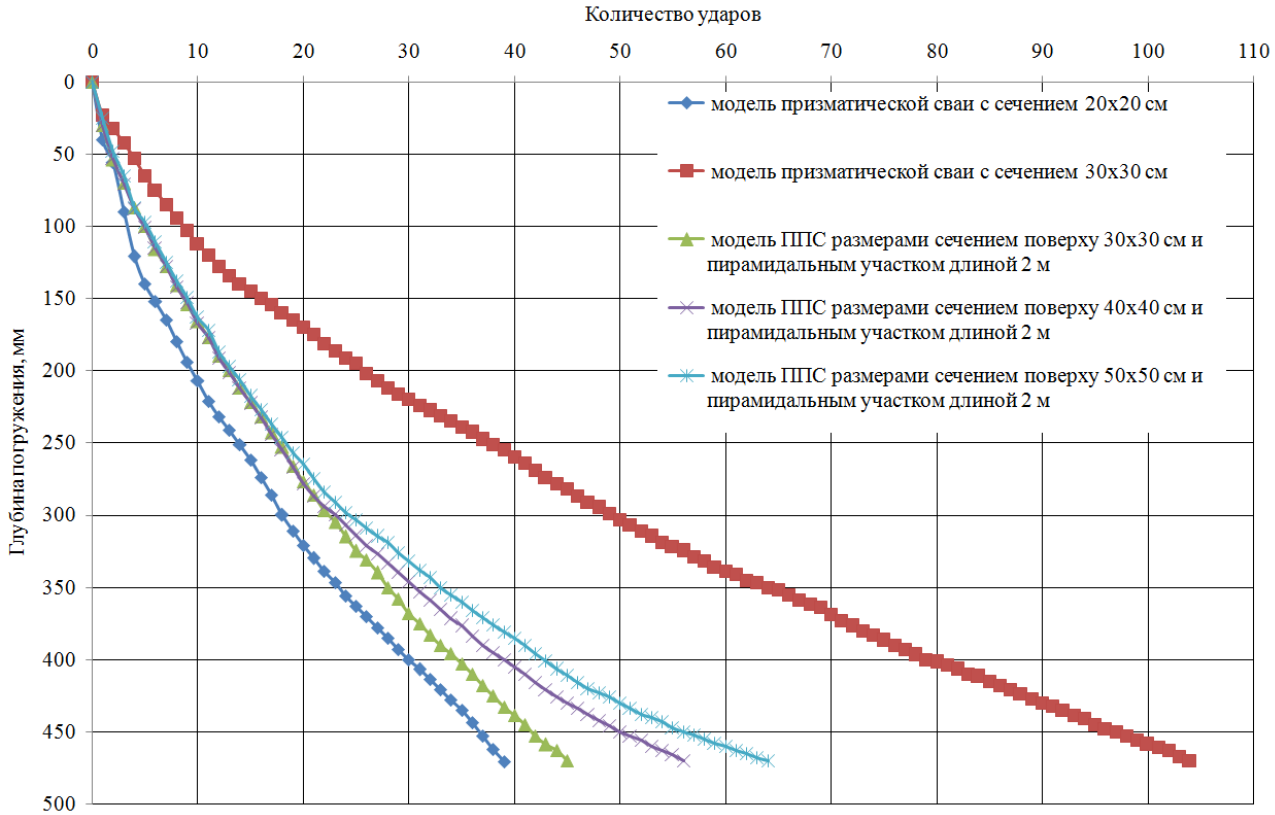


Рис. 3. Зависимость глубины погружения моделей свай от количества ударов

Таблица 3. Значения коэффициентов относительной энергоемкости забивки $К_э$ моделей свай

Коэффициенты относительной энергоемкости забивки моделей	Значения коэффициентов для опытных моделей свай с размерами пирамидального участка					
	30х30/ 20х20 (1 м)	40х40/ 20х20 (1м)	50х50/ 20х20 (1м)	30х30/ 20х20 (2м)	40х40/ 20х20 (2м)	50х50/ 20х20 (2м)
$К_{э1}$	1,05	1,10	1,42	1,12	1,40	1,60
$К_{э2}$	0,42	0,44	0,57	0,45	0,56	0,64
Примечание: 1. Коэффициенты$К_{э1}$ и $К_{э2}$ соответственно относятся к моделям призматической сваи с размерами сечения 20×20 см и призматической сваи с размерами сечения 30×30 см; 2. Перед чертой указаны размеры поперечного сечения пирамидального участка сваи в верхней части, а после черты – в нижней части (в см); 3. В скобках представлена длина пирамидального участка сваи.						

Таблица 4**. Значения несущей F_d и удельной несущей способности F_d^v моделей свай**

Вид модели сваи	Несущая способность модели сваи, F_d, Н, при осадке		Удельная несущая способность модели сваи, F_d^v, Н/см^3, при осадке	
	20 мм	40 мм	20 мм	40 мм
Модель ППС размерами сеч. 30×30/20×20 см и пирамидальным участком длиной 1 м	151,2	176,3	0,752	0,877
Модель ППС размерами сеч. 40×40/20×20 см и пирамидальным участком длиной 1 м	193,2	226,1	0,902	1,05
Модель ППС размерами сеч. 50×50/20×20 см и пирамидальным участком длиной 1 м	284,0	332,1	1,24	1,44
Модель ППС размерами сеч. 30×30/20×20 см и пирамидальным участком длиной 2 м	200,1	226,3	0,906	1,02
Модель ППС размерами сеч. 40×40/20×20 см и пирамидальным участком длиной 2 м	300,2	332,5	1,14	1,26
Модель ППС размерами сеч. 50×50/20×20 см и пирамидальным участком длиной 2 м	430,0	470,1	1,36	1,48
Модель призматической сваи с размерами сечения 20×20 см	105,1	117,2	0,553	0,617
Модель призматической сваи с размерами 30×30 см	231,3	245,1	0,541	0,573
Примечание: перед чертой указаны размеры поперечного сечения пирамидального участка сваи в верхней части, а после черты – в нижней части.				

Сравнительный анализ значений полных затрат энергий *E* и удельной энергоемкости забивки E_v моделей опытных и контрольных свай позволяет выделить следующие закономерности (таблицы 2,3):

- увеличение на 1 м длины пирамидального участка опытных свай сопровождается повышением полных энергетических затрат на их погружение на 7,12-27,26%;

- увеличение размеров верхнего сечения пирамидального участка опытных свай в 1,33 и 1,66 раза приводит к повышению полных энергетических затрат на их погружение соответственно на 4,77-24,47 % и 35,68-42,22%;

- среди опытных свай наибольшие полные энергетические затраты характерны для сваи с длиной пирамидального участка 2,0 м и размерами верхнего сечения 50×50 см.

- полные энергетические затраты на забивку опытных свай 1,05-1,6 раза выше, чем на забивку призматической сваи с размерами сечения 20×20 см и на 36-58% меньше, чем на погружение призматической сваи с размерами сечения 30×30 см;

- удельная энергоемкость свай с длиной пирамидального участка 1 м (0,605 до 0,703 Дж/см^3) несколько выше, чем у свай с пирамидальным участком длиной 2 м (0,560-0,624 Дж/см^3);

Для оценки несущей способности моделей свай выполнены их статические испытания на действие вертикальных вдавливающих нагрузок. Вдавливающая нагрузка передавалась на модели свай в ступенчато-возрастающем режиме с обеспечением условной стабилизации их осадок в соответствии с требованиями ГОСТ 5686-2012 [6]. Статическая загрузка моделей производилась до осадок не менее 40 мм.

Результаты испытаний представлены на рис. 3 и в таблицах 4-6. Сравнительная оценка сопротивляемости моделей свай действию вдавливающей нагрузки, выполнялась по следующим показателям:

- несущей способности F_d, устанавливаемой по СП РК 5.01-103-2013[7];

- удельной несущей способностиF_d^v,принятой в виде отношения несущей способности модели сваи к объему ее погруженной части в грунт;

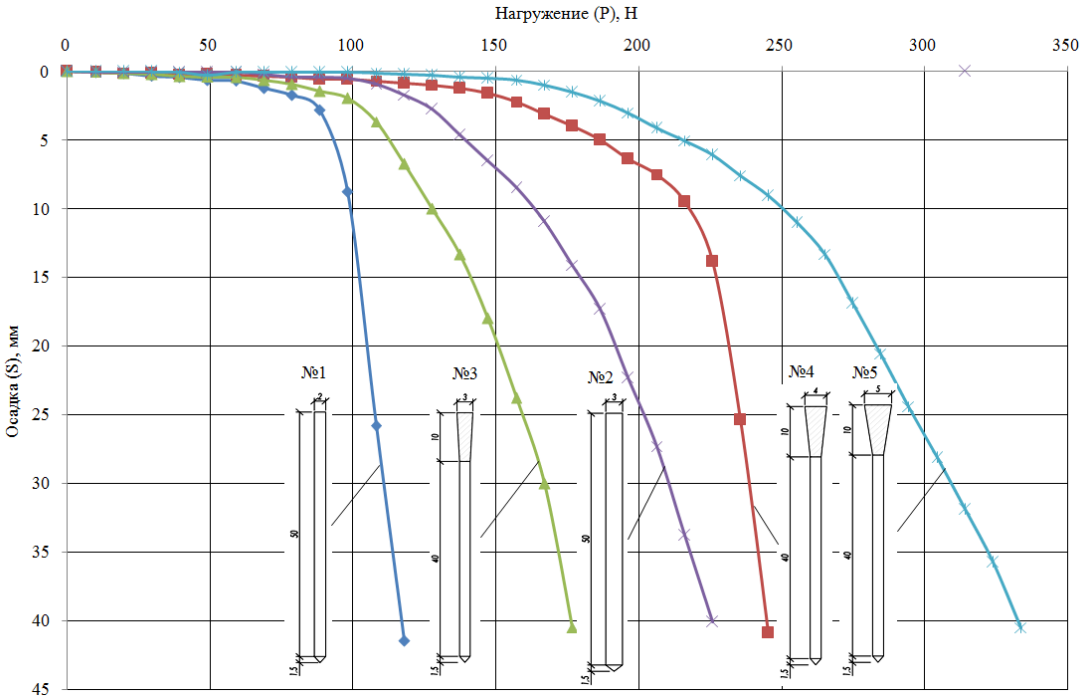
- коэффициенту относительной эффективности моделей по несущей способности $К_н$ принятому в виде отношения несущей способности опытной модели сваи к аналогичному силовому параметруконтрольной модели сваи.

Таблица 5. **Значения коэффициентов относительной эффективности моделей свай по несущей способности K_H при осадке 20 мм**

Коэффициенты относительной энергоемкости забивки моделей	Значения коэффициентов для опытных моделей свай с размерами пирамидального участка					
	30х30/ 20х20 (1 м)	40х40/ 20х20 (1м)	50х50/ 20х20 (1м)	30х30/ 20х20 (2м)	40х40/ 20х20 (2м)	50х50/ 20х20 (2м)
$К_{н1}$	1,44	1,84	2,70	1,90	2,85	4,10
$К_{н2}$	0,65	0,83	1,23	0,86	1,30	1,86
Примечание: 1. Коэффициенты **$К_{н1}$ и $К_{н2}$ соответственно относятся к модели призматической сваи с размерами сечения 20×20 см и модели призматической сваи с размерами сечения 30×30 см;** 2. Перед чертой даны размеры поперечного сечения пирамидального участка сваи в верхней части, а после черты – в нижней части (в см); 3. В скобках представлена длина пирамидального участка сваи.						

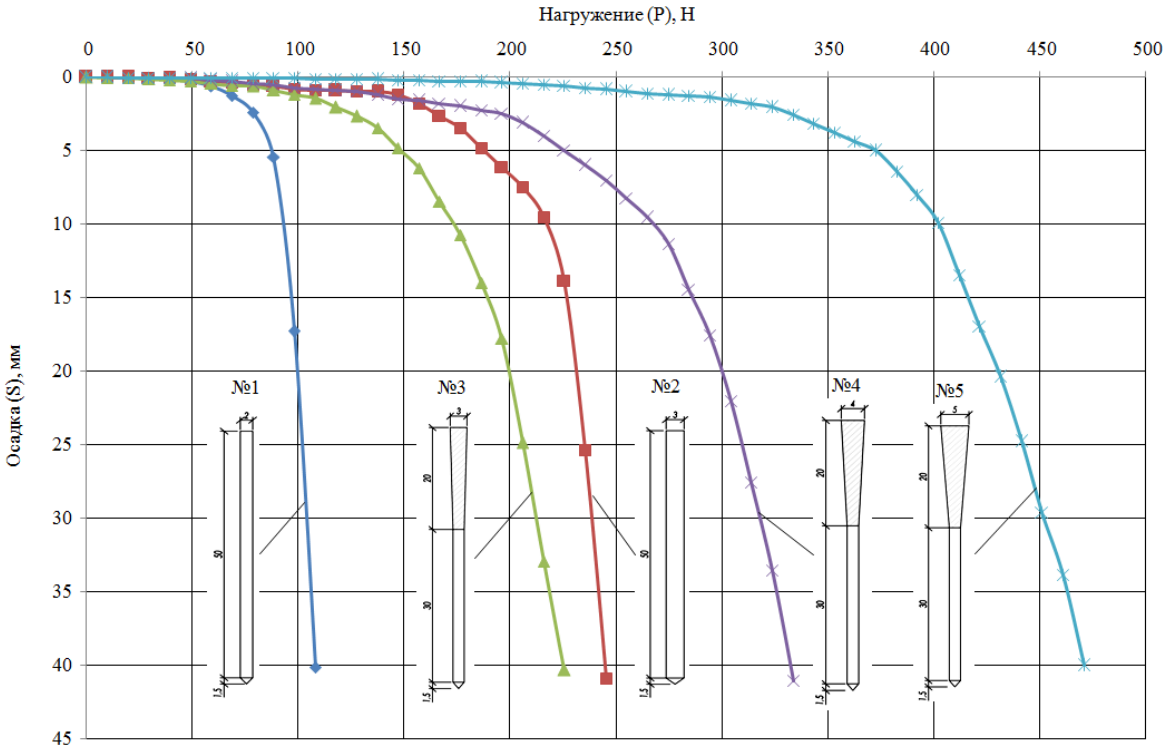
Таблица 6**. Значения коэффициентов относительной эффективности моделей свай по несущей способности K_H при осадке 40 мм**

Коэффициенты относительной энергоемкости забивки моделей	Значения коэффициентов для опытных моделей свай с размерами пирамидального участка					
	30х30/ 20х20 (1м)	40х40/ 20х20 (1м)	50х50/ 20х20 (1м)	30х30/ 20х20 (2м)	40х40/ 20х20 (2м)	50х50/ 20х20 (2м)
$К_{н1}$	1,50	1,93	2,83	1,93	2,84	4,01
$К_{н2}$	0,72	0,92	1,35	0,92	1,36	1,92
Примечание: 1. Коэффициенты $К_{н1}$ и $К_{р2}$ соответственно относятся к модели призматической сваи с размерами сечения 20×20 см и модели призматической сваи с размерами сечения 30×30 см; 2. Перед чертой указаны размеры поперечного сечения пирамидального участка сваи в верхней части, а после черты – в нижней части (в см); 3. В скобках приведена длина пирамидального участка сваи.						



1-модель призматической сваи с сечением 20×20см; 2- модель призматической сваи с сечением 30×30см; 3- модель ППС размерами сечения поверху 30×30 см и пирамидальным участком длиной 1 м; 4- модель ППС размерами сечением поверху 40×40 см и пирамидальным участком длиной 1 м; 5- модель ППС размерами сеч. поверху 50×50 см и пирамидальным участком длиной 1 м.

Рис 1. Зависимость осадки моделей свай от статической вдавливающей нагрузки



1-модель призматической сваи с сечением 20×20см; 2- модель призматической сваи с сечением 30×30см; 3- модель ППС размерами сечения поверху 30×30 см и пирамидальным участком длиной 2 м; 4- модель ППС размерами сечением поверху 40×40 см и пирамидальным участком длиной 2 м; 5- модель ППС размерами сечения поверху 50×50 см и пирамидальным участком длиной 2 м.

Рис. 5. Зависимость осадки моделей свай от статической вдавливающей нагрузки

Сравнение значений несущей способности моделей опытных и контрольных свай позволяет установить следующие особенности (таблицы 4-6):

- увеличение длины пирамидального участка опытных свай на 1 м вызывает повышение их несущей способности на 32,34-55,38% при осадках 20 мм и на 28,36-47,06% при осадках 40 мм;
- увеличение размера поперечного сечения пирамидального участка опытных свай в 1,33 и 1,66 раза сопровождается повышением их несущей способности соответственно на 27,77-50,02 и 87,83-114,95% при осадках 20 мм, и на 28,25-46,92 и 88,37-107,73% при осадках 40 мм;
- увеличение длины пирамидального участка опытных свай на 1 м приводит к повышению их удельной несущей способности на 9,68-26,38% при осадках 20 мм и на 2,77-20,0% при осадках 40 мм;
- увеличение размера поперечного сечения пирамидального участка опытных свай в 1,33 и 1,66 раза обеспечивает повышение их удельной несущей способности соответственно на 19,95-25,83% и 50,11-64,89% при осадках 20 мм, и на 19,73-23,53 и 45,1-64,20% при осадках 40 мм;
- удельная несущая способность опытных свай в 1,36-2,46 раза выше, чем удельная несущая способность призматической сваи с размерами сечения 20×20 см, и в 1,30-2,58 раза выше, чем у призматической сваи с размерами сечения 30×30 см;
- несущая способность опытных свай превышает несущую способность призматической сваи с размерами сечения20×20 см в 1,44-4,1 раза при осадках 20 мм и в 1,5-4,01 раза при осадках 40 мм;
- в зависимости от длины и размеров сечения пирамидального участка несущая способность опытных свай может быть в 1,23-1,92 раза выше или на 8-35% меньше несущей способности призматической сваи с размерами сечения 30×30 см.

Данные представленные в таблицах 5 и 6 математически описывают следующей полиноминальной функцией второго порядка

$$K_н = an^2 - вn + c\,, \qquad (1)$$

где: $K_н$ - коэффициент относительной эффективности несущей способности ППС; n-размер поперечного сечения верхней части пирамидального участка ППС; *а,в* и *с* -коэффициенты, принимаемые по таблицам 7 и 8.

Таблица 7. **Значения коэффициентов а, в и с в формуле (1) при осадке 20 мм**

Коэффициенты относительной эффективности несущей способности свай	Значения коэффициентов					
	а, 1/м^2, (1 м)	*в,* 1/м, (1 м)	*с* (1 м)	*а,* 1/м^2, (2 м)	*в,* 1/м, (2 м)	*с* (2 м)
$К_{н1}$	0,23	0,29	1,5	0,15	0,5	1,25
$К_{н2}$	0,11	0,15	0,69	0,06	0,26	0,54
Примечание: в скобках указана длина призматического участка сваи.						

Таблица 8. Значения коэффициентов а, в, с *в формуле (1)* **при осадке 40 мм**

Коэффициенты относительной эффективности несущей способности свай	Значения коэффициентов					
	а, 1/м^2, (1 м)	*в,* 1/м, (1 м)	*с* (1 м)	*а,* 1/м^2, (2 м)	*в,* 1/м, (2 м)	*с* (2 м)
$К_{н1}$	0,235	0,275	1,54	0,13	0,52	1,28
$К_{н2}$	0,115	0,145	0,75	0,06	0,26	0,6
Примечание: в скобках указана длина призматического участка сваи.						

Показатели величины достоверности аппроксимации R^2 экспериментальных данных по формуле (1) равны 1,0, что свидетельствует о ее высокой надежности. Формула может быть использована для прогноза несущей способности опытных свай при известных значениях несущей способности контрольных свай.

Выводы. На основе представленных результатов исследований можно сформулировать следующие основные выводы:

- энергетические затраты на забивку пирамидально-призматических свай, а также их сопротивляемость действию вдавливающей вертикальной нагрузки зависят от длины и размеров поперечного сечения верха пирамидального участка, с увеличением которых энергоемкость погружения и несущая способность опытных свай повышаются;

- при одинаковой глубине забивки и при одинаковых осадках свай несущая способность пирамидально-призматических свай выше, чем у призматической сваи сечением 20×2**0 см, а по сравнению с** призматической сваей сечением 3**0×30 см может быть как больше, так и меньше в зависимости от длины и размеров сечения пирамидального участка опытных свай**.

Выявленные характерные особенности поведения пирамидально-призматических свай позволят обоснованно назначать длинуи размеры сечения их пирамидальной части.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Бекбасаров И.И., Исаков Г.И., Аманбай А. Оценка влияния параметров свай и штампов на их погужаемость и несущую способность фундаментных конструкций. – Тараз: Издательство «Тараз университеті», 2014. – 146 с.

[2] Медведева О.П., Буланкин Н.Ф. Определение несущей способности пирамидально-призматических свай по результатам динамических испытаний // Труды международного семинара по механике грунтов, фундаментостроени и транспортным сооружениям. - М.: РИО ППИ, 2000. - С.196-199

[3] Патент на полезную модель Республики Казахстан №4521. Забивная железобетонная свая/ И.И. Бекбасаров, Н.А. Шаншабаев. Дата регистрации в Государственном реестре полезных моделей Республики Казахстан: 29.11.2019г.

[4] Бекбасаров И.И., ШаншабаевН.А. О расчетной оценке несущей способности забивных свай с пирамидальным участком ствола // Сборник материаловIV Глобальная наука и инновации 2019: Центральная Азия Международная научная практическая конференция. – Астана, 2019. – С.10-15.

[5] Бекбасаров И.И., Шаншабаев Н.А. О несущей способности пирамидально-призматических сваи// «I Международное книжное издание стран Содружества Независимых Государств «Лучший молодой ученый - 2020». – г. Нур-Султан, 2020 г. – С.79-83.

[6] Бекбасаров И.И., Атенов Е.И., Шаншабаев Н.А. О лабораторном оборудовании для забивки и испытаний моделей свай // Механика и технологии / Научный журнал. – 2019. – №4. – С.125-133.

[7] ГОСТ 5686-2012 Грунты. Методы полевых испытаний сваями. Межгосударственный стандарт. – М.: Стандартинформ, 2014. – 47 с.

[8] СП РК 5.01-103-2013. Свайные фундаменты. – Астана: АО «КазНИИСА», 2015. – 181 с.

Бекбасаров И.И., Шаншабаев Н.А.

Пирамидалды-призмалық қадалардың пирамидалық бөлігі өлшемдерінің энергия сыйымдылығы мен жүк көтеру қабілетіне әсері туралы

Түйіндеме: Мақалада бойлық пішіні әртүрлі қада модельдерін зертхана жағдайында соққылап қағу және статикалық сынау жұмыстарының нәтижелері баяндалған. Пирамидальды-призмалық қадалардыңжоғары қимасының өлшемдері үлкейген сайын, қаданың қағудағы энергия шығыны және жүк көтергіш қасиеттері артатыны анықталды.

Пирамидальды-призмалық қадаларды қағудағы жұмсалатын энергетикалық шығыны (пирамидальды бөлігінің жоғарғы қимасының өлшемдері және ұзындығына байланысты) 1,05-160 есе жоғары немесе призмалық қадаға қарағанда (қимасы 20×20 и 30×30 см) 36-58% төмен.Қадаларды бірдей тереңдікке қағуда және бірдей шөгу кезінде пирамидальды-призмалық қадалардың көтеру қабілеті қимасы 20×2**0 см** призмалық қадаға қарағанда 1,5-4,01 есеге жоғары. Қимасы 3**0×30 см** призмалық қадаға қарағанда пирамидальды-призмалық қадалардың жүк көтеру қасиеті (пирамидальды бөлігінің жоғарғы қимасының өлшемдері және ұзындығына байланысты) 1,23-1,92 жоғары, сондай-ақ 8-35% төмен болуы мүмкін.

Дәстүрлі призмалық қадалардың жүк көтеру қасиеттерінің мәндері белгілі болғанда, пирамидальды-призмалық қадалардың жүк көтеру қасиеттерін болжауға мүмкіндік беретін корреляциондық тәуелділік алынды. Пирамидальды-призмалық қадалардың ерекшеліктеріне қарай пирамидальды бөлігінің ұзындығын және қимасының өлшемдерін тағайындау анықталды.

Түйінді сөздер: модель, топырақ, қада, пирамидальды-призмалық қада, призмалық қада, меншікті энергия шығыны, жүк көтеру қасиеті, меншікті жүк көтеру қасиеті, шөгу.

УДК 004.93'1

L. Bekesheva
(L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan
E-mail: bekesheva68@mail.ru)

BIOMETRIC METHODS FOR RESEARCHING A HANDWRITTEN SIGNATURE

Abstract. The article considers basic concepts, problems and examples that occur during verification using a handwritten signature. Signature verification remains a relevant area of research and is the most commonly used biometrics to maintain people's privacy.

Key words: handwritten signature, verification, online signature, offline signature, biometric.

Л.Р. Бекешева
(Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
E-mail: bekesheva68@mail.ru)

ҚОЛ ҚОЮДЫ ЗЕРТТЕУГЕ АРНАЛҒАН БИОМЕТРИКАЛЫҚ ТӘСІЛДЕР

Түйіндеме Қолтаңбаны тексеру зерттеудің маңызды саласы болып қала береді және адамдардың жеке өмірінің құпиялылығын сақтау үшін жиі қолданылатын биометрия болып табылады. Бұл мақалада қолтаңбаны қолданып тексеру жүргізу кезінде пайда болатын негізгі ұғымдар, мәселелер және мысалдар қарастырылады.

Кілттік сөздер: қолтаңба, верификация, off-line әдіс, on-line әдіс, биометрия.

Қазіргі құжат айналымы дамып отырған кезеңде әртүрлі салалардағы құжатайналымының көбеюі қолжазба зерттеулерінің үлесінің артуына әкелді.

Әртүрлі ақпараттық технологияларды қолданып қолжазба мәтіндерін, қол қоюды айтарлықтай қысқарттық дегенмен бүгінгі таңда электрондық қолтаңбалардың кең қолданылуына және жеке тұлғасын сәйкестендірудің биометриялық жүйелерінің енгізілуіне қарамастан, кез келген уақытта қай салада болмасын ұсыныс, хат, арыз, сенім қағаздарын жазғанда, құжаттар толтырғанда, әлі де қол қою тәжірибесінің жойыла қоймағанын байқауға болады. Яғни қолтаңбаны (қол қоюды) басқа нәрсемен ауыстыру мүмкін емес. Дегенмен қол қою кезінде жалған, өтірік қою, бұрмалап қою сияқты жағымсыз факторлардың кездесетінін жасыруға болмайды.

Биометриялық әдістер мен заманауи технологиялардың қолданылуы, олардың кең таралуы, құпия мәліметтердің сақталуын және ақпараттардың қауіпсіздігін жоғары дәрежеде қамтамасыз етуге және жалпы деңгейін арттыруға мүмкіндік береді.

Бүгінгі таңда электрондық қолтаңбалардың кең қолданылуына және жеке басын сәйкестендірудің биометриялық әдістерінің енгізілуіне қарамастан, кез-келген қағазға әлі де бұрынғысынша қол қояды.

[1-5] жұмыстарында биометрияны адамның әртүрлі физикалық сипаттамаларын өлшейтін және талдайтын технология ретінде және адамның жеке басын растау мақсатында биологиялық сипаттамаларына автоматтандырылған талдауы ретінде қарастырады. Ол тұлғаны сәйкестендіру және тексеру жүйелерінде маңызды рөл атқарады. Қазіргі кезеңде құқық қорғау органдарында, сот медицинасында тиімді қолдануына байланысты, сонымен қатар қауіпсіздік пен құпиялылықты арттыру қажеттігі туындауына байланысты биометриялық тану белсенді зерттеулер саласы ретінде қарастырылады.

Биометрияны мінез-құлық және физиологиялық сипаттамалары деп бөлуге болады. Физиологиялық сипаттамалар деп адамның анатомиялық қасиеттерін айтамыз, мысалы, бет, саусақ іздері, көз қабықшасы және қол геометриясы. Ал, мінез-құлық сипаттамалары деп адамның дауысын, жүрісін және қол қоюды (тұлғаның қолы) айтамыз [2,4].

Қол қоюдың белгілі анықтамасы ретінде [6] жұмыстағы анықтаманы қарастыруға болады. Қол қою қол жетімділікті бақылау мен басқарудың биометриялық жүйелеріндегі адам тұлғасының шынайылығының дәлелі болып табылады. Бұл жерде қолтаңба қағазға қойылған немесе электрондық қолтаңба болуы мүмкін.Тұлғаның қолын тек қана сөздер мен әріптердің тіркесі ретінде емес, символдар мен геометриялық бейнелердің жиынтығы ретінде де қарастырамыз.

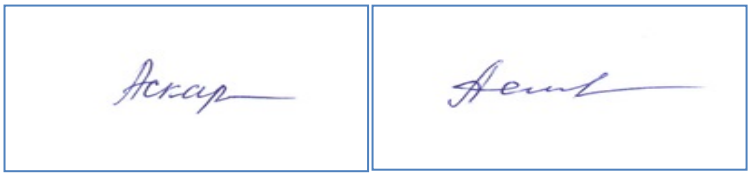
Жазбаша қойылған қол адамның аутентификациясы үшін қолданылатын қоғамдық және заңды түрде танылған биометриялық сипаттама болып табылады және ол жеке басын сәйкестендірудің автоматтандырылған жүйесі үшін ең жақсы құралдардың бірі саналады. Қойылған қол құпия сөздерге немесе жеке куәліктерге қарағанда ұмытылуы немесе жоғалып кетуі мүмкін емес, яғни құжаттарға қойылған қол құжат жоғалмаса сол күйінде сақталады [7,8].

Жеке қойылған қол келесі элементтерден тұруы мүмкін. Монограммадан, яғни ортақ элементтерге ие екі немесе одан да көп бас және кіші әріптер арқылы қойылған қол. Әдетте монограмма қол қоюшылардың аты-жөнінің бас әріптерінен жиналуы да мүмкін (1-сурет). Көлденең сызық және орамалар - қолтаңбаның соңғы бөлігін білдіретін бөлік, ол қойылған қолдың жалғасы ретінде беріледі, жолақты немесе жоларалық сызықпен біріктіру арқылы да жасалуы мүмкін немесе оратылып қойылған болуы мүмкін (2-сурет).



Сурет 1. Монограммалар

Тік сызық (штрих) қолдың негізгі бөлігінен байланыссыз қосымша қойылуы және әріптер болмауы да мүмкін (қолтаңбадан алшақ қойылуы да мүмкін) және әріптерсіз сызықтар түрінде қойылған қол (3-сурет)



Сурет 2. Көлденең сызық және орамалар



Сурет 3. Штрих немесе әріптерсіз қойылған қол

Қойылған қол ертеден қолданып келе жатқан тәсілдердің бірі, сонымен қатар биометриялық сәйкестендіру және тексеру құралы болып табылады.

Қолтаңбаны сәйкестендіру (идентификация) дерекқордағы берілген қолтаңбалар ішінен сәйкестігін іздеуге, яғни қолтаңба иесінің жеке басын анықтауға бағытталған. Бұл жағдайда берілген қолтаңба деректер базасындағы жазудың барлық үлгілерімен салыстырылады. Ал қолтаңбаны тексеру (верификация) қойылған қол көрсетілген тұлғаның қолы ма, сол тұлғаға тиесілі ме тиесілі емес пе

соны тексереді. Мақаланың өзегі ретінде қолтаңбаны тексеру (верификациялау) және оның мақсаты қойылған болатын. Ендеше мақсаты ретінде күмәндәніп тұрған қол шын мәнінде бір адамға тиесілі немесе жоқ екені туралы шешім қабылдау болып табылады. Көптеген салаларда, соның ішінде құжат айналымын автоматтандыруды талап ететін салаларда қолтаңбаны тексеруді қолдануға болады. Қауіпсіздік талаптары жоғары ұйымдардың барлығында және сот-медициналық сараптама саласында да тану және тексеру міндеттері мен мәселелері үлкен рөл атқарады.

Деректерді алу тәсілі бойынша қолтаңбаны тексерудің екі әдісін атап көрсетеді: статикалық (off-line) және динамикалық (on-line) әдіс.

Қағазға қойылған қолтаңбадан қандай да бір енгізу деректерін алу үшін оптикалық сканерді қолданатын болсақ, онда off-line немесе статикалық әдіс.

Қолмен жазғандағы жазу жылдамдығы мен қалам қысымы сияқты қаетті деректерді өлшеу үшін арнайы құрылғыны қолданатынболсақ, онда ол әдіс on-line немесе динамикалық әдіс.

Статикалық әдіс динамикалық әдіске қарағанда аз ақпарат береді, өйткені бірінші әдісте нүктелердің координаттары ғана белгілі [9].

Кейде бір адамның сырқатына, жасына немесе психологиялық факторларға байланысты қойылған қолының аз да болса айырмашылығы болуы мүмкін. Осындай сәйкессіздік, қол түпнұсқасы және жалған қойылған қол арасындағы айырмашылықты қиындатады, демек бұл жағдай статикалық тексеру жүйелерінде дәлсіздікті қамтамасыз етеді. Бірақ, статикалық әдіс айтарлықтай артықшылыққа ие, себебі қол қою кезінде арнайы өңдеу жүйелерінің болуы міндетті емес. Сондықтан бұл жүйе күн сайын қол қойылған банктік чектер, басқа да құжаттардың түпнұсқалығын растауға арналған. Тексеру кезеңінде қол қоюшы тұлғаның қатысу қажеттілігіде жоқ, себебі сканерленген қолтаңбалар өңделеді, олар қабылданған және деректер базасында сақталады [10].

Қойылған қол немесе қолтаңба, олардың маңыздылығына байланысты, ашық және қолжетімді болып табылады, сондықтан жиі дұрыс пайдаланылмауы және жалған бұрмаланып қойылуы мүмкін. Жалған бұрмалап қол қоюдың үш типі [9,10,12] жұмыстарында қарастырылған: кездейсоқ жалған (бұрмаланып) қол қою, қарапайым және білікті түрде қол қою.

Жасырын қолтаңба типі де болуы мүмкін, ол шынайы қол қоюшының өзіне тиесілі, бірақ оның ниетіне байланысты болады [9,11]. Бұл жерде қол қойып тұрған адамның қандай оймен, ниетпен қойып тұрғаны маңызды, қол қойып тұрғанымен кейін өз қолынан бас тарту ойымен әдейі өзгертіп өтірік қойылуы мүмкін.

Тексеру жұмыстарын жүргізу барысында қолтаңба типтерін білу өте маңызды болып табылады.

Кездейсоқ қол қою жағдайында қол қойып тұрған басқа адам қолдың қандай түрде қойылғанынан және қолдың иесі туралы да хабары болмауы мүмкін, бірақ өзінің қолын қойып жіберуі мүмкін. Бұл жағдайда қойылған қолдың мағынасы басқа болады, себебі қол қоюшы өзі әдейі бұрмалап қойып тұрған жоқ, мүлдем басқа адам қойып тұр. Қарапайым қол қоюда, қойылатын қолдың иесі туралы біледі, бірақ оның қол қою тәсілінен, қолының қандай түрде болатынан хабары жоқ. Қолды білікті түрде жалған қоюшы қолдың иесінің аты, жөнін және қолтаңбасының қандай түрде қойылатынын біледі. Соған еліктеп қойылған қолды түпнұсқадан айыру қиын, сондықтан оларды тексеру барысында анықтау қиынырақ [12].

Кейбір адамдар қол қойғаннан кейін менің қолым емес деп, өз қолынан бас тартуы мүмкін немесе менің орнына бөтен адам қойған деп айнып шығуы мүмкін. Құжаттағы қойылған қолдың дұрыстығын растауына мүмкіндік жасау қажет. Қазіргі кезде барлық қол қоюды қажет ететін ұйымдарда электронды қол қою мен физикалық қол қою қатар қолданылып жүр, дегенмен физикалық қол қоюдан әсте бас тарта алмаймыз. Электронды қол қоюда қолды тек бір адам қоя алады, екінші құжатқа көшіру мүмкіндігі жоқ.

Қолтаңбаны тексерудің статикалық әдістеріне байланысты туындайтын негізгі мәселелері [12-14] жұмыстарында қарастырылған:

1.Сынып ішіндегі жоғары өзгергіштік. Физикалық биометриялық ерекшеліктермен салыстырғанда, бір қолданушының қолтаңбасы үлгілер арасында үлкен өзгергіштікті көрсетеді. Бұл қол қоюшының өзіндік ерекшеліктерінің болуына байланысты, яғни символдардан басқа кейбір таңбаларды пайдалана алуы, сызық, нүкте, орама сызықтар қоюы және графикалық элементтер арқылы қоюы.

2.Ақаулар мен түзетулердің болуы.

3.Күйзеліп тұрғанда, ауырып тұрғанда, көңіл-күйі болмай тұрғанда қойылуы мүмкін, бұл жағдайда қойылған қол алдыңғыдан өзгеше болуы мүмкін.

Уақыт өткен сайын қол қою тұрақтылығының төмен деңгейі, нәтижесінде тану жүйесінің дәлдігі төмендейді.

Сондықтан осы проблемаларды шешу үшін қол қою кезіндегі өзгерістерге тұрақтылық танытатын қол қоюды тану және тексерудің жаңа әдістері ойлап табылуда.

Қорытынды. Қолтаңба - бұл қол қоюшының психофизикалық жағдайынан тәуелді болатын күрделі процесс нәтижесі және жеке тексерудің ең қолайлы тәсілі. Қолжазба және сия процестерінің негізіндегі психофизикалық механизмдерді модельдеу үшін күрделі теориялар ұсынылғанымен, қолтаңбаны тексеру әлі де ашық мәселе болып табылады, өйткені қолтаңба тек бірнеше үлгілер негізінде ғана шынайы немесе жалған болып саналады.

Қолтаңбаны тексерудің қолмен жасалатын әдістері қазір автоматты әдістермен алмастырылды, сондықтан жеке басын куәландыратын компьютерлік аутентификация және құжаттардың авторлығын растау мәселелерін шешу үшін адамның қолтаңбасын тексеру процесін автоматтандыру маңызды болып табылады. Бұл күрделілік пен қателік ықтималдығын азайтуға мүмкіндік береді.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Колядин Д.В., Савин А.А. О проблеме верификации подписи в системах контроля доступа. // Обработка информации и моделирование: Сб.ст./ Моск.физ.-тех. ин-т. –М., 2002. – С. 81-89.

[2] Hadjadji, B., Chibani, Y., Nemmour, H. An efficient open system for offline handwritten signature identification based on curvelet transform and one-class principal component analysis // Neurocomputing. – 2017. –VOL. 265. – pp. 66-77.

[3] Jain K., Ross A., Prabhakar S. An introduction to biometric recognition // IEEE transactions on circuits and systems for video technology/ Special Issue on Image- and Video-Based Biometrics. – 2004. –VOL. 14. –NO. 1. – pp. 4-20

[4] Kalera M.K., Srihari S. . Xu A. Offline signature verification and identification using distance statistics // International Journal of Pattern Recognition and Articial Intelligence. – 2004. – Vol. 18. – No. 7. –pp.1339-1360.

[5] Serdouk Y., Nemmour H., Chibani Y. New off-line Handwritten Signature Verification method based on Artificial Immune Recognition System // Expert Systems With Applications. – 2016. – No. 51. – pp. 186–194.

[6] Боровик И. Г., Зубарева М. Г., Цветков А. А. Использование нейросетевого подхода для верификации рукописной подписи // Молодой ученый. — 2016. — №11. — С. 150-154.

[7] Аникин И.В., Анисимова Э.С. Распознавание динамической рукописной подписи на основе нечёткой логики //Вестник Казанского государственного энергетического университета. –2016. –№ 3 (31). –С. 48-64.

[8] Pavlidis I., Papanikolopoulos N.P. , Mavuduru R. Signature identification through the use of deformable structures // Signal Processing. –1998. – NO 71. – pp.187-201.

[9] Ferrer M. A., Vargas J. F., Morales A., Ordóñez A. Robustness of Offline Signature Verification Based on Gray Level Features // IEEE transactions on information forensics and security. – 2012. – vol. 7. – no. 3. – pp. 966 - 977.

[10] Sharif M., Khan M. A., Faisal M., Yasmin M., Fernandes S. L. A framework for offline signature verification system: Best features selection approach // Pattern Recognition Letters. – 2018.

[11] Shah A., Khan M.A., Subhan F., Fayaz M., Shah A. An Offline Signature Verification Technique Using Pixels Intensity Levels // International Journal of Signal Processing, Image Processing and Pattern Recognition. –2016. –Vol.9. –No.8. –pp. 205-222.

[12] Shah A. S., Khan M. N. A. and Shah A. An Appraisal of Off-Line Signature Verification Techniques // International Journal of Modern Education and Computer Sciences. –2015. –vol. 7. –no. 4. –pp. 67-75.

[13] Malik M. I., Liwicki M., Dengel A. Evaluation of Local and Global Features for Offline Signature Verification // Proceedings of the 1st International Workshop on Automated Forensic Handwriting Analysis (AFHA). –Beijing, China, 2011. – pp. 26-30.

[14] Luiz G. Hafemann , Robert Sabourin, Luiz S. Oliveira. Offline Handwritten Signature Verification - Literature Review // Seventh International Conference on Image Processing Theory, Tools and Applications (IPTA) / Computer Vision and Pattern Recognition. –Montreal, QC, Canada, 2017.

[15] Волков Д. А. Оценка информативности биометрических признаков, получаемых из рукописной подписи субъекта // Россия молодая: передовые технологии – в промышленность. . –2017. –№ 2. –С. 8-13.

Бекешева Л.Р.

Биометрические способы исследования рукописной подписи

Резюме. В статье рассмотрены основные понятия, проблемы и примеры имеющее место при верификации с использованием рукописной подписи. Верификация подписи остается актуальной областью исследования и является наиболее часто используемой биометрией для поддержания конфиденциальности людей.

Ключевые слова: рукописная подпись, верификация, онлайн подпись, оффлайн подпись, биометрия.

УДК 622:276.75

M. Bisengaliev[1], R.Bayamirova[2], A.R. Togasheva[2], G.Kunaeva[2]
(Atyrau University of Oil and Gas named after S.Utebaev,
Caspian State University of Technology and Engineering named after S. Esenov
E-mail: maks_bisengali@mail.ru)

EFFICIENCY OF THE APPLIED TECHNOLOGIES INCREASED OIL RECOVERY

Annotation: The article is devoted to the development of the increasing role of sweepers in the fields per one injection well there are more than two already opened exploitation objects. This was done to maintain reservoir pressure (volumes of water ordered) while limiting capital investments for the construction of new injection wells.

As it is known jointly by the customer, water into several reservoirs of heterogeneous permeability leads to rapid withdrawal.According to the high permeability of the reservoir, an analysis of the effectiveness of the technology of simultaneous separate injection was carried out, and recommendations were made for a set of measures in which it would increase oil recovery.

Key words: Maintenance of reservoir pressure packer, reservoir properties of reservoirs, reservoir permeability.

М.Д.Бисенгалиев[1], Р.У.Баямирова[2], А.Р,Тогашева[2], Г.Е.Кунаева[2].
(Атырауский университет нефти и газа им. С Утебаева[1]
Каспийский государственный университет технологии и инжиниринга имени Ш.Есенова[2],
Казахстан, Актау)
E-mail: maks_bisengali@mail.ru

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПОВЫШЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ ПЛАСТА

Аннотация. Статья посвящена разработке повышения роли методов увеличения нефтеотдачи пластов. На многих многопластовых месторождениях на одну нагнетательную скважину приходится более двух уже вскрытых эксплуатационных объектов. Это делалось для поддержания пластового давления (объемов закачки воды) при ограничении капитальных вложений на строительство новых нагнетательных скважин.

Как известно, совместная закачка воды в несколько пластов, неоднородных по проницаемости, приводит к быстрому обводнению залежей, при этом ускорение продвижение фронта вытеснение нефти воды по высокопроницаемым пластам. Проведен анализ эффективности технологии одновременно-раздельной закачки, а также даны рекомендации комплекса мероприятии, которые позволяют увеличить нефтеотдачу пласта.

Ключевые слова. Поддержание пластового давления, пакер, коллекторские свойства пластов, проницаемость пласта.

Нефти целого ряда месторождений Западного Казахстана характеризуются повышенным удельным весом, высоким содержанием асфальтено-смолистых веществ и относятся к тяжелым нефтям. Содержание в них асфальтенов может достичь 5%, смол – 80%. Асфальтены присутствуют в нефти в виде твердой дисперсной фазы и представляют собой твердые, хрупкие частицы, которые не расплавляются даже при нагреве до 300 ºС. Они являются наиболее высокомолекулярным компонентом нефти, их молекулярная масса в 2-3 раза больше, чем у смол. Смолы, являясь поверхностно-активными веществами, обеспечивают структурную устойчивость нефти при пониженных температурах. Характерной особенностью эксплуатации скважин, продуцирующих тяжелые нефти, является также резкий рост обводненности на начальном этапе разработки. Совместное движение высоковязкой нефти и воды в призабойной зоне пласта, по стволу скважины и системе сбора приводит к их смещению с образованием стойких и тяжелых эмульсий. Вышеуказанные характерные особенности тяжелых высоковязких нефтей приводят к резкому снижению эффективности, производительности и повышению эксплуатационных расходов в системе сбора и подготовки на работу аппаратов подготовки. Поэтому в условиях форсирования отборов флюидов и применения методов интенсификации эксплуатации месторождения с вовлечением в разработку трудно извлекаемых запасов углеводородов, надежность функционирования системы промысловой подготовки нефти будет обуславливаться контролем над быстроменяющимися свойствами

добываемых флюидов, для которых необходима разработка эффективных методов подогрева и деэмульсации. .[1]

Таким образом, обеспечение высокой эффективности промыслового сбора и подготовки нефти и воды требует соответствующего расширения и углубления научных исследований, связанных с разработкой ряда важнейших лабораторных и теоретических работ. [2]

На последних стадиях разработки повышается роль методов увеличения нефтеотдачи пластов. При этом высокая микро- и макронеоднородность пластов при развитой системе поддержание пластового давления (ППД), обеспечивающей средние пластовые давления по горизонтам на уровне начальных, выдвигает на первый план задачи выравнивания фронта вытеснения, для обеспечения равномерной выработки запасов.

Технология одновременно-раздельной закачки (ОРЗ) это подачу воды отдельно в каждый пласт многопластового месторождения под разным давлением в соответствии с его коллекторскими свойствами.

• скважины с различными коллекторскими свойствами пластов;

• присоединения к уже эксплуатируемому горизонту другого, с отличающимися коллекторскими свойствами;

• скважины с большим расстоянием между пластами;

• сокращение объемов бурения за счет использования одной скважины с целью уменьшения числа нагнетательных скважин при обеспечении проектных объёмов закачки;

• возможность эксплуатации одновременно нескольких объектов, имеющих разные коллекторские свойства пластов;

• повышение рентабельности отдельных скважин за счет подключения других объектов разработки или разных по свойствам пластов одного объекта разработки;

• сокращение протяженности и направлений в системе водоводов;

• сокращение числа кустовых насосных станций.

А также можно примененить комплекса котором позволяет:

• Регулировать на устье объемы и давление закачки в каждый горизонт;

• Проводить раздельную закачку и (или) отключение каждого интервала;

• Защищать эксплуатационную колонну от воздействия закачиваемой агрессивной среды.

И нужно учитывать конструктивную особенность комплекса:

• В каждый из интервалов жидкость подается по отдельному каналу (в верхний – по колонне НКТ48, в нижний – по колонне НКТ89);

• Монтаж происходит за 2 СПО.

На рисунке 1 показана схема установки одновременно-раздельной закачки. Принцип монтажных работ оборудования ОРЗ:

1. За первую операцию в скважину на необходимую глубину спускается хвостовик, пакер осевой установки, необходимое количество труб НКТ73, разобщитель 25-RHBM-02 с цилиндром манжетного уплотнения на трубах НКТ89, пакер опорной установки, колонна труб НКТ89 и крестовина устьевой арматуры. Происходит посадка пакеров по инструкции на данное оборудование.

2. За вторую операцию в скважину (внутрь колонны НКТ89) спускается ниппель с манжетными уплотнениями на колонне труб НКТ48 до упора в кожухе, далее планшайба устьевой арматуры. Далее сборка устьевой арматуры и обвязка устья согласно схеме.

Способы регулирования закачки воды (аналогично и газа) по отдельным пластам могут включать следующее: подведение к устью нагнетательной скважины водоводов высокого и низкого давлений и подачу воды по колонне НКТ и по затрубному пространству в разобщенные пакером пласты; подачу воды под высоким давлением по одному каналу и распределение ее по отдельным пластам при помощи сменных или регулируемых забойных штуцеров; периодическую закачку воды в высокопроницаемые пласты путем отключения их пакерами или эластичными шариками; комбинацию рассмотренных методов.

Пакерное конструкция ОРЗ: Среди предложенного оборудования ОРЗ можно выделить одно и двухпакерные конструкции. Второй, верхний, пакер применяют при необходимости закачки воды в верхний пласт под давлением, превышающим прочностную характеристику обсадной колонны. При закачке в три и более пластов могут использоваться одно- и многоколонные конструкции с применением забойных регуляторов расхода. Для данной технологии ОРЗ рекомендует применить механические пакеры типов «ПРО-ЯВЖТ-С» и ПРО-ЯМО3-ЯГ3(М), рисунок 2.

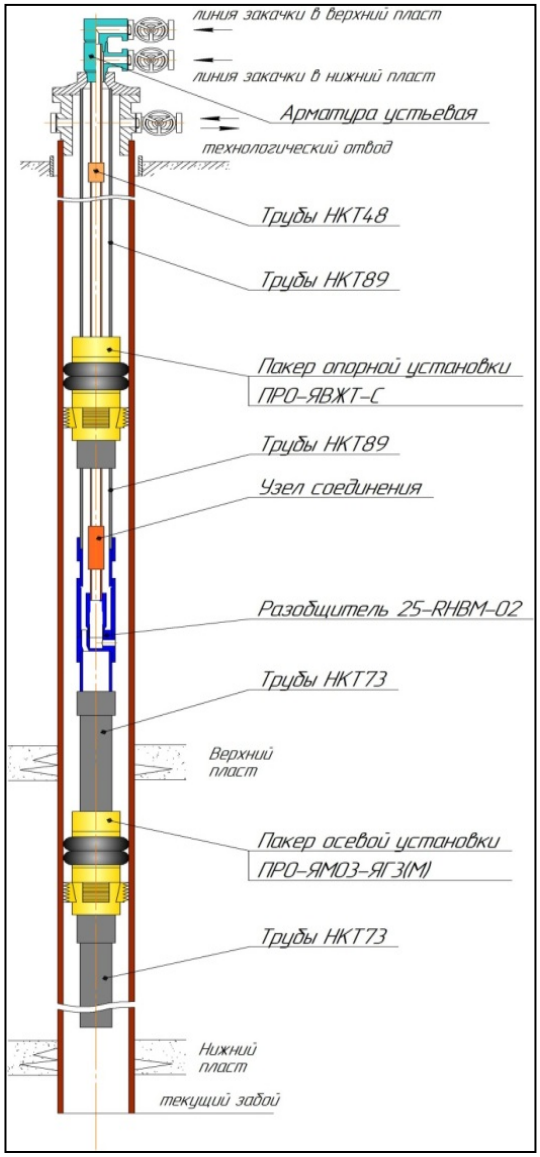


Рис. 1. Схема установки ОРЗ

Конструктивные особенности пакера типа 1 «ПРО-ЯВЖТ-С»

• пакеры предназначены для работы с упором на забой или на другой, расположенный под ним, пакер;

• пакеры содержат верхнее механическое заякоривающее устройство;

• пакер ПРО-ЯВЖТ многократные действия за одну СПО;

• пакер ПРО-ЯВЖ-Т-С содержит срезные штифты для регулирования нагрузки первичной посадки, при использовании его в двухпакерной компоновке;

• высокая ремонтопригодность.

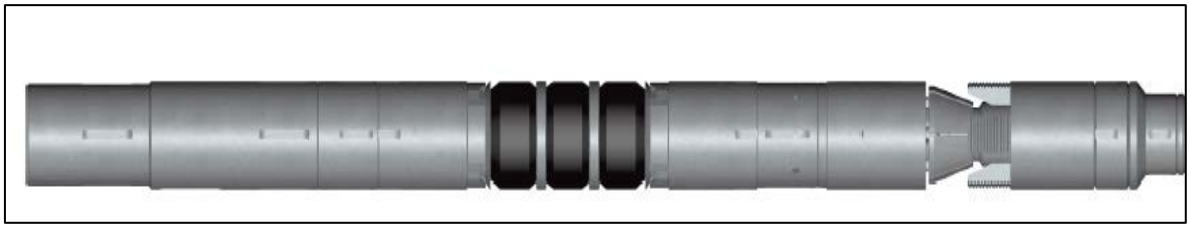


Рис. 2. Пакер ПРО-ЯВЖТ многократного действия

Конструктивные особенности пакера про-ямо3-яг3(м) Рискнок 3

• пакер устанавливается в скважине механически, путем осевых перемещений колонны труб, приводится в транспортное положение натяжением колонны труб;

• для удерживания пакера от перемещения вверх служит верхнее гидравлическое заякоривающее устройство, которое приводится в действие после пакеровки скважины путем создания внутритрубного давления;

• оборудование многократного действия за одну СПО;

• высокая ремонтопригодность.

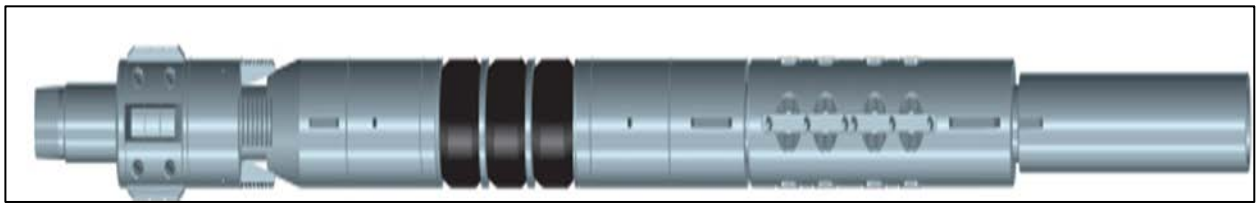


Рис. 3. Пакер ПРО-ямо3-яг3(м) многократного действия

Конструктивные особенности кожуха:

кожух имеет разобщитель для обеспечения раздельной закачки жидкости в два горизонта;

герметичное присоединение колонны НКТ 48 к разобщителю осуществляется посредством подвижного замка с манжетным креплением

Опытно-промышленные испытания технологии одновременно-раздельной закачки (ОРЗ) проводился на месторождениях Западного Казахстана на горизонтах Ю-I и Ю-III. На горизонте Ю-I одновременно-раздельная закачка осуществляется на двух участках, на горизонте Ю-III.

Данная технология реализовался на 3-х скважинах, технологический эффект достигнут получено снижение обводненности до 1,2% и увеличение добычи нефти. По участку собой в целом единый пласт (сливающиеся между собой).

В исследовательском участке нагнетательная скважина был сдан в эксплуатацию в мае 2016 г., в начальном периоде эксплуатации суточный дебит жидкости составил 70,1 т/сут, суточный дебит нефти – 6,8 т/сут, средняя обводненность составила 90,3 %, по сравнению со средним значением до ОРЗ суточная дополнительная добыча нефти на 01.07.2016 г. составила 0,2 т., суммарный прирост нефти по 13 скважинам – 3,2 т., обводненность снизилась на 0,1 %. Наблюдается увеличение по суммарному дебиту жидкости на 20,6 т., с 885,3 до 905,9 т., масштаб повышения дебита нефти, а также масштаб снижения обводненности небольшой.

Средняя проницаемость вскрытых перфорацией интервалов нагнетательной скважины - 445,0 мД, проницаемость колеблется в диапазоне min/max соответственно 57/994 мД. По добывающим скважинам максимальная проницаемость составляет 2378 мД, минимальная – 10 мД, при среднем значении 525,3 мД. .[3]

По участку, наблюдается увеличение текущего отбора жидкости при постепенном увеличении обводненности на 33%. Аналогичным образом увеличивались и объемы закачки воды.

ЛИТЕРАТУРА

[1] R. Bayamirova, M. Bissengaliev,. Suierovb Experimental study of structural-mechanical properties of heavy oil. Studia ubb chemia, lxv, 1, 2020 (p. 233-244) (recommended citation) doi:10.24193/ subbchem.2020.1.18

[2] R. Bayamirova, M. Bissengaliev, The study of structural-mechanical properties of complex oil-water emulsions of the deposits in Western Kazakhstan, European Journal of Natural and Social Sciences. Том 7. №1 (2018)

[3] Оценка расширения технологии одновременно-раздельной закачки на месторождении Каламкас. Отчет по Заказ-наряду №33 от18.10.2016г.

Бисенгалиев М.Д., Баямирова Р.У., Тогашева А.Р., Кунаева Г.Е.

Эффективность применяемых технологий повышения нефтеотдачи пласта

Түйіндеме. Мақала резервуарлардың мұнай өнімділігін күшейту әдістерінің рөлін арттыруға арналған. Көп қабатты кен орындарында бір айдау ұңғымасына, екіден көп қабаттарды пайдалану объектілері келеді. Бұл жаңа айдау ұңғымаларын салуға, күрделі салымдарды шектеу болып табылады, аталған ұғымалар қабаттық қысымды (суды айдау көлемін) ұстап тұру үшін қажет.

Өздеріңіз білетіндей, өткізгіштігі бойынша біртекті емес бірнеше қабаттарға суды бірлесіп айдау кен орындарының тез суланuуына әкеледі, ал майданның жылжуын жеделдету мұнай мен судың өткізгіштігі жоғары қабаттарға ығысуы болып табылады. Бұл жұмыста бір уақытта-бөлек айдау технологиясының тиімділігіне талдау жасалды, сонымен қатар жер қабатының мұнай өнімділігін арттыруға мүмкіндік беретін шаралар кешені бойынша ұсыныстар берілді.

Кілт сөздер. Қабаттық қысымды, пакер, қабаттардың коллекторлық қасиеттері, қабаттың өткізгіштігін сақтау.

ОӘЖ 351.76

Sh. Mussiraliyeva, M. Bolatbek, B. Ziyat
(al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
e-mail:mussiraliyevash@gmail.com)

INCREASING THE ACCURACY OF CLASSIFICATION OF EXTREMIST TEXTS THROUGH STEMMING ALGORITHM

Abstract. Currently, various extremist organizations are actively using social networks for their activities. Therefore, it is important to create programs that require the implementation of a set of effective measures aimed at identifying, preventing and combating extremism. In this paper, the authors propose to use a stemming algorithm for corpus texts designed to increase the accuracy of the classification of extremist texts in the Kazakh language.

Keywords: extremism detection, social media, text classification, stemming algorithm, cybersecurity.

Ш.Ж. Мусиралиева, М. Болатбек, Б. Зият
(Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті
e-mail:mussiraliyevash@gmail.com, bolatbek.milana@gmail.com, ziyat.bekbol@gmail.com)

СТЕММИНГ АЛГОРИТМІ АРҚЫЛЫ ЭКСТРЕМИСТІК МӘТІНДЕРДІ ЖІКТЕУ ДӘЛДІГІН АРТТЫРУ

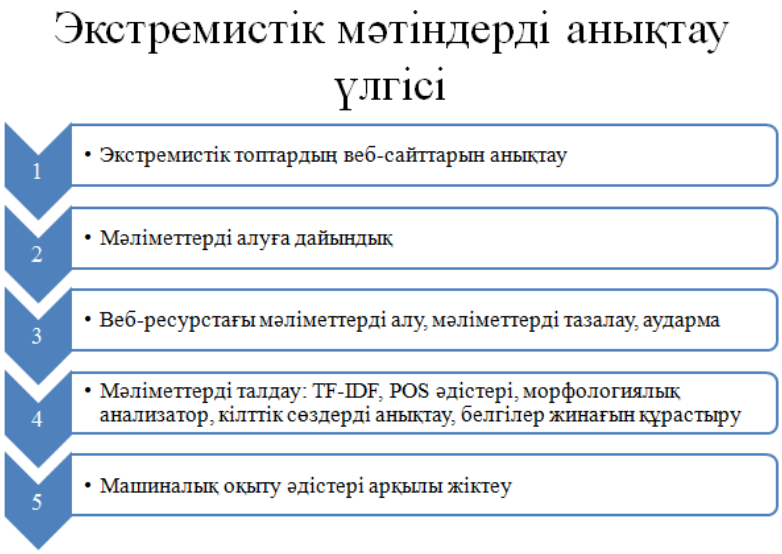
Аннотация. Қазіргі таңда әр түрлі экстремистік ұйымдар әлеуметтік желілерді өз қызметтері үшін белсенді пайдалануда. Сол себепті экстремизм көріністерін анықтауға, алдын алуға және жолын кесуге бағытталған тиімді шаралар кешенін іске асыруды қажет ететін бағдарламаларды құру өзекті болып табылады. Бұл жұмыста авторлар қазақ тіліндегі экстремистік мәтіндерді жіктеу дәлдігін арттыру мақсатында құрастырылған корпус мәтіндеріне стемминг алгоритмін қолдануды ұсынады.

Кілтсөздер: экстремизмді анықтау, әлеуметтік желі, мәтінді жіктеу, стемминг алгоритмі, киберқауіпсізік.

Кіріспе

Қазіргі таңда халықаралық ақпараттық-коммуникациялық Интернет желісі экстремистік материалдарды таратуда белсенді қолданылады. Бұл жаһандық саяси процестің негізгі қатысушыларының бірі ретінде Қазақстан Республикасы үшін өте маңызды болып табылады. Ғаламтор алпауыттары Google, Facebook және Twitter лаңкестік мазмұнды табу және жою үшін жасанды интеллект технологиясын қолдануда. IBM-де әлеуметтік желілердегі барлық деректерді талдайтын Watson бағдарламасы бар. Ресейде Платонның ақпараттық серіктес авторы әлеуметтік желілерді бақылау және қауіптерді болжау жүйесін құрастырды. Германия үкіметі террористік шабуылдардан кейін Интернетте террористермен күресу үшін ZITiS деп аталатын жаңа киберқауіпсіздік бөлімшесін құру туралы жариялады. Қазақстанда мұндай жүйе жоқ. Сол себепті экстремизм көріністерін анықтауға, алдын алуға және жолын кесуге бағытталған тиімді шаралар кешенін іске асыруды қажет ететін бағдарламаларды құру өзекті болып табылады.

Берілген мақала веб-ресурстардағы экстремистік мәтіндерді анықтау мақсатында семантикалық үлгілер құруға қатысты зерттеу жұмысының бір бөлігі болып табылады. Бұл жұмыста авторлар қазақ тіліндегі экстремистік мәтіндерді жіктеу дәлдігін арттыру мақсатында құрастырылған корпус мәтіндеріне стемминг алгоритмін қолдануды ұсынады. Зерттеу жұмысының алдыңғы кезеңдерінде ашық ресурстардағы мәтіндер жинақталып, TF-IDF әдісі арқылы кілттік сөздер анықталған және құрастырылған корпус бойынша машиналық оқыту әдістері арқылы кіріс мәтінді экстремистік және бейтарап санаттарға жіктеу жүргізілген. 1-суретте веб-ресурстардағы экстремистік мәтінді анықтау алгоритмі келтірілген.



1-сурет. Веб-ресурстардағы экстремистік мәтінді анықтау алгоритмі

Берілген мақала мәліметтерді талдау кезеңіндегі алгоритмдердің бірі — стеммингке, яғни кіріс мәтіндегі сөздердің негіздері мен қосымшаларын автоматты түрде анықтау және ажырату тапсырмасына арналады. Лингвистикада сөздің негізі дегеніміз — түбірге жұрнақ жалғану арқылы жаңа лексикалық номинативтік мағына білдіретін сөздің кіші бөлшегі, сондай-ақ құрамы әрі қарай бөлшектеуге келмейтін жалан түбірлер де сөздің негізі болады: *ам, от, мас* [1].

Стемминг алгоритмін іске асыруға арналған бірнеше әдістер бар және олардың көбісі бастапқы тілге тәуелді болып келеді. Кіріс мәтінге талдау жасау барысында стемминг алгоритмінің орындалуы жіктеу дәлдігін айтарлықтай жоғарылатуға септігін тигізуі мүмкін, мысалы стемминг алгоритмі орындалмаған жағдайда жіктеу жүйесі мәтіндегі “соғысқа”, “соғыстың”, “соғыста”, “соғыс” сөздерін әр түрлі сөз ретінде таниды, ал аталған сөздердің қосымшаларын қарастырмай, стемминг алгоритмін орындап, сөз негіздерін алатын болсақ, онда қосымшалардың барлығы алынып тасталатындықтан, негізі бір сөздердің барлығы бір сөз ретінде анықталатын болады. Сондай-ақ, стемминг алгоритмін орындамаған жағдайда мәліметтер қорына сөздіктегі сөздердің барлық морфологиялық нұсқасын енгізу қажет болады, ал бұл өте үлкен жадыны қажет етеді және сәйкесінше жүйенің жұмысын айтарлықтай баяулатады. Бұл жұмыста қазақ тіліндегі мәтінге стемминг алгоритмін орындау әдісі көрсетіледі, атап айтатын болсақ, стемминг алгоритмін орындау арқылы экстремистік мәтіндерді анықтау дәлдігін арттыруға қадам жасалады.

Әдебиеттерге шолу

Мәтіндегі сөздердің негізін табуға арналған бірнеше дайын алгоритмдер бар. Солардың бірі - 1980 жылы ағылшын тілі үшін ұсынылған Портер стеммері. Мартин Портер жариялаған стемминг алгоритмі [2] сөздер негіздерінің қорын пайдаланбайды, оның орнына сөздердің аяқталу ережелері мен суффикстерді тізбектеп қолдану арқылы жұмыс істейді. Бұл алгоритм сөздердің жұрнақтарын анықтай алады және префикстерге аса мән бермейді. Портер алгоритмі бес сатыдан тұрады және әр қадамда сөз префикстерін алып тастауға арналған арнайы ережелер бар.

Стохастикалық алгоритм сөздің негізін ықтималдықпен анықтаумен байланысты. Бұл алгоритм ықтималдық модель құрады және түбірлік, флективтік формалардың сәйкестік кестесі арқылы оқытылады. Бұл модель әдетте жалғау мен жұрнақтардың кесілуі мен лемматизация алгоритмдерінде қолданылатын, өзінің сипаты бойынша ережелерге ұқсас күрделі лингвистикалық ережелер түрінде ұсынылған.

2000 жылға дейін стемминг алгоритміне арналған жұмыстардың басым көпшілігі ағылшын тіліне арналды, себебі Интернет желісіндегі ақпараттың 60% пайызы ағылшын тілінде жазылады. Алайда 2000-жылдардан кейін басқа тілдер үшін де стемминг алгоритмін орындау қажеттілігі туындай бастады. [3] жұмыста авторлар серб тіліне арналған стемминг алгоритмін құрастырған, нәтижесінде алынған бағдарлама сентимент талдау жүйесінде қолданылады. Аталған стеммер жаңа ережелер құрастыруда екі әдіс қолданылған. Алдымен серб тіліндегі сөз түрлері мен олардың түрленулері туралы грамматикалар зерттелсе, екінші әдісте дұрыс табылмаған сөздерді қолмен

анықтап, аталған сөз түрлері үшін жаңа ереже құруға қатысты болып табылады.

[4] жұмыста стеммер бағдарламаларында жиі кездесетін негізгі мәселелерді минимизациялауға арналған екі әдіс ұсынылады. Алғашқы әдіс - Extended-Light деп аталатын, жеңіл стеммер, оның мақсаты жеткіліксіз деңгей мәселесінің әсер етуін тежеу, оған префикстар жұрнақтарды, соның ішінде әдетте етістіктерге жалғанатын аффикстерді енгізу арқылы қол жеткізіледі. Extended-Light стеммерін араб тіліндегі кез келген мәтінге қолдануға болады. Екінші әдіс - лингвистикалық стеммер, бұл әдіс араб тіліндегі сөздердің бірнеше ережеге сәйкес әр түрлі үлгі бойынша өрнектелуіне негізделеді, яғни ұсынылып отырған лингвистикалық стеммер кіріс сөздердің сөз таптарын дұрыс анықтау үшін және сәйкесінше қандай техниканы қолдану керектігін анықтау үшін аталған үлгілерді қолданады.

[5] жұмыста малай тіліне арналған стеммер бағдарламасы құрылады. Малай тіліне арналған стеммерлерде қате көп кездеседі деп есептеледі, себебі олар стемминг алгоритмі барысында жалған нәтиже қайтаратын онлайн сөздікке тәуелді болып келеді. Бұл жұмыста 9512 сөзді қамтитын офлайн сөздік қолданылады. Алгоритм әр кіріс сөзді жоғарыдағы сөздіктенек негіз ретінде іздейді, табылмаған жағдайда сөзді өңдеуге кіріседі. Келесі 5 үлгі бойынша іздеу жүргізіледі: негіз-қосымша-жұрнақ, негіз-көптік жалғау, негіз-инфикс, негіз-префикс және негіз-жұрнақ. Құрастырылған бағдарлама префикс, жұрнақ және инфиксті жоғары дәлдікпен анықтайды.

[6] жұмыста телугу (дравидий, Үндістанда қолданылатын тіл) тіліндегі мәтіндерді жіктеуде стеммерлердің тигізетін әсеріне талдау жасалады. Телугу корпусына стеммерсіз және бірнеше стеммер әдістерін пайдалану арқылы тәжірибе жүргізілген. Әр түрлі жеті санаттағы 1150 құжатқа талдау жасалған. Жіктеу бағдарламаларын бағалау үшін KNN әдісі қолданылған. Нәтижелер жіктеу дәлдігінің айтарлықтай артқанын көрсетеді. Авторлар қорыта келе, стемминг алгоритмінің телугу тілінде жіктеу барысында аса маңызды екендігін айтады.

Ұсынылатын әдіс

Стемминг үлгісін оқыту өзгертілген нысандарды енгізу және үлгі ережелерінің ішкі жиынтығына сәйкес түбірлік нысанды генерациялау арқылы орындалады, ең тиісті ережелерді немесе ережелердің бірізділігін қолдануға, сондай-ақ сөз негіздерін таңдауға байланысты шешімдер нәтижелік дұрыс сөздің ең жоғары ықтималдығы болуы негізінде қолданылады.

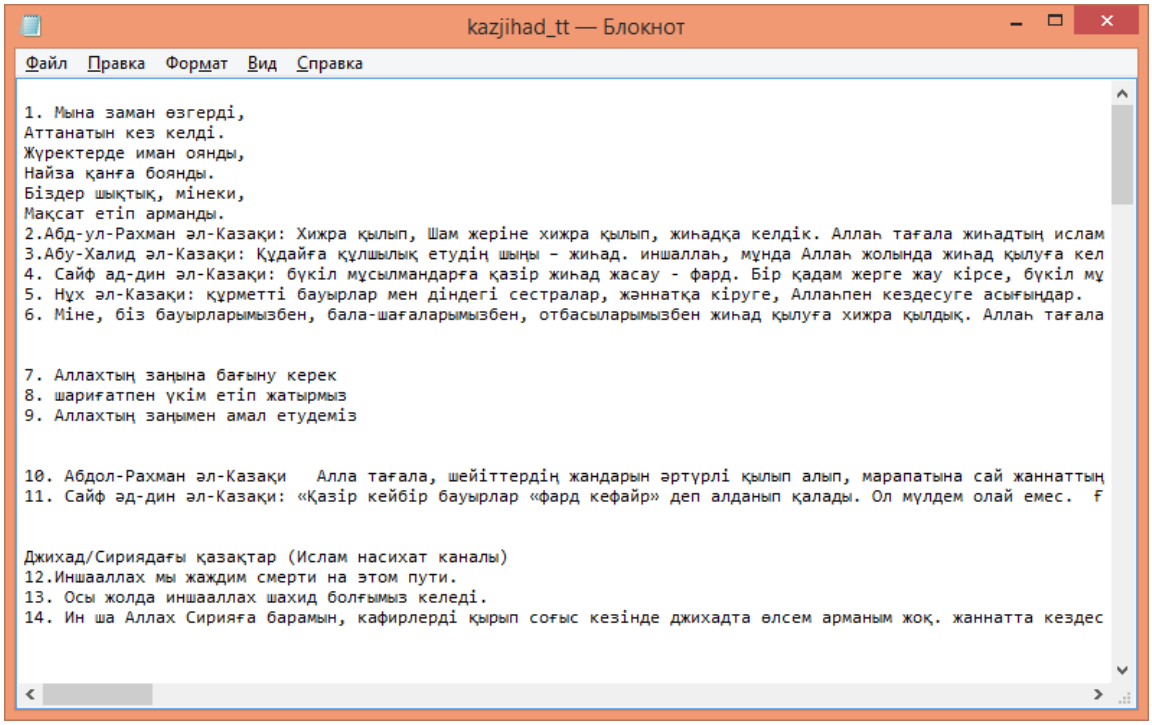
Алайда жоғарыда айтылған және басқа да әдістер қазақ тіліне арналып жасалмаған. Қазақ әліпбиінде кириллицадан бөлек арнайы 9 өзіндік әріп ә, ғ, қ, ң, ө, ұ, ү, h, і пайдаланылады. Осы жағдайларды ескере отырып, өз алгортимізді ұсындық. Ұсынылған алгоритм бойынша жұрнақ пен жалған кіріс сөздің соңынан деректер қорына сұраныс жасау арқылы ізделеді. Деректер қорында бірнеше сөз табылған жағдайда олардың ішіндегі ең ұзын сөз қайтарылады, ал сәйкестік болмаса, берілген сөздің басынан бастап деректер қорынан іздестіріледі. Деректер қорынынан табылмаған жағдайда сөздің өзі қайтарылады

Қазақ тіліндегі түбір сөздерді деректер қорына пайдалану үшін SQLite қолданылды. Сөзді алдын ала құрылған кестедегі түбір сөздермен салыстырылады. Егер де сәйкестік болса chekWord() әдісі “True”, яғни дұрыс деген нәтиже қайтарылады. Ал сәйкестік табылмаған жағдайда “False”, яғни бұрыс нәтижесі шығады.

Қазақ тілінде кездесетін жұрнақ пен жалғауларды біріктіре отырып, пайда болған қосымшаларды ұзындығы бойынша файлдарға бөлінді [7]. Қазақ тіліндегі кейбір қосымшалар сөздің түбірін өзгертеді. Түбір сөзге қосышалар жалғанған кезде түбірегі “б” әрібі “п” әрібіне, “қ” әрібі “ғ” әрібіне және “г” әрібі “к” әрібіне ауысады. Мысалы “кітап” деген сөзге “ы” жалғауы жалғанған кезде “кітабы” деген сөз пайда болады. Осы жағдайды ескере отырып, түбір сөзді дұрыс табу үшін арнайы checkKazChar() әдісіні қолданылады. Жұрнақ не жалғау алынған сөзді деректер қорында бар немесе жоқтығы тексеріледі. Егер деректер қорынан сөз табылмаған жағдайда сөздің соңғы әрібі checkKazChar() әдісі арқылы тексеріледі. Сонда “кітаб” деген сөз “кітап” сөзіне ауыстырылады. chekWord() әдісі арқылы сөздің деректер қорында бар не жоқтығы анықталады.

Нәтиже

Мысал ретінде 4400 сөзден тұратын мәтінді қарастырдық (2-сурет). Мәтінді input.txt файлына саламыз. Арнайы жазылған бағдарлама кіріс мәтіндегі сөздерге жоғарыда сипатталғандай стемминг алгоритмін қолданады, алдымен мәтіндегі тыныс белгілері, арнайы таңбалар өшіріледі. Кейінгі қадамда мәтіндегі әрбір сөздің жалғауы жоғарыда сипатталған стемминг алгоритмі бойынша өшіріліп, тек негіздері қалдырылады.



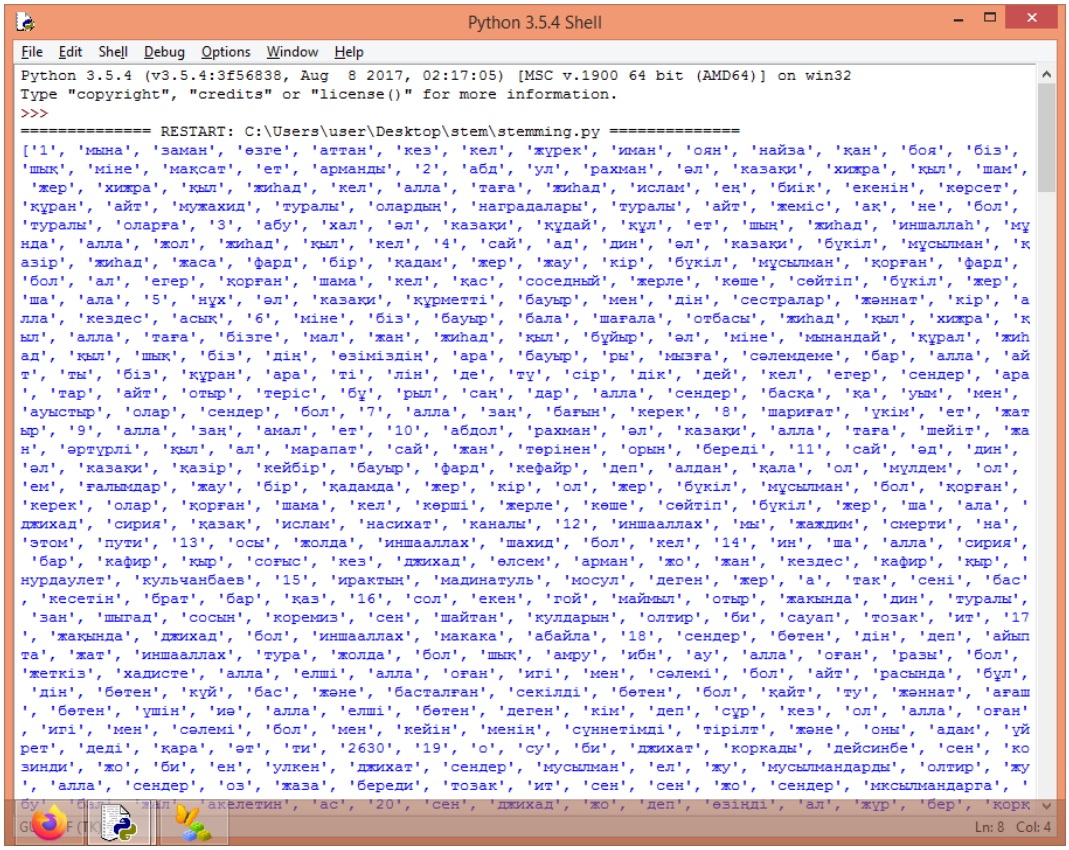
2-сурет. Кіріс мәтін

Кіріс мәтіндегі сөздердің негіздерін анықтау үшін қазақ тіліндегі 24 мың және 76 мыңға жуық сөз негіздерін қамтитын екі деректер қоры пайдаланылды (3-сурет). Экстремистік мәтіндерге тән кілттік сөздер де кестеге енгізілді.

id	kaz	type
Click here to define a filter		
9928	норма	noun
9929	вахабис	noun
9930	жихад	noun
9931	өлтір	verb
9932	жиһад	noun
9933	соғыс	noun
9934	қыр	verb
9935	жихат	noun
9936	джихад	noun
9937	джихат	noun
9938	согыс	noun
9939	шайқас	noun
9940	шайкас	noun
9941	кафир	noun
9942	кафир	noun

3-сурет. 76000 сөз негізінен тұратын кесте

Кіріс мәтіндегі сөздердің жоғарыда сипатталған стемминг алгоритмі бойынша анықталған негіздері 4-суретте келтірілген.



4-сурет. Бағдарлама нәтижесі

Сондай-ақ, бағдарлама нәтижесі result.csv файлына да жазылып отырады (5-сурет). Аталған құжат екі бағанды қамтиды: бастапқы кіріс сөз және стемминг алгоритмін қолдану арқылы анық талған сөз негізі.

	Кіріс сөз	Сөз негізі
4	мына	мына
5	заман	заман
6	өзгерді	өзге
7	аттанатын	аттан
8	кез	кез
9	келді	кел
10	жүректерде	жүрек
11	иман	иман
12	оянды	оян
13	найза	найза
14	қанға	қан
15	боянды	боя
16	біздер	біз
17	шықтық	шық
18	мінеки	міне

29	қылып	қып
30	шам	шам
31	жеріне	жер
32	хижра	хижра
33	қылып	қып
34	жиһадқа	жиһад
35	келдік	кел
36	аллаһ	алла
37	тағала	таға
38	жиһадтың	жиһад
39	исламның	ислам
40	ең	ең
41	биігі	биік
42	екенін	екенін
43	көрсетті	көрсет

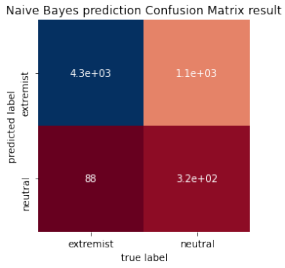
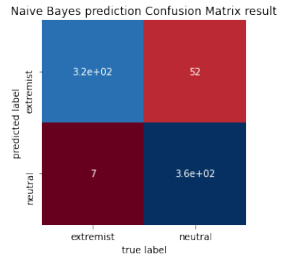
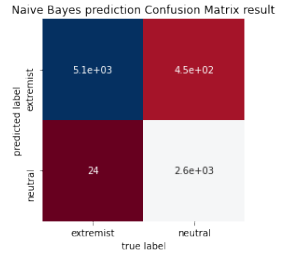
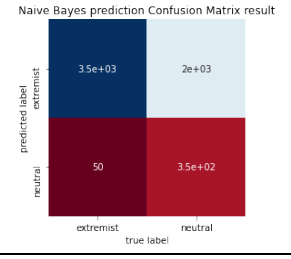
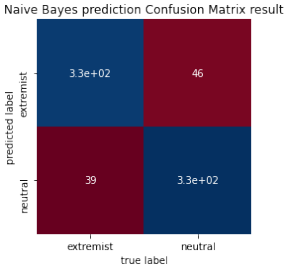
5-сурет. Бағдарлама нәтижесі жазылатын result.csv файлы

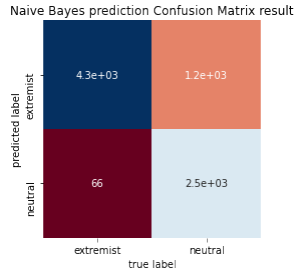
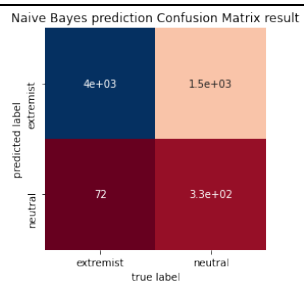
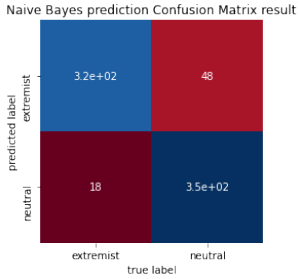
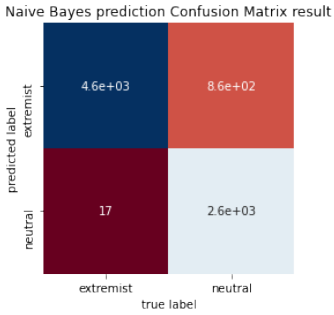
Сөздің түбірін дұрыс табу дәлдігі деректер қорындағы сөздерге тікелей байланысты. Деректер қорында сөздердің аз болуы дәлдікті төмендетеді. Сонымен қатар сөз түрлендіруші жалғаулар сөздің түбірін өзгертіп жіберетінін де ескерген жөн. Мәселен “халық” деген сөзге “ның” жалғауы жалғанғанда “халқының” деген сөзге айналады. Осы себепті сөз негіздерін қамтитын деректер қорын діни,

экстремистік сипаттағы кілттік сөздермен толықтырып отыру қажет. Ұсынылған стемминг алгоритмі бойынша машиналық оқыту әдістері арқылы қазақ тіліндегі мәтіндерді экстремистік және бейтарап топтарға жіктеу тапсырмасы орындалды.

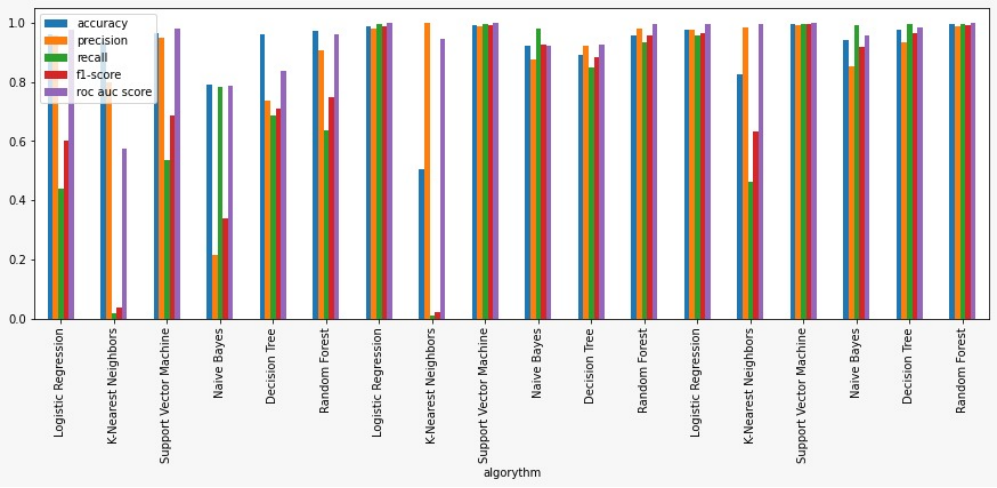
Құрастырылған корпустағы бейтарап және экстремистік мәтіндер үлесі біркелкі болмағандықтан oversampling және undresampling атты мәтіндерді теңестіру әдістері қолданылды. Кіріс мәтінді бейтарап және экстремистік класстарға жіктеу үшін LR – Logistic Regression, K-NN – K-Nearest Neighbors, SVM – Support Vector Machines, NB – Naïve Bayes, DT – Decision Tree, RF – Random Forest машиналық оқыту әдістері қолданылды. Жіктеу нәтижесі 1-кестеде келтірілген.

1-кесте. **Кіріс мәтінді стемминг алгоритмі арқылы және стеммингсіз жіктеу нәтижелері**

Мәтін түрі	Мәтінді теңестіру әдісі	Класстар саны	Алгоритм нәтижелері	Дәлсіздік матрицасы
Стемминге дейінгі мәтін	Теңестірусіз	1 – 1857 0 - 27479	LR: 0.96 K-NN: 0.93 SVM: 0.97 NB: 0.79 DT: 0.96 RF: 0.97	
	Undersampling	1 – 1857 0 - 1857	LR: 0.98 K-NN: 0.51 SVM: 0.99 NB: 0.92 DT: 0.88 RF: 0.95	
	Oversampling	1 – 12999 0 - 27479	LR: 0.98 K-NN: 0.82 SVM: 0.99 NB: 0.94 DT: 0.97 RF: 0.99	
24000 сөздік ДҚ	Теңестірусіз	1 – 1857 0 - 27479	LR: 0.96 K-NN: 0.94 SVM: 0.97 NB: 0.65 DT: 0.96 RF: 0.97	
	Undersampling	1 – 1857 0 - 1857	LR: 0.91 K-NN: 0.54 SVM: 0.92 NB: 0.89 DT: 0.80 RF: 0.88	

	Oversampling	1 – 12999 0 - 27479	LR: 0.95 K-NN: 0.84 SVM: 0.98 NB: 0.85 DT: 0.95 RF: 0.97	
76 мың сөздік ДҚ	Теңестірусіз	1 – 1857 0 - 27479	LR: 0.96 K-NN: 0.93 SVM: 0.97 NB: 0.74 DT: 0.96 RF: 0.97	
	Undersampling	1 – 1857 0 - 1857	LR: 0.98 K-NN: 0.50 SVM: 0.98 NB: 0.91 DT: 0.90 RF: 0.95	
	Oversampling	1 – 12999 0 - 27479	LR: 0.97 K-NN: 0.85 SVM: 0.99 NB: 0.89 DT: 0.98 RF: 0.99	

Стемминг алгоритмін қолдану барысында мәтінді жіктеу көрсеткіштерінің жоғарылағандығын 6-суреттен көруге болады.



6-сурет. Кіріс мәтінді стемминг алгоритмі арқылы және стеммингсіз жіктеу нәтижелері

Қорытынды

Берілген мақала веб-ресурстардағы экстремистік мәтіндерді анықтау мақсатында семантикалық үлгілер құруға қатысты зерттеу жұмысының бір бөлігі болып табылады. Бұл жұмыста авторлар қазақ тіліндегі экстремистік мәтіндерді жіктеу дәлдігін арттыру мақсатында құрастырылған корпус мәтіндеріне стемминг алгоритмін қолдануды ұсынады. Стемминг алгоритмін қолданған жағдайда мәтінді жіктеу көрсеткіштерінің артқаны байқалады. Алдыңғы зерттеу жұмыстарында деректер қорындағы сөз негіздерін көбейту арқылы ол жерде кездеспейтін, түбірі өзгерген сөздердің негізін дұрыс таба отырып, экстремистік мәтіндерді анықтау дәлдігін арттыру жоспарлануда. Деректер қорына діни, экстремистік мазмұндағы сөз негіздерін енгізу, қазақ тілінің төл әріптерін кирилл әріптерімен алмастыру заңдылықтарын анықтау тапсырмасы қойылды.

Берілген мақала Қазақстан Республикасының цифрлық даму, инновациялар және аэроғарыш өнеркәсібі министрлігінің тапсырысы бойынша ғарыштық қызмет және ақпараттық қауіпсіздік саласындағы қолданбалы ғылыми зерттеулер бағытындағы "Мәтіндегі экстремистік бағытты анықтау үшін веб-ресурстардағы семантикалық талдау модельдерін, алгоритмдерін құрастыру және кибер-криминалистика құрал-жабдықтарын әзірлеу" жобасы аясында жазылды, ЖТН AP06851248.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Электрондық ресурс: https://kk.wikipedia.org/wiki/ [Қаралған күні: 02.03.2020]

[2] M. E. Porter and J. Leo, “Competitive strategy: Techniques for analysing industries and competitors Porter, Michael E. Free Press (Macmillan), New York, 396 p., 17.95,” Industrial Marketing Management, vol.11, no.4, pp.318–319, 1982.

[3] N.Milošević, Stemmer for Serbian language , Natural language processing, 1209.4471. https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1209/1209.4471.pdf

[4] M.Mohammad, A.S.Aldeen, M.E.Zidan, R.E.Ahmed, Y.Eltigani, Developing Two Different Novel Techniques for Arabic Text Stemming, Intelligent Information Management, 2019, 11, 1-23.

[5] R.U.Khan, F.S.Mohamad, M.I.UlHaq, Sh.A.Zadi Adruce, Ph.N.Anding, S.N.Khan, A.Y.Saleh Al-Hababi, Malay Language Stemmer, International Journal For Research In Emerging Science And Technology, V.4, Issue-12, Dec-2017

[6] N.Swapna, P.Subhashini, B.Padmaja Rani, Impact of Stemming on Telugu Text Classification, International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE) ISSN: 2277-3878, Volume-8 Issue-2, July 2019 https://www.ijrte.org/wp-content/uploads/papers/v8i2/B2338078219.pdf

[7] U.Tukeyev, D.Rakhimova, A.Turganbayeva, D. Amirova, B.Abduali, A. Karibayeva, Lexicon-free stemming for Kazakh language information retrieval, The IEEE 12th International Conference on Application of Information and Communication Technologies / AICT 2018,95-98

Повышение точности классификации экстремистических текстов с помощью стемминг алгоритма

Мусиралиева Ш.Ж., Болатбек М., Зият Б.

Повышение точности классификации экстремистских текстов с помощью алгоритма стемминга

Резюме. В настоящее время различные экстремистские организации активно используют социальные сети для своей деятельности. Поэтому важно создавать программы, требующие реализации комплекса эффективных мер, направленных на выявление, предотвращение и борьбу с экстремизмом. В данной статье авторы предлагают использовать алгоритм поиска корней для текстов в корпусе, предназначенный для повышения точности классификации экстремистских текстов на казахском языке.

Ключевые слова: выявление экстремизма, социальные сети, классификация текстов, стемминг алгоритм, кибербезопасность.

УДК 532.536

D. Bolysbek [1] A.B. Kuldzhabekov [2], A.A.[2] Kudaikulov

([1]KazNU named after al-Farabi, [2] Satbayev University

E-mail: bolysbek.darezhat@gmail.com)

REVIEW OF METHODS FOR PROCESSING STRUCTURAL AND DYNAMIC PROCESSES OCCURRING IN A POROUS MEDIUM ON A PORE SCALE

Abstract. With the increased availability and ease of use of digital imaging and image analysis software, these technologies are becoming the standard method for studying the properties of porous geological materials. However, the dependence of the image-based methods on the user means that one must be careful when interpreting this data as absolute values. Therefore, the scientific community needs a standardized workflow that researchers from all institutions around the world can follow. While this need is widely recognized, its implementation is hampered by the fact that the quality of the images obtained (and therefore the method of analysis) depends on many different factors, for example, the hardware

setup (light source, energy, etc.) and the sample (sample preparation, composition, shape, etc.). For many applications, the results of image analysis will depend on the interpretation and experience of the researchers who created the images.

This review will discuss widely used methods for analyzing data obtained from core experiments that are used to study fluid transport at the pore scale.

Key words: image processing, poroscale imaging, porous structure visualization

Д.Ә. Болысбек [1], А.Б. Кульджабеков [2], А.А. Кудайкулов [2]
([1] КазНУ им. аль-Фараби
[2] Сатбаев Университет
E-mail: bolysbek.darezhat@gmail.com)

ОБЗОР МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ СТРУКТУРНО-ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, ПРОИСХОДЯЩИХ В ПОРИСТОЙ СРЕДЕ В МАСШТАБЕ ПОР

Аннотация. Благодаря повышенной доступности и простоте использования цифровых изображений и программное обеспечение для анализа изображений, эти технологии становятся стандартным методом изучения свойств пористых геологических материалов. Однако зависимость методов, основанных на изображениях, от пользователя означает, что следует быть осторожным при интерпретации этих данных как абсолютных значений. Поэтому научному сообществу нужен стандартизированный рабочий процесс, который могут выполнять исследователи из всех учреждений по всему миру. Хотя эта необходимость широко признана, ее выполнение затруднено тем фактом, что качество полученных изображений (и, следовательно, метод анализа) зависит от множества различных факторов, например аппаратная установка (источник освещения, энергия и т. д.) и образец (подготовка образца, состав, форма и т. д.). Для многих приложений результаты анализа изображений будут зависеть от интерпретации и опыта исследователей, создавших изображения.

В данном обзоре будут рассмотрены широко применяемые методы анализа данных полученных в результате эксперимента с керном которые используются для изучения переноса жидости в масштабе пор.

Ключевые слова: обработка изображений, поромасштабное исследование, визуализация пористой структуры.

Введение

Чтобы построить реалистичную модель в масштабе пор, в первую очередь, конечно, необходимо определить подходящую характеристику микроструктурных свойств материала. Существует несколько методов определения характеристик для получения химической и структурной информации о пористом материале с различным разрешением, начиная от молекулярного масштаба до масштаба поля. В этом обзоре мы обсудим применимые методы визуализации, поскольку эти методы предлагают локальную информацию о структуре пор, которая необходима, если кто-то хочет надежно моделировать масштабные свойства пор. Помимо описания (поровой) структуры, полная характеристика геологического материала включает изучение минералогического состава. Поскольку в этом обзоре рассматриваются методы определения характеристик пор, которые могут использоваться в качестве исходных данных для моделирования в масштабе пор, часто используемые методы определения химических характеристик геоматериалов обсуждаться не будут. Мы скорее сосредоточимся на методах сбора 2D и 3D информации о внутренней пористой структуре горных пород и других геоматериалов. Качество полученных данных имеет первостепенное значение для построения точных моделей переноса в масштабе пор. Для каждого из описанных методов будут обсуждены сильные стороны и ограничения.

Мониторинг структурно-динамических процессов и обработка изображений

Мониторинг структурно-динамических процессов

Микро-КТ позволяет контролировать динамические процессы внутри пористой среды путем визуализации образца в различные моменты времени. Однако для проведения количественного анализа трехмерные изображения, полученные в разные моменты, должны быть идеально выровнены друг с другом [1]. Следовательно, эти эксперименты наиболее удобны, когда образец не нужно извлекать из установки микро-КТ между различными этапами формирования изображения. Этот тип анализа быстро развивался в последние годы. Поэтому много усилий уделяется разработке специальных контейнеров для образцов, которые позволяют запускать контролируемые процессы в

настройках сканера без существенного ухудшения качества изображения. Основными соображениями здесь являются размер и форма контейнера, который в идеале является цилиндрическим с небольшим диаметром (обычно порядка от одного до нескольких сантиметров), и материал, из которого он изготовлен, который должен быть рентгено-прозрачным и механически и химически устойчивы (например, алюминий, углерод, бериллий).

Мониторинг динамических (химических) переносных процессов может осуществляться либо с помощью КТ с замедленной съемкой, либо с помощью непрерывной визуализации. В то время как первый хорошо подходит для медленных процессов, которые требуют визуализации только через заданные промежутки времени, последний непрерывно следит за развитием образца с высоким временным разрешением (порядка секунд), обеспечивая визуализацию в реальном времени процессов, происходящие в его структуре. Таким образом, можно изучать многие различные процессы в науках о Земле, включая течение жидкости в пористых средах [2], процессы карбонизации [3] и растворение [4] (рис. 1).

Временная КТ была выполнена как на линиях синхротронного луча, так и с использованием лабораторных установок, поскольку реальной проблемой в этом случае является точное выравнивание изображений, сделанных в разные промежутки времени. В тех случаях, когда образец не нужно удалять из настроек, этот шаг значительно упрощается. Последние примеры покадровой КТ в синхротронных объектах в геонауке нагреваются эксперименты, например, реактивный перенос [5]. Подобные исследования многофазного потока были недавно проведены с помощью лабораторных микро-КТ-сканеров [5, 6, 7, 8]. Лабораторные установки также подходят для изучения эволюции систем пор известняка, исследования переноса соли и кристаллизации внутри поровых систем [9] и последующие процессы растворения и осаждения в резервуарах [10].

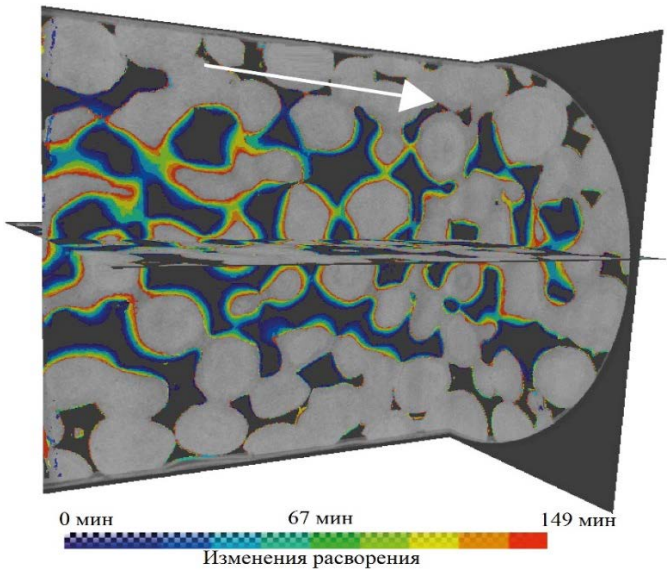


Рис. 1. Визуализация растворения в ядре карбонатной породы во время закачки насыщенного CO_2 рассола. Эксперимент от Menke (2015), выполненный с помощью лабораторного микро-КТ-сканера. Изображение с размером вокселя 3,8 мкм снималось каждые 15 минут в течение 2,5 часов

Непрерывные динамичные эксперименты потерпели быстрый рост на установках синхротрона за последние годы. Эта эволюция стала возможной благодаря развитию технологии детекторов с быстрым считыванием и быстрой компьютерной памяти, позволяющей использовать высокий поток рентгеновских лучей на этих объектах для обеспечения очень короткого времени получения изображения.

Подробный обзор проблем и прогресса, достигнутого в быстрой лабораторной микро-КТ, можно найти в [11].

При использовании скорости сканирования до 12 с, динамические двухфазные процессы потока были визуализированы [12, 13, 14] (рис. 2), и перенос растворенного вещества в маштабе пор были показаны [15] (рис. 3).

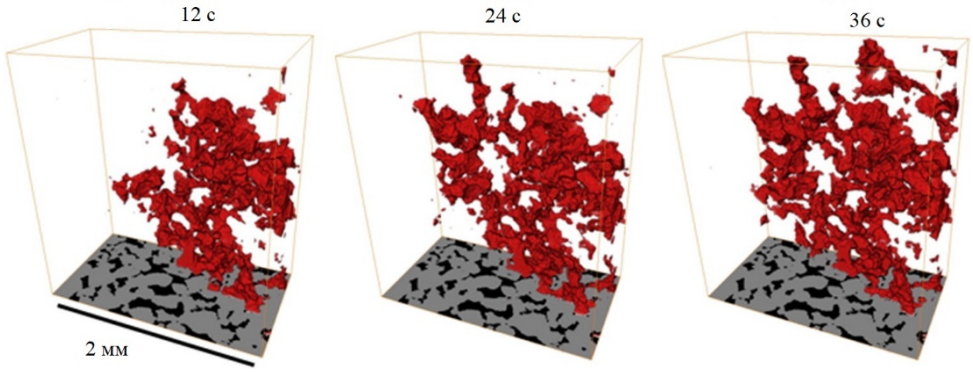


Рис. 2. Три последовательных временных шага из эксперимента по дренажу (Bultreys 2015b), выполненного с помощью лабораторного микро-КТ-сканера, показывающего нефти (в красном), вытесняющее рассол (не визуализируется) в образце песчаника. Каждое сканирование заняло 12 с для завершения при размере вокселя 15 мкм

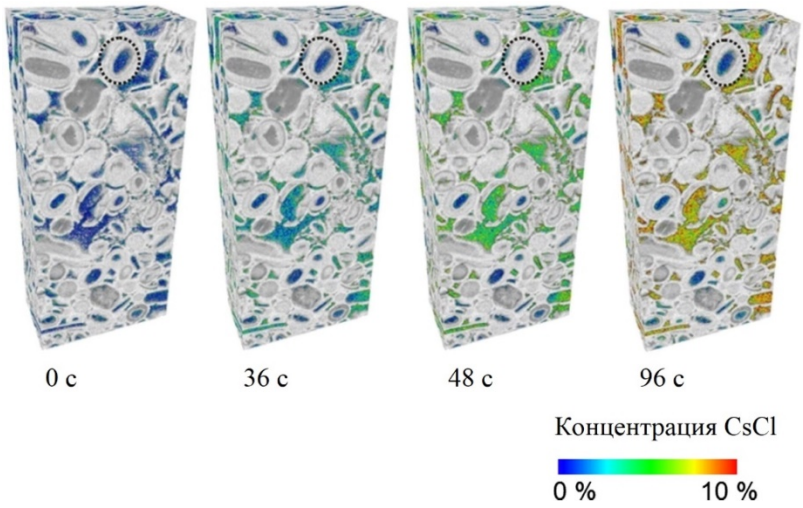


Рис. 3. Четыре выбранных временных шага из эксперимента по переносу растворенного вещества, где рассол закачивался в образец насыщенной водой карбонатной породы. Каждое сканирование занимало 12 с, чтобы завершиться при размере вокселя 15 мкм. Временной ряд показывает, как растворенное вещество распределяется в карбонате в соответствии с преимущественными путями потока с учетом реактивного переноса и распространения загрязняющих веществ

Обработка изображений

Для количественного анализа 2D-изображений и 3D-наборов данных, данные должны быть проанализированы с использованием специального программного обеспечения. Для анализа 2D-изображений доступно огромное количество программного обеспечения, от очень хороших инструментов с открытым исходным кодом до известных коммерческих пакетов, таких как AdobePhotoshop®. Хотя рынок программного обеспечения для 3D-анализа намного моложе, все больше и больше отличных инструментов становятся доступными. На данный момент некоторые из лучших пакетов программного обеспечения включают Avizo, VGStudioMAX, MAVI, Pore3D, 3DMA-Rock, Morpho. Далее мы опишем некоторые из ключевых методов анализа изображений, описанных в литературе, с акцентом на 3D-анализ (хотя многие из мер непосредственно применимы и к 2D-изображениям).

Геометрическая и топологическая характеристика пор

Первый шаг измерений основан на статистике изображения с серым значением – это результат экспериментального метода определения характеристик пор с использованием методов трехмерной цифровой визуализации, таких как рентгеновская КТ. Первые измерения обычно используется для оценки неоднородности выборки и репрезентативного размера объема, а вторая часто используется

для оценки ее изотропии. Однако, когда измерения выполняются непосредственно на изображениях со значением серого, могут возникнуть проблемы с шумом и резкостью изображения. Другие измерения требуют разделения вокселей на материальные фазы, вместо того, чтобы работать со значениями серого. Мы будем предполагать, что предоставленное качество изображения является высоким. Затем следующим шагом в процессе анализа является сегментация изображения.

Во время сегментации каждому вокселю в интересующей трехмерной области присваивается метка в соответствии с материалом, которому он должен принадлежать. Поскольку сегментация обычно является первым этапом обработки, она играет решающую роль в ошибках и неопределенностях, связанных с характеристикой пор экспериментальными методами. Хотя существует много автоматизированных методов выбора пороговых значений этот шаг очень часто выполняется вручную и поэтому зависит от пользователя. Очевидно, что ручная регулировка значений для получения результата, который считается правильным на основе визуального осмотра человеком-оператором, должна быть максимально уменьшена. Зависимость от пользователя является одним из основных недостатков методов анализа на основе изображений, поскольку подразумевает, что результаты для одних и тех же данных могут различаться у разных пользователей и исследовательских учреждений.

После того как экспериментальное структурное представление получено и сегментировано, можно оценить геометрические свойства порового пространства. Ранее упомянутые статистические измерения могут быть выполнены на сегментированных изображениях, и тогда их легче интерпретировать. Однородность среды также можно проверить путем измерения частичной пористости, локальной пористости. Дальнейшая характеристика топологии может быть выполнена путем извлечения скелета из сегментированного изображения [5, 17].

Извлечение и анализ скелета

Скелет может служить для количественной оценки топологии порового пространства с помощью таких мер, как определение кратчайшего пути через поровое пространство, извилистость сети, координационное число и сложность недиагональной сети. Скелетные представления также могут использоваться для обнаружения отдельных пор и глоток в моделях сети пор. В идеале такой скелет должен лежать центрально в поровом пространстве и сохранять топологию порового пространства. Кроме того, скелет должен быть тонким. Многие методы удовлетворяют одному или двум из этих требований, но не всем трем. С другой стороны, алгоритмы гомотопического прореживания стараются удовлетворить все три требования, выполняя схему прореживания, при которой воксели удаляются только в том случае, если топология оставшегося пространства не изменяется. Поэтому этот метод в настоящее время является наиболее популярным. Тем не менее, извлечение скелета общеизвестно чувствительно к шуму в сегментированном исходном изображении, и было разработано много методов предварительной и последующей обработки для получения более чистых скелетов [5, 17, 18].

Хотя большинство методов определения пор, упомянутых выше, являются зрелыми методами для характеристики порового пространства, интерпретация данных все еще не проста. Каждый метод имеет свои сильные и слабые стороны в отношении разрешения, воспроизводимости, размерности, стоимости и т. д. Основные проблемы для пользователя заключаются в правильных предположениях и разумных комбинациях между различными методами.

Объединение данных

Хотя большинство методов определения пор, упомянутых выше, являются зрелыми методами для характеристики порового пространства, интерпретация данных все еще не проста. Каждый метод имеет свои сильные и слабые стороны в отношении разрешения, воспроизводимости, размерности, стоимости и т.д. Основные проблемы для пользователя заключаются в правильных предположениях и разумных комбинациях между различными методами.

Первое препятствие заключается в том, что информация в 2D-сечении не может быть напрямую передана в 3D-среду. Эта проблема может быть решена с помощью стереологии, которая устраняет разрыв между 2D-плоскостями и 3D-информацией с помощью статистики и эмпирических формул.

Другим инструментом является регистрация 2D в 3D, в которой 2D-изображение выравнивается по соответствующей плоскости в 3D-объеме того же образца. Этот инструмент предоставляет дополнительную 2D-информацию высокого разрешения непосредственно в 3D-наборах данных. Это может быть необходимо, когда, например, пространственное разрешение или химическая информация,

полученная из тома КТ, недостаточны. Поскольку такая дополнительная информация часто поступает из методов, которые не способны визуализировать трехмерный объем, Объединение трехмерных данных, таких как данные КТ, с двумерным высоким разрешением и/или химическая информация из этих методов, стало ключевой операцией. Существуют разные методы для этой цели. Первый метод – ручное выравнивание 2D-данных с 3D-объемом. Поскольку это трудоемко и неточно, обычно это не лучший вариант. Регистрация, основанная на ориентирах, является более точным способом согласования данных, полученных разными методами. В этом методе соответствующие точки (называемые ориентирами) идентифицируются как на 2D, так и на 3D изображениях (рис. 4). Затем алгоритмы преобразования вычисляют преобразование для согласования обеих групп ориентиров, а также интерполяции, необходимой для точек наложения.

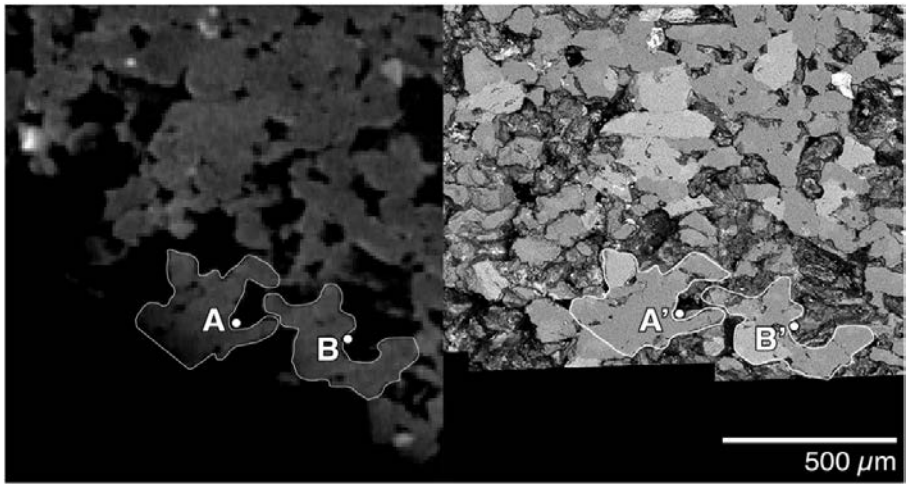


Рис. 4. Выбор ориентира для регистрации 2D-изображения СЭМ (справа) на объем 3D КТ (слева). Белые линии указывают соответствующие области в срезе КТ и СЭМ. Белые точки указывают возможные точки для размещения ориентира

Последний класс методов для регистрации 2D в 3D состоит из полностью автоматизированных алгоритмов. Хотя такие алгоритмы были разработаны [19], они еще не являются коммерчески доступными. Эти алгоритмы регистрации сталкиваются с трудностью решения задачи преобразования с 7 степенями свободы: 3 поступательных, 3 вращательных и 1 изотропное масштабирование. Алгоритм, разработанный [19] использует стратегию поиска с множественным разрешением, где полный поиск с низким разрешением определяет начальный небольшой набор параметров преобразования. Цель состоит в том, чтобы эти исходные параметры приводили изображение уже в «глобальный минимум» отклонения по отношению к целевому объему и используются в качестве начальных значений для метода оптимизации в поисках локального минимума. Эти значения могут использоваться для преобразования 2D-изображения в целевой объем [20]. Как упоминалось ранее, успешное выравнивание изображений СЭМ с объемами КТ может предоставить дополнительную структурную информацию из-за более высокого пространственного разрешения этих изображений. Таким образом, сведения о микроструктуре могут быть связаны с зонами с определенными значениями серого, соответствующими «микропористым» областям в объеме КТ.

Благодарность. *Данное исследование финансируется Комитетом науки Министерства образования и науки Республики Казахстан (грант №AP08052055 «Исследование влияния режимов растворения карбонатных образцов керна на характеристики течения двухфазной жидкости сквозь него в масштабе пор»), за что авторы выражают признательность.*

ЛИТЕРАТУРА

[1] D. Wildenschild, A.P. Sheppard. X-ray imaging and analysis techniques for quantifying pore-scale structure and processes in subsurface porous medium systems // Adv. Water Resour. – 2013. – 51. – pp. 217-246.

[2] S. Berg, H. Ott, S. Klapp, A. Schwing, R. Neiteler, N. Brussee, A. Makurat, L. Leu, F. Enzmann, J.-O. Schwarz, M. Kersten, S. Irvine, M. Stampanoni. Real-time 3D imaging of Haines jumps in porous media flow // Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A. – 2013. – 110. – pp. 37515-3759.

[3] M.A. Boone, M. Quaghebeur, P. Nielsen, V. Cnudde. In situ monitoring of mineral waste carbonation under high CO_2 pressure // 4th International Conference on Accelerated Carbonatation for Environmental and Materials Engineering. – 2013.

[4] H.P. Menke, B. Bijeljic, M.G. Andrew, M.J. Blunt. Dynamic three-dimensional pore-scale imaging of reaction in a carbonate at reservoir conditions Environ // Sci. Technol. – 2015. – 49. – pp. 4407-4414.

[5] H. Menke, B. Bijeljic, M. Andrew, M.J. Blunt. Dynamic pore-scale imaging of reactive transport in heterogeneous carbonates at reservoir conditions // Energy Procedia. – 2014. – pp. 5503-5511.

[6] A. Aghaei, M. Piri. Direct pore-to-core up-scaling of displacement processes: dynamic pore network modeling and experimentation // J. Hydrol. – 2015. – 522. – pp. 488-509.

[7] M. Andrew, B. Bijeljic, M.J. Blunt. Pore-scale imaging of geological carbon dioxide storage under in situ conditions // Geophys. Res. Lett. – 2013. – 40. – pp. 3915-3918.

[8] A. Georgiadis, S. Berg, A. Makurat, G. Maitland, H. Ott. Pore-scale micro-computed-tomography imaging: nonwetting-phase cluster-size distribution during drainage and imbibition // Phys. Rev. E. – 2013. – 88. – p. 33002.

[9] H. Derluyn, J. Dewanckele, M.N. Boone, V. Cnudde, D. Derome, J. Carmeliet. Crystallization of hydrated and anhydrous salts in porous limestone resolved by synchrotron X-ray microtomography // Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. – 2014. – Sect. B, 324. – pp.102-112.

[10] C. Noiriel. Resolving time-dependent evolution of pore-scale structure, permeability and reactivity using X-ray microtomography // Rev. Mineral. Geochem. – 2015. – 80. – pp. 247-285.

[11] T. Bultreys, M.A. Boone, M.N. Boone, T. De Schryver, B. Masschaele, L. Van Hoorebeke, V. Cnudde. Fast laboratory-based micro-computed tomography for pore-scale research: illustrative experiments and perspectives on the future // Adv. Water Resour. – 2015. – pp. 1-11.

[12] T. Bultreys, M.A. Boone, M.N. Boone, T. De Schryver, B. Masschaele, D. Van Loo, L. Van Hoorebeke, V. Cnudde. Real-time visualization of Haines jumps in sandstone with laboratory-based microcomputed tomography // Water Resour. Res. – 2015. – 51.

[13] T. DeKock, M. Boone, J. Dewanckele, W. De Boever, M. Boone, G. De Schutter, E. Lehmann. Monitoring frost susceptibility of limestone faces // 12th International Congress on the Deterioration and Conservation of Stone. – 2013.

[14] G.R. Myers, A.M. Kingston, T.K. Varslot, M.L. Turner, A.P. Sheppard. Dynamic X-ray micro-tomography for real time imaging of drainage and imbibition processes at the pore scale // Int. Symp. Soc. Core Analysts, Society of Core Analysts. – 2011.

[15] M. Boone, T. Bultreys, B. Masschaele, V. Cnudde, T. De Schryver, D. Van Loo, L. Van Hoorebeke. Fast time resolved micro-CT imaging: visualizing dynamic pore scale processes at high resolution // Acta Stereol. Proc. ICSIA, 14th ICSIA Abstr. – 2015.

[16] L.-K. Huang, M.-J.J. Wang. Image thresholding by minimizing the measures of fuzziness // Pattern Recogn. – 1995. – 28. – pp. 41-51.

[17] C.H. Arns, J. Mecke, K. Mecke, D. Stoyan. Second-order analysis by variograms for curvature measures of two-phase structures // Eur. Phys. J. B. – 2005. – 47. – pp. 397-409.

[18] S.C. Blair, P.A. Berge, J.G. Berryman. Using two-point correlation functions to characterize microgeometry and estimate permeabilities of sandstones and porous glass // J. Geophys. Res. – 1996. – 101. – p. 20359.

[19] Latham, S., Varslot, T., Sheppard, A. Image registration: enhancing and calibrating X-ray micro-Ct imaging // Int. Symp. Soc. Core Analysts. Society of Core Analysts, Abu Dhabi UAE. – 2008 – pp. 1-12.

[20] Sok, R.M., Varslot, T., Ghous, A., Latham, S., Sheppard, A.P., Knackstedt, M.A. Pore scale characterization of carbonates at multiple Scales: integration of micro-CT, BSEM, and FIBSEM // Petrophysics. – 2010. – pp. 379-387.

Болысбек Д.Ә., Кульджабеков А.Б., Кудайкулов А.А.

Кеуекті ортада орын алған құрылымдық-динамикалық процедураларды өңдеу әдістеріне шолу

Түйіндеме. Бұл жумыста кеуекті ортаның кескінін және сол кескінде орын алатын процестерді қалай өңделетіні жайында шолу қарастырылған. Құрылымдық динамикалық процесстерді өңдеу, кеуекті масштабындағы ортаның кескінін өңдеу, оның қаңқасын алатын әдістер және сол мәліметтерді біріктіру әдістері қамтылған. Қазіргі таңда бұл зерттеулер өзінің өзектілігіне байланысты кейбір білгілі уақыт бойынша кескін беретін аппараттарды өңдеудің артықшылығы бар.

Түйінді сөздер: кескінді өңдеу, кеуек масштабында кескіндеу, кеуекті құрылымды визуализация

УДК 532.536

Bolysbek D.[1], Kuldzhabekov A.B.[2], Assilbekov B.K.[2], Akasheva Zh.K.[2]
(KazNU named after al-Farabi, Almaty, Kazakhstan
[2] Satbayev University, Almaty, Kazakhstan
E-mail: bolysbek.darezhat@gmail.com)

REVIEW OF EXPERIMENTAL METHODS OF VISUALIZATION OF THE STRUCTURE OF POROUS MEDIA

Abstract. The flow of fluid and mass transfer in geological materials have a decisive value in various applications of Earth science. In order to fully understand the behavior of geological materials in this context, the properties of the scale of these materials should be studied and linked to the effective properties of the material. Visualization methods become all the more valuable tools for characterizing microstructures (especially in three measurements), while numerical models for calculating transport properties, based on microstructures, are based on experimental construction. The results of modeling studies on the basis of the images in the decision degree depend on the model used, as well as the quality of the image of the spatial space on which the model works. Considering the technical issue, this review will provide a practical and accessible introduction to experimental methods of process analysis that occur in porous environments.

Key words: Micro-CT, SEM, optical microscopy, pore scale, image processing, pore structure, permeability.

Д.Э. Болысбек [1], А.Б. Кульджабеков [2], Б.К Асилбеков. [2], Ж.К. Акашева [2]
(КазНУ им. аль-Фараби
[2] Satbayev University, Алматы, Казахстан
e-mail: bolysbek.darezhat@gmail.com)

ОБЗОР ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ МЕТОДОВ ВИЗУАЛИЗАЦИИ СТРУКТУРЫ ПОРИСТЫХ СРЕД

Аннотация. Поток жидкости и массоперенос в геологических материалах имеют решающее значение в различных приложениях науки о Земле. Чтобы полностью понять поведение геологических материалов в этом контексте, свойства масштаба этих материалов должны быть исследованы и связаны с эффективными свойствами материала. Методы визуализации становятся все более ценными инструментами для характеристики микроструктуры (особенно в трех измерениях), в то время как численные модели для расчета транспортных свойств, основанные на экспериментальных изображениях микроструктуры, быстро созревают. Результаты исследований моделирования на основе изображений в решающей степени зависят как от используемой модели, так и от качества изображения порового пространства, на котором работает модель. Учитывая техническую и междисциплинарную природу этого вопроса, данный обзор обеспечить практическое и доступное введение в экспериментальные методы анализа процессов, происходящих в пористых средах.

Ключевые слова: Микро-КТ, СЭМ, оптическая микроскопия, масштаб пор, обработка изображений, структура пор, проницаемость.

1. Введение

Поток жидкости и массоперенос в геологических пористых средах (например, в породах, отложениях, почвах) являются важными аспектами нескольких важных геологических применений, например, гидрологии, нефтяной инженерии, хранении CO_2, подземное хранение ядерных отходов, производство геотермальной энергии и эксплуатационные характеристики строительного камня. Чтобы уменьшить неопределенности, связанные с этими системами, и повысить их эффективность, необходимо делать точные прогнозы их поведения с течением времени. Обычно это делается путем запуска крупномасштабных численных моделей (порядка метров и километров), которые используют определяющие уравнения для описания поведения рассматриваемых геологических материалов. Поэтому они требуют ввода эффективных свойств материала, таких как пористость, проницаемость и дисперсность, которые характерны для геологических материалов, в которых происходят процессы. Эти материалы состоят из минералов с одной стороны и пор или трещин с другой стороны.

Свойства пор и минералов, такие как геометрия, размер, площадь поверхности, связность и распределение оказывают сильное влияние на поведение жидкости. Внутренняя микроструктура, химический состав и макроскопические свойства материала действительно сильно и напрямую связаны друг с другом. Поэтому понимание того, почему и как макроскопические особенности материалов меняются в

пространстве и времени, требует изучения микроструктуры материала. Учитывая сложность и неоднородность многих из этих естественных пористых сред, такое глубокое понимание имеет решающее значение, поскольку зачастую невозможно получить и проверить все соответствующие образцы при всех соответствующих условиях (например, в случае геологических коллекторов размером в километр). Экспериментальные измерения переносных свойств в этом контексте часто бывают сложными, дорогостоящими и отнимающими много времени, что делает модели в масштабе микроструктуры материала (обычно называемые «масштаб пор») привлекательным инструментом для дополнения прямых измерений, чтобы улучшить понимание материала, поведение, чтобы помочь интерполировать и экстраполировать эффективные свойства материала.

Сушествует множества устроиств и методов анализа керна в масштабе пор которые будут раскрыты в далнейших разделах. Основным направлением на сегодняшний день является экспериментальные исследования керна и процессов, происходящих в них с помощью компьютерной микро-томографии.

В условиях Казахстана такого рода исследования можно проводить только в лабораторий ТОО «КазНИПИмунайгаз» (филиал компании АО «НК «КазМунайГаз» в г. Актау). В данной лаборатории имеется все необходимые оборудования начиная от электронных микроскопов заканчивая с компьютерным томогрофом, которые позволяют провести полные экспериментальные исследования анализа керна. Но, следует отметить, что данная организация предоставляет услуги исключительно нефтяным компаниям, у которых достаточно финансовых средств для закупа данных услуг.

В данном обзоре будут рассмотрены широко применяемые экспериментальные методы для изучения того, как это поведение связано со свойствами пористых геологических материалов, не вдаваясь в подробности по физике и химии, стоящим за этим.

2. Методы получения микроструктуры геологических пористых сред

2.1 Оптическая микроскопия

2.1.1 Традиционная петрографическая микроскопия

Наиболее распространенным и «стандартным» методом определения пористости и визуализации порового пространства геологического материала является анализ тонких срезов с помощью оптического микроскопа (рис. 1).

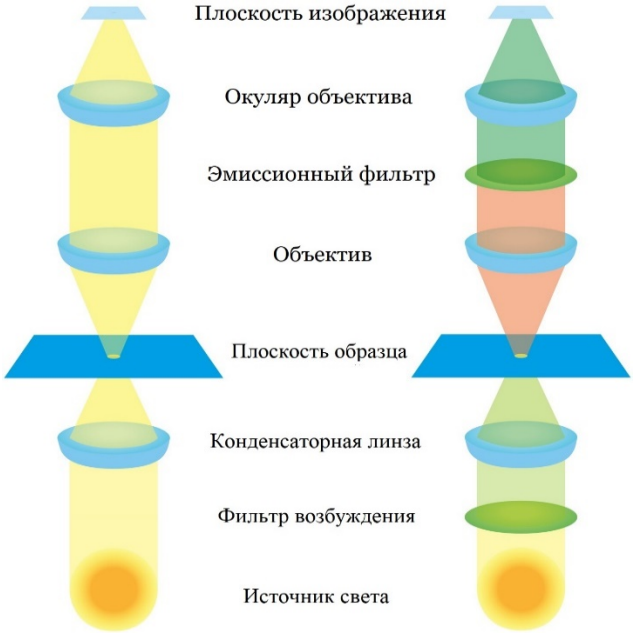


Рис. 1. Схематическое представление принципа традиционной оптической микроскопии (слева) и флуоресцентной световой микроскопии (справа). Свет распространяется от источника света через конденсаторную линзу и попадает на плоскость образца. Объектив и линза окуляра позволяют увеличить. В режиме флуоресценции фильтр возбуждения и эмиссии позволяет определять правильные длины волн для флуоресцентного изображения

Основным преимуществом этого метода является то, что он быстрый, дешевый и широко доступный. Анализ стандартных геологических тонких разрезов (толщиной в 30 мкм) под петрографическим микроскопом (рис., слева и в центре) дает ценную информацию как о минералогическом составе, так и о структуре горных пород и почв. Световые микроскопы высокого класса ограничены в разрешении только до половины длины волны видимого света (± 390–700 нм), известной как дифракционный барьер. Это означает, что в лучшем случае разрешение будет около 0,23 мкм [1, 2].

Пример тонких сечений горной породы (песчаника Baumberger в данном случае) под традиционной петрографической микроскопией с использованием параллельного поляризованного света, кросс-поляризованного света и флуоресцентной световой микроскопии показан на рис. 2.

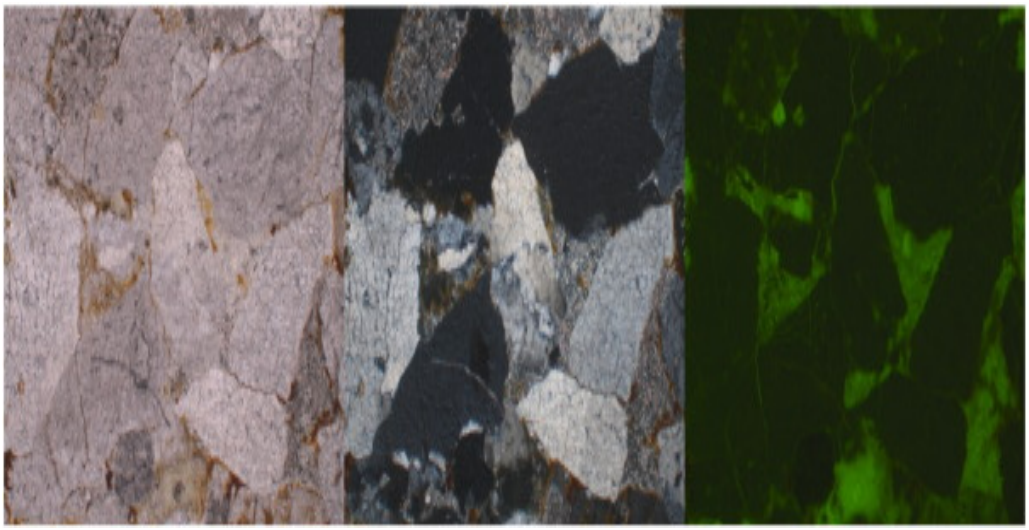


Рис. 2. Пример тонкого сечения (песчаник Baumberger) под традиционной петрографической микроскопией с использованием параллельного поляризованного света (слева), кросс-поляризованного света (в центре) и флуоресцентной световой микроскопии (справа)

2.1.2 Флуоресцентная световая микроскопия

Флуоресцентная световая микроскопия (ФСМ) может быть использована для более точного определения характеристик порового пространства. В ФСМ после помещения образцов в вакуум их покрывают флуоресцентным красителем, чтобы удалить весь воздух вне пор – при возбуждении светом правильной длины волны этот флуоресцентный краситель излучает характерный свет, который обеспечивает очень четкий контраст между материалом (черный) и пористостью (яркий) (рис. 2, справа) [3]. Это делает метод очень полезным для изучения пор и (микро) трещин в горных породах и бетоне и для исследования пористости в материалах с очень низкой пористостью [4]. Кроме того, резкий контраст между твердым телом и пустотой делает использование методов автоматического анализа изображений для определения пористости образцов гораздо более простым. Методика требует тщательной подготовки образца, так как неправильная подготовка может привести к ложным выводам, например, к чрезмерной или заниженной оценке пористости.

2.2 Сканирующая электронная микроскопия

2D-изображения с более высоким разрешением, чем оптическая микроскопия, вплоть до нескольких нанометров, могут быть получены с помощью сканирующей электронной микроскопии (СЭМ). С помощью СЭМ можно получать изображения с высоким разрешением как минералов, так и порового пространства в 2D. СЭМ является близким родственником электронного микрозонда, но предназначен в первую очередь для визуализации, а не для химического анализа. Изображения получают путем сканирования образца электронным лучом при отображении сигнала от детектора электронов на телевизионном экране или мониторе компьютера (рис. 3). Выбирая подходящий режим обнаружения, можно получить либо топографический, либо композиционный контраст.

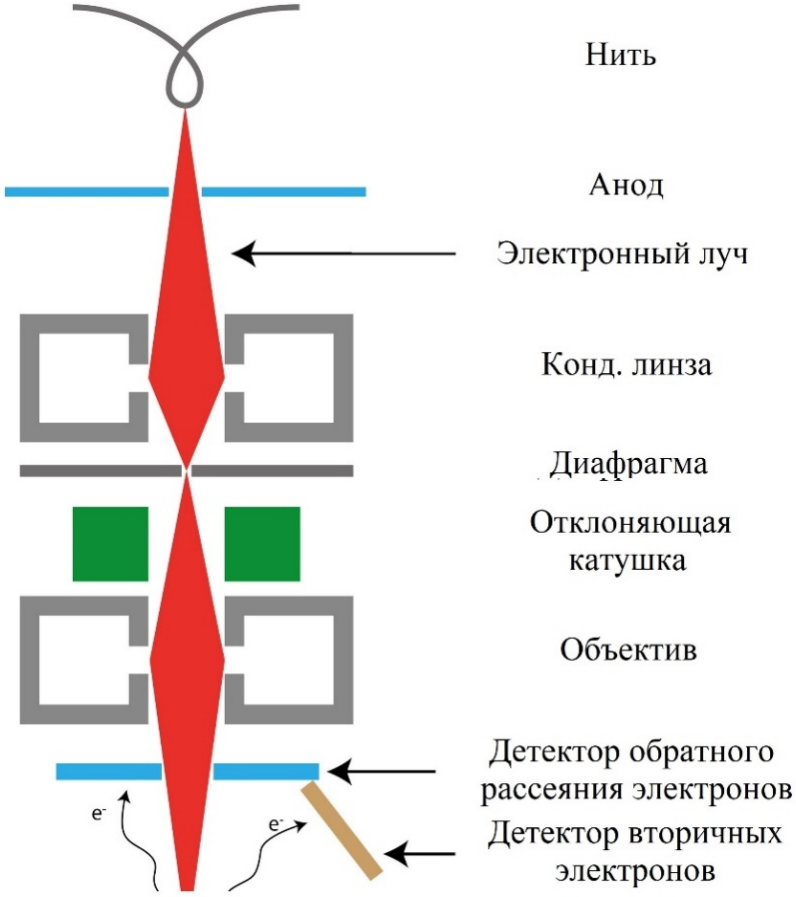


Рис. 3. Схематическое изображение СЭМ

В СЭМ высокоэнергетический электронный луч сканирует поверхность анализируемых образцов (см. рис. 3). Эти электроны взаимодействуют с атомами образца, создавая сигналы, которые содержат информацию о топографии и составе образца. Важным недостатком СЭМ для геологических материалов является тот факт, что образцы часто нуждаются в предварительной обработке. Большинству геологических образцов, являющихся электрическими изоляторами, требуется проводящее покрытие. Предпочтительным элементом покрытия для рентгеноструктурного анализа является углерод, поскольку он оказывает минимальное влияние на рентгеновский спектр [5]. Однако для получения изображений методом СЭМ из-за низкого выхода вторичных электронов, это не идеально. Для этой цели предпочтителен такой металл, как золото, но он менее пригоден для рентгенографии и визуализации обратно рассеянных электронов.

Типы сигналов, генерируемых в СЭМ, включают вторичные электроны, обратно рассеянные электроны и характеристическое рентгеновское излучение (рис. 4). Вторичные электроны образуются, когда падающий электрон возбуждает электрон в образце. Этот возбужденный электрон движется к поверхности образца, где он может покинуть образец, и достигает детектора. Вторичные электроны могут покинуть образец, только если они сформированы в пределах 5 нм от поверхности образца, и, как правило, имеют очень низкие энергии (до 50 эВ). Из-за их очень малого объема производства разрешение вторичных электронных изображений очень высокое и фактически совпадает с размером электронного луча, который обычно ниже 10 нм [6].

СЭМ, оснащенные электронной пушкой с полевой эмиссией, могут даже достигать размеров луча около 1 нм. Другим эффектом этого очень малого объема взаимодействия является то, что вторичные электроны очень чувствительны к топографии образца, что делает изображения вторичных электронов очень полезными для изучения этого свойства материала, так как они обеспечивают интуитивный 3D-подобный вид (рис. 5). Высокое разрешение изображений со вторичных электронов делает их очень подходящими для анализа микроструктур и (микро) пористости в различных областях геонаук [7, 8] и науки о почве [9].

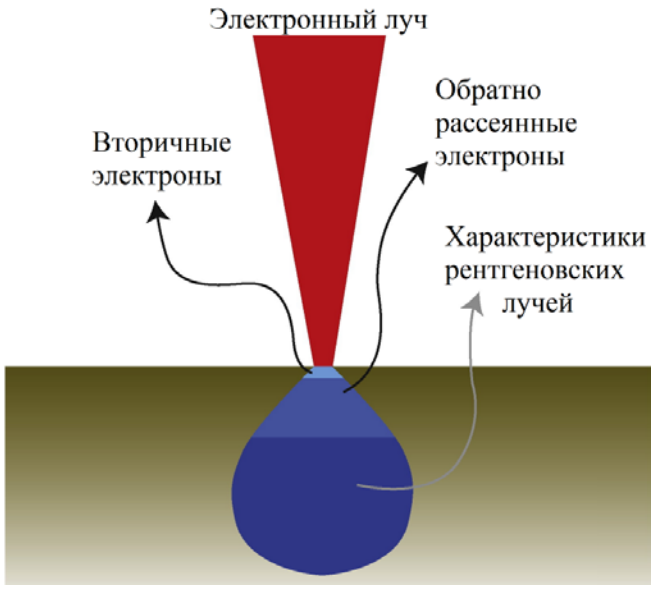


Рис. 4. Взаимодействия электронного луча с образцом. Вторичные электроны происходят из области, близкой к поверхности образца (± 5 нм), обратно рассеянные электроны возникают до глубины до 500 нм, а характерные рентгеновские лучи могут возникать примерно на 2 мкм ниже поверхности образца

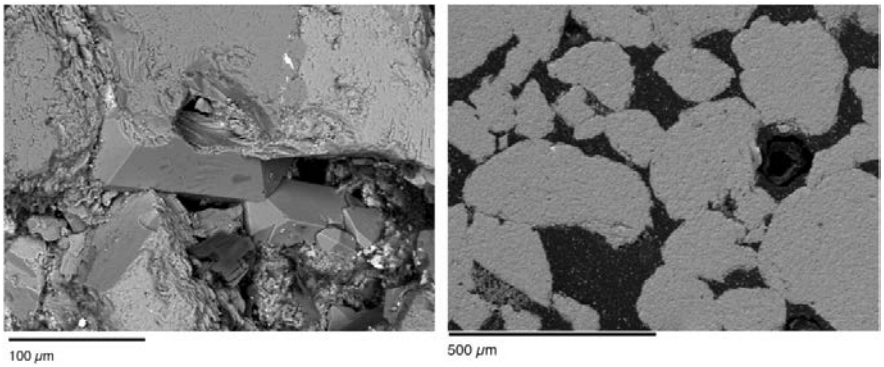


Рис. 5. Изображения с обратно рассеянных электронов из неполированного песчаника с первичными кварцевыми зернами и вторичными призматическими кристаллами кварца (слева) и полированного смолистого образца (справа, этот тип изображения идеально подходит для определения 2D пористости)

Обратно рассеянные электроны – это электроны, которые происходят от луча, но отражаются от образца упругим рассеянием, что означает отсутствие значительных потерь энергии. Большинство обратно рассеянных электронов имеют немного меньшую энергию, чем энергия падающего электронного луча (от 1 до 30 кэВ), но для рассеянных в глубине образца электронов возможны энергии до ± 50 эВ. Поскольку доля электронов луча, которые подвергаются обратному рассеянию, сильно зависит от атомного номера образца (более высокий вызывает большее обратное рассеяние из-за более высокого заряда атомных ядер), изображения с обратно рассеянных электронов предоставляют информацию о составе образца (рис. 5).

2.3 Сфокусированная ионно-лучевая нано-томография

За последние десятилетия в продаже появились двухлучевые системы, сочетающие сфокусированный ионный луч и электронный луч. Эти системы в основном используются для подготовки небольших образцов, например, для просвечивающей электронной микроскопии или рентгеновской нано-томографии. Сфокусированая ионно-лучевая нано-тамография сочетает в себе электронный луч и сфокусированый ионный луч, чтобы получить высокое разрешение изображений СЭМ в трех измерениях. В этом методе выполняется последовательное сечение образцов с использованием сфокусированную ионный-луч и после каждого среза получают изображения СЭМ

(рис. 6). Эта серия изображений приводит к 3D-набору данных изображений СЭМ высокого разрешения с определенным интервалом. Из-за ограничений наилучший достижимый интервал составляет около 10 нм [10].

2.4 Рентгеновская микро-компьютерная томография

Рентгеновская компьютерная томография (рентгеновская КТ) предоставляет трехмерную структурную информацию о геоматериалах в масштабе (суб) микрон до миллиметра. Это делает метод исключительно подходящим для многомасштабной характеристики этих материалов. Метод основан на затухании рентгеновских лучей при их прохождении через материал, что выражается законом Ламберта-Бера. Этот закон представлен в формуле (1). Интенсивность проходящего рентгеновского излучения I зависит от интенсивности падающего излучения I_0 и коэффициента линейного ослабления $\mu(s)$ вдоль пути луча s, поскольку ослабление рентгеновских лучей зависит как от атомного номера, так и от плотности, прямую информацию об элементном или химическом составе образца нелегко получить с помощью рентгеновской КТ

$$I = I_0 e^{-\int \mu(s) ds} \tag{1}$$

Установка рентгеновской КТ состоит из источника рентгеновского излучения и детектора, которые вращаются вокруг образца в медицинских установках КТ, но, как правило, являются стационарными с вращающимся образцом в типичных лабораторных установках микро-КТ (рис. 6). Образец располагается между источником и детектором, в результате чего на детекторе фиксируется рентгенограмма. Толщина, состав и плотность образца определяют интенсивность рентгеновского излучения, достигающего детектора. При угловом охвате в 360° (или 180°) градусов регистрируются от нескольких сотен до тысяч рентгенограмм с использованием алгоритмов реконструкции [11], эти данные преобразуются в трехмерный объем. Этот объем является значениями серого, часто хранящимися в виде виртуальных 2D-срезов.

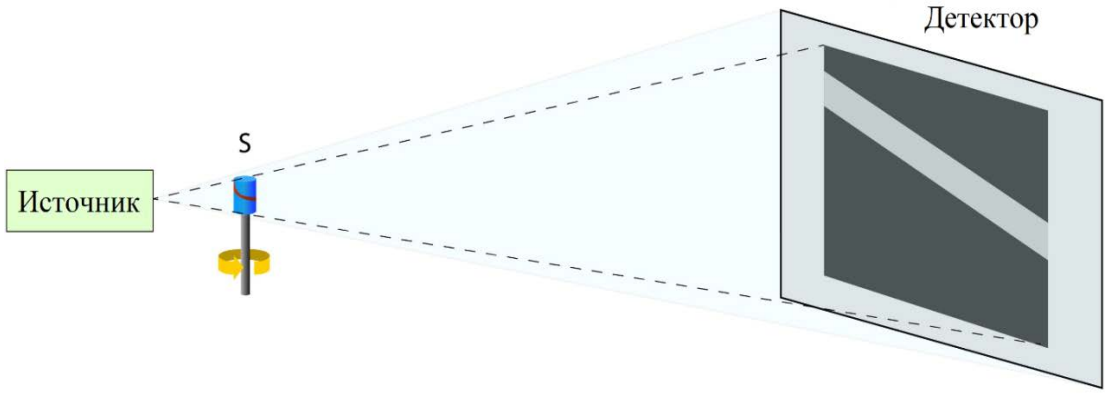


Рис. 6. Схематическое изображение типичной лабораторной установки микро-КТ, оснащенной рентгеновской трубкой, с использованием конфигурации с конусообразным лучом

Разрешение высококачественных лабораторных рентгеновских установок в настоящее время ограничено – примерно 0,5 мкм для традиционных установок микро-КТ. Традиционные лабораторные установки могут получать высококачественные изображения в течение промежутка времени от минут до часов, в то время как установки синхротрона могут делать то же самое с временным разрешением от секунды до минуты из-за более высокого потока рентгеновского излучения, обеспечиваемого линиями синхротронного луча.

Подробный обзор, посвященный рентгеновской томографии высокого разрешения, можно найти в работе Cnudde и Boone [12], в которой содержится исчерпывающая сводка истории, техники и геонаучных применений микро-КТ до 2013 года. В данном обзоре мы сконцентрируемся на динамической микро-КТ-визуализации, поскольку это конкретное приложение быстро развивается с 2013 года. Кроме того, это отличный инструмент для проверки моделей переноса в масштабе пор.

3. Заключение

В этом обзоре обсуждались некоторые из наиболее часто используемых методов определения характеристик пор, от старых, хорошо известных методов, таких как оптическая микроскопия, до новых методов, ренгеновская микрокомпьютерная томография. Ни один из этих методов не лишен недостатков, и у каждого метода есть свои сильные стороны.

Поскольку для понимания всей сложности и связности поровых сетей необходима адекватная визуализация и характеризация в нескольких масштабах, обычно необходимо сочетание методов. Структуры субмикронного масштаба можно анализировать на репрезентативных образцах с использованием хорошо известных методов геологической характеристики, таких как СЭМ и оптическая микроскопия. Для изучения этих функций в трех измерениях можно использовать ионно-лучевую нанотамографию, очень многообещающий метод, который быстро развивается и становится все более доступным для научного и промышленного сообщества. Однако деструктивный характер техники невыгоден, если необходимо визуализировать динамические процессы.

Микрокомпьютерная томография в настоящее время является, пожалуй, наиболее универсальным, зрелым и точным методом определения характеристик пористости, особенно когда наиболее важная часть сети пор находится выше предела в 1 мкм. Размеры пробы могут варьироваться от миллиметра до сантиметра, а время анализа относительно короткое. Кроме того, метод неразрушающий, позволяет использовать большое количество периферийного оборудования для изучения динамических процессов и становится широко доступным в сотнях исследовательских институтов по всему миру. Результаты являются трехмерными, и алгоритмы анализа данных и программное обеспечение достигли точки, в которой можно получить количественные результаты. Однако пространственное разрешение обычно остается ограниченным несколькими сотнями нанометров, количественные химические данные остаются проблемой, а результаты часто зависят от пользователя.

Благодарность. *Данное исследование финансируется Комитетом науки Министерства образования и науки Республики Казахстан (грант №AP08052055 «Исследование влияния режимов растворения карбонатных образцов керна на характеристики течения двухфазной жидкости сквозь него в масштабе пор»), за что авторы выражают признательность.*

ЛИТЕРАТУРА

[1] M.G.L. Gustafsson, Surpassing the lateral resolution limit by a factor of two using structured illumination microscopy //J. Microsc. – 2000. – 198. – pp. 82-87.

[2] R. Heintzmann, G. Ficz Breaking the resolution limit in light microscopy // Brief. Funct. – Genomic. Proteomic. – 2006.

[3] L.M.O. Sousa, L.M. Suárez del Río, L. Calleja, V.G. Ruiz de Argandoña, A.R. Rey Influence of microfractures and porosity on the physico-mechanical properties and weathering of ornamental granites // Eng. Geol. – 2005. – 77. – pp. 153-168.

[4] V. Cnudde, W. De Boever, J. De wanckele, T. De Kock, M. Boone, M.N. Boone, G. Silversmit, L. Vincze, E. VanRanst, H. Derluyn, S. Peetermans, J. Hovind, P. Modregger, M. Stampanoni, K. De Buysser, G. De Schutter Multi-disciplinary characterization and monitoring of sandstone (Kandla Grey) under different external conditions // Q. J. Eng. Geol. Hydrogeol. – 2013. – 46. – pp. 95-106.

[5] J.E. Welton. SEM Petrology Atlas. The American Association of Petroleum Geologists, Tulsa (1984).

[6] Chisato Takahashi, Kusuo Ueno, Junichi Aoyama, Mariko Adachi, Hiromitsu Yamamoto. Imaging of intracellular behavior of polymeric nanoparticles in *Staphylococcus epidermidis* biofilms by slit-scanning confocal Raman microscopy and scanning electron microscopy with energy-dispersive X-ray spectroscopy // Materials Science and Engineering – 2017. – Vol. 76.– pp. 1066-1074.

[7] Z. Huang, J. Chen, H. Xue, Y. Wang, M. Wang, C. Deng Microstructural characteristics of the Cretaceous // Formation shale Songliao Basin Pet. Explor. Dev. – 2013. – 40. – pp. 61-68.

[8] K. Jiao, S. Yao, C. Liu, Y. Gao, H. Wu, M. Li, Z. Tang The characterization and quantitative analysis of nanopores in unconventional gas reservoirs utilizing FESEM-FIB and image processing: an example from the lower Silurian Longmaxi Shale, upper Yangtze region // China Int. J. Coal Geol. – 2014. – 128-129. – pp. 1-11.

[9] N. Prakongkep, A. Suddhiprakarn, I. Kheoruenromne, R.J. Gilkes SEM image analysis for characterization of sand grains in Thai paddy soils // Geoderma. 2010. – 156. – pp. 20-31.

[10] G. Möbus, B.J. InksonNanoscale tomography in materials science // Mater. Today. – 2007. – pp. 18-25.

[11] J. Vlassenbroeck, M. Dierick, B. Masschaele, V. Cnudde, L. Hoorebeke, P. Jacobs Software tools for quantification of X-ray microtomography // Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. – 2007. – Sect. A, 580. – pp. 442-445.

[12] V. Cnudde, M.N. Boone. High-resolution X-ray computed tomography in geosciences: a review of the current technology and applications // Earth-Sci. Rev. – 2013. – 123. – pp. 1-17.

Болысбек Д.Ә., Құлжабеков А.Б., Әсілбеков Б.К., Ақашева Ж.К.

Тәжірибелік визуалды әдістеріне шолу кеуекті орта құрылымдары

Түйіндеме. Бұл жұмыс кеуек масштабындағы зерттеулерде қолданылатын тәжірибелік аппараттардың тіүрлеріне және жұмыст істеу принципіне негізделген шолу берілген. Кеуекті ортаның микро масштабтағы кескінін алу үшін сан алуан тәжірибелік құрылғылардың түрлері қарастырылады. Бұл әдістердің ешқайсысы кемшіліктерсіз емес және әр әдістің өзіндік артықшылықтары бар. Микрокомпьютерлік томография қазіргі кезде кеуектілікті сипаттайтын ең әмбебап, жетілген және дәл әдіс болып табылады, әсіресе кеуектер желісінің маңызды бөлігі 1 мкм шегінен асқан кезде. Дегенмен, кеңістіктік ажыратымдылық әдетте бірнеше жүз нанометрмен шектеледі, сандық химиялық мәліметтер қиын болып қалады және нәтижелер көбіне пайдаланушыға тәуелді болады.

Түйінді сөздер: кескінді өңдеу, кеуек масштабында кескіндеу, кеуекті құрылымды визуализация

UDC 681.586.5:004

B.Yeraliyeva, A.Tungatarova, G.Borankulova
(M. Kh. DulatyTaraz State University, Taraz, Kazakhstan
E-mail: b.gau@mail.ru)

FIBRE OPTIC SENSORS FOR INTELLIGENT STRUCTURES AND MATERIALS

Abstract. Development of technology for introducing into the structural materials sensor elements based on optical fibres with Bragg gratings, which allows monitoring of the stress-strain state of the structure. Improving the accuracy of determining the influence of temperature and structural deformation of composite materials based on the use of fibre-optic sensors. Sensors allow you to determine the load and temperature in real-time with high accuracy. The results of the study can be applied to critical high-load structures.

Keywords: Intelligent materials, composite materials, fibre optic sensors, diffraction-Bragg gratings, the effects of temperature and deformation

B.Yeraliyeva, A.Tungatarova, G.Borankulova
(M. Kh. DulatyTaraz State University, Taraz, Kazakhstan
E-mail: b.gau@mail.ru)

FIBRE OPTIC SENSORS FOR INTELLIGENT STRUCTURES AND MATERIALS

Introduction - Currently, most studies and scientific papers deal with composites where the matrix is made of polymers, ceramic materials or metals (e.g. aluminium, titanium, nickel) and other alloys that are reinforced with fibreglass or carbon fibres. Such composites have found wide application in the manufacture of the fuselage and other structural components of aircraft, aeroplanes, spaceships and rockets, vehicle body components, fuel tanks, yacht hulls and masts, wind turbine blades and household appliances, in medicine and in many other fields. In addition, composites are used to reinforce existing building structures, including historic ones (e.g., to preserve bridges, churches, etc.) or to increase their bearing capacity.

By structure, composites are divided into several main classes:

- Matrix: composites with polymer, ceramic or metal matrix are produced.
- Structure: layered, fibrous, dispersed-reinforced, particle-reinforced and nanocomposites;

Intelligent materials are able to control stress-deformed state under conditions of external factors (loads, temperatures). Such materials can be used for particularly important highly loaded structures. To perform these functions, fibre-optic sensors included in the composite material will be incorporated into the material structure.

Methods - One of the main tasks is to improve the method of evaluation of deformation of composite materials based on the use of fibre-optic sensors with integrated diffraction-Bragg grating (DBR). Development of a mathematical model of optical radiation transformation in optical structures based on DBR. Development of efficiency criterion, which describes the correlation between temperature and deformation indices of intelligent composite structures and optical properties of fibre-optic sensors based on DBI.

When integrating fibre optic sensors (WOC) into the CM structure (composites), there are a number of problems associated with selecting the types of Bragg arrays of selected composites to be applied under certain

conditions. That means, it is necessary to select a certain composite material and to select the structure of Bragg grids, which by spectral characteristics will reveal dependence on temperature or deformation, which will allow increasingreliability.

Detection of the dependence of spectral characteristics of RBR on temperature or deformation will make it possible to increase reliability and speed of determination of temperature indices of the optical fibre by the development of sensor information-measuring system based on fibre Bragg lattice.

Due to its unique properties - a combination of high specific strength and rigidity, low weight compared to traditional metal materials, resistance to aggressive media, high integrality and processability of PKM design find application in many industries. It is also possible to use composite as forming base (formwork) and band (external reinforcement) for concrete arch support and structural elements of bridges and dams (Figure.1)

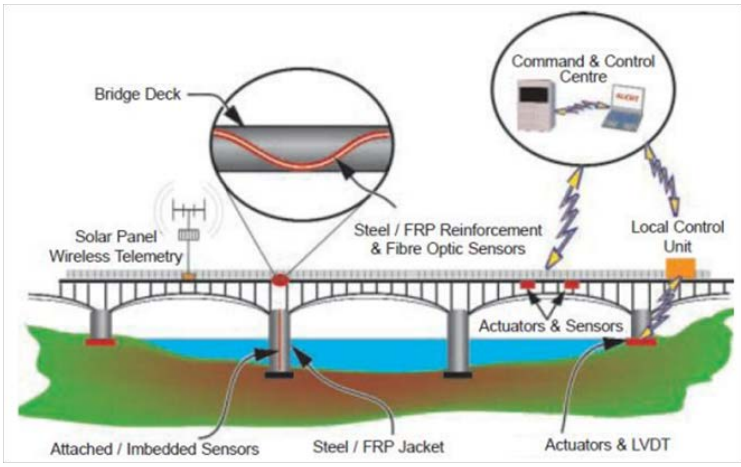


Figure 1. Diagram of intelligent bridge

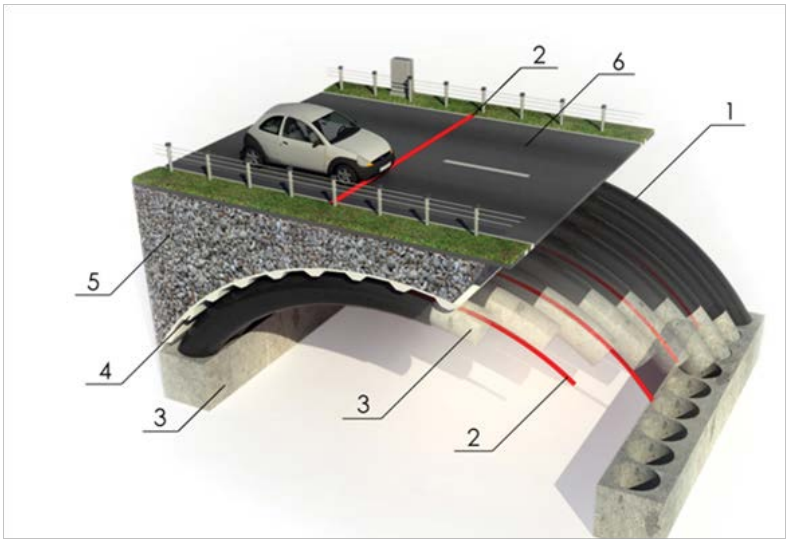


Figure 2. Diagram of fast-moving bridge

1- carbon-plastic arch elements;
2- sensors of stress-strain state monitoring on the basis of information composites;
3 - concrete;
4- professional flooring;
5-sand-gravel mix;
6- paving.
Provides:
-monitoring of the intense deformed condition of designs, bridges, buildings and engineering systems;
-control of the technical condition of paving;

- determination of intensity and analysis of traffic flow;
-accuracy of definition of deformations up to 10-4% on the local site 3-5 mm long;
- accuracy of determination of the temperature of 1 °C.

One factor that limits the further use of composite materials is their relatively high susceptibility to damage and therefore safety and maintenance concerns. Various types of material damages to which composites tend include delamination, fibre rupture, liquid absorption, impact damage, matrix failure, reduced strength and stiffness at elevated temperatures, and stress concentration. Thus, composite materials must be inspected or tested to detect minor damages before they become catastrophic to the structure due to their increasing number and, as a result, the connection to other damaged areas.

At the same time, a number of problems related to the operation of structures from PKM have not been solved yet, preventing the full introduction of composites into our daily life. First, having a pronounced anisotropy of properties and, as a result, having a non-uniformity of structure at both the macro- and micro-level, PCMs have a characteristic variation of resiliency properties up to 15%, which leads to the need to take into account technological peculiarities of PCMs production in design, while metal materials are characterized by repeatability of properties from batch to batch. Second, there are no full methods of diagnosing the current state of PCM structures and predicting their resource characteristics, including after exposure to various climatic factors and other external impacts, such as, for example, impact. The issues of detection of internal operational defects in online mode are not solved, there are no technical solutions that allow assessing the admissibility of current effective internal and external effects on composite structures.Optical fibre sensors based on Bragg grille are promising from the point of view of built-in control of the material of the structure [11, 12]. Fibre Bragg arrays are more compact than conventional strain gauges, are not susceptible to electromagnetic interference, and can be integrated into a single fibre. At the same time, the fibre is easily integrated into the PCM (e.g., carbon, glass, organoplasty, etc.) during the manufacturing process of the structural member. Therefore, one of the options considered is to integrate them into the PCM structure during the manufacturing of the part.Main advantages of VOD for the task of monitoring structures from various materials:

• High accuracy of strain and temperature detection;
• Electromagnetic compatibility with REA;
• Wide range of strain measurement;
• Small geometric dimensions and weight;
• Integration into PKM;
• Monitoring of large and extended facilities;
• Corrosion resistance and resistance to aggressive media.

The use of such systems is technologically sound from the point of view of structural, chemical and mechanical compatibility with PKM components [15-16] with minimum weight and size dimensions, electromagnetic compatibility with electronic equipment, multiplexability and stability of VOD operation under the influence of operational factors. The following are fibre optic sensors (WOCs) based on fibre Bragg arrays (WBR). A fibre Bragg lattice (BBR) is a modified portion of an optical fibre. Today, WDB is one of the most used VOD sensors found in many types of sensors.The fibre array is a portion of a fibre light guide (typically a single-mode) having a periodic refractive index structure with a period of having a defined spatial distribution schematically shown in Figure 2.

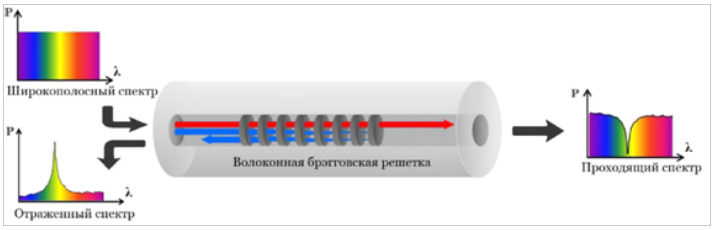


Figure. 2. Schematic diagram of the refractive index fibre lattice: 1 - core, 2 - quartz sheath of the light guide

Photo-induced refractive index lattices, which are recorded by sufficiently powerful UV radiation, are now the most common. As a result of such irradiation in the photosensitive core of the fibre light guide (1) there is a stable change in the refractive index, the value of which is relatively small (Δnind ~ 10-4-10-2), while the refractive index of the unalloyed quartz envelope (2) remains unchanged.

In most cases, before the grating is recorded, the protective coating of the light guide is removed because it is opaque in the UV spectrum range. Such a structure has unique spectral characteristics, which determine its wide application in various fibre optics devices. For example, the most important property of fibre Bragg lattices is the narrowband reflection of optical radiation at a certain wavelength, i.e., λBG, the relative spectral width of which is dλBG/λBG~10-6.

The fibre array structure is selected to provide resonant interaction between certain light guide modes. The mode interaction is most often described by the related mode theory [1], in which it is assumed that at a certain wavelength only two modes satisfy the phase synchronization condition and thus can efficiently transmit energy to each other. Furthermore, it is assumed that the mod fields in the presence of a weak periodic disturbance remain unchanged.

The quality of design and technical implementation is decisive in carrying out mechanical tests of the system of built-in control on the basis of VOD in the composition of composite structures.

Spectral characteristics of recorded arrays are controlled during their recording with the help of optical analyser of spectrum ANDO 6317B with spectral resolution ~ 0.1 nm. Mathematical model, metrological characteristics of temperature measurement on the basis of fiber-Bragg sensors and dependence of sensor indices on initial data are investigated.

Critical points, alternative ways of implementation of the project: To reduce and select the most significant numbers, it is proposed to use the following criteria: the parameter should represent the result of several characteristics based on fibre-ray lattices; The parameter must be stable or have similar patterns of temporal changes; Alternative ways of implementing the project are a sequence of actions aimed at solving some requests; The critical path method is an effective tool for scheduling and managing project timelines.

On the basis of the obtained results, optimal parameters for this composite structure are selected. A measuring system has been designed that will allow real-time measurement of load on the composite. Experimental tests are carried out in laboratory conditions. The quality of this system was evaluated in laboratory conditions, and the sensors were adapted to the measurement objects. System functionality and operation requirements have been developed.

Results - The application of the obtained scientific results and/or their commercialization in the development of the technology of introduction of sensor elements based on optical fibres with Bragg grids into structural materials, which allows to monitor the stress-strain state of the structure, which have a certain scientific and practical value in the field of bridge construction.

The results of the study can be applied to particularly important highly loaded structures.

The technology of integration of sensor elements based on optical fibres with Bragg grids into structural materials has been developed, which allows monitoring the stressed-deformed state of the structure. The developed materials and technology have been tested in laboratory conditions.

Discussion - Requirements to an arrangement of the fiber-optic control system in structures from PCM (layout, I/O zone) are defined, based on the reinforcement schemes used in practice both regular zones and zones of structure transition. It has been experimentally established that the fibre-optic control system on the basis of VOD remains functional after the action of the process modes of extruding (180 ° C, 0.7 MPa), thermal (1000 h, 100 ° C) and heat-humidity ageing (60 ° C, 85%), is an effective tool for monitoring external static and dynamic mechanical effects, at the same time the introduction of VOD slightly affects the mechanical properties of PCM.

REFERENCES

[1] Shishkin V.V., Terentyev V.S., Kharenko D.S., Dostovalov A.V., Wolf A.A., Simonov V.A., FedotovM.Yu., Shienok A.M., Shelemba I.S., Babin S.A. Fiber-optic sensors based on FBGs with increased sensitivity difference embedded in polymer composite material for separate strain and temperature/ / Measurements Transforming the Future of Infrastructure through Smarter Information: Proceedings of the International Conference on Smart Infrastructure and Construction. ICSIC 2016. – P. 75–79.

[2] Mihailovsky K.V., Bazanov M.A. Measurement of residual technological deformations in carbon plastic by the introduction of fibre Bragg grids//Structures from composite materials. - 2016. - № 2 (142). - P 54-58.

[3] Fedotov M. Yu., Bukharov S.V., Mukhametov R. R. Study of protective coatings of fibre-optic sensors intended for integration into polymer composite materials//Structures from composite materials. - 2017. - № 4 (148). - P 61-67.

[4] Mukhametov R.R., Ahmadiyev K.R., Deev I.S., Mahsidov V.V. Protective coating for fibre-optic sensors///Strengthening technologies and coatings. - 2016. - № 9 (141). - S. 29-34.

[5] Fedotov M.Y., Shienok A.M., Mukhametov R.R., Gulyaev I.N. Study of the interface of polymer matrices with optical light guides in information complexes//Material science issues. - 2017. - № 1. - S. 155-168.

[6] Fedotov M.J., Beilina N.Y., Gareev A.R., Khizniak S.A. Peculiarities of integration of fibre-optic sensors into three-layer composite parts//Tez. докл. Mezhdunar. конф. Young scientists working in the field of carbon materials. - M., Troitsk, 2017. - P.143-144.

[7] Shishkin V.V., Terentyev V.S., Kharenko D.S., Dostovalov A.V., Wolf A.A., Simonov V.A., FedotovM.Yu., Shienok A.M., Shelemba I.S., Babin S.A. Experimental method of temperature and strain discrimination in polymer composite material by embedded fibre-optic sensors based on femtosecond-inscribed FBGs // Journal of Sensors. – 2016. – T. 2016. Article ID 3230968. – 6 p. – URL: http://dx.doi.org/10.1155/2016/3230968.

[8] Fedotov M. Yu., Shiyok A.M., Gulyaev I.N., Vasilyev S.A., Medvedev O.I. Study of impact effects on spectral characteristics of fibre-optic sensors based on fibre Bragg arrays integrated into polymer composite material//Materials science issues. - 2015. - № 4 (84).

[9] KablovE.N., SivakovD.V., GulyaevI.N., SorokinK.V., FedotovM.Y., DianovE.M., Vasil'evS.A., MedvedkovO.I. Application of optical fibre as strain gauges in polymer composite materials // Polymer Science. SeriesD. – 2011. – T. 4, № 3. – P. 246–251.

[10] Kosheleva N.A., Shipunov G.S., Voronkov A.A., Merkusheva N.P., Tikhonov A.A. Experimental studies on the determination of deformations of samples from polymer composite material using fibre-optic sensors//Journal of Perm National Research Polytechnic University. Aerospace Engineering. - 2017. - № 50. - C. 26-35.

[11] Vargel S.V., Fiber Bragg Bars. - SPb: ITMO University, 2015. 65 p.

[12] Sevodina N.V., Yurlova N.A., Oshmarin D.A. The optimal placement of the piezoelectric element in a structure based on the solution of the problem of natural vibrations//Solid State Phenomena. – 2015. – Vol. 243. – P. 67–74.

[13] Wu Q., Yu F., Okabe Y., Saito K., Kobayashi S. Acoustic emission detection and position identification of transverse cracks in carbon fibre–reinforced plastic laminates by using a novel optical fibre ultrasonic sensing system // Structural Health Monitoring. 2014. No. 14. P. 205–213.

[14] Kablov E.N., Startsev V.O., Inozemtsev A.A. Moisture saturation of structural-similar elements from polymer composite materials in open climatic conditions with application of thermal cycles//Aviation materials and technologies. 2017. №2 (47). Page 56-68. DOI: 10.18577/2071-9140-2017-0-2-56-68.

[15] Fedotov M.Y., Shienok A.M., Mukhametov R.R., Gulyaev I.N. Study of the interface of polymer matrices with optical light guides in information complexes//Material science issues. - 2017. - № 1. - S. 155-168.

[16] Shishkin V.V., Terentyev V.S., Kharenko D.S., Dostovalov A.V., Wolf A.A., Simonov V.A., FedotovM.Yu., Shienok A.M., Shelemba I.S., Babin S.A. Experimental method of temperature and strain discrimination in polymer composite material by embedded fibre-optic sensors based on femtosecond-inscribed FBGs // Journal of Sensors. – 2016. – T. 2016. Article ID 3230968. – 6 p. – URL: http://dx.doi.org/10.1155/2016/3230968.

Ералиева Б.Ш., Тунгатарова А.Т., Боранкулова Г.С.

Оптоволоконные датчики для интеллектуальных конструкций и материалов

Резюме. Разработка технологии введения в конструкционные материалы сенсорных элементов на основе оптических волокон с брэгговскими решетками, позволяют осуществлять мониторинг напряженно-деформированного состояния конструкции. Повышение точности определения влияния температуры и структурных деформаций композиционных материалов основано на использовании оптоволоконных датчиков. Датчики позволяют определять нагрузку и температуру в режиме реального времени с высокой точностью. Результаты исследования могут быть применены к критическим высоконагруженным конструкциям.

Ключевые слова: интеллектуальные материалы, композиционные материалы, оптоволоконные датчики, дифракционно-брэгговские решетки, температура, деформации.

Ералиева Б.Ш., Тунгатарова А.Т., Боранкулова Г.С.

Зияткерлік құрылымдар мен материалдарға арналған оптоталшықты датчиктер

Түйіндеме. Брэг торлары бар оптикалық талшықтар негізінде сенсорлық элементтерді конструкциялық материалдарға енгізу технологиясын әзірлеу конструкцияның кернеулі-деформацияланған жай-күйінің мониторингін жүзеге асыруға мүмкіндік береді. Композициялық материалдардың температурасы мен құрылымдық деформациясының әсерін анықтау дәлдігін арттыру оптикалық талшықты датчиктерді пайдалануға негізделген. Датчиктер жоғары дәлдікпен нақты уақыт режимінде жүктемені және температураны анықтауға мүмкіндік береді. Зерттеу нәтижелері жоғары қысымды конструкцияларға қолданылуы мүмкін.

Түйінді сөздер: интеллектуалды материалдар, композициялық материалдар, оптикалық-талшықты датчиктер, дифракциялық-брэггов торлары, температура, деформациялар.

УДК 69.07

A.A. Bryantsev
(International Educational Corporation, Almaty, Kazakhstan
E-mail: Bryancev8989@mail.ru)

THEORETICAL STUDIES TO DETERMINE THE ECONOMIC EFFICIENCY OF CORRUGATED WALLS WITH DIFFERENT OUTLINES OF CORRUGATION AND THEIR PARAMETERS

Annotation. The theoretical study of corrugated webs consisted in a comparative analysis of corrugations of wavy (Sin beam, Austria), trapezoidal (Sweden) and triangular (Kazakhstan) shapes of various thickness of corrugated web metal, ranging from 2 mm to 10 mm, as well as a flat web of similar thicknesses. This kind of research has not been conducted before, however, taking into account the growing popularity of corrugated structures, it is very important to determine the most promising shapes and parameters of corrugations. To perform the most accurate analysis, the maximum number of indicators was taken into account. For example, the maximum width of the corrugation panel, the thickness of the corrugation web, the flexibility of the web panel, the maximum height of the corrugation panel, the maximum length of the beam, the moment of inertia, the reduced moment of inertia, the minimum moment of resistance, the reduced minimum moment of resistance, the radius of inertia, the steel consumption per 1 running meter ... etc. The obtained data and the results of the comparative analysis were summarized in tables, and in this work are visually displayed on graphs (Figures 2–4). To determine the required parameters for choosing the most optimal type of corrugation, a computer technique was adopted. When carrying out the research, were used the Tonus software package based on the Scad computing complex.

Key words: corrugated structures, efficiency, stability, strength, moment of inertia

А.А. Брянцев
(Международная образовательная корпорация, Алматы, Казахстан
E-mail: Bryancev8989@mail.ru)

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГОФРИРОВАННЫХ СТЕНОК С РАЗЛИЧНЫМ ОЧЕРТАНИЕМ ГОФР И ИХ ПАРАМЕТРОВ

Аннотация. Теоретическое исследования гофрированных стенок заключалось в сравнительном анализе гофр волнообразного (Sin балка, Австрия), трапециевидного (Швеция) и треугольного (Казахстан) очертания различной толщины металла гофрированной стенки, начиная от 2мм до 10мм, а также плоской стенки аналогичных толщин. Подобного рода исследования ранее не проводились, однако учитываю рост популярности гофрированных конструкции, очень важно определить наиболее перспективные формы и параметры гофров. Для выполнения наиболее точного анализа принимались во внимание максимальное количество показателей. Например, предельная ширина панели гофра, толщина стенки гофра, гибкость панели стенки, предельная высота панели гофра, предельная длина балки, момент инерции, приведенный момент инерции, минимальный момент сопротивления, приведенный минимальный момент сопротивления, радиус инерции, расход стали на 1 п.м. и т.д. Полученные данные и результаты сравнительного анализа были сведены в таблицы, и в данной работе визуально отображены на графиках (рисунки 2-7). Для определения требуемых показателей по выбору наиболее оптимального вида гофра была принята компьютерная методика. Использовался программный комплекс Тонус на базе вычислительного комплекса Scad.

Ключевые слова: гофрированные конструкции, эффективность, устойчивость, прочность, момент инерции.

Введение

Исследование напряженно-деформированного состояния, изгибающего момента, линейного анализа балок с гофрированными стенками проводилось различными учеными [1–15]. В работе [16] исследовалось влияние отверстий на деформативность гофрированной стенки. А испытание балок с гофрированными стенками приведено в исследовании [17].

Одним из главных показателей экономической эффективности балок с гофрированными стенками является расход стали [18]. Наиболее эффективными в соответствии с данными [19] по виду гофр являются синусоидальные и трапециевидные гофры. Однако более близкими по форме, принципу работы и изготовлению для балок с треугольным очертанием гофр казахстанского изготовления

являются балки с синусоидальным видом гофра. Именно по этим причинам сравнительный анализ всех рассмотренных балок выполнен по данным двух типов гофр: Sin балка и ГС Казахстан. Балка ГС Швеция не принималась во внимания при детальном сравнительном анализе, в виду отсутствия данных о геометрических стенках толщиной более 3 мм.

Актуальность данной работы обусловлена отсутствие, как на территории нашей республики, так и за рубежом, подобного сравнительно анализа наиболее популярных форм гофр и поиск самых эффективных параметров гофров.

Основной целью работы является исследование эффективность работы гофрированных стенок с различного очертанием и параметров гофров, для определения наиболее эффективного из них, с целью повышения устойчивости, несущей способности и сохранения расхода металла.

Методы

Основными критерием оптимальности выбора вида очертания гофра, принимаемого для дальнейшего исследования, будут признаки, по которым будет проведен сравнительный анализ.

Наиболее точным будет считаться анализ учитывающий большее количество показателей. Такими показателями могут быть предельная ширина панели гофра, толщина стенки гофра, гибкость панели стенки, предельная высота панели гофра, предельная длина балки, момент инерции, приведенный момент инерции, минимальный момент сопротивления, приведенный минимальный момент сопротивления, радиус инерции, расход стали на 1 п.м. и т.д.

Сравнительный анализ выполнялся для гофр волнообразного (Sin балка, Австрия), трапециевидного (Швеция) и треугольного (Казахстан) очертания различной толщины металла гофрированной стенки, начиная от 2 мм до 10 мм, а также плоской стенки аналогичных толщин [20].

Для более удобного чтения результатов сравнительного анализа, полученные данные были сведены в таблицы, а также визуально отображены на графиках. В данной работе представлены только графики.

Методика определения требуемых показателей для выбора наиболее оптимального вида гофра была принята компьютерная, использовался программный комплекс Тонус на базе вычислительного комплекса Scad Office [21].

Оценка геометрических характеристик гофр с плоской, волнообразной, трапециевидной и треугольной формой стенки

Вначале была дана оценка геометрическим характеристикам заявленных гофр с различными формами стенки, полученные данные, в зависимости от толщины стенки гофра, сводились в разные таблицы.

Для подробного описания характеристик гофр, был принят следующий вариант обозначения основных данных для сравнения (рисунок 1):

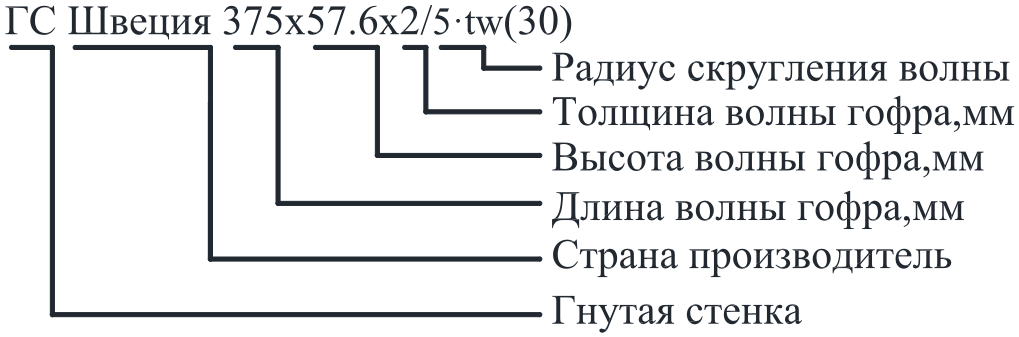


Рис. 1. Основные геометрические характеристики сечения

Результаты

Оценка влияния параметров гофров на их устойчивость

Влияние параметров гофр на их устойчивость представлено в виде найденного фактического момента инерции на 1 кг массы стали гофрированной стенки и эквивалентной толщины плоской стенки.

На рисунке 2 графически представлено значение приведенного момента инерции на 1 кг массы стали гофрированной стенки различной толщины и эквивалентной толщины плоской стенки.

УДК 621.43

A.M.Dostiyarov[1], Zh.F.Ozhikenova[1], A.M.Dostiyarova[2]
([1]Almata University of Energy and Communications, Almaty
[2]Kazakh Academy of Transport and Communications named after M.Tynyshpayeva, Almaty)
E-mail: ozhikenova92@mail.ru

EXPERIMENTAL STUDY OF COMBUSTION PROCESSES IN A TWO-TIER BURNER OF A COMBUSTION CHAMBER OF A GAS TURBINE PLANT

Abstract. The work considers the environmental safety of gas turbine plants operating on gaseous fuel and their characteristics. The purpose of the work is an experimental study of harmful emissions in the GTP combustion chamber.
Key words: micro-flame burning, nitrogen oxide, gas turbine plant, combustion chamber, two-tier burner.

А.М. Достияров[1], Ж.Ф. Ожикенова[1], А.М. Достиярова[2]
([1]Алматинский университет энергетики и связи, Алматы
[2]Казахская академия транспорта и телекоммуникаций им. М.Тынышпаева, Алматы)
E-mail: ozhikenova92@mail.ru

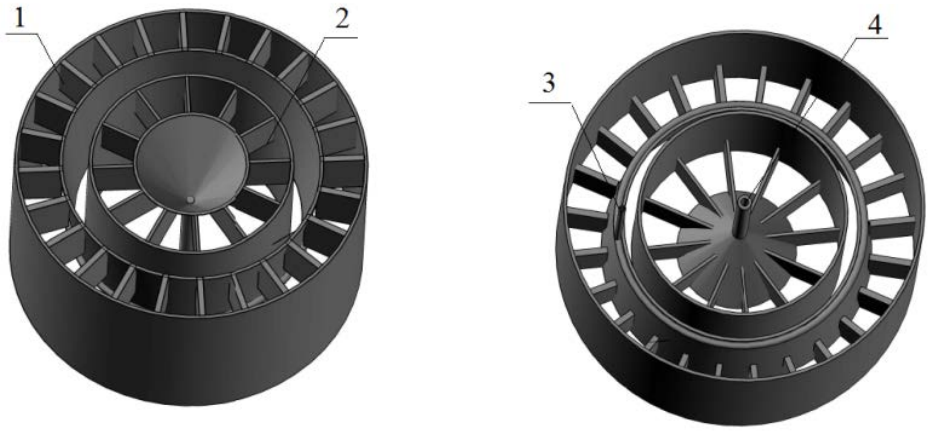
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ГОРЕНИЯ В ДВУХЪЯРУСНОЙ ГОРЕЛКЕ КАМЕРЫ СГОРАНИЯ ГАЗОТУРБИННОЙ УСТАНОВКИ

Аннотация. В работе рассматривается экологическая безопасность газотурбинных установок, работающих на газообразном топливе и их характеристики. Целью работы является экспериментальное исследование вредных выбросов в камере сгорания ГТУ.
Ключевые слова: микрофакельное сжигание, оксид азота, газотурбинные установки, камера сгорания, двухъярусная горелка.

Тенденция высокого развития энергетики приводит к разработке новых эффективных, энергоемких установок. В энергетической стратегий развития Казахстана 2030 предусмотрено строение парогазовых (ПГУ) и газотурбинных установок (ГТУ), работающие на магистральном газе. Также новые строящиеся энергоблоки должны соответствовать ежегодным ужесточающимся требованиям по вредным выбросам [1,2]. Камеры сгорания ГТУ первого поколения представляли собой систему сжигания топлива чисто с диффузионным механизмом. До введения жестких норм по выбросу оксидов азота камеры сгорания конструировали таким образом, что соотношение воздуха к топливу в зоне горения находилась вблизи стехиометрического значения.

Целью работы является - определение характеристик работы двухъярусной горелки камеры сгорания газотурбинной установки и исследование образования NO_x в двухъярусной горелке при разных режимах горения.

Существующие простые центробежные форсунки камеры сгорания ГТУ имеют большую эмиссию выхода оксидов азота. Нами предлагается в камере сгорания ГТУ использовать двухъярусные горелки [3,4]. В данной двухъярусной горелке метод сжигания топлива микрофакельное, т.е. разделение единого факела на отдельные микрофакелы и отельное ярусное горение. Такое возможно было распределенной подачей топлива и воздуха, и радиальным секционированием организации сжигания топливовоздушной смеси. Микрофакельное сжигание топлива предполагает процесс горения в виде множество малых факелов. Горелка предназначена для работы как на одном виде топлива, так и для совместного сжигания жидкого и газообразного топлива одновременно. При этом горелка может работать на различных режимах, на разных режимах работают разные зоны: внутренняя и наружная. В двухъярусной горелке особое внимание уделяется распределению топлива. Управлением зон можно регулировать выход токсичных веществ. На рисунке 1 представлен изометрический вид двухъярусного горелочного устройства.

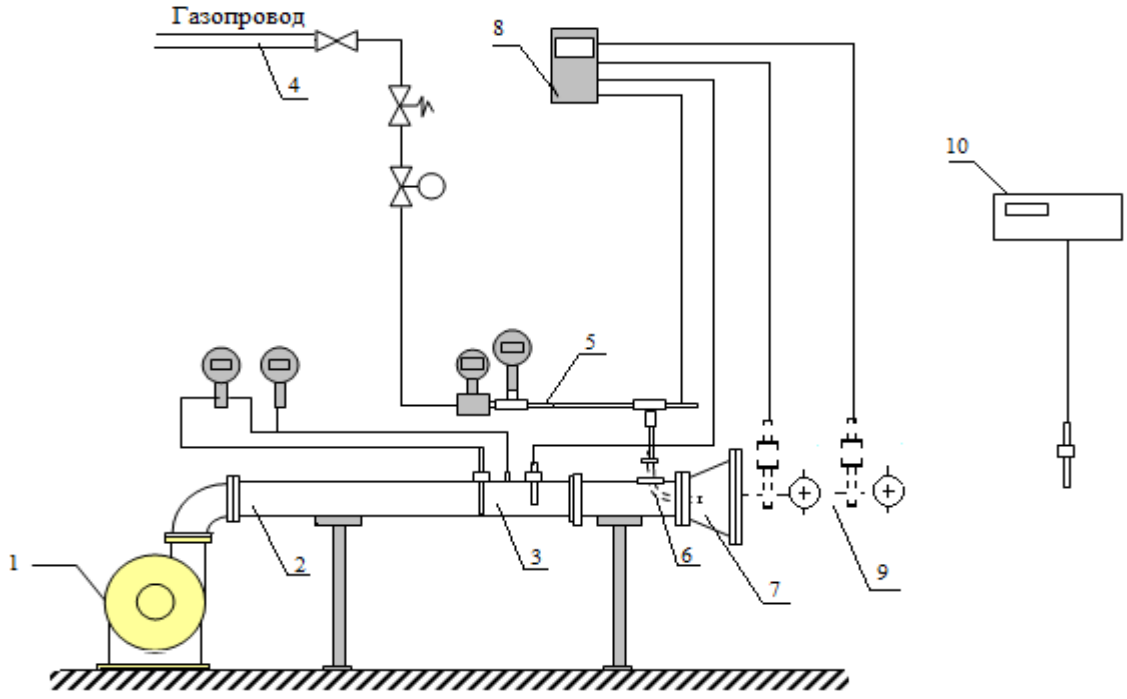


а) вид спереди *б) вид сзади*

1 – наружный ярус; 2 – внутренний ярус; 3 – топливная трубка нар. яруса; 4 – топливная трубка вн. яруса

Рис. 1. Изометрический вид двухъярусной горелки

В исследуемую горелку сжатый воздух поступает от вентилятора или компрессора, проходя через стабилизирующие трубки поток воздуха приобретает почти равномерную скорость во всем сечений и подается через мерную зону в диффузор фронтового устройства с горелкой. К горелке топливо поступает через подающий трубопровод от газопровода. В горелочном устройстве топливо с воздухом предварительно смешивается и поступает в зону горения. Основная масса воздуха в двухъярусной горелке поступает через фронтовое устройство в зону горения. Схема установки для испытания приведена на рисунке 2.



1 – вентилятор; 2 – стабилизирующая труба; 3 – мерный участок на входе воздуха; 4 – газопровод; 5 – мерный участок на подводе топлива; 6 – топливоподающая трубка; 7 – диффузор фронтового устройства с горелкой; 8 – многоканальный измеритель; 9 – мерный участок за диффузором; 10 – газоанализатор

Рис. 2. Экспериментальный стенд

Для определения характеристик горелочного устройства камеры сгорания ГТУ измеряется расход воздуха, расход топлива, температура и давление на входе и выходе их горелки, также концентрация вредных выбросов. Измерения проходили на разных режимах и в разных условиях:

1) топливо подается во внутренний ярус; 2) топливо подается в наружный ярус; 3) при работе двух ярусов одновременно. Кроме устойчивого горения исследовалась срыв пламени при разных скоростях потока воздуха. Также в качестве газообразного топлива использовался сжиженный пропан.

Общий коэффициент избытка воздуха определяется по формуле:

$$\alpha = 3600 \cdot \frac{G_в}{G_т \cdot L_0}, \quad (1)$$

здесь $G_в$ – расход воздуха в кг/с; $G_т$ – расход топлива в кг/ч. L_0 стехиометрический коэффициент, кг/кг [5].

Ниже в таблицах и рисунках приведены результаты эксперимента при устойчивом горений и срыве на разных скоростях воздуха при разных режимах. В таблицах 1,2 и на рисунках 3,4 результаты при работе внутреннего яруса.

Таблица-1**. Результаты уст. горения**

ω, м/с	Vд, м3/ч	Gт, кг/ч	Gв, кг/с	α
2	1,44	2,6683	0,032	1,877097
3	1,56	2,8907	0,048	2,599057
4	1,8	3,3354	0,064	3,003355
5	2,04	3,7801	0,08	3,312524
6	2,4	4,4472	0,095	3,343579

Таблица-2. **Результаты при срыве пламени**

ω, м/с	Vд, м3/ч	Gт, кг/ч	Gв, кг/с	α
2	0,66	1,223	0,032	4,09548
3	0,9	1,6677	0,048	4,50503
4	1,2	2,446	0,064	4,09543
5	1,5	2,7795	0,08	4,50503
6	1,62	3,0019	0,095	4,95345

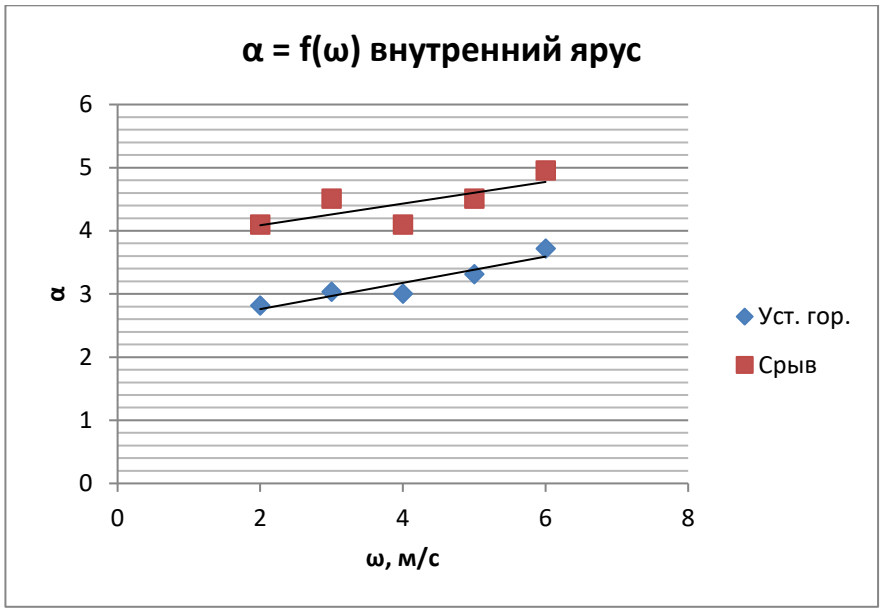
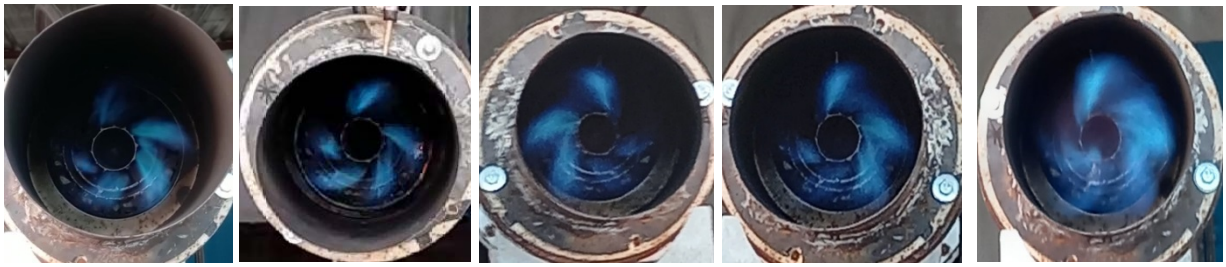


Рис.-3. Зависимость коэффициента избытка воздуха от скорости потока воздуха при работе внутреннего яруса



2 м/с 3 м/с 4 м/с 5 м/с 6 м/с

Рис. 4. Снимок процесса горения внутреннего яруса при разных режимах

В проведенных экспериментальных исследованиях коэффициент избытка воздуха внутреннего яруса горения изменялся в диапазоне $\alpha = 1{,}87 \div 4{,}95$; в среднем расход топлива при срыве меньше расхода топлива устойчивого горения на 63%.

В таблицах 3,4 и на рисунках 5,6 приведены результаты исследования горения при работе наружного яруса.

Таблица – 3. **Результаты уст. горения**

ω, м/с	Vд, м3/ч	Gт, кг/ч	Gв, кг/с	α
2	0,96	1,7789	0,032	2,81565
3	1,08	2,0012	0,048	3,75419
4	1,2	2,2236	0,064	4,50503
5	1,32	2,446	0,08	5,11936
6	1,44	2,6683	0,095	5,57263

Таблица – 4. **Результаты при срыве пламени**

ω, м/с	Vд, м3/ч	Gт, кг/ч	Gв, кг/с	α
2	0,3	0,5559	0,032	9,01007
3	0,36	0,6671	0,048	11,2626
4	0,42	0,7783	0,064	12,8715
5	0,6	1,1118	0,08	11,2626
6	0,6	1,1118	0,095	13,3743

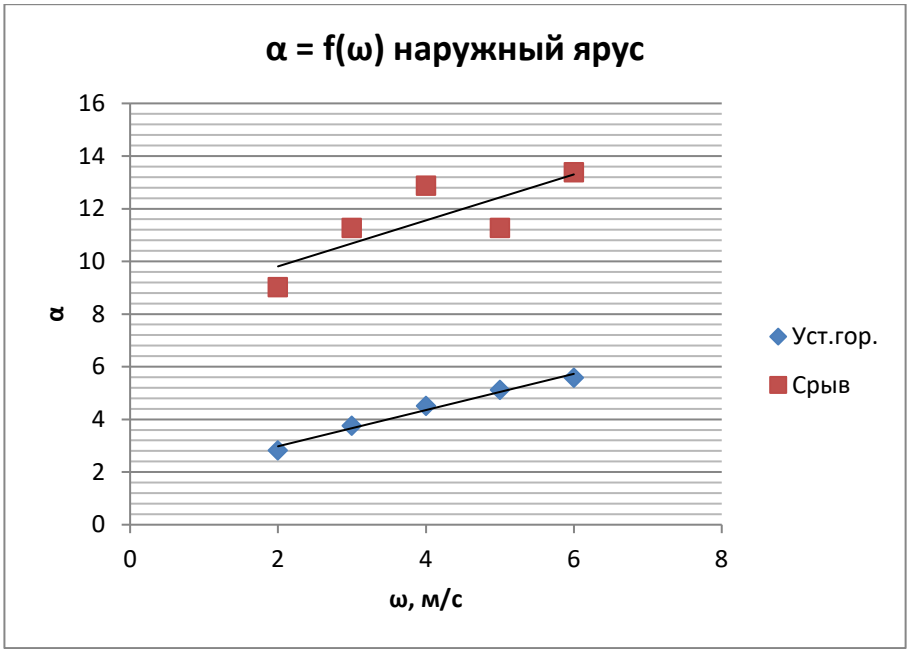


Рис. 5. Зависимость коэффициента избытка воздуха от скорости потока воздуха при работе наружного яруса



2 м/с 3 м/с 4 м/с 5 м/с 6 м/с

Рис. 6. Снимок процесса горения наружного яруса при разных режимах

В проведенных экспериментальных исследованиях коэффициент избытка воздуха наружного яруса горения изменялся в диапазоне $\alpha = 2{,}81 \div 13{,}37$; в среднем расход топлива при срыве меньше расхода топлива устойчивого горения.

В таблицах 5,6 и на рисунках 7,8 приведены результаты исследования горения при работе одновременно двух ярусов.

Таблица – 5. **Результаты уст. горения**

ω, м/с	Vд, м3/ч	Gт, кг/ч	Gв, кг/с	α
2	1,44	2,6683	0,032	1,877097
3	1,56	2,8907	0,048	2,599057
4	1,8	3,3354	0,064	3,003355
5	2,04	3,7801	0,08	3,312524
6	2,4	4,4472	0,095	3,343579

Таблица – 6. **Результаты при срыве пламени**

ω, м/с	Vд, м3/ч	Gт, кг/ч	Gв, кг/с	α
2	0,42	0,77826	0,032	6,435761
3	0,6	1,1118	0,048	6,757549
4	0,66	1,22298	0,064	8,190969
5	0,72	1,33416	0,08	9,385485
6	0,78	1,44534	0,095	10,28794

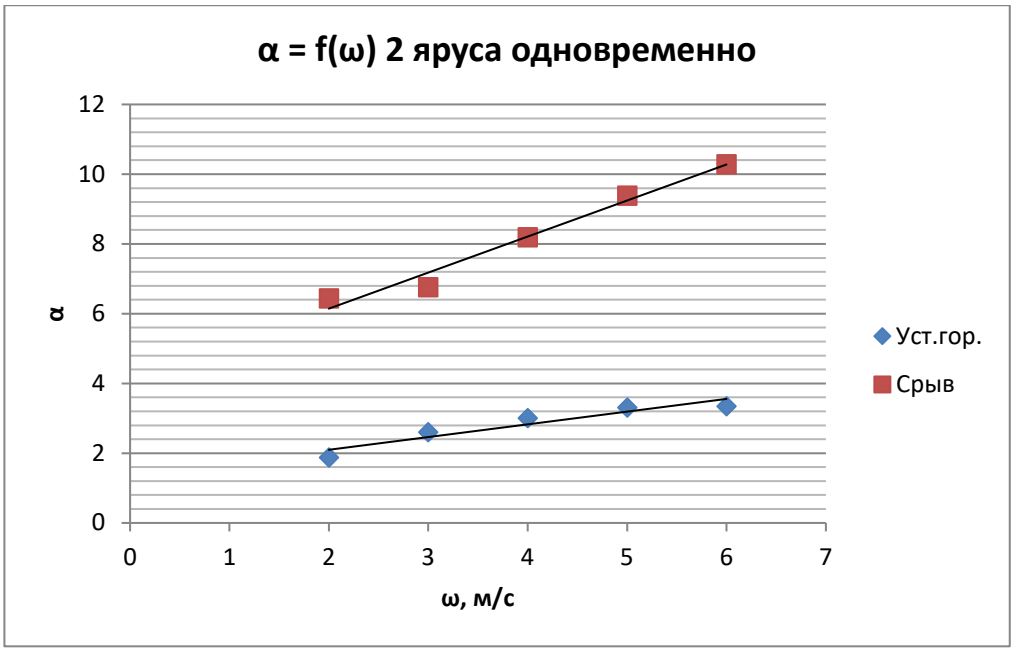


Рис. 7. Зависимость коэффициента избытка воздуха от скорости потока воздуха при работе двух ярусов



2 м/с 3 м/с 4 м/с

Рис. 8. Снимок процесса горения при разных режимах

В проведенных экспериментальных исследованиях коэффициент избытка воздуха α изменялся в диапазоне $1{,}87 \div 13{,}37$. В данном диапазоне коэффициента избытка воздуха полнота сгорания достигает $\eta \geq 0{,}98$. По результатам экспериментов выбросы оксидов азота в камере сгорания также уменьшаются и зависят от распределения значений α в ярусах, а также степени крутки потока в верхней и нижней ярусах. В работе [3] показаны результаты исследования двухъярусной горелки при сжигании жидкого топлива. Зависимость выхода NO_x при сжигании бедной топливовоздушной смеси от α представлена на рисунке 9.

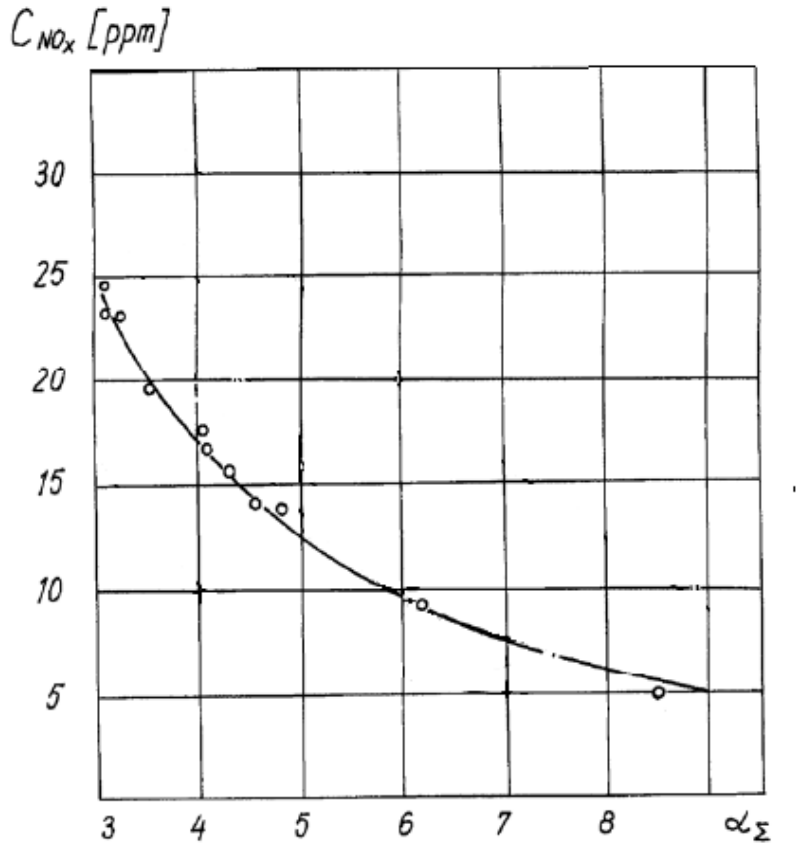


Рис. 9. Зависимость концентраций оксидов азота от коэффициента избытка воздуха

Рекомендуется для увеличения энергетических и уменьшения экологических показателей в проектируемых и модернизируемых камерах сгорания газотурбинной установки применять многоярусные горелки и микрофакельный метод сжигания.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Newbold G., Nathan J.R., Nobes G.J., Turns S.R. Measmements and predictions of NO_x emissions from unconfined propane flames turbulent-jet, bluff-body, swirl, and precessing jet burners//Proceedings of 28th international symposiwn on combustion. - 2000. – Vol. 1. - P. 481-487.

[2] Пчелкин Ю.М. Камеры сгорания газотурбинных двигателей. – М.: Машиностроение, 1984. – 280 с.

[3] Заявка на патент РК №2020/0137.1, от 26.02.2020. Двухъярусная горелка // Достияров А.М., Ожикенова Ж.Ф., Катранова Г.С.

[4] Ожикенова Ж.Ф. Двухъярусная горелка для камеры сгорания газотурбинной установки // VIII Международная научно-практическая конференция: GLOBAL SCIENCE AND INNOVATIONS 2020: CENTRAL ASIA. - Астана, Казахстан, 2020. – С. 108-110.

[5] Достияров А.М., Кибарин А.А., Тютебаева Г.М., Катранова Г.С., Ожикенова Ж.Ф., Садыкова С.Б. Камеры сгорания и микрофакельные устройства. – Алматы: АУЭС им. Г.Даукеева, 2020. – 195 с.

Достияров А.М., Ожикенова Ж.Ф., Достиярова А.М.

Газ турбиналы қондырғысының екі деңгейлі оттықты жану камерасының жану процесстерін эксперименталды зерттеу

Түйіндеме. Жұмыста газ тәрізді отынмен жұмыс істейтін газ турбиналық қондырғылардың экологиялық қауіпсіздігі және жану камерасның сипаттамалары қарастырылады. Жұмыстың мақсаты ГТҚ жану камерасындағы зиянды шығарындыларды эксперименттік зерттеу болып табылады.

Кілттік сөздер: микрофакельді отын жағу, азот оксиді, газ турбиналы қондырғы, жану камерасы, екі деңгейлі оттық.

ӨОЖ 004.051

Zhekeeva S. S., Dolmatova L.V., Ushakova E.V.
(North Kazakhstan University named after Manash Kozybayev, Petropavlovsk, Kazakhstan. e-mail: szhekeeva@mail.ru)

BUILDING A FUZZY MODEL FOR EVALUATING THE EFFECTIVENESS OF A MOBILE OPERATOR'S QUALITY OF SERVICE

Abstract. In this article, a fuzzy model for evaluating the effectiveness of the quality of service of a mobile operator is developed, based on the basic concepts of the methodology for measuring technical parameters of the quality of communication services. The stages of fuzzification when building a fuzzy model and the stages of building a rule base are reviewed.

Keywords: mobile operator, mobile operator service quality, fuzzy model.

С.С. Жекеева, Л.В. Долматова, Е.В. Ушакова
(М. Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Қазақстан Республикасы, Петропавл, e-mail: szhekeeva@mail.ru)

ҰЯЛЫ БАЙЛАНЫС ОПЕРАТОРЫНЫҢ ҚЫЗМЕТ КӨРСЕТУ САПАСЫНЫҢ ТИІМДІЛІГІН БАҒАЛАУДЫҢ АЙҚЫН ЕМЕС МОДЕЛІН ҚҰРУ

Түйіндеме. Мақалада байланыс қызметтері сапасының техникалық параметрлерін өлшеу әдістемесінің негізгі ұғымдарына сүйене отырып, ұялы байланыс операторының қызмет көрсету сапасының тиімділігін бағалаудың айқын емес моделі құрастырылған. Айқын емес модельді кезеңдерге бөліп, ережелер қорын құру кезеңі қарастырылған.

Түйін сөздер: ұялы байланыс операторы, байланыс қызметінің сапасы, айқын емес модель.

1. Кіріспе

Қазіргі таңда ұялы байланыс сапасы қоғам үшін үлкен маңызға ие. Жаңа телекоммуникациялық технологиялар байланыс нарығына сапасын үздіксіз бақылау қажет ететін көптеген қызметтерді ұсынуға мүмкіндік береді.

Телекоммуникациялық нарықты дамытудың негізгі бағыттарының бірі байланыс сапасын арттыру болып табылатындықтан ұялы байланыс операторы қызметінің сапасы өзекті мәселе болып табылады. Ұялы байланыс операторларының қызметі бәсекелестік нарықтық ортада жүзеге асырылады, ал байланыс операторлары қызмет көрсету сапасын арттыру арқасында ғана емес, сонымен қатар ең озық тарату және коммуникациялық техникалық құралдарды енгізу арқылы ұялы байланыс сапасын арттыруға мүмкіндік береді.

Іс жүзінде барлық халықаралық ұйымдар желі жұмысының көрсеткіштерін өлшеу, қызмет көрсету сапасын қамтамасыз ету және ұялы байланыс желілерінде қызметтерді қабылдау сапасын арттыру мәселелеріне назар аударады [1].

2. Әдістер

Байланыс қызметтері сапасының техникалық параметрлерін өлшеу әдістемесінің негізгі ұғымдары мыналар болып табылады: байланыстың қолжетімділігі, байланыстың үздіксіздігі, бақылаулық кіру, бақылау шақыруы, дауыстық үлгі, деректерді өңдеу жүйесі, жабу және оның сапасы, сәтсіз шақырулар және олардың үлесі, сөйлеу сапасы және оның үлесі, сөйлеудің анықтығы және ұялы байланыс қызметінің сапасы [2].

Өлшеу объектісі ретінде дауыстық қызметтер сапасының, желінің қамту аймағы, интернетке қолжетімділік жылдамдығының техникалық параметрлерін қарастыруға болады.

Мақалада көрсеткіштер DMTel компаниясының есебінен таңдалып алынған. Бұл компания заманауи технологиялар мен режимдерді енгізуді ескере отырып, желілер мен қызметтер сапасының сипаттамаларын бағалауға және салыстыруға маманданған. Өлшеу жаңа жабдықтың көмегімен жүргізіледі. Желі сапасын бағалау Қазақстан Республикасының барлық операторларында да жүргізіледі, бұл тек Kcell операторын бағалауға ғана емес, сонымен қатар оны байланыс нарығындағы тікелей бәсекелестермен салыстыруға мүмкіндік береді. Деректерді беру және желінің қамту аймағы негізінде дауыстық байланыс қызметтерінің, байланыс қызметтерінің статистикасы құрылды.

Бірінші параметр Telephony Service Non-Accessibility болып табылады. Бұл параметр тестілік дауыстық қосылудың жалпы санына қарағандағы қосылуды орнатудың сәтсіз әрекеттерінің санын анықтайды [3, 4]. Бұл параметр маңызды болып саналады, себебі дауыстық байланысты қосылудың сәтсіз әрекеттері пайдаланушыларға ыңғайсыздық туғызады, бұл әртүрлі жағымсыз зардаптарға әкеліп соғады және соның салдарынан қызмет көрсетуші операторды ауыстыруға дейін шағымдар пайда болады.

Екінші параметр – Telephony Speech Quality on Sample, MOS<2,7 (қанағаттанарлық емес сападағы дауыс қосылымының үлесі). MOS (Mean Opinion Score) – бұл бес балдық шкала бойынша телефон арқылы қоңырау шалу кезінде дауыс сапасын бағалау стандарты, онда баға 2,7-ден кем емес, онда дауыстың бұрмалануы және сөйлеуді түсінудің күрделенуі орын алады [5]. Бұл параметр дауыстық байланыс орнату сияқты маңызды және олар өзара байланысқан, олардың біреуінің жұмысы нашарласа дауыстық байланыста проблемалар пайда болады. Қосылғаннан кейін дауыс сапасымен проблема туындайды, бұл ыңғайсыздық тудырады.

Үшінші параметр – FTP Mean User Data Rate DL UL, Mbps (пайдаланушы деректерді таратудың орташа жылдамдығы Мбит/сек.) Параметрде DL – download және UL – upload екі көрсеткіші, яғни қабылдау және жүктеу жылдамдығы қолданылады. FTP хаттамасы «клиент-сервер» архитектурасында қосылған [6]. Клиент пен сервер арасында командалар мен деректерді беруді пайдаланады. HTTP қарағанда, FTP бірқатар артықшылықтарға ие: көп арналы, кем дегенде екі, бұл бір арнадан командаларды жіберуге, ал екіншісіне файлдарды жіберуге мүмкіндік береді, осы хаттамада жасалған сервер соңғы жағдайды есте сақтайды, кірістірілген аутентификация бар.

Төртінші параметр – FTP&HTTP Session Success Ratio (FTP және HTTP хаттамалары бойынша сәтті сессиялардың үлесі). Бұл параметр web-сайттарды сәтті жүктеу үлесін бағалау үшін таңдалған. Бұл параметр ұлғайған сайын сайттарды жүктеу бойынша проблемалар азаяды, бұл интернет-ресурстарды пайдаланудың «қолайлылық» көрсеткішінің ұлғаюына әкеледі [6].

Бесінші параметр – бұл нормадан тыс желінің қамту аймағы. LTE, WCDMA және GSM желісінің қамту аймақтары қарастырылады. GSM (Global System for Mobile Communications) – екінші буын ұялы байланыс технологиясы. Сандық ұялы байланыс ең қолжетімді және кең таралған байланыс болып табылады [7]. Байланыс қызметтерінің сапасын бағалау анықтамалары 1-ші кестеде келтірілген.

Кесте 1. **Байланыс қызметтері сапасының көрсеткіштері**

Параметр нөмірі	Ұялы байланыс қызметтері көрсеткішінің атауы	Жоғары деңгей	Қалыпты деңгей
1	дауыстық қосылуды орнатудың сәтсіз әрекеттерінің үлесі	3%	5%
2	дауыстық қосылудың сөйлеу сапасының қанағаттанарлықсыздық үлесі	5%	10%
3	деректерді таратудың орташа жылдамдығы	-	-
4	FTP және HTTP сәтті сессияларының үлесі	97%	95%
5	нормаға сәйкес келмейтін желінің қамту аймағы	5%	3%

«Деректерді таратудың орташа жылдамдығы» көрсеткіші үшін нормаланған мән жоқ болғандықтан, қажетті норманың сапа шектерінің градациясын мәлімделген мән ретінде 75 Мбит/сек деп анықтаймыз және бұл жылдамдықты мәндердің мұғдарында орташа деп анықтаймыз.

3. Нәтижелері

Айнымалыларды талдау барысында ұялы операторға қызмет көрсету сапасының тиімділігін бағалау үшін бес негізгі айнымалы әсер етеді деп есептеуге болады. Барлық параметрлер үшін 0-ден 100-ге дейінгі аралық таңдап алынған, 3 параметрді 0-ден 150-ге дейінгі аралықпен санаймыз, мұнда 150-бұл барлық Қазақстандық операторлардың заманауи стандартының ең жоғары жылдамдығы.

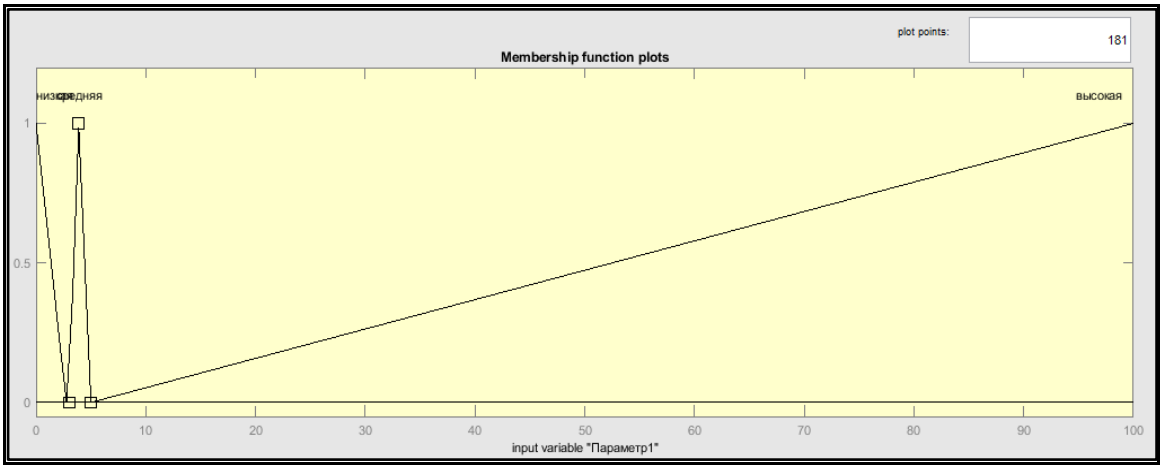
Барлық айнымалыларды лингвистикалық бағалау үшін үшбұрыш функциялары бар (trimf) 3 терминді («төмен», «орта» және «жоғары») пайдаланамыз. Деректерді жүйелеу үшін оларды 2-ші кестеге енгіземіз.

Кесте 2. **1-ші параметр үшін енгізетін айнымалының 1-ші лингвистикалық айнымалы көрсеткішіне тәуелділік деңгейі**

Тиістілік аралығын есептеу	Параметр деңгейінің жіктелуі
0≤P1≤3	«төмен»
3≤P1≤5	«орташа»
5≤P1≤100	«жоғары»

Енгізілетін айнымалыны кезеңге бөлуді жүргіземіз: дауыстық қосылуды орнатудың сәтсіз әрекеттерінің үлесі 1-суретте көрсетілген.

0-ден 100%-ке дейінгі аралық таңдалған, мұнда 0% – ең жоғары және 100% – ең төмен мән. Байланыс сапасы көрсеткіштерінің стандарттары туралы ережені негізге ала отырып, дауыстық қосылудың сәттіз әрекеттер үлесінің дауыстық қосылудың жалпы санына қарағанда 5%-тен асатыны қанағаттанарлықсыз болып саналады. Осылайша, 1-ші параметр үшін 0-ден 100% ке дейінгі аралықты енгіземіз. «Төмен» терма үшін 0-ден 3%-ке дейін тиістілік интервалын орнатамыз, бұл сапаның жоғары деңгейін куәландырады, «орташа» терма үшін тиістілік интервалын 3-тен 5%-ке дейін анықтаймыз, бұл сапаның қалыпты деңгейін көрсетеді және «жоғары» терма үшін тиістілік интервалын 5-тен 100%-ке дейін анықтаймыз, бұл сапаның төмен деңгейін куәландырады.



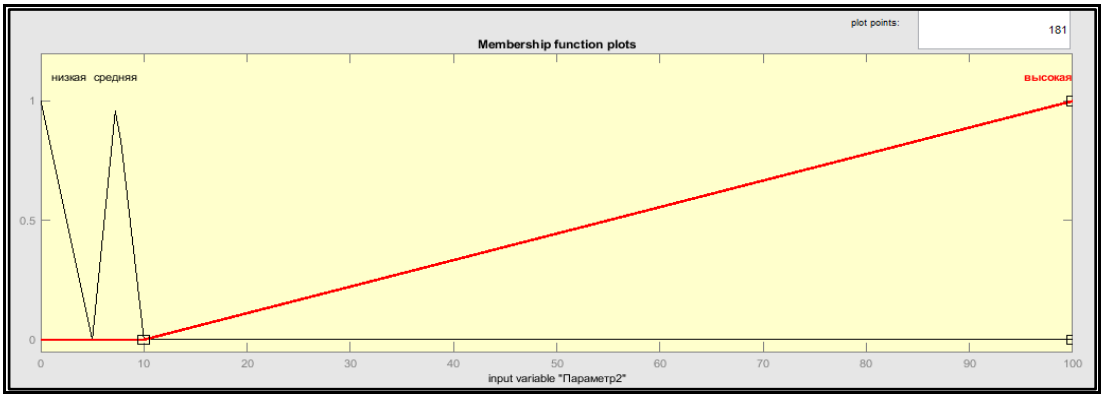
Сурет 1. Дауыстық қосылуды орнатудың сәтсіз әрекеттерінің үлесі

2-ші параметр үшін енгізетін айнымалының «дауыстық қосылудың сөйлеу сапасының қанағаттанарлықсыздық үлесі» лингвистикалық айнымалысы көрсеткішіне тәуелділік деңгейі 3-ші кестеде көрсетілген.

Кесте 3. **2-ші параметр үшін енгізетін айнымалының 2-ші лингвистикалық айнымалы көрсеткішіне тәуелділік деңгейі**

Тиістілік аралығын есептеу	Параметр деңгейінің жіктелуі
0≤P2≤5	«төмен»
5≤P2≤10	«орташа»
10≤P2≤100	«жоғары»

Енгізілетін айнымалыны кезеңге бөлуді жүргіземіз: сөйлеу сапасының қанағаттанарлықсыз дауыстық қосылуының үлесі 2-суретте көрсетілген.



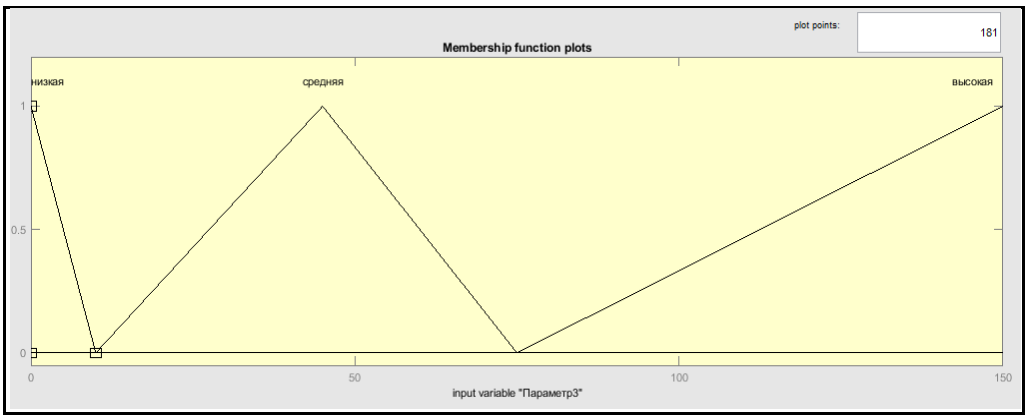
Сурет 2. Дауыстық қосылудың сөйлеу сапасының қанағаттанарлықсыздық үлесі

3-ші параметр үшін 0-ден 150 Мбит/сек дейін аралық таңдалып алынған. Мұндай аралық ұялы байланыс сапасын бағалау көрсеткіштерін талдау негізіндегі заманауи стандарттардың ең жоғары жылдамдығы 150 Мбит/сек аспайтын болғандықтан таңдалған. Алғашқы екі параметрден айырмашылығы, мұнда көрсеткіш неғұрлым жоғары болса, бағалау соғұрлым жоғары болады. 4 кестеде 3-ші параметр деңгейінің 3 лингвистикалық айнымалы параметрдің орташа көрсеткішінен тәуелділігі көрсетілген.

Кесте 4. **3-ші параметрде енгізілетін айнымалының 3-ші лингвистикалық айнымалысы көрсеткішіне тәуелділік деңгейі**

Тиістілік аралығын есептеу	Параметр деңгейінің жіктелуі
0≤Р3≤10	«төмен» (әдетте мұндай жылдамдықта интернет-қосылым үшін 3G стандартының жұмысы)
10≤Р3≤75	«орташа», (ең жылдам желі жылдамдығы және 4G стандартының жұмысы)
75≤Р3≤150	«жоғары»

Енгізілетін айнымалыны кезеңге бөлуді жүргіземіз. Бұл жерде үшбұрышты функциялардың көмегімен 4 кестегі үш термдер үшін аралықты анықтаймыз (Сурет 3).



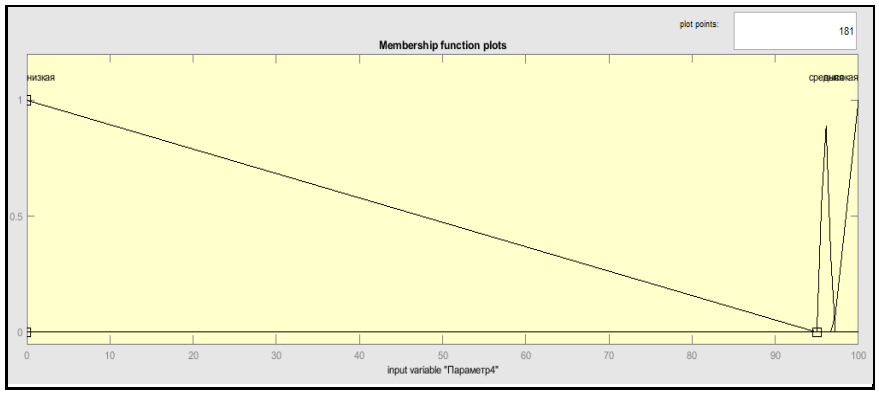
Сурет 3. Деректерді таратудың орташа жылдамдығы

4 параметрі үшін 0-ден 100% аралығы таңдалған. Бұл веб-беттерді сәтті жүктеудің пайыздық көрсеткіші. Таңдалған көрсеткіш бойынша интернет ресурстарды сәтті жүктеудің мәні неғұрлым жоғары болса, соғұрлым сапаны бағалау жоғары болады.

Кесте 5. 4-ші параметрде енгізілетін айнымалының 4-ші лингвистикалық айнымалысы көрсеткішіне тәуелділік деңгейі

Тиістілік аралығын есептеу	Параметр деңгейінің жіктелуі
0≤P4≤95	«төмен»
95≤P4≤97	«орташа»
97≤P4≤100	«жоғары»

Енгізілетін айнымалыны кезеңге бөлуді жүргіземіз: FTP және HTTP табысты сессияларының үлесі 4 суретке сәйкес көрсетілген.



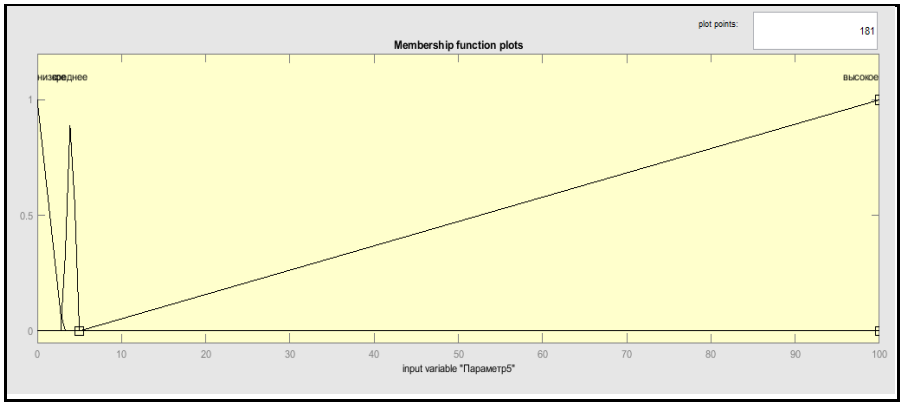
Сурет 4. FTP және HTTP сәтті сессияларының үлесі

Интернет желісі ресурстарынан беттерді жүктеу негізінде қызмет сапасының көрсеткіштерін бағалау үшін http://www.zakon.kz web-бетінен жүктеу тестілерінің қайталанатын сессиялары орындалды. 5-ші параметр үшін терм-жиындар аралықтары 5-ші кестеде көрсетілген.

Кесте 6. 5-ші параметрде енгізілетін айнымалының 5-ші лингвистикалық айнымалысы көрсеткішіне тәуелділік деңгейі

Тиістілік аралығын есептеу	Параметр деңгейінің жіктелуі
0≤P5≤3	«төмен»
3≤P5≤5	«орташа»
5≤P5≤100	«жоғары»

Енгізілетін айнымалыны кезеңге бөлуді жүргіземіз: нормаға сәйкес келмейтін желінің қамту аймағы 5 суретке сәйкес көрсетілген.



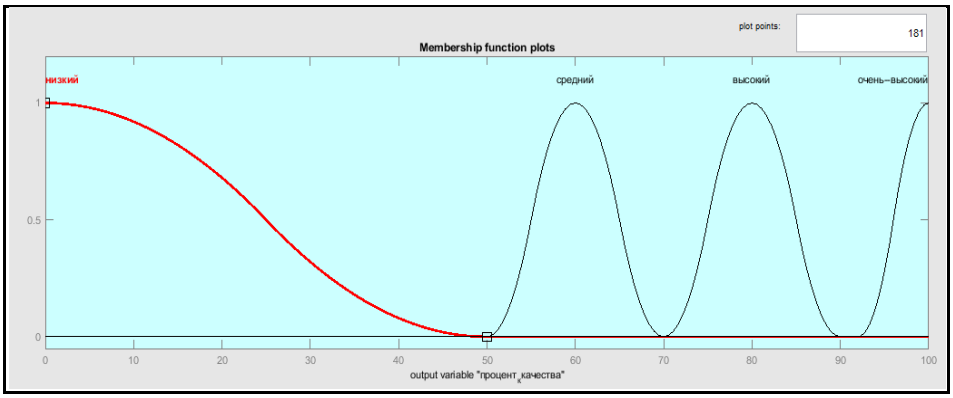
Сурет 5. Нормаға сәйкес келмейтін желінің қамту аймағы

«Сапа пайызы» нәтижелік айнымалысы ретінде {«төмен», «орташа», «жоғары», «өте жоғары»} жиымы, 0-ден 100-ге дейінгі бағалау жүйесін қолданамыз. Лингвистикалық айнымалы «Сапа пайызы» (7 кесте).

Кесте 7. Нәтижелік айнымалы параметрінің 4-ші лингвистикалық айнымалысы көрсеткішіне тәуелділік деңгейі

Тиістілік аралығын есептеу	Параметр деңгейінің жіктелуі
0≤СП≤50	«төмен»
50≤СП≤70	«орташа»
70≤ПК≤90	«жоғары»
90≤СП≤100	«өте жоғары»

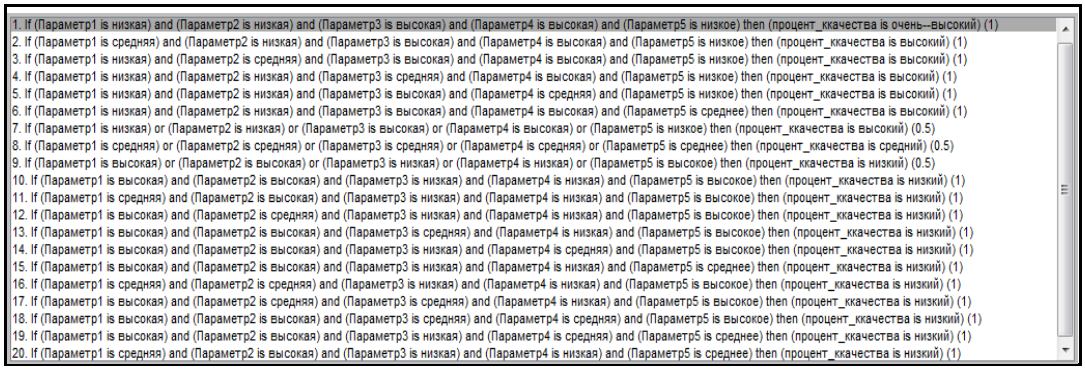
Тиісті функция ретінде 6-шы суретке сәйкес (zmf, pimf, smf) функциялары таңдалып алынған.



Сурет 6. «Сапа пайызы» лингвистикалық айнымалы термдеріне тәуелділік функциясының графигі

Pimf функциясы [a, b, c, d] координаталары бар қиысық сызықты трапеция түрінде тиістілік функциясын береді. zmf және smf функцияларының көбейтіндісінен тұрады. pimf(x,[a,b,c,d])=smf(x,[a,b]). *zmf(x, [c,d]) өрнек түрінде шығарылады. Кезеңдерге бөлгеннен кейін енгізетін айнымалылар ережелер қоры арқылы өтіп, қортынды мәнді бағалау үшін түседі.

Айқын емес модельді құрғанда фазаларға бөлу кезеңінен кейін ережелер қорын құру кезеңі басталады. Ережелер қоры – бұл енгізілетін деректерді бағалау жүргізілетін ережелер жиынтығы. Ол үшін ұялы байланыс жұмысының тиімділігін бағалаудың айқын емес жүйесінің 20 ережесін құру қажет. Ережелерді 7 суретке сәйкес жүйені айқын емес шығару ережелер редакторына енгізу керек, бұл жүйені графиктік режимде сипаттауды қамтамасыз етеді. Ұсыну тілінің негізі – лингвистикалық айнымалының мағыналарына қатысты априорлы қарапайым айқын емес пікірлер: «лингвистикалық айнымалының аты is лингвистикалық айнымалының мәні».



Сурет 7. «Ұялы оператордың жұмыс сапасының тиімділігін бағалау» жүйесін айқын емес шығару ережелерінің редакторы

Осылайша, Fuzzy Logic Tool Box пакетінің құралдарымен сипатталған білім қоры мазмұндалған нөмірленген айқын емес өнімдердің сызықтық тізбегі болып табылады. Енгізілген ережелердің мәтіндері ереже редакторының терезесінің жоғарғы бөлігіндегі өріске орналастырылады.

4. Талқылау

Құрастырылған модельде бағалау үшін деректерді алу уақытына қатысты байланыс сапасын бағалау объективті болып табылады. Модельдің артықшылықтары оның әмбебаптығы, көлемінің аздығы, пайдалану қарапайымдылығы және нәтиже алу жылдамдығында. Жұмысты орындау нәтижесінде ұялы байланыс сапасының негізгі көрсеткіштері зерттелді және анықталды. Ұялы байланыс сапасын бағалаудың айқын емес моделі құрастырылды.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] «О компании» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.kcell.kz/ru (24.04.2019);

[2] ҚР Заңы 22 қараша 2017 жыл №410 Байланыс қызметтері сапасының көрсеткіштерін бекіту туралы [Электрондық ресурс]. – Кіру режимі: http://adilet.zan.kz/rus/docs/V1700016064. (ҚР Әділет министрлігінде тіркелген 7 желтоқсан 2017 жыл №16064).;

[3] Борисов В.В., Круглов В.В., Федулов А.С. Нечеткие модели и сети, М.: Горячая линия – Телеком, 2017. – С. 283.

[4] Степутин А.Н., Николаев А.Д. Мобильная связь на пути к 6G. В 2 томах. Том1. – 2-е изд. – Москва-Вологда: Инфра-Инженерия, 2018. – С. 384.

[5] В.И. Адрианов, Сотовые, пейджинговые и спутниковые средства связи. СПб.: BHV – Санкт-Петербург; Арлит, 2011. – С. 240.

[6] Ю.А. Громаков, Стандарты и системы подвижной радиосвязи. М.: Эко-Трендз, 2018. – С. 240.

[7] Ф.Ю. Урядников, С.С. Аджемов. Сверхширокополосная связь. Теория и применение. М.:СОЛОН-Пресс, 2015. – С. 368.

[8] Л.А. Демидова, В.В. Кираковский, А.Н. Пылькин. Алгоритмы и системы нечеткого вывода при решении задач диагностики в среде Matlab, Москва: Мир**,** 2014**.** – С. 368.

Жекеева С.С., Долматова Л.В., Ушакова Е.В.

Построение нечеткой модели оценки эффективности качества обслуживания сотового оператора

Резюме. В статье разработана нечеткая модель оценки эффективности качества обслуживания сотового оператора, опираясь на основные понятия методики измерения технических параметров качества услуг связи. Расмотрены этапы фаззификации при построении нечеткой модели и этапы построения базы правил.

Ключевые слова: оператор сотовой связи, качества обслуживания сотового оператора, нечеткая модель.

УДК 004.588

D.R. Rakhimova, A.Z. Zhunussova
(Kazakh national University named after al-Farabi, Almaty, Kazakhstan,
e-mail: alia_94-22@mail.ru)

DEVELOPMENT OF STATISTICAL MACHINE TRANSLATION MODELS AND METHODS FOR IMPROVING POST-EDITING OF TURKIC LANGUAGES

Annotation: The article discusses - *Statistical Machine Translation* (SMT). SMP works well with languages such as English, which morphology is much simpler compared to languages such as Turkic, with agglutinative morphology and therefore a larger vocabulary. We are studying a group of methods that can complement the SMT models to improve the quality of translation from a language with a complex morphology into Turkic-speaking English. And also the article discusses a method for improving post-editing of the Turkic-speaking.

Keywords: post-editing, machine learning, statistical machine translation, IBM Model, N-gram model.

Д.Р. Рахимова, А.Ж. Жунусова
(Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан,
e-mail: alia_94-22@mail.ru)

ТҮРКІ ТІЛДЕРІН ПОСТРЕДАКЦИЯЛАУДЫ ЖАҚСАРТУ ҮШІН СТАТИСТИКАЛЫҚ МАШИНАЛЫҚ АУДАРМА МОДЕЛІ МЕН ӘДІСТЕРІН ӘЗІРЛЕУ

Түйіндеме: Мақалада *Статистикалық Машиналық Аударма* (СМА) талқыланады. СМА морфологиясы түркі тілдерімен салыстырғанда әлдеқайда қарапайым, агглютинативті морфологиясы бар, сондықтан үлкен сөздік қоры бар ағылшын сияқты тілдермен жақсы жұмыс істейді. Біз түркітілдес ағылшын тіліне күрделі морфологиясы бар тілден аударма сапасын жақсарту үшін СМА модельдерін толықтыра алатын әдістер тобын зерттеп жатырмыз. Сондай-ақ, мақалада түркітілдес тілді постредакторлеудан кейінгі жетілдіру әдісі талқыланады.

Түйінді сөздер: редакциялаудан кейінгі, машиналық оқыту, статистикалық машиналық аударма, IBM моделі, N-граммдық модель.

Кіріспе. Қазіргі дамыған технология заманында барлық тілде ақпараттар жиынытолы. Осы ақпараттар көзі көбі әлемдік тіл ағылшын тілінде көп екені мәлім. Осы ақпараттарды игеру, түсіну ағылшын тілінде сөйлемейтін түркі тілдес халыққа қиын соғатыны мәлім. Бұл ақпараттарды аудару аудармашылардың барлық уақытын аударуға жұмсаса да үлгермейтіні анық. Ғылыми ортада машиналық аударма 20 ғасырдың басынан бастап зерттеле бастады. Алғашқы аударма жүйелері қарапайым болды, сондықтан аудармада әр түрлі грамматикалық және семантикалық қателер жиі кездесетін.

Бірақ қазіргі машиналық оқыту, нейрондық жүйесінің дамуы арқылы барлық тілдерді, бір тілден екінші тілге аудару уақыттан ұтты және аудару сапасын жыл сайын жақсаруда.

Бірақ, машиналық аударма аударылған мәтінде әлі де морфологиялық, синтаксистік қателер көптеп кездесуде. Сол үшін аударуды жақсартатын ғалымдар әр түрлі әдістер қарастыруда және сөздікті байытып, жаңартып тұрады. Осы машина аудармасынан кейін, сапаны жақсарту үшін қосымша постредактрлеу процесі жүреді. Соңғы алатын нәтижие оңды болуы үшін, постредактрлеуге әр түрлі әдістер қарастырылады.

Осы мақалада, түркі тілдес тілдердің сапасын жақсартуға арналған әдістер қарастырылған.

Әрбір тілге аударманы жақсарту үшін, сол тілдік құрылысына сай әдістер қарастырылады. Біздің зерттеп отырған тіл- түрік тілдес тілдер класы болып табылады [1].

Түркі тілдес тілдердің құрылымы. Түркі тілдерінің өз-ара жақындығын көрсету үшін келесі (халық саны бойынша) маңызды бірнеше тілден мысал сөздер келтіріліп тұр.

1-кесте. **Түркі тілдес тілдердің сөздері**

Көне Түркіше	Түрікше	Түрікменше	Татарша	Қазақша	Қырғызша	Өзбекше	Ұйғырша	Тываша
Ana	ana/anne	ene	ana	ана /ana/	Ene	Ona	Ana	Ава
Burun	Burun	burun	borın	мұрын /murın/	murun	Burun	burun	Думчук
Qol	Kol	qol	qul	қол /qol/	Qol	qo‘l	kol	Хол
Yol	Yol	ýol	yul	жол /jol/	Jol	yo‘l	yol	орук (чол)
Semiz	Semiz	semiz	simez	семіз /semiz/	semiz	Semiz	semiz	Семис

Енді келесі 2-кестеде осы түркі тілдес сөздерді ағылшын тіліне аудармасына баға берсек. Ол үшін онлайн екі машина аудармасын пайдаланып,түркі тілдес тілдер қатарына жататын 5 тілді қарастырайық [2].

2-кесте. **Түркі тілдес тіл-ағылшын тілі Яндекс, Google МА-ларында аудармасы**

Бастапқы мәтін Түркі тілдес тілдер	Яндекс МА	Google МА	Кемшіліктері
Таныш булыгыз, бу минем гаилэм (татар тілі)	Meet my family	Meet me, this is my family	Google translator тыныс белгіге назар аудартып тұр. Сөйлем соңында леп белгісі тұрса “танысыңыз” деп дұрыс аударса,ал басқалай “кездесейік” деп қате аударып тұр
Сизни тәбрикләшкә ижазәт бериң (ұйғыр тілі)	Аударма жоқ	Let me congratulate you	Яндексте ұйғыр тілінің аудармасы енгізілмеген. Татар тілі деп түсініп тұрады.
Мені жерге қаратпа (қазақша)	don't put me on the ground	don't put me on the ground	Тұрақты тіркесті тура аударды
Бу тугрида гап хам булиши мумкин емас (өзбекше)	It's all in tugrida and can not be found	This is out of the question	Яндекс аудармасы “tugrida” деген сөзді аудара алмады және сөйлем мағынасын толық жоғалтты
Birsey icmek istiyorum (түрікше)	I want to drink birsey	I want to drink something	Яндекс аудармасы “бірдене” дегенді “birsey” деген мағынасы жоқ сөзбен алмастырып тұр

Кестеде алынған соңғы нәтижие бойынша, көріп тұрғанымыздай: Яндекс МАсы түркі тілдес көп сөздер мен сөйлемдерді дұрыс аудара алмайды. Google МАсы мысалда қарастырылған сөйлемдерді жақсы аударып тұр, тек тұрақты тіркестерді тура мағынасымен көрсетіп тұр.

Түркі тілдес тілдермен МА-ның жұмыс істеу принципі. Бастапқыда машиналық аударма жүйесін жасау үшін статистикалық тәсіл таңдалды. Бұл түркі тілдес тілдердің (қазақ, түрік, өзбек,татар, ұйғыр) тілінің морфологиялық анализаторын құрудың модельдердің татар морфологиясының күрделілігіне тәуелділігін төмендетуге және статистикалық модельдерді оқытуға қажетті параллель түркі тілдес тілдер - ағылшын сөйлемдерін жинауға арналған басым міндеттерін анықтады. МТ технологиясын қолдана отырып статистикалық түркі тілдес тілдер - ағылшын аудармашысын құру жөніндегі жұмыстың нәтижесі 2015 жылы басталған Yandex-тен аудармашының жалпыға қол жетімді нұсқасы болды. Осы тілдік жұпқа арналған Yandex.Translator-дің алғашқы нұсқасы, басқалармен қатар, институтта жасалған морфо-анализатор мен параллель корпустың көмегімен оқытылды.

Алайда, машиналық аударма жүйесі сапасының едәуір өсуі соңғы жылдары нейрондық желі тәсілдерін қолданудың арқасында орын алды. 2016 жылдан бастап нейрондық желілерге негізделген машиналық аудару жүйелері статистикаға негізделген аударма жүйелерінің көрсеткіштерінен асып түсті. Содан бері көптеген компаниялар ең танымал тілдік жұптар үшін аудармашылардың нейрондық нұсқаларын жасады. Түркі тілдес тілдер - ағылшын ресурстарының төмен ресурстары үшін жұптың сапалы жұмысын көрсете алатын машиналық аударма жүйесін құру үшін машиналық оқытудың соңғы жетістіктері қолданылды. Ағымдағы жүйеге оқу деректерін толықтыруға, мәтінді алдын-ала өңдеу алгоритмдерін назар аудару алгоритмімен бірге орындауға мүмкіндік беретін құралдар кіреді.

Түркі тілдес тілдер - ағылшын аудармасы жүйесін құру мәселесін шешу үшін жеткілікті үлкен параллель корпус құру қажет. Мұндағы шектеу - оның негізінде құрылуға болатын дереккөздердің аз көлемі. Екі тілді ақпараттың негізгі қайнар көздерінің бірі - министрліктер мен басқа мемлекеттік ведомстволардың веб-сайттары. Деректердің тағы бір көзі - әдеби туындылар - қол жетімді аудармасы бар баспа кітаптары. Жиналған мәліметтер келесі критерийлер бойынша сүзгіден өтті: түпнұсқа да, аударылған сөйлемдер де 1-ден 80-ге дейін сөзден тұруы керек; қайталанған сөйлемдер алынып тасталды; барлық жиналған мәтіндер ABBYY Aligner 2.0 құралының көмегімен тураланған.

Аударманың татар-орыс бағытын оқыту үшін параллель корпусты дайындаудың негізгі кезеңдері:

- Интернет-ресурстар мен әдеби шығармалар негізінде негізгі корпусты қалыптастыру;
- Нәтижелерді сүзу, автоматты туралау және қолмен түзету (328 мың жұп сөйлем);
- Түркі тілдес тілдер - ағылшын аудармашысына арналған аралық жүйелерді құру;
- Жаңалық мәтіндерін ағылшын тіліне қолмен және жартылай автоматты түрде аудару (189 мың жұп сөйлем);
- Түркі тілдес тілдер - ағылшын аудармашысының соңғы нұсқасын құру;
- Артқа аударылған алгоритмнің арқасында оқыту корпусының кеңеюі: түркі тілдес тілдер - ағылшын аудармашысының көмегімен қосымша 409 мың параллель сөйлемдер автоматты түрде дайындалды;
- Түркі тілдес тілдер - ағылшын аудармашысының соңғы нұсқасының құрылысы.

Түркі тілдес тілдер - бай морфологиясы бар агглютинативті тіл, сөздік қоры мен оқу деректерінің шектеулілігіне байланысты сөздік емес сөздердің көп мөлшерін шешуді қажет етеді. Бұл мәселені шешу үшін біз байт-жұп кодтау алгоритміне негізделген базалық бірліктерді қолдандық. Сөздерді құрамдас бөліктерге бөлу моделі біріктірілген орыс-татар корпусына қолданылды.

Түркі тілдес тілдер - ағылшын тілі жұбы үшін машиналық аударма жүйесін құру нәтижелері көрсеткендей, қазіргі заманғы жүйке алгоритмдері мен тәсілдері аударма міндеттерін жеткілікті жоғары деңгейде шеше алады. Параллель түркі тілдес тілдер - ағылшын мәтіндерінің дайындалған оқу корпусы, сондай-ақ мәліметтер көлемін кеңейту әдістері осы салада әрі қарай зерттеу жүргізуге мүмкіндік береді. Алынған аударма жүйесі бұл тілдегі жұптағы жалғыз аударма жүйесінен BLEU тұрғысынан жоғары.

Ағылшын-түркі тілдес тілінің жұбына статистикалық инженерлік технологиясын талдау. СМА негізгі идеясы шулы канал тұжырымдамасына негізделген және f (немесе француз) тілінен белгілі бір сөйлемге арналған e (әдетте ағылшын) тіліндегі ең ықтимал сөйлемдерді табудан тұрады. Аударма тіліндегі барлық ықтимал сөйлемдердің ішінде біз келесі теңдеуде көрсетілгендей, ең үлкен ықтималдықты іздейміз:

$$e = \underset{e}{\operatorname{argmax}} P(e\backslash f) = \ddot{e} = \underset{e}{\operatorname{argmax}} P(e)(e\backslash f) \qquad (1)$$

Мұндағы аударма тіліндегі сөйлемнің дұрыстығын анықтайтын және аударманың кез-келген гипотезасы үшін сөйлемнің ықтималдығын бағалау үшін аударма моделін білдіретін аударма тілінің моделі. Бұл ықтималдықтың үлестірілуі Бэйс теоремасына негізделген және тіл мен аударманың модельдерін дербес құруға мүмкіндік береді [3,4].

Аударма моделі бастапқы тіл мен сөйлеу тіліндегі сөйлемдер арасындағы сәйкестіктің дәлдігін анықтайды. Кері аударма ықтималдығына үлкен мән бере отырып, дешифратор аударманың мағынасы жағынан бастапқы сөйлемге сәйкес келетіндігін есептеуге тырысады. Сонымен бірге, тілдік модель элементі жасалған аударманың грамматикалық тұрғыдан дұрыс болуын және жиі сол күйінде қолданылуын қамтамасыз етеді. Ең жақсы аударманы табу процесі декодтау, кейде дешифрлеу деп аталады және оны декодер (декриптор) бағдарламалық жасақтамасы орындайды [5,6].

Әрі қарай, тілдік модель берілген гипотезаның аударма тілінде қаншалықты дұрыс жазылғандығын анықтайды, яғни сөйлемнің байланысын, сәйкестігін және синтаксисін тексереді. Ерте тәсілдерде SMP осы екі компоненттің негізінде оларды сөз деңгейінде ыдыратумен құрылды. Бірақ кейінгі нұсқаларда сөз тіркесін іздеу Оч және Ней ұсынған логарифмдік сызықтық модельге негізделді [7,8], мұнда екіден көп модельдерді қолдануға және оларды тәуелсіз бағалауға мүмкіндік береді.

Бұл бізге аударма процесінің қосымша нұсқаларын қарастыруға мүмкіндік береді. Ең көп кездесетін белгілері: сөйлемнің ұзындық моделі, лексикалық модель және қайта құру моделі. Сөйлем ұзындығының моделі, сонымен қатар сөз жазасы деп аталады, бұл жүйенің жоғары сапалы көрсеткіштер үшін қысқа аудармаларды қалайтындығын көрсетеді [9]. Аударма гипотезасына тәуелділігімізді күшейту үшін лексикалық модельдер де қайнар көз және мақсатты модель деп аталады. Сөздерді ретке келтіру моделі сөздердің сөйлемдегі бастапқы орындарынан әр түрлі сөз реті бар тілдерге аударылған кезде соңғы орындарға қалай ауысуы керектігін көрсетеді.

Сөйлемдерді сөз деңгейінде туралау. Аударма моделін құрудағы алғашқы қадам - параллель мәтіндердің корпусын сөз деңгейінде туралау. Бұл процесс үшін көптеген жүйелер Браун және басқалар ұсынған IBM тәсілін қолданады. [10]. Идея сөзді туралауды жасырын айнымалы ретінде белгілеу. Ол келесідей анықталады:

$$p(e\backslash f) = \sum_a p(e, a\backslash f) \qquad (2)$$

МА-ны постредактрлеу. Машиналық аударманы постредактрлеу дегеніміз - бұл адам түзетулерінің мысалында МТ-дағы қателерді түзету және түзетуді үйрету. Жүйе бұрын параллель корпустардағы" оқытылған "және" жұмыс " мәтіндеріне қолданылған. Жүйені алдын-ала оқытудың арқасында аударманың дәлдігін арттыруға, терминологияны ыңғайлы етуге және постредактрден кейінгі шығындарды азайтуға болады. Мақалада көрсетілген постредактрлеуді жақсартатын келесі әдістің бірі-максималды энтропия.

Машиналық аударма жүйесінің сапасын бағалау. Шын мәнінде, BLEU (екі тіл тұрғысынан аударма талдау) осы саладағы стандартты метрика болып табылады [11]. Негізінен, BLEU машиналық аударма нәтижесі адамның аударма мәтініне қаншалықты жақын екенін бағалайды. Жылдам бағалау нәтижелері МР сұранысты, сонымен қатар тез және адекватты шешім қажет болған кезде бағалау науқанының көптігін тудырды.

Жеке сөздер бойынша BLEU ұпайымен байланысты бірнеше кемшіліктер бар, бұл басқа автоматты баллдық индикаторларға қатысты проблема [12,13].

$$\mathrm{BLEU} = \mathrm{BP} * \exp(\sum_{n=1}^{4} \frac{1}{n} \log p_n) \qquad (3)$$

мұндағы BP-ұзындықтың мәні:

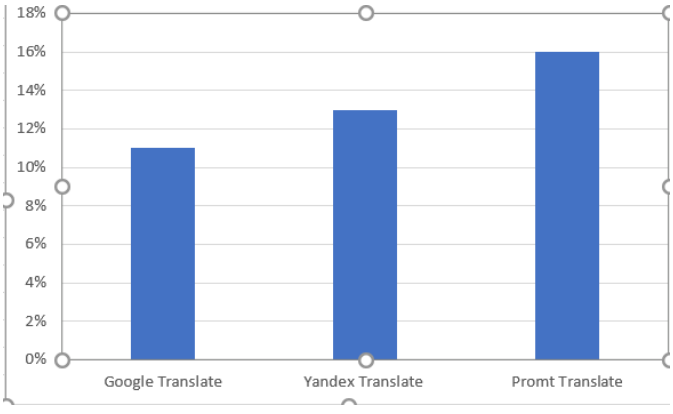
$$\mathrm{BP} = \min(1, e^{1-r/c}) \qquad (4)$$

c – дененің есептелген ұзындығы, r - эталондық дененің ұзындығы - анықталған дененің жалпы дененің n-грамын бөлу ретінде есептелетін n-грамм дәлдігі [14,15]:

$$p_n = \frac{\sum_{i=1}^{1} \sum_{ngram \epsilon s_i} count(ngram)}{\sum_{i=1}^{1} \sum_{ngram \epsilon s_i} count_{sys}(ngram)} \qquad (5)$$

3-кесте . **Қазақ-ағылшын аудармасының сараптамалық оқулары мен дамыған жүйеде қате сөздер арасындағы пайыздық қатынас**

Google Translate	Yandex Translate	Promt Translate
11%	13%	16%



1-сурет. МА-да қазақ тілін постредактрлеуден кейінгі қателіктер

Проценттік қатынастарға қарап, аударманың жақсарғанын көре аламыз.

Қорытынды. Мақалада Статистикалық Машиналық Аударма (СМА) талқыланады. СМА морфологиясы түркі тілдерімен салыстырғанда әлдеқайда қарапайым, агглютинативті морфологиясы бар, сондықтан үлкен сөздік қоры бар ағылшын сияқты тілдермен жақсы жұмыс істейді. Біз түркітілдес ағылшын тіліне күрделі морфологиясы бар тілден аударма сапасын жақсарту үшін СМА модельдерін толықтыра алатын әдістер тобын зерттеп жатырмыз. Сондай-ақ, мақалада түркітілдес тілді

постредакторлеудан кейінгі жетілдіру әдісі қарастырылды.Яғни максималды энтропия әдісін зерттей келе, оның эксперименттік шешім мен постредактрлеуден кейінгі қорытындының пайыздық қателіктерін есептеп көрсетілді. Бұл пайыздық шешімнен дұрыс аударылмай қалған сөздердің аз екенін көруге болады.Яғни ұсынылған әдіс аударманың сапасын жақсартқанын көре аламыз.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Moore R.C. A discriminative framework for bilingual word alignment // Proceedings of the conference on Human Language Technology and Empirical Methods in Natural Language Processing, HLT.- Vancouver. – 2005.- p.81-88.

[2] Bekbulatov, E. and Kartbayev A. A study of certain morphological structures of Kazakh and their impact on the machine translation quality // Proceedings of the IEEE 8th International

[3] Conference on Application of Information and Communication Technologies.-2014.- Astana.- p.495-501.

[4] Nirenburg S. Knowledge-Based Machine Translation // Machine Translation, Springer.- 1989 .-vol.4, №1.- p.5–24.

[5] Nagao M. A framework of a mechanical translation between Japanese and English by analogy principle // Proceedings of the international NATO symposium on Artificial and human intelligence.-1984.-p. 173-180.

[6] Ziemski M., Junczys-Dowmunt M. and Pouliquen B. The United Nations Parallel Corpus // Proceedings of Language Resources and Evaluation, LREC.-Slovenia.- 2016.- p.3530-3534.

[7] Koehn P. Europarl: A Parallel Corpus for Statistical Machine Translation // Proceedings of the 10th Machine Translation Summit. - Phuket. - 2005. - p. 79-86.

[8] Boitet C. Bernard Vauquois' contribution to the theory and practice of building MT systems // Proceedings of the 6th International Conference on Natural Language Processing and Knowledge Engineering. – Beijing. - 2010. – p.331-334.

[9] Oswald V.A. and Fletcher S.L. Proposals for the mechanical resolution of German syntax Patterns // Modern Language Forum.- Berlin.- 1951.- p.21-24.

[10] Knight, K.: Decoding complexity in word-replacement translation models. Computational Linguistics.-1999.- 25(4),- pp.607–615.

[11] Och F.J., Minimum error rate training in statistical machine translation Proceedings of the 41st Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics - Sapporo, 2003. - pp. 160-167.

[12] Macherey W., Och F., Thayer I., and Uszkoreit J. Lattice-based minimum error rate training for statistical machine translation // In Proceedings of the Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing.- 2008.- pp. 725-734.

[13] Callison-Burch, C., Osborne, M. and Koehn, P. Re-evaluating the Role of BLEU in Machine Translation Research // In proceedings of 11th Conference of the European Chapter of the Association for Computational Linguistics,- Trento, 2006,-p.249-256.

[14] Coughlin, D. Correlating Automated and Human Assessments of Machine Translation Quality // in MT Summit IX,-2003, New Orleans.- pp. 23–27

[15] Alon Lavie and Abhaya Agarwal. Meteor: an automatic metric for MT evaluation with high levels of correlation with human judgments // In Proceedings of the Second Workshop on Statistical Machine Translation,- Prague, 2007.- pp. 228-231.

Рахимова Д.Р., Жунусова А.Ж.

Разработка модели и методов статистического машинного перевода для улучшения постредактирования тюркских языков

Резюме: В статье рассматривается - *Статистический Машинный Перевод* (СМП). СМП хорошо работает с такими языками, как английский, морфология которого намного проще по сравнению с такими языками, как тюркоязычными языками , с агглютинативной морфологией и, следовательно, с более крупным словарем. Мы изучаем группы методов, которые могут дополнить модели СМП для повышения качества перевода с языка со сложной морфологией в тюркскоязычные языки-английский. А также статье рассматривается метод для улучшения постредактирования тюркоязычных языков.

Ключевые слова: постредактирование, машинное обучение, статистический машинный перевод, IBM Модель, моделью N-граммы

УДК 004

[1]A.A.Mukhanova, [1]I.A.Idrissova, [2]A.A. Ismailova, [1]M.Makhanov
([1]Eurasian National Universitynamedafter L.N. Gumilev,
[2]S.Seifullin Kazakh Agricultural Technical University,
Nur-Sultan, Kazakhstan
E-mail: iidrissova45@gmail.com)

INFORMATION SECURITY INCIDENT RESPONSE MODEL

Abstract. The fast pace of development and dissemination of information technology, the full automation of all work on the collection and generation of statistical information, the introduction of large databases with limited distribution data require the creation of an integrated information security system. The study aims to create a model for responding to information security incidents. The main objective of this model is to reduce the response time to information security incidents and restore the normal functioning of the information and communication infrastructure as quickly as possible, with minimal negative impact on the information and communication infrastructure, maintaining the best levels of accessibility.

Keywords: incident, information security, vulnerabilities, threats.

[1]А.А. Муханова, [1]И.А. Идрисова, [2]А.А. Исмаилова, [1]М.Маханов
([2]Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина,
[1]Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева,
Нур-Султан, Республика Казахстан
E-mail: iidrissova45@gmail.com)

МОДЕЛЬ РЕАГИРОВАНИЯ НА ИНЦИДЕНТЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Аннотация: Быстрые темпы развития и распространения информационных технологий, полная автоматизация всех работ по сбору и формированию статистической информации, внедрение крупных баз с данными ограниченного распространения требуют создания целостной системы безопасности информации. Исследование направлена на создание модели реагирования на инцидентыинформационной безопасности (далее – ИБ). Основная задача данной модели – снижение времени реагирования на инциденты ИБ и восстановление нормального функционирования информационно-коммуникационной инфраструктуры (далее – ИКИ) настолько быстро, насколько это возможно, с минимальным негативным воздействием на ИКИ, поддерживая наилучшие уровни доступности.

Ключевые слова: инцидент, информационная безопасность, уязвимости, угрозы.

Безопасное развитие любого общества, государства, человека напрямую связано с их информационной безопасностью, так как информационная среда является системообразующим фактором этого развития[1].

Уровень киберпреступности продолжает расти на территории Казахстана также, как во всем мире. Это подчеркивает важность и серьезность убытков, связанных с компьютерными инцидентами.

Киберпреступники используют самые различные виды атак, позволяющие им проникнуть в корпоративную сеть, перехватить управление ею или подавить информационный обмен в сетях.Среднее по миру время обнаружения проникновений в ИКИ, по оценкамархитектора решений информационной безопасности компании HPE Евгением Афониным, составляет сегодня 243 дня. При этом каждую секунду компания средних размеров регистрирует примерно 8-12 тыс. ИБ-событий. Для адекватного реагирования на характеризующиеся такими показателями изменения ландшафта киберугроз нужно автоматизировать и централизовать сбор, корреляцию, анализИБ-событий и уменьшить время обнаружения и реагирования на инциденты[2].

При разработке процесса реагирования можно опираться на рекомендации по обработке инцидентов от Института NIST, согласно которым он включает 4 этапа[3]:

1. Подготовка. На этом этапе для каждого типа инцидента прорабатывается сценарий реагирования, детально прописывается последовательность действий.

2. Выявление и анализ инцидентов. Этот этап подразумевает мониторинг обращений об инцидентах из различных источников и их анализ.

3. Локализация, ликвидация и восстановление. На этом этапе проводятся действия, направленные на предотвращения дальнейшего распространения инцидента, устранение последствий от него.

4. Действия после инцидента. На этом этапе проводится расследование инцидента, которое помогает оценить пробелы в текущей стратегии безопасности и найти способы, как их исправить.

Модель реагирования на инциденты – это инструмент для обеспечения целостного и комплексного подхода в вопросе мониторинга и реагирования на инциденты.

Построение процесса реагирования на инциденты реализуется с помощью оптимального сочетания людей, процессов и информационных технологий. Модель реагирования на инцидентыразработана с учетом требований и принципов, изложенных в стандартахСТ РК ISO/IEC 27001-2015«Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Системы менеджмента информационной безопасностью. Требования» и СТ РК ISO/IEC 27002-2015«Информационная технология.Методы и средства обеспечения безопасности.Свод правил по средствам управления защитой информации».

В процессреагированиязаложена «адаптивная логика», это означает, что существуют определенные конструкторы, с помощью которых, учитывая конкретные процессы в организации можно задать ряд правил, с помощью чего собирается информация об инцидентах по заданным критериям, настраиваются доступы к ней, а также автоматически назначаются ответственные лица по расследованию данного инцидента.

Группа реагирования на инциденты ИБ организуется на базе ИКИ организации и формируется автоматическая отчетность на всех стадиях реагирования и расследования инцидентов ИБ[4]:

– Формирование и вывод различного вида;
– Интеграция и получение данных из внешних источников;
– Сбор показателей эффективности системы защиты (метрик).

Одним из основных характеристик процесса реагирования на инциденты является – роли.Роли процесса состоят из следующих атрибутов:

1. Владелец процесса управление инцидентами

Владелец процесса имеет право:

– выставлять требования к входам своего процесса и ихпоказателям;

–проводить предупреждающие и корректирующие мероприятия для управленияпроцессом,атакжепланируемыемероприятиядляегоулучшения;

–запрашивать ресурсы для обеспечения процесса, проведения корректирующих/предупреждающих мероприятий, а также для мероприятий по улучшениюпроцесса;

– разрабатывать и вносить изменения в управляющую документацию процесса.

2. Администратор процесса

Обязанности Администратора процесса:

– структурирование и описание ролей в функциональной команде и среди участниковпроцесса.

– описание, внедрение и поддержка процедур операционногоуровня.

– обеспечение выполнения процедур процессаперсоналом.

– передача Владельцу процесса информации об эффективности на функциональном уровне, существенной для вышестоящегопроцесса.

3. Пользователь:

– предоставляет информацию о произошедшем событии иливопросе.

– информирует администратора о любых изменениях, связанных с произошедшим событием или вопросом (в том числе и в случаях восстановленияработоспособности).

– выполняет окончательное тестирование работоспособности актива, требуемое для закрытия Инцидента.

4. Специалист 1-й линииподдержки (специалист ИБ)

– принимает обращения отпользователей.
– регистрирует и классифицирует Обращенияпользователей.
– производит первичную диагностику для локализации точкисбоя.
– производит функциональные или иерархические эскалации, когда это необходимо.

5. Специалист 2-й линииподдержки

– данную роль выполняют администраторыИС.

– отвечает за функционирование центральной части информационнойсистемы (ИС), решение связанных с ней инцидентов в рамках еёподдержки и выполнение необходимых технологическихопераций.

6. Специалист 3-й линииподдержки

– данную роль выполняют Проектировщики/Разработчики.

Таблица 1. **Процедура реагирования на инциденты [5]**

Начальная диагностика инцидента	
Выполняет, если	Обращение классифицировано как инцидент ИБ;
Вход(ы)	Инцидент [В обработке];
Описание	Специалист 1-й линии поддержки определяет способы решения инцидента, если данный вопрос находится в списке вопросов, решаемых им, и способ решения ему известен. Для решения вопросов Специалист 1-й линии поддержки должен использовать инструменты удалённого управления. При невозможности решить вопрос дистанционно Специалист 1-й линии поддержки, передаёт его соответствующему Специалисту. Если Обращение не может быть решено на первой линии, заявка назначается в соответствующую группу поддержки на вторую линию, т.е. производится функциональная эскалация.
Исполнитель	Специалист 1-й линии поддержки;
Выход(ы)	Инцидент [Эскалирован]; Инцидент [Диагностирован];
Завершено, если	Необходима эскалация инцидента ИБ, переход к действию Диагностика инцидента ИБ 2-й линией поддержки; ИЛИ Решение инцидента ИБ 1-й линией поддержки;
Диагностика инцидента ИТ 2-й линией поддержки	
Выполняет, если	Необходимаэскалацияинцидента ИБ;
Вход(ы)	Инцидент [Эскалирован];
Описание	Специалист 2-й линииподдержки должен приступить к обработке заявки. Специалист 2-й линии поддержки определяет причины появления инцидента. В случае, если Специалист 2-й линии поддержки не обладает достаточными знаниями и доступом для диагностики инцидента, он передает всю имеющуюся информацию по нему Специалисту 3-й линии поддержки для его диагностики и решения. Специалист 2-й линии поддержки должен связать инцидент с конфигурационной единицей.
Исполнитель	Специалист 2-й линии поддержки;
Выход(ы)	Инцидент Эскалирован]; Инцидент [Диагностирован]; Инцидент [Необходим запрос на Изменение];
Завершено, если	Инцидент ИБэскалирован на 3-ю линию поддержки, переходкдействиюДиагностикаинцидентаИТ 3-й линиейподдержки; ИЛИ Инцидент диагностирован второй линией поддержки, переход к действию Решение инцидента ИБ 2-й линиейподдержки; ИЛИ Необходимо выполнения запроса на изменение;

Диагностика инцидента ИТ 3-й линией поддержки	
Выполняет, если	Инцидент ИБэскалирован на 3-ю линию поддержки;
Вход(ы)	Инцидент [Эскалирован];
Описание	ДаннуюфункциювыполняютролиПроектировщиков/ Разработчиков. При отсутствии известного решения производится исследование инцидента с целью ускоренного восстановления нормальной работы. Специалист 3-й линии поддержки выбирает наиболее подходящий способ решения инцидента из найденных и выполняет необходимые действия для обходного и/или постоянного решения. После завершения решения инцидента заявкаавтоматически поступает 1-ю линию поддержки для дальнейшего закрытияОбращения.
Исполнитель	Специалист 3-й линии поддержки;
Выход(ы)	Инцидент [Диагностирован]; Инцидент [Необходим запрос на изменение];
Завершено, если	Необходимо выполнения запроса на изменение, переход к действию на процесс выше; ИЛИ Инцидент ИБ продиагностирован, переход к действию Решение инцидента 3-й линией поддержки;

В таблице 1 показан процесс реагирования на инцидентыс использованием оптимального сочетания людей и информационных технологий.

Заключение. Создание цепочки по реагированию необходимо для поддержания должного уровня управления организацией во время обработки инцидента. Состав группы по обработке и реагированию и способ оповещения разрабатывается с учётом особенностей функционирования и структуры организации.

Данная модель структуры реагирования хорошо подходит в качестве базовых принципов структуры оповещения. В основе разработки модели ролевой принцип, суть которого заключается в вовлечении нужных людей в нужное время. Лица, входящие в состав команды оповещения, должны пройти соответствующую подготовку и осознавать свою роль в процессе обработки инцидента.

Данная модель реагирования на инциденты является универсальной и дает возможность быстрого реагирования на инциденты и решения проблем.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Информационная безопасность // Информационно-аналитический бюллетень. -М., 1998., стр 45

[2] Steve Morgan, Cybercriminal activity is one of the biggest challenges that humanity will face in the next two decades / 2019 Official AnnualCybercrime Report: Herjavec Group – 2019.

[3] Paul Cichonski, Tom Millar,TimGrance Karen / Computer Security Incident Handling Guide / NIST Special Publication 800-61

[4] СТ РК ISO/IEC 27001-2015 «Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Системы менеджмента информационной безопасностью. Требования»

[5] СТ РК ISO/IEC 27002-2015 «Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Свод правил по средствам управления защитой информации».

Муханова А.А., Идрисова И.А., Исмаилова А.А., Маханов М.

Ақпараттық қауіпсіздік инциденттеріне жауап беру моделі

Түйіндеме:Ақпараттық технологияларды дамыту мен таратудың қарқынды дамуы, статистикалық ақпаратты жинау және қалыптастыру бойынша барлық жұмыстарды толық автоматтандыру, шектеулі үлестірім деректері бар ірі дерекқорларды енгізу ақпараттық қауіпсіздіктің интеграцияланған жүйесін құруды қажет етеді. Зерттеу мақсаты ақпараттық қауіпсіздік инциденттеріне әрекет ету моделін жасауға бағытталған. Бұл модельдің негізгі мақсаты ақпараттық қауіпсіздік инциденттеріне әрекет ету уақытын қысқарту және ақпараттық-коммуникациялық инфрақұрылымның қалыпты жұмысын мүмкіндігінше тез қалпына келтіру, ақпараттық-коммуникациялық инфрақұрылымға минималды теріс әсер ете отырып, қол жетімділіктің ең жақсы деңгейлерін сақтау.

Түйін сөздер:оқыс оқиға, ақпараттық қауіпсіздік, осалдықтар, қауіптер.

А.А. Кабдырахым
(Ғұмарбек Даукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті коммерциялық емес акционерлік қоғамы
Басқару жүйелері және ақпараттық технологиялар институты
IT-инжиниринг кафедрасы
E-mail: dinargul_97@mail.ru)

USABILITY АРТТЫРУ ҮШІН ҚОСЫМШАНЫ ЖОБАЛАУ ӘДІСТЕРІН ҚҰРУ

Abstract. In order to remember information, it "links" it to data in memory, and thus can be easily retrieved. Since access to long-term memory is difficult, it is important to ensure that the user knows the information they need and does not remember it. Therefore, the menu-type interface is widely used. Let's take a look at the features of sound perception. In interfaces, sound is usually used for various purposes: to attract attention as a background that provides some status to the user, or as an additional source of information.
Keywords: data security, personal data, depersonalization, de-identification, legal protection.

Аңдатпа. Ақпаратты есте сақтау үшін оны жадыда бар деректермен «байланыстырады» және осылайша оларды оңай алуға болады. Ұзақ мерзімді жадыға қол жеткізу қиын болғандықтан, пайдаланушы қажетті ақпаратты білуіне, оны еске түсірмейтініне тезірек сенген жөн. Сондықтан мәзір түрі интерфейсі кеңінен қолданылады. Дыбысты қабылдау ерекшеліктерін қарастырайық. Интерфейстерде дыбыс әдетте әртүрлі мақсаттармен қолданылады: кейбір пайдаланушы жағдайын қамтамасыз ететін фон ретінде немесе қосымша ақпарат көзі ретінде назар аудару.
Түйін сөздер: Пайдаланушы интерфейсі, юзабилити, UX, UI, интерактивті әсер.

Қазіргі әлемде дизайн ұғымы функционалдылыққа көбірек назар аударады. Заманауи веб-дизайн – бұл тек графикалық безендіру ғана емес, деректерді алу және өңдеу міндеттерін тез және ыңғайлы шешуге мүмкіндік беретін стационарлық және мобильді құрылғы экранының сауатты ұйымдастырылған кеңістігі. Интерактивті әсерлерді анимациялау, сайттың басқа да «жандану» тәсілдері сияқты веб-ресурстың стилін береді және оны танымал және белгілі жағдайларда, неғұрлым танымал етеді. Технологияның дамуы сайтта анимация мен интерактивтілікті қол жетімді етті. Интерактивті әсерлерді анимациялау өзара әрекеттесуді тиімді жобалау үшін платформа болады. Дегенмен, көптеген әзірлеушілер әлі күнге дейін анимацияны әшекей ретінде қабылдайды, немесе оны жобаға мүлдем енгізбейді, немесе «барлығы бірден» принципі бойынша әрекет етеді. Сонымен қатар, интерфейстердегі әсерлерді анимациялау бүгінгі күні – өнімнің интерактивтілігінің ажырамас құрамдас бөлігі, оның юзабилитиі.

Бұл юзабилити веб интерфейстерді қолдау үшін интерактивті әсерлерді құрудың заманауи әдістемелерін зерттеуге арналған. Зерттеу объектісі-адам – бағытталған компьютерлік интерактивті жүйелерді жобалау. Зерттеу тақырыбы веб-интерфейстердің юзабилитіне интерактивті әсерлердің әсері болып табылады.

Бұл әдіс интерактивті әсерлер сайттың юзабилитиін арттыратыны туралы гипотезаға сүйенеді, олар пайдаланушының нақты әлемдегі объектілердің мінез-құлқы туралы үміттерін қолдау мақсатында пайда болған жағдайда. Ғылыми жаңалық. Графикалық толтырудың визуалды иерархиясымен және аталған міндеттердің ең болмағанда бірін шешетін интерактивті әсерлермен жиынтықта адам бағдарланған тәсілді қолдану: жағдайды беру, пайдаланушының назарын аудару, оған өз әрекеттерінің нәтижесін көруге көмектесу және пайдаланушының мінез-құлқына әсер ету, әзірленетін өнімнің юбилитасын айтарлықтай арттыруға қабілетті.

Желідегі ақпараттар саны көбейіп келеді, пайдаланушылардың сайттармен өзара әрекеттесуі қысқа, ал сайттарға кірушілердің интерфейстерге талабы жоғары.

1 жыл бұрын ғана жаңа және қызықты болған дизайн құралдарымен таңдандыру мүмкін емес. Веб-дизайн дамуын жалғастырған сайын, қарапайым беттер жиынтықтарын жасауға қарағанда, ойластырылған, жүйелі әзірлеудің қажеттілігі көбірек сезіледі. Осыған байланысты дизайнерлер жаңа техникалық мүмкіндіктерге, пайдаланушылардан кері байланысқа және талдаушыға сүйене отырып, UX жетілдіру бойынша үнемі жұмыс істейді. Соңғы уақытта интерфейстерді жүйелі түрде жобалау, олардың элементтерін, құрылымдық бөліктерін бөлу үрдісі пайда болды. Барлық танымал интерфейстер «атомарлы дизайн» деп аталады. Бұл әдістің мәні – интерфейстерді құрастырушы бөліктерге, блоктарға бөлу және қиыстырып, оларды біріктіру. «Атомарлық дизайн» контекстінде интерфейстің ең төменгі бірлігі болып белгілеу элементтері, пішін, енгізу өрісі, түйме, немесе

неғұрлым абстрактілі объектілер, мысалы, қаріптер, түстік палитрлер, немесе тіпті анимация сияқты интерфейстің неғұрлым жасырын аспектілері саналады. Бұл элементтерді жобалау жалпы интерфейстің бірыңғай стилін орнатуға мүмкіндік береді, ал олардың әр түрлі комбинациялары біртұтас стильде шексіз көптеген интерфейстерді құруға мүмкіндік береді. «Атомарлы дизайн» интерфейстерді әзірлеу үшін айқын әдіснаманы білдіреді, абстрактіден нақты өтуге, бірыңғай стильге ие жеңіл масштабталатын жүйелерді құруға мүмкіндік береді, бірақ бұл ретте қорытынды жалпы суретті көрсетеді. Адамдардың көпшілігі дыбыстық сигналдарға өте сезімтал екенін ескеру қажет, әсіресе, егер соңғысы қатенің болуын көрсетсе. Сондықтан дыбыстық сүйемелдеуді жасау кезінде оны ажырату мүмкіндігін қарастыру қажет. Сондай-ақ адамның санасында эмоциялық аямен байланысты түсті қабылдау ерекшеліктерін қарастыру қажет. Қызыл, қызғылт сары, сары сияқты жылы түстер жиі қозғайды, ал суық, мысалы, көк, күлгін, сұр, тыныштандырады. Түс өте маңызды фактор болғандықтан, оны интерфейсте қолдану кезінде өте сақ болу керек. Реңктер көп көңіл бөледі, бірақ тез шаршайды. Сондықтан, пайдаланушыға ұзақ жұмыс істеу қажет элементтерді жарқын бояудан аулақ болу керек. Адамның түстерді қабылдауының жеке ерекшеліктерін де ескеру керек. Мысалы, әрбір оныншы адам кейбір түстерді ажыратады, сондықтан жауапты жағдайларда пайдаланушыға түстерді теңеу мүмкіндігін беруге болады. Қарастырылып отырған тақырып шеңберіндегі ең маңызды аспектілердің бірі - уақытты субъективті қабылдау. Жұмыс істейтін адам уақытты байқамайды, бірақ күту жағдайында уақыт баяу созылады, бұл мидың ақпараттық вакуум жағдайында болуына байланысты. Осы жағдайға шаршау әкеледі: ақпарат келіп түседі, бірақ ұзақ өңделеді және уақыт барысы баяулайды. Осылайша, бір-екі секундтан артық күтуде пайдаланушы көңіл бөле алады, «ой жоғалуы», бұл жұмыс нәтижелеріне қолайсыз әсер етеді және шаршауды арттырады, өйткені күткен сайын көп күш жұмысқа қосуға жұмсалады. Пайдаланушының күту уақытын оны жұмыстан алаңдатпай қысқартуға болады. Сіз оған ойлану үшін қандай да бір ақпарат бере аласыз. Сонымен қатар, пайдаланушыға аралық нәтижелерді шығарған жөн. Біріншіден, пайдаланушы осы нәтижелерді ойластырумен айналысады, екіншіден, ол осы бойынша болашаққа болжам жасай алады және егер оның нәтижелері қанағаттандырмаса, операцияны жоя алады. Күту кезінде пайда болатын тітіркенуді азайту үшін, негізгі ережені сақтау маңызды: пайдаланушыны сұратылған операциялар кейбір уақытты талап ететінін хабардар ету. Ол үшін қалған уақыт индикаторлары немесе анимацияланған нысандар пайдаланылады. Сондай-ақ, жүйе жұмысты жалғастыруға дайын болған сәтті белгілеу маңызды. Әдетте, бұл үшін экранның сыртқы түрінің айтарлықтай өзгерістері қолданылады. Кез келген құрылғыны немесе сервисті жобалағанда, ең алдымен, бұл құрылғы немесе сервистің пайдаланушымен өзара әрекеттесуін және бұрыннан бар құрылғының жалпы инфрақұрылымына және адамның күнделікті өміріне енуін ойластыру қажет. 2011 жылға дейін сайттарды әзірлеу кезінде флешты белсенді пайдалану кезінде адамдар қажетсіз, бірақ кейде әдемі анимацияны көрді. Анимацияның көптігі адамдарға бағдар беруге көмектесті.

Интерактивтілік деңгейі жоғары болды, ал юзабилити - төмен болды. Брендтер адамдарға әсер қалдырғысы келді, мақсаты WOW-әсер болды. 2011 жылға қарай веб-интерфейстер мен мобильді әзірлемелерде Flash технологиясын пайдалану айтарлықтай азайды. 2017 жылы Adobe компаниясы Flash технологиясын қолдауды тоқтату ниетін ресми түрде жариялады. Әзірлеушілердің айтуынша, бүгінгі күні плагин өзектілігін жоғалтты, сондықтан 2020 жылдың соңына қарай ол Chrome, Safari, Firefox және Edge сияқты танымал браузерлерден жоғалады, ал Flash Player Adobe ресми сайтынан көшіріп алуға болмайды. Бүгін анимация мүлдем басқаша қолданылуы керек.

Шындығында, анимация мақсатқа жетудің құралы болуы керек. Оны енгізу ақталуы тиіс және мағынасы болуы тиіс. Бүгінгі күні әзірлеушілер әлі күнге дейін оған күмәнсіз қарайды, оған пайдаланушының ыңғайлылығы емес, әшекейлер санатын бөліп береді. Бүгінде интерфейс анимациясы - бұл өнімнің интерактивтілігінің ажырамас бөлігі оның юзабилитиі болып табылады. Сонымен қатар, анимация интерфейсті пайдалану ыңғайлылығына тікелей әсер етеді, бірақ юзабилити қолдау үшін анимацияны қай жерде және қашан енгізуге болатынын түсіну маңызды. Анимация ауыр салмақты графикалық шешімдерді пайдаланбай юзабилити жақсартуға қабілетті. Ол интерфейсті аз қалдыра отырып, нақты әлем объектісімен жұмыс істеу сезімін жасайды, оны жеңіл етеді. Осылайша, анимацияны сауатты пайдалану иллюзияны жасауға мүмкіндік береді - виртуалды интерфейспен өзара іс-қимыл адам үйреншікті физикалық объектімен жұмыс істеу сияқты сезінеді. Бұл ретте интерфейстің артық элементтерінің саны азаяды. Иссар », Вилленскомер «UX in Motion редакторы, «UX-да анимацияда 12 қағидаттарын» белгілеп берді [8]. Осы тұжырымдамаға сәйкес, ең алдымен «жағдайды» және «әрекетті» ажырату қажет. Бір нәрсе жағдайы статикалық, ал әрекет - уақытша және интерактивті өзара іс - қимылға негізделген. Шынайы уақыт режиміндегі өзара іс-қимыл «тікелей басқарулар»

болып қабылдануы мүмкін, себебі пайдаланушы объекті интерфейсімен тікелей және дереу өзара іс-қимыл жасайды. Интерфейстің мінез-құлқы пайдаланушы оны пайдаланғанда орын алады.

Қазіргі уақытта, бұл байланыс тек пайдаланушы ақпараттарын енгізгеннен кейін ғана жүзеге асады және UX-тен пайдаланушының ауысуды аяқтағанға дейін қысқа ерекшелігінің әсеріне ие болады. Интерактивті әсерлерді анимациялау юзабилитиді төрт бағытта қолдай алады.

Күту. Күту екі облысқа бөлінеді – пайдаланушылар нысанды не білдіреді және ол өзін қалай ұстайды. Басқаша айтқанда, дизайнерлер ретінде, біз пайдаланушылардың күтулері мен олардың тәжірибесі арасындағы алшақтықты азайтқымыз келеді.

Үздіксіздік бір уақытта пайдаланушы процесі мен пайдаланушы тәжірибесінің жүйелілігін қарастырады. Үздіксіздік «янтра-үздіксіздік» (сахна шеңберінде) және «интер-үздіксіздік» (жалпы пайдаланушылық тәжірибені құрайтын сахналар сериясы шегінде) терминдерінде анықталуы мүмкін.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Алан Купер, Роберт М. Рейманн, Дэвид Кронин. Алан Купер об интерфей- се. Основы проектирования взаимодействия. [Текст] – Издательство:

[2] «Питер». 2009 – 688с.

[3] Артемий Лебедев. Ководство. [Текст] – Издательство Студии Артемия Ле- бедева. 2009 – 508с.

[4] Билл Скотт, Тереза Нейл. Проектирование веб-интерфейсов [Текст] – Изда- тельство: «Символ-Плюс». 2010 – 352с.

[5] ГОСТ Р ИСО 9241-210-2012. «Эргономика взаимодействия человек- система. Часть 210. Человеко-ориентированное проектирование интерактив- ных систем». [Электронный ресурс] (http://standard.gost.ru/wps/wcm/connect/d661e080413f5db8a4e9fe7ab9890bef/G OST_R_ISO_9241-210-2012.pdf?MOD=AJPERES) Проверено 02.12.17

[6] Джесс Гарретт. Веб-дизайн. Книга Дж. Гарретта. Элементы опыта взаимо- действия. [Текст] – Издательство: «Символ-Плюс». 2012 – 192с.

[7] Инструменты визуализации данных: D3.js. [Электронный ресурс] (http://datareview.info/article/instrumentyi-vizualizatsii-dannyih-d3-js/) Провере- но 27.09.17.

Кабдырахым А.А

Создание методов дизайна приложений для повышения удобства пользования

Ключевые слова: пользовательский интерфейс, удобство использования, UX, UI, интерактивный эффект.

UDC: 628.4.034

B.Zh. Bektibay, N.N. Kadyrkhanova
(Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty
kadyr.khanova@mail.ru)

SOLID WASTE MANAGEMENT IS A SOURCE OF REVENUE

Abstract. The paper considered the current state of solid waste disposal in the world and the country and its impact on the environment, including human health. The main goals of the work are to reduce the number of landfills, reduce their harmful impact on the environment, and convert solid waste into a source of income by effectively managing solid waste. To achieve these goals, analyzing the information collected, steps were proposed to solve the above problem, i.e. actions for systematic and effective management of solid waste that can be applied to any industry. The main idea of the work – utilization of the maximum possible part of the imported raw materials and the export of residues of raw materials for recycling, and the elimination of source loss and reduce the loss of the enterprise.

In conclusion, the work comprehensively addressed the global problem of solid waste, as well as the international system of standards ISO 14000, and took into account the requirements of these standards for enterprises, and as a result, approaches were proposed to reduce the harmful impact of enterprises on the environment and to reduce their own losses.

Key words: municipal solid waste, ISO 14000 system of standards, solid waste management, environmental management.

УДК 628.4.034

Б.Ж. Бектібай, Н.Н. Кадырханова
(әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы
kadyr.khanova@mail.ru)

ҚАТТЫ ҚАЛДЫҚТАРДЫ БАСҚАРУ – ТАБЫС КӨЗІ

Аннотация. Жұмыста әлемдегі және еліміздегі қатты тұрмыстық қалдықтарды жою мен кәдеге жаратудың қазіргі жағдайы және оның қоршаған ортаға, сонымен қатар адам денсаулығына қауіпті әсері қарастырылды. Жұмыстың басты мақсаты – қатты тұрмыстық қалдықтарды (ҚТҚ) тиімді басқару арқылы қоқыс үйінділерінің санын азайту, олардың зиянды ықпалын төмендету, және де қатты тұрмыстық қалдықтарды табыс көзіне айналдыру. Осы мақсатқа жету үшін жинақталған ақпаратқа талдау жүргізе отырып, жоғарыда айтылған мәселені шешуге бет алған қадамдар, яғни кез-келген өндіріс орнында қолдануға болатын қатты қалдықтарды жүйелі әрі тиімді басқару үшін іс-әрекеттер ұсынылды. Зерттеу жұмысының басты ойы – әкелінген шикізат көзінің мүмкіндігінше максималды үлесін пайдаға жаратып, қалған қалдықтарды қайта өңдеуге жіберіп, нәтижесінде шығын көзін жою және өндіріс орнының шығынын азайту.

Қорытындылай келе, жұмыс барысында қатты қалдықтар бейнесіндегі ғаламдық мәселе, сондай-ақ халықаралық ISO 14000 стандарттар жүйесі жан-жақты қарастырылып, осы стандарттардың кәсіпорынға қойылатын талаптары зерттеу барысында ескерілді, және нәтижесінде өндіріс орындарынының қоршаған ортаға зиянды әсерін және өз шығындарын азайту үшін амалдар ұсынылды.

Түйін сөздер: қатты тұрмыстық қалдықтар, ISO 14000 стандарттар жүйесі, қатты қалдықтарды басқару, экологиялық менеджмент.

Кіріспе

Қатты қалдықтар жануарлар мен адамның қызметі нәтижесінде пайда болатын, қажетсіз және пайдасыз ретінде тасталатын бірқатар қоқыс материалдарына жатады. Қатты қалдықтар осы саладағы өнеркәсіптік, тұрғын үй және коммерциялық қызмет нәтижесінде пайда болады және әртүрлі тәсілдермен өңделуі мүмкін. Қоқыс тастайтын жерлер, әдетте, санитарлық, муниципалдық, құрылыс және демонтаж немесе өнеркәсіптік қалдықтар ретінде жіктеледі.

Қалдықтар пластик, қағаз, шыны, металл және органикалық қалдықтар сияқты материалдар негізінде жіктелуі мүмкін. Жіктеу сондай-ақ радиоактивті, тез тұтанатын, жұқпалы, уытты немесе уытты емес қалдықтарды қоса алғанда, әлеуетті қауіптілікке негізделуі мүмкін.

Кейбір елдерде қатты қалдықтарды басқарудың неғұрлым тиімді бағдарламалары шұғыл талап етілетінін атап өту қажет. Қалалардағы қалдықтардың жартысы ғана және ауылдық жерлерде өндірілетін қалдықтардың төрттен бір бөлігі ғана жиналады. Халықаралық деңгейде Дүниежүзілік банк жаһандық қалдықтар бизнесті дамытудың әдеттегі сценарийі кезінде 2050 жылға қарай 70% - ға артуы мүмкін екенін ескертеді.

Бір адамға, қонақ үйде бір орынға, дүкеннің сауда алаңының шаршы метріне және т. б. тұрмыстық қалдықтардың жинақталуының бір жылға есептелген нормалары бар. Ірі қалаларда қоқысты жинау нормаларына, әдетте, жеңіл және тамақ өнеркәсібінің, буып-түю материалдары индустриясының даму деңгейі, климаттық аймақ және әрине, халықтың менталитеті мен әл-ауқаты әсер етеді. Қазақстан Республикасында өңірлік бөліністе жан басына шаққанда ҚТҚ жинақтау нормасы кең ауқымға ие – жылына бір адамға 80-нен 400 кг-ға дейін.[1]

Соңғы уақытқа дейін қалалардағы тұрмыстық қалдықтармен күресудің ең көп тараған тәсілі - оларды қоқыс тастайтын жерлерге шығару - проблеманы шешпейді, керісінше, оны тереңдете түседі. Қоқыс тастайтын жерлер-бұл тек эпидемиологиялық қауіп ғана емес, олар биологиялық ластанудың қуатты көзіне айналады. Жалпы алғанда қалдықтардан қоршаған ортаға жүзден астам уытты заттар түседі. Көбінесе қоқыс үйінділері жанады, атмосфераға улы түтін шығарады.[2]

ҚР Экологиялық кодексінде қалдықтарды орналастыру полигондарының жіктелуі анықталды:

1 сынып – қауіпті қалдықтарды орналастыруға арналған полигон

2 сынып – қауіпсіз қалдықтарды орналастыруға арналған полигон

3 сынып – қатты тұрмыстық қалдықтарды орналастыруға арналған полигон.

Коммуналдық қалдықтармен жұмыс істеу жүйесінің түйінді мәселелері:

- Қоқыс жинау және шығару қызметтеріне халықтың қол жетімділігі тек ірі қалаларда ғана қолайлы болып табылады.
- Шағын қалалар, сондай-ақ ауылдық жерлер үшін осы қызметтерді көрсетудің болмауы не жеткіліксіз дәрежесі және қызметтер сапасының төмендігі проблемасы тән.

- Халықты, сондай-ақ мамандандырылған алаңдарды тарта отырып, қатты тұрмыстық қалдықтарды сұрыптау жүйесінің болмауы және полигондардың қашықтығы рұқсат етілмеген қоқыс үйінділерінің өсуіне алып келеді.
- Қоршалған контейнерлік алаңдардың жеткіліксіз саны, сондай-ақ контейнерлердің тозуы көп қабатты үйлердің айналасында антисанитарлық жағдай жасауға алып келеді.

Қазіргі таңда қоқыс көміндiлері – ҚТҚ жоюдың ең кең тараған түрі. Бірақ бұл әдіс келесі мәселелерді туындатады:

- орналасқан қалдықтардың үлкен көлемі мен тығыздығының аз болуына байланысты бар қоқыс үйінділерін тез, шамадан тыс толтыру. Алдын ала тығыздаусыз ҚТҚ орташа тығыздығы 200-220 кг/м3 ауыр қоқыс тасығыштарды қолдану арқылы тығыздағаннан кейін 450 – 500 кг/м3 құрайды.
- қоршаған орта үшін теріс факторлар: жер асты суларының сілтілі өнімдермен зақымдануы, жағымсыз иістің бөлінуі, қалдықтардың желмен шашырауы, үйінділердің өздігінен жануы, метанның бақылаусыз түзілуі және әдетке сай емес түр экологтарды мазалайтын және жергілікті тұрғындар тарапынан елеулі қарсылық туғызатын проблемалардың тек бір бөлігі болып табылады.
- ірі қалалардан ыңғайлы қашықтықта қоқыс тастайтын жерлерді орналастыруға жарамды алаңдардың болмауы, қалалардың кеңейтілуі қоқыс тастайтын жерлерді барынша алыс қашықтыққа ығыстырады. Бұл фактор жер бағасының өсуімен бірге ҚТҚ тасымалдау құнын қоқыс үйінділеріне дейін арттырады.
- қоқыс тастайтын жерлерді жою мүмкін емес. Ең "қазіргі заманғы" технологияларды пайдалануға қарамастан, біздің қоғам үнемі жойылмайтын фракцияларды жою үшін қоқыс тастайтын жерлерді пайдалануды қажет етеді.[3][4][5]

Қалдықтарды басқару жүйесінің бірнеше концепцияларын бөліп көрсетеді:

1. "Қалдықтарды басқару иерархиясы"
2. "Өндірушінің жауапкершілік аясын кеңейту"
3."Ластаушы төлейді"[6]

Қазіргі таңда ISO 14000 стандарттарының келесі кестеде келтірілген құжаттары әзірленген және әзірленуде.[7]

Кесте 1. **ISO 14000 стандарттарына кіретін құжаттар тізімі**

Экологиялық менеджмент принциптері		
ISO 14001	Экологиялық менеджмент жүйелері (EMS) - ерекшеліктері мен пайдалану нұсқаулығы	+
ISO 14004	Экологиялық менеджменттің принциптері, жүйелері және әдістері бойынша жалпы басшылық	+
ISO 14014	Кәсіпорынның экологиялық тиімділігінің бастапқы деңгейін анықтау бойынша басшылық.	
Экологиялық бақылау мен бағалау құралдары		
ISO 14010	Экологиялық аудит жөніндегі нұсқаулық – Экологиялық аудиттің жалпы принциптері	+
ISO 14011/1	Экологиялық аудит жөніндегі нұсқаулық – Аудит процедуралары – Экологиялық менеджмент жүйелерінің аудиті	+
ISO 14012	Экологиялық аудит жөніндегі нұсқаулық – Экологиялық аудиторлардың біліктілік критерийлері	+
ISO 14031	Ұйым қызметінің экологиялық көрсеткіштерін бағалау жөніндегі басшылық	
Өнімге бағдарланған стандарттар		
ISO 14020 (құжаттар сериясы)	Өнімді экологиялық таңбалау принциптері	
ISO 14040 (құжаттар сериясы)	«Өмірлік циклді бағалау» әдістемесі – өніммен байланысты оның өмірлік циклінің барлық сатыларында экологиялық әсерді бағалау	
ISO 14050	Глоссарий	+
ISO 14060	Өнімге арналған стандарттардағы экологиялық аспектілерді есепке алу жөніндегі нұсқаулық	

Ескертпе: «+» - құжат қабылданған және қазіргі кезде қолданылуда.

ISO 14000 сериялы стандарттардың негіз қалаушы түсінігі кәсіпорынның "экологиялық менеджмент жүйесі" (СЭМ) ұғымы болып табылады. Осыдан стандарттың маңызды құжаты болып ISO 14001 - "Экологиялық менеджмент жүйесін пайдалану бойынша ерекшеліктер мен басшылық"саналады.

Кәсіпорынға сертификаттау немесе экологиялық менеджмент жүйесін енгізу қажет болуы мүмкін себептерді сыртқы және ішкі пайдаға бөлуге болады.

Ішкі:

- энергия мен ресурстарды, оның ішінде табиғатты қорғау іс-шараларына бағытталатын ресурстарды оларды неғұрлым тиімді басқару есебінен үнемдеу;
- экологиялық төлемдер мен айыппұлдарды азайту;
- авариялық жағдайлар мен олардың салдарларының тәуекелін азайту;
- кәсіпорынның негізгі қорларының бағалау құнын ұлғайту;
- ұйымның барлық деңгейлерінде кәсіпорынды басқару жүйесін жақсарту;
- жоғары білікті жұмыс күшін тартуға және қызметкерлердің санасын арттыруға қызығушылық.

Сыртқы:

- қоршаған ортаға әсерді тұрақтандыру және біртіндеп азайту;
- кәсіпорынның ықпал ету аймағында тұратын халықтың қарым-қатынасын жақсарту;
- табиғатты қорғау талаптарын (оның ішінде табиғатты қорғау заңнамасын) орындау саласындағы кәсіпорынның бейнесін жақсарту.[8][9]

2015 жылы Еуропалық комиссия тұрмыстық қалдықтар үшін жаңа нысаналы көрсеткіштерді ұсынды-2025 жылға қарай қайта өңдеу мен қайта пайдалануға дайындаудың 60% - ы және 2030 жылға қарай 65% - ы. Бұдан басқа, қоқыс тастайтын жерлерге шығарылатын тұрмыстық қалдықтардың көлемін қысқарту бойынша жаңа нысаналы көрсеткіштер және буып-түю қалдықтары бойынша қайта қаралған нысаналы көрсеткіштер ұсынылды.[10][11]

Қалдықтарды қайта өңдеу деңгейін арттыру және қалдықтарды көму деңгейін төмендету анық өзара байланысты. Әдетте, қалдықтарды көму рециркуляцияның өсуінен әлдеқайда жылдамырақ қысқарады, өйткені қалдықтарды басқару стратегиясы негізінен қоқыс үйіндісінен рециркуляция мен өртеу үйлесімі жағына, ал кейбір жағдайларда механикалық және биологиялық тазалау (EEA, 2013) жағына жылжиды.[12][13]

2020 жылға қарай муниципалдық қалдықтарды кәдеге жаратудың 50% - дық нысаналы көрсеткішіне қол жеткізу перспективалары бірдей болмады. Қалдықтарды өңдеудің бұл деңгейіне есептеудің неғұрлым күрделі әдісіне сәйкес алты ел қол жеткізді. Алайда, кейбір елдер осы мақсатқа қол жеткізу үшін өз күш-жігерін, әсіресе қазіргі уақытта өндірілген муниципалдық қалдықтардың бестен бір бөлігін қайта өңдейтін бес елдің күш-жігерін жандандыруға тура келеді.[14][15]

Қазақстан Республикасында қатты тұрмыстық қалдықтарды жинау, әкету, кәдеге жарату, қайта өңдеу және көму тарифі заңды тұлғаларға және жеке кәсіпкерлік субъектілеріне 1 м.куб үшін 2288,46 теңгені құрайды.

Кәсіпкерлік субъектілерінің шығындарын азайту және еліміздің экологиялық жағдайын жақсарту мақсатында кәсіпорнындарда кесте 2 қолдану ұсынылады.

Кесте 2. **Қатты қалдықтарды басқару.**

Қатты қалдық түрі	**Қатты қалдық көзі**	**Шикізат құны**	**Қатты қалдық қабылдау бағасы**	**Пайда**
Қағаз				
Пластик				
Ірі габаритті материалдар				
Металдар				
Резеңке				
Тері				
Тоқыма				
Шыны				
Ағаш				
Басқа				

Бұл кестеде 5 бағана келтірілген, әр бағанның атауларына сәйкес қызметтері бар. Бірінші бағанда қатты қалдықтардың түрлері тізіліп жазылған, екінші бағана қатты қалдықтардың шығу көзін анықтайды, яғни өндірістің әр қадамындағы шыққан қатты қалдықтар жазылып, ескеріледі. Үшінші бағанда өндіріс орнына әкелінетін шикізаттың құны жазылады, ол нәтижесінде әкелінетін пайданы есептеуге қажет. Келесі бағанаға еліміздегі екіншілік қатты қалдықтарды қабылдау нүктелеріндегі қатты қалдықтардың әр түріне сәйкес бағасы жазылады. Соңында, бесінші бағанда барлық алдындағы бағандарды ескере отырып, есептеу арқылы өндіріске әкелінетін пайда жазылады.

Осы кестенің көмегімен өндіріс орнында қатты қалдықтарды тиімді басқару әлдеқайда жүйеленген болады. Өндіріс үрдісінің әр қадамындағы шыққан қатты қалдық мөлшерін бақылай отырып, үрдістің ең тиімді қадамын және ең шығын көп шығаратын қадамын анықтауға болады.

Қорытындылай келе, қатты қалдықтарды тиімді басқара отырып, келесі нәтижелерге қол жеткізуге болады:

Біріншіден, ең маңызды мәселе, яғни қатты қалдық көмінділерінің саны азайып, қоршаған ортаның экологиялық жағдайы жақсарады, адам, жануар және өсімдіктер өміріне зиянды әсерлер ықпалы төмендейді.

Екіншіден, қатты қалдықтарға қайта өңдеу салдарынан «екінші өмір» сыйланады, табиғатта ыдырамайтын қалдықтардың саны азаяды, сонымен қатар табиғи ресурстар сақталады.

Үшіншіден, өндіріс орындары мен кәсіпорындарда шығын азайып қана қоймай, қосымша табыс көзі пайда болады, үдеріс кемшіліктерін анықтай отырып, өндіріс жұмысының сапасын арттыру мүмкіндігі бар.

Төртіншіден, еліміздегі қатты тұрмыстық қалдықтарды тиімді әрі пайдалы басқарудан жетекші елдер қатарына қосылу мүмкіндігінің туындауы.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Фаюстов А.А. Утилизация промышленных отходов и ресурсосбережение. Основы, концепции, методы. – В.: Инфра-Инженерия, 2019. – 272 с.

[2] Шайкин В. Экологический бумеранг // Наука и жизнь. – 1996. - № 5

[3] Гринин А.С., Новиков В.Н. Промышленные и бытовые отходы: хранение, утилизация, переработка. – М.: ФАИР-ПРЕСС, 2002. – 336 с.

[4] Упушев Е.М. Экология, природопользование, экономика. – Алматы: НИЦ «Ғылым», 2002. – 328 с.

[5] Нуркеев С.С., Арганчеева А.Г., Утегулов Н.И., Кембаев Б.А., Ергужиева Г.Б,, Карабаев Ж.А. Проблемы обезвреживания и утилизации твердых бытовых отходов. – Алматы: КазГос ИНТИ, 2005. – 125 с.

[6] Саломатина М.Н. Совершенствование процесса управления развитием малого и среднего предпринимательства в сфере обращения отходов. – СПб, 2015. – 158 с.

[7] Соколов Л., Кибардина С., Фламме С., Хазенкамп П. Сбор и переработка твердых коммунальных отходов. – Москва – Вологда, 2019. – 176 с.

[8] Аронов И., Штерн Л. Стандарты ИСО 14000 в жизни. – СПб.: Экономика, 2007. – 72 с.

[9] Мамин, Р.Г. Инновационные механизмы управления отходами. – М.: МГСУ, **2018. - 530** с.

[10] Pichtel J. Waste Management Practices: Municipal, Hazardous, and Industrial, Second Edition.: CRC Press, 2014. – 682 p.

[11] Hardt K. Solid Waste Management. – New York: Callisto Reference, 2018. – 229p.

[12] Whittaker D. Integrated Waste Management: a sustainable approach. – New York: Callisto Reference, 2018. – 240p.

[13] Reilly K. Waste Management (Exploring Inrastructure). – NJ: Enslow Publishing, 2019. – 48p.

[14] Letcher T.M., Vallero D.A. Waste: A handbook for Management. – NY: Academic press, - 2nd edition, – 2019 – 803p.

[15] Subramanian M.N. Plastics Waste Management: Processing and Disposal. – P: Wiley-Scrivener, 2019. – 270p.

Бектібай Б.Ж., Кадырханова Н.Н.

Управление твердыми отходами – источник дохода

Резюме. В работе рассматривалось современное состояние утилизации твердых бытовых отходов в мире и стране и его воздействие на окружающую среду, в том числе на здоровье человека. Основная идея работы – полезное использование максимально возможной части ввезенного сырья, и вывоз остатков сырья на вторичную переработку, и в результате устранение источника убытка и уменьшение убытка предприятия.

В ходе работы были всесторонне рассмотрены глобальная проблема в виде твердых отходов, а так же международная система стандартов ISO 14000, и были учтены требования данных стандартов для предприятий, и в результате были предложены подходы для снижения вредного воздействия предприятий на окружающую среду и для снижения их собственных убытков.

Ключевые слова: твердые бытовые отходы, система стандартов ISO 14000, управление твердыми отходами, экологический менеджмент.

UDK 621.365

[1]G.P. Kalimbetov, [2]A. Zh. Toygozhinova
(Kazakh Academy of Transport and Communications
named after M. Tynyshpayeva
Almaty. Kazakhstan, gala_84_11@mail.ru)

ANALYSIS OF ENERGY SOURCES USING THE FORCE OF THE WIND AND METHODS OF INCREASING THEIR EFFICIENCY

Abstract. Wind power is a branch of energy that specializes in converting the kinetic energy of air masses in the atmosphere into electrical, mechanical, thermal, or any other form of energy convenient for use in the national economy. Such a transformation can be carried out by such units as a wind generator (for generating electrical energy), a windmill (for converting into mechanical energy), a sail (for use in vehicles), and others.

Key words: wind energy; wind generator; wind turbine; Electric Energy.

Wind energy is classified as renewable energy, as it is a consequence of the activity of the sun. Wind power is a rapidly developing industry, so at the end of 2010 the total installed capacity of all wind generators was 196.6 gigawatts [8]. In the same year, the amount of electrical energy produced by all wind generators in the world amounted to 430 terawatt-hours (2.5% of all electrical energy produced by mankind) [9].

Large wind farms are connected to the general grid, while smaller ones are used to supply electricity to remote areas. Unlike fossil fuels, wind energy is virtually inexhaustible, widely available and more environmentally friendly. However, the construction of wind farms involves some technical and economic difficulties that slow down the spread of wind energy. In particular, the volatility of wind flows does not create problems with a small proportion of wind energy in the total electricity production, but with an increase in this proportion, problems of reliability of electricity production also increase. Intelligent power distribution management is used to solve such problems.

A wind turbine, (wind power plant) is a facility for converting kinetic wind energy into electrical energy. Wind turbines can be divided into two categories: industrial and domestic (for private use). Industrial ones are set by the state or large energy corporations. It is general practice, they are combined into networks, resulting in a wind farm. Its main difference from traditional (thermal, nuclear) - the complete absence of both raw materials and waste. The only important requirement for a wind power plant is a high average annual wind level. The capacity of modern wind turbines reaches 7.5 MW. The Power generated by the wind turbine can be determined from:

$$P_{вет} = \frac{dE_c}{dt} = p\frac{S}{2}v^3 \ , \qquad (1.1)$$

where: $P_{вет}$ is the power of the wind turbine,
v - s the wind speed,
p - is the air density,
S - s the swept area.

The power of the wind turbine depends on the area swept by the generator blades and the height above the surface. For example, 3 MW (V90) turbines produced by the Danish company Vestas have a total height of 115 meters, a tower height of 70 meters and a blade diameter of 90 meters.

Air flows at the surface of the earth/sea are laminar-the underlying layers slow down those located above. This effect is noticeable up to a height of 1 km, but decreases sharply at altitudes of more than 100 meters [1].

The height of the generator above this boundary layer simultaneously increases the diameter of the blades and frees up areas on the ground for other activities. Modern generators (2010) they have already reached this milestone, and their number is growing sharply in the world [13]. The wind generator starts producing current when the wind is 3 m / s and turns off when the wind is more than 25 m/s. The maximum power is achieved with a wind of 15 m/s.

The output power is proportional to the third power of the wind speed: when the wind is doubled, from 5 m / s to 10 m / s, the power increases eight times.

Figure 1.5 shows the elements of the wind generator system. Figure 1.1 shows the structure of a wind farm.

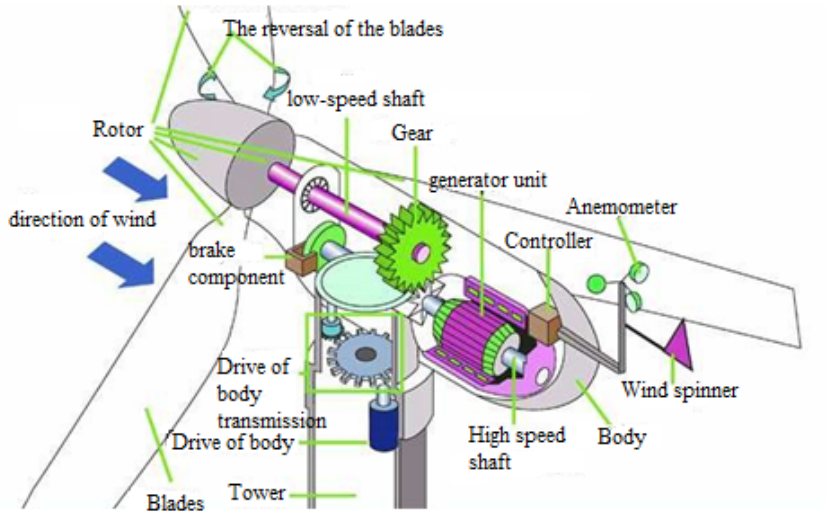


Figure 1.5. Elements of the wind turbine system

Wind power in Kazakhstan continues its dynamic development. Our country, following the global trend, is systematically working to increase the number of renewable energy power plants. According to the Ministry of energy of the Republic of Kazakhstan, the operation of wind turbines in our country began in 2010. The first wind farm with a capacity of 0.05 MW was built in the Astana region. Further – more. This year, there are already 15 functioning wind power plants with a total capacity of just under 230 MW, and by the end of the year, it is planned to put into operation three more 57 MW facilities in the Mangistau and Akmola regions. Thus, by the end of this year, out of 83 renewable energy power plants with a total capacity of 968 MW, 18 stations with almost 285 MW will be wind-powered, which is more than 20% of all renewable energy power plants facilities.

The wind turbine consists of more than 6,000 mechanical parts. Its main parts are the wind turbine itself, the electric generator, batteries, inverters, towers, etc.; the average power of a single wind turbine varies between 0.75 and 3.3 MW, and the price varies depending on its type. Suppliers include China, Germany, USA, and Denmark. Wind turbines of the Kazakh inventor Albert Bolotov are also used. Gradually, the costs of new commissioned facilities are reduced, not as quickly as for solar stations, for example, but there is such a trend.

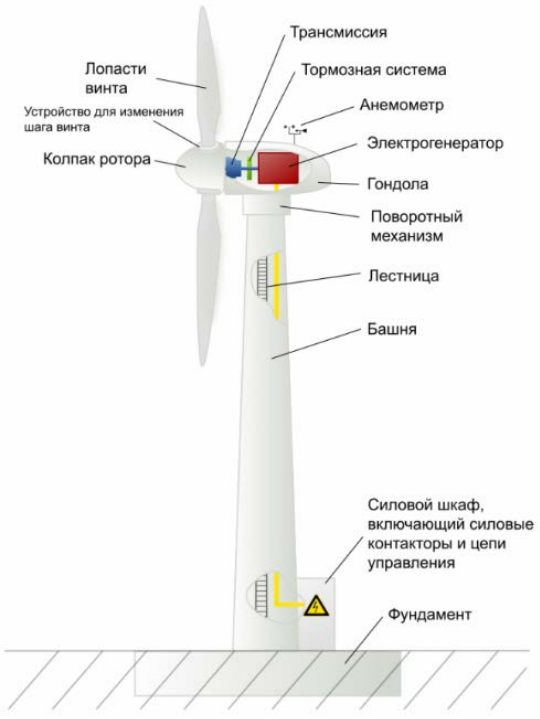


Figure 1.2. The structure of wind turbine

1 - the Foundation
2 - power Cabinet including power contactors and control circuits
3-tower
4-stairs
5-turning mechanism
6-gondola
7-electric generator
8-wind direction and speed tracking system (anemometer)
9-brake system
10-transmission
11-blades
12-system for changing the angle of attack of the blade
13-rotor cap

Table 1.1 shows the capacity of wind turbines and their dimensions.

Table 1.1.**Wind wind turbines and sizes**

Parameter	1 Mwatt	2 Mwatt	2,3 Mwatt
Mast height	50 m — 60 m	80 m	80 m
The length of the blade	26 m	37 m	40 m
Rotor diameter	54 m	76 m	82,4 m
Weight of the rotor on the axis	25 t	52 t	52 t
Total weight of the engine room	40 t	82 t	82,5 t

There are two main types of wind turbines: vertical and horizontal. The most widespread in the world is the design of a wind turbines with three blades and a horizontal axis of rotation, although in some places there are also two-bladed ones. Wind turbines with a vertical axis of rotation, the so-called rotary or carousel type, are recognized as the most effective design for areas with low wind flow rates. Now more and more manufacturers are switching to the production of such installations, since not all consumers live on the coasts, and the speed of continental winds is usually in the range from 3 to 12 m/s.

Other types of underwater foundations can also be used, as well as floating foundations. The first prototype of a floating wind turbine was built by H Technologies BV in December 2007. The 80 kW wind generator is installed on a floating platform 10.6 nautical miles off the coast of southern Italy on a 108-meter-deep stretch of sea.

On June 5, 2009, Siemens AG and Norway's Statoil announced the installation of the world's first commercial floating wind turbine with a capacity of 2.3 MW, manufactured by Siemens Renewable Energy.

The home wind turbine industry is also actively developing. Even now, for quite reasonable money, you can buy a wind farm and provide energy independence to your country house for many years. Usually, to provide electricity to a small house, it is enough to install a rated power of 1 kW at a wind speed of 8 m/s. If the terrain is not windy, the wind turbine can be supplemented with photovoltaic cells or a diesel generator, and wind turbine with vertical axes can be supplemented with smaller wind generators (for example, the darrier turbine can be supplemented with a Savonius rotor).

Small-scale wind power includes installations with a capacity of less than 100 kW. Installations with a capacity of less than 1 kW are micro-wind power. They are used on yachts, farms for water supply, etc.

Small wind turbines can operate independently, that is, without connecting to the General electric network.

It is believed that the use of small wind turbines in everyday life is impractical because of the following reasons:

- high cost of the inverter ~ 50% of the cost of the entire installation (used for converting AC or DC current received from the wind generator to ~ 220V 50Hz (and synchronizing it in phase with the external network when the generator is running in parallel);

- high cost of batteries ~ 25% of the installation cost (used as an uninterruptible power supply in the absence or loss of an external network);

- to ensure reliable power supply, a diesel generator is sometimes added to such an installation, which is comparable in cost to the entire installation.

At present, despite the increase in energy prices, the cost of electricity does not amount to any significant amount for the bulk of production against the background of other costs. Reliability and stability of power supply remains key for the consumer.

The main factors that lead to an increase in the cost of energy received from wind turbines are:

- the need to obtain industrial-quality electricity ~ 220V 50 Hz (an inverter is used);
- the need for battery life for some time (batteries are used);
- the need for long-term uninterrupted operation of consumers (a diesel generator is used).

At present, it is most economically feasible to use wind turbine to produce direct or alternating current (variable frequency) rather than industrial-quality electrical energy, and then convert it into heat with the help of tubular electric heaters, for heating housing and getting hot water. This scheme has several advantages:

- heating is the main energy consumer of any home in Kazakhstan;
- the scheme of the wind turbine and control automation is radically simplified;
- the automation scheme can be in the simplest case built on several thermal relays;
- as an energy accumulator, you can use a conventional boiler with water for heating and hot water supply;
- heat consumption is not so demanding for quality and continuity.

According to the American Wind Energy Association (AWEA), 6807 small wind turbines were sold in the United States in 2006 [10]. Their total capacity is 17,543 kW. Their total cost is $56,082,850 (approximately $3,200 per kW of power). In the rest of the world, 9,502 small turbines were sold in 2006 (excluding the United States), with a total capacity of 19,483 kW.

The most promising regions for the development of small wind power are considered to be regions with an electricity cost of more than $0.1 per kWh.The cost of electricity produced by small wind generators in 2006 in the United States was $0.10—$0.11 per kWh. AWEA expects that in the next 5 years the cost will decrease to $0.07 per kWh.

AWEA predicts that by 2020, the total capacity of small-scale wind power in the United States will grow to 50 thousand. MW, which will be about 3 % of the total capacity of the country. Wind turbines will be installed in 15 million homes and 1 million small businesses. The small wind power industry will employ 10,000 people. They will annually produce products and services worth more than $ 1 billion.

An industrial wind turbine is built on a prepared site in 7-10 days. It may take a year or more to obtain regulatory approvals for a wind farm. In addition, it is necessary to conduct long-term (at least a year) wind research in the construction area to justify the construction of a wind farm. These measures significantly increase the implementation period of wind power projects.

For construction, you need a road to the construction site, a place to place nodes during installation, and heavy lifting equipment with a boom extension of more than 50 meters, since the gondolas are installed at a height of about 50 meters. Various problems arise during the operation of industrial wind turbines:

- incorrect Foundation arrangement. If the Foundation of the tower is incorrectly calculated, or the drainage of the Foundation is incorrectly arranged, the tower may fall due to a strong gust of wind;
- icing of the blades and other parts of the turbine. Icing can increase the weight of the blades and reduce the efficiency of the wind turbine. For operation in the Arctic regions, parts of the wind turbine must be made of special frost-resistant materials. Liquids used in the generator must not freeze. Equipment that measures wind speed may freeze. In this case, the efficiency of the wind turbine can be seriously reduced. Due to icing, the instruments may show a low wind speed, and the rotor will remain stationary;
- lightning strikes. Lightning strikes can cause a fire. Lightning removal systems are installed on modern wind turbines;
- shutdown. When the wind speed fluctuates sharply, the electrical protection of the devices included in the system is triggered, which reduces the efficiency of the system as a whole. For large wind farms, the probability of triggering protection on outgoing power lines is also high;
- instability of the turbine. Due to the fact that most industrial wind power plants have asynchronous generators, their stable operation depends on the constancy of the voltage in the power line;
- fires. A fire may occur due to friction of rotating parts inside the gondola, oil leakage from hydraulic systems, cable breakage, etc. Wind turbine fires are rare, but they are difficult to extinguish due to the remoteness of wind farms and the high altitude at which the fire occurs. Modern wind turbines are equipped with fire extinguishing systems.

Table 1.3 shows the largest manufacturers of industrial wind turbines in 2018 [11].

Table. 1.3. **largest manufacturers of industrial wind turbines in 2018, MW**

Number	Names	Country	MW.
1	Vestas	Denmark	5842
2	Sinovel	China	4386
3	GE Energy	USA	3796
4	Goldwind	China	3740
5	Enercon	Germany	2846
6	Suzlon Energy	India	2736
7	Dongfang Electric	China	2624
8	Gamesa	Spain	2587
9	Siemens Wind	Germany	2325
10	United Power	China	1600

The main part of the cost of wind power is determined by the initial expenses for the construction of wind power structures (cost1 kW of installed wind power ~ $1000).

Wind turbines do not consume fossil fuels during operation. The operation of a 1 MW wind turbine over 20 years saves approximately 29 thousand tons of coal or 92 thousand barrels of oil.

The cost of electricity produced by wind turbines depends on the wind speed (table 1.4).

Table. 1.4. The cost of electrical energy

Wind speed	Cost (for Kazakhstan, 2018)
7,16 m/s	20,304 tenge/kWh;
8,08 m/s	15,228 tenge/kWh;
9,32 m/s	10,998 tenge/kWh.

For comparison: the cost of electric energy produced at coal-fired power plants in the Republic of Kazakhstan is 19.035 : 25.38 tenge/kWh.

When the installed wind turbine capacity is doubled, the cost of electricity produced falls by 15 %. In the early 80's, the cost of wind power in the United States was $0.38.

Austin Energy of Texas and Xcel Energy of Colorado were the first companies to sell electricity produced from wind for less than electricity produced from traditional sources.

Bloomberg New Energy Finance calculates the wind Turbine Price Index. From 2008 to 2010, average prices for wind turbines decreased by 15 %. In 2008, the average price of a wind generator was €1.22 million per 1 MW of capacity. In August 2010, the average price per MW of wind turbine was €1.04 million.

1 MW wind turbine reduces annual emissions of 1,800 tons of C02 , 9 tons of S02 , 4 tons of nitrogen oxides. The Global Wind Energy Council estimates that by 2050, global wind power will reduce annual C02 emissions by 1.5 billion tons.

Currently, only calculation methods are used to determine the noise level from wind turbines. The method of direct measurement of the noise level does not provide information about the noise level of the wind farm (table 1.5), since it is currently impossible to effectively separate the wind farm noise from the wind noise.

Table. 1.5. **The noise of wind turbines**

Noise source	Noise level, dB
Pain threshold of human hearing	120
Noise of jet engine turbines at a distance of 250 m	105
Noise from a jackhammer in 7 m	95
Noise from a truck at a speed of 48 km/h on distance of 100 m	65
Background noise in the office	60
Noise from a passenger car at a speed of 64 km/h	55
Noise from the wind turbine in 350 m	35 : 45
Background noise at night in the village	20 : 40

In the immediate vicinity of the wind generator at the axis of the wind wheel, the noise level of a sufficiently large wind turbine can exceed 100 dB.

An example of such design errors is the Grovian wind turbine. Due to the high noise level, the unit worked for about 100 hours and was dismantled.

Conclusion. In this wind mode, the efficiency of the vertical installation is much higher. It is worth noting that vertical wind turbines have several other significant advantages: they have a lower noise level and do not require maintenance, with a service life of more than 20 years! Braking systems developed in recent years guarantee stable operation even in periodic gusts of up to 60 m/s.

Coastal areas are considered to be the most promising places for generating energy from wind. But the cost of investment compared to land is 1.5 — 2 times higher. Offshore wind farms are being built at sea, at a distance of 10-12 km from the coast (and sometimes even further). Wind turbines towers are installed on foundations made of piles driven to a depth of 30 meters.

REFERENCES

[1] Kalimbetov G., Eskendirova D. Methods of automatic control of the power system and the development of a method for ensuring the power balance of the network. Almaty. Higher education in Kazakhstan. International scientific and pedagogical journal Founders. 2-19. Pp. 254-259.

[2] Kalimbetov G., Toigozhinova A., Dzheksenbaev Er. Development of structural diagrams of the system automatic control multifunctional energy the complex. Mezinarooni vedesco prakticka konference. Praha, 2019. Pp. 8-12.

[3]. http://www.pomreke.ru/energy-future/

[4]. World Wind Energy Report 2010, World Wind Energy Association WWEA, April, 2011.

[5]. Energy portal. Issues of energy production, conservation and processing.

[6]. Wind power: myths vs. facts.

[7].Alternative energy [Electronic resource] - access mode: http://alternativenergy.ru

Қалымбетов Ғ.П., Тойгожинова А. Ж.

Жел қуатын қолданатын энергия көздерін талдау және олардың тиімділігін арттыру әдістері

Түйіндеме. Жел қуаты - бұл атмосферадағы ауа массаларының кинетикалық энергиясын электрлік, механикалық, жылулық немесе кез-келген басқа түрдегі халық шаруашылығында қолдануға ыңғайлы түрлендіруге мамандандырылған энергия саласы. Мұндай түрлендіруді жел генераторы (электр энергиясын өндіру үшін), жел диірмені (механикалық энергияға айналдыру үшін), желкен (көлікте пайдалану үшін) және басқалары сияқты қондырғылар жүзеге асыра алады.

Түйін сөздер: жел энергиясы; жел генераторы; жел турбинасы; Электр энергиясы.

Калимбетов Г.П., Тойгожинова А. Ж.

Анализ источников энергии, использующих силу ветра,и методы повышения их эффективности

Резюме. Ветроэнергетика — отрасль энергетики, специализирующаяся на преобразовании кинетической энергии воздушных масс в атмосфере в электрическую, механическую, тепловую или в любую другую форму энергии, удобную для использования в народном хозяйстве. Такое преобразование может осуществляться такими агрегатами, как ветрогенератор (для получения электрической энергии), ветряная мельница (для преобразования в механическую энергию), парус (для использования на транспорте) и другими.

Ключевые слова: ветроэнергетика; ветрогенератор; ветротурбина; электрическая энергия.

УДК 625.033.38

K.S. Kaspakbayev [1], R.S. Ustemirova [1], A.P. Karpov [1]. D.R. Kuandykova [2], A.K. Nuralina[1]
([1] Kazakh university ways of communications, Almaty, Kazakhstan, [2] Turan University, Almaty.
E-mail: raigul_1980@mail.ru)

ISSUES OF INCREASING THE TRAIN MASS NORM ON LINES WITH LIMITED CAPACITY

Abstract. One of the main directions of developing the growing volume of traffic is to increase the mass of trains. This makes it possible to reduce the traffic intensity on high-load lines and improve the ability to perform repair and construction work.

To increase the productivity of locomotives, save electricity and fuel, increase the carrying capacity of railway lines, increase the delivery time of goods, it is necessary to increase the weight of the train. Especially important is the increase in the mass norm of the train in the conditions of high-load lines with limited capacity. Therefore, the experience of driving heavy-duty trains has become widespread on the Railways.

Key words: increasing the mass of the train, carrying capacity, dlinnosostavny train, a heavy train, the performance of the locomotives.

К.С. Каспакбаев [1], Р.С. Устемирова [1], А.П. Карпов [1], Д.Р. Куандыкова [2], А.К. Нуралина [1]
([1] Казахский университет путей сообщения, г. Алматы, [2] Университет «Туран», г. Алматы,
E-mail: raigul_1980@mail.ru)

ВОПРОСЫ ПОВЫШЕНИЯ НОРМЫ МАССЫ ПОЕЗДА НА ЛИНИЯХ С ОГРАНИЧЕННОЙ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТЬЮ

Аннотация. Одно из главных направлений освоения возрастающих объёмов перевозок – повышение массы поездов. Это позволяет уменьшать интенсивность движения на грузонапряженных линиях, улучшить возможности производства ремонтных и строительных работ.

Для увеличения производительность локомотивов, экономии электроэнергии и топлива, повышения провозной способности железнодорожных линий, увеличения срока доставки грузов требуется увеличение массы поезда**.** Особенно велико значение повышения нормы массы поезда в условиях грузонапряженных линий с ограниченной пропускной способностью. Поэтому на железных дорогах широкое распространение получил опыт по вождению большегрузных поездов.

Ключевые слова: повышение массы поезда, пропускная способность, длинносоставный поезд, тяжеловесный поезд, производительность локомотивов.

Введение. Для обеспечения увеличивающегося объема перевозочной работы идёт техническое перевооружение транспорта на основе внедрения новых более мощных локомотивов, прогрессивных типов вагонов с увеличенными погонными полезными нагрузками, в том числе специализированных, новых конструкций пути, дальнейшей электрификации грузонапряженных линий, автоблокировки и диспетчерской централизации, широкого внедрения прогрессивных технологических процессов. Одно из главных направлений освоения возрастающих объёмов перевозок – повышение массы поездов. Это позволяет уменьшать интенсивность движения на грузонапряженных линиях, улучшить возможности производства ремонтных и строительных работ.

Увеличение массы поезда повышают провозную способность железнодорожных линий, ускоряет продвижение грузов, повышает производительность локомотивов, дает экономию топлива и электроэнергии. Особенно велико значение повышения нормы массы поезда в условиях грузонапряженных линий с ограниченной пропускной способностью. Поэтому на железных дорогах широкое распространение получил опыт по вождению большегрузных поездов.

В целях соблюдения технологических процессов АО НК «КТЖ» разработала инструкцию по формированию, порядку пропуска и организации осмотра длинносоставных и тяжеловесных грузовых поездов МЖС.

Формирование длинносоставных поездов позволяет улучшить показатели веса поезда, производительности локомотива, скорости доставки грузов.

Методы. Повышение массы и длины грузовых поездов одно из основных мероприятии в освоении в постоянно возрастающих объёмов перевозок грузов. Оно целесообразно прежде всего на

тех направлениях, где практически исчерпана пропускная способность: на менее загруженных линиях пропуск поездов повышенной массы позволяет увеличить межпоездные интервалы при заданных объёмах перевозок, создаёт более благоприятные условия для работ по техническому обслуживанию и ремонту технических средств (пути, контактной сети, устройств связи, СЦБ и др.) [1,2].

Пропуск поездов увеличенной длины увеличивает провозную способность, несколько снижая пропускную, за счёт больших межпоездных интервалов, особенно если учесть необходимость снижения максимальной скорости для некоторых категорий таких поездов. Это хорошо видно из формулы расчётного межпоездного интервала

$$t_{\text{мп}} = \frac{3{,}6(nl_{\text{бу}}+l_{\text{п}})}{v_{\text{ср}}}, \qquad (1)$$

где n - число блок-участков, разграничивающих поезда$

$l_{\text{бу}}$ - средняя длина блок-участка;

$l_{\text{п}}$ - длина поезда;

$v_{\text{ср}}$ - средняя техническая скорость следования по рассматриваемым блок-участкам.

В 2018 году грузовой поезд весом 12 тысяч тонн доставил на станцию Малорефтинская РФ полувагоны с углем в течение 30 часов.

Состав двигался по специально разработанному расписанию: где предусмотрено только три остановки для смены локомотивной бригады на станциях Ерментау, Курорт- Боровое и Новоишимская.

Из Экибастуза поезд-двенадцатитысячник повела опытная локомотивная бригада. Они прошли инструктаж по соединению и управлению электровозов серии KZ8A в 3 – х секционном исполнении.

Как отметили в департаменте эксплуатации тягового подвижного состава АО «КТЖ-грузовые перевозки», организация отправки подобных тяжеловесных поездов приобретает особую актуальность в последние годы. Это позволило повысить скорость оборачиваемости вагонов, увеличить пропускную способность железной дороги, а также улучшить качественные показатели использования тягового подвижного состава: производительность локомотива, средний вес поезда. Обычный состав доставляет около 6 тысяч тонн угля, и его тянут две секции локомотива.

В ходе планирования АО «КТЖ- Грузовые перевозки» определило приоритетные задачи. Одним из направлений является формирование тяжеловесных длинносоставных поездов. С начала года организован пропуск 58 тысяч таких составов. В них сверх нормы перевезено 42 млн тонн груза. К примеру, со станции Железорудная на станции Магнитогорск и Куйбас отправлено 595 маршрутов по 75 вагонов в составе весом по 7000 тонн брутто, со станции Экибастуз на станцию Малорефтинскую отправлены 122 тяжеловесных поезда, состав которых по 97 вагонов весом по 9000 тонн брутто.

В таблицах 1,2 показаны характеристики длинносоставных и тяжеловесных грузовых поездов и особенности вождения грузовых поездов повышенной массы и длины

Основным элементом анализа структуры поездопотока является установление параметров, к которым относятся способы организации поездной работы на участках, которые заключаются в определении комбинаций и назначений поездов различной массы и длины в отдельные потоки, а так же технологию пропуска их на двухпутном направлении [3,4]. От режима работы существенным образом зависит потребное число удлиненных станционных путей, локомотивов и локомотивных бригад, т.е. техническая оснащенность линии, необходимая для организации устойчивого совместного пропуска поездов различной весовой категории. Организация поездной работы на двухпутном линейном направлении в условиях обращения поездов различной весовой категории может осуществляться по трем вариантам:

- организация движения поездов, как правило, массой 6000 т и более в груженом направлении и порожних длиной 1050 м и более в обратном с использованием станционных путей повышенной длины;

- организация движения соединенных блок-поездов (ЛСЛС, ЛССЛ и т.д.) при существующем оснащении линии;

- организация движения тяжеловесных, длинносоставных и блок-поездов (ЛСС, ЛЛСС и т.д.) при удлинении станционных путей на предузловых и обгонных станциях до длины, соответствующей длине блок-поездов.

Таблица 1. **Характеристика длинносоставных и тяжеловесных грузовых поездов**

Место расположения локомотива в поезде	Масса поезда, тыс. т	Число осей в поезде	Управление
Грузовые поезда обычного или специального формирования			
В голове	От 6.0 до 8.0	От 350 до 400 (вкл)	С головного локомотива
То же	Из порожних вагонов		То же
В голове и хвосте	От 6,0	От 400 до	С головного локомотива или одновременно с головного или хвостового вагона
В голове и последней трети состава	До 12,0 От 8,0 До 16,0	500 (вкл)	
Соединённые поезда			
В голове и середине состава	До 8,0	До 400	С головного локомотива или одновременно с головного или хвостового вагона
То же	От 6,0 До 12,0	Более 400 До 540 (вкл)	С объединённой тормозной магистралью
То же	Из порожних вагонов	Более 480 До 780	То же
В голове и середине состава	До 12,0	До 520 (вкл)	С автономными тормозными магистралями

Таблица 2. **Особенности вождения грузовых поездов повышенной массы и длины**

Схема формирования поезда и размещения локомотивов в составе	Максимальная длина и масса поезда	Особенности подготовки тормозов управление ими в поездах
Груженный, локомотив в голове состава	8 тыс. т, 400 осей	Зарядное давление 5,3-5,5 кгс/см^2 а в тормозной магистрали хвостового вагона после окончания зарядки не менее 4,5 кгс/см^2. При следовании на зелёный огонь светофора первую ступень торможения разрешается производить завышением давления в уравнительном резервуаре на 0,5-0,6 кгс/ см^2 , а псоле ступени торможениея более 0,5 кгс/ см см^2 , по окончании перехода повторно завысить на 0,5-0,7 кгс/ см^2
		На головном локомотиве устанавливается зарядное давление 6,0-6,2 кгс/ см^2 ,на локомотиве второго поезда -5,0 кгс/ см^2 . после соединения поездов и стабилизации давления в магистрали второго поезда на головном локомотиве давление завышается до 6,0 кгс/ см^2 . по истечение 60с после этого соединённый поезд разрешается отправлять. Управление тормозами соединенного поезда производит машинист головного локомотива

Первый вариант широко применяется на сети железных дорог и приносит определенный эффект за счет сокращения числа поездов, увеличения средней массы и т.д. При этом сочетание поездов повышенной массы в груженом направлении и увеличенной длины в порожнем направлении увеличивает непарность обмена поездов по стыковым пунктам и основным депо, в следствие чего ухудшается качество использования локомотивного парка.

Второй вариант получил широкое применение. В организации пропуска соединенных поездов без существенных изменений в техническом оснащении линий. При этом проблему увеличения провозной и пропускной способностей невозможно решить в полном объеме вследствие необеспечения безопасности движения поездов, больших простоев поездопотока при соединении-разъединении на перегонах и стоянок под обгоном или скрещением, поэтому нельзя использовать в качестве постоянной меры по увеличению провозной способности участков [5].

Поэтому основным способом повышения пропускной и провозной способности участка является система устойчивого обращения поездов повышенной массы и длины с различными схемами формирования (блок-поезда, одинарные тяжеловесные, длинносоставные и др.) на основе соответствующего технического обеспечения, который ориентирован на решение следующего комплекса задач:

- повышение использования локомотивов на основе формирования части блок-поездов по схеме ЛСС, ЛЛСС и ЛСЛСС;

- устойчивое соблюдение режима работы локомотивных бригад делением участков обращения на предузловые (вывозной принцип) и линейные (поездной принцип);

- увеличение средней массы поезда соответственно доле высвобождаемых бригад и локомотивов.

Результаты. Для организации движения одинарных поездов повышенной массы и длины требуется удлинение приемо-отправочных путей на основных технических станциях участках. Как правило, на крупных технических станциях используются несколько путей большой длины, необходимо лишь определить перерабатывающую способность этих путей в зависимости от организации технического осмотра (бригадой ПТО в две или три группы) и сравнить ее с потребными размерами движения одинарных тяжеловесных поездов.

При рассмотрении вариантов пропуска поездов повышенной массы и длины рассматривается принцип разработки технической основы совместного пропуска поездов различной массы и длины с наименьшим переустройством технической базы линии и изменением локомотивного парка, которое сократит капитальные вложения в техническую реконструкцию линии.

Для участков с несколькими техническими станциями можно скомбинировать большое количество вариантов обращения блок-поездов, число которых ограничивает оснащенность в технических устройствах, число станций преобразования и удлиненных на них путей. За счет дальности следования блок-поездов без расформирования и смены локомотивов - число вариантов для линейного направления может сократиться до двух-четырех. При этом необходимо соблюдать принцип «совпадения». Участки обращения блок-поездов выбирают так, чтобы их длина была кратна вагонному плечу (пробегу между техническими осмотрами вагонов) и участки обращения локомотивных бригад и не превышала локомотивных плеч (т.е. чтобы вариантный участок на стыках имел основное или оборотное депо). Поэтому возникнут расходы на создание и содержание дополнительных пунктов технического осмотра, усложнится привязка локомотивов и бригад к «ниткам» блок-поездов, а в отдельных случаях увеличатся расходы, связанные с регулированием локомотивного парка.

Обсуждение. Таким образом, внедрение современных технологий работы и повышение надёжности технических средств помогут сократить расходы и сделать перевозочный процесс более эффективным. Одно из ключевых направлений работы комплекса управления перевозками – по-прежнему увеличение веса и длины грузовых поездов.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Боровикова М. С. Организация движения на железнодорожном транспорте: — М. Маршрут, 2003. — С 368.

[2] Повышение эффективности работы железнодорожного пути в условиях Сибири и Казахстана: Межвуз. сб. науч. тр. / НИИЖТ. -Новосибирск, 1983. - С 188.

[3] Тихонов К.К. Выбор весовых норм грузовых поездов. - М.: Транспорт, 1967. - С 260.

[4] О. Е. Пудовиков. Управление длинносоставными тяжеловесными грузовыми поездами, УБС, 2010, выпуск 29, С. 214–231

[5] Мугинштейн Л.А. Интенсификация перевозочного процесса на базе тяжеловесного движения // Железнодорожный транспорт. – 2008. – №4. – С. 27–31.

Каспакбаев К.С., Устемирова Р.С., Карпов А.П., Куандыкова Д.Р., Нуралина А.К.

Өткізу қабілеті шектеулі желілерде поезд массасының нормасын арттыру мәселелері

Түйіндеме. Ең басты бағыттарының бірі игеру өсіп келе жатқан көлемдерін тасымалдауды арттыру массасын поездар. Бұл жүк кернеулі желілердегі қозғалыс қарқындылығын азайтуға, жөндеу және құрылыс жұмыстарын жүргізу мүмкіндігін жақсартуға мүмкіндік береді.

Локомотивтердің өнімділігін арттыру, электр энергиясы мен отынды үнемдеу, темір жол желілерінің тасымалдау қабілетін арттыру, жүктерді жеткізу мерзімін ұлғайту үшін поездың салмағын арттыру талап етіледі.

Өткізу қабілеті шектеулі жүк кернеулі желілер жағдайында поезд массасының нормасының артуының маңызы ерекше. Сондықтан темір жолдарда үлкен жүк пойыздарын жүргізу бойынша тәжірибе кең таралды.

Түйін сөздер: пойыз массасын арттыру, өткізу қабілеті, ұзын құрамды поезд, ауыр салмақты поезд, локомотивтердің өнімділігі.

УДК 631.81; 631.84

[1]G.R. Kekilbayeva, [2]N.K. Zhylybayeva, [2]S.K. Tanirbergenova
([1]S.Seifullin Kazakh AgroTechnical University, Nur-Sultan, Kazakhstan
[2]The Institute of Combustion problems, Almaty, Kazakhstan
e-mail: kekilbaeva@mail.ru; nurzhamaljk@mail.ru)

INFLUENCE OF GROWTH STIMULANTS ON QUALITY INDICATORS OF SPRING WHEAT PRODUCTIVITY

Abstract. The article presents experimental data on the effect of growth stimulants on the growth, development and productivity of spring wheat «Shortand 95 improved». The study was conducted on carbonate dark brown soils of the Akmola region. The efficiency of using growth stimulants in conjunction with phosphorous fertilizer in the processing of seed material and foliar treatment of plants has been established. Growth stimulants increases seed germination, stimulates plant growth, significantly increases grain yield, allows you to obtain environmentally friendly products and reduces costs.

Key words: dark brown soils, growth stimulants biologics, spring wheat, gluten.

[1]Г.Р. Кекілбаева, [2]Н.К.Жылыбаева, [2]С.К. Танирбергенова
([1] С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті» КЕАҚ,
Нұр-Сұлтан қ, Қазақстан
[2] РМК «Жану проблемалары институты», Алматы қ., Қазақстан
e-mail: kekilbaeva@mail.ru; nurzhamaljk@mail.ru)

ӨСУ СТИМУЛЯТОРЛАРЫНЫҢ ЖАЗДЫҚ БИДАЙ ӨНІМІНІҢ САПАЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРІНЕ ӘСЕРІ

Түйіндеме. Мақалада «Шортанды 95 жақсартылған» жаздық бидайдың өсуіне, дамуына және өнімділігіне отандық биостимулятордың әсерін зерттеу бойынша тәжірибелік деректер берілген. Зерттеу Ақмола облысының карбонатты қара қоңыр топырағында жүргізілді. Тұқым материалын өңдеу және өсімдікті тамырдан тыс өңдеу кезінде өсу стимуляторларын фосфорлы тыңайтқыштармен бірге қолдану тиімділігі анықталды. Өсу стимуляторлары тұқымның өнуін жоғарылатады, өсімдіктің өсуіне жағдай жасайды, астық өнімділігін едәуір арттырады, экологиялық таза өнім алуға мүмкіндік береді және шығындарды азайтады.

Түйінді сөздер: қара қоңыр топырақ, өсу стимуляторы, биопрепарат, жаздық бидай, клейковина.

Кіріспе. Елбасы Н.Ә. Назарбаев 2018 жылғы халыққа жолдауында: біздің негізгі міндетіміз 2022 жылға қарай ауыл шаруашылығы өнімінің экспортын 2,5 есе көбейту екенін айтып кетті. Қазақстан Республикасы аграрлық мемлекеттердің бірі болып табылады, яғни елдің экономикасы тікелей ауыл шаруашылығымен байланысты. Еліміз негізі астық дақылдарының ішінен көбіне бидай және бидай өнімдері экспортқа шығарылады [1].

Осыған орай, бидай және бидай өнімдерінің экспортын жоғарылату үшін, сәйкесінше оның өнімділігін және сапалық көрсеткіштерін арттыруымыз қажет.

Жоғары өнімділікті қамтамасыз ететін, дақылдарды өсіру технологиясының жаңа тәсілдерінің бірі – өсу стимуляторларын қолдану. Дәнді дақылдарды өсіру технологиясында өсу стимуляторларын қолдану егіншілікте 20-30% қосымша өнім алуға мүмкіндік береді. Өсу стимуляторлары өсімдікте өтіп жататын физиологиялық және биохимиялық үдерістерге кешенді түрде әсер етеді. Өсу стимуляторлары өсімдіктің вегетациялық кезеңін қысқартады, сондай-ақ егістердің жай-күйін түзетуге көмектеседі, қоршаған ортаның қолайсыз жағдайына байланысты егістікті стимулятормен өңдеу өсімдіктің орташа тәуліктік өсуі мен биіктігіне оң әсер етеді. Өсімдік қоршаған ортаның қолайсыз жағдайларына, температура ауытқуларына, ауруларға және зиянкестердің жағымсыз әсеріне төзімді болады [2-3].

Ауыл шаруашылығы дақылдарынан жоғары, әрі тұрақты өнім алу үшін, қоршаған ортаның қауіпсіздік ережесіне сай келетін, өсімдікке тиімділігі жоғары өсу стимуляторларын қолдану қажет. Соңғы жылдары ауыл шаруашылығының көптеген зерттеушілері өсу стимуляторларын қолданудың түрлі нәтижелерін анықтауға және олардың ауыл шаруашылығы үшін пайдасына көңіл аударуда. Қазіргі уақытқа дейін ауыл шаруашылығы дақылдарының стресстік жағдайына (құрғақшылықта, төменгі температурада, шамадан тыс ылғалдануда, сортаңдануда және т.б.) әртүрлі физиологиялық белсенді заттар оң әсері туралы көптеген ақпараттар жинақталған.

Ауыл шаруашылығы дақылдарынан жоғары өнім алу үшін себілетін дақылдардың сапасына көңіл аударған жөн, сондықтан себу алдында тұқымды өңдеу дақылдардың сапасын, сәйкесінше экономикалық тұрғыдан тиімділігін арттырады. Сонымен қатар, қазіргі таңда ауыл шаруашылығы өнімдерінің экологиялық таза болуына жоғары талаптар қойылады. Өсу стимуляторларын қолдану минералдық тыңайтқыштар мен пестицидтердің өнім сапасына теріс әсер етуін төмендетуге мүмкіндік береді [4-7].

Біздің зерттеулеріміздің мақсаты отандық жаңа «Биостимулятормен» себу алдындағы өңдеудің жаздық бидай дәнінің өнімділігі мен сапасына әсерін зерттеу болып табылады. Қойылған мақсатқа қол жеткізу үшін мынадай міндеттерді шешу қарастырылды: 1) биопрепараттардың жаздық бидайдың өсу көрсеткіштеріне әсерін зерттеу; 2) жаздық бидайдың өнімділігі мен өнімділігі құрылымының элементтеріне әсерін анықтау; 3) препараттардың жаздық бидай астығының сапасына әсерін зерттеу.

Зерттеу нысаны және әдістері

Зерттеу нысаны ретінде «Шортанды 95 жақсартылған» жаздық бидай сұрыпы (ары қарай – бидай) алынды. Тәжірибе микротанаптық жағдайда (түпсіз құтылар ауданы 0,0314 м^2) Ақмола облысы Целиноград ауданының ауыр құмбалшықты күңгірт қара қоңыр егістік жер топырағына жүргізілді.

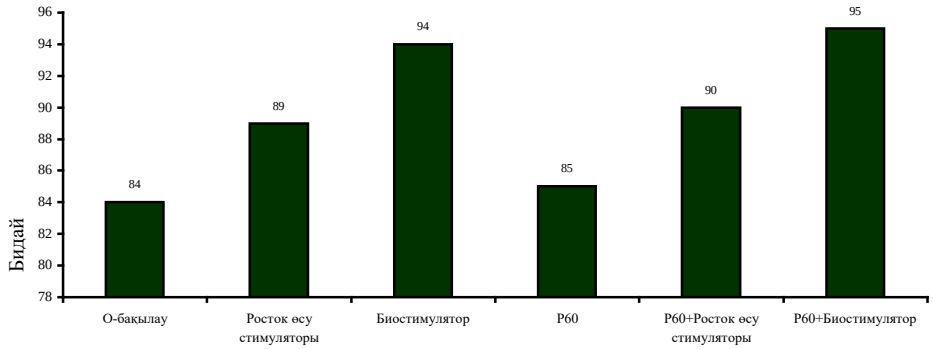
Зерттеу жүргізілген топырақтың агрохимиялық сипаты: топырақтың қарашірінді мөлшері 2,24 % құрайды, Мачигин бойынша топырақтағы P_2O_5 мөлшері 28,5 және K_2O – 899,2 мг/кг, pH 8,15-ке тең, сіңірілген негіздер жиынтығы 25,51 мг-экв/100 г. топырақта. Тәжірибе үш қайтарылымды, 6 нұсқадан тұрады. Тәжірибеде алғаш рет Алматы қаласындағы РМК «Жану проблемалары институты» өндірген жаңа «Биостимуляторы» мен белгілі Росток өсу стимуляторлары (салыстыру мақсатында) жеке және фосфор тыңайтқышымен бірге жаздық бидайдың сапасы мен өнімділігіне әсері зерттелінді. Минералдық тыңайтқыш ретінде қос суперфосфат (46%) қолданылды. Фосфор тыңайтқышы 0,41 г Р/құты мөлшерде енгізілді, яғни 60 кг/га сәйкес келеді. Жаздық бидайды себу алдында 4-5 сағат стимуляторларда (1 л суға 10 мл ерітінді) жібітілді және үстеме қоректендіру арқылы енгізілді.

Топырақтағы нитраттар – колориметрлік әдіспен дисульфофенолды қышқылда анықталынып, нитратты азотқа ($N\text{-}NO_3$) ауыстыру үшін алынған нәтижені 0,226 коэффициентіне көбейтілді; қарашірінді И.Тюрин әдісімен анықталынды. Жаздық бидайдың құрылымдық және сапалық көрсеткіштері Қазақстан стандартты әдістеріне сай жүргізілді [8-10].

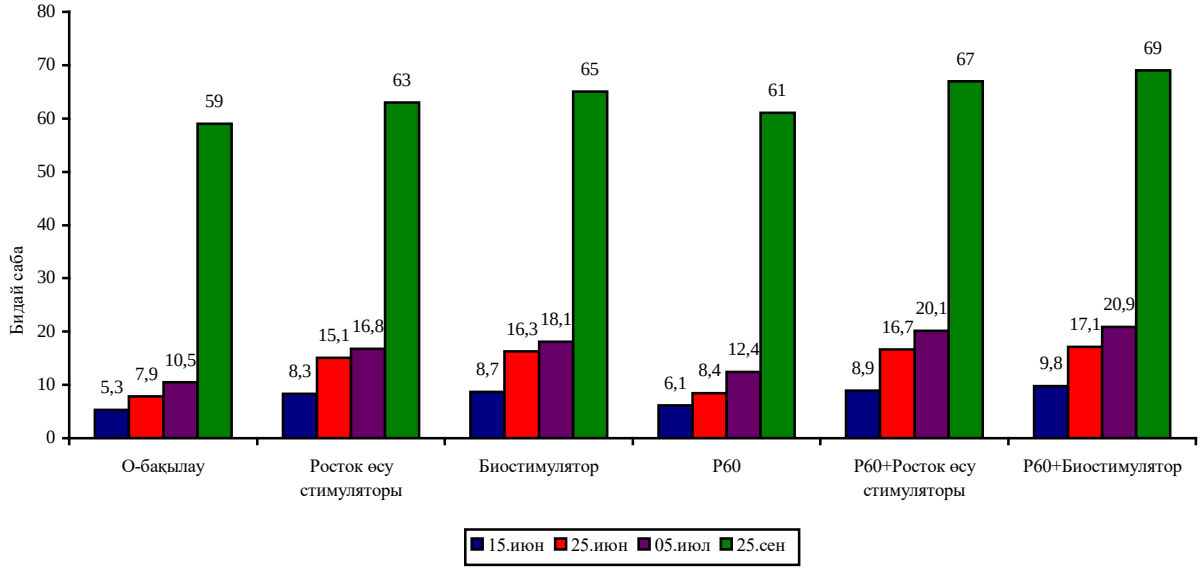
Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау

Жұмыста өсу стимуляторларының жаздық бидай өскінінің шығуы мен өсімдіктің өсуіне әсері зерттелді. Егу жұмыстары жүргізілгеннен кейін 5-6 күннен кейін P_{60}+Биостимулятор нұсқасында алғашқы егін көгі пайда болды. Басқа нұсқаларда егін көгі 6-7 күннен кейін, ал бақылау нұсқасында егін көгі 8 күннен кейін шықты. Жаздық бидайдың егін көгінің шығуының пайыздық мөлшері 1-суретте келтірілген.

Бидай дақылдарының өсу дәрежесін анықтау әр 10 күн сайын өсімдіктердің биіктігін өлшеу арқылы жүргізілді. Алғашқы 10 тәулік ішінде препараттармен өңделген нұсқаларда өсімдіктердің өсу қарқыны байқалады. Өнімді жинау кезінде өсу стимуляторлары нұсқаларында өсімдіктер сабақтарының ұзындығы бақылау нұсқасымен салыстырғанда 7-10 %-ға, фосфор тығайтқышымен қосылған өсу стимуляторлары нұсқаларында 13-17 %-ға өскені анықталды, яғни, 2-суреттен өнімді жинап алу кезінде де бидай сабақтары бақылаумен салыстырғанда, сәйкесінше 8 және 10 см-ге биік болғандығын көруге болады.



1-сурет. Өсу стимуляторларының өскіннің шығуы мен өсімдіктің өсуіне әсері, (үш қайталым бойынша орташасы)



2-сурет. Тәжірибе барысында бидайдың өсіп-дамуы
(үш қайталым бойынша орташасы)

Жаздық бидайдың құрылымдық көрсеткіштеріне өсу стимуляторларының жеке және фосфор тыңайтқышымен бірге қолдану кезіндегі әсерін зерттеуде алынған мәліметтерден өсу стимуляторларының жаздық бидайдың құрылымдық көрсеткіштеріне (өсімдіктердің биіктігіне, масақтың ұзындығына, масақтағы дәндердің санына, масақтағы дәндердің массасына) оң әсері анықталды (1-кесте).

1-кесте. **Жаздық бидайдың құрылымдық көрсеткіштері**

Өсімдік құрылымдық көрсеткіштері	Зерттеу нұсқалары					
	О-бақылау	Росток өсу стимуляторы	Биостимулятор	$Р_{60}$	$Р_{60}$+Росток өсу стимуляторы	$Р_{60}$+ Биостимулятор
Өсімдіктің биіктігі, см	59	63	65	61	67	69
Өнімді масақтар саны, дана	22	24	26	23	28	29
Масақтың салмағы, г	0,9	1,1	1,3	1,0	1,4	1,6
Бір масақтағы дәндер саны, дана	11	15	17	13	19	21
Масақтың ұзындығы, см	6,5	7,0	8,3	7,2	8,5	9,0
1000 дән салмағы, г	33,7	34,8	37,1	34,4	36,3	38,9
Өнімділік, ц/га	10	13	14	12	15	16

Өнім жинап алған кезде өсімдіктердің биіктігі 59-69 см аралығында болды. Өнімді масақтардың саны бақылау нұсқасымен салыстырғанда «Биостимулятор» нұсқасында (26 дана), сәйкесінше «$Р_{60}$ + Биостимулятор» нұсқасында жоғары (29 дана) болды.

Масақтарының салмақтары: бақылау нұсқасында 0,9 г, препараттармен өңделген нұсқаларда 1,1 және 1,3 г (сәйкесінше, Росток өсу стимуляторы мен Биостимулятор), $Р_{60}$ нұсқасында 1,0 г, ал $Р_{60}$+Росток өсу стимуляторы мен $Р_{60}$+Биостимулятор нұсқаларында, сәйкесінше, 1,4 және 1,6 г екендігі анықталды. Сонымен қатар, бір масақтағы дәндер саны бойынша да өсу стимуляторларының дән түзуге оң әсері байқалады.

Масақтарының ұзындығы бойынша да жоғары көрсеткішті Биостимуляторды жеке және форсфор тыңайтқышымен бірге пайдаланған кездегі нұсқаларда байқалды (8,3-9,0 см).

1000 дәннің салмағы бақылау нұсқасында 33,7 г болса, $Р_{60}$+Биостимулятор нұсқасында ең жоғарғы көрсеткіш – 38,9 г құрады. Өнімділікте сәйкесінше, өсу стимуляторларын тыңайтқышпен бірге пайдаланған нұсқаларында 15-16 ц/га жетті. Яғни, бақылау нұсқасына қарағанда 50-60 % артты (1-кесте).

Жаздық бидай қоректік элементтерге жоғары талап қояды, 25 ц/га өнім мен сәйкесінше оның сабаны 95 кг азот, 30 кг фосфор, 45 кг калий алып шығады.

Дәнді дақылдардың құрамында азот, фосфор мөлшері сабанына қарағанда дәнінде, ал калий мөлшері дәніне қарағанда сабанында жоғары мөлшерде болды (2-кесте).

2-кесте 2. **Жаздық бидайдың дән және сабан құрамындағы NPK мөлшері**

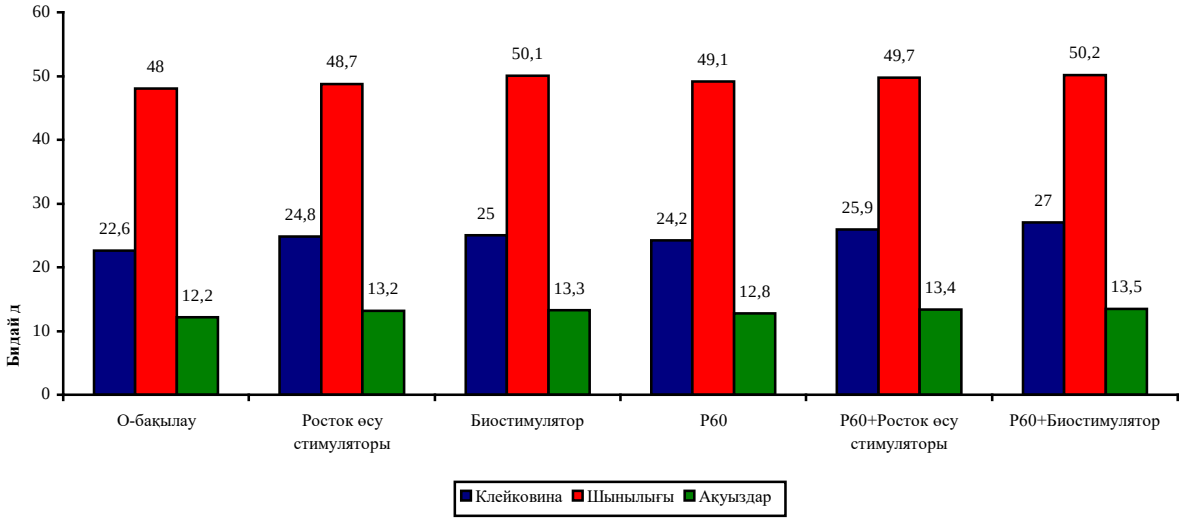
Зерттеу нұсқалары	Дән құрамындағы NPK мөлшері, %			Сабан құрамындағы NPK мөлшері,%		
	N	P_2O	K_2O	N	P_2O	K_2O
О-бақылау	1,13	0,94	0,54	0,21	0,45	2,33
Росток өсу стимуляторы	1,18	0,95	0,56	0,23	0,57	2,34
Биостимулятор	1,19	0,99	0,55	0,22	0,59	2,38
$Р_{60}$	1,15	1,02	0,54	0,20	0,52	2,22
$Р_{60}$+Росток стимуляторы	1,24	1,03	0,59	0,26	0,60	2,16
$Р_{60}$+Биостимулятор	1,29	1,04	0,59	0,26	0,60	2,40

Жаздық бидай өнімінің сапалық көрсеткіштеріне өсу стимуляторларының әсерін зерттеу барысында бидай дәнінің негізгі сапалық көрсеткіштерінің бірі құрамындағы клейковина мөлшері анықталынды. Клейковина мөлшері бақылау нұсқасында 22,6 % болса, ал Биостимулятор нұсқасында 25,0 %, $Р_{60}$+Биостимулятор нұсқасында 27 %, яғни жоғары көрсеткішке ие болды.

Жұмыста дәннің шынылғы анықталды. Ол астықтың ең бір негізгі технологиялық сапасының көрсеткіші болып табылады. Дәннің шынылығы эндоспермнің консистенциясын және оның құрылысы мен ұлпасының өзара орналасуын көрсетеді. Дәннің көлденең кескіні көрген кезде, шынының сынуына ұқсайтындықтан дәннің шынылығы деп аталады. Сәуле түсу кезінде ол мөлдір көрінеді. Дәннің шынылығы бақылау нұсқасында 48,0 %, тек фосфор тыңайтқышын енгізген нұсқада 49,1 %, яғни төмен көрсеткішке ие болды. Ал биостимулятор жеке және тыңайтқышпен қоса пайдаланылған нұсқаларда көрсеткіш жоғарылады. $Р_{60}$+Биостимулятор нұсқасында ең жоғары көрсеткішті көрсетті (50,2 %). Дәннің шынылығынын арттыру сапалы ұн алуда маңызы зор.

Бидай ақуызы осы өнімнің негізгі құнды элементтерінің бірі болып табылады, сондықтан оның астықтағы мөлшері өнімнің қорытынды сыныбы мен сапасына әсер етеді. Бидай ақуызын жалпылама протеин деп те атайды. Бидай ақуызы – толығымен табиғи өнім, ағзаға теріс әсер етпейді, тіпті керісінше – жақсы қоректік зат, құрамында сонымен қатар қосымша минералдар бар.

Ақуыз мөлшері, сәйкесінше, бақылау мен $Р_{60}$ нұсқаларында төмен көрсеткішті көрсетті (12,2; 12,8 %), жоғары көрсеткішке Биостимуляторды жеке және тыңайтқышпен бірге пайдаланған нұсқалар (13,3; 13,5 %) ие болды (3-сурет).



3-сурет. Өсу стимуляторларының өнім сапасына әсері

Жүргізілген зерттеулер өсу стимуляторларын жеке және тыңайтқышпен бірге пайдалану кезінде дәннің құрылымдық және сапалық көрсеткіштерін арттыратыны анықталды.

Қорытынды

Отандық «Биостимулятордың» егін көгінің шығуы мен өсімдіктің өсуіне оң әсері байқалды. Яғни, бақылаумен салыстырғанда 2-3 күн ерте шығуын қамтамасыз етті. Және де жаздық бидайдың құрылымдық элементтеріне: өсімдіктердің биіктігіне, масақтың ұзындығына, масақтағы дәндердің санына, масақтағы дәндердің массасын түзуіне $Р_{60}$+Биостимулятор нұсқасында ең жоғарғы өнімділік ие болды (16 ц/га).

Сонымен қатар, бидай дақылының маңызды сапалық көрсеткіштері клейковина және ақуыз мөлшеріне өсу стимуляторлары оң әсер етті. Клейковина мөлшері бақылау нұсқасында 22,6 % болса, оның ең жоғары мөлшері $Р_{60}$+Биостимулятор нұсқасында байқалды (27 %). Ақуыз мөлшері өсу стимуляторларын жеке және тыңайтқышпен бірге пайдалану кезінде алынған дән нұсқаларында 13,2-13,5 % болса, бақылау нұсқасында оның мөлшері 12,2 %-ды құраған.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Мемлекет басшысы Н.Ә.Назарбаевтың Қазақстан халқына жолдауы // www.akorda.kz/addresses/addresses_of_president/memleket-basshysy-nanazar_baevtyn-kazakstan-halkyna-zholdauy-2018-zhylgy-5-kazan.

[2] Кузьминых А. Н., Пашкова Г. И. Урожайность и качество зерна озимой ржи в зависимости от применения стимуляторов роста // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». – 2016. – № 1. – С. 26-29.

[3] Мамсиров Н. И., Дагужиева З. Ш. Влияние минеральных удобрений и регуляторов роста на продуктивность озимой пшеницы в Адыгее // Новые технологии. – 2016. – № 2. – С. 117-123.

[4] Сулейменов Б.У., Сапаров А.С., Кан В.М., Колесникова Л.И., Сейтменбетова А.Т. Влияние гуминового препарата на продуктивность озимои пшеницы в условиях «Агропарка Онтустик» // Почвоведение и агрохимия. – 2019. – №3. – С. 71-79.

[5] Atiyeh R.M., Subler S., Edwards C.A., Metzger J. Growth of tomato plants in horticulture potting media amended with vermicompost // Pedobiologia. – 1999. – № 43. – P. 724-728.

[6] Bano K., Kale R.D, Satyavathi G.P. Vermicompost as fertilizer for ornamental plants. In: Rajagopal, D., Kale, R. D. and Bano, K. – (Ed.) // Proc. IV National Symposium Soil, Biology. Ecology. ISSBE. – UAS, Bangalore, 1993. – P. 165-168.

[7] Ghosh M., Chottopadhya G.N., Baral K., Munsi P.S. Possibility of using vermicompost in Agriculture for reconciling sustainability with productivity. – Proceding of the Seminar on Agrotechnology and Environment. –1999. – P. 64-68.

[8] Аренушкин Е.В. Руководства по химическому анализу. – М.: МГУ, 1970. – 488 с.

[9] Елешев Р, Смағұлов Т, Балғабаев Ә, Рамазанова Р. Агрохимиялық зерттеулер әдістемесі. «Тоғанай Т». – Алматы, 2008. – 265 б.

[10] СТ РК 1046-2008. Пшеница. Технические условия. Комитет по техническому регулированию и метрологии Министерства индустрии и торговли. Республики Казахстан (Госстандарт**).**

Кекілбаева Г.Р., Жылыбаева Н.К., Танирбергенова С.К.

Влияние стимуляторов роста на качественные показатели продуктивности яровой пшеницы

Резюме. В статье представлены экспериментальные данные по изучению влияния отечественного биостимулятора на рост, развитие и продуктивность яровой пшеницы «Шортанды 95 улучшенный». Исследование проводилось на карбонатных темно-каштановых почвах Акмолинской области. Установлена эффективность применения стимуляторов роста совместно с фосфорным удобрением при обработке семенного материала и внекорневой обработки растении. Стимуляторы роста повышает всхожесть семян, стимулирует рост растений, значительно увеличивает урожайности зерна, позволяет получать экологически чистую продукцию и уменьшает затраты.

Ключевые слова: темно-каштановые почвы, стимуляторы роста, биопрепарат, яровая пшеница, клейковина.

ӘОЖ 669.15-198

B.S. Kelamanov, O.R. Sariev, M.B. Bekbolatova,
A.M. Abdirashit, A.G. Burumbayev
(Aktobe Regional State University named after K. Zhubanov, Aktobe, Kazakhstan
e-mail: Kelamanov-b@mail.ru)

MODELING AND ANALYSIS OF THERMODYNAMIC PROCESSES IN Fe-Si-C AND W-Si-C SYSTEMS

Abstract. The article deals with the research and implementation of thermodynamic calculations using the complex program «Triangle» for the triple system Fe-Si-C and W-Si-C. By the results the main phases a investigated that occur. In addition, the possibility of creating a real material equilibrium of melting and thermodynamic regulation of the alloy composition was considered.

Key words: thermodynamic, phase, system, temperature, diagram, connection.

Б.С. Келаманов, О.Р. Сариев, М.Б. Бекболатова,
А.М. Әбдірашит, А.Г. Бурумбаев
(Қ.Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік мемлекеттік университеті, Ақтөбе, Қазақстан)

Fe-Si-C ЖӘНЕ W-Si-C ЖҮЙЕЛЕРІНДЕГІ ТЕРМОДИНАМИКАЛЫҚ ҮРДІСТЕРДІ МОДЕЛЬДЕУ ЖӘНЕ ТАЛДАУ

Аңдатпа. Мақалада Fe-Si-C және W-Si-C үштік жүйеге арналған «Triangle» кешенді бағдарламасын қолдану арқылы термодинамикалық есептеулерді жүргізу және зерттеу сұрақтары қарастырылған. Алынған нәтижелер бойынша темір-вольфрам қорытпаларында пайда болатын негізгі фазалар және олардың температураға байланысты өзгерістері зерттелді. Сонымен қатар, балқытудың нақты материалдық тепе-теңдігін жасау және қорытпаның құрамын термодинамикалық реттеу мүмкіндігі қарастырылды.

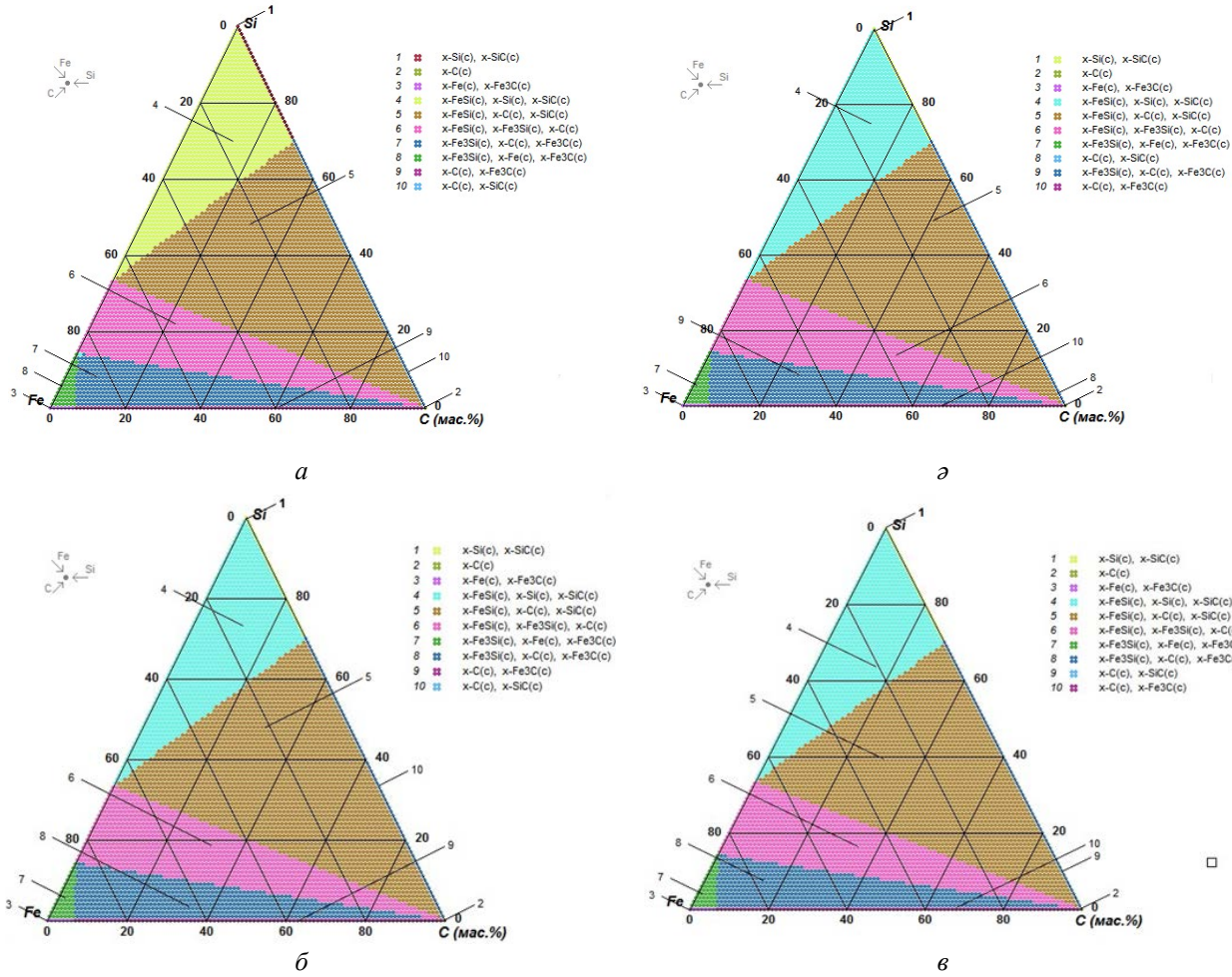
Кілт сөздер: термодинамика, фаза, жүйе, температура, диаграмма, қосылыстар.

Кіріспе. Металлургияның іргелі және қолданбалы зерттеулерінде температураға және қысымға байланысты пирометаллургиялық өңдеуге ұшыраған шикізат түрлерінің жай-күйін зерттеу ерекше орын алады. Күрделі көп компонентті жүйелердегі үрдістерді классикалық термодинамикалық зерттеу кезінде өте үлкен және күрделі математикалық есептерді қолдануды талап етеді. Сондай-ақ, тәуелсіз реакциялардың көп санының термодинамикалық параметрлерін анықтау қажеттілігімен байланысты болып келеді. Гиббс еркін энергиясы реакцияларының өзгеруін анықтау үшін қажетті заттардың барлық қасиеттері туралы деректер шектеулі, мұндай жағдайлар көп компонентті жүйелердің термодинамикалық талдау мүмкіндігін мүлдем жоққа шығарады. Сонымен қатар, үрдістің аралық сатыларының ерекшеліктерін ескермейді, өйткені үрдістің кіріс және шығыс параметрлерімен ғана жұмыс істейді [1].

Әдістер. Мақалада «Terra» кешенді бағдарламасының көмегімен Fe-W-Si-C төрт компонентті жүйені құрайтын, әрбір жеке Fe-Si-C және W-Si-C жүйелеріне термодинамикалық талдау жүргізілді. «Terra» кешенді бағдарламасында «Triangle» интерфейсі қарастырылған және оның көмегімен бір циклда конденсацияланған барлық фазалық кешенді құруға болады. «Triangle» бағдарламасы

концентрациялық үшбұрыштың 100 нүктелері (құрамы) үшін тепе-теңдік шоғырлануды есептейді сондай-ақ, фазалық аймақтағы фазалардың мазмұнына сәйкес әртүрлі түстерге автоматты түрде бояйды [2]. «Triangle» кешенді бағдарламасы үш фазалы диаграммаларды құру үрдісін жеңілдетуге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, тепе-теңдік фазалық құрамын есептеу үшін екі режимде жүргізуге болады. Яғни, біріншіден изотермиялық жағдай үшін, жүйенің тепе-теңдігі температурасы (T, K) және қысым (p, МПа) мәндерімен орнатылған кезде. Ал екіншіден есептеудің әр нүктесінде қысым (p, МПа) және энтальпия (бастапқы материалдардың қалыптасу энтальпиясы) (I, кДж/кг) мәндерімен көрсетілген адиабатикалық тепе-теңдік өзгерісі (жану) жағдайлары үшін.

Талқылау. Есептеу барысында кез-келген көп компонентті жүйелердің Fe-W-Si-C диаграммасының фазалық құрамын анықтау үшін графикалық әдіс қолданылуы мүмкін. Осы тетраэдрде координат торларын қолданған кезде фазалық құрамды анықтауға болады. Мұндай есептеулер кезінде математикалық әдістер де ұсынылады. Олар графикалық тәсілді қолдану мүмкін болмаған жағдайда, 5 және одан да көп компоненттік жүйелер үшін жалғыз ғана мүмкіндік болып табылады. Диаграмманы құру осы режимде температура арқылы анықталатын шама болып табылады. «Triangle» бағдарламасының көмегімен 2173, 2373, 2573 және 2773К температураға тең болатын Fe-Si-C және W-Si-C үш фазалық жүйелерінің диаграммалары тұрғызылды. Диаграмманы құру осы режимдегі температуралардың шамасына байланысты болып табылады. Нәтижелер 1-ші суретте келтірілген.



а *ә* *б* *в*

Сурет 1. Әртүрлі температурадағы Fe-Si-C үштік жүйесінің фазалық құрамының диаграммасы: 2173К(*а*), 2373К(*ә*), 2573К(*б*), 2773К(*в*)

«Triangle» кешенді бағдарламасын қолдана отырып 2173К температурада пайда болатын қосылыстардан тұратын үштік жүйенің фазалық диаграммасы тұрғызылды. Нәтижесінде Fe-Si-C үштік жүйесі 47% $FeSi_{(c)}$, $C_{(c)}$, $SiC_{(c)}$, 20% $FeSi_{(c)}$, $Si_{(c)}$, $SiC_{(c)}$, 14% $FeSi_{(c)}$, $Fe_3Si_{(c)}$, $C_{(c)}$, 9% $Fe_3Si_{(c)}$, $C_{(c)}$, $Fe_3C_{(c)}$, 5% $Fe_3Si_{(c)}$, $Fe_{(c)}$, $Fe_3C_{(c)}$ қосылыстарынан тұратындығы белгілі болды, қалған аз мөлшерде пайда болған

қосылыстар жиынтығы Fe-Si-C жүйесінің 5% мөлшерін құрады (сурет 1(*а*)). Зерттеу температурасы 2373К-ге тең болатын үштік жүйенің фазалық диаграммасы (сурет 1(*ә*)) нәтижесінде Fe-Si-C үштік жүйесі 47% $FeSi_{(c)}$, $C_{(c)}$, $SiC_{(c)}$, 20% $FeSi_{(c)}$, $Si_{(c)}$, $SiC_{(c)}$, 14% $FeSi_{(c)}$, $Fe_3Si_{(c)}$, $C_{(c)}$, 9% $Fe_3Si_{(c)}$, $C_{(c)}$, $Fe_3C_{(c)}$, 5% $Fe_3Si_{(c)}$, $Fe_{(c)}$, $Fe_3C_{(c)}$ қосылыстарынан құралып, ал қалған аз мөлшердегі қосылыстар жиынтығы Fe-Si-C жүйесінің 5% мөлшерімен шектелді. Термадинамикалық жүйені талдау нәтижесінде зерттеу температурасы 2573К-ге тең Fe-Si-C үштік жүйесі 47% $FeSi_{(c)}$, $C_{(c)}$, $SiC_{(c)}$, 20% $FeSi_{(c)}$, $Si_{(c)}$, $SiC_{(c)}$, 14% $FeSi_{(c)}$, $Fe_3Si_{(c)}$, $C_{(c)}$, 9% $Fe_3Si_{(c)}$, $C_{(c)}$, $Fe_3C_{(c)}$, 5% $Fe_3Si_{(c)}$, $Fe_{(c)}$, $Fe_3C_{(c)}$ қосылыстарынан тұрады, қалған аз мөлшердегі қосылыстар жиынтығы Fe-Si-C жүйесінің 5%-н құрайды (сурет 1 (*б*)).

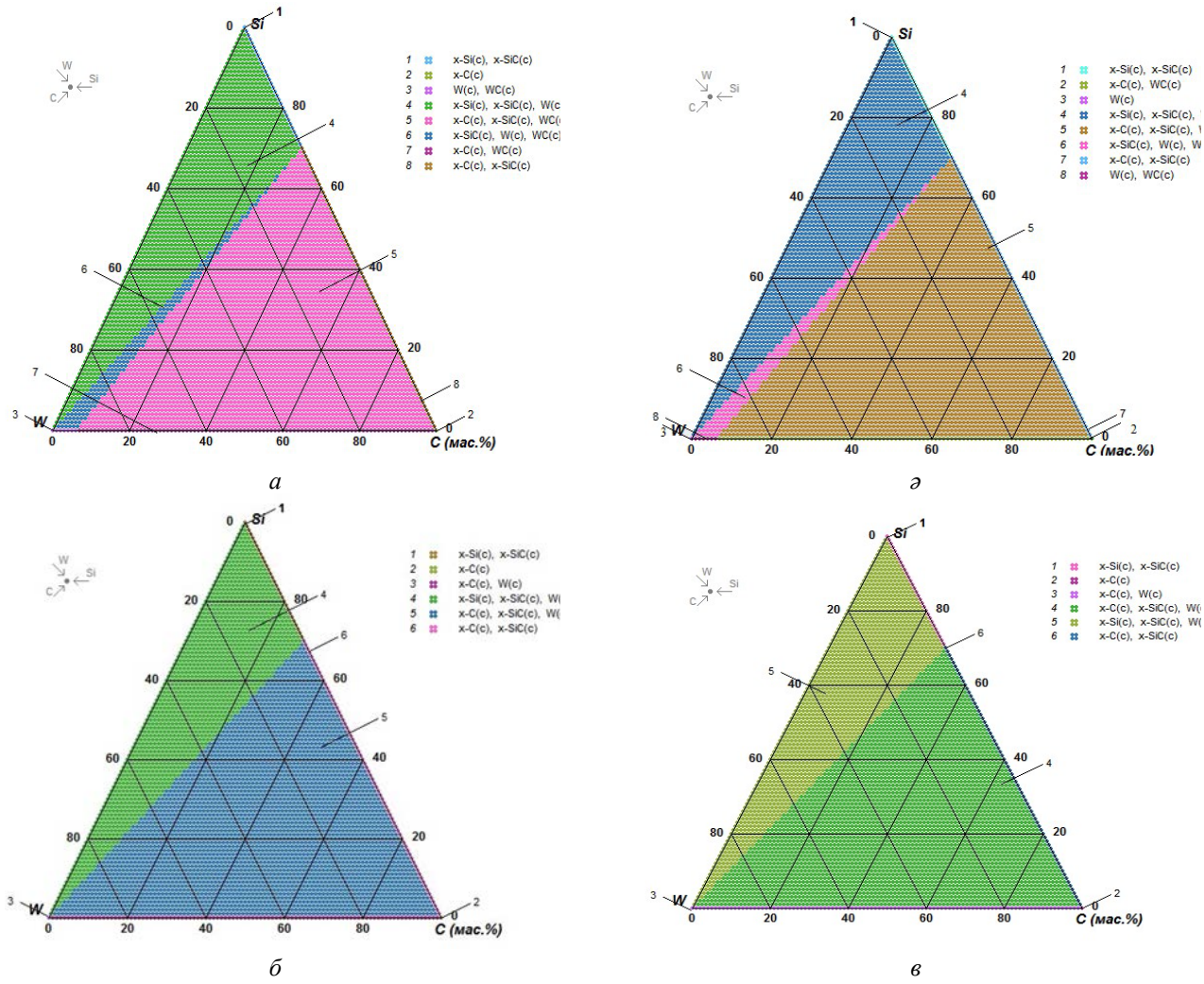
Салыстыру мақсатында жоғары температура аймағында жүргізілген, яғни, 2773К температура кезінде Fe-Si-C үштік жүйесінің диаграммасы келесідей: 47% $FeSi_{(c)}$, $C_{(c)}$, $SiC_{(c)}$, 20% $FeSi_{(c)}$, $Si_{(c)}$, $SiC_{(c)}$, 14% $FeSi_{(c)}$, $Fe_3Si_{(c)}$, $C_{(c)}$, 9% $Fe_3Si_{(c)}$, $C_{(c)}$, $Fe_3C_{(c)}$, 5% $Fe_3Si_{(c)}$, $Fe_{(c)}$, $Fe_3C_{(c)}$ қосылыстары, ал қалған аз мөлшердегі қосылыстар жиынтығы Fe-Si-C жүйесінің 5%-н құрайтындығы анықталды (сурет 1(*в*)).

«Triangle» кешенді бағдарламасын қолдану арқылы келесі үштік жүйе (W-Si-C) зерттелді. 2173К температурада зерттелетін үштік жүйенің фазалық диаграммасының нәтижелері келесідей: аталған жүйені құраушы 8 фаза және осы жүйені 70% $C_{(c)}$, $SiC_{(c)}$, $WC_{(c)}$, 20% $Si_{(c)}$, $SiC_{(c)}$, $W_{(c)}$, 5% $SiC_{(c)}$, $W_{(c)}$, $WC_{(c)}$ қосылыстары құрайды, қалған қосылыстар W-Si-C жүйесінің 5% мөлшерін алып жататындығы белгілі болды (сурет 2(*а*)).

Кесте 1. **Әртүрлі температура аймағындағы Fe-Si-C жүйесінің фазалық облыстар саны және мөлшерлері**

№	Фазалар	Температура, К			
		2173	2373	2573	2773
		Құрамы, %			
1	$Si_{(c)}$; $SiC_{(c)}$	< 1	< 1	< 1	< 1
2	$C_{(c)}$	< 1	< 1	< 1	< 1
3	$Fe_{(c)}$; $Fe_3C_{(c)}$	< 1	< 1	< 1	< 1
4	$FeSi_{(c)}$; $Si_{(c)}$; $SiC_{(c)}$	20	20	20	20
5	$FeSi_{(c)}$; $C_{(c)}$; $SiC_{(c)}$	47	47	47	47
6	$FeSi_{(c)}$; $Fe_3Si_{(c)}$; $C_{(c)}$	14	14	14	14
7	$Fe_3Si_{(c)}$; $C_{(c)}$; $Fe_3C_{(c)}$	9	9	9	9
8	$Fe_3Si_{(c)}$; $Fe_{(c)}$; $Fe_3C_{(c)}$	5	5	5	5
9	$C_{(c)}$; $Fe_3C_{(c)}$	< 1	< 1	< 1	< 1
10	$C_{(c)}$; $SiC_{(c)}$	< 1	< 1	< 1	< 1

Температуралық шкала 2373К-ге артқанда W-Si-C жүйесі 8 құраушы фазадан тұрады және зерттелген жүйе 70% $C_{(c)}$, $SiC_{(c)}$, $WC_{(c)}$, 20% $Si_{(c)}$, $SiC_{(c)}$, $W_{(c)}$, 5% $SiC_{(c)}$, $W_{(c)}$, $WC_{(c)}$ қосылыстарынан тұрса, қалған аз мөлшердегі қосылыстар жиынтығы W-Si-C жүйесінің 5% мөлшерін құрады (сурет 2(*ә*)). 2573К температурада жүргізілген зерттеудің нәтижесі бойынша W-Si-C үштік жүйесіндегі орын алатын елеулі өзгерістерді көруімізге болады. 2573К температура кезінде үштік жүйені құраушы фазалардың саны 6-ға дейін кемитіндігі анықталды және жүйе: 70% $C_{(c)}$, $SiC_{(c)}$, $WC_{(c)}$, 20% $Si_{(c)}$, $SiC_{(c)}$, W(c), 5% $SiC_{(c)}$, $W_{(c)}$, $WC_{(c)}$ қосылыстарынан құралады, ал қалған аз мөлшерде түзілетін қосылыстар жиынтығы 5% мөлшерден тұрады (сурет 2(*б*)). Температура жоғарылаған сайын (2773К) үштік жүйенің фазалық диаграммасын құраушы фазалар саны 6-ға тең болады. W-Si-C үштік жүйесі: 70% $C_{(c)}$, $SiC_{(c)}$, $WC_{(c)}$, 20% $Si_{(c)}$, $SiC_{(c)}$, $W_{(c)}$, 5% $SiC_{(c)}$, $W_{(c)}$, $WC_{(c)}$ қосылыстарынан тұрады, қалған аз мөлшердегі қосылыстар жиынтығы W-Si-C жүйесінің 5% мөлшерін құрайды (сурет 2(*в*)).



Сурет 2. Әртүрлі температурадағы W-Si-C үштік жүйесінің фазалық құрамының диаграммасы: 2173К(*а*), 2373К(*ә*), 2573К(*б*), 2773К(*в*)

Кесте 2. **Әртүрлі температура кезіндегі W-Si-C жүйесінің фазалық облыстар саны және мөлшерлері**

№	Фазалар	Температура, К			
		2173	2373	2573	2773
		Құрамы, %			
1	$Si_{(c)}$; $SiC_{(c)}$	< 1	< 1	< 1	< 1
2	$C_{(c)}$	< 1	-	< 1	< 1
3	$W_{(c)}$; $WC_{(c)}$	< 1	< 1	-	-
4	$Si_{(c)}$; $SiC_{(c)}$; $W_{(c)}$	20	20	26	26
5	$C_{(c)}$; $SiC_{(c)}$; $WC_{(c)}$	70	70	70	70
6	$SiC_{(c)}$; $W_{(c)}$; $WC_{(c)}$	5	5	-	-
7	$C_{(c)}$; $WC_{(c)}$	< 1	< 1	-	-
8	$C_{(c)}$; $SiC_{(c)}$	< 1	< 1	-	-
9	$W_{(c)}$	< 1	< 1	< 1	< 1
10	$C_{(c)}$; $W_{(c)}$	-	-	< 1	< 1

Талқылау. Алынған нәтижелерді талдау кезінде пайда болған фазалардың құрамы мен саны бойынша 2173-2773К температуралық интервал кезінде бірнеше облысқа бөлінгенін көрсетті. Fe-Si-C үштік жүйесінің негізгі балқу температурасында, яғни, 2773К-де 10 қосылыс пайда болды. Зерттелген жүйенің ауқымды бөлігін алып жатқан $FeSi_{(c)}$; $C_{(c)}$; $SiC_{(c)}$ фазасы Fe-Si-C үштік жүйесінің 47% мөлшерін

құрайтын негізгі металл құрамдас фаза болып табылады. Зерттеу жұмысы аясында Fe-Si-C үштік жүйесін құраушы фазалар саны температуралар интервалында өзгеріске ұшырамайтындығы анықталды. Төмен температураларда түзілген құраушы фазалардың құрамын өзгертпей балқыманың балқу температурасы кезінде де өз құрамдарын сақтайтындығы анықталды.

W-Si-C үштік жүйесінің фазалық құрамын есептеу жұмыстарын жүргізу кезінде орын алатын елеулі өзгерістердің болатындығын көруімізге болады. Аталған жүйені төменгі температуралар интервалында (2173-2373К) зеттеу барысында жүйені құраушы фазалар саны 8-ге тең екендігі анықталды. Аталған температуралар кезінде жүйенің 70% мөлшерін $C_{(c)}$; $SiC_{(c)}$; $WC_{(c)}$ фазасы құрайтыны белгілі болды. Сонымен қатар, $Si_{(c)}$; $SiC_{(c)}$; $W_{(c)}$ фазасы W-Si-C үштік жүйесінің 20% мөлшерін алып жатыр. W-Si-C үштік жүйесінде 2173К температура кезінде $C_{(c)}$ фазасы шамамен 1%-ға жуық мөлшерде түзіліп, 2373К температурада жойылатынына да көз жеткіздік. $SiC_{(c)}$; $W_{(c)}$; $WC_{(c)}$ фазасы 2173-2373К температуралар аймағында үштік жүйенің шамамен 5%-ға жуық мөлшерінде түзіліп, температура артуымен жойылатындығы анықталды. Температуралық интервал артып, зерттеу жұмысының жоғары температуралық нүктесіне жеткенде (2573-2773К) W-Si-C үштік жүйесін құраушы фазалар саны 6-ға кемиді. Сонымен қатар, 2173-2373К температуралар аймағында $Si_{(c)}$; $SiC_{(c)}$; $W_{(c)}$ фазасы W-Si-C үштік жүйесінің 20% мөлшерін алып жататыны және фазаның мөлшері 26%-ға артатыны дәлелденді. Зерттеу жұмысының нәтижелері бойынша жоғары температуралар кезінде құрамын жоятын фазаларға келесілер жатады: $W_{(c)}$, $WC_{(c)}$; $SiC_{(c)}$, $W_{(c)}$, $WC_{(c)}$; $C_{(c)}$, $WC_{(c)}$; $C_{(c)}$, $SiC_{(c)}$. Ферровольфрам балқымасының балқу температурасы аумағында, яғни 2573-2773К температуралар кезінде жаңа $C_{(c)}$; $W_{(c)}$ фазасы түзіліп, жүйенің шамамен 1% аумағына ие болатындығы анықталды.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Габдуллин Т.Г., Такенов Т.Д., Байсанов С.О., Букетов Е.А. Физико-химические свойства марганцевых шлаков. - Алматы: Наука, 1984. - 232с.

[2] Акбердин А.А. Балансовый метод расчета равновесного фазового состава многокомпонентных систем //КИМС. - 1995. - №3. - С. 92-93.

Келаманов Б.С., Сариев О.Р., Бекболатова М.Б., Әбдірашит А.М., Бурумбаев А.Г.

Моделирование и анализ термодинамических процессов в системах Fe-Si-C и W-Si-C

Резюме. В статье рассмотрены вопросы исследования и проведения термодинамических расчетов с использованием комплексной программы «Triangle» для тройной системы Fe-Si-C и W-Si-C. По полученным результатам были изучены основные фазы, образовавшегося в железо-вольфрамовых сплавах, и их изменения в зависимости от температуры. Кроме того, была рассмотрена возможность создания реального материального баланса плавки и термодинамического регулирования состава сплава.

Ключевые слова: термодинамика, фаза, система, температура, диаграмма, соединения.

УДК 004.65.004.75

E. Kerimbay, R Uskenbayeva. G. Bektemyssova
(International Information Technology University, Almaty, Kazakhstan,
e-mail: kerimbay3@gmail.com,ruskenbayeva@edu.iitu.kz, g.bektemisova@edu.iitu.kz)

DEVELOPMENT OF A MODULE FOR REGISTRATION AND SEARCH OF CITIZENS

Annotation. We are considering the problem of external and internal immigration of the population of the Republic of Kazakhstan. For this, we are developing an intelligent information system for analyzing immigration data in real time. To date, we have developed a model of the structure of an intelligent system, identified the modules of the system and their purpose, and the basic requirements for the system. This article discusses the development of a module for registration and search for immigration of citizens.

Key words: registration, portal, team feed, mixing, citizen, data processing, personal data.

Е. Керимбай, Р. Ускенбаева, Г. Бектемысова
(Международный университет информационных технологий, Алматы, Республика Казахстан
e-mail: kerimbay3@gmail.com, ruskenbayeva@edu.iitu.kz, g.bektemisova@edu.iitu.kz)

РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ РЕГИСТРАЦИИ И ПОИСКА ГРАЖДАН

Аннотация. Мы рассматриваем проблему внешней и внутренней иммиграции населения Республики Казахстан. Для этого нами разрабатывается интеллектуальная информационная система для анализа данных об иммиграции, в реальном времени. На сегодняшний день нами разработана модель структуры интеллектуальной системы, определены модули системы и их назначения, и основные требования к системе. В данной статье рассматривается разработка модуля *регистрации и поиска иммиграции граждан.*

Ключевые слова: регистрация, портал, ленте команд, сведение, гражданин, обработка данных, персональные данные.

Введение

Наши аналитические исследования показали что, сегодняшний день получение статистических данных в реальном времени по внешней и внутренней иммиграции по Республике Казахстан является невозможным. По результатам исследования мы выяснили, что данные полученные о иммиграции населения большинство случаях берутся от разных государственных огранов и иногда могут оказаться в разных форматах, а также в некоторых случаях интегрируются вручню, в связи с этим в полученных статистических данных существует некоторые искажения.

Точная информация о внешней и внутренней иммиграции дают возможность экономического планирования и анализ на спрос рабочих мест и т.п.. Для быстрого реагирования на движения населения у государства в данный момент не имеется единой информационной системы, которое могла бы показать изменение ситуации в реальном времени [1-3]. В связи с этим нами было решено разработать интеллектуальную информационную систему для анализа по иммирации населения Республики Казахстан с использованием «больших данных».

На сегодняшний день нами разработана модель структуры интеллектуальной системы, определены модули системы. Модуль «Ввод сведений о регистрации граждан РК», Модуль «Ввод сведений о снятии с регистрации», Модуль «Ввод сведений о гражданине» и Модуль «Ввод сведений об объекте недвижимости» их назначения и основные требования к системе [4-5]. В данной статье мы будем останавливаться как разрабатывался следующий модуль Системы.

1 Страница «О портале»

Данная страница является статичной рисунок 1, и содержит следующую информацию: «Интеллектуальная информационная система «Единое хранилище данных» предназначена для формирования и ведения в реальном режиме времени данных о регистрации местожительства граждан Республики Казахстан, а также предоставление этих данных заинтересованным государственным органам, учреждениям, физическим и юридическим лицам».

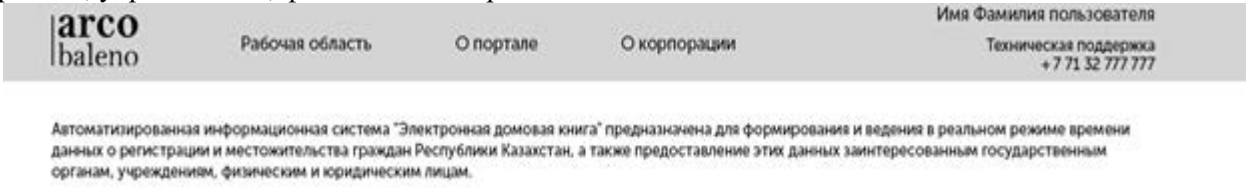


Рис. 1. О портале

2 Страница «О корпорации»

Данная страница должна быть статичной рисунок 2, и содержать следующую информацию: «Государственная корпорация интегрирует все центры обслуживания населения в единую систему. Казахстанские граждане будут получать все государственные услуги в одном месте.

В целях реализации Плана нации 17 ноября 2015 года был принят Закон Республики Казахстан №408-V «О внесении изменений и дополнений в некоторые законодательные акты по вопросам оказания государственных услуг», в соответствии с которым были внесены изменения и дополнения в ряд законодательных актов Республики Казахстан, в том числе в Закон Республики Казахстан «О государственных услугах» в части осуществления деятельности в сфере оказания государственных

услуг физическим и (или) юридическим лицам по принципу «одного окна», регистрации залогов движимого имущества, не подлежащего обязательной государственной регистрации физических и юридических лиц, технического обследования зданий, сооружений и (или) их составляющих, ведения государственного земельного кадастра, пенсионного и социального обеспечения Государственной корпорацией».

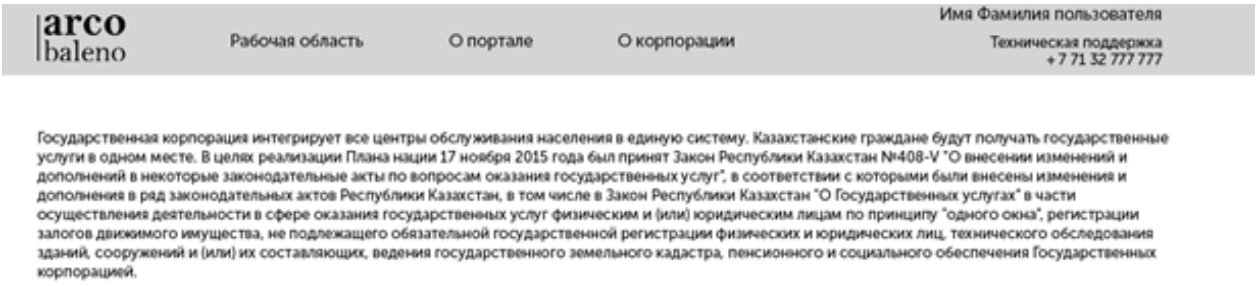


Рис. 2. О корпорации

3 Общие требования к ленте команд рабочей области оператора

Лента команд Рабочей области предназначен для ввода данных о регистрации, об объекте недвижимости, персональные данные и данные о снятии с регистрации гражданина. В пилотном проекте будут рассмотрены граждане Республики Казахстан, которые инициируют процессы постоянной и временной регистрации, либо снятие с регистрации в г. Нур-Султан [6].

Лента команд рабочей области оператора, рисунок 6 – 2 блок, содержит следующие кнопки:

1) «Ввод сведений о регистрации гражданина» – команда должна открывать форму в диалоговом окне для ввода сведений о регистрации.

2) «Ввод сведений о снятии с регистрации» – при наведении на команду должны выпадать четыре дополнительные команды «по заявлению собственника», это описана в пунктах Снятие.

3) «Ввод сведений о гражданине» – по умолчанию команда должна быть заблокирована, если по «ИИН» (далее - индивидуальный идентификационный номер) гражданина при осуществлении поиска, во Вкладке для поиска граждан и объектов недвижимости нет сведений, то команда должна разблокироваться. Данная команда должна открывать окно для ввода персональных данных о гражданине на основе заполненного опросника;

4) «Ввод сведений об объекте недвижимости» – по умолчанию команда должна быть заблокирована, условия при котором данная кнопка должна быть разблокирована описаны подробнее в п. требования к функции «Ввод сведений об ОН».

Требования к поиску

Поиск должен располагаться под Лентой команд. Для удобства просмотра информации поиск должен состоять из двух вкладок для поиска по гражданину и объекту недвижимости:

1) Сведения о гражданине;
2) Сведения об объекте недвижимости.

Поиск по гражданам

Поиск по гражданину должен вестись только по ИИН. По умолчанию снизу поиска должна отображаться Таблица данных, которая должна содержать актуальную информацию о гражданах, над которыми оператор работал (вводил новые данные, изменял старые данные, регистрировал, снимал с регистрации) в последний раз. При этом самые последние (данные о гражданине, над которым оператор работал в последний раз, т.е. вводил новые данные, изменял старые данные, регистрировал, снимал с регистрации) должны идти первыми в данной таблице см. рисунок 3. Описание полей описана в таблице 1. В данной таблице отображаются актуальные данные по уникальному ИИН, т.е. по одному гражданину одна запись.

Таблица 1. **Описание полей Таблиц данных о гражданах**

№	Название столбцов	Возвращаемое значение
1.	Дата и время ввода данных	Дата и время ввода данных
2.	ИИН	ИИН гражданина из Реестр «Физические лица»
3.	Фамилия	Фамилия гражданина из Реестр «Физические лица»
4.	Имя	Соответствие Имени гражданина по ИИН из Реестр «Физические лица»
5.	Отчество	Соответствие Отчества гражданина по ИИН из Реестр «Физические лица»
6.	Дата рождения	Дата рождения гражданина из Реестр «Физические лица»
7.	Мобильный телефон	Контактный телефон гражданина из Реестр «Физические лица»
8.	E-mail.	Указанная почта гражданина из Реестр «Физические лица»

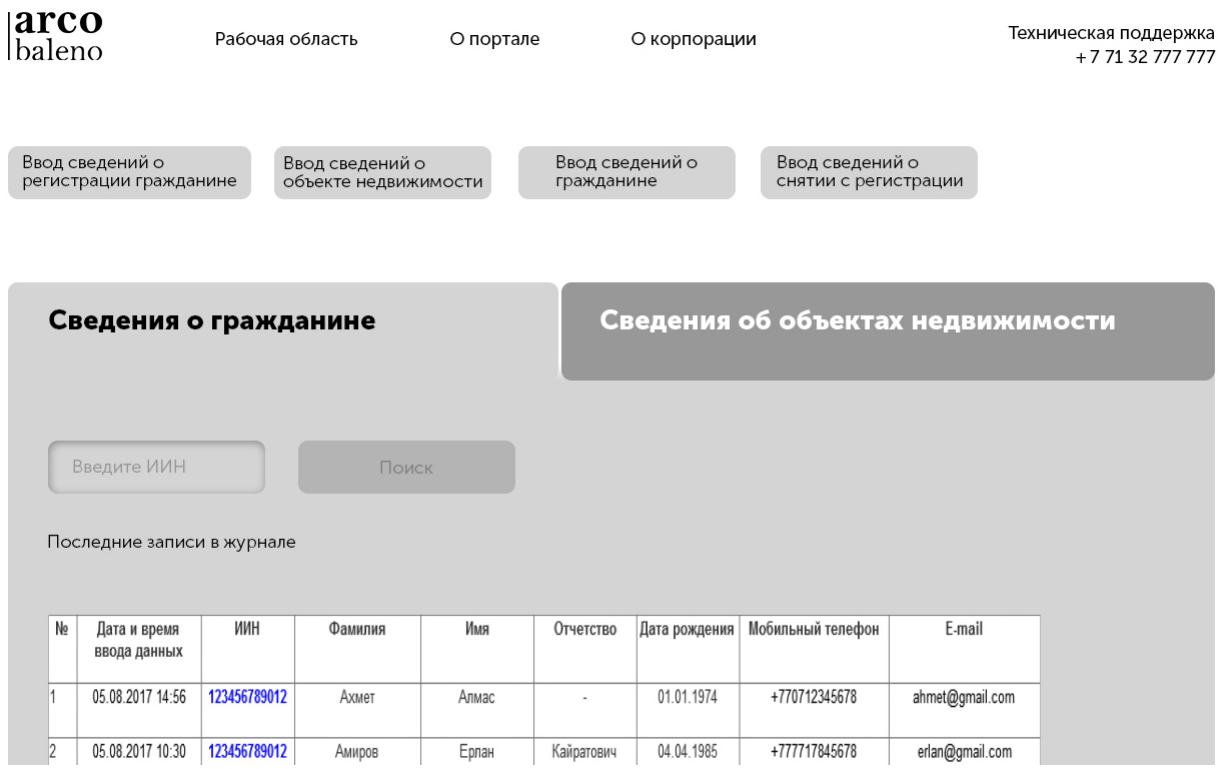


Рис. 1. Поиск по ИИН

При вводе ИИН, должна быть подсказка с уменьшением количества вводимых символов в строке. Подсказка должна быть в виде 12 пробелов, при вводе каждой цифры количество пробелов должно уменьшаться на одно рисунок 4.



Рис. 2. Уменьшение количества вводимых символов

Также Система не должна давать возможность вводить символы, кроме цифр. Оператор должен ввести полный ИИН гражданина и нажать на кнопку «Enter» или на кнопку «Поиск». Если ИИН не введен или количество символов заданного ИИН меньше 12, то система должна ввести следующее сообщение: «ИИН должен состоять из 12 цифр».

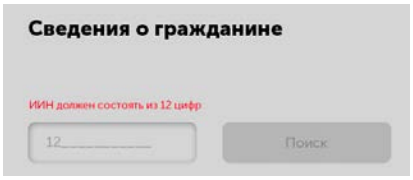


Рис. 3. Сообщение при поиске по ИИН

Система в Таблице данных вместо последних измененных данных должна отобразить результаты поиска рисунок 6.

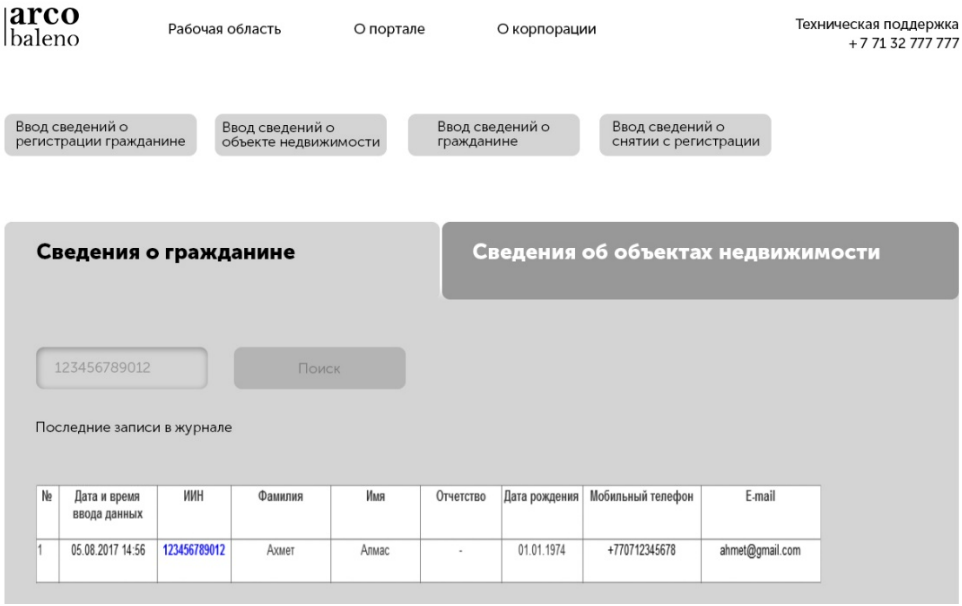


Рис. 4. Результат поиска по ИИН гражданина

В случае если по введенному ИИН нет записи в БД, то Система должна выдать «Нет сведений по введенным данным поиска: [значение ИИН введенного при поиске]» и неактивная кнопка «Ввод сведений о гражданине» Ленты команд должна стать активной для ввода сведений о гражданине рисунок 7.

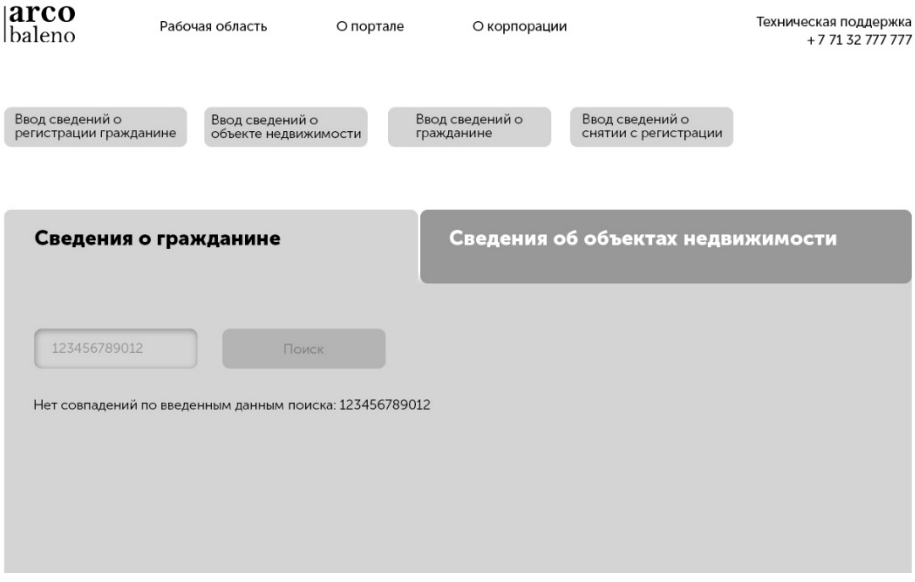


Рис. 5. Результат поиска при отсутствий данных в БД

Если Система нашла соответствие по введенному ИИН, то у оператора должна быть возможность по нажатию на строку открыть форму в модальном окне, с данными соответствующего гражданина [7-8].

Просмотр и редактирование по существующему ИИН

Если пользователь нажал на найденный результат (строку), система должна открыть актуальные данные в модальном окне, в режиме просмотра рисунок 8.

Система должна отобразить две вкладки:

1) «Персональные данные» содержит ранее введенную по гражданину информацию в режиме чтения. При повторном обращении гражданина в ЦОН, пользователь может сверить полученные документы и заполненный Опросник, и внести изменения в соответствующие Блоки вкладки рисунок 8.

2) «Сведения о регистрации места жительства» содержит информацию о регистрации гражданина по объектам недвижимости. История о регистрации собирается из введенных данных согласно пункту требования к модулю «Ввод сведений о регистрации граждан РК».

3 Выводы

В этой статье было рассморено разработка модуля системы регистрации и поиска граждан. Этот модуль является одним из важных для разрабатываемой системы, так как для дальнейшей обработки и анализа двнных небходимы полные данные, для определения ведущих признаков в исследовании. В данном модуле описаны «Процесс ввода данных по регистрации гражданина РК», Процесс ввода данных по снятию с регистрации гражданина и Процесс ввода данных по дополнительной информации о собственнике и гражданине. А так же разработаны, требования к профилю пользователя, требования к поиску, требования к модулю «Ввод сведений о регистрации граждан РК.

В дальнейшем будут разработаны модули хранения сведений в Реестрах и в Журналах изменений.

ЛИТЕРАТУРА

[1] А.Жусупова, «https://kursiv.kz/news/obschestvo/2019-02/kazakhstancy-prodolzhayut-pokidat-rodinu-kolichestvo-emigrantov-iz,».

[2] К. Бейсебаев, «https://kursiv.kz/news/obschestvo/2019-02/kazakhstancy-prodolzhayut-pokidat-rodinu-kolichestvo-emigrantov-iz,» 2019.

[3] Е. Токтаров, «https://kursiv.kz/news/tendencii-i-issledovaniya/2018-08/migraciya-kak-ugroza-ekonomicheskoy-bezopasnosti-pochemu,» 2018.

[4] G. Hulten, M. Norgaard. Building Intelligent Systems, Building Intelligent Systems: A Guide to Machine Learning Engineering 1st ed. Edition. 2018.

[5] G. Hulten. Building Intelligent Systems: An Introduction to Machine Learning Engineering. ISBN: 978-1-4842-3933-9, January 2019

[6] Ускенбаева Р.К. Керимбай Е. и др. Актуальность разработки интеллектуальной информационной системы, Вестник КВТУ, 2(53), стр. 99-103, 2020

[7] Uskenbaeva R.K, Bektemyssova G.U., Kerimbay E. etc. Intelligent Analytical Data System, In 13th International Conference on Information Systems and Grid Technologies, pp. 289–294, 2020.

[8] Ускенбаева Р.К. Керимбай Е. и др. Разработка модулей интеллектуально-информационной системы. Сборник XXII республиканской научной конференции студентов и молодых ученых «Научное творчество: научно-исследовательская практика и приоритетные направления», 23 апреля 2020 г. С. 120-125.

Керімбай Е., Өскенбаева Р., Бектемысова Г.

Азаматтарды тіркеу және іздеу модулін әзірлеу

Түйіндеме. Біз Қазақстан Республикасы халқының сыртқы және ішкі иммиграциясы проблемасын қарастырып жатырмыз. Ол үшін біз иммиграциялық деректерді нақты уақыт режимінде талдауға арналған интеллектуалды ақпараттық жүйені әзірледік. Бүгінгі күнге дейін біз интеллектуалды жүйе құрылымының моделін жасадық, жүйенің модульдерін және олардың мақсаттарын және жүйеге қойылатын негізгі талаптарды анықтадық. Бұл мақалада азаматтардың иммиграциясын тіркеу және іздеу модулін әзірлеу туралы айтылады.

Кілт сөздер: тіркеу, портал, командалық лента, араластыру, азамат, мәліметтерді өңдеу, жеке деректер.

УДК 536.244

I.O. Kossyakov
(Kazakh university ways of communications, Almaty, Kazakhstan.
E-mail: heimmdal@mail.ru)

METHODS OF INTENSIFYING HEAT TRANSFER IN CONDENSER TUBES OF COOLING SYSTEMS

Annotation. Presented results of modeling various types of condenser tubes in a program for simulating the physical processes of gas-solid heat transfer. The simulation is due to the need to reduce the weight and size of capacitors and increase their efficiency. The simulation results confirm the increase in flow turbulence, and, as a consequence, the effectiveness of the use of transverse knurled tubes and spring inserts when using the refrigerant R-410A. However, the simplest solution is to use a spring inside the tube, since this solution does not reduce the overall strength of the system and is not difficult to manufacture.

Keywords: heat transfer intensification, cooling systems, gas-solid heat exchange, tube cross-sections.

И.О. Косяков
(Казахский университет путей сообщения, Алматы, Казахстан.
E-mail: heimmdal@mail.ru)

МЕТОДЫ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ТЕПЛООБМЕНА В ТРУБКАХ КОНДЕНСАТОРОВ ОХЛАДИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Аннотация. Приведены результаты моделирования различных типов трубок конденсаторов в программе-симуляторе физических процессов теплообмена газ-твердое тело. Проведение моделирования обусловлено необходимостью уменьшения массогабаритных показателей конденсаторов и увеличением их эффективности. Результаты моделирования подтверждают увеличение турбулентности потока, и как следствие, эффективность применения трубок с поперечными накатками и пружинными вставками при применении хладагента R-410A. Однако, самым простым решением является применение пружины внутри трубки, так как данное решение не уменьшает общую прочность системы и является несложным в производственном плане.

Ключевые слова: интенсификация теплообмена, охладительные системы, теплообмен газ-твердое тело, сечения трубок.

Введение. В современном мире все конструкции и системы уменьшаются по массогабаритным показателям и увеличиваются в отношении эффективности. Одной из таких систем являются системы охлаждения. В них массогабаритные показатели напрямую зависят от эффективности теплообмена газа с поверхностью металлического материала. Сегодня существует множество различных методов увеличения показателя теплообмена, одним из которых является применение трубок с различным профилем (трубок с шероховатой поверхностью). Наиболее полное описание всех методов и исследований по тематике статьи приводится в [1], авторы проводят подробнейшее рассмотрение каждого отдельного метода. Однако все исследования, приведённые в [1] касаются либо течения масла, либо воды по трубкам, и вопрос эффективности применения того или иного метода при использовании хладагента R-410A остаётся открытым до сих пор.

Как правило интенсификация теплообмена в конденсаторах посредством применения трубок с различным профилем достигается за счет более раннего перехода от ламинарного течения к турбулентному по сравнению с гладкой стенкой, турбулизации пристенного слоя жидкости и увеличения поверхности теплообмена относительно гладкой трубки. Для достижения этой цели сейчас применяются трубки с искусственной шероховатостью поверхности, которая достигается путем нарезки, штамповки, накатки или навивки проволоки. Она может быть сплошной или дискретной, занимая только определённую часть трубки. [2, 3, 4].

Основной целью моделирования является определение наиболее эффективного типа трубки, из рассматриваемых четырёх, по показателю турбулентности потока газа, в качестве которого в программе будет задан R-410A. R-410A – фреон, неазеотропная смесь из 50 % дифторметана R-32 и 50 % пентафторэтана R-125, наиболее часто используемый фреон в современных кондиционерах. Ни один из его компонентов не содержит хлора, поэтому он безопасен для озонового слоя, что отвечает современным требованиям по экологичности. Для каждого типа трубки будет произведено

моделирование в программе-симуляторе SOLIDWORKS 2015. В качестве материала трубки будет задана медь, которая является наиболее часто используемым материалом в конденсаторах.

Методика эксперимента.

Теоретические методы моделирования и исследования массо- и теплообменных процессов условно подразделяют на точные, асимптотические, численные и приближенные. В связи с разнообразием конструкций контактных устройств и одновременно происходящих процессов обмена импульсом, массой и теплотой в большинстве задач получить точные аналитические решения невозможно, поэтому наибольшее применение получили последние три метода. Так, например, среди различных асимптотических методов используется метод функциональных параметров. Для этого строится разложение оператора относительно малой шкалы сравнения. Зависимость членов асимптотической последовательности от малого параметра осуществляется с помощью процедуры сращивания. Получаемые асимптотические ряды часто расходятся или очень медленно сходятся. Кроме этого удается вычислить только несколько первых членов разложения. Эти обстоятельства ограничивают использование асимптотических формул для инженерных расчетов [8, 9, 10].

Известно, что перенос импульса, вещества и тепла может происходить как молекулярным путем, так и вследствие турбулентного обмена, где, в отличие от молекулярного обмена, в турбулентном происходит макроскопическое движение турбулентных объемов. В нижеприведённых выражениях приведён способ определения коэффициентов импульсо- и теплоотдачи в пограничном слое толщиной δ [11]:

$$\gamma = \frac{1}{\int_0^{\delta} \frac{\tau^* dy}{\nu + \nu_T(y)}} \tag{1}$$

$$a = \frac{\rho \cdot c_p}{\int_0^{\delta} \frac{q^* dy}{a + a_T(y)}} \tag{2}$$

Выражения (1) и (2) являются достаточно общими и позволяют вычислить коэффициенты переноса импульса и тепла на основе коэффициентов молекулярной диффузии, а также известного характера изменения коэффициентов турбулентного обмена $\nu_T(y)$, $\alpha_T(y)$ и относительных потоков $\tau^*=\tau(y)/\tau_{CT}$; $q^*=q(y)/q_{CT}$.

Вследствие довольно большого объёма расчётов и их трудоёмкости исследование значительно проще проводить в программах симуляторах, которые с высокой точностью позволяют определить общий результат.

Моделирование будет производиться в надстройке для программы SOLIDWORKS 2015 – Flow Simulation. SOLIDWORKS Flow Simulation предоставляет разработчикам изделий доступ к мощным возможностям гидродинамического моделирования, которые позволят ускорить внедрение инноваций в разрабатываемое изделие. Будучи основанной на уже знакомой среде SOLIDWORKS 3D CAD, эта обширная технология не просто обеспечивает исправность изделия, а помогает понять, как изделие будет вести себя в реальном мире.

В качестве первого этапа будут построены трёхмерные модели четырёх видов трубок, изображения которых, а также геометрические размеры, приведены на рисунке 1 (размеры даны в мм). Как следует из рисунка 1, трубки б) и в) с поперечными накатками, являются самыми затратными в плане производства, трубка а) вариантом с отсутствием шероховатости поверхности, г) со спирально-винтовой проволочной вставкой – самыми простым решением, поэтому полученный результат турбулентности для б) и в) должен иметь сравнительно низкий показатель эффективности чтобы оправдать дополнительные трудности в техническом производстве. Все трубки будут смоделированы в качестве одного компонента без использования сборок, это позволит сократить время расчёта модели [12, 13, 14, 15].

На втором этапе на входе будут заданы следующие граничные условия: скорость потока на входе – 18 м/с; массовый расход на входе – 0.289 кг/с; давление – 25 атмосфер, температура газа – 90 °С [5]. Параметры окружающей среды: температура – 20 °С; давление – 1 атмосфера.

Далее будут выбраны цели расчёта. Основной целью, в соответствии с поставленной задачей, будет результат завихрённости (турбулентности) на выходе трубок. Именно данный параметр будет определять интенсификацию теплообмена и как следствие увеличение эффективности конденсатора

при уменьшении его массогабаритных показателей. Также, для более чёткого понимания результатов будут сниматься параметры температуры и скорости потока на выходе трубок.

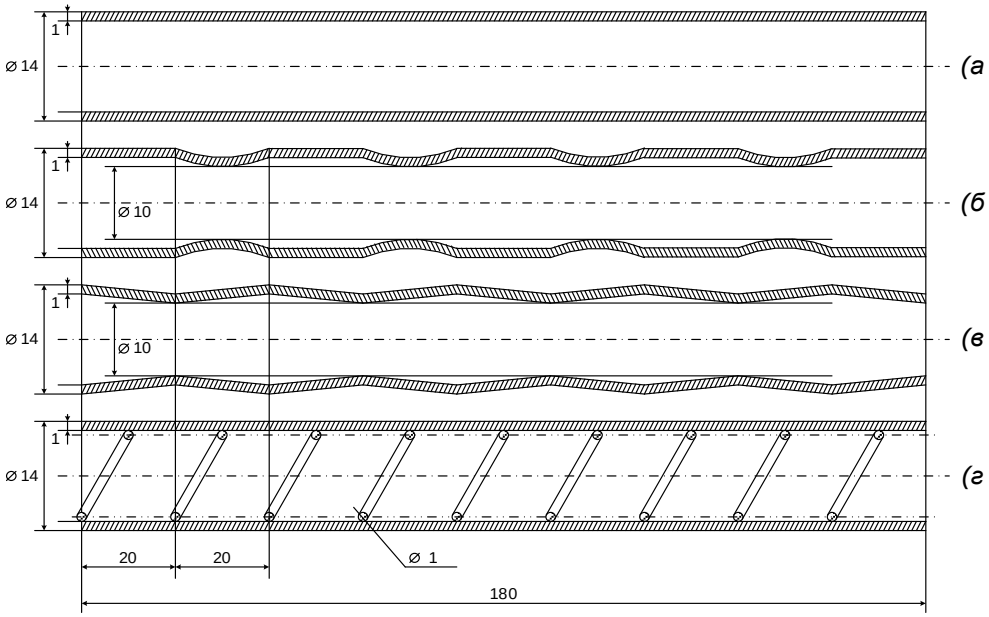


Рис. 1. Сечения трубок вдоль основной оси и чертежные размеры

Результаты моделирования и их обсуждение. Результаты моделирования приведены в таблице 1. Из них следует что все трубки имеют более низкую температуру на выходе нежели простая трубка круглого сечения. Как видно, сложная в производственной реализации трубка б) имеет хорошие показатели турбулентности и понижения температуры, которые связаны прежде всего с увеличением площади поверхности теплообмена, а также возникновением турбулентности при переходе из накатанного слоя в прямую трубу. Подобные трубки уже довольно давно применяются в различных системах теплообмена и доказали свою высокую эффективность, которая, также, обуславливается одновременным увеличением и внешней поверхности трубки и как следствие улучшением её дальнейшего охлаждения. Исследования труб с накатанными поперечными выступами приводятся в работе [4]. Установлено, например, что использование таких труб в противоточном воздухоподогревателе ГТУ позволяет уменьшить поверхность теплообмена на 40-50%. Тем не менее в условиях небольшого производства накатка является слишком дорогостоящим технологическим процессом.

Трубка в) показала низкий результат завихрённости потока, который можно связать с отсутствием прямых участков на ней. При подобном сечении движение газа также происходит вдоль стенки, как и в случае с трубкой а), однако низкий показатель температуры на выходе позволяет сделать вывод о целесообразности применения подобных видов трубок.

Трубка г) во всех отношения позволяет сделать вывод о том, что применение пружины в ней значительно, по сравнению с остальными трубками, увеличило завихренность, которая способствует увеличению теплоотдачи конденсатора. В трубах с пружинными вставками интенсификация теплообмена является совместным проявлением двух факторов: турбулизацией потока и разрушением пристенного слоя течения. У авторов в [1] отмечено, что данный способ позволяет достигнуть тех же результатов эффективности теплоотдачи, что и при использовании трубок с поперечными накатками.

Во всех трех трубках, кроме первой, теплообмен осуществляется равномерно, что тоже можно отметить как положительный фактор, в отличие от трубки а), в которой одна из областей так и не успела нагреться. Из этого можно сделать вывод о том, что охлаждение данной трубки будет менее энергоэффективным, нежели всех оставшихся.

Также стоит отметить что любое изменение конструкции трубки при использовании хладагента R-410A нежелательно, так как все узлы и детали холодильного контура кондиционера на R-410A, включая компрессор, должны быть более прочными. Это существенно увеличивает расход меди и делает всю систему более дорогой [6].

Таблица 1. **Параметры на выходе трубок полученные в результате моделирования**

№ п/п	Температура на выходе °С	Завихренность 1/с	Скорость на выходе м/с
а	84,83	456,33	17,906
б	82,40	1207,93	17,152
в	83,08	371,2	17,891
г	82,85	3556,93	17,989

Из результатов, представленных в таблице 1 следует, что общее увеличение завихрённости при использовании трубок с различным профилем, по сравнению с обычной трубкой, составит: б) 264%; в) 81%; г) 779%. На рисунке 2 показано распределение температуры по поверхности трубок: на трубке а) с простым профилем осталась одна не нагретая область; на трубке б) распределение идёт равномерно, ближе к концу температура газа в трубке падает и как следствие температура поверхности тоже; на трубке в) температура почти равномерна за исключением области в самом начале; на трубке г) температура распределена равномерно, но ближе к концу она падает как и в трубке б) но немного позднее, с чем и связан более низкий, по сравнению с трубкой б) результат.

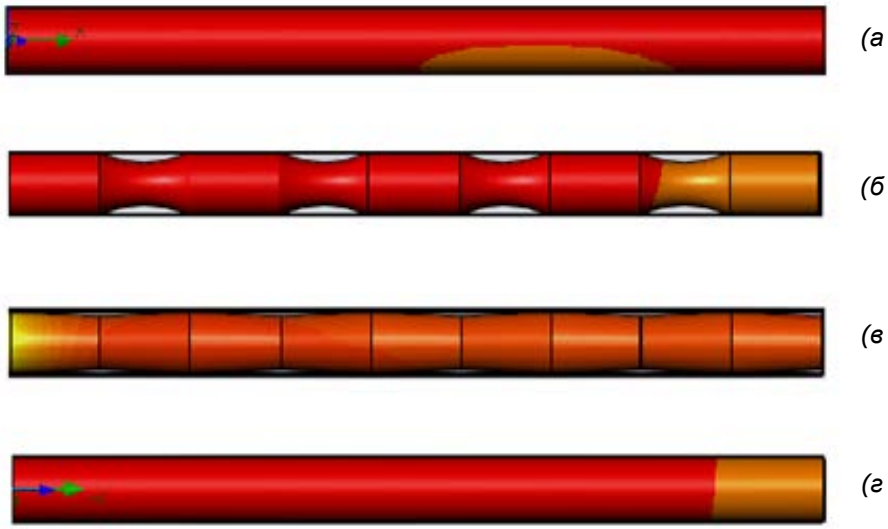


Рис. 2. Распределение температуры по поверхности трубок

Среди многообразия способов интенсификации теплообмена закрутка потоков рабочих сред является наиболее простым и распространённым методом, это связано с тем, что применение закрученных потоков приводит не только к усилению теплообмена, но и выравниванию температурных неравномерностей, стабилизации течений [7]. Из этого следует что повышенная завихрённость в трубке г) будет положительным фактором интенсификации теплообмена, отдельно стоит отметить, что на современном рынке выпускаются специализированные пружины для помещения в конденсатор системы охлаждения. Завихрённость потока в трубке г) показана на рисунке 3, из него следует что поток закручивается вдоль направления пружины, т.е. имеет явный переход от ламинарного потока к турбулентному, по сравнению с потоком в прямой трубке.

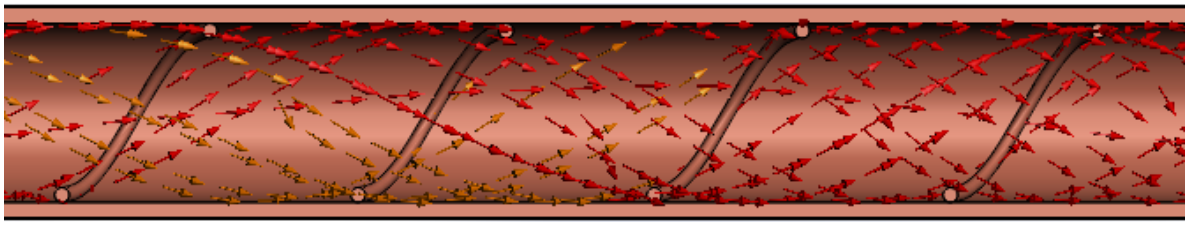


Рис. 3. Завихрённость хладагента R-410A в трубке с пружиной

Выводы. Исходя из результатов моделирования можно сделать следующие выводы:

- применение трубок с поперечными накатками и пружинными вставками является эффективным методом увеличения турбулентности, и как следствие улучшением интенсификации теплоотдачи конденсатора;

- при повышении теплоотдачи конденсатора возможно его массогабаритное уменьшение за счёт сокращения необходимой поверхности теплообмена;

- сложные формы трубок хотя и увеличивают теплоотдачу, но не являются оптимальным решением, так как их изготовление сопряжено с определенными производственными трудностями и уменьшением прочности конденсатора при использовании хладагента R-410A;

- самым простым и эффективным способом является помещения пружины во внутреннюю область трубки конденсатора.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Лаптев А.Г., Николаев Н.А., Башаров М.М.//Методы интенсификации и моделирования тепломассообменных процессов. Учебно-справочное пособие. – Москва: «Теплотехник», 2018. – 335 с.

[2] Жукаускас А., Улинскас Р.//Теплоотдача поперечно обтекаемых пучков труб. – Вильнюс: Москлас, 1986.

[3] Калинин Э.К, Дрейцер Г.А., Ярко С.А.//Интенсификация теплообмена в каналах. – Москва: Машиностроение, 2015.

[4] Мигай В.К.//Моделирование теплообменного и энергетического оборудования. – Ленинград: Энергоатомиздат, 2017. – 263 с.

[5] Кашкаров А.П. //Установка, ремонт и обслуживание кондиционеров. – Москва: ДМК ПРЕСС, 2019. – 120 с.

[6] Корх Л. //Всё о кондиционерах. – Москва: 2016. – 72 с.

[7] Митрофанова О.В.//Гидродинамика и теплообмен закрученных потоков в каналах ядерно-энергетических установок. – Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2016. – 287 с.

[8] Гельперин Н.И., Айнштейн В.Г. О распространенной методике обобщения экспериментальных данных по тепло- и массообмену // Химическая промышленность. – 2014. – № 1. – С. 44-50.

[9] Дильман В.В., Полянин А.Д. Методы модельных уравнений и аналогий. – М.: Химия, 2016.

[10] Розен А.М., Крылов В.С. Проблемы теории массопередачи // Химическая промышленность. – 2019. – № 1. – С. 51-57.

[11] Лаптев А.Г., Бажиров Т.С., Ахметов Р.Н. Модификация гидродинамической аналогии для интенсифицированного теплообмена // Современные проблемы науки и образования. – 2018. № 4. – С. 114-121.

[12] Davies J.T., Warner K.V. The effect of large-scale roughness in promoting gas absorption // Chem. Eng. Sci. – 2015. – Vol.24. – No 3. – P. 231-238.

[13] Deissler R. Analysis of turbulent heat transfer, mass transfer and friction in smooth tubes at high Prandtl and Schmidt numbers. – NACA Rep., 2015. – V.1210.

[14] Derger F.P., Whitehead A.W. Fluid flow and heat transfer in tubes with internal square rib roughening // J. Br. Nucl. Energy Soc. – 2015. – No 2. – P. 152.

[15] Dukler A.E. Fluid mechanics and heat transfer in vertical falling system // Chem. Eng. Progr. – 2015. – V. 55. – No. 10. – P. 62.

Косяков И.О.

Салқындату жүйелерінің конденсаторлық түтіктеріндегі жылу беруді күшейту әдістері

Түйіндеме. Газды қатты жылу берудің физикалық процестерін модельдеу бағдарламасында конденсаторлық түтіктердің әртүрлі типтерін модельдеу нәтижелері келтірілген. Модельдеу конденсаторлардың салмағы мен көлемін азайту және олардың тиімділігін арттыру қажеттілігіне байланысты. Имитациялық нәтижелер ағын турбуленттілігінің жоғарылауын және соның салдарынан R-410A салқындатқышын қолданған кезде көлденең бұралған түтіктер мен серіппелі ендірмелерді қолдану тиімділігін растайды. Алайда, қарапайым шешім - түтік ішіндегі серіппені қолдану, өйткені бұл шешім жүйенің жалпы беріктігін төмендетпейді және оны жасау қиын емес.

Түйінді сөздер: жылу беруді интенсификациялау, салқындату жүйелері, газ тәрізді жылу алмасу, түтік қималары.

УДК 004

CH. K. Kussainov
(Satbayev.university, г. Алматы, Казахстан
e-mail: chingiz.kussainov@satbayev.university)

ANALYSIS AND SELECTION OF INVESTMENT PROJECTS BASED ON A MULTI-CRITERIA RANKING METHOD

Abstract: This article describes an analysis and selection algorithm for investment projects based on a hybrid approach, combining multicriteria analysis and ranking methods. The selection procedure for investment projects consists of determining weighted criteria for evaluating investments using the hierarchy analysis method and choosing alternative evaluation criteria using the Borda ranking method. Method analyses following financial parameters such as net present value, internal rate of return, return on investment, payback period and index of profitability. The study shows that the hybrid model may offer a new perspective for the analysis and selection of the investment portfolio. Investors may obtain an alternative mechanism to maximize expected returns.

Ч.К. Кусаинов

АНАЛИЗ И ВЫБОР ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ НА ОСНОВЕ МУЛЬТИ-КРИТЕРИАЛЬНОГО МЕТОДА РАНЖИРОВАНИЯ

Аннотация: В статье описан алгоритм анализа и выбора инвестиционных проектов, основанный на гибридном подходе объединяющий метод мультикритериального анализа решении и метода голосования. Процедура отбора инвестиционных проектов состоит из определения весов критериев оценки инвестиции методом анализа иерархий и выбора инвестиционных альтернатив методом голосования по Борду. Входными данными алгоритма являются набор финансовых показателей инвестиций, который состоит из чистой приведенной стоимости, внутренней нормы доходности, рентабельности инвестиции, периода окупаемости и индекса рентабельности. Исследование показывает, что гибридная модель, может добавить новую перспективу для анализа и выбора инвестиционных проектов и предоставить инвесторам альтернативный механизм для максимизации ожидаемой доходности.

Ключевые слова: метод аналитической иерархии, правила голосования по методу Борда, финансовые показатели, инвестиционные проекты, инвестиционный анализ

1 Введение

При выборе наиболее эффективного инвестиционного проекта инвестор рассматривает значительное число альтернатив инвестиционных проектов. Задача состоит в анализе проектов, которая будет соответствовать целям инвестора. На сегодняшний день инвестору доступны много методов оценки эффективности инвестиционных проектов, которые базируются на финансовых показателях проекта. Все методы оценки доходности инвестиций подразделяются на две основные группы [1]: статические методы и динамические методы. Статические методы оценки и ранжирования инвестиционных проектов игнорируют фактор времени, поскольку они основаны на результатах одного года. Поэтому данная статья будет рассматривать только динамичный метод, который использует данные на весь жизненный цикл инвестиционного проекта. Широко распространенными показателями динамическими методами оценки инвестиционных проектов являются [1]: чистая приведенная стоимость, внутренняя норма доходности, рентабельность инвестиций, индекс доходности и срок окупаемости. Для полноценного анализа инвестиционного проекта необходимо рассмотреть все перечисленные показатели оценки, но такой подход создает инвесторам сложность для анализа и оценки проектов. Поэтому требуется упростить и упорядочить подход комплексного анализа инвестиционных проектов.

Одним из решений анализа и выбора инвестиционных проектов является метод ранжирования. Данный метод подходит как для индивидуального, так и для группового выбора. В статье [8] для выбора из множества проектов одного или нескольких проектов с лучшими показателями был предложен алгоритм, основанный на методе голосования Борда. Метод Борда тиражирует концепт общественного выбора и преодолевает недостатки голосования с правилом относительного большинства, где побеждает проект, набравший самое большое количество голосов. Также данный метод требует более детального анализа со стороны инвесторов, так как простым голосованием за одного предпочитаемого инвестиционного проекта не обойтись. В данном подходе инвестор должен

изучить и оценить каждый проект по отдельности [15]. Для решения данной задачи, применяется значения финансовых показателей инвестиционных проектов, которые ранжируются по предпочтениям в убывающем порядке. Агрегируя ранговые значения всех финансовых показателей метод выявляет победителя.

Альтернативным решением данной проблемы является метод аналитической иерархии. Этот метод был разработан Т. Саати [2] и представляет собой один из методов формализации субъективных суждений для принятия сложных решений. При использовании метода аналитической иерархии для моделирования проблемы требуется преобразовать проблему в иерархическую структуру и сделать парные сравнения параметров проблемы для установления отношений внутри данной структуры. Данный метод нашел широкое применение в принятии многокритериальных решений, планировании и распределении ресурсов, а также в разрешении конфликтов [3–7]. Метод аналитической иерархии использует ранжирование критериев оценки инвестиционных проектов, чтобы субъективно определить наиболее важные критерий оценки.

2 Методология

При использовании метода Борда можно оценивать любое количество инвестиционных параметров. Также данный метод унифицирует различные единицы измерения путем ранжирования и позволяет провести общую оценку различных показателей. Инвестор должен ранжировать значения каждого типа финансовых параметров по убыванию от более привлекательных к менее привлекательным [13]. Главным недостатком данного метода является игнорирование целевой стратегии инвестора, который определяет какие финансовые параметры являются приоритетными. При анализе и выборе инвестиционных проектов, инвесторам необходимо ранжировать не только по значениям финансовых показателей, но и определять приоритеты самих финансовых показателей. Метод аналитической иерархии является одним из методов мульти-критериального анализа решений и представляет собой оценку посредством парных сравнений критериев и опирается на суждениях экспертов для получения шкалы приоритетов. Данный метод эффективен при сложных принятиях решений и помогает лицам, принимающие решения расставлять приоритеты и принять лучшее возможное решение. [10]

Метод аналитической иерархии состоит из трех иерархии как показано на Рис. 1 [11]:

1. Цель - определяет финальное решение по анализируемым объектам
2. Мульти-критерий оценки - рассматривает все необходимые параметры оценки анализируемых объектов. Данный уровень можно распределить на подуровни при имеющихся суб-параметров каждого из параметров оценки.
3. Альтернативы выбора - включает все варианты оцениваемых объектов включенных в список альтернатив[11]

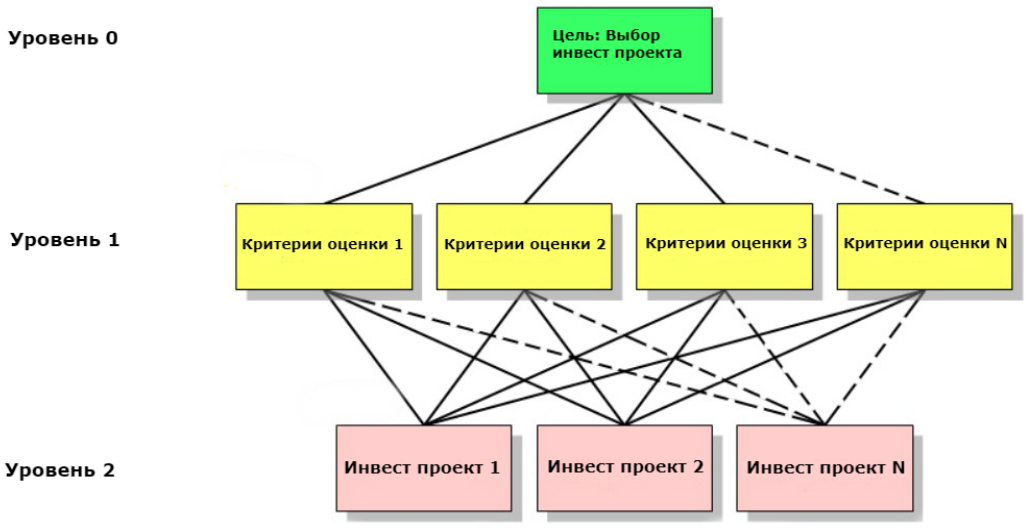


Рис.1. Структура иерархии выбора

Главным недостатком данного метода для инвесторов является трудоемкость отработки всех этапов анализа. Так как после определения приоритетов каждого из финансовых показателей, приходиться проводить ручной сравнительный анализ всех инвестиционных проектов по каждому из финансовых показателей. По мере увеличения количества критериев оценки увеличивается количество аналитических прогонов. В соответствии с описанными методами и их недостатками выше, предлагается гибридный метод для субъективного анализа и выбора инвестиционных проектов.

Алгоритм выбора инвестиционного проекта гибридного метода анализа иерархий и ранжирования состоит их следующих шагов:

Шаг 1 Определить цель мульти-критериального анализа - выбор инвестиционного проекта

Шаг 2 Структурировать иерархию решения

Шаг 2.1 Цель - выбор инвестиционного проекта

Шаг 2.2 Определить критерий оценки - NPV, IRR, ROI, PI, PP

Шаг 2.3 Определить объекты альтернатив - список из потенциальных инвестиционных проектов

Шаг 3 Создать матрицу $A(n\ x\ n)$из критериев оценки для расчета набора парных сравнений из шага 2.2

Шаг 3.1 Заполнить матрицу в соответствии формулой и данными $A = a_{ij} = s,\ a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}$, при $i \neq j,\ a_{ij} = 1$, при $i = j$; где $i, j = 1,2, \dots, n$ и w - должен ,соответствовать одному из чисел таблицы №3.

Шаг 4 Рассчитать относительные веса критериев

Шаг 4.1 Нормализовать матрицу по формуле: $\underline{a_{ij}} = \frac{a_{ij}}{\sum_{j=1}^{n} a_{ij}}$

Шаг 4.2 Получить финальный вес каждого критерия по формуле: $w_i = \frac{\sum_{i=1}^{n} \underline{a_{ij}}}{m}$

Шаг 5 Проверить и сбалансировать решение

Шаг 5.1 Расчет $\lambda_{max} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} \frac{Aw_i}{w_i}$

Шаг 5.2 Расчет индекс согласованности: $CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n-1}$

Шаг 5.3 Получить RI из таблицы, при n в соответствии с шагом 3.1

Шаг 5.4 Сравнение коэффициента согласованности: $CR = \frac{CI}{RI} \leqslant 0{,}1$

Шаг 6 Ранжировать альтернативы в соответствии с критериями из шага 4.2

Шаг 7 Собрать количество m лиц, принимающих решение

Шаг 8 Собрать инвестиционные проекты для оценки из шага 2.2

Шаг 9 Определить порядок для ранжирования проектов по каждому критерию оценки

Шаг 10 Ранжировать каждый инвестиционный проект

Шаг 10.1 Присвоить ранги по строгому убыванию при n количестве инвестиционных проектов: $R_p = n, R_{p-1} = n - 1, R_{\ p-2} = n - 2, \dots, R_{p-(n-1)} = 1$

Шаг 10.2 Повторить шаг 4.1 для каждого из лиц: $1..m,$ если $m > 1$

Шаг 11 Агрегировать баллы каждого инвестиционного проекта

Шаг 11.1 Суммировать ранги всех голосующих по каждому инвестиционному проекту с учетом весов критериев оценки: $\sum_{i=1}^{m} Rp_i * W_i$

Шаг 12 Сравнить общий рейтинг инвестиционных проектов

Шаг 13 Выбрать инвестиционный проект с наибольшим рейтингом

3 Результаты

Проиллюстрируем применение алгоритма для индивидуального анализа и выбора инвестиционного проекта. Мы заполнили матрицу $A(5\ x\ 5)$ для парного сравнения критериев NPV, IRR, PP, ROI и PI согласно таблице 1.

Таблица 1. **Матрица распределения критериев оценки**

	NPV	**IRR**	**PP**	**ROI**	**PI**
NPV	1.	2.	3.	5.	4.
IRR	0.5	1.	2.	3.	4.
PP	0.33	0.5	1.	2.	3.
ROI	0.2	0.33	0.5	1.	1.
PI	0.25	0.25	0.33	1.	1.

На основе выставленных приоритетов производится нормализация матрицы и расчет веса каждого из критериев распределения как показано в таблице 2.

Таблица 2. **Веса критериев оценки**

	NPV	**IRR**	**PP**	**ROI**	**PI**
Веса	0.4182271	0.26285026	0.16244235	0.08053021	0.07595009
λ_i	0.95495187	1.07330522	1.11002271	0.96636249	0.98735114

После полученных весов, требуется проверка на согласованность матрицы с помощью определения λ_{max}:

$$\lambda_{max} = \sum_{i=1}^{n} \lambda_i = 0.95495187 + 1.07330522 + 1.11002271 + 0.96636249 + 0.98735114 = 5.09199344$$

Согласно формуле расчета индекса согласованности, получаем следующий результат:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n-1} = \frac{5.09-5}{5-1} = 0.023$$

Для подтверждения адекватности индекса согласованности мы должны рассчитать коэффициент согласованности согласно следующей формуле:

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0{,}023}{1{,}12} = 0.021$$

Случайный показатель RI выбирается из таблицы 3 случайные показатели согласованности.

Таблица 3. **Случайные показатели согласованности [16]**

N	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0.53	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

Так как на выходе $CR \leqslant 0{,}1$, мы доказали согласованность матрицы, выставленные приоритеты можно использовать для дальнейших расчетов. Далее вносим фактические значения критериев оценки согласно таблице 4 по 4-м потенциальным инвестиционным проектам.

Таблица 4. **Значения критериев оценки**

	NPV	**IRR**	**PP**	**ROI**	**PI**
ИП 1	10000	6.4	3.22	40	13
ИП 2	9700	6.2	4	43	15
ИП 3	10500	6.2	3	35	11
ИП 4	11000	5.5	5	30	12

Ранжируем потенциальные инвестиционные проекты согласно метод Борда как указано в таблице 5. Показатели NPV, IRR, ROI и PI, ранжируются от по убыванию от максимальных значений, тогда как PP ранжируется по убыванию от минимальных значений.

Таблица 5. **Ранжирование критериев по методу Борда**

	NPV	**IRR**	**PP**	**ROI**	**PI**
ИП 1	2	4	3	3	3
ИП 2	1	2	2	4	4
ИП 3	3	3	4	2	1
ИП 4	4	1	1	1	2

Учитываем веса каждого из критериев оценки путем перемножения весов и ранговых показателей инвестиционных проектов согласно таблице 6.

Таблица 6. **Ранжирование критериев с учетом весов**

	NPV	**IRR**	**PP**	**ROI**	**PI**
ИП 1	0.83645419	1.05140104	0.48732705	0.24159062	0.22785026
ИП 2	0.4182271	0.52570052	0.3248847	0.32212083	0.30380035
ИП 3	1.25468129	0.78855078	0.64976939	0.16106041	0.07595009
ИП 4	1.67290839	0.26285026	0.16244235	0.08053021	0.15190018

Финальный этап анализа предлагает агрегирование всех критериев оценки и выбор инвестиционного проекта №3 с максимальной оценкой согласно таблице 7.

Таблица 7. Финальная оценка инвестиционных проектов

ИП 1	ИП 2	ИП 3	ИП 4
2.84462316	1.89473349	2.93001197	2.33063138

4 Обсуждение

Анализ и выбор инвестиционных проектов поныне остается одной из актуальных проблем для инвесторов и представителей бизнеса. Выявляя основные критерий оценки в качестве финансовых показателей инвестиционных проектов было предложено много методов определения наиболее эффективных инвестиционных проектов, которые имеют свои сильные и слабые стороны. Данная статья описывает эффективность использования гибридного метода оценки инвестиционных проектов для проведения более эффективного анализа. Данный гибридный метод предлагает эффективное структурирование проблемы инвестиционного анализа, которая поддерживает назначение весов критериев оценки и упорядочение проектов по убыванию по предпочтениям инвестора. Гибридный метод может использоваться как один из финансовых инструментов моделирования задач многокритериального анализа.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Popović, Žarko and Stanković, Jelena and Veselinović, Ivana. Multi-criteria analysis application in the investment projects assessment. FACTA UNIVERSITATIS Series Economics and Organization. 2013;10: 401–418.

[2] Saaty TL. Fundamentals of the Analytic Hierarchy Process. The Analytic Hierarchy Process in Natural Resource and Environmental Decision Making. 2001. pp. 15–35. doi:10.1007/978-94-015-9799-9_2

[3] Berrittella M, Certa A, Enea M, Zito P. An Analytic Hierarchy Process for the Evaluation of Transport Policies to Reduce Climate Change Impacts. SSRN Electronic Journal. doi:10.2139/ssrn.962379

[4] Aragonés-Beltrán P, Chaparro-González F, Pastor-Ferrando J-P, Pla-Rubio A. An AHP (Analytic Hierarchy Process)/ANP (Analytic Network Process)-based multi-criteria decision approach for the selection of solar-thermal power plant investment projects. Energy. 2014. pp. 222–238. doi:10.1016/j.energy.2013.12.016

[5] Saaty TL, Kearns KP. Analytical Planning: The Organization of System. Elsevier; 2014.

[6] Saaty TL. Absolute and relative measurement with the AHP. The most livable cities in the United States. Socio-Economic Planning Sciences. 1986. pp. 327–331. doi:10.1016/0038-0121(86)90043-1

[7] Bahmani N, Yamoah D, Basseer P, Rezvani F. Using the analytic hierarchy process to select investment in a heterogenous environment. Mathematical Modelling. 1987;8: 157–162.

[8] Шукаев Д. Н. ЛЖБ. АНАЛИЗ И ВЫБОР ОБЪЕКТОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ИНВЕСТИЦИЙ. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016; 130–134.

[9] Puška, Adis and Beganović, Admir and Šadić, Sead. Model for investment decision making by applying the multi-criteria analysis method. Serbian Journal of Management. 2017;13. doi:10.5937/sjm13-12436

[10] Saaty TL. Fundamentals of Decision Making and Priority Theory With the Analytic Hierarchy Process. RWS Publications; 2000.

[11] Liu X-Y, Yang J-S, Fei X-Y, Tao Z-J. An AHP (Analytic Hierarchy Process) Based Investment Strategy for Charitable Organizations of Goodgrant Foundation. IJMIT. 2017;9: 27–36.

[12] Wu W, Kou G. A group consensus model for evaluating real estate investment alternatives. Financ Innov. 2016;2: 465.

[13] Copi IM. Social Choice and Individual Values. Kenneth J. Arrow. Ethics. 1952. pp. 220–222. doi:10.1086/290841

[14] McLean I. The borda and condorcet principles: Three medieval applications. Social Choice and Welfare. 1990. pp. 99–108. doi:10.1007/bf01560577

[15] Costa HG. AHP-De Borda: a hybrid multicriteria ranking method. Brazilian Journal of Operations & Production Management. 2017. p. 281. doi:10.14488/bjopm.2017.v14.n3.a1

[16] Brunelli, Matteo. 2015. Introduction to the Analytic Hierarchy Process. SpringerBriefs inOperations Research. P. 83. 978-3-319-12502-2 (electronic).10.1007/978-3-319-12502-2.

Кусаинов Ч.К.

Көп критериалды саралау әдісі негізінде инвестициялық жобаларды талдау және таңдау

Түйіндеме: Бұл мақалада көп өлшемді шешімді талдау және дауыс беру әдістері біріктірілген гибридтік тәсілге негізделген инвестициялық жобаларды талдау және таңдау алгоритмі сипатталған. Инвестициялық жобаларды таңдау процедурасы иерархиялық талдау әдісі арқылы инвестицияларды бағалау критерийлерінің салмағын анықтаудан және Борда бойынша дауыс беру арқылы инвестициялық баламаларды таңдаудан тұрады. Алгоритмнің бастапқы деректері таза дисконтталған құннан, кірістіліктің ішкі нормасынан, инвестицияның кірістілігінен, өзін-өзі ақтау кезеңінен және кірістілік индексінен тұратын инвестициялардың қаржылық көрсеткіштерінің жиынтығынан тұрады. Зерттеулер көрсеткендей, гибридті модель инвестициялық жобаларды талдауға және таңдауға жаңа көзқарас қосып, инвесторларға күтілетін кірістерді максималды етудің балама механизмін ұсына алады.

UDC541.183

B.Zh. Mutaliyeva [1], G.M. Madybekova [2], D.E. Kudasova [1]
([1]M. Auezov South-Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan
[2]South -Kazakhstan State PedagogicalUniversity, Shymkent, Kazakhstan
*E-mail: mbota@list.ru)

STABILIZATION OF 1-METHYL-3-METHYLAMINOMALEINIMIDE LOADED EMULSIONS FOR USING IN MICROENCAPSULATION

Abstract. The article is devoted to study of o/w with 1-methyl-3-methylaminomaleinimide promoter loaded emulsions stabilized by Sodium dodecyl sulfate/ Chitosan (SDS/CS) complexes. As known the polymer/surfactant mixtures have a wide range of industrial and technological applications, one of them being the use in microencapsulation and emulsion stabilization processes. These mixtures are able to form adsorption layers at the surface of oil droplets and so affect the emulsion stability, which depends on the polyelectrolyte/surfactant nature, concentrations ratio, method of the emulsification, etc. The present review is devoted to the studies of the SDS/CS mixtures for the encapsulation of promoters and stabilization of emulsions.

It was established that the most stable emulsions can be obtained at concentration ratio of polyelectrolyte-surfactant complexes n=0,25, 0,2 and 0,1, and it is possible to do further studies with established concentration ratio of SDS/CS complex for microencapsulation of promoters. Therefore, such systems of SDS/Chitosancan prominent approach for the encapsulation of active ingredients in particularly promoter 1-methyl-3-methylaminomaleinimide.

Key words: emulsions, SDS/CS complexes, 1-метил-3-метиламиномалеинимид, promoter, stabilization.

1. Introduction

Microencapsulation is defined as a process in which tiny particles or droplets are surrounded by a coating or embedded in a homogeneous or heterogeneous matrix, to obtain a small capsules with many useful properties. The microencapsulation can provide a physical barrier between the core compound and the other components of the product. This is a method by which liquid droplets, solid particles or gas compounds are entrapped into thin films the microcapsulated agent. The core can consist of one or more ingredients and the wall may be single or double. The preservation of these nuclei is determined by their chemical functionality, solubility, polarity and volatility [1-2].

Encapsulation of biologically-active substances by complexes of PE-surfactant represents considerable interest since it can provide the various delivery of bioactive compounds due to its protection from the aggressive environment, where the compound loses its activity, and sustained gradual release of agent. Therefore, the main objective of the research is to create conditions for a *delivery* method forbioactive substance in the active form and its sustained release there using microcapsules with shells made of polycomplex PE-surfactant, for its final absorption through the target place.

Emulsion is a very complex but at the same time most interesting object for studies in modern colloid chemistry. Although much work is devoted to this topic [3-7], the decision of emulsions stabilization remains an actual connected with their theoretical and practical meaning. Recently, attention is drawn to the fact that emulsions stabilized by polymer-surfactant systems are existing potential new direction to microencapsulate different volatile substances such as perfume or fragrance, for a wide range of products for the home and personal care, cosmetics, food, and pharmaceuticals.

For the formation of emulsions, mixed PS systems have been intensively studied at different interfaces [8,9,10,11,12]. They have an ability to form adsorption layers at the surface of oil droplets and so affect the emulsion stability and, hence, create the possibility to be used as liquid template particles for a further shell formation and finally for the encapsulation of active ingredients [14,15,16]. The other important point is that depending on the concentration ratio of the PS mixture, the charge of the initial emulsion droplets can be precisely adjusted, enabling an alternate polyelectrolyte deposition. Thus, the necessity of the core dissolution step, as required in other encapsulation protocols, can be omitted.

2. Results and discussion

To solve this problem, it is necessary to obtain stable emulsion-based microcapsules with the protective shells made of polyelectrolytes or PE-surfactant complexes enabling their stability over a wide range of environmental conditions (pH, ionic strength, temperature), but able to react quickly and reversibly to certain fluctuations of some trigger-parameters showing drastic changes in the properties and/or in the phase state.

At the initial stage of obtaining microcapsules, the emulsions were prepared that contain the encapsulated active agent, and polyelectrolytes with active surface substances form the walls of the

microcapsules. A number of experiments were performed to determine the optimal ratio and concentration of solutions of surfactants and encapsulated substances.

Pre-prepared solutions of sodium dodecyl sulfate (0.01 m), chitosan solution (0.01 m), promoter solution 1-methyl-3-methylaminomaleinimide (0.01%) and soybean oil were taken in several concentrations.

Table 1 shows the concentrations of SDS and Chitosan, and their concentration ratio.

Table 1. **Concentration of SDS, Chitosan, and SDS/CS complex concentration ratio**

№	SDS solution (0,01 mol/l)	Chitosan solution (0,01 mol/l)	n
1	0,01	0,01	1
2	0,005	0,01	0,5
3	0,0025	0,01	0,25
4	0,002	0,01	0,2
5	0,001	0,01	0,1

Concentration ratio $\mathbf{n} = \frac{[SDS]}{[CS]}$of SDS/CS complex:

1. $\frac{0,01}{0,01} = 1$

2. $\frac{0,005}{0,01} = 0,5$

3. $\frac{0,0025}{0,1} = 0,25$

4. $\frac{0,002}{0,01} = 0,2$

5. $\frac{0,001}{0,1} = 0,1$

The emulgation were carried out for 5 minutes. Stability of emulsions were observed during 7 days. At concentration ratio n=1 homogeneous emulsions were not formed (table 2).

Table 2. **Characteristics emulsions, stabilized by SDS/CS complex, at n=1**

№ sample	SDS + CS, ml	Soybean oil, ml	stability
1	0,1	0,1	Unstable
2	0,2	0,1	Unstable
3	0,3	0,1	Unstable
4	0,4	0,1	Unstable
5	0,5	0,1	Unstable

At concentration ratio n=0,5samples № 1, №2 are unstable, in the samples №3, №4 and №5 homogeneous emulsions were formed. At further observation we can see destruction of samples №3, №4. After 7 days the emulsion in sample 5 remained stable (table 3).

Table 3. **Characteristics of emulsion stability (at SDS/Chitosan complex concentration ratio n=0,5)**

№ sample	SDS + CS, ml	Soybean oil, ml	stability
1	0,1	0,1	Unstable
2	0,2	0,1	Unstable
3	0,3	0,1	Unstable
4	0,4	0,1	Unstable
5	0,5	0,1	stable

We calculate the destruction kinetics for layers of samples №3 and №4 at a concentration ratio n=0.5.Table 4 shows the coefficient of emulsion destruction of sample №3.

Table 4. **Coefficient of emulsion destruction of sample №3**

Timeτ, min	ϑ, ml	H, %
60	0,1	2
120	0,2	4
180	0,3	6
240	0,4	8
300	0,5	10

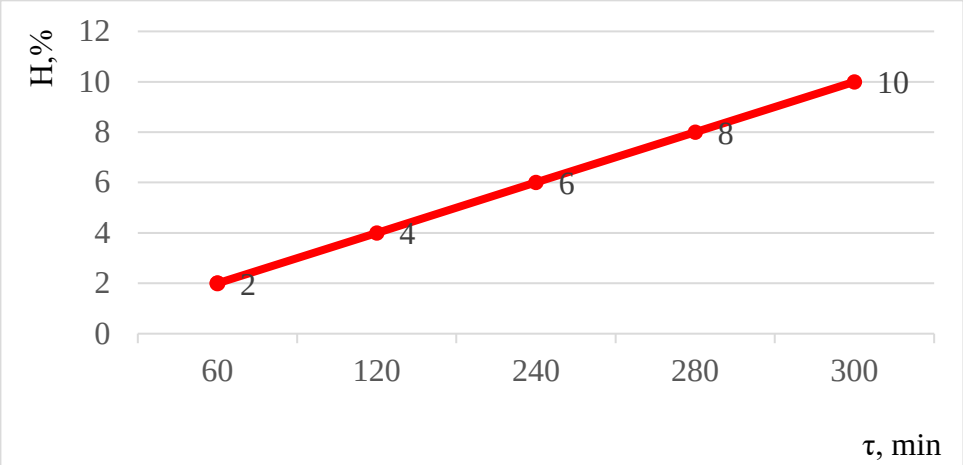


Figure 1. Kinetics of emulsion destruction of sample №3 at a concentration ratio n=0.5.

Table 5 shows the coefficient of emulsion destruction of sample №4.

Table 5. **Coefficient of emulsion destruction of sample №4**

Timeτ, min	ϑ, ml	H, %
60	6	100
120	0,5	8,33
180	0,8	13,33
240	1	16,66
300	1,5	25

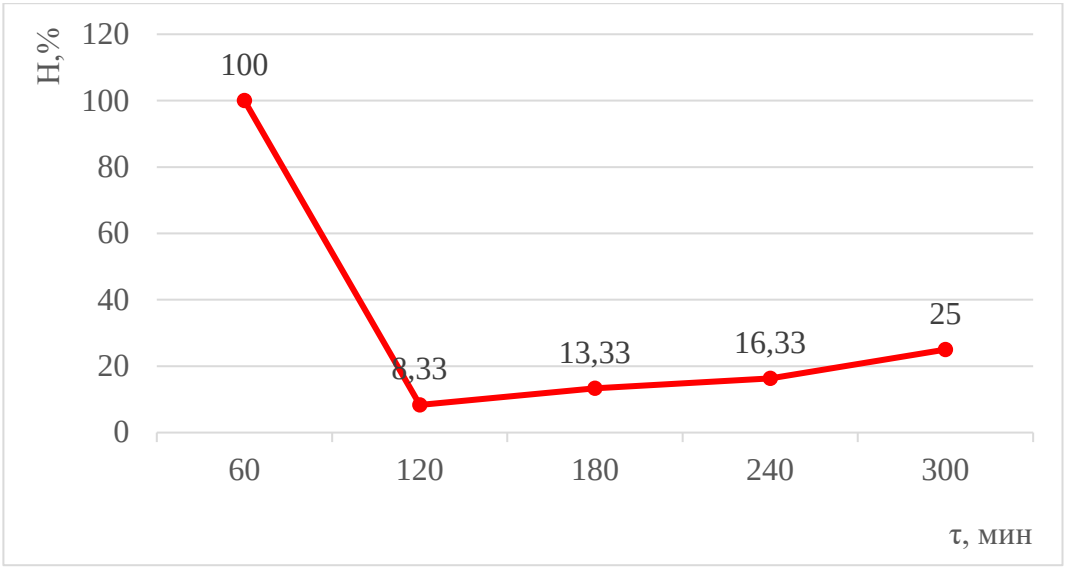


Figure 2. Kinetics of emulsion destruction of sample №4at a concentration ratio n=0.5.

At emulsifying the solutions with a concentration of n=0.25, a homogeneous emulsion was formed in all samples. Upon further observation, on the second day, we observe the emulsion destruction of the sample № 1. Emulsions №2, №3, № 4 and №5 remained stable, that is, the destruction of emulsions were not observed, after 7 days, the emulsions remained stable (table 5).

Table 5. **Characteristics emulsions, stabilized by SDS/CS complex, at n=0,25**

№ sample	SDS + CS, ml	Soybean oil, ml	stability
1	0,1	0,1	Unstable
2	0,2	0,1	Stable
3	0,3	0,1	Stable
4	0,4	0,1	Stable
5	0,5	0,1	Stable

We calculate the emulsion destruction kinetics sample №1 at a concentration of n=0.25.Table 6 shows the coefficient of emulsion destruction of sample №1.

Table 6. **Coefficient of emulsion destruction of sample №1**

Timeτ, min	ϑ, ml	H, %
60	3	100
120	0,5	16,67
180	1	33.33
240	1,5	50
300	1,5	50

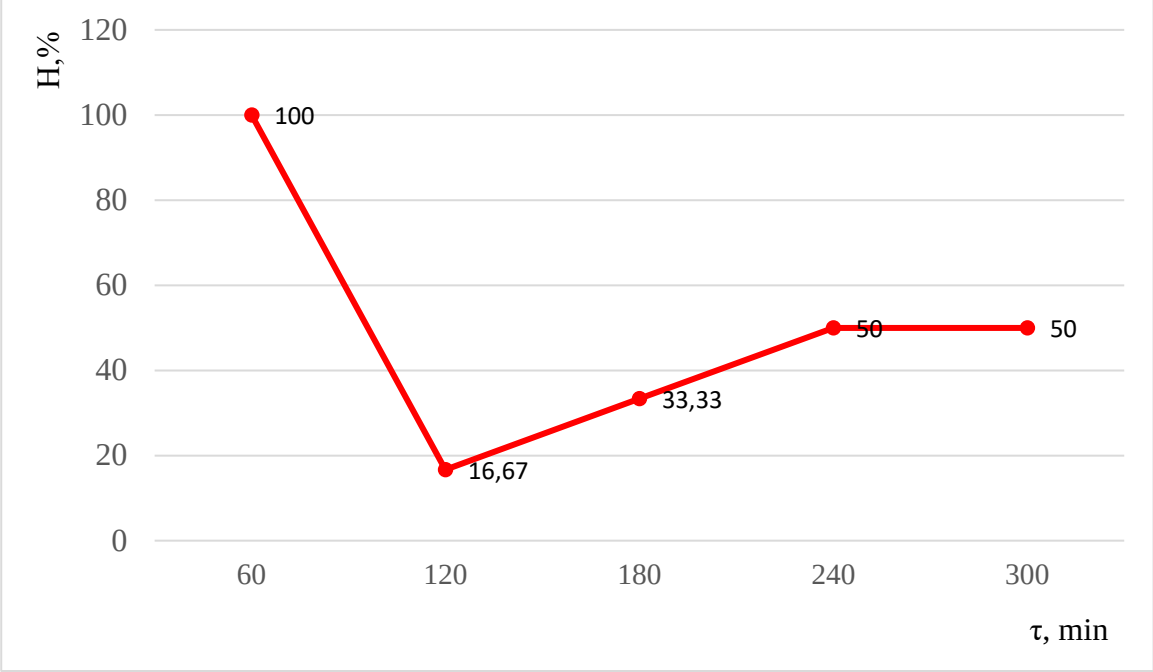


Figure 3. Kinetics of emulsion destruction of sample №1 at concentration ratio n=0,25.

At emulsifying solutions with concentration ratio of n=0.2, a homogeneous emulsion was formed in all samples. On further observation, the destruction is not observed. After 7 days, all emulsions remained stable (table 7).

Table 7. **Characteristics emulsions, stabilized by SDS/CS complex, at n=0,2**

№ sample	SDS + CS, ml	Soybean oil, ml	stability
1	0,1	0,1	stable
2	0,2	0,1	stable
3	0,3	0,1	stable
4	0,4	0,1	stable
5	0,5	0,1	stable

At emulsifying solutions with concentration ratio of n=0.1, a homogeneous emulsion was formed in all samples. On further observation, the destruction is not observed. After 7 days, all emulsions remained stable (table 8).

Table 8. **Characteristics emulsions, stabilized by SDS/CS complex, at n=0,1**

№ sample	SDS + CS, ml	Soybean oil, ml	stability
1	0,1	0,1	stable
2	0,2	0,1	stable
3	0,3	0,1	stable
4	0,4	0,1	stable
5	0,5	0,1	stable

Thus we can conclude that the most stable emulsions can be obtained at concentration ratio of polyelectrolyte-surfactant complexes n=0,25, 0,2 and 0,1, and it is possible to do further studies with established concentration ratio of DSS-Chitosan complex for microencapsulation of promoters.

Acknowledgments: Authors would like to express their sincere gratitude to the Ministry of Education and Sciences of the Republic of Kazakhstan for the support of project AP 05132810 “Scientific-practical bases of microencapsulation of bioactive substances and principally new stimulators of plant development with the purpose of agricultural production intensification”.

REFERENCES

[1] Sheehy, P. J. A and Morrissey, P. A. 1998. Functional foods: prospects and perspectives. In Nutritional Aspects of Food Processing and Ingredients, [CJK Henry and NJ Heppell, editors]. Gaithersburg, MD: Aspen Publishers, 45–65.

[2] Rodrigues, R.A.F and Grosso, C.R.F. 2008. Cashew gum microencapsulation protects the aroma of coffee extracts. Journal of Microencapsulation. 25(1): 13–20.

[3] 3 Adsorption of Polymer−Surfactant Mixtures at the Oil−WaterInterface. Ian M. Tucker, Jordan T. Petkov, Craig Jones, Jeffrey Penfold, Robert K. Thomas,Sarah E. Rogers, Ann E. Terry, Richard K. Heenan, and Isabelle Grillo. Langmuir 2012, 28, 14974−14982.

[4] 4 Howe, A. M.; Pitt, A. R. Rheology and stability of oil-in-water nanoemulsions stabilized by anionic surfactant and gelatin. (1) addition of nonionic, cationic and ethoxylated-cationic cosurfactants. Adv. Colloid Interface Sci. 2008, 144, 24.

[5] 5 Murray, B. S. Rheological properties of protein films. Curr. Opin. Colloid Interface Sci. 2011, 16, 27.

[6] 6Becher, P. Emulsions, Theory and Practice; American Chemical Society: Washington, DC, 2001.

[7] 7Sjoblom, J., Ed. Emulsions and emulsion stability. Surfactant Science Series; Taylor and Francis: UK, 2005; Vol. 132.

[8] 8 Noskov, B.A.; Grigoriev, D.O.; Lin, S.Y.; Loglio, G.; Miller, R. Dynamic surface properties of polyelectrolyte/surfactant adsorption films at the air/water interface: Poly(diallyldimethylammonium chloride) and sodium dodecylsulfate. *Langmuir*2007, *23*, 9641–9651.

[9] 9Nylander, T.; Samoshina, Y.; Lindman, B. Formation of polyelectrolyte-surfactant complexes on surfaces. *Adv.Colloid Interface Sci.*2006, *123*, 105.

[10] 10Sharipova, A.; Aidarova, S.; Cernoch, P.; Miller, R. Effect of surfactant hydrophobicity on the interfacial properties of polyallylamine hydrochloride/sodium alkylsulphate at water/hexane interface. Colloids Surf. A 2013, 438, 141.

[11] 11 Penfold, J.; Tucker, I.; Thomas, R.K.; Zhang, J. Adsorption of Polyelectrolyte/Surfactant Mixtures at the Air−Solution Interface: Poly(ethyleneimine)/Sodium Dodecyl Sulfate. *Langmuir*2005, *21*, 10061.

[12] 12Langevin, D. Complexation of oppositely charged polyelectrolytes and surfactants in aqueous solutions. A review. *Adv. Colloid Interface Sci.* 2009, *147*, 170.

[13] 13Petrovic, L.B.; Sovilj, V.J.; Katona, J.M.; Milanovic, J.L.Influence of polymer–surfactant interactions on o/w emulsion properties and microcapsule formation. *J. Colloid Interface Sci.*2010, *342*, 333.

[14] 14 Tucker, I.M.; Petkov, J.T.; Jones, C.; Penfold, J.; Thomas, R.K.; Rogers, S.E.; Terry, A.E.; Heenan, R.K.; Grillo, I. Adsorption of Polymer–Surfactant Mixtures at the Oil–Water Interface.*Langmuir*2012, *28*, 14974.

[15] 15Aidarova, S.; Sharipova, A.; Krägel, J.; Miller, R. Polyelectrolyte/surfactant mixtures in the bulk and at water/oil interfaces. *Adv. Colloid Interface Sci.* 2014, *205*, 87–93.

Муталиева Б. Ж., Мадыбекова Г. М., Кудасова Д.Е.

1-метил-3-метиламиномалеинимид пен жүктелген эмульсияларды микрокапсулдауда пайдалану үшін тұрақтандыру

Түйіндеме. Мақала натрий додецил сульфаты /хитозан (SDS/CS) кешендерімен тұрақтандырылған 1-метил-3-метиламиномалеинимид промотері бар май / су эмульсияларын зерттеуге арналған. Белгілі болғандай, полимер / беттік белсенді зат қоспалары өнеркәсіптік және технологиялық қосымшалардың кең спектріне ие, олардың бірі микрокапсуляция және эмульсияны тұрақтандыру процестерінде қолданылады. Бұл қоспалар май тамшыларының бетінде адсорбциялық қабаттар түзуге қабілетті және сол арқылы эмульсияның тұрақтылығына әсер етеді, бұл полиэлектролит/беттік-белсенді заттың табиғатына, концентрация қатынасына, эмульгия әдісіне және т.б. байланысты, бұл шолу промоутерлерді инкапсуляциялау және эмульсияларды тұрақтандыру үшін SDS / CS қоспасын зерттеуге арналған.

Полиэлектролит-ББЗ кешендерінің концентрациясының қатынасы n = 0,25; 0,2 және 0,1 кезінде ең тұрақты эмульсиялар алынуы мүмкін екендігі анықталды және промотерларды микрокапсулалау үшін SDS/CS кешенінің концентрациясының белгіленген қатынасымен одан әрі зерттеулер жүргізуге болады. Демек, мұндай натрий додецилсульфаты / хитозан жүйелері белсенді ингредиенттерді инкапсуляциялау үшін, атап айтқанда, промотер 1-метил-3-метиламиномалеинимидке сәйкес келуі мүмкін..

Кілт сөздер: эмульсиялар, SDS/CS кешендері,1-метил-3-метиламиномалеинимид, промотер, тұрақтандыру

Муталиева Б. Ж., Мадыбекова Г. М., Кудасова Д.Е.

Стабилизация эмульсий, нагруженных 1-метил-3-метиламиномалеинимидом, для использования в микрокапсулировании

Резюме. Статья посвящена изучению эмульсий масло / вода с промотером 1-метил-3-метиламиномалеинимида, стабилизированных комплексами додецилсульфат натрия / хитозан (SDS / CS). Как известно, смеси полимер / поверхностно-активное вещество имеют широкий спектр промышленных и технологических применений, одним из которых является использование в процессах микрокапсулирования и стабилизации эмульсии. Эти смеси способны образовывать адсорбционные слои на поверхности капель масла и тем самым влиять на стабильность эмульсии, которая зависит от природы полиэлектролита/поверхностно-активного вещества, соотношения концентраций, метода эмульгирования и т. д. Настоящий обзор посвящен исследованию смеси SDS / CS для инкапсуляции промотеров и стабилизации эмульсий.

Установлено, что наиболее стабильные эмульсии могут быть получены при соотношении концентраций комплексов полиэлектролит-ПАВ n = 0,25, 0,2 и 0,1, и можно проводить дальнейшие исследования с установленным соотношением концентраций комплекса SDS / CS. для микрокапсулирования промоторов. Следовательно, такие системы додецилсульфат натрия / хитозан могут явным образом подходить для инкапсуляции активных ингредиентов, в частности, в промотер 1-метил-3-метиламиномалеинимид.

Ключевые слова: эмульсии, комплексыSDS/CS,1-метил-3-метиламиномалеинимид, промотер, стабилизация

UDC 541.183

Madybekova G.M.[1], Mutaliyeva B.Zh.[2], Issayeva A.B.[3,4]
([1]South-Kazakhstan State Pedagogical university, *Shymkent, Kazakhstan*
[2]M Auezov South-Kazakhstan university, *Shymkent, Kazakhstan*
[3] Satpayev University , Kazakhstan, Almaty
[4] Kazakh-Britan Technical University, Kazakhstan, Almaty)
*E-mail: galiya56@list.ru

STUDY OF STABLE EMULSIONS FORMULATION PARAMETERS FOR HYDROPHILIC ACTIVE AGENTS MICROENCAPSULATION

Abstract. The present work was devoted to research microencapsulation of hydrophilic active agnets with use the double emulsion technique based on the composition of polyelectrolytes and oppositively charged surfactants.

This paper includes the results of investigations of various systems used for preparing microparticles by a W/O/W double emulsion technique for insulin oral delivery. The primary W/O emulsion consists of aqueous insulin solution dispersed in an organic phase containing an oil-soluble surfactant, e.g., Dioctyl sulfosuccinate sodium salt (AOT) in soybean oil or medium chain triglyceride (MCT). This primary emulsion is further dispersed into a large volume of an aqueous solution containing oppositively charged natural polyelectrolytes (PE), such as Chitosan and Xanthan complex in order to form a W/O/W double emulsion.

Key words: microencapsulation, double emulsion, polyelectrolytes, oppositively charged surfactants, active agents.

1. Introduction

The interest to emulsion stability is connected with their usage: at extraction and processing of oil and petroleum products, medicine, food, paint, fur and other sectors of the economy.

Emulsifying ability of low molecular weight surfactants rather studied [1], while the information on the use of high molecular weight emulsifiers have a small amount. However, according to [2] they may form at the interface high viscosity, strong adsorption layers, reliably preventing coalescence.

Recently, attention is drawn to the fact that emulsions stabilized by polymer-surfactant systems are existing potential new direction to microencapsulate different volatile substances such as perfume or fragrance, for a wide range of products for the home and personal care, cosmetics, food, and pharmaceuticals.

To select the encapsulation technology the knowledge of physical, chemical and biological properties of an emulsifier have meaning, because based on the results of this analysis it is possible to more clearly define properties, which product must have. Therefore for selection encapsulation conditions the study colloid-chemical properties of the emulsifier component and to determine the optimal conditions for stabilization of emulsions is important.

Water-soluble polymers (WSP) possess by certain surface active properties but are characterized by a relatively low surface activity. However, the addition surfactants into solutions of polyelectrolytes (PE), allows to modify some properties of solutions, which may lead to improved processes that have practical importance. In this connection, the study colloid- chemical properties of the compositions of polyelectrolytes with surfactants has main actuality that will give possibility to scientifically-substantiated approach to their use as emulsion stabilizers.

2. Methods

In the presented work complexes of the water-soluble polymer Chitosan and oppositively charged Xanthan Gum were prepared and their stabilizing effect on water-oil-water emulsions investigated. The Chitosan-Xanthan Gum complexes were prepared by mixing the solutions of the individual compounds at concentration ratio 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5. Solutions of the complexes were used 24 h after mixing. The interfacial tension at the tetradecane-water interface was measured by Drop profile analysis tensiometry (PAT-1, SINTERFACE), and DLS and zeta-potential measurements were performed at 25°C using NanoZS90 system (Malvern Instruments). Emulsions were prepared at room temperature by ultrasound at a mixing time of 2 minute. The obtained emulsions were poured into 14 ml calibration tubes and then their emulsifying efficiency was studied by observation of emulsion stability every 30 minute. The principle of observation was based on the determination of the volume of the separated oil phase. The size distribution of emulsion droplets was measured directly after emulsion formation by using a Zetasizer (Malvern), and repeated over 10 days.

3. Results and discussion

The interfacial tension isotherms of polyelectrolyte and surfactant are shown in figure 1.

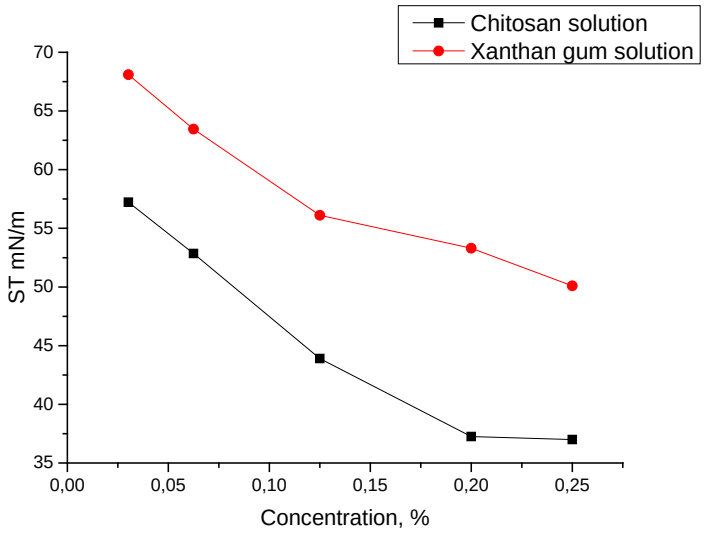


Figure 1. The equilibrium surface tension as a function of solution concentration (Chitosan solution, Xanthan gum solution)

The observed features in the interfacial tension isotherm of aqueous Chitosan/Xanthan Gum mixed solutions can be explained by the association of oppositely charged polyelectrolyte/surfactant complexes in aqueous solutions, implemented through electrostatic interactions which lead to a significant hydrophobicity of the polyelectrolyte chains and a reduction of the electrostatic free energy of polyions.

Figure 1 display the equilibrium interfacial tension of Chitosan and Xanthan gum solutions. It can be observed that the equilibrium surface tension decreases with the addition of polymeric additives into solvent and the increase in concentration, which was also reported in the literature [3], [4] and [5]. Surface tension values are close to that of water at low concentrations, whereas surface tension dramatically drops beyond concentrations higher than 0,125% that correlate with literature data [6].

Table 1 contains results of investigations of different ratios of volume of aqueous phase with loaded hydrophilic protein Insulin to volume of oil phase at different concentrations of surfactant, and the time and pulser regims.

Table 1. **Formulation parameters for stable primary emulsion obtainment**

Concentration, mol/l	Ration of volume of water phase to oily phase, ml	Mean of size distribution in dependence of stirring time and regime			
		3 min	3 min.40-20	5 min	5 min.40-20
0,00108	0,1:10	217,4	209,0	255,1	215,6
0,00108	0,2:10	641,7	533,9	559,5	550,5
0,00108	0,3:10	697,2	611,6	660,2	651,3
0,001125	0,1:10	660	504	600,4	583,0
0,00225	0,1:10	642,5	349,2	556,7	464,3
0,00225	0,2:10	640,4	537,5	642,1	604,3
0,00225	0,3:10	681,3	638,2	811,4	571,8

It was established that the most optimal regime of time and pulser for all concentrations is 3 min. with pulser 40-20, and a most small size of droplets was at the concentration of AOT 0,00108 M and volume of water phase (with Insulin in PBS) – 0,1 ml.

The primary W/O emulsion consists of aqueous insulin solution dispersed in an organic phase containing an oil-soluble surfactant, e.g., Dioctyl sulfosuccinate sodium salt (AOT) in soybean oil or medium chain triglyceride (MCT). The most optimal time and pulse regime for all concentrations was established. It was established that the measured mean particle diameter of the primary emulsions is between 207 nm and 650 nm. The chemical constituents of the primary emulsions were AOT (>99%, Sigma-Aldrich), soybean oil (Sigma-Aldrich), human insulin (Sigma-Aldrich) and high-purity water. It was ascertained that the most stable emulsions are obtained at AOT concentrations in soybean oil between 10^{-3} M and $2{,}25 \cdot 10^{-3}$ M, which correlates with literature data. The primary emulsion is further dispersed into a large volume of an aqueous solution containing oppositively charged natural polyelectrolytes (PE), such as Chitosan and Xanthan complex in order to form a W/O/W double emulsion with particle diameter of about 3244 nm, i.e. about 10 times larger than the primary emulsions.

Insulin-loaded Ch-Xan Gum nanoparticles with improved physicochemical properties with a process yield of 65.6 – 77.5%, and association efficiency of 85.3% were obtained. The release kinetics of insulin was monitored using UV-vis spectroscopy and showed a slow release within 3 hours. Thus, the slow kinetics of the release of the insulin demonstrates the effectiveness of the methodology of encapsulation based on the formation of double emulsions.

The developed microencapsulation approach is straightforward and economic and could be used for the encapsulation of bioactive ingredients for pharmacy, cosmetic and food applications.

Conclusion

The results of the research led to the following conclusions:

1. Complex of Chitosan/Xanthan Gum allowed to establish their high surface activity compared to the individual components.

2 . The optimal conditions for creating system for double emulsion for use in microencapsulation of hydrophilic protein.

So, the results presented and their interpretation represent a development in the understanding and decision problems of emulsion formation and stability for scientifically-substantiated approach to their usage for important technological processes like a microencapsulation of a variety of volatile components, such as perfumes, or flavors, in a wide range of applications in home and personal care products, cosmetics, foods, and pharmaceuticals.

REFERENCES

[1] 'Sugar Rush',*Engineering and Technology*, Feb. 2007)

[2] *Stryer, Lubert (1975).* Biochemistry. *W. H. Freeman and Company*. ISBN 0-7167-0174-X.

[3] R.M. Manglik, V.M. Wasekar, J. Zhang, Dynamic and equilibrium surface tension of aqueous surfactant and polymeric solutions, Exp. Therm. Fluid Sci. 25 (2001) 55–64.

[4] J. Zhang, R.M. Manglik, Nucleate pool boiling of aqueous polymer solutions on a cylindrical heater, J. Nonnewton. Fluid Mech. 125 (2005) 185–196.

[5] A.D. Athavale, R.M. Manglik, M.A. Jog, An experimental investigation of nucleate pool boiling in aqueous solutions of a polymer, AIChE J. 58 (2012) 668–677.

[6] Pool boiling heat transfer characteristics of non-Newtonian Xanthan gum solutions. Mostafa Shojaeian, Meltem Sezen, Ali Kos. Experimental Thermal and Fluid Science 70 (2016) 77–84.

Мадыбекова Г. М., Муталиева Б. Ж., Исаева А. Б.

Исследование параметров рецептуры стабильных эмульсий для микрокапсулирования гидрофильных активных веществ

Абстракт. Настоящая работа была посвящена исследованию микрокапсуляции гидрофильных активных агентов с использованием метода двойной эмульсии, основанного на композиции полиэлектролитов и оппозиционно заряженных поверхностно-активных веществ.

В данной работе представлены результаты исследований различных систем, используемых для получения микрочастиц методом двойной эмульсии W/O/W для пероральной доставки инсулина. Первичная водно-масляная эмульсия состоит из водного раствора инсулина, диспергированного в органической фазе, содержащей маслорастворимое поверхностно-активное вещество, например натриевую соль диоктилсульфосукцината (АОТ) в соевом масле или триглицериде со средней длиной цепи (МСТ). Эта первичная эмульсия далее диспергируется в большом объеме водного раствора, содержащего противоположно заряженные природные полиэлектролиты (ПЭ), такие как хитозан и ксантановый комплекс, чтобы сформировать двойную эмульсию W/O/W.

Мадыбекова Г. М., Муталиева Б. Ж., Исаева А. Б.

Гидрофильді белсенді заттарды микрокапсулау үшін тұрақты эмульсиялар рецептурасының параметрлерін зерттеу

Түйіндеме. Бұл жұмыс полиэлектролиттер мен қарама-қарсы зарядталған беттік-белсенді заттардың құрамына негізделген қосарлы эмульсия әдісін қолдана отырып, гидрофильді белсенді агенттердің микрокапсуляциясын зерттеуге арналған.

Бұл жұмыста инсулинді ішке жеткізу үшін W/O/W қосарлы эмульсия әдісімен микробөлшектерді алу үшін қолданылатын әртүрлі жүйелерді зерттеу нәтижелері ұсынылған. Бастапқы су-май эмульсиясы органикалық фазада диспергирленген инсулиннің сулы ерітіндісінен тұрады, оның құрамында майда еритін беттік-белсенді зат бар, мысалы, соя майындағы диоктилсульфосукцинаттың натрий тұзы (АОТ) немесе орташа тізбекті триглицерид (MST). Содан кейін бұл бастапқы эмульсия хитозан және ксантан кешені сияқты қарама-қарсы зарядталған табиғи полиэлектролиттер (ПЭ) бар сулы ерітіндіде үлкен көлемде шашырап, қосарлы W/O/W эмульсиясын құрайды. Қосарлы эмульсиясын қалыптастыру үшін хитозан және ксантан кешені сияқты қарама-қарсы зарядталған табиғи полиэлектролиттерден (РЕ) тұратын су ерітіндісінің үлкен көлемінде таралады.

ӘӨЖ 539.374.6

[1]S.A. Mashekov, [2]Zh.A. Ashkeyev, [2]M.Zh. Abishkenov, [2]Rysbek M.B.
([1]Satbayev University, Almaty, Kazakhstan
[2]Karaganda State Industrial University, Temirtau, Kazakhstan
e-mail: maks91.kz@inbox.ru)

DEVELOPMENT OF A DIE DESIGN FOR THE PRODUCTION OF HIGH-STRENGTH BALL BILLETS

Abstract. The article is devoted to the problem of production of high-strength balls by severe plastic deformation in a closed die. The design of the closed die is designed for the production of high-strength balls.
Key words: severe plastic deformation, ball, closed die, compressive stress, high strength.

[1]С.А. Машеков, [2]Ж.А. Ашкеев, [2]М.Ж. Абишкенов, [2] М.Б. Рысбек
([1]Сәтбаев Университеті, Алматы, Қазақстан
[2]Қарағанды мемлекеттік индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан
e-mail: maks91.kz@inbox.ru)

ЖОҒАРЫ БЕРІКТІККЕ ИЕ ШАР ТӘРІЗДІ ДАЙЫНДАМАЛАРДЫ ӨНДІРЕТІН МАТРИЦАНЫҢ КОНСТРУКЦИЯСЫН ӘЗІРЛЕУ

Аңдатпа. Мақала жоғары беріктікке ие шар тәрізді дайындамаларды жабық матрицада қарқынды пластикалық деформациялау жолымен әзірлеу мәселесіне арналған. Шар тәрізді дайындаманы өндіретін матрицаның конструкциясы жобаланған.
Түйін сөздер: қарқынды пластикалық деформация, шар, жабық матрица, сығушы кернеу, жоғары беріктік.

Кіріспе.

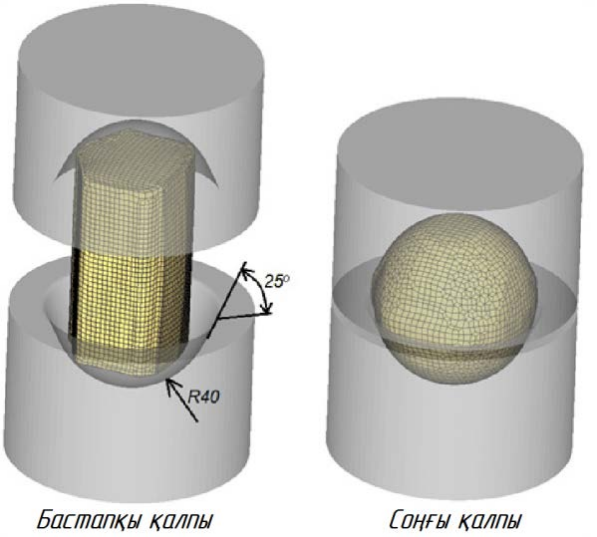
Заманауи технологиялық ғасыр және оның тікелей салдары болып табылатын металл қорларын үнемдеу мәселесі ғалымдар мен инженерлер тарапынан өндіріске қызмет ету мерзімі ұзақ болып табылатын беріктігі жоғары өнімдерді шығарудың өзектілігін алға қойып отыр. Аталған өнімдердің бірі – шар тәрізді дайындамалар мен дайын металл бұйымдары. Олар диірмендердегі ұсатқыш элемент ретінде, шарикті мойынтіректерде айналу элементі ретінде, сорғылар мен клапан элементтері ретінде, сыртқы беттерді жылтыратуда, аэроғарыш, медицина, химия, машина жасауда, кеме жасауда, әскери істе қолданылады. Әлемдік деңгейдегі беріктігі жоғары шар өндіру көшбасшыларының бірі «RGP BALLS» компаниясының мәліметтеріне сүйенсек металл шарлар жасалатын негізгі материалдарға хромдалған болаттар, тот баспайтын болаттар, көміртекті болаттар, сондай-ақ қола, жез, Ni негізіндегі қорытпалар (мысалы, хастеллой, инконель, монель), Co негізіндегі қорытпалар (мысалы, стеллит), тозуға төзімді қорытпалар (мысалы, вольфрам карбиді, құралдық болат), алюминий, титан және сирек қолданылатын материалдар негізіндегі арнайы қорытпалар жатады [1].

Шар өнімдерінің барлығына қатысты бір нәрсе – олардың аса үлкен жүктемелерде жұмыс істеуі. Нақтылар болсақ, белгілі бір конструкцияның құрамындағы жұмысшы элемент ретінде шарларға аса жоғары дәрежеде соққылық және динамикалық жүктемелер түседі, яғни шарлар жоғары желіну (тозу) жағдайында жұмыс жасайды. Мұндай тозу әсіресе шар өнімдері қолданылатын негізгі бағыттардың бірі – ұсатушы диірмендердің болат шарларында байқалады [2]. Мысалы, болат ұсатқыш шарлармен жұмыс істейтін барабанды диірмендерді пайдаланғанда шарлардың тозуымен байланысты болатын шығындардың мөлшері электр энергиясына жұмсалатын шығындармен шамалас болуы мүмкін. Ұсатушы шарларға қойылатын негізгі талаптар – тозу жылдамдығының аз болуы және ұсату дәрежесінің жоғары болуы [3-6]. Бұл өз кезегінде шар өнімдерінің беріктігін арттыру әдістерін зерттеудің маңыздылығын көрсетеді.

Қазіргі таңда өлшемдеріне, қасиеттеріне, қолданылу аясына орай шар өнімдерін жасаудың бірқатар технологиялық әдістері өндірістік жағдайда қолданылады. Олардың негізгілеріне көлемдік штамптау, құю, көлденең-винтті таптау әдістерін жатқызуға болады.

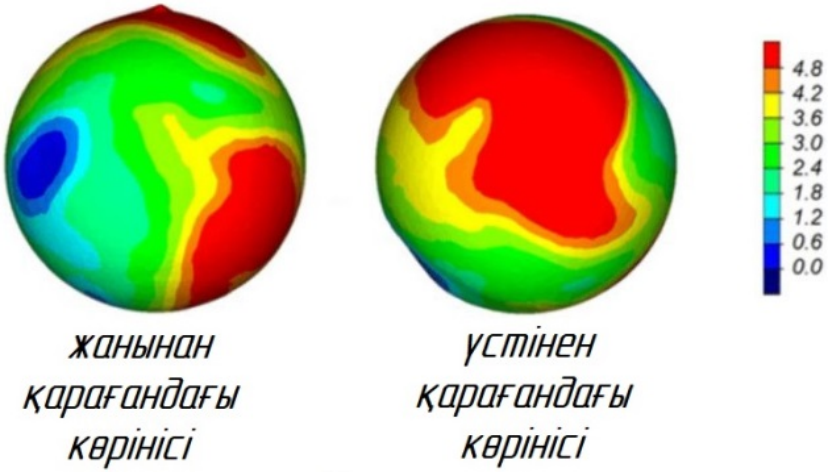
Көлемдік штамптауда шарлар бастапқы дайындаманы астыңғы және үстіңгі штамптардың арасына салып штамптау арқылы өндіріледі. Бұған мысал ретінде Польшадағы Люблин технологиялық университетінің ғалымдары ұсынған диаметрі 80 мм ұсатушы шарларды істен шыққан немесе ақаулы

рельстердің бастиектерінен ыстықтай көлемдік штамптау арқылы жасайтын инновациялық әдісті [7] келтіруге болады (1-сурет).



1-сурет. Рельс бастиегін штамптау арқылы шар өндіру технологиясы [7]

Шарларды штамптау әдісі деформациялық әркелкілікпен ерекшеленеді. Мысалы, [7] әдіске сүйенетін болсақ деформациялар бейнесі келесідей болады (2-сурет).

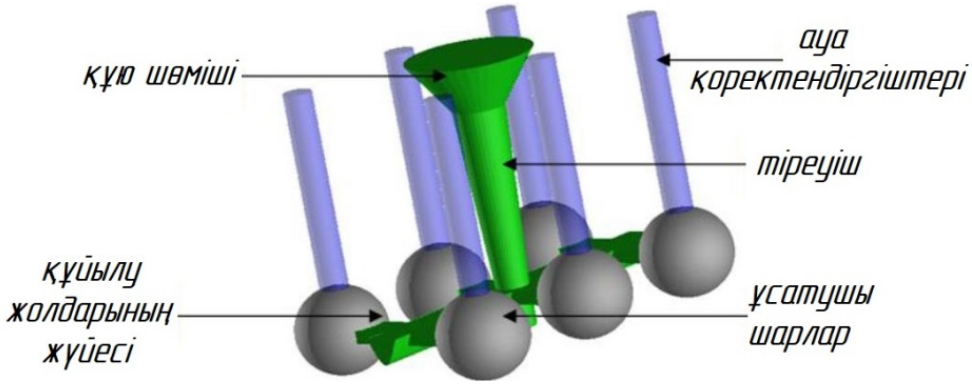


2-сурет. Шардағы деформация әркелкілігі [7]

Суретке сәйкес температураның өзгеру аралығы 920-1070°С, ал бұл өз кезегінде ұсынылатын шынықтыру температурасынан (860°С) әлдеқайда жоғары. Сондықтан шар температурасын ұсынылатын мәнге дейін тұрақтандыру және төмендету үшін шынықтыру алдында шарды ауада сақтау қажет [7].

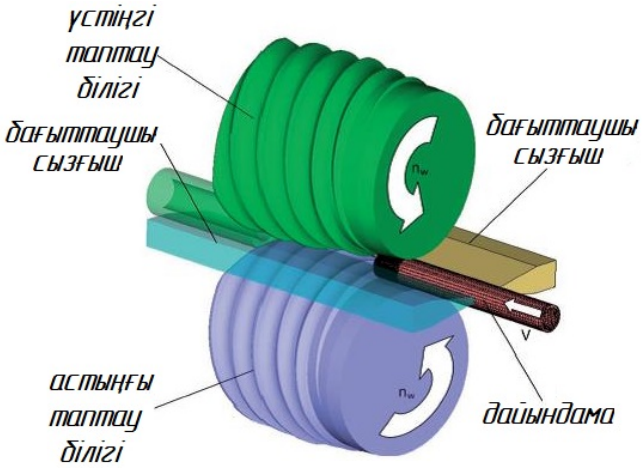
[7] еңбекте ұсынылып отырған әдістің артықшылығы – ақаулы немесе істен шыққан рельстерді екінші рет қайта қолданып кәдеге жарату арқылы «қалдықсыз технологияны» қолдану және оңтайлы шар пішінін қалыптастыра отырып қалыпты беріктіктегі шар алу. Қазақстан теміржол төсемдерінің ұзындығы бойынша әлемдегі ең үлкен елдер қатарында екендігін ескерсек, онда істен шыққан рельстерден осылайша шар әзірлеуді жеке бір өзекті тақырып ретінде зерттеуге болатындығы түсінікті. Ал әдістің кемшілігіне өндірістік үлкен сериялы немесе жаппай өндірісте қолданудағы шектеулер бар екендігін айтуға болады. Сонымен қатар үрдістің экономикалық жағын да ескеру қажет.

Құю әдісі арқылы негізінен құйылу қасиеті жақсы материалдардан (негізінен, шойыннан) шарлар әзірленеді. Бұл тұста [8] еңбекте келтірілген құрамында хромы жоғары ASTM A-532 шойынынан гравитациялық құю арқылы шар өндіру әдісін келтіруге болады (3-сурет).



3-сурет. Гравитациялық құю арқылы шар өндіру технологиясы [8]

Шар өндірудің тағы бір әдісі – көлденең-винтті арнайы шар таптау станында өндіру. Мұнда бастапқы цилиндрлі дайындама қиғаш орналасқан винттері бар таптау біліктерінде көлденең-винтті тапталады [9,10]. Үрдістің схемасы келесі суретте көрсетілген (4-сурет).



4-сурет. Көлденең-винтті таптау арқылы шар өндіру әдісі [9]

Үрдістің нәтижесінде қарапайым беріктікке ие шарлар алынады, себебі мұнда үрдістің температуралық және кернеулі-деформациялық шарттары жоғары беріктікке ие шарлар алуға мүмкіндік бермейді, сондықтан үрдіс соңында қосымша беріктендіру іске асырылады.

[11] әдебиетте құю және таптау әдістерімен шар өндіру тиімділіктері салыстырылған. Авторлар артықшылығы ретінде үрдістің арзандығын, ал кемшілігі ретінде құюдан кейін шардың механикалық өңдеуді талап ететіндігін атай отырып құю әдісін экономикалық жағынан тиімді деп есептейді. Ал таптау әдісінің артықшылықтарына үрдістің қарапайымдығын және жөндеу-баптау жұмыстарының оңтайлығын көрсетеді, сондай-ақ құюмен салыстырғанда қысушы күштердің болатындығын ескере отырып шардың беріктігі құйма шардан жоғары екендігін айтады.

Жоғарыда аталған шар өндіру әдістері жақсы зерттелгенімен, кернеулі күй жағынан алып қарағанда зерттеулер аз. Ал кернеулі күйдің металл сапасына, беріктігіне тигізетін әсері орасан зор екендігін ескерсек бұл салада зерттеулердің өзектілігіне көз жеткізуге болады.

Бұл мақалада бекітпелер арқылы контейнердің ішінде бекітіліп тұратын жабық матрицаның ішіне салынған дайындаманы пуансондарды ауыстыра немесе кезектестіре отырып жан-жақты қысу арқылы оған берілетін пластикалық деформацияны қарқындату жолымен, яғни қарқынды пластикалық деформациялау арқылы шар өңдеу нұсқасы сипатталған.

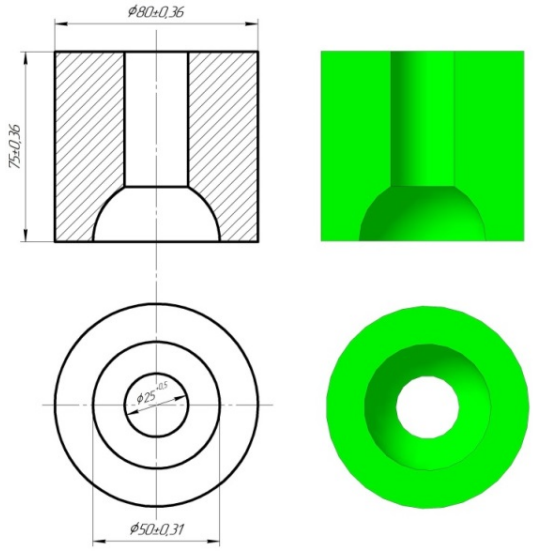
Қарқынды пластикалық деформация металдарды қысыммен өңдеудің қарапайым өндірістік үрдістерімен (таптаумен, соғумен, штамптаумен, престеумен, созумен) салыстырғанда оңтайлы әрі қарқынды кернеулі-деформациялық шарттарды қалыптастыра отырып ұсақ түйіршікті, ультраұсақ түйіршікті, тіпті наноқұрылымды алуға мүмкіндік беретін әдістердің жиынтығы. Сондықтан бұл әдіс соңғы жылдары металл өңдеу саласында аса зор қызығушылық тудырып отыр.

Қарқынды пластикалық деформациялаудың технологиялық әдістері өте көп және оларды [12-14] әдебиеттерден көруге болады.

Эксперимент әдістемесі.

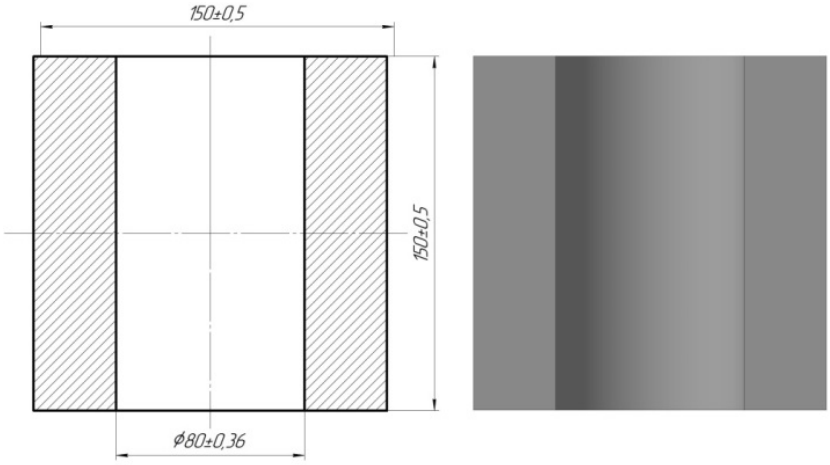
Эксперимент жасамас бұрын жабық матрицаның конструктивтік элементтері мен жалпы конструкциясын жобалау іске асырылды. Жобалау автоматты түрде КОМПАС-2D/3D автоматтандырылған жобалау жүйесінің көмегімен орындалды [15].

Конструкцияның жекелеген элементтерінің өлшемдерін анықтап жобалау өндірілетін дайын шардың өлшемдеріне тікелей тәуелді болады. Шардың диаметрі D=50±0,31 мм деп алынды. Осы өлшемге байланысты конструктивтік түрде сақиналы пуансонның өлшемдері таңдалды (5-сурет).



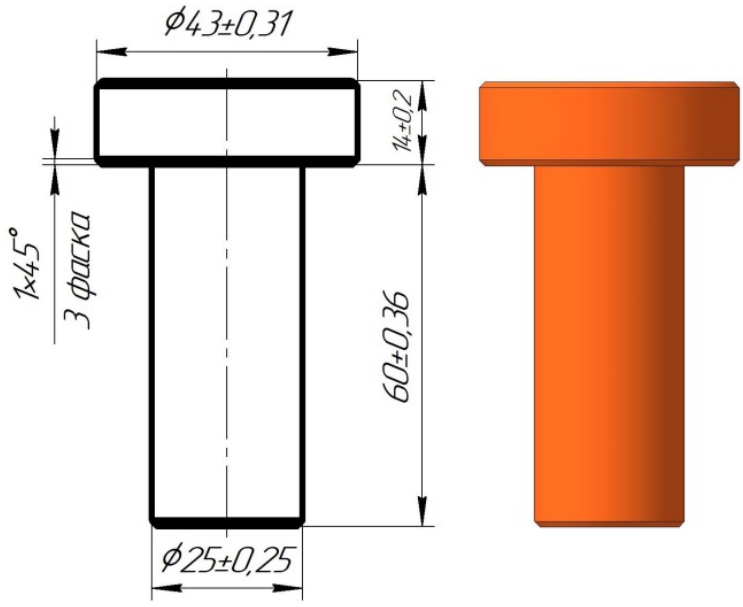
5-сурет. Сақиналы пуансонның сызбасы мен үшөлшемді кескіні

Сақиналы пуансон өлшемдеріне байланысты конструктивтік түрде матрицаның өлшемдері жобаланады (6-сурет).



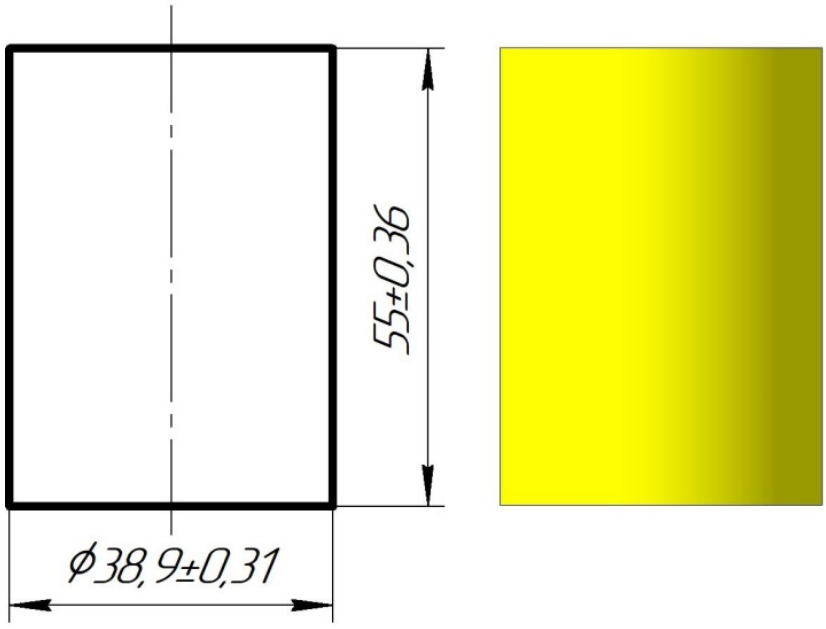
6-сурет. Матрицаның сызбасы мен үшөлшемді кескіні

Ортаңғы тұтас пуансонның өлшемдері сақиналы пуансон өлшемдеріне байланысты конструктивтік түрде жобаланады. Орталық пуансон сыртқы диаметрі арқылы сақиналы пуансонның ішкі диаметріне керіліспен немесе кішкене саңылаумен қондырылады, сондықтан оның диаметрі d=25±0,25 мм деп қабылданды. Пуансонның биіктігі оның тұрақтылық шартына және деформация дәрежесіне байланысты анықталды және h=60±0,36 мм деп қабылданды (7-сурет).



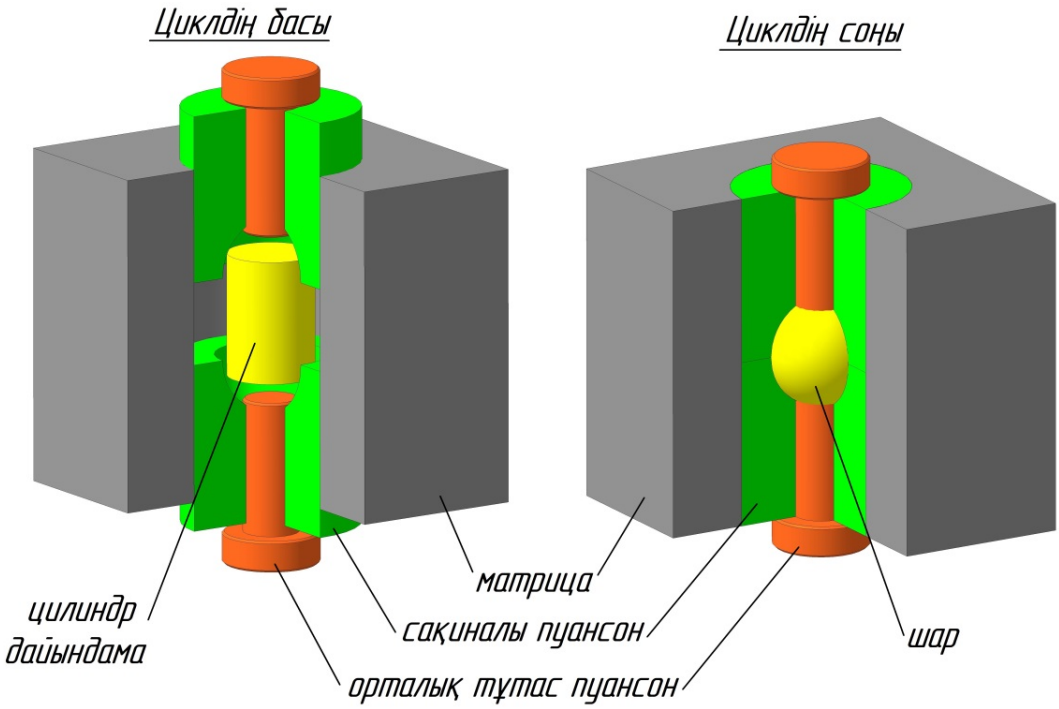
7-сурет. Орталық тұтас пуансонның сызбасы мен үшөлшемді кескіні

Дайындама цилиндр тәрізді болады және оның өлшемдері көлем тұрақтылығының шарты бойынша шар мен цилиндрдің көлемдерін теңестіру арқылы анықталады [16]. Егер дайындаманың биіктігін 55 мм тең деп алсақ, онда көлем тұрақтылық шартына сәйкес дайындаманың диаметрі шамамен 38,9 мм болады (8-сурет).



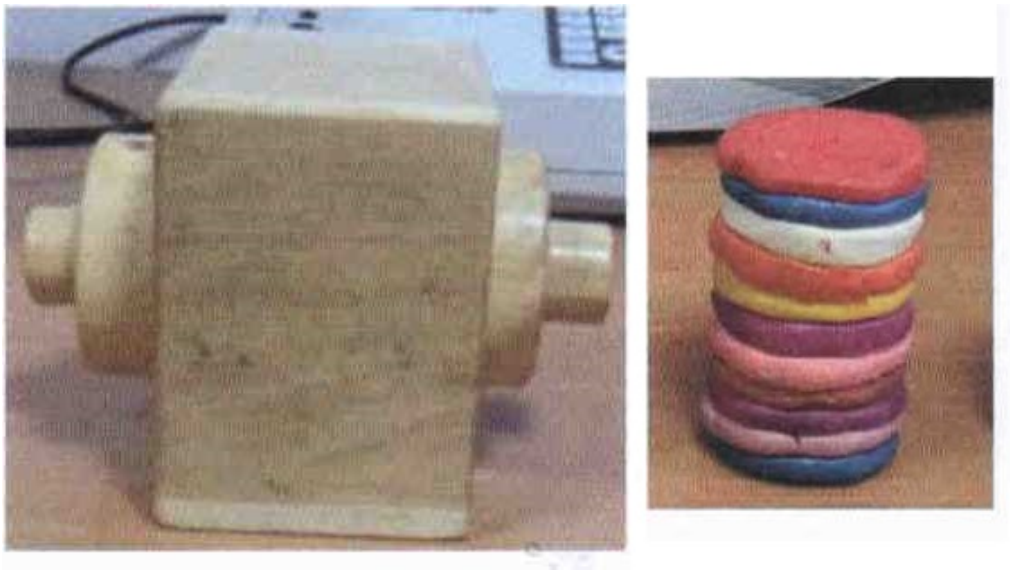
8-сурет. Дайындаманың сызбасы мен үшөлшемді кескіні

Конструкцияның құрастыру сызбасы төменде көрсетілген (10-сурет).



9-сурет. Шар өндіруге арналған жабық матрицаның конструкциясы

Конструкция әзірленген соң бастапқы эксперименталды зерттеулерді іске асыру мақсатында және жобаланған конструкцияның жұмысқа қабілеттілігін тексеру мақсатында кесуші станокта жону арқылы конструкцияның ағаш моделі, сондай-ақ пластикалы металды имитациялайтын пластилин үлгілері әзірленді (10-сурет).



10-сурет. Конструкцияның ағаш үлгісі мен дайындаманың пластилиннен жасалған көп қабатты имитациясы

Материалдың ішінде орын алатын өзгерістерді мен бұрыштық ауытқуларды көру мақсатында дайындама үлгісі түрлі-түсті пластилин қабаттарынын құрастырылып жасалды. Сыртқы әсерлерден қорғау үшін ағаш матрицаның сыртқы қабаттары лакталды, ал ішкі беттеріне пластилин жабыспауы үшін майланды. Пластилин дайындаманы ағаш конструкцияда басу үшін шағын зертханалық П-10 модельді пресі қолданылды (11-сурет).



11-сурет. П-10 модельді шағын зертханалық гидравликалық пресс

Бірнеше әрі әр түрлі циклдан өткізу арқылы диаметрлері бірдей және биіктіктері әр түрлі бірнеше дайындамалар басылды.

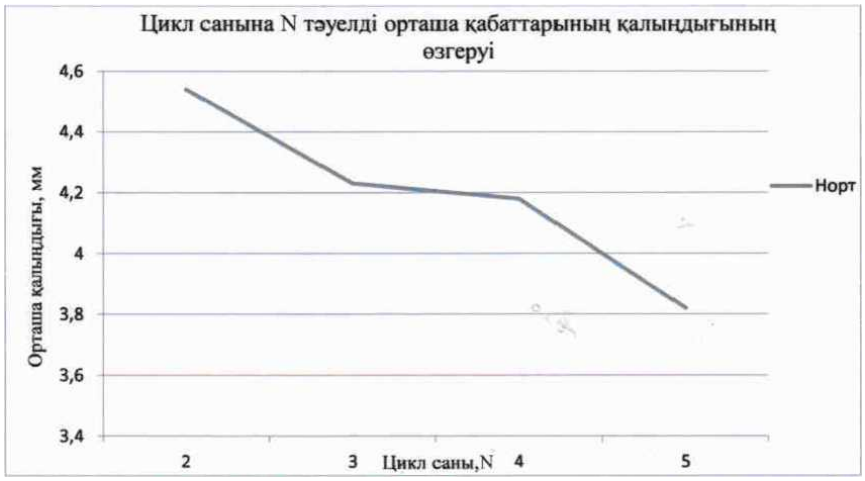
Нәтижелері.

Бірінші циклда дайындамалар үстіңгі пуансондармен, ал екінші циклда астыңғы пуансондармен басылды. Кейін циклдар саны төртке дейін арттырылды. Нәтижесінде келесі суреттегідей шар үлгілері алынды (12-сурет).



12-сурет. Престе 4 циклде басылған шар үлгілері және ішкі өзгерістері

Циклдерді арттырған сайын қабаттардың орташа қалыңдығы азайды, ал бұл циклді арттырған сайын құрылымның ұсақталатындығын, яғни материалдың беріктенетіндігін білдіреді (13-сурет).



13-сурет. Цикл санына байланысты пластилин қабаттарының орташа қалыңдықтарының өзгеруі

Алдағы уақытта ұсынылған үрдісті одан әрі жетілдіру және нақтылау мақсатында математикалық модельдеу мен натуралық металмен эксперимент жүргізу жоспарланған.

Қорытынды.

Жұмыс нәтижесінде мынадай қорытындылар жасауға болады:

- ұсынылып отырған тұйықталған қуыс ішінде шарларды әзірлеу әдісін қарқынды пластикалық деформациялау схемаларын жүзеге асыра алады деп санауға болады;

- қабатты модельдермен натуралық эксперимент жүргізу нәтижесінде ұсынылатын әдістің қарқынды деформациялауды іске асыра алатындығы негізделді;

- циклдер саны артқан сайын пластилин үлгілерінің ішінде орын алатын өзгерістерден пуансондарды алмастыра отырып басқанда деформация ошағында шардың жан-жақты сығылуы кезінде сығушы кернеулердің әсіер ететіндігін және олардың дайын өнімнің беріктігін арттыратындығын болжауға болады.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] «RGP BALLS» компаниясының ғаламтордағы ресми сайты: https://www.rgpballs.com/en/precision-balls/.

[2] C.P. Massola, A.P. Chaves, E. Albertin. A discussion on the measurement of grinding media wear // Journal of Materials Research and Technology. – 2016. – Volume 5. – Issue 3. – P. 282-288.

[3] J. King, Q. Li, A. Wang, C. He, J. Zhou, H. Deng, R. Xu. Evaluation of grinding media wear-rate by a combined grinding method // Minerals Engineering. – 2015. – Volume 73. – Issue 1. – P. 39-43.

[4] A. Jankovic, T. Wills, S. Dikmen. A comparison of wear rates of ball mill grinding media // Journal of Mining and Metallurgy. – 2016. – Volume 52. – Issue 1. – P. 59-63.

[5] A. Sabih, P. Radziszewski, I. Mullany. Investigating grinding media differences in microstructure, hardness, abrasion and fracture toughness // Minerals Engineering. – 2017. – Volume 103-104. – Issue 1. – P. 43-53.

[6] C. Aldrich. Consumption of steel grinding media in mills – A review // Minerals Engineering. – 2013. – Volume 49. – Issue 2. – P. 77-91.

[7] Z. Pater, J. Tomczak, T. Bulzak. An innovative method for forming balls from scrap rail heads // Advances in Science and Technology Research Journal. – 2016. – Volume 10. – No. 31. – P. 151-157.

[8] F. Nurjaman, A. Shofi, U. Herlina, N.M. Prilitasari, Y. Triapriani. Simulation for grinding balls production using sand mold-gravity casting // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2018. – Volume 285. – Issue 1. – P. 12-29.

[9] J. Tomcza, Z. Pate, J. Bartnicki. Skrew rolling of balls in multiple helical impressions // Archives of metallurgy and materials. – 2013. – Volume 58. – Issue 4. – P. 1071-1076.

[10] Z. Pater, J. Tomczak, T. Bulzak. A cross wedge rolling process for forming 70 mm diameter balls from heads of scrap railway rails // Procedia Manufacturing. – 2017. – Volume 11. – Issue 1. – P. 466-473.

[11] Вдовин К.Н., Феоктистов Н.А., Абенова М.Д. и др. Качество мелющих шаров, изготовленных разными методами // Теория и технология металлургического производства. – 2015. – №1(16). – С. 78-81.

[12] Валиев Р.З., Александров И.В. Наноструктурные материалы, полученные интенсивной пластической деформацией. – М.: Логос, 2000. – 272 с.

[13] A. Azushima, R. Kopp, A. Korhonen, D.Y. Yang, F. Micari, G.D. Lahoti, P. Groche, J. Yanagimoto, N. Tsuji, A. Rosochowski, A. Yanagida. Severe plastic deformation (SPD) processes for metals // CIRP Annals - Manufacturing Technology. – Volume 57. – Issue 1. – 2008. P. 716–735.

[14] Валиев Р.З., Александров И.В. Объемные наноструктурные металлические материалы: получение, структура и свойства. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2007. – 398 с.

[15] Большаков В. П., Бочков А. Л. Твердотельное моделирование деталей в CAD-системах. AutoCAD, КОМПАС-3D, SolidWorks, Inventor, Creo. – Санкт-Петербург: Питер, 2015. – 480 с.

[16] Мәшеков С.Ә. Быхин Б.Б. Материалдарды қысыммен өңдеу теориясы. Оқу құралы. – Алматы, Альманах, 2018. – 389 бет.

Машеков С.А., Ашкеев Ж.А., Абишкенов М.Ж., Рысбек М.Б.

Разработка конструкции матрицы для производства высокопрочных шаровых заготовок.

Резюме. Статья посвящена проблеме производства высокопрочных шаров путем интенсивной пластической деформации в закрытой матрице. Спроектирована конструкция закрытой матрицы, предназначенная для производства высокопрочных шаров.

Ключевые слова: интенсивная пластическая деформация, шар, закрытая матрица, сжимающее напряжение, высокая прочность.

УДК 621.771.014.2:665.765

S.A. Mashekov, E.A. Tussupkaliyeva, S.A. Akparova
ҰSatbayev University, Almaty, Kazakhstan,
mashekov.1957@mail.ru, elatus78@mail.ru, simba_94-25@mail.ruҚ

MODELING AND RESEARCH OF A NEW DESIGN LONGITUDINAL- WEDGE MILL OSCILLATORY PROCESS

Annotation. Longitudinal- wedge mills of a new design are proposed in the article. By using a software product of a finite element (FE) of MSC.visualNastran 4D analysis we made computer modeling of longitudinal strip cold rolling and estimated stress-strain state and the vibration of heavily loaded elements of longitudinal- wedge mills (LWM) with two or three stands. As a result of modeling, it was found that the strips rolled in a longitudinal-wedge mill with three stands have an insignificant longitudinal and transverse polythickness, which is an after-effect of the working roll low vibration. It was shown that the strips rolled in a LWM with three stands and four support rollers in the last two cages do not have a wavy surface. It has been proved that when rolling in a LWM, insecure vibrations do not fall into the operating range of the acting external loads, so, the design of new mills is good enough from point of view of hardness when vibrating.

Key words: longitudinal- wedge mill, rolls, cages, stress, deformation, thin strip, polythickness, vibration.

С.А. Машеков, Э.А. Тусупкалиева, С.А. Акпарова
(Satbayev University, Almaty, Kazakhstan)

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛЕБАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПРОДОЛЬНО-КЛИНОВЫХ СТАНОВ НОВОЙ КОНСТРУКЦИИ

Аннотация. В статье предложены продольно-клиновые станы новой конструкции. Используя программный продукт конечно-элементного (КЭ) анализа MSC.visualNastran 4D провели компьютерное моделирование процесса продольной холодной прокатки полосы и рассчитали напряженно-деформированное состояние и вибрацию тяжело нагруженных элементов продольно-клиновых станов (ПКС) с двумя и тремя станинами. В результате моделирования установили, что полосы, прокатанные в продольно-клиновом стане с тремя станинами, имеют незначительную продольную и поперечную разнотолщинность, которая является следствием не большой вибрации рабочего валка. Показали, что полосы, прокатанные в ПКС с тремя станинами и четырьмя опорными валками в последних двух клетях, не имеют волнистую поверхность. Доказали, что при прокатке в ПКС опасные вибрации не попадают в рабочий диапазон действующих внешних нагрузок, поэтому конструкций новых станов является достаточно хорошим с точки зрения прочности при вибрациях.

Ключевые слова: продольно-клиновый стан, валки, клети, напряжение, деформация, тонкая полоса, разнотолщинность, вибрация.

Введение

Заметим, что в настоящее время основным направлением повышения качества холоднокатаных полос является обеспечение минимальной продольной и поперечной разнотолщинности, а также планшетной формы полосы [1,2]. На сегодняшний день эти проблемы в основном решены благодаря созданию разнообразных автоматических систем управления качеством прокатываемых полос, конструкций прокатного оборудования и валковых систем, сдвиг рабочих валков, их скрещивание, системы противоизгиба, различные варианты асимметричной прокатки.

В связи с внедрением новых технологий покраски автолиста, потребители, ужесточили требования по качеству поверхности полос [3]. В результате большое количество рулонов 1-й группы отделки поверхности отбраковываются по периодическим дефектам как по разнотолщинности полос, так шероховатости поверхности. На отдельных станах наблюдаются периодические дефекты поверхности валков, нанесенные в результате динамических процессов в клетях при резонансной вибрации стана.

На всех станах повышение вибрации до опасного уровня ограничивает производительность, снижает качество готовых полос по разнотолщинности и периодическим дефектам поверхности типа «ребристость», «поперечные теневые полосы»», а также повышает расход валков [4].

Авторы работ [4,5,6] связывают появление вибраций с наличием кинематических колебаний в стане, в том числе параметрический возбуждаемых при изменении жесткости упругих связей системы

и фрикционных колебаний в очаге деформации. В числе последних гипотез рассматриваются также горизонтальные колебания подушек валков в поле зазоров станины клети.

В работах [3,7,8,9] рассматриваются различные причины возникновения, механизмы усиления вибраций, связанные с ними периодические дефекты поверхности полосы и валков. Анализ данных публикаций показывает, что проблемы вибраций могут быть решены только комплексными мерами, прежде всего с использованием стационарных систем контроля вибрации оборудования клетей, включая визуальный контроль периодических дефектов на поверхности валков и полосы.

В настоящее время единственным широко используемым на практике способом борьбы с резонансной вибрацией на различных станах является снижение скорости прокатки, что уменьшает амплитуду колебаний, но снижает при этом производительность стана [10].

Другим очевидным решением является установка демпфирующих устройств между подушками верхних опорных валков и гидронажимными устройствами, настроенными на основную частоту резонансных колебаний в клети [6]. Известны разработки по использованию резинометаллических муфт в шпинделях для устранения колебаний в линии привода стана.

По нашему мнению лучшим методом регулирование разтолщинности, планшетности и уменьшение резонансной вибрации является создания стана с рациональной конструкции и оптимизация режимов прокатки.

Цель работы: имитационным моделированием произвести расчет вибрации тяжелонагруженных элементов продольно-клинового стана (ПКС) с двумя и тремя станинами и на основе расчета произвести корректировку конструкции клетей нового стана.

Оборудования, инструменты, материалы и методика исследования

Для прокатки тонких полос с точными геометрическими размерами нами разработано два новых ПКС с двумя и тремя станинами [11,12]. В ПКС с двумя станинами в каждой клети был установлен два рабочих и два опорных валков. В то время как ПКС с тремя станинами имели в первых трех клетях – два рабочих и два опорных валков, а последних двух клетях - четыре опорных и два рабочих валков. При этом, третью станину каждой клети использовали для расположение в горизонтальном положений шпинделей специальной конструкции.

Данные станы содержит, электродвигатели, редукторы, универсальные шпиндели, муфты, клети с рабочими и опорными валками, нажимные механизмы. Вращение уменьшающихся в направлении прокатки рабочих валков осуществляется пятью мотор-редукторами с угловой скоростью $\omega = \upsilon \cdot R$ (где υ – скорость прокатки в каждой клети стана; R – радиус рабочих валков в каждой клети стана).

В работе с использованием программы конечно-элементного анализа PATRAN NASTRAN [13] разработали динамические компьютерные модели ПКС-ов и рассчитали прогиб, вибрацию и напряженно-деформированное состояние (НДС) тяжелонагруженных элементов клетей данных станов.

Для этого по программе КОМПАС было создано трехмерных моделей новых ПКС-ов, далее было импортирована в систему MSC Nastran и произведено конечно-элементное моделирование процесса прокатки с принятыми кинематическими связями. Выбрали материалы деталей, их механические и физические свойства. При умолчании из библиотеки конструкционных материалов программы MSC Nastran назначались материалы некоторым деталям твердотельной моделей станов.

Далее сформировали кинематические и статические граничные условия, смоделировали расчетную механическую схему, включающую распределение нагрузки по ширине прокатываемого листа. Сделали подвод крутящего момента к валкам. Используя опции Mesh Seed нанесли 6-ти и 8-ми узловые объемные конечно-элементную сетку и определили НДС. Силу трения между валками приняли равным 0,0868, а начальную температуру валков - 20 °С. Оценили уровень полученных упругих деформаций и напряжений в объеме клетей относительно требуемых критериев прочности и ввели соответствующие изменения в конструкцию клетей.

Для расчета НДС деформируемой заготовки применили программу MSC.SuperForge. Трехмерная геометрическая модель заготовки была построена в CAD программе Inventor, и импортирована в CAE программу MSC.SuperForge [14]. При создании конечно-элементной модели тонкого сляба, был использован трехмерный объемный элемент CTETRA применяемый для моделирования трехмерных тел.

Для расчета вибраций и изгиб валков новых станов, а также НДС тяжелонагруженных элементов стана и прокатываемых полос из алюминиевого сплава Д16 размером 0,7×400 мм использовали подкат толщиной h_0 = 3,5 мм. Прокатку полос производили при комнатной температуре. Коэффициент трения приняли равным 0,25.

Для прокатки полосы в первой, второй, третьей, четвертой и пятой клети, соответственно, использовали следующие исходные данные: высота полосы после прокатки – h_1 = 2,576 мм, h_2 = 1,708 мм, h_3 = 1,148 мм, h_4 = 0,84 мм, h_5 = 0,7 мм; единичное обжатие – ε_1 = 26,4%, ε_2 = 33,7%, ε_3 = 32,8%, ε_4 = 26,8%, ε_5 = 16,7%; скорость полосы – υ_1 = 0,5 м/с, υ_2 = 0,68 м/с, υ_3 = 1,03 м/с, υ_4 = 1,526 м/с, υ_5 = 2,085 м/с.

Результаты и обсуждение

Проведенные на конечно-элементных моделях расчеты показали, что под действием приложенных вертикальных сил рабочие валки прогибаются в направлении действия силы. При этом шейка валков упруго деформируются в этом же направлении, причем максимальное значение суммарного поля перемещений упругих деформаций рабочих валков для первой, второй, третьей, четвертой, пятой клети, соответственно, составляют:

- для стана с двумя станинами: 0,048; 0,1384; 0,927; 1,328; 1,245 мм;
- для стана с тремя станинами: 0,576; 1,63; 0,4185; 0,0923; 0,116 мм (рисунок 1).

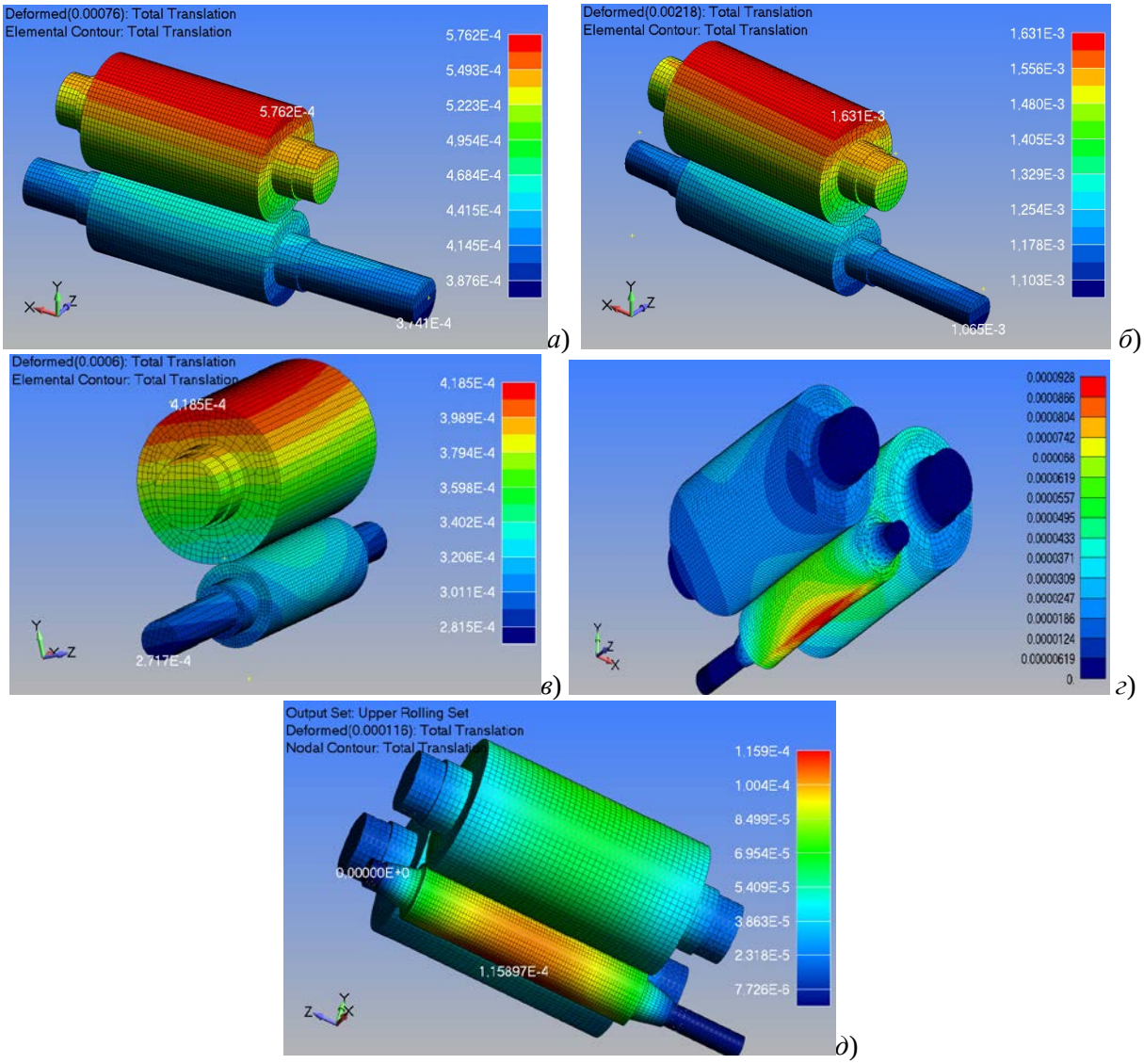


Рис. 1. Картина распределения суммарного поля перемещений упругих деформаций рабочих валков при прокатке полос в первой (*а*) , второй (*б*), третьей (*в*), четвертой (*г*) и пятой (*д*) клети ПКС с тремя станинами

В целом величина упругой деформации и перемещения элементов валков невелика, что свидетельствует о достаточно высокой жесткости узла валков рабочей клети. При этом картина распределения суммарных перемещений в трех направлениях согласуется с деформированной формой валков. Однако, при прокатке в ПКС с двумя станинами во всех клетях суммарные

перемещения по длине бочки рабочих валков распределяются неравномерно. Максимальное значение перемещения наблюдается в серединной части рабочих валков. Это может привести к образованию разнотолщинности и ухудшению планшетности прокатываемых полос. Следует отметить, что небольшую неравномерность распределение суммарных перемещений имеют рабочие валки только последних клетей ПКС с тремя станинами (рисунок 1). Здесь также наблюдается повышение максимальных значений перемещения в серединной части рабочих валков. Это также может привести к образованию небольшой разнотолщинности и незначительному ухудшению планшетности прокатываемых полос. По нашему мнению, образование разнотолщинности и ухудшение планшетности толщин полос при прокатке полос на ПКС с тремя станинами в каждой клети не будет влиять на потребительские качества тонких полос.

На основе полученных данных отмечаем, что компенсацию перемещения рабочих валков клетей нового стана с тремя станинами можно осуществлять за счет увеличения выпуклости рабочих валков последних клетей при каждой новой завалке. При этом, рабочие валки последних клетей нового стана необходимо готовить с профилировками 0,2 мм.

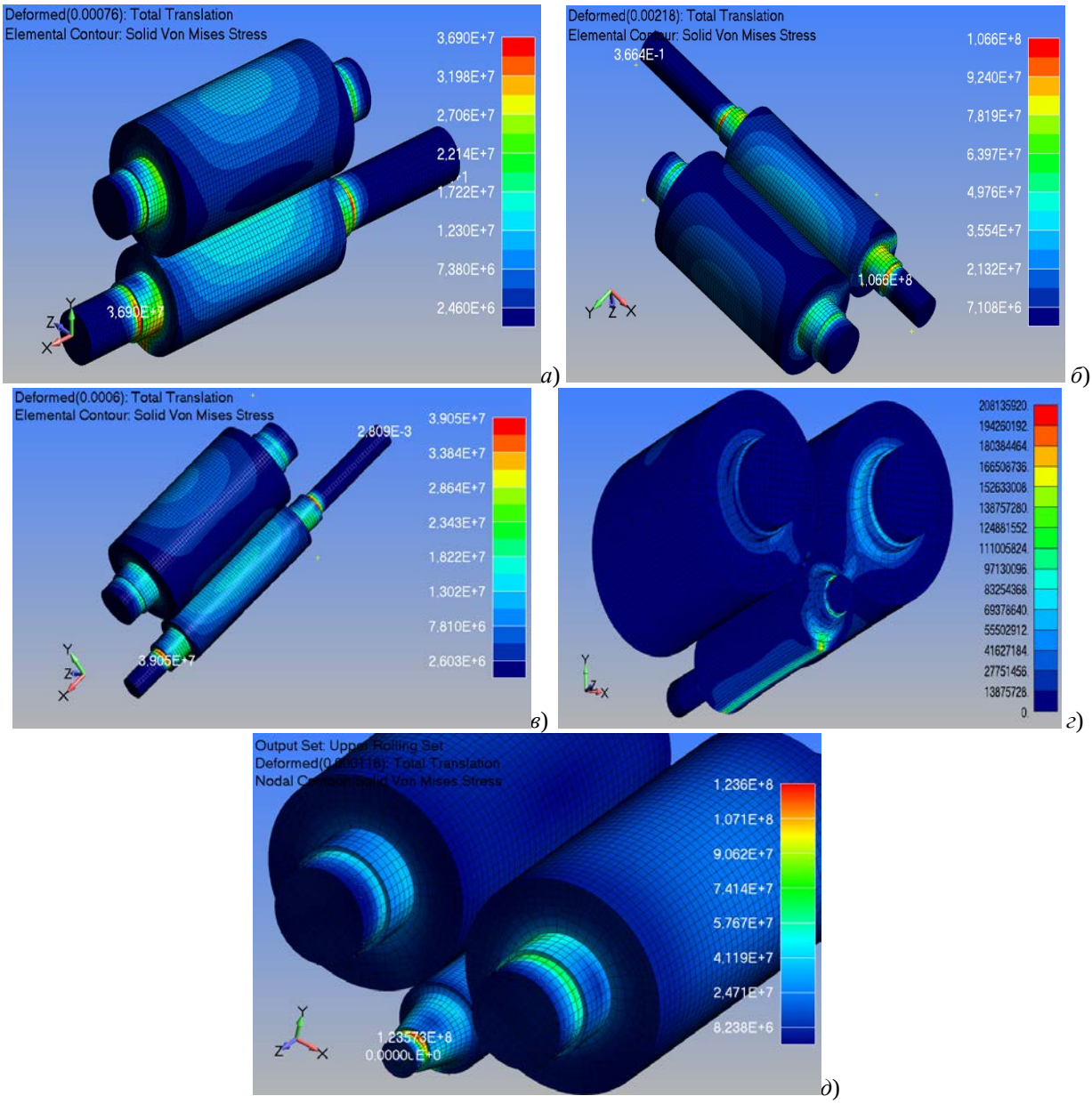


Рис. 2. Картина распределения эквивалентных напряжений в рабочих валках при прокатке полос в первой (*а*) , второй (*б*), третьей (*в*), четвертой (*г*) и пятой (*д*) клети нового ПКС с тремя станинами

Проведенные исследования показали, что при холодной прокатке полос из алюминиевого сплава Д16 шириной 400 мм по сечению валков не возникают большие по величине эквивалентные напряжения (рисунок 2). Максимальное напряжение по Мизесу для первой, второй, третьей, четвертой, пятой клети соответственно составляет:

- для стана с двумя станинами: 127,3; 183,7; 264,8; 128,7; 142, 7 МПа;
- для стана с тремя станинами: 36,9; 106,6; 39,1; 111,0; 123,6 МПа.

Необходимо отметить, что максимальные напряжения возникают в шейках валков стана. Полученные максимальные значения эквивалентного напряжения не превышает максимально допустимое значение предела прочности стали 9Х1 (880 МПа). Следует отметить, что распределение запаса прочности для валков в целом удовлетворяет условие прочности, при принятом коэффициенте запаса прочности соответственно 5.

Заметим, что полученные расчетные значения эквивалентных напряжений по Мизесу не превышают верхнюю границу допускаемых контактно-усталостных напряжений. Это обстоятельство говорит о том, что даже небольшое отклонения от технологического процесса не приведет к появлению дефектов на поверхности валков: трещины, выкрашивания, отколы.

Подушки упруго деформируются в вертикальной и горизонтальной плоскости и на небольшой угол поворачиваются относительно оси прокатки. Упругое перемещение в направлении действия нагрузки для подушек, располагаемых со стороны привода валка 1,05 раза больше для стана с тремя станинами и 1,4 раза – для стана с двумя станинами, по сравнению с подушками, располагаемых с противоположной стороны валка.

Известно, что при работе оборудования особенно опасными являются резонансные колебания, возникающие при совпадении собственной частоты конструкции и частоты внешних сил. Одним из основных возбудителей резонансных частот в конструкции прокатных станов, является рабочая частота вращения привода рабочих валков, распространяющая вибрации на стан.

Исследованиями установлено, что при увеличении скорости прокатки на новом стане с двумя станинами в каждой клети происходит сравнительно большой рост динамических нагрузок в основных узлах клетей и линии привода. Механические колебания узлов клетей и линий приводов становятся причиной появление вибрации. Исследования показали, что, по сравнению с первыми тремя клетями, в последних двух клетях нового стана с двумя станинами появляются сравнительно большие по величине вынужденные колебания, возбуждающиеся внешними периодически изменяющимися силами и скоростью прокатки.

Причиной появление сравнительно повышенной резонансной вибрации в валках нового стана с двумя станинами в каждой клети является не горизонтальное расположение шпинделей привода ПКС. При этом валковые узлы не имеют достаточно высокую жесткость в горизонтальной и вертикальной плоскости. Это привело к перемещению рабочих валков в горизонтальной и вертикальной плоскости. В результате даже небольшие зазоры между подшипниками, подушками и окнами станин, вызванные допусками посадок и износом, приводят к горизонтальным смещениям вертикальной осевой плоскости рабочих валков относительно опорных, т.е. рабочие валки оказывались в неустойчивом положении, а их оси перекашивали. Это привело к негативным последствиям, как непрогнозируемое колебание межвалковых зазоров.

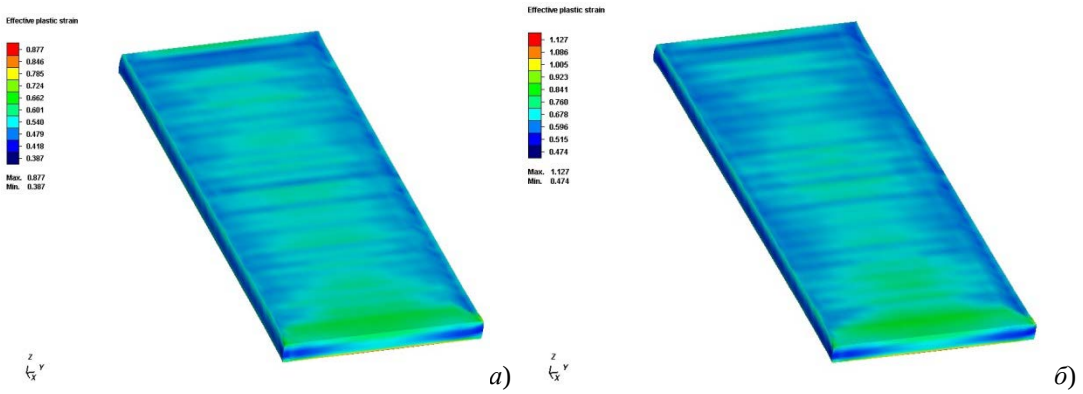
На основе анализа полученных данных пришли к выводу, что главной причиной появление сравнительно повышенной резонансной вибрации в валках ПКС с двумя станинами в каждой клети является отсутствие в конструкции стана достаточно жестких опор со стороны опорных валков. Необходимо отметить, что в исследуемом случае строго горизонтально не располагались шпиндели. Поэтому отсутствовала достаточно высокая жесткость валков в горизонтальной плоскости.

Следует отметить, что хотя в клетях ПКС с двумя станинами не возникают опасные резонансные вибрации, мы изменили его конструкцию таким образом, чтобы вывести ее собственные частоты за рабочий диапазон. В конструкцию клетей нового стана ввели третью станину, в последние две клети установили четыре опорных валках и применили шпиндели специальной конструкции. Оценка резонансной колебаний показала, что стан с тремя станинами в каждой клети, четырьмя опорными валками в последних двух клетях и шпинделем специальной конструкции имеет большой запас до появления резонансных колебаний. Присутствие четырех опорных валков в последних двух клетях и третьей станы в каждой клети позволило строго горизонтально расположить валки ПКС и тем самым гасить вибрацию при различных скоростях прокатки. При этом применение шпинделей специальной конструкции существенно уменьшает горизонтальное смещение валков.

Исследования показали, что, прокатке на новом стане с тремя станинами в каждой клети также появляются большие по величине вынужденные колебания в последних двух клетях. Однако их величина существенно ниже, чем при прокатке ПКС с двумя станинами в каждой клетей.

Таким образом, осуществление вращения валков рабочих клетей через третью станину каждой клети позволило строго горизонтально расположить шпиндели, а применение шпинделей специальной конструкции позволяло устранить горизонтальное перемещение рабочих валков. При этом ПКС с тремя станинами в каждой клети позволило большим запасом до резонансной вибрации передавать крутящие моменты к рабочим валкам клетей стана. Ожидается, что все это будет способствовать получению полос с точными геометрическими размерами и без поверхностных дефектов.

Исследованиями было установлено, что при вибрациях ПКС с двумя станинами и опорными валками во всех клетях возникают дефект поперечная «ребристость», имеющий волнистую поверхность (рисунок 3). Данный дефект наблюдается как чередующиеся параллельные полосы с различными цветами. Период полос изменяется в диапазоне от 12 до 16 мм поперек направления прокатки.

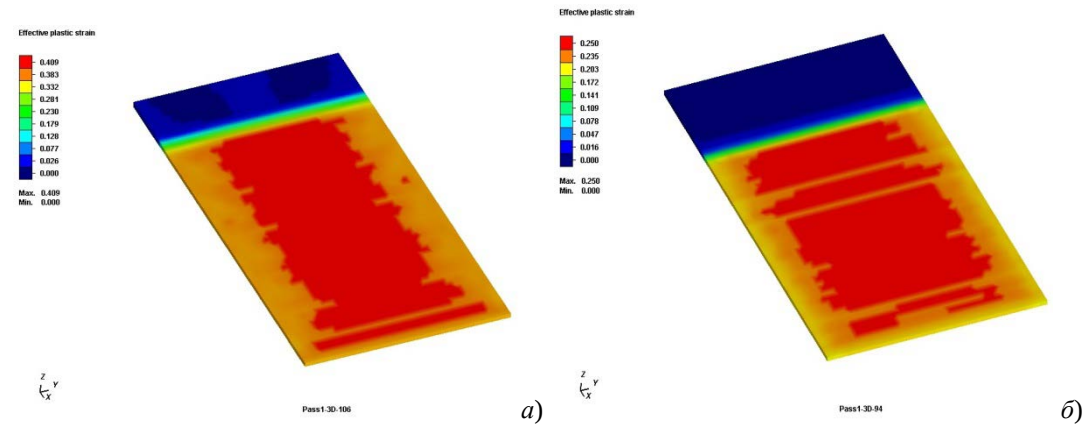


а) *б*)

а – 4 клеть; *б* – 5 клеть

Рис. 3. Форма полосы и картина распределение интенсивности деформации при прокатке полос на ПКС с двумя станинами в каждой клети

Изучение точности изготовление полос в ПКС с тремя станинами в каждой клети и четырьмя опорными валками в последних двух клетях показало, что при прокатке полос не появляются сравнительно большие по величине вынужденные колебания и не образуется дефекты «ребристость» (рисунки 4).



а) *б*)

а – 4 клеть; *б* – 5 клеть;

Рис. 4. Форма полосы и картина распределение интенсивности деформации при прокатке полос на ПКС с тремя станинами в каждой клети

Выводы

1. Показано, что применение программы конечно-элементного анализа PATRAN NASTRAN является эффективным средством для исследования влияния вибрации валков различного характера на формирование толщины полос при холодной прокатке.

2. Установлено, что прокатанные в ПКС с тремя станинами в каждой клети и четырьмя опорными валками в последних двух клетях полосы не имеют волнистую поверхность.

3. Доказано, что при прокатке в ПКС опасные вибрации не попадают в рабочий диапазон действующих внешних нагрузок, поэтому конструкций новых станов является достаточно хорошим с точки зрения прочности при вибрациях.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Использование системы осевой сдвижки валков для корректировки межвалкового зазора на толстолистовых станах горячей прокатки / С.С. Воронин, Д.Ю. Усатый, В.Р. Гасияров, Радионов А.А. // Машиностроение: сетевой электронный научный журнал. 2015. Том 3, №1 (Russian Internet Journal of Industrial Engineering. 2015. Vol. 3, no. 1) – С. 45 – 49.

[2] Способ уменьшения поперечной разнотолщинности посредством асимметричной прокатки / А. Н. Кулик, А. В. Данько, Г. В. Колесникова и А. С.Картавенко // Обработка материалов давлением, №1 (20), 2009. – С. 225 – 228.

[3] Исследование причин возникновения колебаний в клетях непрерывных прокатных станов / Э.А. Гарбер, В.П. Наумченко и др. //Производство проката. – 2003. – №1– С. 10–12.

[4] Крот П.В. Исследование дефекта «ребристость» и высокочастотных колебаний полосовых станов холодной прокатки. Труды IV Конгресса прокатчиков, Магнитогорск, 16-19 октября 2001. т.1. М.:ОАО «Черметинформация». 2002 С. 225-227.

[5] A.N. Marjuta, P.V. Krot High frequency rolling mills chatter – mathematical identification and simulation. / 1st International Symposium on “Multi -Body Dynamics Monitoring and Simulation Techniques”. University of Bradford. UK. 25-27 March 1997, pp. 407-419.

[6] Крот П.В. Параметрические колебания в прокатных станах. / Сб. научных тр. НГУ №13, том 3 –Дн-вск: Национальный горный университет, 2002. –С. 15-21.

[7] Automaticvibration analysis and trending for complex drives / G.Helekal, R.Luftensteiner, C.Riegler, H.Aigner // Steel Technology, October, 2002, p.43–49.

[8] Рыбаков Ю.В., Субботин Г.Н. Определение источников вибрации, вызывающих явление резонанса на станах холодной прокатки // Производство проката. – 2003. – №10.– С. 13–16.

[9] Hardwick B.R. A technique for the detection and measurement of chatter marks on roll surfaces // Steel Technology, April, 2003, p.64–70.

[10] Hardwick B.R. Application of vibration monitoring to cold mill process // Iron and Steel Engineer, July, 1999, P. 39-45.

[11] Патент 20969. Непрерывный стан для прокатки полос из сталей и сплавов/ С.А. Машеков, Е.З. Нугман, А.С. Машекова, и др. //Опубл. 16.03.2009, Бюл. №3.

[12] Патент №31750. Многофункциональный продольно-клиновым стан для прокатки листов из стали и сплавов. Машеков С.А., Нугман Е.З. Абсадыков Б.Н. и др. Опубл. 30.12.2016, бюл.№18.

[13] Рыбников Е.К., Володин С.В., Соболев Р.Ю. Инженерные расчеты механических конструкции в системе MSC.Patran-Nastran. Часть I и II. – М. MSC.Software Corporation, 2003. – 130 и 174 с.

[14] Солдаткин А., Голенков Ю., и др. Программа MSC.SuperForge как один из элементов системы виртуального производства и управления качеством изделий.//САПР и графика, 2000, №7, с. 11-13.

Машеков С.А., Тусупкалиева Э.А., Акпарова С.А.

Құрылымы жаңа бойлық-сыналы орнақтың тербелмелі процесін зерттеу және модельдеу

Резюме. Мақалада жаңа конструкциялы бойлық-сыналы орнақ (БСО) ұсынылған. Шеткі-элемент талдауының MSC.visualNastran 4D бағдарламасы қолданылып, жолақты бойлық суықтай жаймалау процесін компьютерлік модельдеу жүргізілді және екі және үш тұғырлы БСО-ң ауыржүктелген элементтерінің дірілі есептелді.

Түйін сөздер. Бойлық-сыналы орнақ, біліктер, қапастар, кернеу, деформация, жұқа жолақ, түрлі қалыңдылық, діріл.

УДК 629.7.018.3

M. Moldabekov[1], A. Sukhenko[1], D. Shapovalova[1], S. Yelubayev[2]
([1]Institute of space technique and technology, Almaty, Kazakhstan
[2]al-Farabi Kazakh national university, Almaty, Kazakhstan
E-mail: sukhenko.a@istt.kz, yelubayev.s@istt.kz)

STUDY OF THE DYNAMICS OF THE TEST BENCH FOR SATELLITE AND UAV ATTITUDE CONTROL SYSTEMS TAKING INTO ACCOUNT FRICTION IN BEARINGS

Abstract. The solution of the problem of studying the dynamics and the method for eliminating the negative effect of friction on the attitude accuracy of a gimbal based test bench for ground testing of the satellite and UAV attitude control system is considered. The method of synthesis of additional control and calculating the parameters of the control law based on the conditions of the complete elimination of the negative effect of friction in the gimbal bearings on the accuracy of its orientation is proposed in this paper as the solution of presented problems. The obtained results of the study of the efficiency of the proposed method indicate that the introduced additional control eliminates the attitude error arising due to the influence of friction thereby providing the required dynamic characteristics of the test bench.

Key words: test bench, attitude control system, satellite, UAV, friction, dynamics.

М. М. Молдабеков[1], А. С. Сухенко[1], Д. Л. Шаповалова[1], С. А. Елубаев[2]
([1]Институт космической техники и технологий, Алматы, Казахстан
[2]Казахский национальный университет имени аль-Фараби
E-mail: sukhenko.a@istt.kz, yelubayev.s@istt.kz)

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ИСПЫТАТЕЛЬНОГО СТЕНДА СИСТЕМЫ ОРИЕНТАЦИИ СПУТНИКОВ И БПЛА С УЧЕТОМ ТРЕНИЯ В ПОДШИПНИКАХ

Аннотация. Рассматривается решение задачи исследования динамики и способа устранения негативного влияния трения на точность ориентации испытательного стенда для наземной отработки системы ориентации спутников и БПЛА, который разработан на базе карданного подвеса. В рамках решения представленных задач в данной работе предложен способ формирования дополнительного управления и обоснован метод расчета параметров закона управления из условий полного устранения негативного влияния трения в подшипниках карданного подвеса на точность его ориентации. Полученные результаты исследования эффективности предложенного способа свидетельствуют о том, что введенное дополнительное управление позволяет устранить погрешность ориентации, возникающую вследствие влияния трения, тем самым обеспечивая требуемые динамические характеристики стенда.

Ключевые слова: испытательный стенд, система ориентации, спутник, БПЛА, трение, динамика.

Введение

В целом существующие испытательные стенды систем ориентации летательных аппаратов различаются по способу обеспечения вращательного движения испытываемого летательного аппарата с тремя степенями свободы: с помощью аэродинамического подвеса, шарнирного подвеса или карданного подвеса.

Стенды с аэродинамическим подвесом в основном используются для тестирования систем ориентации спутников и разрабатываются на базе сферического подшипника, в котором вместо смазки используется струя газа, подающаяся под давлением. На сферическом подшипнике как правило располагается платформа на которой установлена система датчиков для определения ее ориентации и система исполнительных органов, создающих управляющий момент, равный по величине управляющему моменту испытываемого летательного аппарата. Ввиду представленной технической реализации такие стенды имеют кинематические ограничения на вращение по осям крена и тангажа [1-5]. При исследовании динамики рассмотренных стендов учитываются массо-габаритные характеристики платформы и расположенных на ней устройств, создаются управляющие моменты с помощью исполнительных органов на платформе согласно известным законам управления.

Стенды на базе подвеса с шаровым шарниром обычно используются для тестирования систем ориентации БПЛА [6,7]. Шаровый шарнир располагается в центре масс макета БПЛА, на котором расположены его датчики ориентации и исполнительные органы. Также как и в случае с аэродинамическим подвесом, стенды с шаровым шарниром ввиду своей технической реализации

имеют ограничения на повороты по осям крена и тангажа. Кроме того, более высокая плотность смазывающего вещества в сравнении с аэродинамическим подшипником влечет появление трения, которое оказывает влияние на точность позиционирования испытываемого летательного аппарата или его макета на стенде. Трение в указанных работах [6,7] при исследовании динамики стенда не моделируется, а учитывается как внешнее возмущение, компенсируемое системой управления БПЛА, которая строится на базе нелинейного закона управления в [6] и линейного ПИ регулятора в [7], для которых производится синтез параметров закона управления с учетом влияния трения.

Наиболее удачными в техническом плане являются стенды на базе карданного подвеса [8,9], так как они не имеют ограничений на вращение по трем осям и используются для тестирования как систем ориентации спутников, так и систем ориентации БПЛА. Для уменьшения трения в шарнирах таких стендов используются сферические подшипники качения. Это позволяет уменьшить трение, но не полностью устранить его негативное влияние. В [8] для устранения влияния трения предлагается техническое решение, в котором подшипники качения могут быть заменены на аэродинамические подшипники. В [9] влияние трения в подшипниках исследуется на этапе моделирования динамики, а устранение влияния трения производится самой системой управления летательного аппарата, которая синтезируется на базе back-stepping метода.

Таким образом, разработчики стендов на базе шаровых шарниров с подшипниками встречаются с проблемой компенсации и устранения влияния трения. Использование подшипника не может полностью снизить влияние трения. В связи с этим основной тенденцией является использование специальных методов разработки системы управления, позволяющих учесть трение при синтезе ее параметров.

Целью данной работы является исследование динамики испытательного стенда (рисунок 1) для наземных испытаний систем ориентации малых спутников и БПЛА на базе карданного подвеса с тремя карданными рамками, соединенными между собой шарнирами с подшипниками качения [10,11], и формирование способа, позволяющего устранять негативное влияние трения в подшипниках карданного подвеса на точность его позиционирования. В работах [10,11] для карданного подвеса испытательного стенда определено название – имитатор невесомости. В связи с этим далее по тексту статьи будет использовано это обозначение.



Рис. 1. Внешний вид испытательного стенда

Для осуществления поставленной цели в данной работе разработано дополнительное управление, которое включается в закон управления вращательным движением имитатора невесомости с испытываемым летательным аппаратом, и обоснован метод расчета параметров закона управления из условий полного устранения негативного влияния трения в подшипниках имитатора невесомости. Ожидается, что представленный способ с разработкой дополнительного управления позволит обеспечить требуемые динамические характеристики стенда.

Методы

Для описания вращения имитатора невесомости (ИН) с установленным на нем летательным аппаратом, имеющим исполнительные органы, которые позволяют вырабатывать управляющий момент для приведения стенда во вращение, введем следующие системы координат и их обозначения: $OXYZ$ - неподвижная инерциальная система координат, начало которой находится в центре масс Земли; $Oxyz$ - подвижная связанная система координат с началом в центре масс системы летательный аппарат – имитатор невесомости.

Рассмотрим динамику вращательного движения ИН с летательным аппаратом на примере малого спутника. Динамика вращательного движения ИН с спутником описывается динамическими уравнениями Эйлера [12]:

$$J\dot{\vec{\omega}} + \vec{\omega} \times (J\vec{\omega} + J_м \overrightarrow{\omega_м}) = \vec{\mathrm{M}} - \overrightarrow{\mathrm{M}_{тр}} \tag{1}$$

где $J = J_{КА} + J_{ИН}$, - диагональная матрица суммарного тензора инерции ИН со спутником; $\vec{\omega}$ - вектор абсолютной угловой скорости спутника; $J_м$ - диагональная матрица тензора инерции маховиков спутника; $\overrightarrow{\omega_м}$ - вектор угловых скоростей маховиков; $\vec{\mathrm{M}}$ - вектор управляющего момента маховиков; $\overrightarrow{\mathrm{M}_{тр}}$ - вектор момента трения в подшипниках ИН.

В структуре испытательного стенда (рисунок 2) устройство дополнительного управления (УДУ) должно формировать дополнительный управляющий момент $\overline{M}_{доп}$ на основе измерений $\overline{\varphi} = (\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3)^T$ - вектора углового положения ИН, $\overline{\varphi}_0 = (\varphi_{10}, \varphi_{20}, \varphi_{30})^T$ - вектора углового положения имитационной модели вращения ИН и использования вектора рассогласования между угловыми положениями ИН и имитационной модели вращения ИН $\Delta\overline{\varphi} = (\Delta\varphi_1, \Delta\varphi_2, \Delta\varphi_3)^T$.

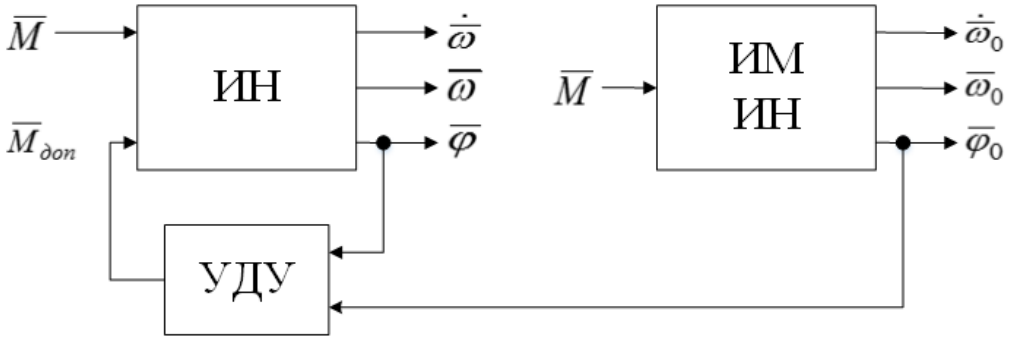


Рис. 2. Структура испытательного стенда

Задача заключается в выборе закона формирования дополнительного управляющего момента $\overline{M}_{доп}$ и обосновании метода расчета параметров закона управления из условий полного устранения негативного влияния трения в подшипниках ИН на точность его позиционирования и обеспечения требуемых динамических характеристик стенда.

Согласно теореме об изменении кинетического момента [13] в случае, когда действующие на спутник внешние силы и моменты равны нулю, имеют место следующие равенства:

$$J_i\omega_i + J_{мi}\omega_{мi} = C_i, \quad (i = \overline{1,3}) , \tag{2}$$

где $C_i < \infty$ это константы, выражающие кинетические моменты по трем осям вращения спутника.

С учетом равенств (2) нелинейные уравнения (1) можно записать в виде линейных дифференциальных уравнений от угловых скоростей $\omega_i, i = \overline{1,3}$:

$$J\dot{\vec{\omega}} + \vec{\omega} \times \vec{C} = \vec{\mathrm{M}} - \overrightarrow{\mathrm{M}_{тр}} . \tag{3}$$

Для сигнала обратной связи в (3) используем PD – регулятор [12], т.е. управляющие моменты маховиков примем в виде:

$$M_i = -h_i\omega_i - \alpha_i\varphi_i, (i=\overline{1,3}), \quad (4)$$

где h_i, α_i – коэффициенты обратной связи по угловой скорости и угловому положению ИН.

Уравнения динамики вращения ИН без учета момента трения, которые соответствуют вращению спутника в условиях невесомости имеют вид:

$$J\dot{\vec{\omega}}^0 + \vec{\omega}^0 \times \vec{C} = -h\vec{\omega}^0 - \alpha\vec{\varphi}^0 \quad (5)$$

где h, α – диагональные матрицы коэффициентов h_i, α_i, $\vec{\varphi}^0 = \left[\varphi_1^0, \varphi_2^0, \varphi_3^0\right]$, $\vec{\omega}^0 = \left[\omega_1^0, \omega_2^0, \omega_3^0\right]$ - угловые положения и скорости имитационной модели ИН, т.е. вращения ИН без учета момента трения в его подшипниках.

Выведем уравнения динамики для ошибки углового положения $\Delta\varphi_i = \varphi_i - \varphi_i^0$, $(i=1...3)$, вычитая уравнения (5) из уравнений (3):

$$J\Delta\vec{\dot{\omega}} + \Delta\vec{\omega} \times \vec{C} = -h\Delta\vec{\omega} - \alpha\Delta\vec{\varphi} + \vec{\mathrm{M}}_{mp} \quad (6)$$

Наличие в уравнениях (3) момента трения подшипников $\vec{\mathrm{M}}_{mp}$ обуславливает появление статической ошибки в угловом положении ИН после завершения переходного процесса, значения которой определяются из уравнений статики ИН, получаемых из уравнений динамики вращательного движения ИН путем приравнивания нулю угловых скоростей ИН и маховиков:

$$\alpha_i\varphi_i + M_{mp}^i = 0, \quad (\mathrm{i}=1..3), \quad (7)$$

откуда для значений статических ошибок углового положения ИН имеем:

$$\Delta\varphi_i^{cm} = \varphi_i^{cm} - \varphi_i^{ocm} = -\frac{1}{\alpha_i}M_{mp}^{\mathrm{i}}, \quad (i=1...3) \quad . \quad (8)$$

Как известно [14, 15], для устранения статической ошибки управления необходимо вводить дополнительную отрицательную интегральную обратную связь по рассогласованию $\Delta\varphi_i$ $(i=1...3)$:

$$\Delta u_i(t) = -\frac{k_{\varphi i}}{J_i}\int_{t_0}^{t}\Delta\varphi_i(\tau)d\tau, \quad (i=1...3). \quad (9)$$

Тогда уравнения (3) примут вид:

$$J\dot{\vec{\omega}} + \vec{\omega} \times \vec{C} = -h\vec{\omega} - \alpha\vec{\varphi} - k_\varphi\int_{t_0}^{t}\Delta\vec{\varphi}dt - \vec{\mathrm{M}}_{mp}. \quad (9)$$

Перейдем от этой системы интегро-дифференциальных уравнений к системе дифференциальных уравнений путем дифференцирования обеих частей каждого уравнения:

$$J\ddot{\vec{\omega}} + \dot{\vec{\omega}} \times \vec{C} = -h\dot{\vec{\omega}} - \alpha\dot{\vec{\varphi}} - k_\varphi\Delta\vec{\varphi} - \dot{\vec{\mathrm{M}}}_{mp}. \quad (10)$$

Можно допустить, что с достаточной точностью моменты трения в подшипниках являются постоянными, т.е. можно принять $\dot{M}^{i}_{mp} = 0,\ (i = 1...3)$. Дифференцируя обе части каждого уравнения системы (5) и вычитая эти полученные уравнения из уравнений (10), получим в скалярном виде:

$$\begin{aligned}
&\Delta\ddot{\varphi}_1 = \Delta\dot{\omega}_1,\ \Delta\ddot{\omega}_1 = -\frac{1}{J_1}\left(h_1\Delta\dot{\omega}_1 + \alpha_1\Delta\dot{\varphi}_1 + C_3\Delta\dot{\omega}_2 - C_2\Delta\dot{\omega}_3 + k_{\varphi 1}\Delta\varphi_1\right),\\
&\Delta\ddot{\varphi}_2 = \Delta\dot{\omega}_2,\ \Delta\ddot{\omega}_2 = -\frac{1}{J_2}\left(h_2\Delta\dot{\omega}_2 + \alpha_2\Delta\dot{\varphi}_2 + C_1\Delta\dot{\omega}_3 - C_3\Delta\dot{\omega}_1 + k_{\varphi 2}\Delta\varphi_2\right),\\
&\Delta\ddot{\varphi}_3 = \Delta\dot{\omega}_3,\ \Delta\ddot{\omega}_3 = -\frac{1}{J_3}\left(h_3\Delta\dot{\omega}_3 + \alpha_3\Delta\dot{\varphi}_3 + C_2\Delta\dot{\omega}_1 - C_1\Delta\dot{\omega}_2 + k_{\varphi 3}\Delta\varphi_3\right),
\end{aligned} \tag{11}$$

Представим систему уравнений (11) в матричной форме

$$\dot{X} = AX, \qquad A \to (9\times 9) \quad , \tag{12}$$

где $X = \left(x_1,.....,x_9\right)^T = \left(\Delta\varphi_1, \Delta\omega_1, \Delta\varepsilon_1, \Delta\varphi_2, \Delta\omega_2, \Delta\varepsilon_2, \Delta\varphi_3, \Delta\omega_3, \Delta\varepsilon_3\right)$.

$$A = \begin{bmatrix}
0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0\\
0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0\\
-\frac{k_{\varphi_1}}{J_1} & -\frac{\alpha_1}{J_1} & -\frac{h_1}{J_1} & 0 & 0 & -\frac{C_3}{J_1} & 0 & 0 & \frac{C_2}{J_1}\\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0\\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0\\
0 & 0 & \frac{C_3}{J_2} & -\frac{k_{\varphi_2}}{J_2} & -\frac{\alpha_2}{J_2} & -\frac{h_2}{J_2} & 0 & 0 & -\frac{C_1}{J_2}\\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0\\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1\\
0 & 0 & -\frac{C_2}{J_3} & 0 & 0 & \frac{C_1}{J_3} & -\frac{k_{\varphi_3}}{J_3} & -\frac{\alpha_3}{J_3} & -\frac{h_3}{J_3}
\end{bmatrix}$$

Без ограничения общности можно положить $C_1 = C_2 = C_3 = 0$, так как при проведении испытаний ИН на стенде достаточно ограничиться случаем нулевых начальных условий по угловым скоростям ИН и маховиков. При данных условиях матрица A системы (11) является блочно-диагональной и, соответственно, система девяти линейных дифференциальных уравнений (12) распадается на три независимых систем трех линейных однородных дифференциальных уравнений, описывающих независимые вращения ИН вокруг трех осей координат:

$$\dot{X}_j = A_j X_j, \quad \left(j = \overline{1,3}\right), \tag{13}$$

где

$$A_j = \begin{bmatrix}
0 & 1 & 0\\
0 & 0 & 1\\
-\frac{k_{\varphi_i}}{J_i} & -\frac{\alpha_i}{J_i} & -\frac{h_i}{J_i}
\end{bmatrix},\ X_j = \left(X_{j1}^T, X_{j2}^T, X_{j3}^T\right),\ X_{ji} = \left(\Delta\varphi_i, \Delta\omega_i, \Delta\varepsilon_i\right)^T,\ i = \overline{1,3},\ j = \overline{1,3}.$$

Из вида этих уравнений следует, что анализ динамики и синтез параметров системы ориентации ИН можно проводить, рассматривая вращения ИН вокруг трех осей координат независимо друг от друга.

Результаты

Каждая из трех полученных систем уравнений (13) имеет характеристическое уравнение вида:

$$\lambda^3 + \frac{h}{J}\lambda^2 + \frac{\alpha}{J}\lambda + \frac{k}{J} = 0\,. \tag{14}$$

Синтезируем значения параметров $h, \alpha,$ и k_φ из условия кратных действительных корней характеристического уравнения (14) и некоторого заданного времени переходного процесса $t_р$. Кратные действительные корни получаются при задании желаемого распределения корнями характеристического уравнения, соответствующего биномиальному распределению [14]:

$$\lambda^3 + 3\Omega_0\lambda^2 + 3\Omega_0^2\lambda + \Omega_0^3 = 0 \tag{15}$$

где $\Omega_0 = \frac{t_н}{t_р}$, $t_н$ - нормированное время переходного процесса.

Приравнивая в (14) и (15) коэффициенты при одинаковых степенях λ, получим выражения для определения неизвестных параметров $h, \alpha,$ и k_φ:

$$h = 3\Omega_0 J,\ \alpha = 3\Omega_0^2 J,\ k_\varphi = \Omega_0^3 J. \tag{16}$$

Для расчета неизвестных параметров по формуле (16) примем время переходного процесса равным 150 секундам. Кратные действительные корни равными $\lambda_i = -\Omega_0 = 0.05,\ i = \overline{1,3}$. Моменты инерции спутника на ИН $J = [0.52098; 0.30718; 0.48706]\ кг\,м^2$. Момент трения рассчитан для подшипника SKF 108TN9: $M_{тр} = 0.00018\ Н\,м$. В результате получим:

$h_1 = 0.078147,$ $h_2 = 0.046077,$ $h_3 = 0.073059,$

$\alpha_1 = 0.00390735,$ $\alpha_2 = 0.00230385,$ $\alpha_3 = 3\Omega_0^2 J_3 = 0.00365295,$

$k_{\varphi_1} = 0.0000651225.$ $k_{\varphi_2} = 0.0000383975,$ $k_{\varphi_3} = \Omega_0^3 J_3 = 0.0000608825.$

Проведем моделирование движения спутника на ИН, приняв $M_{тр}^2 = M_{тр}^3 = 0.00018\ Н\,м$, а заданные значения для углов поворота ИН как: $\varphi_1^з = 30^\circ$, $\varphi_2^з = 60^\circ$, $\varphi_3^з = 10^\circ$. Результаты моделирования приведены на рисунке 3.

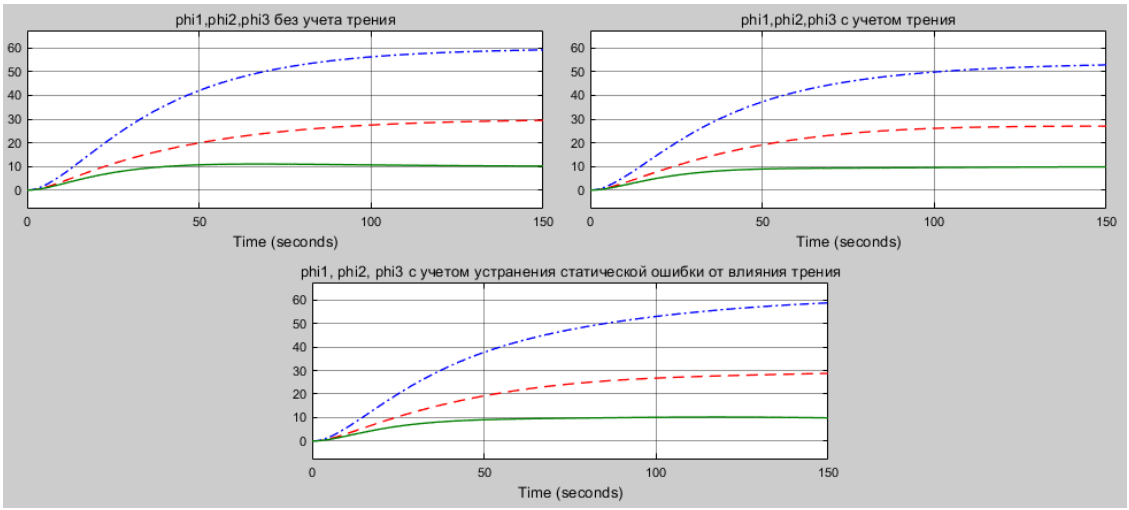


Рис. 3. Результаты моделирования движения спутника на ИН

Обсуждение

Как видно из первых двух графиков на рисунке 3, наличие трения способствует появлению ошибки ориентации спутника на ИН по оси X 3 градуса, по оси Y 7 градусов. По результатам моделирования движения спутника на ИН с дополнительным управлением в виде интегрального компонента, приведенным на третьем графике рисунка 3, видно, что интегральный компонент, включенный в закон управления движением, позволяет устранить эту ошибку ориентации, тем самым обеспечивая требуемые динамические характеристики стенда. Таким образом, можно заключить, что представленные результаты соответствуют ожидаемым и рассмотренный способ устранения негативного влияния трения может быть использован в процессе технической реализации стенда.

Исследования в данной статье проведены в рамках работ по программе 008 «Прикладные научные исследования в области космической деятельности».

ЛИТЕРАТУРА

[1] Schwartz J.L. The distributed spacecraft attitude control system simulator: from design concept to decentralized control: PhD thesis: Aerospace engineering: defensed July 7, 2004 - Virginia Polytechnic Institute and State University, 2004. – 134 p.

[2] Kowalchuk S. A. Attitude control investigation using spacecraft hardware-in-the-loop simulator. URL:

[3] https://pdfs.semanticscholar.org/c890/f94ea4578f14e3cc69cb01599357c0263f2b.pdf

[4] Chesi S. A Dynamic, hardware-in-the-loop, three-axis simulator of spacecraft attitude maneuvering with nanosatellite dimensions // Journal of small satellites. -2015. - Vol.4., No.1. - P. 315–328.

[5] СПУТНИКС. Стенд моделирования SX-150 URL: http://www.sputnix.ru/ru/products/test-stands-system/item/259-facility-gnd-120-ru

[6] Thu P.H., Hung T.X, Phuong V.V. Developing PID-based-controller for an ADCS test-bed platform // IEICE Technical Report. – Vol. 115, No. 320. – P. 7-12.

[7] Xian B., Zhao B., Zhang Y., Zhang X. A low-cost hardware-in-the-loop-simulation testbed of quadrotor UAV and implementation of nonlinear control schemes // Robotica. – 2017. – Vol.35, No.3. – P. 588-612.

[8] Yu Y., Ding X. A quadrotor test bench for six degree of freedom flight // J Intell Robot Syst. – 2012. –Vol. 68. – P. 323–338.

[9] Gavrilovich I., Krut S., Gouttefarde M., Pierrot F., Dusseau L. Test bench for nanosatellite attitude determination and control system ground tests. URL: https://hal-lirmm.ccsd.cnrs.fr/lirmm-01310802/document

[10] Hoffman F., Goddemeier N., Bertram T. Attitude estimation and control of quadrocopter // Proceedings of the 2010 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems. – Taiwan, 2010. – P. 1072 – 1077.

[11] Молдабеков М.М., Елубаев С.А., Сухенко А.С., Бопеев Т.М., Қаметқанова А.Б. Проблемы наземных испытаний системы ориентации малых космических аппаратов и мультикоптеров // Тр. межд. научн. – практ. конф. «Актуальные проблемы информатики, механики и робототехники. Цифровые технологии в машиностроении». - Алматы, 2018. – С. 116 – 118.

[12] Молдабеков М.М., Елубаев С.А., Сухенко А.С., Каметканова А.Б. Проектирование аппаратно – программного комплекса для тестирования системы ориентации беспилотных летательных аппаратов // Вестник АУЭС. - №2(45). – Алматы, 2019. – С. 64-73.

[13] Moldabekov M., Yelubayev S., Alipbayev K., Sukhenko A., Bopeyev T., Mikhailenko D. Stability analysis of the microsatellite attitude control system // Applied mechanics and materials. – 2015. - Vol.798. - P. 297-302.

[14] Маркеев А.П. Теоретическая механика: учебник для университетов. - М.: ЧеРо, 1999. - 572 с.

[15] Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического регулирования. - М.: Наука, 1972. - 768 с.

[16] Певзнер Л.Д. Теория систем управления. - М.: МГГУ, 2002. - 472с.

Молдабеков М. М., Сухенко А. С., Шаповалова Д. Л., Елубаев С. А.

Мойынтіректердегі үйкеліс әсерін ескере отырып спутниктер мен пилотсыз ұшу аппараттары бағдарлау жүйесінің сынақ стендінің динамикасын зерттеу

Түйіндеме. Спутниктер мен пилотсыз ұшу аппараттарының бағдарлау жүйесінің жер бетінде сынауға арналған кардан аспасы негізіндегі сынақ стендінің бағдарлау дәлдігіне үйкелістің негативті әсерін жою жолдары мен динамикасына зерттеу жүргізілді. Нәтижесінде стендтің қажет етілетін динамикалық сипаттамаларына жетуге мүмкіндік беретін параметрлерін есептеу әдісі негізделді және қосымша басқару күштерін құру әдістемесі ұсынылды.

Түйін сөздер: сынақ стенді, бағдарлау жүйесі, спутник, пилотсыз ұшу аппараты, үйкеліс, динамика

УДК 53.06, 53.08

[1]M.Z. Arslanov, [2]A.A. Zeinullin, [1]S.A. Mustafin, [1]A.S. Shayakhmetova
([1]Institute Information and Computational Technologies CS MES RK, Almaty, Kazakhstan;
[2]Kazakhstan National Academy of Natural Sciences, Nur Sultan, Kazakhstan;
E-mail: mustafinsal@mail.ru)

SOME METHODS OF MEASURING THE AREA OF THE OBJECT SURFACE

Abstract. This report provides an overview of non-traditional tools for assessing the surface area of complex-shaped bodies having the status of an invention of class G01B of international patent classification
Keywords: tools, surface area, estimation of surface area of objects

[1]М.З. Арсланов, [2]А.А. Зейнуллин, [1]С.А. Мустафин, [1]А.С. Шаяхметова
([1]Институт информационных и вычислительных технологий, Алматы, Казахстан;
[2]Казахстанская национальная академия естественных наук, Нур – Султан, Казахстан;
E-mail: mustafinsal@mail.ru)

НЕКОТОРЫЕ МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ПЛОЩАДИ ПОВЕРХНОСТИ ОБЪЕКТА

Аннотация. В данном сообщении приведен обзор нетрадиционных инструментальных средств оценки площади поверхности тел сложной формы, имеющих статус изобретения
Ключевые слова: инструментальные средства, площадь поверхности, оценка площади объектов

Методы определения площади объектов основаны, как правило, на покрытии (упаковке) интересующей нас поверхности объекта множеством простейших плоских фигур на поверхности и расчетах площадей их фигур с последующем переходом на площадь поверхности. Кроме этого, существует вероятностный подход. Это ситуации, когда удается провести математическую или количественную формализацию.

Области приложения методов - теплофизика, картография, гляциология, лесоведение, биология и медицина, горно-металлургическая отрасль, кадастровые работы и т.д.

Областью нашего рассмотрения являются нетрадиционные способы определения площади поверхности 2D (3D) объекта со сложным контуром (формой, рельефом).

Вследствие специальных условий применения или высокой цены средств измерения геометрических параметров объектов постоянно возникает необходимость в простых способах оценки этих параметров, доступными для широкого круга инженеров средствами.

Существует большое множество методов по определению площади поверхности 2D (3D) объекта. Все они построены на различных предположениях, ограничениях и основаны на законах физики, математики и техники.

С одной стороны, созданы и успешно применяются известные традиционные подходы (детерминированный и вероятностный) определения площади поверхности объектов [1], с другой стороны, существуют задачи, решаемые этими методами недостаточно точно.

В тоже время, во множестве методов определения площади особое место занимают инструментальные средства из класса G01B международной патентной классификации. Причинами выделения подмножества инструментальных средств являются разные условия при решении задач по определению площади поверхности трехмерного объекта, например, невозможность применения известных классических методов по причине несоблюдения условий их применения, недостаток данных для построения цифровой вычислительной модели или отсутствие необходимых инструментов на момент определения площади. Примерами являются задачи по определению площади поверхности 2D (3D) объекта при ограниченном наборе средств и инструментов измерения.

В обзоре рассмотрены инструментальные средства, основанные на способах оценки площади поверхности тел, и получившие в разные годы статус изобретения классов G01B 5/26 международной патентной классификации - приспособления к измерительным устройствам, отличающиеся механическими средствами измерения для оценки площадей поверхностей 2D (3D) объектов.

1. Известен способ измерения площади поверхности тел неправильной формы (пат.RU643745, МПК G01B 7/32, опубликованный 25.01.1979). Для определения площади поверхности этим способом

необходимо подвесить на тонких подвесах измеряемое тело и эталон с известной площадью поверхности. Далее, необходимо определить их массу и окунуть в смачивающий состав. После извлечения измеряемого тела и эталона из смачивающего состава необходимо стряхнуть его излишки и их подсушить, и повторно определить их. Площадь поверхности измеряемого тела определяют по соотношению приращения массы после покрытия смачивающим составом поверхности измеряемого тела и эталона по формуле:

$$S_1 = \frac{\Delta G_1}{\Delta G_2} * S_2,$$

где: S_1 и S_2 - площади поверхности измеряемого тела и эталона, соответственно ΔG_1 и ΔG_2 - приращение масс измеряемого тела и эталона после смачивания.

Главным недостатком этого способа является неточность измерений, вызванное тем, что измеряемое тело и эталон будут состоять из материалов, обладающих разными свойствами для покрытия их поверхностей. Вторым недостатком данного метода будет возможная ошибка измерения площади поверхности тела сложной формы, полученная в результате снятия излишков смачивающего состава с поверхности измеряемого тела и эталона, с различной интенсивностью или разными методами. Третий недостаток заключается в невозможности переноса предлагаемого способа на крупногабаритные тела.

2. Известен патент РФ на изобретение №846995, МПК G01B 5/26, опубликованный 15.07.1981, основанный на вышеуказанном способе. Этот способ отличается от ранее представленного необходимостью предварительно изготовить эталон, из того же материала, что и измеряемое тело, с той же чистотой поверхности и наиболее близкой геометрической формы.

Существенным недостатком данного способа, является то, что в ряде случаях технологически или практически невозможно изготовить эталон из составного материала измеряемого тела и сохранив в нем формы и характеристики, близкие к измеряемому телу.

3. Изобретатели из Пензенского политехнического института предложили способ измерения площади поверхности тела сложной формы, при котором на тело наносят пленку, удаляют ее, определяют толщину и объем пленки, а площадь тела вычисляют по известной зависимости, отличающийся тем, что, с целью повышения производительности измерения и его упрощения, в качестве пленки применяют эластичную оболочку, из пространства между оболочкой н телом откачивают воздух до полного прилегания оболочки по всей площади контролируемого тела, охлаждают оболочку до затвердевания, удаление ее с тела осуществляют скалыванием, а ее объем и толщину определяют в затвердевшем состоянии (изобретение №1551964, МПК G01B 5/26, опубликованный 23.03.1990).

Недостатком способа являются высокая трудоемкость и сложность определения площади поверхности, связанные со скалыванием пленки с поверхности тела и определением ее объема.

4. Известен способ Вохмянина В.Г. для измерения площади поверхности тела сложной формы, заключающийся в том, что взвешивают дважды контролируемое изделие и образец с известной площадью поверхности и определяют искомую площадь поверхности тела изделия и веса образца, отличающийся тем, что между взвешиваниями контролируемого изделия и образца с известной площадью их охлаждают, как минимум до температуры, при которой начинается конденсация воды, содержащейся во влажном воздухе. Образцовое тело вводится для определения того количества конденсата, которое выпадает на единице площади при помещении тела сложной формы, предварительно охлажденного, в среду влажного воздуха (пат. RU 2040776, кл. G01B 5/26, опубликован: 25.07.1995).

По мнению автора, преимуществами предлагаемого способа по сравнению с известными прототипами, являются высокая производительность измерений, простота, низкая стоимость и высокая точность.

Главными недостатками способа являются недостаточная производительность измерений, сложность реализации, недостаточная точность, ограничение на габариты и отсутствие учета изменения предварительно охлажденного тела при размещении его в среду влажного воздуха.

5. Известен патент РФ на изобретение «Способ измерения площади поверхности тела сложной формы» за № 2078301, МПК G01B5/26, опубликованный 27.04.1997, заключающийся в том, что на поверхность тела наносят пленку, обеспечивают прилегание ее к поверхности и определяют площадь

по полученным параметрам, отличающийся тем, что в качестве пленки используют гигроскопический материал постоянной толщины, перед нанесением измеряют длину взятой пленки и покрывают поверхность смачивающим составом, после нанесения и прилегания пленки определяют длину уложенной пленки, а площадь определяют по ее геометрической площади с учетом коэффициента увеличения площади, рассчитанного как отношение длины уложенной пленки к геометрической длине участка, покрытого пленкой.

Несмотря на достоинства, данный способ имеет недостатки, которые заключаются в неопределенности коэффициента увеличения площади и непригодности применения для крупноразмерных тел.

6. Известен способ вычисления площадей сложных контуров плоского объекта путем определения объема жидкости, вытесненной телом, выполненном в виде пластины постоянной толщины, на пластине закрепляют носитель определяемой поверхности, обрезанный по наружному и возможным внутренним контурам, затем осуществляют деление вытесненного объема жидкости на толщину пластины, при этом используют материал пластины со свойствами пластичности и несмачивания жидкостью (пат.RU 2511205, кл. G01B 5/26, опубликованный 20.12.2013).

Недостатки данного способа заключаются в следующем: громоздкость проведения операций, низкая точность определения площадей поверхности и невозможность использования способа для определения площади поверхности большеразмерных объектов.

7. Известен способ измерения площади поверхности тела сложной формы, заключающийся в том, что измеряемое тело и эталон с известной площадью поверхности покрывают смачивающим составом, высушивают и взвешивают, отличающийся тем, что измеряемое тело и эталон повторно покрывают смачивающим составом, высушивают и взвешивают, и о площади поверхности судят по соотношению приращения массы тела и эталона между первым и вторым нанесением смачивающего состава (пат.RU 2566376, кл. G01B 5/26, опубликованный 27.10.2015).

Недостатки данного способа заключаются в следующем: громоздкость проведения операций, низкая точность определения площадей поверхности и невозможность использования способа для определения площади ***поверхности большеразмерных объектов*.**

8. Специалисты Мичуринской государственной сельскохозяйственной академии предложили, по их мнению, впервые, способ измерения площади поверхности плоского тела сложной формы (патент РФ №2145410, публикация патента: 10.02.2000 года).

Способ определения площади поверхности тела сложной формы, включающий использование палеток и измерительных устройств, отличающийся тем, что палетки выполнены в виде прозрачных пластин из оргстекла, маркированных линиями-прорезями через один сантиметр, для формирования видимых равнобедренных трапеций единой высоты под пластиной на листе, при этом площадь листа определяют в см^2 как сумму измеренных курвиметром длин средних линий трапеций.

Недостатки. Громоздкость проведения операций, низкая точность определения площадей поверхности и невозможность использования способа для определения площади поверхности большеразмерных объектов, неоправданное применение курвиметра – можно применить линейку для определения длин отрезков, заимствование идеи общего решения из ранее опубликованных доступных источников [2].

9. В патенте на полезную модель РК (№ 4648, кл. G01S 13/46 (2006.01), опубликованный 07.02.2020). для определения площади ***поверхности объекта дано описание с***пособа измерения площади поверхности тела сложной формы, основанного на приеме вычисления площади поверхности, предложенного в начале XX века для математических исследований немецким математиком Минковским, который покрыл поверхность слоем малой постоянной толщины. Тогда площадь поверхности будет приближённо равна объёму этого слоя, делённому на его толщину [3]. Недостатком этого приема является его функциональная ограниченность, так как он был создан для теоретических исследований математических объектов.

В патенте предложено расчет площади поверхности осуществлять следующей последовательностью шагов:

- закрашивают измеряемую 2D (3D) поверхность краской с необходимыми техническими характеристиками покрытия;
- определяют массу краски, потраченной на закрашивание 2D (3D) поверхности, P (*кг*);
- определяют массу p(*кг*) краски, потраченной на закрашивание выбранной части поверхности объекта с известной площадью s (м^2), p(*кг*);

- определяют расход краски на единицу площади поверхности по формуле p=p/s (*кг*/м^2);
- вычисление по формуле S= P/p (м^2) дает искомую площадь поверхности.

Описанный способ определения площадей 2D (3D) поверхностей имеет ряд особенностей, отличается от приведенных выше известных методов своей функциональностью – прост, недорог и достаточно точен, для большинства задач позволяет оценить площадь поверхности тел различной шероховатости, в том числе и объектов больших габаритов.

Области применения. Способ предназначен для определения физической **площади** ледников, лесных массивов, территорий поверхности земного участка на тематических макетах поверхности земной поверхности с последующим масштабированием на реальную действительность, для определения через площадь поверхности ***массы объекта,*** представляющего собой тонкостенную оболочку полого тела со стенками одной толщины, выполненного из одного материала, например, масса негабаритного полого тела, имеющего одинаковую толщину стенок, – масса тела типа изогнутой трубы большого диаметра, масса фюзеляжа самолета; для проведения **контроля за расходом** дорогостоящего материала на покрытие поверхности 2D (3D) объекта при проведении строительных и реставрационных работ.

Подсчёт площадей поверхностей показал, что на элементах, которые допускали подсчёт площади по формулам геометрии, совпадение с измерениями представителей заказчика составило почти 100%. На элементах нерегулярного рельефа различие площадей составило менее 5%, что является очень неплохим результатом для методики, построенной на обычных обмерах с применением коэффициентов, учитывающих сложность рельефа поверхности, и говорит в пользу предложенного способа [4].

В заключение следует отметить, что основными недостатками описанных выше способов являются невысокая производительность измерений, точность, ограничения на габариты объекта. Однако, вышеописанные способы построены для определения площади поверхности 2D (3D) объектов, имеющих нетрадиционные исходные условия и требования, например, габариты объектов, невыполнение условий задач, отсутствие данных измерений по объекту и т.д. Из достоинств нами предложенного можно отметить оперативность получения информации, объективность, невысокая стоимость, достаточная надежность и точность.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике для инженеров и учащихся вузов. – Наука. - М. - 1981 г. - 721 стр.

[2] Кендалл М., Моран П. Геометрические вероятности / пер. с англ. - М. – 1972. – 197 с.

[3] Minkowski H. Volumen und Oberfläche // Math. Ann., 1903. - Bd.57. - s. 447-495

[4] URL: http://www.ngce.ru/pg_projects326.html

Арсланов М.З., Зейнуллин А.А., Мустафин С.А., Шаяхметова А.С.

Объектінің ауданын өлшеудің кейбір әдістері

Түйіндеме. Бұл есеп хабарламада халықаралық патенттік жіктеудің G01B класының өнертабысы мәртебесіне ие күрделі пішінді денелердің беткі қабатын бағалаудың дәстүрлі емес құралдарына шолу жасайды

Түйін сөздер: құралдар, беттің ауданы, объектінің беткі ауданын бағалау

УДК 621.395

[1]A.D. Mukhamejanova, [2]V.O. Tikhvinskiy, [1]K.Kh. Tumanbayeva

([1] Almaty university of power engineering and telecommunications named after Gumarbek Daukeev, Almaty, the Republic of Kazakhstan

2 Moscow technical university of communications and informatics, Moscow, Russian Federation
E-mail: almira_md@mail.ru)

TRAFFIC ANALYSIS IN THE LoRaWAN NETWORK

Abstract. The article analyzes the traffic of the M2M network using LoRaWAN technology. Traffic coming from end devices to the LoRaWAN gateway is considered, and its characteristics and properties are determined.

Keywords: M2M network, traffic analysis, traffic modeling, LoraWAN technology.

[1]А.Д. Мухамеджанова, [2]В.О. Тихвинский, [1]К.Х. Туманбаева

([1] Алматинский университет энергетики и связи имени Гумарбека Даукеева, Алматы, Республика Казахстан

[2] Московский технический университет связи и информатики, Москва, Российская Федерация
E-mail: almira_md@mail.ru)

АНАЛИЗ ТРАФИКА В СЕТИ LoRaWAN

Аннотация. В статье проведен анализ трафика сети M2M, использующей технологию LoRaWAN. Рассматривается трафик, поступающий с конечных устройств на шлюз LoRaWAN, определяются его характеристики и свойства.

Ключевые слова: сеть M2M, анализ трафика, моделирование трафика, технология LoRaWAN.

Актуальность задачи анализа сетевого трафика в последнее время значительно возросла, поскольку расширилась область применения ее решений. Анализ сетевого трафика необходим не только при организации сетевого взаимодействия и управлении трафиком, но и при обеспечении информационной безопасности, при математическом моделировании самого трафика и процессов его обслуживания.

Анализ сетевого трафика в настоящее время ведется в двух направлениях: анализ содержимого передаваемых пакетов и статистический анализ характеристик передачи пакетов. К первому направлению относятся методы DPI (Deep Packet Inspection), используемые в основном для обеспечения информационной безопасности. При реализации данного метода анализ трафика проводится не только по заголовкам пакета, но и по всем уровням сетевой модели. Ко второму направлению относятся статистические методы анализа сетевого трафика, определяющие характеристики передачи пакета такие, как интенсивность поступления пакетов, интервалы между поступлениями пакетов, вероятностные распределения указанных случайных величин.

Большой интерес в настоящее время вызывает трафик межмашинного взаимодействия (machine-to-machine, M2M). Согласно концепции Интернета вещей и прогнозам экспертов [1,2] число устройств в глобальной телекоммуникационной сети, обменивающихся данными без участия человека достигнет несколько десятков миллиардов. что ведет к значительному росту M2M трафика. Эффективным методом исследования сетевого трафика является математическое моделирование. Для построения адекватной модели необходимо определить характеристики сетевого трафика.

Целью нашей работы является анализ трафика межмашинного взаимодействия (M2M) в сети LoRaWAN.

Объектом нашего исследования является сетевой трафик, поступающий с конечных устройств сети M2M на шлюз. Конечные устройства будем называть M2M – устройствами.

В Казахстане внеряются M2M сети, использующие технологию LoRa WAN (Long Range Wide Area Networks), представленная в 2015 году компанией Semtech и исследовательским центром IBM Research [3]. Технология LoRaWAN относятся к группе технологий LPWAN, основанных на подключении приложений IoT/M2M к узкополосной сети связи, имеющую низкую мощность излучения и зону действия с радиусом до нескольких километров. Сеть LoRaWAN обеспечивает дистанционный сбор показаний с различных подключенных устройств учета: счетчиков воды,

электроэнергии и т.д. Технология обеспечивает реализацию таких проектов, как умный дом, умный транспорт, умный город. Большое внимание будет уделяться проектам, связанным с автоматизацией технологических процессов.

На рисунке 1 представлена архитектура сети LoRaWAN.

Как представлено на рисунке 1 пакеты с M2M - устройств поступают на шлюзы. Сеть LoRaWAN построена по принципу звездной технологии, все устройства подключаются к одному или нескольким шлюзам. При этом M2M устройство не связано с конкретным шлюзом, данные от него могут поступать на любой шлюз. Шлюзы передают пакеты, полученные от M2M-устройств через сеть мобильной связи на сетевой сервер. Сетевой сервер, выполняющий функции управления, выбирает один шлюз, отвечающий определенным критериям, и отправляет подтверждение о получении пакета.

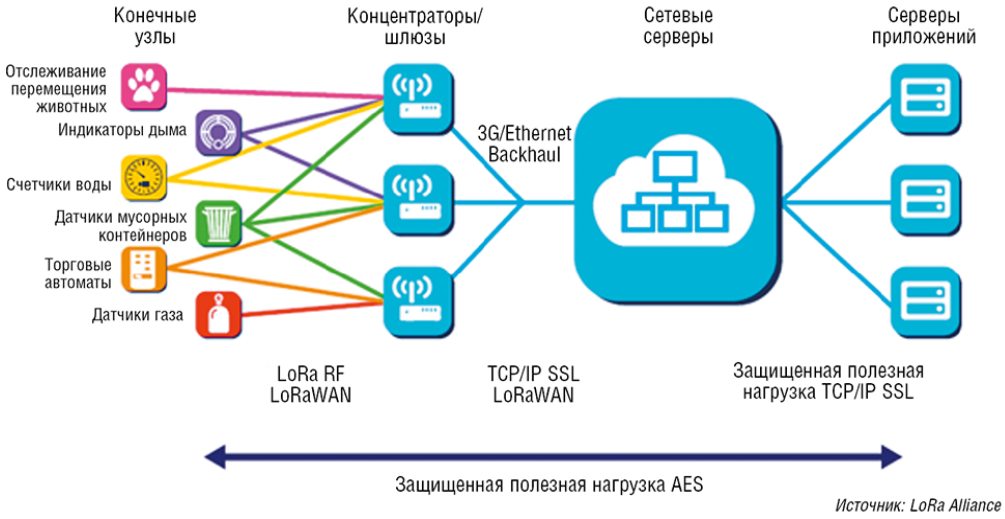


Рис 1. Архитектура сети LoRaWAN

Анализ трафика, создаваемого в сетях M2M при оказании услуг M2M, показывает следующие его особенности [1]:

а) случайный характер взаимодействия конечных M2M устройств с шлюзами и короткая продолжительность этих сеансов;

б) небольшой объем передаваемых данных, требующий небольшой пропускной способности используемой сети доступа, при большом количестве подключенных конечных M2M устройств;

в) низкая мобильность конечных M2M устройств или полное отсутствие таковой, а также низкая активность в линии «вниз», обусловленная только запросами служебного трафика; одновременные запросы на соединение с сетью от большой группы конечных M2M устройств;

г) низкое потребление энергии конечных M2M устройств как следствие низкого трафика;

д) низкие запросы вычислительной мощности и низкая стоимость конечных M2M устройств;

ж) высокие требования к безопасности данных.

Рассмотрим сетевой трафик, поступающий на шлюз в сети LoRaWAN. Шлюзы или базовые станции могут быть установлены внутри помещения или уличные. Максимальное число каналов шириной 125 кГц равно 8.

Каждое M2M устройство прежде чем начать работу должно быть активировано на сетевом сервере, отправив на него запрос на подключение. Сетевой сервер направляет ответ с разрешением на подкдючение или отказ. Технология имеет три класса M2M- устройств различного предназначения [3].

Класс А предназначен для M2M - устройств с питанием от батареи, которые должны иметь сверхнизкое энергопотребление и очень длительный ожидаемый срок службы. Это разрешает двунаправленную связь, но передачи по нисходящей линии связи ограничены двумя короткими интервалами после каждой передачи по восходящей линии связи на шлюз.

Класс В предназначен для двунаправленных M2M устройств с определенным временем ожидания нисходящего потока.

Класс С предназначен для двунаправленных M2M устройств с наименьшей задержкой.

Допустим на шлюз LoRaWAN поступает информация с M2M – устройств класса A. Отдельный пакет, поступающий с M2M устройста на шлюз, состоит в основном из преамбулы (preamble), используемой для синхронизации приемника с входящим потоком, и блока данных (payload) [4].

Продолжительность передач по восходящей и нисходящей линиям связи зависит от параметров модуляции LoRa, и может быть выражена как сумма времени, необходимого для передачи преамбула и блока данных:

$$T = T_{preamble} + T_{PHY}, \quad (1)$$

где $T_{preamble}$ – время передачи преамбулы;

T_{PHY} – время передачи блока данных.

Длительность передачи преамбулы определим из формулы:

$$Tpreamble = Tsym \cdot (Npreamble + 4.25), \quad (2)$$

где $Tsym = \frac{2^{SF}}{BW}$ - длительность передачи одного символа.

SF – коэффициент расширения спектра, изменяется от 7 до 12;

BW – ширина спектра радиосигнала.

Длительность передачи блока данных можно определить как:

$$TPHY = Tsym \cdot NPHY, \quad (3)$$

где N_{PHY} – число символов в блоке данных, которое в свою очередь можно вычислить по следующей формуле:

$$N_{PHY} = 8 + \max(ceil(\frac{28 + 8 \cdot PL + 16 \cdot CRC - 4 \cdot SF}{4 \cdot (SF - 2 \cdot DE)}) \cdot (CR + 4)), \quad (4)$$

где PL – количество байтов в блоке полезной нагрузки;

CRC – величина, равная 1, если передача поля CRC в блоке полезной нагрузки включена и равная 0 в противном случае;

CR – скорость кодирования, $CR = 4/(4 + n), n \in \{1,2,3,4\}$;

DE – величина, равная 0 для SF =11 и SF=12, когда оптимизация скоростей передачи должна быть включена, и равная 1;

ceil – функция округления до ближайшего большего числа.

Скорость передачи данных DR может быть вычислена по формуле:

$$DR = SF \cdot \frac{BW}{2^{SF}} \cdot CR. \quad (5)$$

В настоящее время в Казахстане M2M – устройства представляют собой счетчики электроэнергии, воды и газа. Рассмотрим пример для сети LoRaWAN в Казахстане.

Пусть коэффициент расширения спектров SF = 7, ширина спектра радиосигнала BW = 125 кГц, тогда T_{sym} = 1,024.

Количество байтов в блоке полезных данных (зависящее от приложения), примем равным PL = 23, CRC = 1, DE =0 и CR=4/5, тогда число символов в блоке данных можно вычислить по формуле (4), N_{PHY} = 46. Длительность передачи блока данных определим по формуле (3):

$$TPHY = 46 \cdot 1{,}024 = 47 \text{ мс}.$$

Длительность передачи преамбулы вычислим по формуле (2), допустив $N_{preamble}$= 6:

$$Tpreamble = 1{,}024 \cdot (6 + 4.25) = 10{,}5 \text{ мс.}$$

Зная длительности передачи блока данных и преамбулы, вычислим время передачи пакета от M2M-устройства до шлюза:

$$T = 10{,}5 + 47 = 57{,}5 \text{ мс.}$$

Скорость передачи данных определим по формуле (5):

$$DR = 5{,}5 \text{ кбит/сек.}$$

На рисунке 2 представлен график зависимости длительности передачи всего пакета $T_{мс}$ от количества символов в блоке данных N_{PHY}.

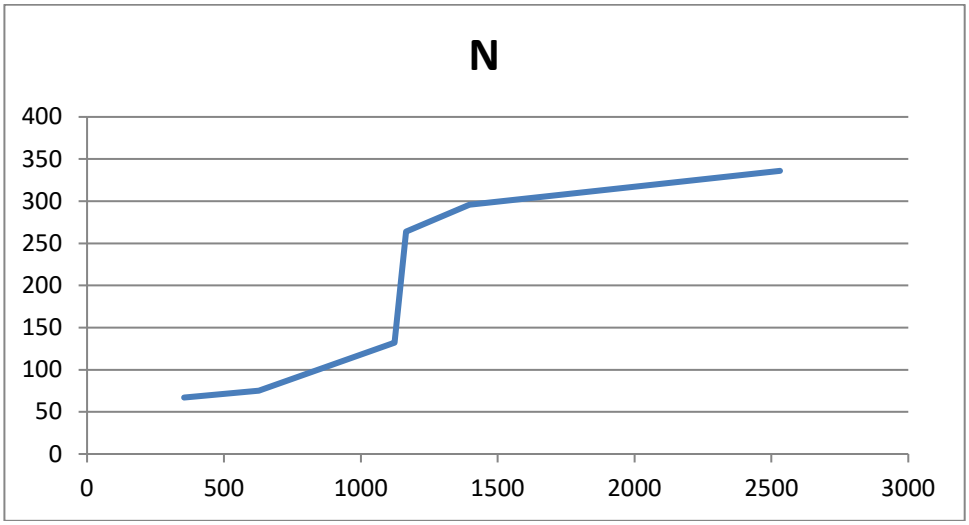


Рис 2. Зависимость длительности передачи пакета от количества символов в блоке данных

Как видно из рисунка 2 при N_{PHY} > 1150 бит длительность передачи пакета резко возрастает и превышает 250 мс.

Заключение. Выполнен анализ трафика, поступающего на шлюз в сети LoRaWAN. В данной сети шлюзы получают информацию с устройств M2M и посылают ее сетевому серверу. Сделан расчет длительности передачи пакета с M2M устройства на шлюз при заданных параметрах. Построена зависимость длительности передачи пакета от количества символов в блоке данных. В дальнейшем планируется разработать имитационную модель входного трафика, поступающего на шлюз, и процесса его обслуживания.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Тихвинский В.О., Терентьев С.В., Коваль В.А. Сети мобильной связи 5G: технологии, архитектура и услуги. –Москв: Медиа Паблишер, 2018. 300 стр.

[2] Тихвинский В.О., Коваль В.А., Бочечка Г.С. Технология LoRa: перспективы внедрения на сетях IoT// Первая миля, 2016. - №6(59). – С. 43-49.

[3] LoRaWAN Specification V1.0. LoRa Alliance, 2015. Available online: https://www.lora-alliance.org/

[4] Aloÿs Augustin1, Jiazi Yi, Thomas Clausen and William Mark Townsley. A Study of LoRa: Long Range & Low Power Networks for the Internet of Things // Электронный ресурс: https://www.researchgate.net/publication/307965130

Мухамеджанова А.Д., Тихвинский В.О., Туманбаева К.Х.

Lorawan желісіндегі трафикті талдау

Түйіндеме. Мақалада LoRaWAN технологиясын қолданатын M2M желісінің трафигі талданады. Соңғы құрылғылардан LoRaWAN шлюзіне түсетін трафик қарастырылады, оның сипаттамалары мен қасиеттері анықталады.

Түйін сөздер: M2M желісі, трафикті талдау, трафикті модельдеу, LoRaWAN технологиясы

УДК 004.932

B. O. Mukhametzhanova, A. E. Suleimen
(L. N. Gumilyov Eurasian national University, Nur-Sultan, Kazakhstan
Karaganda technical University, Karaganda, Kazakhstan
grek79@mail.ru)

METHODS AND CLASSIFICATION OF THE ALLOCATION OF BORDERS OF OBJECTS IN IMAGES

Abstract. The article discusses and analyzes methods for determining the contours of images, a review of scientific publications of the main methods and classification of the selection of contours of objects in images. Their optimal sequence is selected to improve the quality of border selection. The analysis of these methods is carried out and the most suitable one is selected.

Keywords: images, processing, contour, borders, method, classification.

Б.О. Мухаметжанова, А. Е. Сүлеймен
(Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан қ., Қазақстан
Қарағанды техникалық университеті, Қарағанды қ., Қазақстан
grek79@mail.ru)

БЕЙНЕЛЕРДЕГІ ОБЪЕКТІЛЕРДІҢ КОНТУРЛАРЫН АНЫҚТАУ НЕГІЗГІ ӘДІСТЕРГЕ ШОЛУ

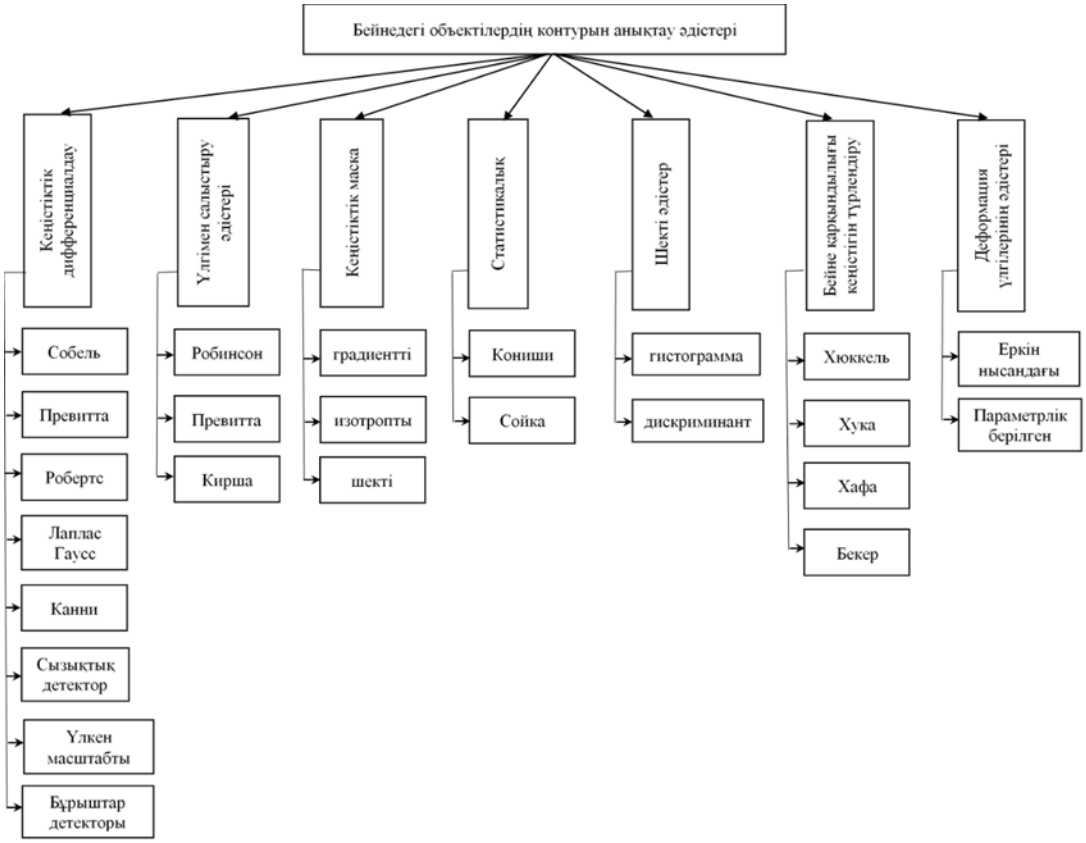
Аңдатпа. Мақалада бейне контурларын анықтау әдістері қарастырылып, талданады, негізгі әдістердің ғылыми жарияланымдарына шолу және бейнелердегі объектілердің контурларын бөлудің жіктелуі талданды. Шекараларды бөлу сапасын жақсарту үшін олардың оңтайлы реттілігі қарастырылды. Сондай-ақ, осы әдістерге талдау жасалып, олардың ішіндегі ең қолайлысы таңдалды.

Түйінді сөздер: бейнелер, өңдеу, контур, шекаралар, әдіс, жіктеу.

Бейнелерді өңдеу іс жүзінде барлық салаларда қолданылады. Бейнелерді алдын ала өңдеу көрнекі ақпаратты өңдеу және талдау процесінің негізгі кезеңдерінің бірі болып табылады. Сандық бейнелерді өңдеудің көптеген жүйелері үшін біртекті аймақтар шекараларының геометриялық сипаттамалары туралы мәліметтер ең ақпаратты - кез келген екі элементінің жарықтық айырмасы белгілі бір шектен аспайтын, біртекті облыстар шекарасында өтетін сұлбасында, сызықтарда болып табылады.

Мақсат-кескіндер контурын табудың белгілі әдістерін қарастыру, оларды кейіннен жіктей отырып. Жіктеу есептерді шешу кезінде объектілерді сәйкестендіруге ыңғайлы болу үшін арналған. Бейнелер контурларын біріктіру/бөлу әдістерін талдау әртүрлі бейнелерді өңдеу кезінде (күрделі, қарапайым, түсті, жартылай тонды және т.б.) әдістерді қолдану ұсынысында оларды қорыту мақсатында жүргізілді.

Әдетте, бейнелер контурларын анықтау нәтижесі бинарлық бейнені құру болып табылады, ол контурларды қамтиды. Біз маска терминін қолданамыз - объект контурын анықтау және бөлуге бейнедегі кедергі әсерін жою немесе азайту. Бейне контурларын бөлудің барлық теориялық әдістері жеті топқа бөлінеді [1-13]: кеңістіктік дифференциалдау әдістері; үлгімен салыстыру әдістері; кеңістіктік маска әдістері; сандық сүзгілердің статистикалық модельдерін пайдалану әдістері; шекараларды бөлудің шекті әдістері; бейне қарқындылығы кеңістігін түрлендіру әдістері және деформация үлгілерін пайдалану әдістері. Жалпыланған жіктеу келтірілген (1-сурет).



Сурет 1. Бейне контурын визуализациялаудың практикалық әдістерін жіктеу

Бүгінгі күні контурлы объектілерді визуализациялау келесі практикалық әдістері белгілі:

1. Градиенттік әдістер;
2. Жоғары жиілікті маска әдістері (жарықтықтың ауытқуын бөлу әдістері);
3. Тізбекті маска әдістері (тегістеу және жоғары жиілікті сүзу әдістері);
4. Лапласиана - гауссиана әдісі;
5. Канни әдісі (оңтайлы шеттік анықтау әдісі);
6. Белсенді контурлар әдісі;
7. Алдын ала шекараларды бөлмей белсенді контурлар әдісі;
8. Susan алгоритмі негізінде бейнедегі контурлардың шекараларын бөлу әдісі;
9. Жасанды уақыттағы бейнені өзгерту әдісі;
10. Үлгіні пайдаланып салыстыру әдісі;
11. Контурларды байланыстыру әдісі;

Градиенттік әдістер

Бейнедегі контурларды анықтаудың градиенттік әдістері - бұл негізделген әдістер [1-3]:

- кеңістіктің әрбір нүктесінде кеңістіктік функциядан туындыны анықтау, градиент векторларының көмегімен объектінің шекарасы сипатталады;

- градиенттер векторы бойынша жарық шекарасының айқындылық дәрежесін анықтау және оның жарықтығының ең үлкен өзгеру бағыты;

- жарықтылық градиенті векторы модулінің максималды мәндерін анықтау, оларды статистикалық өңдеу және шек бойынша бөлу.

Градиенттің толық векторы есептеледі, көлденең және тік бағыттардағы, басқа диагональды бағыттарда жарықтықтың өзгеруін білдіретін [1-3].

Жоғары жиілікті маска әдістері (жарықтықтың ауытқуын бөлу әдістері)

Жоғары жиілікті маска әдістері - бұл әдістер негізделген:

- бейнелері кеңістіктік функциясын қос дифференциалдау;
- екінші туынды нөлге тең нүктелердің орналасқан жерін анықтау;

- объект бейнелерінің контурларын сызықтар түрінде, функцияның екінші туындысы мәндерімен нөлдің қиылысу нүктелері анықтау;

Жоғары жиілікті маска әдістері - деректерді сандық өңдеу әдісі, екі өлшемді дифференциалды операторды пайдалануға негізделген, Лаплас операторы деп аталады. Лаплас операторын пайдалануда кемшілігі ретінде атап айтқанда, лапласиян - градиентке қарағанда векторлық емес, скалярлық шама. Шекараның жағдайын анықтау үшін екінші туынды нөлге тең нүктелерді табу қажет.

Тізбекті маска әдістері

Алдыңғы әдістердің кемшілігі жоғары жиіліктердің сызықтық сүзгілерін пайдалану есебінен сигнал/шу арақатынасының азаюы және тек жарық шекараларының бұзылуы, бірақ шу, шағын масштабты элементтермен жасалатын бейне болып табылады. Гаусс сүзгісін пайдалана отырып, тиімді шуды азайту мүмкін.

Тізбекті маска әдістері - бұл әдіс негізделген [1-4, 9]:

- сызықтық сүзгіні пайдаланып объект бейненің кеңістіктік функциясын тегістеу;
- объект бейнесінің осы функциясын қос дифференциалдау;
- екінші туынды нөлге тең нүктелердің орналасқан жерін анықтау;
- объект бейнесінің контурларын сызық түрінде анықтау, екінші туынды кеңістіктік функцияның мәндерімен нөлдің қиылысу нүктесін қосу

Тізбекті маска әдістерінің кемшілігі - олар бейненің жергілікті контрастын төмендетеді, оны бұлдыратады.

Лапласиана - гауссиана әдісі

Лапласиана - гауссиана әдісі – бұл бейнедегі контурларды анықтау әдісі, пикселден кеңістіктік жолақ сүзгілеу сандық операциясын орындауға негізделген, осы бейнені қалыптастыратын [1-4]. Бастапқы кескінді бірыңғай жолақ сүзгілеу операциясы орындалады бейненің кеңістіктік функциясының төмен жиілікті және жоғары жиілікті сүзілуінің сандық операцияларын әртүрлі және дәйекті орындаудың орнына.

Әдіс Гаусс және Лаплас желілік операторларының коммутативтілігі және оларды дифференциалдау және тегістеу операцияларын орындау тәртібін өзгерту арқылы бір-біріне біріктіру мүмкіндігі арқасында құрылған [1-4]. Біріккен оператор лапласиана-гауссиана операторы деп аталды және Лаплас және Гаусс операторларының түйіндері болып табылады.

Бұл операторды кемшілігі - Гаусс және Лаплас операторлары бағытталмаған. Әдіс параллель бағытта жарықтықтың өзгеруіне сезімтал, бұл сигнал/шу қатынасын азайтады [1-3].

Канни әдісі (оңтайлы шеттік анықтау әдісі)

Канни - әдісі негізделген әдіс [3, 5, 6]:

- сигнал/шу қатынасын арттыру мақсатында бейнені тегістеу операциясын дәйекті орындау;
- жоғары кеңістіктік ажыратымдылығы бар аймақты жарықтандыру мақсатында бейне градиентін табу;
- ең жоғары емес барлық пикселдерді басу және градиентті массивтерді азайту үшін гистерезисті қолдану арқылы қалған пикселдерді бақылау.

Әдіс гауссианның оңтайлы арнасын пайдалана отырып, объект кескінінің кеңістіктік функциясының зерттеу сандық сүзілуіне негізделген - $sigma\ (s)$:

$$f(x) = -x * exp(-x^2/R_2 s^2), \quad (1)$$

Мұнда x- айнымалы, s- Гаусс операторының стандартты ауытқуы, $к_2 = 2$ бейнесі бар оңтайлы желілік түйін операторы

Егер Канни бойынша оңтайлы оператор шекараны бөлу үшін (1) түрге ие болса, онда екі өлшемді жағдайда туынды тегістелген бейненленген градиенттің бағыты бойынша алдын ала бағалануы тиіс бейне шекарасына перпендикуляр бағытта болуы тиіс. Канни әдісі шекараларды бөлудің ең тиімді әдісі болып табылады, контурларды анықтау кезінде шегі екі түрлі қолданылады.

Белсенді контурлар әдісі

Белсенді контурлар әдісі – бұл негізделген әдіс [1-4]:

- бастапқы бейнедегі жарықтық градиентінің максимум нүктелерін анықтау;

- нүктелерді шекара сызығына байланыстыру;
- сызықтың иілгіш және созылатын үздіксіз тұйықталған сызықтың және оның бейнедегі іздеген шекараның бастапқы жақындауының негізгі тапсырмасы;
- ең жақсы жабық сызықты градиент максимумының жағдайына келесі теңшеу.

Белсенді контурлар әдісінің негізгі кемшілігі: берілген дәлдікпен іздеу шекарасына бастапқы жақындауды білу қажеттілігі; осыған байланысты үлкен есептеу шығындары; бастапқы жақындау жеткіліксіз болған жағдайларда жергілікті минимумдарда қиыстыру процесін мерзімінен бұрын тоқтату мәселесі.

Алдын ала шекараларды бөлмей белсенді контурлар әдісі

Алдын ала шекараларды бөлмей белсенді контурлар әдісі – бұл негізделген әдіс [1-4, 7]:

- иілгіш және созылатын үздіксіз тұйықталған сызықтың бейненің еркін нүктесіндегі тапсырма, әдетте, дөңгелек нысаны;
- берілген сызықтың бейнедегі қуыс шекараға бастапқы қозғалысы;
- кейін деформациялаумен және зерттелетін объектінің бейнесінің контурының нысанын қабылдаумен тоқтату.

Бұл әдіс белсенді контурлар әдісіне өте ұқсас (жылан әдісі). Оның айырмашылығы нысан кескінінің шекараларын алдын-ала белгілеу қажеттілігі жоқ. Бастапқы жабық сызық, әдетте, дөңгелек пішінді (контур), бейненің кез келген жерінде орналасуы мүмкін. Оның дамуы мен бағыты бейнені сегменттеуге байланысты.

Susan алгоритмі негізінде бейнедегі контурлардың шекараларын бөлу әдісі

Susan алгоритмі негізінде бейнедегі контурлардың шекараларын бөлу әдісі– бұл негізделген әдіс [1-4, 8]:

- жарықтығы біркелкі сегментті қамтитын дөңгелек немесе квадрат маска бейненің әрбір пиксел айналасында құру;
- әрбір пиксельдің (масканың ішінде) жарықтығын ядро (масканың орталық пикселі) жарықтығынан салыстыру;
- ауданды анықтау және қосу нәтижелерін салыстыру;
- бекітілген геометриялық шегі бар аудан шуы болған жағдайда салыстыру;
- негізінде алынған нәтижелерді кейіннен талдау;
- ауданы максимум көп жағдайда, ядро біркелкі бейне аймағында болғанда;
- ауданы түзу шекараға жақын осы максимумның жартысына дейін азаяды;
- аудан бұрышқа жақын азаяды және жергілікті минимумдар бұрыштың шекарасында дәл жетеді.

Жасанды уақыттағы бейнені өзгерту әдісі

Бейнені тегістеу тәсілдерінің бірі бейнені өзгерту көрінісіне негізделген, жасанды уақыттағы эволюция ретінде және жеке туындыларда тиісті теңдеулерді шешу:

$$\frac{dI}{dt} = D(I), \tag{2}$$

мұнда, I-сәулеленудің салыстырмалы қарқындылығы.

Шекараларды анықтау үшін D диффузионды мүшесі шексіз нөлге ұмтылатын тегістелген бейне градиентінің өзгермейтін функциясы болуы керек. Градиент модулі үлкен жерде, диффузия аз және бейне іс жүзінде өзгермейді. Градиент модулі аз жерде, диффузия үлкен және бейне тегістеледі.

Үлгіні пайдаланып салыстыру әдісі

Бейнеде көптеген ұсақ қажетсіз бөлшектер болуы мүмкін немесе әлсіз контраст болуы мүмкін. Үлгіні пайдаланып салыстыру әдісі - бұл негізделген әдіс [1, 2, 9]:

- шекараларды екі параллель түзу сызық түрінде ұсыну;
- кейбір бастапқы үлгі;
- метрополис алгоритмі бойынша үлгіні бірнеше рет деформациялау;
- алынған үлгіні зерттелетін бейне элементімен салыстыру.

Метрополис алгоритмі [1, 2, 9] тек алдыңғы күйге тәуелді үлгінің кездейсоқ күйлерінің тізбегін құруға мүмкіндік береді.

Контурларды байланыстыру әдісі

Контурларды байланыстыру және шекараларды табу: жергілікті өңдеу әдісімен, шектік өңдеу әдісімен, жаһандық шегін пайдалану әдісімен, облыстарды өсіру әдісімен, Хафа түрлендіруімен талдау әдісімен, графтар теориясы әдісімен және т.б. жүзеге асырылады [1-4].

Жергілікті өңдеу әдісі контурлық ретінде белгіленген әрбір нүктенің *(x,y)* шағын аймағын (3×3 немесе 5×5) талдауға негізделген. Белгілі бір өлшемдерге ұқсас барлық нүктелер байланысып, контурды құрайды.

Критерийлер ретінде пайдаланылады: жауап беру үшін- Е теріс емес шегінің берілген мәні (градиент модулі бойынша), градиент векторын жіберу үшін - А теріс емес бұрыштық шегінің берілген мәні.

$$|\nabla f(x,y) - \nabla f(x_0, y_0)| \leq E, \tag{3}$$

$$|\nabla \alpha(x,y) - \nabla \alpha(x_0, y_0)| \leq A, \tag{4}$$

мұнда α градиент векторының бұрышы.

Контурдың нүктедегі бағыты (х, у) осы нүктедегі градиент векторының бағытына перпендикуляр. Егер критерий бірдей болса, онда маңайдағы пиксель орталықпен біріктіріледі, яғни тігу процесі жүзеге асырылады. Бұл процесс әрбір нүкте *(x,y)* үшін бір мезгілде табылған пиксельдердің ережелерін есте сақтау арқылы қайталанады.

Қорытынды

Кескіндердің контурларын таңдау әдістері, олардың мәні, жіктелуі келтірілген. Кейбір әдістер бейнелерді өңдеу үшін есептеу шығындары тұрғысынан практикалық іске асыру үшін ең оңай. Ен күрделі мәселе - оңтайлы шегін таңдау, градиент мәндерінің ықтималдығын бейнелеу және шартты бөлу туралы априорлық ақпарат қажет. Есептеу шығындары тұрғысынан күрделі әдістердің соңғы топтары және бастапқы бейне туралы априорлық ақпарат болған кезде ғана қолайлы нәтижелер береді. Контурларды анықтаудың ең тиімді әдісі-Канни әдісі екі түрлі шекті мәндер әлсіз және күшті шекаралар үшін қолданылады.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Фисенко В. Т., Фисенко Т. Ю. Компьютерная обработка и распознавание изображений. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2008. – 192 с.

[2] Сойфер В. А. Методы компьютерной обработки изображений. – М.: Физматлит, 2003. – 784 с.

[3] Гонсалес Р. С., Вудс Р. Э. Цифровая обработка изображений. – М.: Техносфера, 2006. – 1072 с.

[4] Прэтт У. К. Цифровая обработка изображений. – М.: Мир, 1982. – 792 с.

[5] Попов Г. А., Хрящёв Д. А. Об одном методе низкочастотной фильтрации гидролокационных изображений // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Морская техника и технология. – 2010. – № 1. – С. 63–68.

[6] Яне Б. Цифровая обработка изображений. М.: Техносфера, 2007. С.331-356.

[7] Титов И.О., Емельянов Г.М. Выделение контуров изображения движущегося объекта. Вестник НГУ – 2010 - №55 С.27-31.

[8] Smith S., Brady J. SUSAN – a new approach to low level image processing, International Journal of Computer Vision, 1995. – 23(1). – Ñ. 45-78.

[9] Щербаков, М.А. Нелинейная фильтрация с адаптацией к локальным свойствам изображения / М.А. Щербаков, А.П. Панов // Компьютерная оптика. – 2014. – Т. 38, № 4. – С. 818-824

[10] Дубинин, Д.В. Оценка качества алгоритмов оконтурирования объектов на изображениях, аппроксимированных однородными марковскими полями / Д.В. Дубинин, В.Е. Лаевский, А.И. Кочегуров // Известия Томского политехнического университета. – 2010. – Т. 317, № 5. – С. 130-134.

[11] Поршнев С. В., Левашкина А. О. Универсальная классификация алгоритмов сегментации изображений //Журн. научных публикаций аспирантов и докторантов. 2008. № 3 (31). С. 163—172.

[12] Соломатин А.И., к.ф-м.н. Название диссертации «Обнаружение и оценивание границ объектов на изображениях в условиях аддитивного шума и деформирующих искажений». Воронеж 2011. https://www.dissercat.com/content/obnaruzhenie-i-otsenivanie-granits-obektov-na-izobrazheniyakh-v-usloviyakh-additivnogo-shuma

[13] Муравьев В. С., к.ф-м.н. Название диссертации «Модели и алгоритмы обработки и анализа изображений для систем автоматического сопровождения воздушных объектов» Рязань 2011 https://www.dissercat.com/content/modeli-i-algoritmy-obrabotki-i-analiza-izobrazhenii-dlya-sistem-avtomaticheskogo-soprovozhde

Мухаметжанова Б.О., Сулеймен А.Е.

Обзор основных методов определения контуров объектов на изображениях

Резюме. *В* статье рассмотрены и проанализированы методы определения контуров изображений, обзор научных публикаций основных методов и классификация выделения контуров объектов на изображениях. Выбрана их оптимальная последовательность для улучшения качества выделения границ. Проведен анализ этих методов и выбран наиболее подходящий из них.

Ключевые слова: изображения, обработка, контур, границы, метод, классификация.

УДК 669.046

N.Z. Nurgali, B.S. Kelamanov, O.R. Sariev, M.S. Almagambetov, T.V. Halitov
(Aktobe Regional State University named after K. Zhubanov, Aktobe, Kazakhstan
e-mail: Kelamanov-b@mail.ru)

THERMOGRAPHIC STUDIES OF KAZAKHSTAN'S ILMENITE CONCENTRATE

Abstract. The article presents the results of thermographic research of ilmenite ores and concentrates with the use of coal, silicon-aluminum reducing agent, aluminum powder and complex reducing agent as reducing agents. Thermographic studies have shown different physical and chemical processes occurring in the materials under study in different temperature ranges.

Key words: ilmenite ore, rich titanium slag, phase composition, derivatography, the endothermic peak, the exothermic peak.

Н.З. Нургали, Б.С. Келаманов, О.Р. Сариев, М.С. Алмагамбетов, Т.В. Халитов
(Актюбинский региональный государственный университет имени
К. Жубанова, Актобе, Казахстан)

ТЕРМОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КАЗАХСТАНСКИХ ИЛЬМЕНИТОВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ

Аннотация. В статье приведены результаты термографического исследования ильменитовых руд и концентратов с применением в качестве восстановителей: уголь, кремнеалюминевый восстановитель, алюминиевый порошок и комплексный восстановитель. Термографические исследование показали разные физико-химические процессы протекающих в исследуемых материалах в различных интервалах температур.

Ключевые слова: ильменитовые руды, БТШ, фазовый состав, дериватограмма, эндотермический пик, экзотермический пик.

Введение. Все разведанные ильменитовые руды на территории Казахстана, представлены россыпными месторождениями, среди которых наиболее известные: Сатпаевское, Шокашское и Обуховское. В состав перечисленных руд ильменит входит в той или иной степени окисленности, т.е. лейкоксенизации. По химическому составу ильменитового концентрата Шокашского месторождения (таблица 1) заметно, что в нем основная часть примесных компонентов приходится на оксиды алюминия, кремния и хрома, которые перечислены по возрастанию их отрицательного воздействия на качество богатого титанового шлака (БТШ). Величина свободной энергии Гиббса образования оксида алюминия, не позволяет восстановить его до металла в процессе карботермического восстановления концентрата в попутный чугун. В этой связи необходимо максимально удалять хотя бы первые два из перечисленных оксида на стадии механического обогащения руды.

Методы. Качество БТШ во многом зависит от количества примесных компонентов и от соотношения оксидов железа и титана в концентрате. В первом приближении оценить пригодность железо-титановых концентратов для производства БТШ позволяет следующее соотношение [1]:

$$\frac{TiO_2}{100-(TiO_2+FeO+Fe_2O_3)} \geq 5 \qquad (1)$$

Нежелательно чтобы значение этого соотношения превышало 5. Для шокашских и обуховских концентратов это соотношение составляет в среднем 4,3 и 3,4, соответственно, что свидетельствует об их хорошей пригодности для переработки, тогда как для сатпаевского концентрата это соотношение равно 7,27. Сравнительную ценность ильменитовых концентратов для производства БТШ без учета конкретных условий, возможно, рассчитать по следующему соотношению [1]:

$$\frac{TiO_2}{\eta П_в + П_н} \qquad (2)$$

где, $П_в$ - частично восстанавливаемые примеси; η - доля перехода примесей в шлак; $П_н$ - примеси, полностью переходящие в шлак.

При прочих равных условиях, чем выше численное значение данного соотношения, тем большую ценность представляет концентрат для производства. Так для Шокашского концентрата оно составляет 1,39, а для Сатпаевского и Обуховкого, соответственно, 1,02 и 1,27. Судя по первичным оценочным значениям, наиболее привлекательными для переработки являются Шокашский и Обуховский ильменитовые концентраты.

Обсуждение. Шокашское месторождение представляет собой россыпь, относящуюся к прибрежно-морскому промышленно-генетическому типу, характеризуется относительно простым геологическим строением и малой глубиной залегания. Рудные пески имеют лейкоксен-рутил-циркон-ильменит-кварцевый состав и тонкозернистые пески, сконцентрированные в классе крупности от <0,07 до >0,44мм [2]. Средний химический состав ильменитового концентрата представлен ниже в таблице 1, в % от массы [2]:

Таблица 1. **Химический состав концентрата**

TiO_2	FeO	Al_2O_3	SiO_2	ZrO_2	Cr_2O_3	P_2O_5
53,7	33,9	1,89	3,46	0,16	1,65	0,06

Из таблицы видно, что ильменитовые концентраты характеризуются повышенным содержанием оксида хрома, в некоторых пробах достигает до 4-6%. При плавке концентратов на БТШ, данный компонент необходимо максимально перевести в попутный продукт с получением природнолегированного (Ti, Cr, Mn, Si) чугуна или так называемого Соррель-металла.

Нами [3-5] были исследованы некоторые физико-химические и технологические свойства ильменитовых концентратов руд Шокашского месторождения. В таблице 2, приведен фракционный состав концентрата, по данным ситового анализа он сконцентрирован в классе крупности – 0,1+ 0,05мм.

Таблица 2. **Фракционный состав концентрата**

Фракция, мм	+ 0,63	-0,63+0,4	-0,4+0,2	-0,2+0,16	-0,16+0,1	-0,1+0,05	- 0,05
Массовая доля, %	0,0675	0,15	0,2	0,3125	4,2675	73,825	21,17

Изучен фазовый состав ильменитового концентрата, который определяли методом рентгенофазового анализа. Подтверждено, что основная его фаза представлена обыкновенным ильменитом ($FeO{\cdot}TiO_2$), или так называемым кричтонитом. Наличие фаз $Fe_2O_3{\cdot}3TiO_2$ (аризонит) и $2Fe_2O_3{\cdot}3TiO_2$, а также отсутствие магнитной восприимчивости образцов, свидетельствует об измененности (лейкоксенизации) концентрата. Рентгенограмма концентрата изображена на рисунке 1.

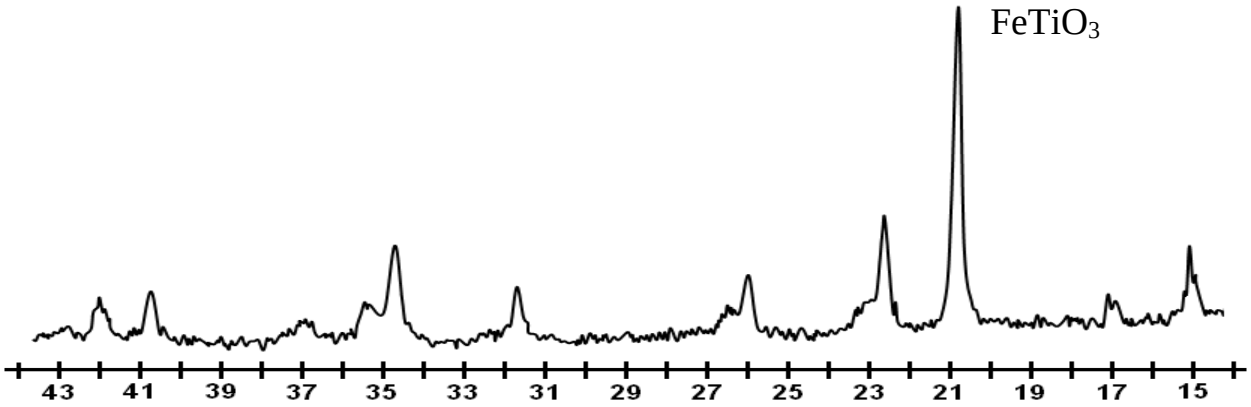


Рис. 1. Рентгенограмма Шокашского концентрата

С целью изучения поведения концентрата и его шихт в процессе нагрева был проведен термографический анализ, который проводился на дериватографе системы F.Paulik, J.Paulik, L.Erdei Derivatograph Q-1000 в интервале температур 25-1000°С со скоростью нагрева 10°С/мин, в нейтральной и инертной атмосферах [3-5].

Шихту для термографических исследований подготавливали из Шокашского концентрата и различных восстановителей, в качестве которых использовали следующие материалы фракцией 0-0,15мм:

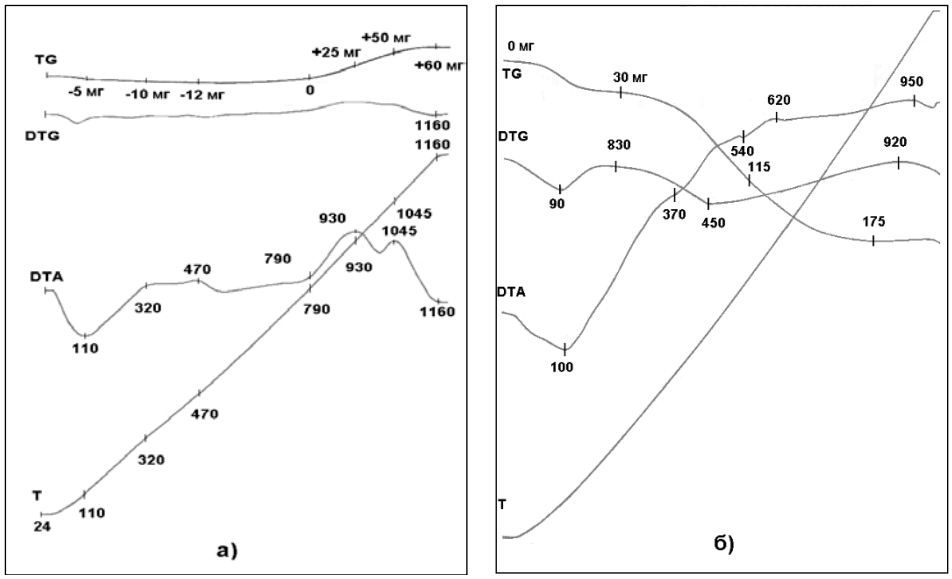
- длиннопламенный каменный уголь низкой степени метаморфизма;
- алюминиевый порошок;
- ферросиликоалюминий (ФСА);
- смесь алюминиевого порошка и ферросиликоалюминия.

По мере повышения температуры в печи дериватографа, пишущее устройство регистрирует на термограмме все происходящие в пробе физико-химические изменения в виде кривых линий Т, ТГ, ДТГ и ДТА. В пробе одновременно измеряется температура (Т), изменение веса (ТГ), скорость изменения веса (ДТГ) и изменение содержания тепла (ДТА) исследуемого вещества в зависимости от времени.

Ниже приводятся наш анализ протекающих внутри пробы процессов при ее неизотермическом нагреве. Физико-химические процессы, протекающие в концентрате при температурах 100-120°С (рисунок 2а), сопровождаются удалением гигроскопической влаги с небольшой - 0,22% убылью массы пробы. С повышением температуры до 550°С происходит выделение гидратной влаги и летучих веществ с убылью массы пробы до -0,4%. На кривой ДТА заметны слабые экзотермические эффекты окисления низших оксидов железа в интервале температур 320-470°С. При температурах 800-1000°С в концентрате происходит интенсивное окисление, увеличивается теплосодержание пробы и повышается ее масса на 1,55%. При более высоких температурах предположительно происходит выделение Fe_2O_3 из состава ильменита. В результате объем пробы увеличился и тигель лопнул. Попытки переснять и узнать, что происходит в пробе при более высоких температурах, не дали положительных результатов.

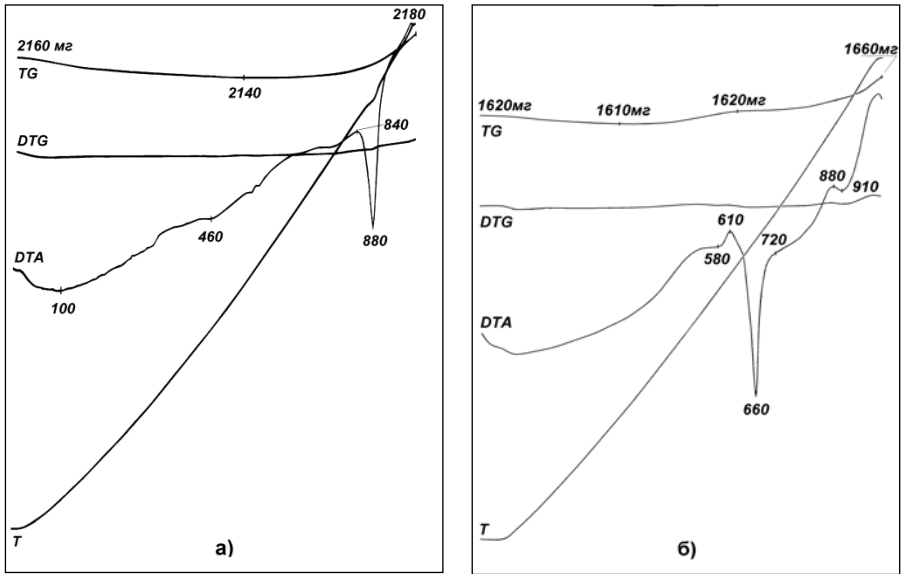
На рисунке 2б изображена дериватограмма шихты ильменитового концентрата с углем (14% от массы концентрата). В интервале температур 100-540°С наблюдается значительная 6,2% убыль массы смеси, это связано с удалением гигроскопической, гидратной влаги и летучих веществ из концентрата и угля, а также диссоциацией сложных соединений в составе концентрата. Начиная с температуры 450°С в пробе наблюдается увеличение скорости убыли массы, что сопровождается слабыми экзотермическими эффектами, и соответствует началу интенсивного окисления углерода угля. При более высоких температурах в смеси проходит диссоциация ильменита и выделение оксида Fe_2O_3, который вступает в реакцию с углеродом угля.

Дериватограмма шихтовой смеси ильменитового концентрата и кремнеалюминиевого восстановителя (ФСА) приведена на рисунке 3а. В ней при температурах 100-120°С испаряется влага, дальнейшее повышение температуры приводит к выделению гидратной влаги и летучих веществ, что способствует появлению слабых тепловых эффектов с незначительной убылью массы.



а) ильменитовый концентрат; б) концентрат + уголь;

Рис. 2. Данные термографического анализа



а) концентрат + кремнеалюминевый восстановитель
б) концентрат + алюминиевый порошок;

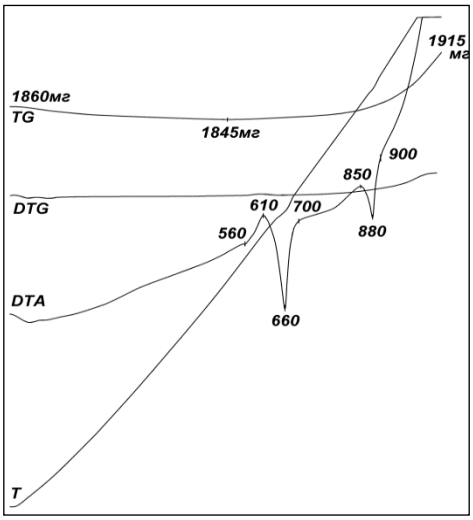
Рис. 3. Данные термографического анализа

При температурах 840-900°С на кривой ДТА отчетливо виден эндотермический максимум. По-видимому, это связанно с плавлением интерметаллидной фазы β(Si, Al, Fe) при температуре 880°С, входящей в состав кремнеалюминиевого восстановителя, после этого происходит резкое его окисление (экзоэффект) свободными и входящими в состав ильменита оксидами железа.

Шихтовая смесь ильменитового концентрата и алюминиевого порошка подвергалась нагреву в аналогичных условиях, что и предыдущие, ее дериватограмма представлена на рисунке 3б. Начиная с температуры 580°С на кривой ДТА заметно, что происходит выделение тепла, которое сопровождается небольшим экзотермическим пиком при 610°С, а затем резко продолжается эндотермическим максимумом при температуре 660°С. Данный эффект также связан с плавлением алюминия. Далее происходит интенсивное окисление алюминия, кислородом свободных и связанных оксидов железа.

На рисунке 4 приведена дериватограмма шихты состоящей из ильменитового концентрата и комплексного восстановителя (Al+ФСА). В качестве восстановителя использовали смесь

алюминиевого порошка и ферросиликоалюминия в соотношении 1:1, согласно правилу Жемчужного [6]. Можно заметить, что на этой дериватограмме наглядно заметны те же изменения обнаруженные на предыдущих дериватограммах рисунка 3.



концентрат + комплексный восстановитель

Рис. 4. Данные термографического анализа

Из проведенных исследований следует отметить, что дериватограммы снятые в инертной атмосфере практически не отличаются от приведенных.

Восстановление ильменита углеродом получает заметное развитие при температурах выше 1000°С. Это подтверждается проведенными термографическими исследованиями шихты ильменита с углем, снятых в нейтральной и инертной атмосферах.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Козлов В.М. и др. // Цветные металлы. - 1968. - №9. - С. 69-72.

[2] Абдибеков Е.К., Гриненко В.И., Есенжулов А.Б., Петлюх П.С., Хворостян В.Н. Комплексное освоение титан-циркониевого месторождения Шокаш // Сталь. - 2003. - №6. - С. 50-51.

[3] Нургали Н.З., Байсанов С.О., Алмагамбетов М.С., Корсукова И.Я. Свойства ильменитовых концентратов Шокашского месторождения. // Материалы межд. науч.-прак. конф.: «Жидкость на границе раздела фаз - теория и практика». - Караганда, 2006г. - С. 195-198.

[4] Нургали Н.З., Байсанов С.О., Алмагамбетов М.С., Бухарицын В.О. Некоторые свойства ильменитовых концентратов Шокашского месторождения. // Респуб. научный журнал «Технология производства металлов и вторичных материалов», 2006г. - №2(10). - С. 19-23.

[5] Нургали Н.З., Байсанов С.О., Алмагамбетов М.С., Бухарицын В.О., Райымбекова З.Ш. Физико-химические свойства ильменитовых концентратов

[6] Шокашского месторождения // «Проблемы и пути устойчивого развития горнодобывающих отраслей промышленности», материалы 4-ой межд. науч.-практ. конф. «Геотехнология-2007» - г. Хромтау, 2007. - С. 698-703.

[7] Плинер Ю.Л., Сучильников С.И., Рубинштейн Е.А. Алюминотермическое производство ферросплавов и лигатур. - М.: Металлургиздат, 1963. - 175с.

Нургали Н.З., Келаманов Б.С., Сариев О.Р., Алмагамбетов М.С., Халитов Т.В.

Қазақстандық ильменитті концентраттарды термографикалық зерттеу

Түйіндеме. Мақалада ильменит кендері мен концентраттарының және тотықсыздандырғыштар ретінде қолданылған көмір, кремний-алюминий тотықсыздандырғышы, алюминий ұнтағы, кешенді тотықсыздандырғыштың термографиялық зерттеулер нәтижелері келтірілген. Термографиялық зерттеулер әртүрлі температура аралықтарында зерттелетін материалдарда болатын әртүрлі физика-химиялық үрдістерді көрсетті.

Кілт сөздер: ильменитті кендер, БТҚ, фазалық құрам, дериватогрнамма, эндотермиялық шың, экзотермиялық шың.

УДК 621.01

M. Nurguzhin

BASES FOR CALCULATING THE LIFE OF WELDED STEEL STRUCTURES

Abstarct. The article describes the basics of calculating the survivability of welded metal structures based on the concept of “fitness for purpose”, based on a block-hierarchical approach using functional mathematical models at the meta-, macro- and microlevels, covering the product life cycle. On the basis of this approach, the problem of ensuring the survivability of technological machines is solved by developing a methodology for automated analysis and prediction of crack resistance of welded joints and joints of welded metal structures.

Key words. welded metal structures, automated analysis, meta-, macro- and micromodeling, finite element method, J-integral, crack resistance, survivability

М.Р.Нургужин
(АО «Национальный центр космических исследований и технологий», Республика Казахстан,
e-mail: m.nurguzhin@spaceres.kz)

ОСНОВЫ РАСЧЕТА ЖИВУЧЕСТИ СВАРНЫХ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ

Аннотация. В статье изложены основы расчета живучести сварных металлоконструкций на основе концепции «соответствие назначению» («fitness for purpose»), базирующиеся на блочно-иерархическом подходе с использванием функциональных математических моделей на мета-, макро- и микроуровнях, охватывающих жизненный цикл изделия. На основе данного подхода решена проблема обеспечения живучести технологических машин путем разработки методологии автоматизированного анализа и прогнозирования трещиностойкости сварных соединений и узлов сварных металлоконструкций.

Ключевые слова: сварные металлоконструкции, автоматизированный анализ, мета-, макро- и микромоделирование, метод конечных элементов, J-интеграл, трещиностойкость, живучесть

Опыт эксплуатации сварных металлоконструкций технологических машин показывает наличие большого числа усталостных и хрупких разрушений. Очагами разрушений сварных соединений, как правило, являются дефекты сварки, конструктивные несплошности, конструктивно-технологическая концентрация напряжений и деформаций. Существующие инженерные методики не учитывают в полной мере указанные факторы.

Обзор существующих методов расчета показывает, что наиболее серьезное признание получила концепция "соответствие назначению" ("fitness for purpose"), в рамках которой предложены процедуры автоматизированного анализа (CAE – computer aided engineering), основанные на сочетании соответствующих стандартных испытаний материалов и численных расчетов с привлечением современных подходов механики деформирования и разрушения [1]. Вместе с тем адекватность подобных подходов существенно зависит от учета реальных нагрузок, действующих на металлоконструкцию при эксплуатации технологических машин.

Дальнейшее совершенствование методов автоматизированного анализа и прогнозирования живучести сварных конструкций в рамках концепции "соответствие назначению" требует комплексного учета указанных факторов на основе системного подхода: оценки реальной нагруженности сварных соединений с учетом многоосности напряженно-деформированного состояния, конструктивно-технологической концентрации напряжений в сварных соединениях с трещиноподобными дефектами, остаточных сварочных напряжений и деформаций, применение адекватных критериев прочности и пр.

В этой связи, разработку новых методов расчета сварных металлоконструкций, базирующихся на системном анализе и учитывающих вышеперечисленные особенности технологии изготовления и эксплуатации на основе моделирования машин и систем машин, их реализацию методами нелинейной механики деформирования и разрушения следует рассматривать как актуальную проблему обеспечения надежности технологических машин.

В данной работе рассматривается автоматизированный анализ сварных металлоконструкций на основе блочно-иерархического подхода [2] с использованием функциональных математических моделей на мета- , макро- и микроуровнях, различающихся степенью детализации рассмотрения процессов в объекте (рис.1).

Предлагаемый в работе подход базируется на следующих положениях.

1. Определение режима эксплуатации изделия основано на моделировании систем типа “машина - совокупность технологий”. В результате оцениваются коэффициенты загрузки машины и ее элементов, количество циклов и типов нагружения, длительность циклов нагружения и т.п. Использование для формализации системы типовой Q-схемы [3] и языка имитационного моделирования GPSS позволяет эффективно решать данную проблему.



Рис. 1. Иерархические уровни и методы исследования [2]

2. Определение ожидаемых нагрузок на сварные соединения осуществляется на основе макроанализа сварной металлоконструкции, представленной как система с дискретно-распределенными параметрами.

3. Учет технологических факторов реализуется на основе описаний реальной геометрии сварного соединения (с непроплавлениями, конструктивными щелями и пр.) и определения остаточных сварочных напряжений и деформаций.

4. Конструкционное соответствие реального изделия и его модели реализуется на основе применения численных методов анализа.

5. Предельное состояние изделия в момент исчерпания несущей способности при действии статических нагрузок оценивается на основе двухпараметрических критериев в терминах КИН для хрупких и квазихрупких разрушений и J-интеграла для вязких состояний материалов.

Остаточный ресурс в условиях действия переменных нагрузок вычисляется на основе модифицированного уравнения Элбера [4]

$$\frac{dl}{dN} = C_{-1} e^{\lambda(R+1)} (\Delta K)^{m_{-1}} \cdot \varphi(K_I^r, R), \text{ при } K_I^{\max} + K_I^r \geq 0 . \quad (1)$$

Здесь C_{-1}, m_{-1}, λ - экспериментальные характеристики материала по данным [4]; dl / dN - скорость роста усталостной трещины; ΔK - размах коэффициента интенсивности напряжений; R -

коэффициент асимметрии цикла нагружения; $S = K_I^{\max} / K_I^r$; $\varphi = \exp[\lambda(1-R)/(1+S)]$; $K_I^{\max}$ и K_I^r - коэффициенты интенсивности максимальных и остаточных напряжений, соответственно.

Интегрирование (1) по l в пределах от начальной длины трещины l_0 до критического значения l_c позволяет определить живучесть изделия - число циклов до разрушения.

При построении имитационной модели системы "технологическая машина-совокупность технологий" используется типовая Q-схема, реализующая особенности непрерывно-стохастического процесса обслуживания**,** которая однозначно задается в виде:

$$Q=<W, U, H, Y, Z, R, A>. \quad (2)$$

Здесь W и U - потоки событий; H -множество внутренних параметров системы; Y - выходной поток событий, Z - множество состояний системы; R - оператор сопряжения элементов системы; A - множество алгоритмов обслуживания.

Считается, что события (задания на технологическую операцию) можно классифицировать следующим образом: чисто случайные события; события с известным законом распределения; фиксированные во времени события. Собранные данные о заданиях на технологическую операцию оформляются на бланке описания модели. Работа технологической машины моделируется на основе накопителя H и канала обслуживания K с учетом длительности технологической операции. Интерпретация результатов моделирования осуществляется на основе анализа статистической информации по проведенному моделированию и позволяет оценить загрузку машины, пропускную способность системы в целом, определить необходимое число машин для реализации технологических операций, определить режим работы.

На макроуровне металлоконструкция крана представляется в виде дискретно-распределенной системы. Математической моделью объекта в этом случае является матричное дифференциальное уравнение [5]

$$[K]\{\delta\} + [C]\frac{\partial}{\partial t}\{\delta\} + [M]\frac{\partial^2}{\partial t^2}\{\delta\} + \{\overline{F}\} = 0, \quad (3)$$

где $[K]$ и $\{\overline{F}\}$ - матрица жесткости и вектор сил системы конечных элементов;

$[M]$ и $[C]$ - матрица масс системы и матрица демпфирования;

$\{\delta\}$ - вектор узловых перемещений системы конечных элементов.

Решение уравнения (3) методом конечных элементов позволяет определить перемещения и напряжения узлов конечноэлементной модели в функции времени. Особенностью используемого подхода является применение рекурентных соотношений метода Ньюмарка в процессе решения уравнения (3). В результате определяются наиболее нагруженные узлы с целью их дальнейшего анализа с учетом конструктивно-технологических несплошностей.

Автоматизированный анализ систем с распределенными параметрами - сварных узлов - реализуется на основе методов конечных [5] и граничных элементов [6] (МКЭ и МГЭ). В основу принятого подхода было положено следующее:

1. Расчет напряжений и деформаций проводился на основе неизотермической теории течения, так как эта теория наиболее полно описывает процесс деформирования тел при сложном нагружении.

2. Принималась модель степенного и билинейного упрочнения тела, удовлетворяющего критерию текучести Мизеса.

3. Использовался МКЭ, как численный метод интегрирования дифференциальных уравнений неизотермической теории течения и нестационарной теплопроводности.

При определении остаточных напряжений и деформаций рассматривается упругопластическое деформирование тела, дискретизированного на объемные или плоские конечные элементы, в переменном температурном цикле и используется шаговый метод нагружения в термическом цикле, разбиение которого на отдельные моменты времени производится на основе анализа распределения температуры в конечных элементах, расположенных в зоне термического влияния [7].

Применение указанных новых подходов, внесенных в анализ термосилового нагружения сварных соединений, позволяет существенно повысить эффективность расчетных исследований.

Оценка параметров разрушения сварных соединений базируется на вычислительных методах в механике разрушения [8]. Разработаны методы и алгоритмы определения коэффициентов интенсивности приложенных и остаточных напряжений, энергетического J-интеграла и раскрытия трещины на основе метода конечных элементов.

Применительно к моделям сварных соединений обосновывается применение трех методов определения коэффициентов интенсивности напряжений, основанные на МКЭ: прямой, энергетический и метод J-интеграла.

При определении КИН на основе энергетического подхода наиболее эффективным является метод виртуального роста трещины. В случае независимости внешней нагрузки от длины трещины

$$K_I^2 = -\frac{E'}{2}\sum_{e=1}^{N}\{\delta\}^{eT}\left[\frac{\partial K}{\partial l}\right]^e\{\delta\}^e, \qquad (4)$$

где $E' = E$ при плоском напряженном состоянии и $E' = E/(1-\nu^2)$ при плоской деформации;

$\{\delta\}^e$ - узловые перемещения конечных элементов.

В методе J-интеграла используется то обстоятельство, что в случае упругого тела J-интеграл равен интенсивности освобождения упругой энергии и, следовательно, $K_I^2 = E' \cdot J$.

В реальной практике проектирования и прогнозирования разрушения сварных конструкций важно оценить момент страгивания стационарной трещины в упругопластическом теле, нагруженном произвольной системой внешних сил. Показано, что в этом случае в качестве количественной характеристики нелинейного состояния материала в окрестности трещины можно использовать независящий от пути интеграл Черепанова-Эшелби-Райса [9]

$$J = \int_{\Gamma}\left(Wn_k - \sigma_{ij}\frac{\partial u_i}{\partial x_k}n_j\right)dC. \qquad (5)$$

Здесь Γ - произвольный контур интегрирования; $W(\varepsilon_{ij})$ - плотность энергии деформации; σ_{ij} - компоненты тензора напряжений; n_j - направленный во внешнюю сторону вектор, расположенный по нормали к контуру интегрирования; u_i - перемещение точек на контуре интегрирования; x_k - декартовы координаты.

При оценке J-интеграла использовались два способа: непосредственное использование формулы (5) интегрированием по контуру Γ и энергетический метод. В последнем случае используется связь между величиной J-интеграла и производной потенциальной энергии деформации образца $J = -\partial\ \Pi / \partial\ l$.

Расчетная процедура определения J-интеграла последним способом совпадает с оценкой КИН энергетическим методом по выражению (4).

На основе применения МКЭ развита методика определения траектории усталостной трещины с учетом влияния остаточных напряжений. Результатом расчета будет возможная траектория трещины и зависимости $\Delta J(l)$ и $\Delta K(l)$, которые используются в дальнейшем для оценки живучести сварных соединений. Здесь, например, $\Delta K(l) = K_{\max}(l) - K_{\min}(l)$ с учетом остаточных напряжений.

На основе анализа существующих подходов предложены расчетно-экспериментальные зависимости для определения критериальных параметров механики разрушения K_{IC}, δ_{IC}, ΔK_{th} и диаграммы усталостного разрушения n и C, а также метод определения критериев K_C и J_C на основе численного моделирования условий эксперимента по определению разрушающего напряжения σ_C для сварных соединений с дефектами типа трещин. С целью получения диаграммы усталостного разрушения развит алгоритм пересчета результатов стандартных испытаний материалов на выносливость [10].

Алгоритм оценки статической трещиностойкости представлен на рис.2. Для удобства его реализации получены модифицированные выражения для двухпараметрических критериев прочности в терминах КИН и J-интеграла:

$$K_{\omega\theta}^{\max} = \frac{K_{IC}}{n_x}\eta\sqrt{1-\left(\frac{\sigma_i}{\sigma_B / n_B}\right)^2}, \qquad (6)$$

$$J = \frac{J_C}{n_B}\left[1-\left(\frac{\sigma_i}{\sigma_B/n_B}\right)^{1/m}\right]^{m+1}. \quad (7)$$

Здесь n_x и n_B - коэффициенты безопасности; η - коэффициент, учитывающий жесткость нагружения и величину притупления у примыкающей полости; σ_i -расчетное напряжение в элементе; σ_B - временное сопротивление; m - показатель упрочнения в степенной зависимости.

В выражениях (6) и (7) левая часть определяется с учетом влияния остаточных напряжений согласно формул для КИН и модифицированного уравнения (5).

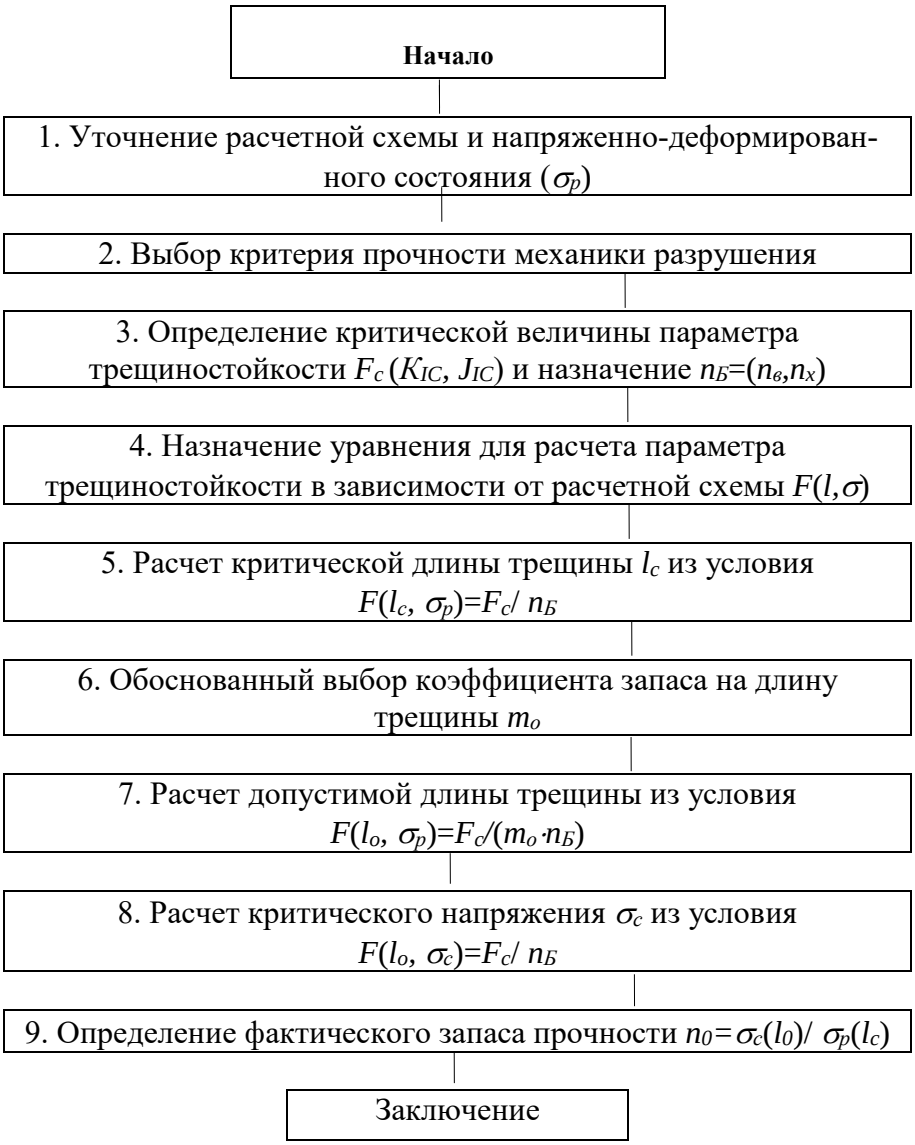


Рис. 2. Алгоритм оценки статической трещиностойкости

В основу методики прогнозирования живучести сварных соединений с трещиноподобными дефектами положена модифицированная формула Элбера (1). Остаточный ресурс соединения в этом случае выражается как

$$N_C = \frac{e^{-\lambda(R+1)}}{C_{-1}} \int_{l_0}^{l_c} \frac{dl}{\Delta K^{m_{-1}} \varphi\left(\mathrm{K_I^r}, R\right)}. \quad (8)$$

С учетом сказанного, алгоритм оценки циклической трещиностойкости приведен на рис. 3.

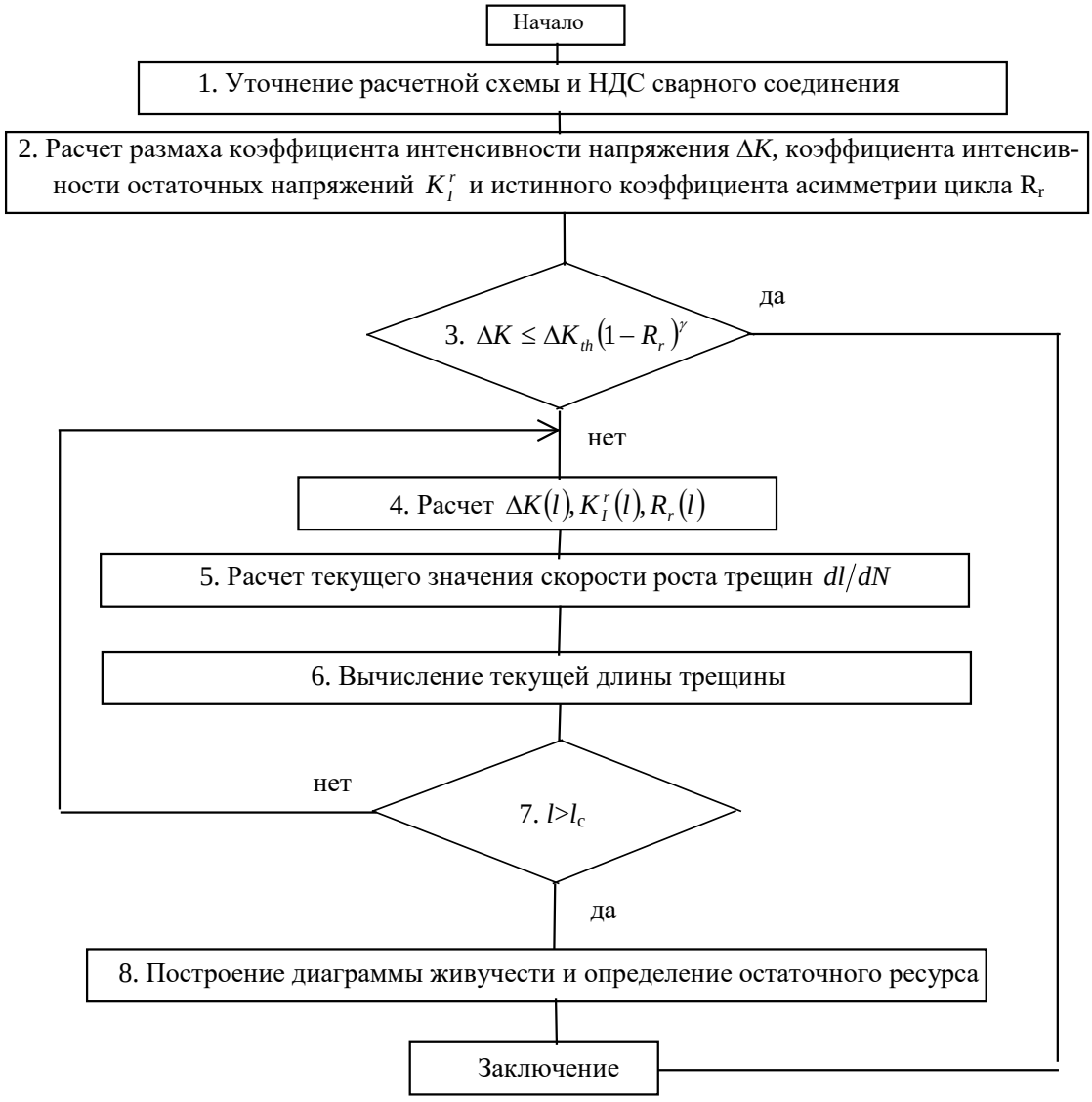


Рис. 3. Алгоритм оценки циклической трещиностойкости

Для анализа возможности продления ресурса при сохранении требований к безопасности необходимо обоснование области безопасных состояний поврежденных трещинами конструкций по критериям живучести. В рамках рассматриваемого подхода это достигается введением в критерий предельного состояния коэффициента безопасности m_{fc} по циклической характеристике трещиностойкости K_{fc}. Для назначения коэффициента m_{fc} используется выражение для коэффициента запаса на длину трещины m_0. Тогда обоснованная величина коэффициента живучести $m_N \ge m_0^n$, где n показатель степени в уравнении (1). С учетом этого живучесть сварного соединения определяется как $N = N_C / m_N$, где N_C - ресурс, определяемый по выражению (8). Коэффициент живучести определяет запас по количеству циклов нагружения в условиях развития трещины.

Таким образом, можно констатировать, что проблема безопасности, живучести и ресурса сварных металлоконструкций, поврежденных трещинами, является связанной. Структура оценки остаточного ресурса сварных металлоконструкций на примере грузоподъемных машин приведена на рис. 4.

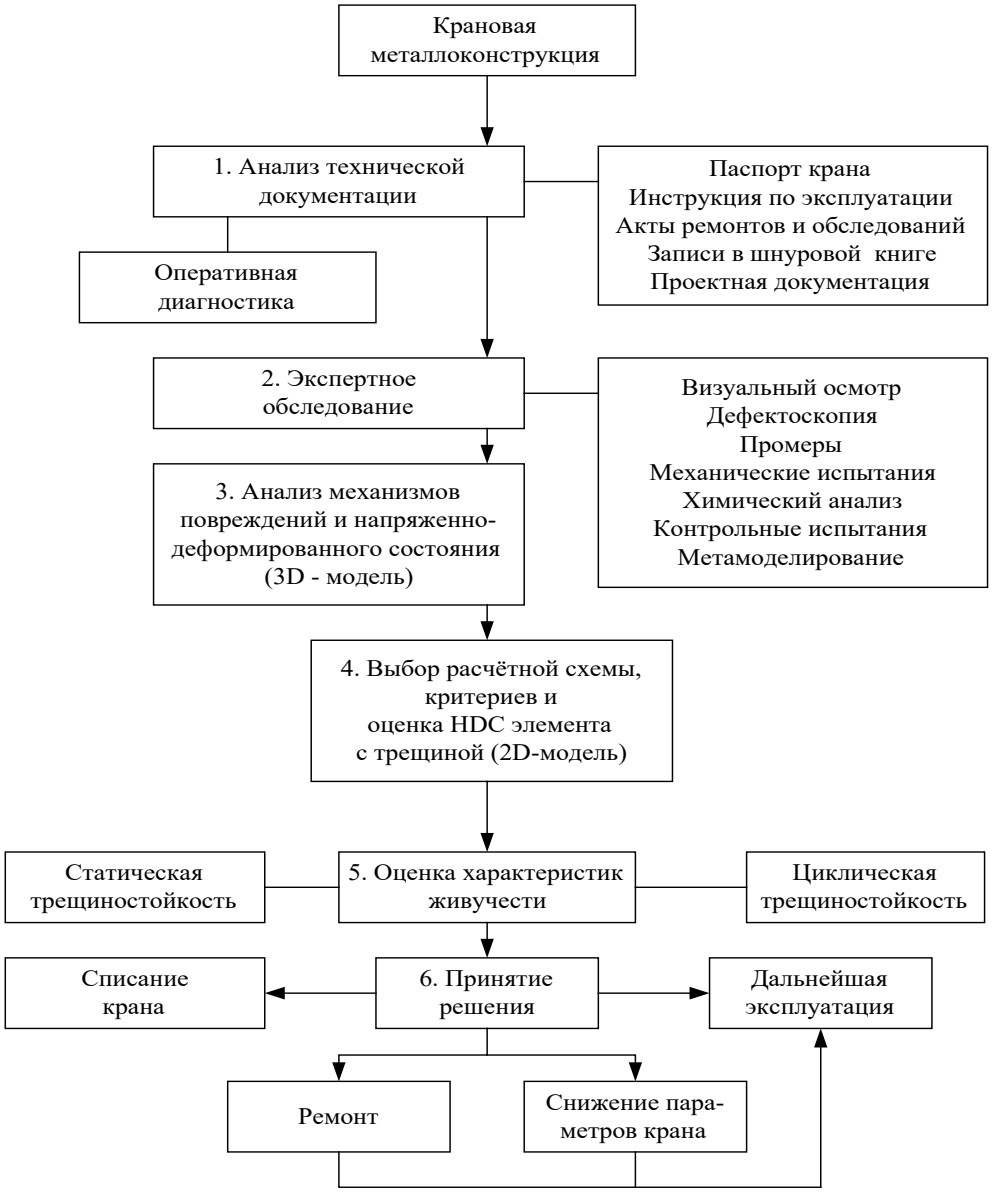


Рис.4. Структурная схема оценки характеристик живучести по критериям механики разрушения

Здесь представлен последовательный подход к методологии определения характеристик живучести: остаточной прочности (разрушающее напряжение σ_c), длительности роста трещины (остаточный ресурс), и периодичности осмотров. В блоках схемы 1-6 сконцентрированы базовые концепции безопасной эксплуатации крановых металлоконструкций по текущему техническому состоянию.

Важную практическую ценность представляет задача определения допустимого размера дефектов l_0 в сварных соединениях. При действии статических нагрузок на сварное соединение l_0 оценивается на основе расчетного определения коэффициента запаса на длину трещины m_0, определяемого из условия возможного характера разрушения (рис.2). При действии циклических нагрузок - из условия неподрастания трещины от острого концентратора на основе формулы для оценки зависимости предела усталости сварного соединения от размера трещиноподобного дефекта

$$\sigma_C = \frac{\Delta K_{th}^0}{(1-R)^{1-\gamma}\sqrt{l}\cdot f_0(l/b)}. \qquad (9)$$

Здесь ΔK_{th}^{0} - пороговое значение размаха КИН; γ=0,7 - экспериментальный коэффициент [4]; $f_0(l/b)$ - функция, зависящая от расчетной схемы.

На основе созданных в работе алгоритмов и программ разработана блок-схема, алгоритмическое и программное обеспечение системы автоматизированного анализа и прогнозирования характеристик живучести сварных соединений ANWELD [10].

Данная методика автоматизированного анализа апробирована в практике обследования крановых металлоконструкций с целью определения возможности продления их ресурса при сохранении требований безопасной эксплуатации.

Таким образом, решена проблема обеспечения живучести технологических машин путем разработки методологии автоматизированного анализа и прогнозирования трещиностойкости сварных соединений и узлов сварных металлоконструкций на основе блочно-иерархического подхода к созданию расчетных моделей, охватывающих жизненный цикл изделия.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Махненко В.И., Починок В.Е., Рябчук Т.Г. Компьютерные подходы к расчету на прочность сварных соединений с применением критериев механики разрушения и подходов концепции "соответствие назначению" // Сварные конструкции: Тезисы докл. Международной конференции. - Киев, 1995. – С.4.

[2] Системы автоматизированного проектирования / Под ред. И.П. Норенкова. – М.: Высшая школа, 1986. – Кн. 4 – Трудношин В.А., Пивоварова Н.В. Математические модели объектов проектирования.– 134 с.

[3] Советов Б.А., Яковлев С.А. Моделирование систем. - М.: Высшая школа, 1985. – 271 с.

[4] Прочность сварных соединений при переменных нагрузках // Под ред. В.И. Труфякова. – Киев: Наукова думка, 1990. – 256 с.

[5] Галлагер Р. Метод конечных элементов: Основы. - М.: Мир, 1984. – 428 с.

[6] Бреббия К., Теалес Ж., Вроубел Л. Методы граничных элементов. - Москва: Мир, 1987. – 524 с.

[7] Нургужин М.Р., Даненова Г.Т., Вершинский А.В. Автоматизированный анализ разрушения сварных конструкций // Автоматическая сварка. - 1996.– № 10 - С.10-14.

[8] Атлури С., Кобояси А., Нагасаки М. Вычислительные методы в механике разрушения – М.: Мир, 1990. – 391 с.

[9] Черепанов Г.П. Механика хрупкого разрушения. - М.: Наука, 1974. - 640 с.

[10] Нургужин М.Р. Методы повышения технологической прочности сварных металлоконструкций: Монография / М.Р.Нургужин, Г.Т.Даненова, Т.Б.Ахметжанов; Карагандинский государственный технический университет. – Караганда: Изд-во КарГТУ, 2018. – 175 с.

Нургужин М.Р.

Дәнекерленген металл конструкцияларының өміршеңдігін есептеу негіздері

Түйіндеме. Мақалада бұйымның өмірлік циклін қамтитын мета -, макро-және микро деңгейлердегі функционалдық математикалық модельдерді пайдалана отырып, блоктық - иерархиялық тәсілге негізделген "мақсатқа сәйкестік" ("fitness for purpose") тұжырымдамасы негізінде дәнекерленген металл конструкцияларының өміршеңдігін есептеу негіздері баяндалған. Осы тәсіл негізінде дәнекерленген қосылыстар мен дәнекерленген металл конструкцияларының сынықтарына төзімділікті автоматтандырылған талдау және болжау әдістемесін жасау арқылы технологиялық машиналардың өміршеңдігін қамтамасыз ету мәселесі шешілді.

УДК 621.01

I. Pirmanov, K. Koshekov
(Academy of Civil Aviation, Almaty, Kazakhstan
E-mail: ildar.pirmanov@mail.ru)

ИССЛЕДОВАНИЕ И ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ПЕРЕДАЮЩИХ ВИБРАЦИИ ФУНКЦИЙ В ДИАГНОСТИКЕ ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ

Abstract. This article discusses the vibration properties of non-rotating parts of a gas turbine engine, which are intended for use in vibration diagnostics in the vibration passport itself, as an algorithmic and methodological platform for practical application. The features of the transfer functions of various types of excitation sources (a separate gear or a whole rotor) are considered. Vibrations in a wide frequency range and in a low frequency range are generated by sources that require a different approach to experimental test methods. A general view is given on the methods of experimental

testing of composite units and smaller sources of engine excitation, the features of the transfer of distributed and concentrated sources, samples of experimental testing and determination of transfer coefficients are also analyzed.

Key words: transfer function, aircraft engine, vibration diagnostics, wide range vibrations

И. Пирманов, К. Кошеков

ИССЛЕДОВАНИЕ И ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ПЕРЕДАЮЩИХ ВИБРАЦИИ ФУНКЦИЙ В ДИАГНОСТИКЕ ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ

Аннотация В статье рассматриваются свойства вибрации не вращающихся деталей газотурбинного двигателя, которые предназначены для использования в диагностике вибрации в самом паспорте вибрации, как алгоритмическая и методическая платформа для практического применения. Рассматриваются особенности функций передачи различных видов источников возбуждения (отдельная передача или целый ротор). Вибрации в широкой полосе частот и в низкочастотном диапазоне создаются источниками, которые требуют иного подхода к методам экспериментальных испытаний. Дается общий взгляд на методики экспериментальных испытаний составных агрегатов и более мелких источников возбуждения двигателя, также анализируются особенности переноса распределенных и концентрированных источников, образцы экспериментального тестирования и определения коэффициентов переноса. Также рассматриваются области передаточных свойств при диагностике вибрации двигателя. В статье также включены выводы, касающиеся обсуждаемых вопросов и задач для дальнейшей работы.

Ключевые слова: передаточная функция, авиационный двигатель, вибродиагностика, вибрации широкого диапазона

1 Введение

Существует ряд проблем в диагностике вибрации авиационных двигателей из-за взаимодействий между статическими и вращающимися частями, а также из-за особенностей их конструкции и эксплуатации. Эти проблемы все еще ограничивают современные системы диагностики вибрации и ограничивают способности обнаруживать неисправности всех компонентов двигателя. Усовершенствованная система диагностики, должна обнаруживать любые неисправности, включая ступени компрессора и турбины, подшипники, редукторы, камеру сгорания и многое другое. Решением вышеперечисленных задач в системе усовершенствованной диагностики вибрации газотурбинного двигателя являются диагностические параметры, основанные на вибрации широкого диапазона частот. Обосновывающие такую систему модели вибрации $a(t)$ рассматривают как функцию двух независимых аргументов i как нелинейная функция: динамические нагрузки внутри двигателя $P(t)$ и передаточную функцию статора H:

$$a(t) = f[P(t), H (M, E, \zeta)].$$

Есть множество источников, приводящие двигатель в действие. Это механические вибрации статора (детали двигателя с векторами относительной скорости) и газодинамические взаимодействия (лопасти). Из-за высокой сложности процессов динамические взаимодействия в газотурбинном двигателе являются нестационарными и нелинейными. Техническое состояние компонентов двигателя влияет на динамические нагрузки внутри двигателя $P(t)$, т.е. на динамические взаимодействия, что вызывает изменение самой структуры вибрации. Измеряющие вибрации акселерометры, обычно устанавливаются на корпусе, поэтому для начала необходимо определить структурную реакцию на возбуждение для определения технического состояния. По этой причине необходимо определить передаточные характеристики двигателя $H(M,E,\zeta)$ для применения диагностики вибрации, как и для конструктивных свойств корпуса, так и для идентификации динамических взаимодействий в двигателе. Распределение массы (M), эластичность (E) и демпфирование (ζ) - функции применяемых материалов и их строительные особенности, определяющие модальные свойства (формы, частоты и демпфирование) вибрации.

Цель статьи - анализ и экспериментальное исследование передаточных функций колебаний газотурбинного двигателя в зависимости от типов источника возбуждения.

Модальные свойства конструкции двигателя нелинейные и зависят от энергии и частоты возбуждения. Для определения характеристик этих модальных свойств конструкции используются функции частотного отклика (FRF).

2. Зависимость передаточной функции от типа источника возбуждения

Источники вибрации газотурбинного двигателя имеют разные по временной и частотной областях сигнатуры вибрации. Для упрощения моделирования вибрации двигателя мы рассмотрим три основных вида взаимодействия, поскольку практически все взаимодействия в газотурбинном двигателе имеют сложную природу. К первому типу относятся квазипериодические взаимодействия, связанные с работой роторов. Ко второму типу относятся кратковременные взаимодействия (детерминированные импульсы). Третьим типом является взаимодействия, кажущиеся случайными. Связанная с взаимодействиями первого типа энергия вибрации в основном генерируется в низкочастотном диапазоне, тогда как импульсные и случайные взаимодействия, относящиеся ко второму и третьему типам соответственно, проявляют вибрацию в широком диапазоне частот. Все импульсные взаимодействия зубчатых колес, лопастей и подшипников в газотурбинном двигателе, сопровождающиеся при преобразовании энергии из потока газа в кинетическую энергию ротора, генерируют широкополосное возбуждение, применяемое к большинству деталей двигателя. А вот массивные роторы с упругими опорами реагируют на вышеуказанное возбуждение в основном в диапазоне низких частот. Для влияния на модальные свойства роторов и их опор необходимо модифицировать его механический. По этой причине можно обнаружить отказ ротора, используя идентификацию этих модальных свойств (например, FRF) для диагностики вибрации, которая в свою очередь включает в себя моделирование и экспериментальную стадию.

Генерируемый одиночным взаимодействием отдельный импульс нагрузки имеет слишком малую энергию для колебаний ротора двигателя (взаимодействие лопастей или зубьев). Его возбуждение распространяется через структуру двигателя в виде волн, распространяя важнейшую информацию о работе взаимодействующих элементов. Поэтому существует широкий частотный диапазон (вплоть до ультразвука) для сбора этой самой информации в низкочастотном диапазоне, который следует рассматривать в отличие от первого типа взаимодействия квазипериодического возбуждения. Передаточная функция каждого пути вибрации от источника к акселерометру зависит от материала, геометрии, количества и типов соединений, и используются они для характеристики механических свойств в широком диапазоне частот.

На сегодняшний день существуют несколько подходов для оценки передаточных функций конструкции двигателя, но только экспериментальный метод модального анализа является общим для любого. В исследованиях Алексея Миронова и Павла Доронкина “Практические применения передающих вибрации функций в диагностике газотурбинного двигателя” рассматриваются исследования передаточных функций тестового двигателя, предназначенные для применения в Вибропаспорте. Диапазон частот и количество траекторий вибрации конкретной детали двигателя определяют порядок применения модели вибрации и соответствующую передаточную функцию. Частотный диапазон зависит от типа взаимодействий, описываемых моделью. Например, модель колебаний роторов двигателя обычно учитывает диапазон 10-1000 Гц, но модели взаимодействия подшипника и лопасти-лопасти могут включать диапазон до 100 кГц или даже больше. Количество вибрационных дорожек связано со структурными свойствами двигателя, такими как число лопастей или держатель статора. Простейшая передаточная функция 1-го порядка связывает коэффициент передачи с частотой, функция второго порядка описывает зависимость от частоты и номера пути, передаточная функция 3-го порядка также включает в себя пространственные измерения.

Таким образом, диагностика вибрации всех агрегатов реактивного двигателя требует разнообразных передаточных функций. Например, для диагностики составных частей двигателя, таких как вентилятор или турбина, алгоритмы паспорта вибрации используют передаточную матрицу 1-го порядка (вектор) в низкочастотном диапазоне. Для диагностики отдельной ступени компрессора, где происходит взаимодействие в широком частотном диапазоне, должна использоваться как минимум передаточная функция 2-го порядка.

3. Экспериментальные методы идентификации передаточных функций для вибрационной диагностики

Для тестового двигателя необходимы два этапа определения передаточной функции. Первый этап - оценка модальных свойств и идентификация составных частей тестового двигателя. Второй этап - измерение передаточной функции вибрационных путей. Эти методы, применяемые в описанном эксперименте, требуют минимальной разборки двигателя для применения испытательных принадлежностей.

3.1 Модальные свойства интегральных агрегатов

Типичная система контроля состояния двигателя использует первую гармонику вибрации ротора в качестве основного диагностического параметра. Такой параметр позволяет контролировать интегральный двигатель большинства авиалайнеров со средними и крупными двигателями, полоса частот для которых выше измерения вибрации не превышает 500 Гц, что недостаточно для диагностики импульсных и случайных взаимодействий.

Для эффективного мониторинга необходимо определить набор модальных свойств интегральных узлов и системы рамы двигателя. Метод идентификации модальных свойств в низкочастотном диапазоне хорошо известен и рассматривает как тестирование возбуждения ротора, так и измерение отклика на корпусе. Управляемый генератор позволяет возбуждать ротор вибратором с последовательно изменяемой частотой, в то время как тензодатчик измеряет уровень силы. На рисунке 1а показан частично разобранный двигатель типичной конструкции, где турбина с сердечником возбуждается вибратором.

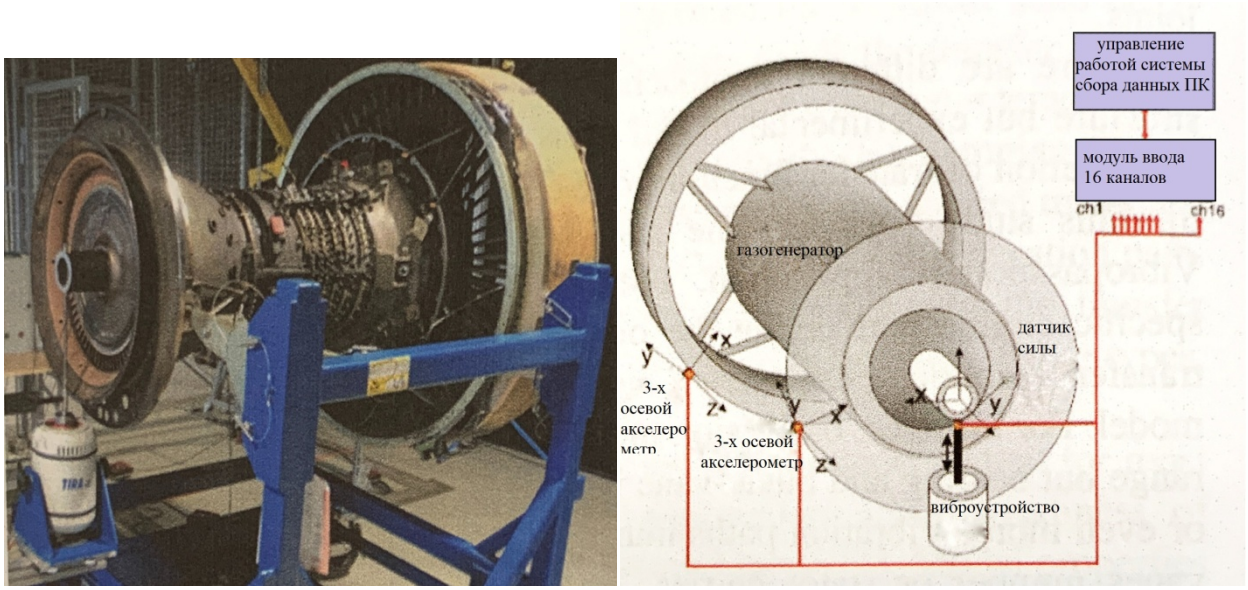


Рис. 1. а) экспериментальное исследование модальных свойств газового генератора;
б) настройки измерения

На рисунке 1б показано измерение, настроенное для этого случая. Измерительная система включает в себя модуль многоканального ввода данных, управляемый компьютером с установленным специализированным программным обеспечением, два 3-осевых акселерометра, установленных на корпусе турбины и компрессора. Тензодатчик закреплен на стержне, соединенном с шейкером.

Реакция корпуса двигателя на пробное возбуждение измеряется с помощью 3-осевых акселерометров, обеспечивающих пространственный вектор вибрации. На основании результатов испытаний рассчитывается FRF, описывающий реакцию на вынужденные колебания ротора в диапазоне рабочих режимов. Актуальный демонстратор диагностики вибрационных технологий на базе двухвального двигателя позволяет применять вышеуказанную экспериментальную методику оценки модальных свойств. В качестве примера применения вышеуказанной методики на рис. 2 показаны передаточные функции газового сердечника двигателя, испытанного в диапазоне частот 80–400 Гц с помощью силы гармонического возбуждения 10 Н. FRF рассчитываются с использованием данных вибрации двух 3-осевых акселерометров: на турбине. и на статорах компрессора.

Диаграммы иллюстрируют, как существенно вибрация на корпусе зависит от передаточных свойств, определяемых частотой возбуждения. Например, акселерометр турбины (рис. 2а) на частоте 80 Гц реагирует только на 0,5 $мс^{-2}$/ Н, тогда как при резонансе турбины на частоте около 230 Гц (предположительно, критическая скорость 1-го ротора) FRF достигает 3,0 $мс^{-2}$/ Н, что в 6 раз выше. Для компрессора (рис. 2б) соотношение между максимальным и минимальным значениями FRF появляется еще больше и превышает коэффициент 10.

Исследование и практическое применение функций передачи вибрации

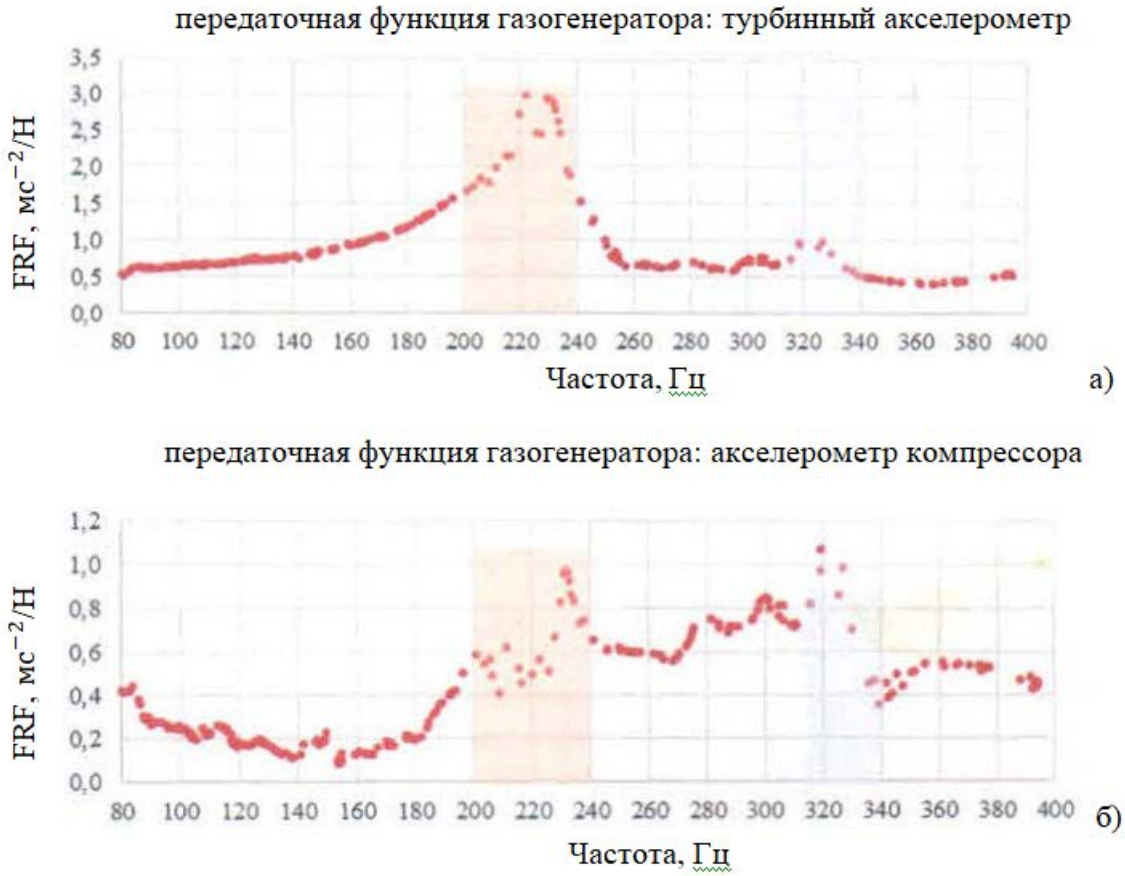


Рис. 2. FRF газового генератора измерения вибрации на корпусе: турбина а) компрессор б)

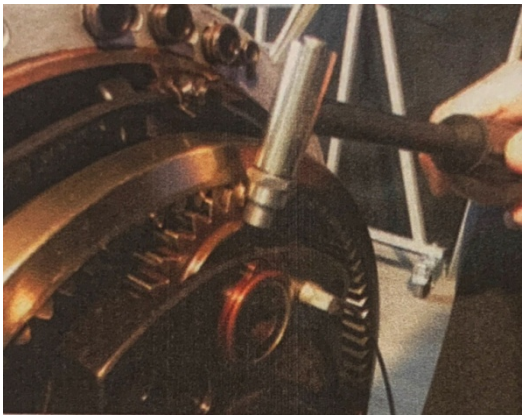
3.2 Передаточная функция путей вибрации

Концентрированные источники широкополосной вибрации. Вибрационные модели паспорта вибрации рассматривают два типичных типа импульсного возбуждения в реактивном двигателе. Механизмы - типичные концентрированные источники. эти импульсы распространяются через подшипники, а затем проходят некоторые части статора. Подшипники также рассматриваются как концентрированные источники. Направляющие лопатки в компрессоре и турбине являются типичными пространственно распределенными источниками. Такие источники генерируют импульсы двойной природы: с одной стороны источники коррелированы, потому что возбуждаются от следов тех же лопаток, с другой стороны каждая лопасть генерирует свои импульсы подъема независимо от других. Хотя оба типа генерируют широкополосное частотное возбуждение, существует различие в определении его передаточной функции.

Экспериментальное исследование передаточной функции широкополосных источников отличается от традиционного подхода к оценке модальных параметров, рассмотренного в предыдущем разделе. Для изучения широкополосных свойств конкретного вибрационного пути импульсное возбуждение должно иметь энергию и структуру, совместимые с параметрами исходного источника. Именно поэтому исследование начинается с исследования оригинальных источников возбуждения с использованием как модельных, так и экспериментальных работ. Такие работы требуют специальной испытательной установки реактивного двигателя для моделирования импульсных взаимодействий и соответствующего оборудования для измерения и анализа, как в [7]. После уточнения параметров исходных источников возбуждения необходимо выбрать тип срабатывания. Приводом любого типа считается измерение приводной силы, а также контролируемых параметров приведения в действие.

«Испытательный» метод испытания молотком является широко применяемой техникой для экспериментального определения FRF. В обсуждаемой заявке эта техника рассматривает один акселерометр, установленный на одной стороне, и набор точек удара на другой стороне пути вибрации, где импульс силы (измеренный) к нему присоединен. Распределение этих точек на корпусе двигателя зависит от конфигурации пути вибрации. Каждая точка удара может иметь одну, две или три степени свободы (DOF) в зависимости от модели пути вибрации. Процедура испытания включает в себя не

менее 5 повторных воздействий на каждую DOF. и регистрации силы срабатывания и отклика на нее. FRF рассчитывается как отношение спектров мощности отклика к удару. На рисунке 3a показан случай одиночного удара с использованием молотка со встроенным датчиком нагрузки, примененного для экспериментальной оценки функции частотного отклика (FRF) спутника. редуктор авиационной планетарной коробки передач.

а) 

б) 

Рис. 1. испытание пути вибрации от спутниковой передачи до преобразователя: ударный молот с датчиком нагрузки а); FRF вибрационного пути б).

Экспериментально оцененная FRF пути вибрации от зубчатого колеса к акселерометру учитывает как передаточную функцию конструкции (несущая втулка-опора-планета), так и амплитудно-частотную характеристику измерительной системы. Преобразователь с монтажным элементом обычно является частью такой системы. Общая передаточная функция в широкой полосе частот может иметь существенный резонанс, связанный с корпусом преобразователя (рис. 3b). Например, значение FRF на частоте зацепления зубчатой передачи составляет 0,28 мс$^{-2}$/ Н, однако в резонансной зоне преобразователя FRF достигает 15 мс$^{-2}$\ Н.

В зависимости от модели вибрации для диагностических параметров Паспорта вибрации требуются различные варианты передаточной функции для обработки данных вибрации. Например, диагностический параметр ротора газогенератора использует узкополосную передаточную функцию Н 0) в зависимости от частоты, как на рисунке 3b. Для диагностических параметров редуктора обычно требуется один коэффициент передачи $k_{\sum}$ учитывая весь частотный диапазон измерения сигнала. Принимая во внимание приведенный выше тестовый случай, когда был применен импульс одиночной нагрузки длительностью 0,2 мс, суммарный отклик, рассчитанный в диапазоне 0-1000 Гц, составлял 0,83 мс$^{-2}$ / Н, но в более широком диапазоне 0-20 000 Гц-69 мс$^{-2}$/ Н. Таким образом, более высокие передаточные свойства в широком частотном диапазоне увеличивают разрешение ошибок на один-два порядка выше, чем параметр, учитывающий узкую частотную зону рядом с частотой зацепления зубьев.

Поэтому параметры вибрационной диагностики для оценки технического состояния импульсных источников используют широкий частотный диапазон. Простейшим вариантом такого параметра является интегральный коэффициент передачи, который учитывает суммарный отклик в широком частотном диапазоне.

Модальное обследование каждого агрегата двигателя включает в себя моделирование и экспериментальную идентификацию отдельных элементов любого пути вибрации. Модель рассматривает коэффициент передачи пути вибрации как произведение функций отдельных элементов, таких как

$$k_{\sum} = \sum k_{\text{соед.}} * \sum k_{\text{расст.}} \qquad (2)$$

где $k_{\text{соед.}}$, $k_{\text{расст.}}$- коэффициенты затухания для соединений и расстояний соответственно.

Например, коэффициент передачи планетарной передачи, рассмотренный выше (от передачи к преобразователю), был смоделирован с использованием данных модальных испытаний.

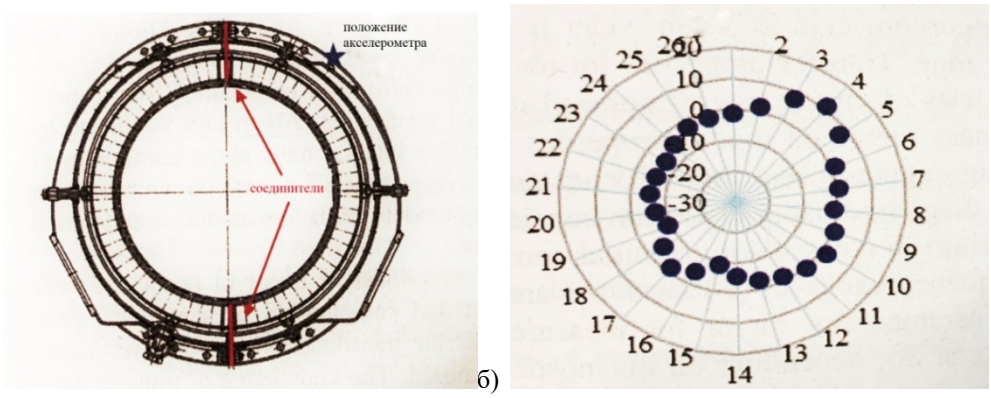
$$k_{\sum}^{G} = 0.115e^{-0.61x} \qquad (3)$$

где коэффициент 0,115 описывает затухание между зубом шестерни и держателем, а индекс экспоненты 0,61 отражает затухание в зависимости от расстояния (x) вдоль тела держателя.

Пространственно распределенные источники вибрации. Большинство источников вибрации двигателя распределены вокруг двигателя и взаимосвязаны, в отличие от концентрированных источников. Направляющие лопатки турбины, которые генерируют импульсные подъемные силы от нестационарного потока, являются типичным образцом. Каждый след лопасти выше по потоку приводит в действие одну лопасть, и амплитуды следов могут достигать половины номинальной скорости потока, поэтому импульсные силы, действующие на лопасти, являются существенными. Лопасти одной ступени компрессора / турбины теоретически идентичны, однако пути вибрации от каждой лопасти к преобразователю могут сильно различаться. Принимая это во внимание диагностические параметры для направляющих лопаток, необходимо оценить его индивидуальные коэффициенты для каждой стадии.

Чтобы проиллюстрировать это выше, на рис. 4 показана схема поперечного сечения корпуса компрессора и результат его экспериментального исследования FRF. Исследование включает в себя 26 тестов (как количество

Передаточная функция направляющих лопаток



а) б)

Рис. 4. Коэффициенты передачи направляющих лопаток: сечение корпуса компрессора из двух вертикально соединенных половин (а); радиолокационная диаграмма значений коэффициента передачи для каждого направляющего аппарата (б).

лопаток) для экспериментального измерения FRF (как набора значений коэффициентов) каждой лопатки для акселерометра на фланце корпуса (рис. 4а). Конструкция корпуса компрессора имеет особенности, такие как две половины, соединенные в вертикальной плоскости (рис. 4а), а также периферийные узлы крепления решетки лопаток.

Передаточная функция на диаграмме рис. 4б представлена $k_{\sum}$ значения коэффициента для каждой из 26 лопаток в соответствии с ее положением в конструкции. Очевидно, что коэффициент передачи является нелинейной функцией расстояния от лопасти до акселерометра. 4-я лопасть, расположенная рядом с акселерометром, имеет максимальное значение передачи (> 10 дБ), но противоположные лопатки имеют значения на 20 дБ меньше в основном из-за затухания s. Некоторые особенности распределения передаваемых значений обусловлены соединениями половин компрессора (рядом с лопатками 1 и 13) и креплениями сетки направляющих лопаток, а также другими факторами анизотропии корпуса компрессора. Таким образом, хотя удаленность от преобразователя является основным фактором для передаточной функции распределенных концентрированных источников, важную роль играет также комбинация соединений.

4. Передаточные функции в вибрационной диагностике

В диагностике вибрации реактивных двигателей есть три основных области, где требуется соответствующая передаточная функция. Это:

• моделирование вибрации для узлов и агрегатов двигателя,
• разработка диагностических алгоритмов и их валидация,
• оптимальное размещение преобразователей вокруг двигателя.

Адекватные модели вибрации учитывают взаимосвязь между параметрами: динамическим возбуждением агрегатов двигателя и вибрацией, измеряемой на корпусе. В зависимости от конкретного агрегата двигателя вышеуказанные соотношения могут быть выражены в терминах модального анализа для квазипериодических нагрузок или в качестве передаточных функций для любых концентрированных или нескольких распределенных источников. Последняя может быть представлена в виде многомерных матриц, описывающих отношения во временной, частотной и пространственной областях.

Алгоритмы разработки данных требуют знания функций передачи вибрации конкретного узла двигателя. Как было рассмотрено в предыдущих разделах, для зубчатых колес и подшипников лучший алгоритм использует как можно более широкий частотный диапазон, включая даже резонансную зону. Свойства переноса для вышеуказанных алгоритмов должны быть получены из экспериментальных испытаний агрегатов двигателя и его окончательной проверки. Алгоритмы, облегченные предварительно определенными модальными свойствами интегральных блоков двигателя, позволяют контролировать работу двигателя в режиме реального времени. Например, износ опор двигателя на пилоне самолета может быть диагностирован с использованием алгоритма, учитывающего изменение модальных параметров (вызванное износом) по сравнению с исходным состоянием.

Частотный диапазон преобразователя и его коэффициент усиления в резонансной зоне являются важным фактором для измерения и расчета некоторых диагностических параметров. Таким образом, в зависимости от задач диагностики может быть выбран преобразователь с правильной резонансной частотой и коэффициентом усиления. Знание передаточных функций от критических агрегатов двигателя может помочь оптимизировать количество и распределение применяемых преобразователей без потери разрешения диагностической системы.

5. Заключение

Высокая эффективность передовых методов диагностики вибрации, применяемых в паспорте вибрации, требует знания свойств передачи путей вибрации от типичных источников динамических сил к преобразователю на корпусе двигателя. Экспериментальное исследование передаточных функций показывает их зависимость от природы источников возбуждения, полосы частот измерения сигнала, модальных свойств конструктивных элементов и других факторов. Применение экспериментальной методики модального анализа для интегральных узлов двигателя показывает эффективный подход к идентификации модальных свойств в лабораторных и промышленных условиях. На основе экспериментальных результатов был описан набор базовых методик оценки передающих вибрации свойств авиационных реактивных двигателей. Например, известная техника гармонического возбуждения остается основным инструментом для узлов двигателя, таких как компрессор, турбина и т. Д. Другой подход, такой как импульсные методы, был признан в качестве более эффективного инструмента для определения свойств передачи, предназначенного для диагностики лопаток, лопастей, зубчатых колес и подшипников. В качестве источников широкополосной вибрации. Тип и сила импульсного срабатывания должны выбираться с учетом шкалы естественных возбуждений, которые должны быть предварительно изучены на работающем двигателе.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Билосова, А. Билос, J.: Vibration diagnostics. Investment in education development. In: Report cc 1.07/2.2.00/15.0132, Острава (2018)

[2] Черняк, Д, Шумахер, А.Р.: Application of transmissibility matrix method to NVH Source contribution analysis. In: Conference and Exposition on Stfllctural Dynamics XXVII, Орландо, Флорида (2019)

[3] Миронрв, А., Доронкин, Р., Приклонский, А. , Бадеха, V.: Advanced vibration diagnostic techniques for overhaul costs saving of helicopter engines. In: 42nd European Rotorcraft Форум 2016, Lille (2016)

[4] Вэйд, Д, et al.: Measurement of vibration transfer functions to inform machine learning based HUMS diagnostics. In: AHS 72nd Annual Forum, 17—19 May, West Palm Beach, Флорида, США (2017)

[5] Фабри, С., Сескович, М.: Aircraft gas turbine engine vibration diagnostics. Mag, Aviat. Dev. 5(4), 24-28 (2017)

[6] Масахиро, А.: Vibration transfer path analysis for combine harvester using multibody dynamics for engine hybrid method combining CAE and experiment. In: YANMAR Technical Review, 10 Апрель 2018

[7] Миронов, А.: Modeling of variable aerodynamic forces in turbine based on experimental data. In: Proceedings of the 12th International Symposium on Unsteady Aerodynamics, Aeroacoustics and Aeroelasticity of Turbomachines, ISUAAAT12, Imperial College London, UK (2019)

Пирманов И., Кошеков К.

Исследование и практическое применение передающих вибрации функций в диагностике газотурбинного двигателя

Түйіндеме. Бұл мақалада діріл паспортының өзінде діріл диагностикасында қолдануға арналған, газ турбиналы қозғалтқыштың айналмайтын бөліктерінің дірілдеу қасиеттері, алгоритмдік және әдістемелік платформа ретінде қарастырылады. Қоздыру көздерінің әр түрлі типтерінің (жеке беріліс қорабының немесе тұтас ротордың) беру функциясының ерекшеліктері қарастырылған. Кең жиіліктегі және төмен жиіліктегі тербелістер эксперименттік сынақ әдістеріне басқаша көзқарасты қажет ететін көздерден пайда болады. Композициялық толтырғыштарды және қозғалтқыштың қозуының кіші көздерін эксперименттік сынау әдістері туралы жалпы көзқарас келтірілген, таратылған және концентрацияланған көздердің берілу ерекшеліктері, эксперименттік сынау үлгілері және трансферлік коэффициенттерді анықтау да талданады.

Түйін сөздер: ұшақ қозғалтқышы, діріл диагностикасы, кең диапазон

УДК 004.588

D.R. Rakhimova, A.Z. Zhunussova
(Kazakh national University named after al-Farabi, Almaty, Kazakhstan,
e-mail: diana.rakhimova@kaznu.kz, alia_94-22@mail.ru)

QUALITY ASSESSMENT BY PRE-EDITING MACHINE TRANSLATION

Annotation: One of the basic translation technologies today, according to electronic dictionaries, is the possibility of preliminary machine translation of the text. The translator can choose to translate this or that system of automatic translation, with which it will work further. Therefore, first of all, it is necessary to determine the most suitable for the operation of the machine translation system.

In order to improve the quality of translation, the system is constantly updated and checked, which greatly simplifies and speeds up the work of translators. The work of modern machine translation technologies is analyzed. The work of online translators used to translate into Kazakh and vice versa. Translation errors are identified, general advantages and disadvantages of online machine translation systems in Kazakh are given. A model for developing a post-editing machine translation system for the Kazakh language is presented. Alignment method and maximum entropy method were applied, post-editing process analysis was carried out.

Keywords: machine translation, post-editing, entropy method, machine translation system, alternative words.

Д.Р. Рахимова, А.Ж. Жунусова
(Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан,
e-mail: diana.rakhimova@kaznu.kz, alia_94-22@mail.ru)

МАШИНАЛЫҚ АУДАРМАНЫ АЛДЫН АЛА РЕДАКЦИЯЛАУ АРҚЫЛЫ САПАНЫ БАҒАЛАУ

Түйіндеме: Бүгінгі таңда негізгі аударма технологияларының бірі, электронды сөздіктерден басқа, мәтінді машинамен алдын-ала аудару мүмкіндігі болып табылады. Аудармашы болашақта жұмыс істейтін автоматты аударма жүйесін таңдай алады. Тиісінше, ең алдымен, жұмыс үшін ең қолайлы машиналық аударма жүйесін анықтау қажет.

Аударма сапасын арттыру мақсатында жүйе үнемі жаңартылып, тексеріліп отырады, бұл аудармашылар жұмысын едәуір жеңілдетеді және жеделдетеді. Заманауи машиналық аударма технологияларының жұмысы талданады. Онлайн аудармашылардың жұмысы бұрын қазақ тіліне және керісінше аударылатын. Аударма қателері анықталып, онлайн-машиналық аударма жүйесінің қазақ тіліндегі жалпы артықшылықтары мен кемшіліктері келтірілген. Қазақ тіліне арналған өңдеуден кейінгі машиналық аударма жүйесін әзірлеу моделі ұсынылған. Туралау әдісі және максималды энтропия әдісі қолданылды, өңдеуден кейінгі процестің талдауы жүргізілді.

Түйін сөздер: машиналық аударма, постредактирлеу, энтропия әдісі, машиналық аударма жүйесі, балама сөздер.

Кіріспе. Қазіргі қарқынды дамып келе жатқан әлемде өз саласында жоғары кәсібилікті қолдау үшін әрдайым ақпарат ағынында болу керек. Бұл үшін көбінесе шет тілінде ақпарат алу керек, бұл тілді білмеу қиын болуы мүмкін. Шетелдік ақпаратқа қол жеткізудің бұл процесінде электронды сөздіктер мен аудармашылар таптырмайтын құрал болып табылады. Мұндай жағдайларда машинистік аударма жүйелері бірінші орынға шығады, бұл аудармашыға қарағанда қысқа мерзімде аударманы қамтамасыз ете алады. Ең жалпы түрде машиналық (автоматты) аударма бағдарламасы мәтінді бір табиғи тілден екінші тілге аударуды дербес жүзеге асырады . Жақын арада аудармашылар жұмыссыз қалуы мүмкін деген пікір бар: оларды машиналық аударма жүйелері (МА) ығыстырады. Шынында да, соңғы бірнеше жылда машиналық аударма жүйелері өз дамуында сапалы секіріс жасады. Кәсіби ортада мамандар ақпараттың үлкен көлемін аудару кезінде "бір сөзсіз артықшылық — уақытты үнемдеу" атап өтеді.

Сонымен қатар, МА стиль мен терминологияның біртұтастығын қажет ететін, машинаға түсініксіз әртүрлі мәдени құбылыстар, идиомалар, көрнекі және экспрессивті сөйлеу құралдары жоқ мамандандырылған мәтіндерді аудару кезінде қолданған жөн. Алайда, мұндай жүйелерде бірқатар кемшіліктер бар, оларды жою постредакция процесіне аудармашы адамның қатысуын талап етеді [1].

Постредактілеу - ең аз күш-жігермен жоғары сапалы аударманы алу үшін аудармашы маманның қатысуымен автоматты аударма өнімін өңдеуінің бір түрі. Әдетте, пост-редакторлар-бұл машиналық аударманың барлық қыр-сырын жақсы білетін кәсіби лингвист-аудармашылар. Бұл оларға МА нәтижесінде нені өзгерту керектігін анықтауға мүмкіндік береді, осылайша аударма процесін жақсартады [2].

Бүгінгі таңда ең танымал және ең көп қолданылатын машиналық аудармалар - Яндекс Аудармашы, Promt және Google Translate. "Promt" грамматикалық ережелер негізінде жұмыс істейтін жүйелер санатына жатады (Rule-Based Machine Translation, RBMT) [3].

Қазақ тіліне арналған машиналық аударманың заманауи жүйесіне шолу және қателерді жіктеу. Қазақ тілі полисинтетизмнің күрделі номинативті (морфологиялық және синтаксистік) қатысуымен агглютинативті тіл болып табылады. Еліміздің жаһандық деңгейде жылдан жылға дамуына және сыртқы байланыстардың өсуіне байланысты әртүрлі аударма бағдарламалары қазақ тіліне немесе қазақ тілінен басқа тілдерге аударғанда кеңінен қолданылады. Машиналық аударманың әртүрлі жүйелері (МАЖ) әлі де дұрыс аудара алмайды және аудармада қателіктер бар, бірақ машиналық аударма саласы алдыңғы жылдарға қарағанда әлдеқайда дамыған. МП қателіктерін талдау үшін ең танымал машиналық аударма жүйелері таңдалды. Орыс тілінен қазақ тіліне аударғанда әртүрлі қателіктер туындауы мүмкін, өйткені қазақ тілі басқа тілдерден өзгеше, оның ерекше сипаттамалары бар[4]:

- лексикалық құрылымның жақындығы;
- сингармонизм заңы;
- агглютинация-аффикстер сериясы;
- санаттың болмауы;
- көмекші сөздердің болмауы (предлогтар);
- сөздердің ерекше тәртібі.

Машиналық аударма кезінде туындайтын қателерді анықтау үшін машиналық аударма жүйелерінде қарапайым баяндау сөйлемдерінің аудармасына салыстырмалы талдау жүргізілді. 1-кестеде ұсыныстарды орыс тілінен қазақ тіліне аудару нәтижелері келтірілген. Талдау үшін барлығы 4 аудармашы бағдарламасы таңдалды.

1-кесте. **Орыс тілінен қазақ тіліне аударудың нәтижесі**

Қазақ тіліне аударуға арналған бастапқы мәтін	Машиналық аударма жүйелерінің атауы және аударма нәтижелері			
	Google	Яндекс Переводчик	Tridentsoftware	prof-translate.ru
Қарапайым ауызекіде қолданылатын сөйлемдер мен сөз тіркесі				
Я купила шоколад	Мен шоколад сатып алдым	Мен шоколад сатып алдым	Я купила шоколад	Шоколад сатып алдым
Мальчик и девочка ждут около дороги	Ұл мен қыз жолдың бойында күтіп тұр	Ұл мен қыз жолдың жанында күтеді	Ұл мен қыз жолдың бойында күтіп тұр	Бала мен қыз жол маңында күтуде
Ждущие дети	Балаларды күтуде	Күткен балалар	Ждущие дети	Күтуші балалар

Әр түрлі шақта қарастырылған сөйлемдер				
Я поеду завтра в университе	Мен ертең университетке барамын	Мен ертең университетке барамын	Я поеду завтра в университет	Мен ертең университетке барамын
Завтра поеду в университет	Мен ертең университетке барамын	Ертең университетке барамын	Завтра поеду в университет	Ертең университетке барамын
Поеду в университет	Мен университетке барамын	Мен университетке барамын	Поеду в университет	Университетке барамын
Я в университете	Мен университеттімін	Мен университетте	Я в университете	Мен университетте оқимын
Вчера в университете был	Кеше университетте болды	Кеше университетте болды	Вчера в университете был	Кеше университетте болды
В университете вчера была	Мен кеше университетте болдым	Университет кеше болды	В университете вчера была	Кеше университетте болды
Жалаң және жайылма сөйлемдер				
Посмотри туда	сонда қара	онда қараңыз	посмотри туда	сол жаққа қара
Подойди обратной стороной!	қайтып кел!	кері жағын беріңіз!	кері жақындашы!	кері жақындашы!
Опаздавший поезд приехал	кеш пойыз келді	кешіккен пойыз келді	опаздавший поезд келді	кешіккен пойыз келді
Образовалась совершенно непонятная ситуация	Толығымен түсініксіз жағдай қалыптасты	Мүлдем түсініксіз жағдай қалыптасты	Образовалась совершенно непонятная ситуация	Мүлдем түсініксіз жағдай пайда болды
Жер, ел,су, адам атаулары(Жалқы есімдер)				
Усткаменогорск	Өскемен	Өскемен	Өскемен	Өскемен
Жайык	Жайық	Жайық	Жайык	Аудара алмады
Юлия	Джулия	Юлия	Юлия	Юлия
Москва	Мәскеу	Мәскеу	Мәскеу	Мәскеу
Черное море	Қара теңіз	Қара теңіз	Қара теңіз	Қара теңіз
Бакытжан	Бақытжан	Бақытжан	Бақытжан	Бақытжан
Тұрақты тіркестер				
Бабушка надвое сказала(Непроверенная информация)	- деді әже екіге	Екі әже айтты	Бабушка надвое сказала	Әжесі екі есе айтты
Бабье лето (Ясные теплые дни в ранней осени)	Қоңыр күз	Үнді жазы	Баки забивать	Баба жазы
Баки забивать (обманывать кого-либо)	Тығып алу бақытты	Бактарды соғу	Баки забивать	Бәкі қағу
Бальзаковский возраст(О возрасте женщины от 30 до 40 лет)	Бальзак жасы	Бальзак жасы	Бальзак жасы	Бальзак жасы
Бежать высунув язык(Бежать очень быстро)	Тіліңді шығарып жүгір	Тіл шығып жүгіру	Тілді шығарып қашу	Тілді шығарып қашу
Без понятия(Ничего не знать о чем-либо)	идея жоқ	түсініксіз	түсініксіз	түсініксіз

МАЖ жұмысын тексерудің келесі кезеңі ғылыми және публицистикалық мәтіндердің үлкен көлемін аудару болды, 2-кестеде Яндекс, Google машина аудармаларында ағылшын,орыс тіліндегі әртүрлі типтегі мәтіндерді қазақ тіліне аудару жұмысының мысалы келтірілген.

2-кесте. **Яндекс, Google жүйесінде ағылшын, орыс тіліндегі мәтіндерді қазақ тіліне аудару жұмысының мысалдары**

Жанр	Бастапқы мәтін орыс/қазақ тілдерінде	Google Translate	Яндекс
Ғылыми	В качестве примеров таких задач могут служить задачи распознавания технического состояния объекта и классификации этого состояния (нормального или аномального), обнаружения факта передачи или отсутствия единственного сигнала, нормального или патологического состояния органа.	Мұндай тапсырмалардың мысалы ретінде объектінің техникалық күйін тану және осы күйді жіктеу (қалыпты немесе қалыптан тыс), бір сигналдың таралуы немесе болмауы, мүшенің қалыпты немесе патологиялық күйін анықтау міндеттері жатады.	Мұндай міндеттердің мысалы ретінде объектінің техникалық күйін тану және осы күйді жіктеу (қалыпты немесе қалыпты емес), жалғыз сигналдың берілу немесе болмауы фактісін, органның қалыпты немесе патологиялық жағдайын анықтау Міндеттері болуы мүмкін.
	They are served as features in our d-gram model replacing the traditional n-gram model.To obtain dependency parse trees, we first applied TreeTagger for tokenization and POS-tagging. Next, we fed the tagged output to the MaltParser that we had trained on the Russian National Corpora.	Олар дәстүрлі n-грамм моделін алмастыратын d-gram моделінің ерекшеліктері ретінде қызмет етеді. Тәуелділікті талдау үшін біз алдымен TreeTagger-ді токенизация және POS-тегтеу үшін қолдандық. Содан кейін біз Ресейдің ұлттық корпорациясында оқыған MaltParser-ге шығарылған өнімдерді жібердік.	Олар біздің d-грамм моделімізде дәстүрлі N-грамм моделін алмастыратын функция ретінде қызмет етеді. Тәуелділіктің синтаксистік талдау ағаштарын алу үшін алдымен treetagger-ті токенизация және POS тегтеу үшін қолдандық. Содан кейін біз Ресейдің ұлттық корпустарында оқыған MaltParser - дің белгіленген нәтижесін тамақтандырдық.
Публицистикалық	Среди придуманных Каплевичем холодных, безжизненных, монументальных мраморных столбов протекает жизнь профессора Хигинса. Такое впечатление, что выдающийся филолог, истинный джентльмен живет на вокзале.	Каплевич ойлап тапқан суық, жансыз, ескерткіш мәрмәр тіректердің ішінде профессор Хиггинстің өмірі жалғасуда. Бекетте көрнекті филолог, нағыз джентльмен өмір сүретін көрінеді.	Каплевич ойлап тапқан суық, жансыз, монументалды мәрмәр тіректердің ішінде профессор Хигинстің өмірі жалғасуда. Бұл керемет филолог, нағыз джентльмен станцияда тұрады.
	Some have taken the anti-Obama ad as a reference to a “Stop Obama!” video posted last week that showed dozens of Russian students falling to the floor as if dead, revealing a lone girl with a sign claiming that the “president of the United States kills 875 people every week”	Кейбіреулер Обамаға қарсы жарнаманы «Обаманы тоқтат!» Деген сілтеме ретінде қабылдады. Өткен аптада жарияланған ондаған ресейлік студенттердің «АҚШ президенті апта сайын 875 адамды өлтіреді» деген жазуы бар жалғыз қызды еденге өлгендей құлап жатқанын көрсететін видео	Кейбіреулер антиобамдық жарнаманы " Обаманы тоқтатыңыз!өткен аптада видео жарияланды, онда ондаған ресейлік студенттер еденге өлі сияқты түсіп," Америка Құрама Штаттарының Президенті апта сайын 875 адамды өлтіреді " деген белгісі бар жалғыз қызды көрсетті”

МАЖ бағдарламаларының 3-кестеде көрсетілгендей өз артықшылықтары мен кемшіліктері бар. Олардың әрқайсысының жұмысын талдай отырып, біз қазақ тілінен және керісінше аудару кезінде мүмкін болатын қателіктерді анықтай алдық. Қателер негізінде машиналық аударма жүйелері орыс тілінен қазақ тіліне аудару кезінде қандай жағдайларда қате жібергенін анықтауға тырысамыз.

3-кесте. **Қазақ тіліне арналған онлайн МАЖ жұмысының салыстырмалы сипаттамасы**

№	МАЖ	Кемшіліктері	Артықшылықтары
1	Google переводчик	Үлкен сөйлемдерде кейбір сәйкессіздіктер бар, бірақ көп жағдайда олар өте аз. Кейбір жер, су атаулары мен тұрақты тіркестер пост-редактор көмегімен түзетілген.	Күрделі ғылыми мәтіндерді жақсы және сапалы аударылды,кішкене ғана келіспейтін жағдайлар бар.
2	Яндекс переводчик	Кейбір болымсыз сөйлемдерде морфология жағынан проблемалар бар.	Өте үлкен сөйлемдерді, күрделі ғылыми мәтіндерді сапалы аударады.
3	Tridentsoftware	Көп қарапайым сөйлемдерді аудару барысында көп сөздердің аудармасы табылмады.	Тек жай сөздер ғана аударылды.
4	Prof-translate	Кейбір жалқы есімдер аудармасы мүлдем табылмады.	Қысқа сөйлемдер мен сөз тіркестерін аудару барысында жақсы нәтижелерге ие болуға болады.

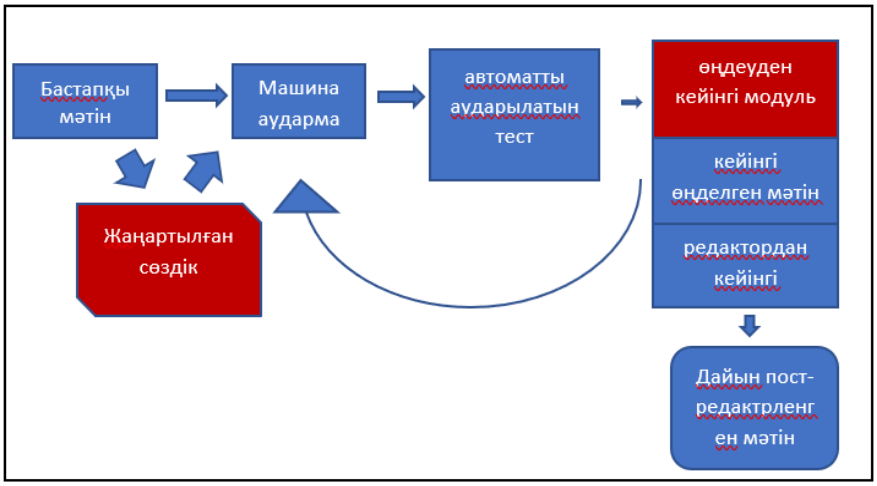
Келесі төменде 4 түрлі МАЖда қарастырылған мысалдардың аудармасына баға беріледі:

1. Нақты құрылған сөйлемдерді (бастауышы бар, баяндауышы бар) Google, Яндекс.Переводчик жақсы аударды. Tridentsoftware сөйлемді бастапқы түрде қайта алып келді. prof-translate.ru жалаң сөйлемнен жалқы сөйлемге алып келді.
2. Тек бастауыш пен баяндауыштан құрылған сөйлемді “ Я в университете ” деген сөйлемді тек Google переводчик дұрыс аударды.
3. Жеке атауларды, яғни жер, су атауларын Google аудармасынан басқасы 3 МАЖ қате жібермей дұрыс аударды.
4. Тұрақты тіркестерді барлық МАЖ сөзбе сөз аудармасын немесе орысша түрін қайта беріп тұрды.
5. Яндекс, Google МАЖлері басқа МАЖ лермен салыстырғанда өте жоғары деңгейде аударады.Бірақ, кейбір бастауышы немесе баяндауышы жоқ сөйлемдерде, морфологиялық жағдаймен проблемаға ұшырайды, Сонымен қатар, ұзын сөйлемдерде кейбір бөліктерін дұрыс аудара алмайды.

Машиналық аудармада пост-редакциялау жүйесін әзірлеу. Сөйлемді бір тілден екінші тілге қайта өңдеу машиналық аудармамен тығыз байланысты. Машиналық аударма нәтижесінде әрдайым белгілі бір кемшіліктер бар, оларды редакциялаудан кейін шешуге болады. Кейінгі өңдеу-бұл машиналық аудармадан кейін адамның мәтінді өңдеуі. Бүгінгі таңда көптеген лингвистикалық провайдерлер бұл саланы белсенді дамытуда, редакторларды оқыту әдістері мен редакциялаудың әдістерін дамытуда. Бұл жұмыстың негізгі мақсаты- ағылшын-қазақ, орыс-қазақ машиналық аударма жүйесінде сапаны арттыру. Кейінгі редакциялауды қолдана отырып жасалған модель эксперименттік машиналық аударма жүйелері түрінде жүзеге асырылуы керек. Бұл жұмыста екі сатылы процедураларға негізделген кейінгі өңдеу әдісі ұсынылған: біріншісі аударма жадының технологиясын қолдана отырып, мәтіндегі қатені анықтайды, ал екіншісі максималды энтропия моделін қолдана отырып, бірінші кезеңде анықталған қате сөздер үшін қандай балама аударма жақсы екенін анықтайды. Машиналық аударма туралы сөз болғанда, компьютер мәтіннің мағынасы мен тілдің нюанстарын түсінбейді. Әр жаңа сөйлем құрылымы, сөйлем, идиомалар бағдарламаға енгізілген. Мәтіннің стилі мен мақсатына байланысты сөздің бірнеше мағынасы болуы мүмкін. Қазіргі уақытта машиналық аударма бағдарламалық жасақтамасы мәтін стилін тани алады және қажетті аударманы тиісті түрде таңдай алады. Бағдарламаның өзі аудармашыға бірнеше аударма ұсына алады. Бұл жұмыстың негізгі идеясы-ағылшын сөйлемдерінен аударылған қазақ тіліндегі дұрыс емес сөздерді табу және дұрыс емес қазақ сөздерін түзету. Аударылған мәтіндегі дұрыс емес сөздерді табу үшін аударма жад

технологиясын қолдану және дұрыс емес сөздерді түзету үшін максималды энтропия моделін қолдану ұсынылады [5,6]. Жүйе бұрын параллель корпустардағы" оқытылған "және" жұмыс " мәтіндеріне қолданылған. Жүйені алдын-ала оқытудың арқасында аударманың дәлдігін арттыруға, терминологияны ыңғайлы етуге және өңдеуден кейінгі шығындарды азайтуға болады.

1-суретте машиналық аударманы пост-редакциялау модельдерін көруге болады.



1-сурет. Машиналық аударманың пост-редакциялау моделі

1-суретте редакторлықтан кейінгі машиналық аударма қалай орындалатындығы көрсетілген: алдымен мәтін белгілі бір тілде (қайнар көзде) беріледі, содан кейін бұл мәтін машиналық аудармаға және жаңартылған сөздікке көшіріледі, келесі кезеңде автоматты түрде аударылған мәтін пост-редактормен тексеріліп, дайын мәтін алынады[7,8].

Сөздерді өңдеу әдістер. Мақалада ұсынылған тәсіл екі модульден тұрады. Постредартор функциясы қате сөздерді анықтайды, кейін оларға анализ бен модуль қолдану үшін, аударылымнан кеін мәтінді анықтайды. Максималды энтропия әдісі ағылшын-қазақ, орыс- қазақ сөйлемдерінде сөздер мен сөз тіркестерін өңдеу үшін қолданылады. Оқыту моделінің негізгі мақсаты бірінші кезеңмен анықталады-дұрыс емес, қате сөздерді табу және осы сөздерді түзету. Бастапқыда біз ағылшын, орыс тіліндегі сөйлемдерді алып, оларды Google Translate арқылы аударамыз, содан кейін қазақша сөйлемдердің дұрыс аудармасын қолмен жазып аламыз. Бізде екі файл бар: аудармашыдан және жеке аударылған қазақ сөйлемдері. Екі файлдың бұл сөйлемдері (Google Translate және күтілген дұрыс аударма) матрицалық фразаны туралау әдісі (Koehn, Statical Machine Translation, 113-бет) [9,10] және сәйкес келмейтін сегменттер мен сөздермен тураланған.

Екінші кезеңнің басты мақсаты - сөйлемді алдын ала анықталған қате сөздермен түзету. Екі тілдегі параллель сөйлемдер (шамамен 100000) бастапқы деректерді талдау үшін қолданылады. Бұл сөйлемдер жүйені оқытуға арналған кестелер жасау үшін қолданылады. Текше кестелерін құру үшін максималды энтропияны қолданамыз. Яғни, жүйе алдын ала құрылған текше кестелерін пайдаланып үйренеді. Кесте екі тілде параллель корпус пен екі тілді сөздікке негізделген. Индикаторлар тек бірінші деңгей іске қосылатындығын, екінші деңгей үшін екіге көбейтілетінін және бөлудің қалған бөлігін басқа деңгейлер санына беретіндігін көрсетеді. Бұл тәсіл классификаторды енгізу үшін қажет емес, бірақ теорияны түсіну үшін белгі мен көрсеткіш арасындағы айырмашылықты, сондай-ақ олардың нөмірленуіндегі айырмашылықты түсіну қажет.

Жіктеу формула бойынша жүзеге асырылады:

$$p(c|d, \lambda) = \frac{exp \sum_i^{n*k} \lambda_i f_i(c,d)}{\sum_{\tilde{c} \in C} exp \sum_i^{n*k} \lambda_i f_i(\tilde{c},d)} \qquad (1)$$

Бұл формулада [11]:

f_i – і-ші жіктеу индикаторы (0 немесе 1);

λ_i – і-ші жіктеу f_i индикаторының салмағы;

c – класс гипотезасы;

C - барлық мүмкін кластардың қосындысы;

D - жіктелген құжат

Әрбір f_i көрсеткішінің өзінің λ_i салмағы бар, ол тиісті жіктеу критерийі мен класс арасындағы байланысты сипаттайды. Салмақ неғұрлым көп болса, байланыс соғұрлым күшті болады. Осылайша, бөлшек алымы класс үшін салмақ экспонентін сипаттайды-гипотеза, ал бөлінді мәнді бірлік бойынша қалыпқа келтіреді. Бұл формуланың ең қиын бөлігі λ салмақ жиынтығы, оны сандық оңтайландыру арқылы анықтау керек, ол туралы кейінірек айтатын боламыз[12,13].

Өңдеуден кейінгі жүйеде әдісті қолдану. Максималды энтропия әдісі басқа кең таралған машиналық оқыту алгоритмімен - логистикалық регрессиямен өте тығыз байланысты. Яғни, бұл әдісті қолданған кезде біз жоғарыда сипатталған және контекстке жақын мағынасы бар балама сөз аламыз. Бұл тәсілдің нәтижесі тек жіктеу шешімі емес, белгілі бір класс үшін ықтималдылық. Бұл классификацияның артықшылықтарының бірі - сыныптардың ықтимал таралуын нақтылау. Егер ағылшын тілінен қазақ тіліне машиналық аударманы қолданған кезде, сөйлемде қате сөздер болса, қате сөздер кейін редакциялануы керек. Содан кейін, сөйлемдегі қате, қате сөздерді тапқаннан кейін, біз олардың аудармасын кезек-кезек тексеріп, оны максималды энтропия әдісінің негізінде пайдалану үшін дұрыс аударманы табамыз және енгіземіз. Әдістің жалпы сипаттамасы келесідей[14, 15]:

$$f_i^{\,j} = \begin{cases} 1, \ if \ d = w_i, c = AW_j \\ 0, \ \text{басқа жағдайлар үшін} \end{cases} \qquad (2)$$

$W_j -$ алтернативті сөздер (класс), $d -$ жіктелген құжат, f_i- і-ші жіктеу индикаторы (0 немесе 1), j – $\overline{1,n}$;

Қате сөздерді түзету үшін көпмағыналы сөздіктер базасы және ТМ (Аударма жады) қолданылады, мысалы келесі элементтер келтірілген (4-кесте).

Тәжірибелік тәжірибе үшін шағын сөйлемдерден тұратын мәтін алынды. Бұл мәтінде «Бауыр» сөзі дұрыс түсіндірілмеген және оның баламалары анықталған:

4-кесте. **Мәтіндерде кездесетін ағылшын тілінің синонимдері мен балама сөздерінің мысалдары**

Альтернативті сөздер	Сөз тіркестерінің мысалдары
Бауырмашыл	Бауырмашыл адамдарды
Бауыр	Бауыр - адам мүшесі.
Бауыр басу	бауыр баспа
Бауыр жіп	бауыр жіп
Бауыр алу	"бауыр алу" ырымын

1 Бауырмашыл адамдарды қатты сыйлаймын. (Я очень уважаю людей-баурсаков).
2 Бауыр - адам мүшесі. (Печень-это человек).
3 Ешкімге бауыр баспа (Никому печатать печень)
4 Бауыр жіп — түйе жабуының бауырбауы (Печеночные нитейно-верблюжье покрытие).
5 Кеше қонақтар "бауыр алу" ырымын өткізді. (Вчера гости провели обряд "получение печени").

Біз максималды энтропияны қолдандық:

$$f^1 = \begin{cases} 1, \ if \ d = "f_3 \wedge f_4 \wedge f_5", c = AW_1 \\ 0, \ \text{басқа жағдайда} \end{cases} \qquad (3)$$

$$f^2 = \begin{cases} 1, \ if \ d = "f_1 \wedge f_2 \wedge f_5", c = AW_2 \\ 0, \ \text{басқа жағдайда} \end{cases} \qquad (4)$$

$$f^3 = \begin{cases} 1, \ if \ d = "f_2 \wedge f_5", c = AW_3 \\ 0, \ \text{басқа жағдайда} \end{cases} \qquad (5)$$

$$f^4 = \begin{cases} 1, \ if \ d = "f_2 \wedge f_3 \wedge f_4", c = AW_4 \\ 0, \ \text{басқа жағдайда} \end{cases} \qquad (6)$$

$$f^5 = \begin{cases} 1,\ if\ d = "f_4 \wedge f_5", c = AW_5 \\ 0, \text{басқа жағдайда} \end{cases} \quad (7)$$

Эксперимент барысында осы әдістің көмегімен, аудармада қателік саны азайғанын көруге болады.

Қорытынды: Осылайша, біздің зерттеуіміздің нәтижесінде біз мынадай тұжырымдарға келдік:

1) қазіргі заманғы МП жүйелері ақпараттың үлкен көлемін аудару кезінде таптырмас көмекшілерге айналды, өйткені олар уақыт пен күш-жігердің шығындарын үнемдеуге мүмкіндік береді;

2) автоматты аударма нәтижелерін қаншалықты барабар деп санауға болатындығы тек редакциялаудың сапасымен ғана емес, сонымен қатар МП жүйесінің түрімен де анықталады.Грамматикалық ережелерге негізделген жүйе, күтілгендей, жеке тұрақты фразалар мен терминдердің аудармасын жақсы орындады, бірақ синтаксисті "тістей" алмады, ал статистикалық машиналық аударма кейіннен редакцияны қажет етпейтін барлық сөйлемдер мен абзацтарды сәтті аударды. Алайда, кейде жеке сөздер мен терминдерді аудару және тану проблемалары туындады: кейбіреулері өзгеріссіз қалды, кейбіреулері транслитерация арқылы берілді;

3) көптеген жағдайларда мамандандырылған мәтінді барабар аудару тек машиналық аударма күшімен және постредактор-адамның күш-жігерімен мүмкін емес; қосымша электронды сөздіктер мен анықтамалықтарға жүгіну қажет.

Аударма сапасын арттыру мақсатында жүйе үнемі жаңартылып, тексеріліп отырады, бұл аудармашылар жұмысын едәуір жеңілдетеді және жеделдетеді. Заманауи машиналық аударма технологияларының жұмысы талданады. Онлайн аудармашылардың жұмысы бұрын қазақ тіліне және керісінше аударылатын. Аударма қателері анықталып, онлайн-машиналық аударма жүйесінің қазақ тіліндегі жалпы артықшылықтары мен кемшіліктері келтірілген. Қазақ тіліне арналған өңдеуден кейінгі машиналық аударма жүйесін әзірлеу моделі ұсынылған. Туралау әдісі және максималды энтропия әдісі қолданылды, өңдеуден кейінгі процестің талдауы жүргізілді.

Алғыс. Бұл жұмыс ҚР Білім және ғылым министрлігінің қолдауымен AR08052421 жобасы аясында жүргізілді.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Андреева А. Д., Меньшиков И. Л., Мокрушин А. А. Обзор систем машинного перевода // Молодой ученый. — 2013. — № 12 (59). — С. 64—66.

[2] Бабина О. И. Языковая личность переводчика и машинный перевод // Вестн. ЧелГУ. — 2011. — № 24.

[3] Вопияшина С. М., Мурдускина О. В. Обучение редактированию перевода как способ повышения качества подготовки лингвистов-переводчиков // БГЖ. — 2016. — № 4 (17).

[4] Зубов А. В., Зубова И. И. Информационные технологии в лингвистике. — М. : Академия, 2004. — 208 с.

[5] Кочеткова Н. С., Ревина Е. В. Особенности машинного перевода // Филологические науки. Вопросы теории и практики. — 2017. — № 6-2 (72).

[6] Максютина О. В. К вопросу об обучении редактированию и саморедактированию перевода // Филологические науки. Вопросы теории и практики. — 2014. — № 4-3 (34). — С. 121—124.

[7] Максютина О. В. Редактирование перевода как неотъемлемая часть современного стандарта качества // Вестн. Том. гос. пед. ун-та. — 2014. — № 4 (145). — С. 106—111.

[8] Марчук Ю. Н. Проблемы машинного перевода. — М. : Наука, 1983. — 201 с.

[9] Koehn: Статистикалық машиналардың аудармасы, б. 113. http://www.statmt.org/book/

[10] Аудармашы Яндекс. https://translate.yandex.kz/

[11] http://bazhenov.me/blog/2013/04/23/maximum-entropy-classifier.html

[12] Официальный сайт компании ПРОМТ [Электронный ресурс] Что такое машинный перевод? — Режим доступа: http://www.promt.ru/company/technology/machine_translation/ (дата обращения: 20.11.2018).

[13] Попкова О. В. Достоинства и недостатки использования программ-переводчиков студентами неязыковых вузов в ходе изучения английского языка в сфере профессиональной коммуникации // Учен. зап. ОГУ. Сер.: Гуманитарные и социальные науки. — 2016. — № 4 (73).

[14] Ртищева Н. Г. Оценка качества работы систем машинного перевода // Решетневские чтения. — 2017. — № 21-2.

[15] Nal Kalchbrenner, Phil Blunsom. Recurrent Continuous Translation Models. Proceedings of the 2013 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing, Seattle, Washington, USA, p. 1700–1709(2013)

Рахимова Д.Р., Жунусова А.Ж.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА постредактирования МАШИННОГО ПЕРЕВОДА

Резюме: Одной из базовых переводческих технологий на сегодняшний день, помимо электронных словарей, является возможность предварительного машинного перевода текста. Переводчик может выбрать ту или иную систему автоматического перевода, с которой будет работать в дальнейшем. В целях повышения качества перевода система постоянно обновляется и проверяется, что существенно упрощает и ускоряет работу переводчиков. Проанализированы работы современных технологий машинного перевода. Работа онлайн-переводчиков, используемых для перевода на казахский язык и обратно. Выявлены ошибки перевода, даны общие преимущества и недостатки онлайн систем машинного перевода на казахском языке. Представлена модель разработки системы пост-редактирования машинного перевода для казахского языка. Применены метод выравнивания и метод максимальной энтропии, проведен анализ процесса пост-редактирования.

Ключевые слова: машинный перевод, постредактирование, энтропийный метод, система машинного перевода, альтернативные слова.

УДК 534.212

Z.B. Saimanova[1], S.V. Sukhinin[2], A.K. Zhumadillayeva[3]
([1,3]L.N.Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan,
[2]Lavrentyev Institute for Hydrodynamics SB RAS, Novosibirsk, Russia
Email: zagira_sb@mail)

TRANSMISSION AND DISPLAY OF WAVES ON THE BORDER OF BACKGROUND CRYSTALS

Abstract: The research presented in this paper is aimed at optimizing the sound protection properties of materials based on phonon crystals. To do this, it is necessary to take into account the bandwidth of phonon crystals and the conduction of waves at the boundaries of the material components. This paper considers the propagation of low-frequency acoustic waves in one-dimensional two-component phonon crystals. The dependence of the low frequency bandwidth on the parameters of phonon crystals was studied and the calculation of the transmission of acoustic waves at the boundary of two phonon crystals or at the boundary of phonon crystals and homogeneous media is presented.

Phonon crystals are a different set of materials formed by alternating changes in the acoustic properties of light-manipulating material: its reflection, refraction and absorption in different layers, the spectrum of transmitted radiation, the pattern of light transmission, etc. (eg flexibility and mass). To obtain the structure of the frequency band of phonon crystals, Bloch's theory is used in a single cell in the inverse lattice space (Brillouin region). To speed up the calculation of the frequency band structure, the method of limited Bloch's theory extension (RBME) can be used. RBME refers to any of the initial extensions of the above numerical methods. For large cell models, the RBME method allows you to halve the calculation time of the zonal structure.

The basis of background crystals is derived from Isaac Newton's predictions that, just as sound waves propagate through air, a smooth wave propagates along a point-mass lattice with a spring connected by a smooth force of the constant E. The force of this constant is equal to the modulus of materials. Of course, it is more difficult to calculate the phonon crystals with different materials of the module than the simple model.

Based on Newton's observations, it can be concluded that the engineering discrepancy between the crystal and the periodic elements that make up the environment is a key factor for the acoustically forbidden zone. There is a very high resistance material when moving the wave front, which tends to increase the phase velocity through this medium.

Keywords: getragene, two-component, acoustics, products, fonovye crystals, the resonance properties.

З.Б. Сайманова[1], С.В. Сухинин[2], А.К. Жумадиллаева[3].
([1,3] Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық Университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан,
[2]Лаврентьев атындағы Гидродинамика институты, СО РҒА, Новосибирск, Ресей
Email: zagira_sb@mail)

ФОНОНДЫ КРИСТАЛДАР ШЕКАРАСЫНДАҒЫ ТОЛҚЫНДАРДЫҢ БЕРІЛУІ МЕН БЕЙНЕЛЕНУІ

Аңдатпа: Осы жұмыста ұсынылған зерттеулер фонондық кристалдар негізінде материалдардың дыбыс қорғау қасиеттерін оңтайландыруға бағытталған. Ол үшін фононды кристалдардың өткізу жолақтарын және материалдық компоненттердің шекарасында толқындардың өткізілуін ескеру қажет. Бұл жұмыста төмен жиілікті акустикалық толқындардың бір өлшемді екі компонентті фонондық кристалдарда таралуы қарастырылады. Төменгі жиіліктердің өткізу жолағының фонондық кристалдар параметрлеріне тәуелділігі зерттелді және екі

фонондық кристалдар шекарасында немесе фонондық кристалдар мен біртекті орталар шекарасында акустикалық толқындарды өткізу есебі ұсынылған.

Фононды кристалдар-бұл жарықты манипуляциялайтын материалдың акустикалық қасиеттерінің кезектесіп өзгеруі есебінен қалыптасатын материалдардың әртүрлі жиынтығы: оның шағылысуы, сынуы және әртүрлі қабаттарда жұтылуы, өтетін сәулелену спектрі, жарық өтуі үлгісі және т.б. (мысалы, икемділік пен масса). Фононды кристалдардың жиілік жолағының құрылымын алу үшін Блох теориясы кері тор кеңістігіндегі бір ұяшықта қолданылады (Бриллюэн аймағы). Жиілік жолағының құрылымын есептеуді жылдамдату үшін, шектеулі Блох теориясының кеңейтілуі (RBME) әдісі пайдаланылуы мүмкін. RBME жоғарыда аталған сандық әдістерді бастапқы кеңейтудің кез келгеніне жатады. Үлкен ұяшық модельдері үшін RBME әдісі зоналық құрылымды есептеу уақытын екі ретке дейін азайтуға мүмкіндік береді.

Фон кристалдарының негізі Исаак Ньютоннан болжамдарынан таралып тұр, ол дыбыстық толқындар ауамен таралғандай, Е тұрақтысының тегіс күшімен жалғанған серіппемен тегіс толқын да нүктелік масса торының бойымен таралады.Бұл тұрақтының күші материалдар модулімен папа пар. Әрине, қарапайым модельге қарағанда модульдің түрлі материалдары бар фононды кристалдармен есептеу біршама күрделі.

Ньютон бақылауының негізінде, кристалды және қоршаған ортаны құрайтын периодтық элементтер арасындағы инженерлік сәйкессіздіктің акустикалық тыйым салынған аймағы үшін, негізгі фактор болып табылады деген қорытынды жасауға болады. Толқынның фронтын жылжыту кезінде өте жоғары қарсыласу материалы бар, ол осы орта арқылы фазалық жылдамдығын арттыруға ұмтылады.

Түйінді сөздер: фононды кристалдар, толқын жиіліктері, екікомпонентті, акустика, модуль, фонондық шағылысу, резонанстық қасиеттер.

Кіріспе

Қазіргі заманғы өзекті мәселелердің бірі қоршаған ортаның виброакустикалық ластануы болып табылады. Атап айтқанда, ең күрделі мәселе төмен жиілікті акустикалық тербелістерді басу болып табылады. Фононды кристалдар негізіндегі дыбыс оқшаулағыш материалдарды жобалау бұл мәселені шешудің өзекті және перспективалық тәсілі болып табылады [1], [2]. Фононды кристалдардың қасиеттері белгілі бір интервалдардан толқындарды жиіліктермен беруге жоғары жиілікті және аса жоғары жиілікті тербелістерді жеңіл басуға мүмкіндік береді, ал төмен жиілікті тербелістер үшін жаңа тәсілдер қажет.

Бұл жұмыста төмен жиілікті толқындарға арналған фононды кристалдардың шектері ұсынылған және фононды кристалдардың шекарасындағы толқындардың өту сипаттамалары зерттелді. Бұл нәтижелер жаңа дыбыс оқшаулау материалдарын әзірлеу үшін қолданылуы мүмкін.

НЕГІЗГІ ТЕОРИЯЛАР. Бір өлшемді фонондық кристал екі компоненттен тұрады болсын $M1=\{c_1, \rho_1\}$ және $M2=\{c_2, \rho_2\}$, мұнда ρ және c- тиісті ортаның тығыздығы мен дыбыс жылдамдығы, ал компоненттердің байланысқан қабаттарының сызықтық концентрациясы тиісінше k_1 және k_2 ($k_1 + k_2 = 1$). Ортадағы ең кіші кеңістіктік кезең (ұяшықтың негізгі ұзындығы) L-ге тең.

Ортадағы стационарлы акустикалық қысым тербелістері келесі теңдеулермен сипатталады:

$$\rho_{xx}^{(i)} + \lambda_i{}^2 \rho^{(1)} = 0, \quad i = 1,2. \tag{1}$$

мұнда $p^{(1)}$ және $p^{(2)}$ -бұл компоненттердегі акустикалық қысым, $\lambda_1 = \omega/c_1$, $\lambda_2 = \omega/c_2$ және $\omega = 2\pi f$ - бұрыштық жиілік. Компонент шекарасындағы шарттар мынадай:

$$p^{(1)} = p^{(2)}, \; p_1^{-1} p_x^{(1)} = p_2^{-1} p_x^{(2)} \tag{2}$$

Орта симметриясының қасиеттерін ескере отырып, есеп шешу теореманы Флоке қанағаттандырады

$$p(x + L) = \exp(i\xi)\, p(x) \tag{3}$$

[5] көрсетілгендей, берілген ω үшін (1)–(3) теңдеулердің тривиальды емес шешімдері бұрыштық жиілік ω белгілі бір аралықтарға тиесілі болғанда ғана бар. Бұл аралықтар дисперсиялық қатынаспен анықталады.

$$4\theta \cos(\xi) - (\theta + 1)^2 \cos(L\lambda_1 k_1 + L\lambda_2 k_2) + (\theta - 1)^2 \cos(L\lambda_1 k_1 - L\lambda_2 k_2) = 0 \tag{4}$$

Мұндағы $\theta = p_1 c_1 / p_2 c_2$.

Ашық аралықтардың жиілігі

$$I_n = \left(\inf_{\xi \in (0,2\pi)} \{\omega_n(\xi)\}, \; \sup_{\xi \in (0,2\pi)} \{\omega_n(\xi)\} \right), \; n \in N$$

$\omega = \omega_n(\xi)$ режимдері үшін өткізу жолақтары болып табылады.

Фонондық кристалдағы акустикалық толқындар $c_\phi(\xi)$ фазалық жылдамдықпен таралады және келесі түрге ие

$$p(x) = a(x)\exp(i\xi L^{-1}) + b(x)\exp(-i\xi L^{-1})$$

Мұндағы $\xi = \xi(\omega)$. Фазалық жылдамдық үшін төменжиілікті жақындау (4) өрнектен алынуы ықтимал

$$c_\phi = \frac{c_1 c_2}{L}\sqrt{\frac{2-2\cos(\xi)}{(c_1 k_2\theta + c_2 k_1)(c_2 k_1\theta + c_1 k_2)}} \quad (5)$$

Төмен жиілікті фонондық кристалдың өткізу жолағы

Фонондық кристалдың өткізу жолағының шекарасын $\xi = 0$ және $\xi = \pi$ болған жағдайда (3) өрнектегі дисперсионды қатынасқа қойып алуға болады.

Сондықтан, бірінші өткізу жолағының жоғарғы шекарасы үшін келесі теңсіздікке ие боламыз

$$tan\left(\frac{\omega L k_1}{2c_1}\right) tan\left(\frac{\omega L k_2}{2c_2}\right) = 0$$

Мұнда $\theta \leq 1$ деп болжанады. Егер фонондық кристалдың компоненті контрасты болса, біз аппроксимацияны қолдана аламыз [6]

$$\omega^* = \frac{2c_1}{L}\sqrt{\frac{p_1}{p_2 k_1 k_2}}$$

Көрініп тұрғандай, ω^* бірінші жолағының ені компоненттердің тығыздығының қатынасына тәуелді, бірақ оның мәніне тәуелді емес.

Айта кететін жайт, егер компоненттер контрасты және жарық компоненттерінің концентрациясы төмен емес болса, онда бірінші өткізу жолағының ені жарық компоненттерінің дыбыс жылдамдығына тәуелді болады.

Әлбетте, нақты бір өлшемді екі компонентті фонондық кристалдар төмен жиілікті осцилляция үшін мөлдір (Кесте 1 қараңыз).

Мұның себептері компоненттердің қасиеттері және өткізу жолағының ені фонондық кристалдың кезеңіне кері пропорционалды болып табылады.

Кесте 1. **Кейбір фонондық кристалдар үшін төменгі жиіліктердің өткізу жолағының ені. Негізгі ұяшықтың ұзындығы L = 0,001, бірінші компоненттің концентрациясы 25%**

Фонондық кристалл	Өткізу жолағының ені
Ауа- Кварц	5318
Ауа-Су	8657
Ауа-Полипропилен	8881
Полипропилен-Резеңке	29734

Нәтижелері

Фонондық кристалдар шекарасындағы толқынның таралулары

Сонымен қатар, W_I, W_R және W_T -сәйкесінше түсетін, шағылысқан және берілген толқындардың энергетикалық ағыны, ал түсетін толқынның энергия ағыны бірлікке тең болсын. Әзірге энергия диссипациясының энергиясы жоқ, бізде бары $W_R + W_T = W_I$. Фонондық кристалл мен біртекті ортаның шекарасында, сондай-ақ екі фонондық кристалдардың шекарасында толқындардың бейнеленуі қарастырылған. Бірінші жағдайда келесі заңдылықтар ерекшеленген:

- Біртекті ортадан фонондық және фонондық кристалдан біртекті ортаға берілетін энергия бірдей.
- Фонондық кристалдың шекарасы арқылы энергияны беру фонондық кристалдың бағдарына байланысты емес. Көрсетілген энергия өсуде және бірлікке (толық көрініс) ұмтылады, өйткені құлайтын толқынның жиілігі артады және өткізу жолағының шекарасына ұмтылады.
- Төмен жиіліктегі интервалда фонондық кристалды тығыздығы ρ^* және дыбыс жылдамдығы c^* біртекті орта ретінде қарастыруға болады, ол келесі қатынасты қанағаттандырады:

$$p^* = p_1k_1 + p_2k_2,\ \frac{1}{p^*c^{*2}} = \frac{k_1}{p_1c_1^2} + \frac{k_2}{p_2c_2^2} \qquad 6)$$

Осылайша, бізде $W_R = (z- z^*)^2(z + z^*)^{-2}$ болады, мұндағы z және z^* - сәйкесінше біртекті орталар мен фононды кристалдың акустикалық импеданстары.

Қорытынды

Екі фонондық кристалл жағдайында біз мыналарды аламыз:

1. Фононды кристалдардың шекарасы арқылы энергияны беру олардың тәртібіне немесе бағдарына байланысты емес.
2. Көрсетілген энергия өсуде және бірлікке (толық көрініс) ұмтылады, өйткені құлайтын толқынның жиілігі артады және өткізу жолағының шекарасына ұмтылады.
3. Көрсетілген энергия фононды кристалдар кезеңдерінің арақатынасына байланысты.
4. Төмен жиіліктегі аралықта фонондық кристалды біртекті орта ретінде қарастыруға болады, c^* дыбыс жылдамдығы және ρ^* тығыздығы сәйкесінше (5) және (6) арақатынастарын қанағаттандырады.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] А. Хелиф және А. Адиби, редакторлар. Фонондық кристалдар. Негізгі және қосымшалар. Springer, Нью-Йорк, 2016.

[2] Пьер А.Деймье, редактор. Акустикалық метаматериалдар және фонондық кристалдар. Springer, Нью-Йорк, 2013.

[3] М.Мальдован. Дыбыс және жылу революциялары. Nature, 503: 209-217, 2013.

[4] M. Torres M. F. de Espinosa, E. Jimnez. Мерзімді екі өлшемді композициядағы ультрадыбыстық тыйым салынған аймақ. Физика. *Phys. Rev. Lett.*, 80:1208–1211, 1998.

[5] С. В.Сухинин. Біртекті емес ортадағы толқындардың таралуы және резонанстық құбылыстар. Механик. Техникалық Физика., 42:411–419, 2001.

[6] Z.B. Saimanova, S.V. Sukhinin, A.K. Zhumadillayeva. Wave transmission and reflection from the boundary of phononic crystal homogeneous medium//eurasian journal of mathematical and computer applications

ISSN 2306_6172. Volume, Number (20). P. 1- 17. 2020.

[7] Бриллюэн Л. Пароди М. Распространение волн в периодических структурах. М. Изд. Иност. Лит. 1959г., 457 стр.

[8] Сухинин С.В. Собственные волны одномерной проницаемой периодической цепочки. Динамика Сплошной среды. Сб.науч. тр. /АН СССР Сиб. Отдел. Ин-т Гидродинамики. 1992г., вып.106, с234- 243.

[9] Сухинин С.В. Особенности распространения сигналов в гетерогенных средах.//Сб.науч. тр. V межд. Сем. По устойчивости течений гомогенных и гетерогенных жидкостей Новосибирск, 1998г., с98- 103.

[10] L. Gavrilyuk, N. I. Makarenko, S. V. Sukhinin, Waves in Continuous Media (Springer International Publishing, Cham, 2017).

Сайманова З.Б., Сухинин С.В., Жумадиллаева А.К.

Передача и отображение волн на границе фоновых кристаллов

Резюме: Исследование, представленное в этой статье, направлено на оптимизацию звукоизоляционных свойств материалов на основе фононных кристаллов. Для этого необходимо учитывать ширину полосы фононных кристаллов и проводимость волн на границах компонентов материала. В данной статье рассматривается распространение низкочастотных акустических волн в одномерных двухкомпонентных фононных кристаллах. Исследована зависимость ширины полосы низких частот от параметров фононных кристаллов. Представлен расчет пропускания акустических волн на границе двух фононных кристаллов или на границе фононных кристаллов и однородных сред.

Фононные кристаллы – это разнообразный класс материалов, которые формируются за счет периодического изменения акустических свойств материала которые манипулирующих светом: его отражением, преломлением и поглощением в разных слоях, спектром проходящего излучения, светопропусканием образца и так далее.

Ключевые слова: фононные кристаллы, волновые частоты, двухкомпонентные, акустика, модуль, фононное отражение, резонансные свойства.

УДК 004.048

E.S. Seitbekova[1], I.K. Beisembetov[1], M. Syzdykbayev[2], B.K. Assilbekov[1]
([1]Satbayev University, Almaty, Kazakhstan
Email:y.seitbekova@satbayev.university, rektor@kaznitu.kz, b.assilbekov@satbayev.university
[2]University of Pittsburgh, USA
Email: mis180@pit.edu)

HUMAN MOBILITY PATTERNS WITH BUS DWELLING TIME

Abstract. Bus dwelling time is the most important part of bus time prediction since there is large variability in its estimation. The main aim of this research is to develop a bus dwell time model based on Automatic Vehicle Location (AVL) dynamic data, that can provide real-time data about location, speed, and direction information. This model can be used not only for estimation bus arrival time but also to estimate crowding of the exact bus. Despite the timely arrival of the bus, there is a problem of bus overflow in Almaty at rush hours. Bus dwelling time is related to passenger numbers. So, to address this problem, we propose a novel methodology that first extracts dependencies between station dwelling times using matrix factorization. Then this data will be used in deep neural networks to forecast bus dwelling time. In this paper, we compared the performance of different artificial neural network architectures and found that feed-forward neural networks with pre-extracted spatiotemporal features showed better accuracy than computational expensive LSTM NN and CNN. Pre-extracted spatiotemporal features can significantly increase prediction accuracy.

Keywords. Bus dwelling time; matrix factorization; neural networks; public transport; spatiotemporal data.

Introduction

Most countries are faced with problems associated with traffic jams [1-3]. As one of the solution methods, people are advised to switch to public transport, instead of using a personal car, which helps to reduce the number of cars on the roads [4]. All over the world, including Kazakhstan, some measures have been taken to increase the attractiveness of public transport. Such as providing a separate lane and a mobile application for tracking the exact location of buses [5-6]. However, there is no infrastructure in Kazakhstan that could provide information about the arrival time of the bus before traveling at bus stops to minimize waiting time. Also, now in Almaty, there is a problem with bus overflow during rush hours, which causes a lot of inconveniences, since you must catch a taxi after a long waiting time for the bus. Therefore, there is a growing interest in predicting arrival times and forecasting bus overcrowding.

The dwelling time is an important part of the bus travel time and, can significantly affect the accuracy of the bus travel time prediction. Most studies in predicting bus travel times implicitly include bus dwelling time during transit [7-8]. Indeed, the travel time between stations and the latency for stops depends on various factors. Recent studies by Fayyaz 2016 and Milkovits 2008, proposed a new approach that divide the bus travel time into two-component times: traveling time and the time spent at the bus stops, then they analyzed each one individually [9-10]. Estimating and predicting bus latency as a basis for predicting bus travel times can also be used to implement stop-based control strategies [11].

Bus dwelling time depends on the total time of boarding and disembarking passengers, as well as the time required for the bus to open and close the doors. As for a particular bus, the opening and closing times of doors are usually fixed, the time of boarding and disembarking can vary in different conditions; therefore, the number of boarding and un boarding at bus stops is probably the most significant factor causing changes in residence time. Factors affecting the delay time also include bus configuration and occupancy, fare collection method, and service model [11].

The behavior of bus passengers in different cities vary from each other. According to a study done by Tirachini, A. (2013), bus dwelling time depends on different payment methods, the age of passengers, the number of steps at doors, and the possible friction between boarding users, alighting, and standing passengers [12]. Since mentality and behavior, such as: giving way to older passengers and a passenger with children, skipping getting off the bus, and preferences when paying for the fare might vary between countries, it is crucial to make study the behavior of bus passengers and apply them to model for prediction.

To work with spatiotemporal data, first, we need to focus on capturing spatiotemporal correlations between regions (bus stops) and latent temporal features of the time. Many deep learning models consider those correlations separately. It is important to have a framework to assist these spatial and temporal components issues. Unfortunately, it is very challenging to solve spatial and temporal components issues. These issues are:

1) Issue to make deep models estimate dwell time taking into consideration hidden regional properties.
2) Issue to make the model generalized to a different deep model.

To solve these issues, we introduce a novel framework that employs matrix decomposition for spatiotemporal feature learner for neural networks, that can act as state-of-the-art deep spatiotemporal ST models. Our methodology consists of two components: 1) a spatiotemporal feature extractor, that learns features of spatiotemporal correlations from all bus stops by the corresponding sub-networks; and 2) a specific predictor, which uses the extracted spatiotemporal features to make predictions.

2. Materials and Methods

2.1. Data collection

The data used for this study were collected from the 79'th bus line in Almaty, Kazakhstan. All data about bus movements, its stations, and route coordinates were received from web site https://www.citybus.kz/ Almaty with its API. The route length is approximately 23,8 km in one direction and 21.5 in another, spanning 57 bus stops in one direction, and 46 bus stops in another direction. The difference in bus stop number and length cause to one directed route. This line has a high index of occupation, while it connects a lot of high-demand city objects as an exhibition center, about 5 big universities, intercity bus station Sayakhat, and the Almaty airport. 79th bus line trajectory is shown in Figure 1, where black circles are stations, and circles diameter corresponds to the average dwelling time in that station. As we can see from the figure 1, buses make a long stop at the beginning and ending stations, also near the markets and cityside bus stations buses make considerable stops. All the buses in Almaty are equipped with AVL but are not equipped with APC.

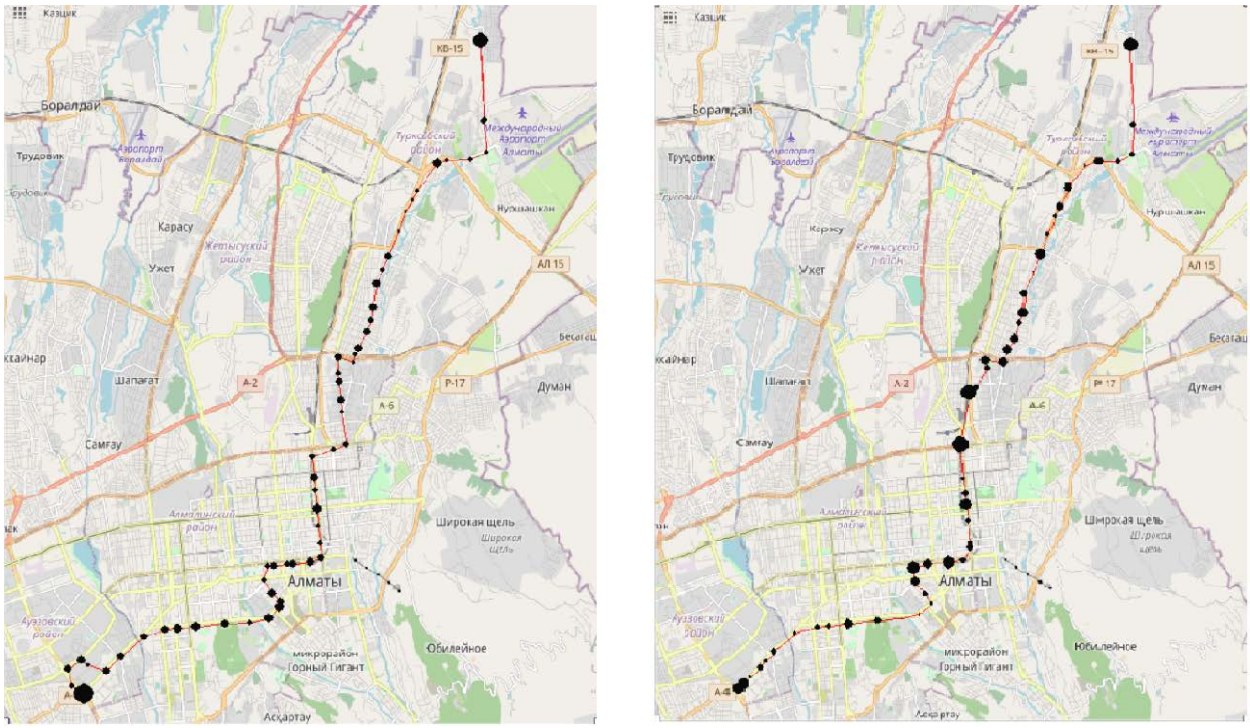


Figure 1. 79th bus line trajectory. (a) Average dwelling time at bus stops for direction from city center to airport; (b) Average dwelling time at bus stops for direction from airport to city center.

The vehicles on this route are high-floor buses and have 28 seats (maximum capacity is 85) and two doors— both doors are used for alighting and boarding. An automatic fare collection system is used in the route, and passengers can pay by cash or card. All data about bus movements, its stations, and route coordinates were received from web site https://www.citybus.kz/ Almaty with its API. There are many links of each route in Almaty, where total information about this route such as route number, coordinates of the way, and its stations. Also, links have data about buses (current locations, number of seats, car number, origin country, azimuths, and speed), which travel by this route. For the study, we have collected data from March 23 to April 12, 2020. Buses during this period worked between 6 am to 7 pm, due to quarantine for coronavirus infection. In total we collected 60000 records dwelling time data.

2.2. Methodology

Our methodology consists of two components: a feature learner studying the spatiotemporal characteristics, and a predictor specific to the bus station and prediction time, as shown in figure 2.

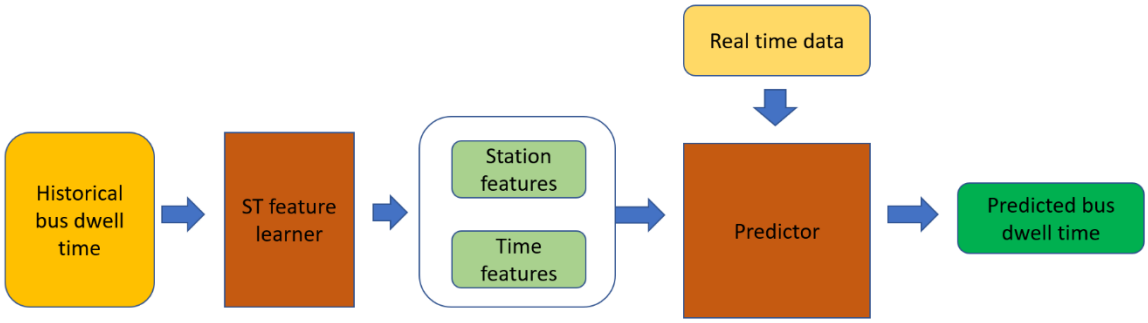


Figure 2. Methodology overview

1) The spatiotemporal feature learner. This component takes information about all historical dwell time of bus stops as input to obtain characteristics with spatiotemporal feature correlations for each region and time. The output of a learner is ST characteristics of all stops and time periods, that will be used as input to the last component, that is, a predictor.

ST feature learner takes all historical data as an input. Formally, historical data is a tensor $H = [H_1, H_2, \ldots H_{t_{his}}] \in \mathbb{R}^{t_{his} \times n_s \times n_t}$, where this – number of historical data, ns – number of bus stations, and nt – number of time periods.

Considered bus line has 57 bus stops in one direction, and 46 in another direction. All directions were considered separately. So, ns is equal to 57 in one case, and 46 in another. To capture time periods, we consider a daytime between 6 am and 7 pm. This was divided into to 30 minutes time slots. Thus, we will have 26 time periods. It means that, nt is equal to 26. Time slot 0 is an interval between 6:00-6:30. Similar, time slot 1 is an interval between 6:30-7:00 e.t.c.

All historical data was transformed to 2-dimensional matrix $A \in \mathbb{R}^{n_s \times n_t}$, where A_{ij} is an average dwell time of station i at time slot j. This process is done to extract latent factors.

2) The Predictor. This component takes the ST features created by the ST feature learner as input and real time data for forecasting. This predictor has parameters specific to the stops and time periods. The real time data is an information like weekday, time, traffic conditions, whether condition, headway, and dwell time at previous stations. The main aim of this work is to check hypothesis as the “dwell time at station is depends on dwell time at previous stations”. The idea is if bus stayed longer in previous bus stations to alighting passengers, then it will do longer stops for boarding passengers. Or vice versa short stops for short dwell time. The key idea is to find stops that highly depends on each other by applying spatiotemporal feature learner.

We compared the performance of several Deep Neural Network models with extracted Spatiotemporal features with each other. These models are:

a) A feed-forward neural network (FNN) is an artificial neural network in which connections between nodes do not form a loop [13]. Feedforward neural network was the first and simplest type of artificial neural network. In this network, information travels in only one direction forward from the input nodes, through the hidden nodes, and to the output nodes. There are no loops or feedback loops in the network.

b) An LSTM network is an artificial neural network containing LSTM modules instead of or in addition to other network modules [14]. LSTM-module is a recurrent network module capable of storing values for both short and long periods of time. The key to this capability is that the LSTM does not use an activation function within its recurrent components. Thus, the stored value is not blurred over time, and the gradient or penalty does not disappear when using the backpropagation of the error over time when training the network.

c) CNN is a special architecture of artificial neural networks, and is aimed at efficient pattern recognition, is part of deep learning technologies. It uses some of the features of the visual cortex, in which the so-called simple cells were discovered that respond to straight lines at different angles, and complex cells, the reaction of which is associated with the activation of a certain set of simple cells. Thus, the idea behind convolutional neural networks is to alternate between convolutional layers and subsampling layers [15].

d) DA-RNN can outperform modern time series forecasting methods. This model consists of an input attentional encoder and a temporary attentional decoder. It can not only be used for time series forecasting, but it can also be used in computer vision to learn common functions [16].

e) Historical average – is used in most studies in prediction bus dwell time. This model takes average dwell time at the bus stop at the same time in previous weeks [17].

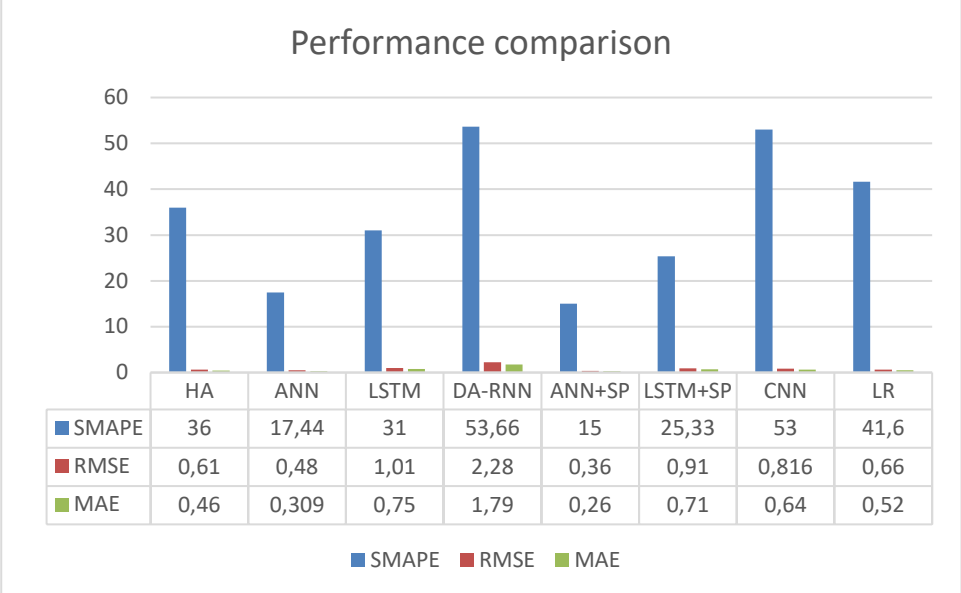
f) Linear Regression - is an approach that tries to find linear relationship between independent and independent variable to minimize distance between real values and predicted line [18].

3. Results

The performance metrics used in the study are Symmetric Mean Absolute Percent Error (SMAPE), Root Mean Square Error (RMSE), Mean Absolute Error (MAE).

Table 1 compares the performance of our proposed method with extracted Spatiotemporal characteristic data and other baseline methods. According to the results the worst outcome we get with the CNN model. This is because this model shows better performance by use of the correlation between near neighbors with convolution function, but here we consider only one bus line and there were not any other neighbor lines data to find convolution. We observe that the recurrent neural network methods (i.e. DA-RNN and LSTM) perform worse than other methods on all three indicators. This is because they need to update the forecasting model with the most recent observations and therefore are not suitable for long-term forecasting. Classic regression (HA, LR) methods perform better than RNN methods because they train prediction models using the entire training set, while RNN methods rely only on the most recent observations. However, they still fail to characterize complex nonlinear correlations between historical data. The feed-forward neural network shows the best results. The simple feed-forward neural network was unable to capture spatial and temporal dependencies. With the proposed method to extract Spatiotemporal data, we improve the result of ANN by 15,85%. The proposed method provides better performance than all baseline parameters SMAPE, RMSE, and MAE. For example, the average improvements over baseline MAPE methods are 58.3%, 13.99.0%, 51.6%, 72.04%, 40.78%, 71.69.5%, and 63.94%, respectively. This is because the proposed method can record non-uniform space-time situations at bus stops.

Table 1. **Comparison of results on SMAPE(%), RMSE(minutes), and MAE (minutes)**



	HA	ANN	LSTM	DA-RNN	ANN+SP	LSTM+SP	CNN	LR
SMAPE	36	17,44	31	53,66	15	25,33	53	41,6
RMSE	0,61	0,48	1,01	2,28	0,36	0,91	0,816	0,66
MAE	0,46	0,309	0,75	1,79	0,26	0,71	0,64	0,52

4. Conclusions

In this paper, we investigated the problem of predicting bus dwelling time at bus stops to alighting and boarding passengers. We proposed an approach to automatically learn the Spatiotemporal characteristics of bus stop and time of prediction by collecting data about historical dwelling time into a matrix, then applying matrix factorization technique to extract hidden dependencies between bus stops. The extracted latent features were used as an input for several neural network models, and we found that these latent features can increase predicting accuracy by 15%. The proposed method can better find dependence between stations and give

acceptable results by comparing to existing methods. While comparing several neural network models, we conclude that feed-forward neural networks with extracted latent Spatiotemporal features show the vest performance than the existing complex neural network models. It worth noting that feed-forward neural networks, not only good in predicting accuracy, also is efficient in terms of training time and running time.

Dwell time is an important component of bus travel time and it plays a role in customer satisfaction. The results presented here can be used to find peoples travelling patterns according to bus dwelling time at stops.

This work has done under the project №AP05134776 «Location Analytics Techniques for Prediction of Mobility Patterns» of the Ministry of Education and Sciences of the Republic of Kazakhstan

REFERENCES

[1] Nadrian, H., Taghdisi, M. H., Pouyesh, K., Khazaee-Pool, M., & Babazadeh, T. (2019). "I am sick and tired of this congestion": Perceptions of Sanandaj inhabitants on the family mental health impacts of urban traffic jam. *Journal of Transport & Health*, 14, 100587.

[2] Wang, C., Quddus, M., & Ison, S. (2013). A spatio-temporal analysis of the impact of congestion on traffic safety on major roads in the UK. *Transportmetrica A: Transport Science*, 9(2), 124-148.

[3] W.T.J. Texas Transportation Institute, D.L. Schrank, *Urban mobility report 2019*.

[4] Le, T. P. L., & Trinh, T. A. (2016). Encouraging public transport use to reduce traffic congestion and air pollutant: A case study of Ho Chi Minh City, Vietnam. *Procedia engineering*, 142, 236-243.

[5] Morfoulaki M., Myrovali G., Kotoula K. Increasing the attractiveness of public transport by investing in soft ICT based measures: Going from words to actions under an austerity backdrop–Thessaloniki's case, Greece, *Research in Transportation Economics*. – 2015. – Т. 51. – С. 40-48.

[6] Goh, K. C. K., Currie, G., Sarvi, M., & Logan, D. (2014). Bus accident analysis of routes with/without bus priority. *Accident Analysis & Prevention*, 65, 18-27.

[7] Petersen, N. C., Rodrigues, F., & Pereira, F. C. (2019). Multi-output bus travel time prediction with convolutional LSTM neural network. *Expert Systems with Applications*, 120, 426-435.

[8] R.P.s. Padmanaban, Lelitha Vanajakshi, and Shankar C.Subramanian (2009). Estimation of Bus Travel Time Incorporating Dwell Time for APTS Applications. *IEEE Intelligent Vehicles Symposium*, Proceedings, p955-959.

[9] Milkovits, M. N. (2008). Modeling the factors affecting bus stop dwell time: use of automatic passenger counting, automatic fare counting, and automatic vehicle location data. *Transportation Research Record, 2072(1)*, 125-130.

[10] Fayyaz, S. K., Liu, X., & Porter, R. J. (2016). Genetic algorithm and regression-based model for analyzing fare payment structure and transit dwell time. *Transportation Research Record*, 2595(1), 1-10.

[11] Zhang C., Teng J. Bus dwell time estimation and prediction: A study case in shanghai-china //*Procedia-Social and Behavioral Sciences*. – 2013. – Т. 96. – С. 1329-1340.

[12] Tirachini, A. (2013) Bus dwell time: the effect of different fare collection systems, bus floor level and age of passengers. *Transportmetrica A: Transport Science*, 9:1, 28-49

[13] Eldan R., Shamir O. The power of depth for feedforward neural networks, *Conference on learning theory*. – 2016. – С. 907-940.

[14] Duan, Y., Yisheng, L. V., & Wang, F. Y. (2016, November). Travel time prediction with LSTM neural network. *In 2016 IEEE 19th international conference on intelligent transportation systems (ITSC)* (pp. 1053-1058). IEEE.

[15] Ma, X., Dai, Z., He, Z., Ma, J., Wang, Y., & Wang, Y. (2017). Learning traffic as images: a deep convolutional neural network for large-scale transportation network speed prediction. *Sensors*, 17(4), 818.

[16] Qin, Y., Song, D., Chen, H., Cheng, W., Jiang, G., & Cottrell, G. (2017). A dual-stage attention-based recurrent neural network for time series prediction. arXiv preprint arXiv:1704.02971.

[17] He, P., Jiang, G., Lam, S. K., & Sun, Y. (2020). Learning heterogeneous traffic patterns for travel time prediction of bus journeys. *Information Sciences*, 512, 1394-1406.

[18] Montgomery D. C., Peck E. A., Vining G. G. Introduction to linear regression analysis. – John Wiley & Sons, 2012. – Т. 821.

Сейтбекова Е.С., Бейсембетов И.К., Сыздыкбаев М., Асилбеков Б.К.

Шаблоны мобильности людей со временем пребывания на автобус

Резюме. Время пребывания автобуса на остановках является наиболее важной частью прогнозирования времени в пути автобуса, поскольку его оценка сильно варьируется. Основная цель этого исследования - разработать модель времени простоя автобуса на основе динамических данных автоматического определения местоположения транспортного средства (AVL), которая может предоставить данные о местоположении, скорости и направлении в реальном времени. Эта модель может использоваться не только для оценки времени прибытия автобуса, но и для точной оценки загруженности автобуса. Несмотря на своевременное прибытие автобуса, в часы пик в Алматы существует проблема переполнения автобусов. Время пребывания в автобусе зависит от количества пассажиров. Итак, чтобы решить эту проблему, мы предлагаем новую методологию,

которая сначала извлекает зависимости между временем пребывания на остановках, используя матричную факторизацию. Затем эти данные будут использоваться в глубоких нейронных сетях для прогнозирования времени пребывания в автобусе. В этой статье мы сравнили производительность различных архитектур искусственных нейронных сетей и обнаружили, что нейронные сети с прямой связью с предварительно извлеченными пространственно-временными характеристиками показали лучшую точность, чем вычислительно сложные LSTM NN и CNN. Предварительно извлеченные пространственно-временные особенности могут значительно повысить точность прогнозов.

Ключевые слова. Время пребывания автобуса; матричная факторизация; нейронные сети; общественный транспорт; пространственно-временные данные.

Сейтбекова Е.С., Бейсембетов И.К., Сыздыкбаев М., Асилбеков Б.К.

Автобуста тұру уақытымен адамдардың ұтқырлық моделі

Түйіндеме. Автобусттын аялдамада тұру уақыты - бұл автобустың жүру уақытын болжаудың маңызды бөлігі, өйткені оны бағалауда үлкен өзгергіштік бар. Зерттеудің негізгі мақсаты - орналасқан жері, жылдамдығы және бағыты туралы нақты уақыттағы мәліметтерді бере алатын, көліктің орналасуы (AVL) динамикалық мәліметтер негізінде автобустың тұру уақытының моделін жасау. Бұл модельді автобустың келу уақытын есептеу үшін ғана емес, автобустың тығыздығын есептеу үшін де қолдануға болады. Автобус уақытында келгеніне қарамастан, қарбалас уақытта Алматыда автобустардың толып кету проблемасы бар. Автобустын аялдамада тұру уақыты жолаушылардың санымен байланысты. Сонымен, осы мәселені шешу үшін алдымен матрицалық факторизация көмегімен станциялардың тұру уақыты арасындағы тәуелділікті шығаратын жаңа әдіснаманы ұсынамыз. Содан кейін бұл деректер автобустың тұру уақытын болжау үшін терең нейрондық желілерде қолданылады. Бұл жұмыста біз әртүрлі жасанды нейрондық желілер архитектураларының өнімділігін салыстырдық. Алдын-ала алынған кеңістіктік-уақыттық ерекшеліктері мен тура бағытталған нейрондық желілер есептеудің қымбат LSTM NN және CNN-ге қарағанда жақсы дәлдігін көрсетті. Алдын ала алынған кеңістіктік-уақыттық ерекшеліктер болжам дәлдігін едәуір арттыра алады.

Кілт сөздер Автобустың тұру уақыты; матрицалық факторизация; нейрондық желілер; қоғамдық көлік; кеңістіктік уақыт туралы мәліметтер.

ӘОЖ631.6:631.4

A.S. Seitkaziev, K.K. Shilibek, K.A. Seitkazieva
(Regional University named after M.Kh.Dulati, Taraz)

WAYS OF SOIL WATER SECURITY

Abstract: The article considers the forecast of the water regime of the aeration zone and the prediction of the distribution of moisture in the capillary rim, and also determines the water-physical properties of the soil and the moisture reserves in the layer above the plane of the laid drainage at uniform humidity. Consequently, data are obtained depending on the distance of the drain.

Key words: soil water regime, moisture reserves, aeration zones, drainage, capillary border.

Ә.С. Сейітқазиев, К.Қ. Шилібек, Қ.Ә. Сейітқазиева
(М.Х.Дулати атындағы өңірлік университет,Тараз)

ТОПЫРАҚТЫ СУМЕН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ ЖОЛДАРЫ

Андатпа: Мақалада ауаландыру аймағының су құбылымының болжамы және капиллярлық көмкермедегі ылғалдың таралуы туралы болжам қарастырылған, сонымен қатар топырақтың су-физикалық қасиеттері және біркелкі ылғалдылық кезінде төселген керіздеу жазықтығындағы қабаттағы ылғал қорлары анықталған.Сондықтан керіздер қашықтығына байланысты мәліметтер алынады.

Түйінді сөздер: топырақ суының құбылымы, ылғал қорлары, ауландыру аймақтары, керіздеу, капиллярлық көмкерме.

Судың сіңірімділігі топырақтың құрамына, құрылымына (құрылымды топырақт ажоғары, құрылымсыз топыраққа қарағанда) байланысты, қарашірікті заттектердің құрамы (топырақтағы жалпы саңлаулылық көлемін толық алғанда), сонымен қатар катиондардың сіңірімділік құрамына: натрийдің сусіңірімділігі азаяды,ал кальций көбейеді.Жеңіл механикалық құрамды топырақта саңлаулары ірі және сусіңірімділігі әрқашан жоғары.Ауыр механикалық құрамды топырақта,

топырақтың тоңкесекті түйіртпек құрылымды және қатты құрылымсызда судың сіңірімділігі төмен болады.

Судың көтерілу қабілеттілігі – топырақтың қасиетіне қарай ондағы бар ылғал капиллярлық күштердің есебінен көтеріледі.Капиллярлық судың көтерілуі капиллярлардың диаметріне байланысты :олар неғұрлым жіңішке , соғұрлым жоғары көтеріледі ,және керісінше.Сондықтан судың көтерілу қабілеттілігі құмды топырақтан саздақтыға қарай және балшыққа дейін өседі.Судың ең жоғары көтерілу биіктігі ыза суы деңгейімен есептегенде ,құмды топырақтар үшін 0.5-0.8м,ал саздақтар үшін 2.5-3.5м, балшықты топырақта 3.0-6.0м.Көтерілу жылдамдығы топырақ саңлауындағы жабысқақтық(тұтқырлық) өлшеміне,оның темературасын қабылдауына байланысты.Майда капиллярлы топыраққа қарағанда,ірі саңлаудан су тез көтеріледі.Температура көтерілген сайын судың тұтқырлығы төмендейді, сондықтан жылдамдық ондағы капиллярдың көтерілуі артады. Суда еріген тұзға сондай-ақ капиллярлық көтерілу жылдамдығына едәуір үлкен әсер етеді.Ыза суының минералдылығы тұщы суға қарағанда , айырмашылығы капилляр бойымен үлкен жылдамдықпен жер бетіне көтеріледі[1-2].

Капиллярлық құбылыстың арқасында және топырақтағы судың көтерілу қабілеттілігі ыза суы өсімдіктерді қосымша қамтамасыз етуге қатысады ,әсіресе құрғақшылық жылдары ,қалпына келтіру үдерістерді дамыту және топырақ қыртыстарындағы тұзденуды қалыптастыруға қатысады.

Ылғалсыйымдылығы- топырақтағы сіңірілу қаблеттілігі және судың белгілі мөлшерін ұстап қалуды анықтау. Бұл қабілеттілік граулометриялық құрамына ,қарашіріктің құрамына , катиондардың сіңірілу құрамына байланысты .Жоғары ылғалсыйымдылық балшықты топырақтар үшін сипатталады,мұнда коллоидтарға бай,қарашірік қорының жоғары болатындығын байқаймыз.

Топырақтың ең төменгі ылғал сыймдылығы –топырақтағы судың қасиеттерін сипаттайтын маңыздылығы,су көлемінің ең жоғарғы мүмкіндігін айқындайды ,мұнда топырақ қабілетінің ұстап тұруы және ұзақ уақыт сақталуын сипаттайды. Ол топырақтағы абсолютті құрғақ салмағының % шамасын құрайды.Мәселен ,құмдар үшін -4-9, құмдақтар-10-17,жеңіл және орта саздақтарда-18-30,ауыр саздақтар мен балшықтарда -23-40% құрайды.

Капиллярдың сумен үздікті біркелкі толтырылуы болатын ылғалдыылық капиллярлардың үздікті ылғалдылығы деп аталады(КҮЫ).Бұл топырақтың топырақтың маңызды гидрологиялық тұрақтылығы, төменгі шектегі тиімді ылғалдылықты сипаттайды. КҮЫ –тағы саздақты және балшықты топырақтар үшін 65-70%ЕТЫС(Ең төменгі ылғал сыймдылығы) құрайды.

Топырақтың солу ылғалдылығы оның қасиеттеріне және өсімдіктердің түріне байланысты. Топырақтың механикалық құрамы неғұрлым ауыр болса ,онда соғұрлым органикалық заттектер көп болады ,соғұрлым солу ылғалдылығы жоғары болады(2-кесте).Пайдалы ылғал деп , өнімділіктің түзілуі үшін пайдаланылады және ЕТЫС мен СЫ айымасы бойынша анықталады.

Топырақ қалыңдығындағы пайдалы ылғал қоры(ПЫҚ) былай анықталады ,судың жалпы қорын(СЖҚ) бұл қабаттағы және қол жетімді сумен қамту(ҚЖС) есептелінеді. Бұл төмендегі формуламен есептелінеді:

$$В = W_{п} \cdot d_{v} \cdot Н, \quad (1)$$

мұндағы В – Н қабаттағы ылғал қоры, $м^3$/га ; $W_т$ – табиғи далалық ылғалдылық ;d_v- топырақтың тығыздығы,$т/м^3$; Н – топырақ қалыңдығы, см. Бұл көрсеткіштердің айырмасы пайдалы ылғал қоры: ПЫҚ = СЖҚ – ҚЖС.

1-кесте. **Топырақтың толық сулы –физикалық қасиеттерін анықтау үшін төмендегі зертханалық немесе монолиттік көрсеткіштер анықталды.**

Топырақ құрамы	Тығыздығы, d_v, $т/м^3$	Қатты фазасының тығыздығы,d, $т/м^3$	Кеуектілігі, К,%	Толық ылғал сыйымдылығы,$W_{тыс}$,%	Ең төменгі ылғал сыйымдылығы ,$W_{етыс}$,%	Пайдалы ылғал қоры, $W_{пық}$,	Солу ылғалдылығы, $W_{сы}$, %	Қол жетімді сумен қамту, $W_{кжс}$, %
Құмдақ	1.33	2.73	51	38.3	19.2	11.6	7.7	7.6
Жеңіл саздақ	1.42	2.70	47	33.1	19.9	12.6	8.4	7.3
Орташа саздақ	1.45	2.68	46	31.7	22.2	15	10	7.2
Саздақты	1.49	2.65	44	29.5	23.6	16.5	11	7.1
Балшықты	1.56	2.63	41	26.3	23.7	18	12	5.7

Топырақ қабатындағы ылғалдылықтарды дұрыс анықтап , оның өнім алуға қажеттілігін түсіну-әрбір мелиоратордың ,агронмның негізгі міндеті болуы шарт.Ал топыраққа судың сіңірімділігі мен оның жер бедеріне байланысты орналасу жағдайлары толық сипатталуы керек.Егістік танаптарындағы ауыл шаруашылық дақылдарының суды қажетсінуі, әр дақылға қандай мөлшерде су қажет екендігін анықтау үшін ,сол зерттелетін танаптағы -топырақтың түрі , оның механикалық құрамы ,осығын байланысты суды өткізу қабілеті, сонымен қатар , гидрогеологиялық орналсау жағдайлары айқындалу керек.Анығырақ айтсақ ,кез келген топырақтың сулы-физикалық және химиялық қасиеттері анықталуы керек.

2-кесте. **Топырақтың тығыздығы және ең төменгі ылғал сыйымдылығы (ЕТЫС)**

Топырақ қалыңдығы,см	Тығыздығы , γ, т/м^3	Қатты фазасының тығыздығы,d, т/м^3	Кеуектілігі, К,%	Ең төменгі Ылғал сыйымдылығы,$W_{етыс}$		Нақты ылғал қоры		ЕТЫС-на дейінгі Тапшы ылғал	
				%	м^3/га	%	м^3/га	%	м^3/га
0-25	1.43	2.72	47	19.2	686	14.6	522	4.6	164
25-50	1.45	2.68	46	20.6	747	17.5	634	3.1	112
25-75	1.47	2.65	44	21	772	18.4	676	2.6	96
75-100	1.50	2.63	43	22	825	19.0	713	3.0	113
0-50	1.46	2.67	45	20.7	1433	17.4	2545	3.33	485
0-100	1.47	2.67	45	16.6	3030	17,4	2558		

Су құбылымын есептеу ұсынылған әдістеме бойынша үш түрлі сатыдан тұрады[3]:

1.Есептеу қабатындағы ылғал қорын анықтау ;

2.Буланудың жиынтығын есепке алғандағы ылғал қорының өзгеруін есептеу ;

3.Керізге кеткен суды есептеу.

Есептеу қабатындағы ылғал қоры керіздің орналасуы бойынша , біркелкі ылғалдылықта (С.Ф. Аверьянов) [3] ,байланысымен анықталады:

$$G_j=H_j.W_{тыс}+\frac{2.WтыHk.}{3.\beta}[1-(1-\frac{\beta.Hj}{Hk})3/2] + Wj(Hд - У - Hj.), \quad (2)$$

$$У= Hk\frac{1-(\frac{Wj}{Wтыс})}{\beta}; \quad (3) \qquad \beta =1-(\frac{Wm}{Wтыс})^2, \quad (4)$$

мұндағы H_j.-керіздер аралығындағы арын шамасы; $Hд$-керіздің орналасу тереңдігі; $Wj -$ С.Ф. Аверьянов бойынша топырақ бетіне дейінгі тепе-теңдік эпюрдегі ылғалдылық Wj ординатасынан жоғары қабаттағы ылғалдылық;Қалған белгілер тексте сиатталған.$H_к$-капиллярлық көтерілудің жоғарғы биіктігі,м; Wм –капиллярлық көмкермеден жоғарғы нүктесіндегі ылғалдылық,%;Wj-зерттулер көрсеткендей төмендегі формуламен анықталады[3-4] :

$$Wj = Wтыс\sqrt{1-\frac{у}{Hк}}(1-\frac{Wм2}{Wтыс2})=34\sqrt{1-\frac{0.96}{2.2}}(1-\left(\frac{26}{34}\right)2=31\%, \quad (5)$$

мұндағыУ-ылғалдылыққа дейінгі капиллярлық көмкермеден төменгі тереңдік;

3-кесте. **Есептеу қабатындағы ылғал қоры керіздің орналасуы бойынша**

R,м	$H_{j.}$,м	$W_{тыс}$, %	Wj, %	$Hд$,м	$H_к$,м	У	β	G_j, м^3/га
100	0.3	34	26	3	2.2	0.96	0.50	6500
200	0.2	32	24	3.5	2	1.28	0.35	6100
300	0.15	30	23	3.8	2	1.01	0.46	7800
400	0.10	26	21	4	2	1.09	0.35	6500

Жоғарыда алынған мәліметтерді жүйелі түрде талдаудан білетініміз –дақылдардан өнім алудағы есептеу қабатындағы суды реттеудің құбылымы мен танаптан керіз суының шығарылуын,ондағы керіздер аралығындағы арын деңгейін, осығын сәйкес ылғалдылықтардың өзгеру үдерісін байқататын көрсеткіштер есептелініп ,нәтижесінде бұл қабаттағы ылғал қорының мөлшері анықталды. Әрине , бұл мәселені тереңірек талдап , басқада шешілетін сұрақтарды

анықтауға мүмкіндік болады.Өнім алу үшін ,сол дақылға қажетті топырақ түрін, оның суды қаншалықты сіңіре алатындығы және ол суды тиімді пайдаланудың мелиоративтік ,агротехникалық және экологиялық шараларын да толық меңгеруімізге тура келеді.Ең алдымен,топырақ құнарлылығын арттырудың тиімді әдістерін қолдану қажет.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Сейітқазиев Ә.С. Суғармалы геоэкожүйелердегі тұзданған топырақтың су-тұз алмасуы. Тараз, 2010 , -294б

[2] Аверьянов С.Ф. Борьба с засолением орошаемых земель. Москва, 1978 ,-288с.

[3] Обзор опыта СССР и США по эффективному использованию засоленных орошаемых земель//Под ред.Балаева Л.Г.,Москва,1981,-133с.

[4] 4.Сейтказиев А.С.,Жапарова С.Б.,Хожанов Н.Н., Сейтказиева К.А. Экологическая оценка процессов загрязнения агроландшафтов и методы улучшения засоленных земель.Кокшетау,2016,-278с.

[5] Сейітқазиев Ә.С., Жапарова С.Б.Тұзданған топырақты жақсартудың тиімді әдістері . «Salem»ЖК баспасы ,А рматы ,2019,-207б.

Сейтказиев А.С., Шилибек К.К., Сейтказиева К.А.

Пути водообеспеченности почвы

Резюме. В статье рассматривались прогноз водного режима зоны аэрации и прогноз закономерность распределения влаги в капиллярной кайме ,а также определены водно-физические свойства почвы и запасы влаги в слое выше плоскости заложена дренажа при равномерной влажности .Следовательно ,получены данные в зависимости от расстоянию дренажа.

Ключевые слова:водный режим почвы,запасы влаги,зоны аэрации ,дренаж ,капллярная кайма.

УДК 621.315. 539.23. 538.97

K.S. Sekerbayev[1,2], G.K. Mussabek[1,2], Ye. Shabdan[1,2], Ye. T. Taurbaev[1,2]

([1] al-Farabi Kazakh National University, Physical-Technical Department and National Nano-Technology Open-Type Laboratory, 050040 Almaty, Republic of Kazakhstan

[2]Institute Experimental and Theoretical Physics at al-Farabi Kazakh National University, AlmatyRepublic of Kazakhstan

E-mail: taur@physics.kz)

LIGAND ASSISTED CONTROL OF PHOTOLUMINESCENCE OF ORGANOMETALLIC PEROVSKITE NANOCRYSTALS

Abstract. Organometal perovskites nanocrystals have shown remarkable properties not only in photovoltaics, but also in light-emitting devices. In this work, colloidal nanocrystals of organometal perovskite $CH_3NH_3PbBr_3$ with effective photoluminescence synthesized by the ligand assisted reprecipitation method were studied. The studies were carried out by photoluminescence spectroscopy and optical transmission spectroscopy. Analysis of the photoluminescence and transmission spectra showed that by changing the concentration of the ligands oleylamine and octylamine, it is possible to control the size of nanocrystals and the photoluminescence wavelength due to the quantum confinement effect. Only by changing the ligands, the photoluminescence peak was varied in the range 456-535 nm.

Key words: perovskite, methylammonium, halides, photoluminescence, absorption spectroscopy.

К.С. Секербаев[1,2], Г.К. Муссабек[1,2], Е. Шабдан[1,2], Е.Т. Таурбаев[1,2]

([1]Казахский Национальный Университет им. аль-Фараби, Физико-технический факультет, 050040 Алматы, Республика Казахстан

[2]Научно-исследовательский институт экспериментальной и теоретической физики при Казахском национальном Университете им. аль-Фараби, 050040 Алматы, Республика Казахстан)

КОНТРОЛЬ ФОТОЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ ОРГАНОМЕТАЛЛИЧЕСКИХ НАНОКРИСТАЛЛОВ ПЕРОВСКИТА С ПОМОЩЬЮ ЛИГАНДОВ

Аннотация. Нанокристаллы органометаллических перовскитов проявили замечательные свойства не только в фотовольтаике, но и в светоизлучающих устройствах. В настоящей работе были исследованы синтезированные методом переосаждения с помощью лигандов коллоидные нанокристаллы органометаллического перовскита состава $CH_3NH_3PbBr_3$ с эффективной фотолюминесценцией. Исследования проводились методами спектроскопии фотолюминесценции и оптической спектроскопии пропускания. Анализ спектров фотолюминесценции и пропускания показал, что изменением концентрации лигандов олеиламина и

октиламина можно регулировать размер нанокристаллов и длину волны фотолюминесценции за счет квантово-размерного эффекта. Только за счет изменения лигандов пик фотолюминесценции варьировался в диапазоне 456-535 нм.

Ключевые слова: перовскит, метиламонний, галогениды, фотолюминесценция, спектроскопия поглощения.

Органометаллические перовскиты с общей формулой ABX_3 последнее десятилетие демонстрируют стремительный рост в оптоэлектронике. Так солнечные элементы на их основе достигли коэффициента полезного действия от 3,8% в 2009 году [1] 25.5% к 2020 году [2]. Кроме того, нанокристаллы перовскита имеют отличные светоизлучающие свойства, с квантовым выходом фотолюминесценции (ФЛ) 90% [3,4]. Органометаллические перовскиты с формулой ABX_3 имеют следующий состав: A – Cs^+, $NH_2CHNH_2^+$ и $CH_3NH_3^+$; B – Sn^{2+} и Pb^{2+}; X – Cl^-, Br^- и I^-.

К настоящему моменту существует два хорошо разработанных метода синтеза коллоидных нанокристаллов перовскитов: метод горячей инжекции (the hot injection (HI) method) и метод переосаждения с помощью лигандов (the ligand-assisted reprecipitation (LARP) method) [5-7]. Метод HI требует высоких температур и инертной атмосферы, что неизбежно увеличивает стоимость и может ограничивать выход продукта при массовом производстве [8]. Для преодоления этих двух потенциальных ограничений в качестве более экономичной альтернативы может быть использован метод LARP, поскольку он обеспечивает высокое качество перовскитовых нанокристаллов при их синтезе в окружающей атмосфере и при комнатной температуре [9].

Метод LARP состоит в растворении желаемых ионов в растворителе, достижении равновесной концентрации, а затем перемещения раствора в неравновесное состояние перенасыщения. Перенасыщенное состояние может быть достигнуто, например, изменением температуры (охлаждением раствора), выпариванием растворителя или добавлением смешивающегося сорастворителя, в котором растворимость ионов низка. В таких условиях спонтанные реакции осаждения и кристаллизации происходят до тех пор, пока система снова не достигнет состояния равновесия. Если этот процесс проводится в присутствии лигандов, то он называется в этом случае «The ligand-assisted reprecipitation (LARP) method» (метод переосаждения с помощью лигандов). В этом случае образование и рост кристаллов можно контролировать вплоть до наномасштаба, что позволяет изготавливать коллоидные нанокристаллы. Легко понять, что поскольку синтез по методу LARP (в отличие от методов HI) осуществляется на воздухе с использованием довольно простой химический аппаратуры, его можно легко масштабировать, что позволяет организовать производство перовскитовых нанокристаллов в граммовых количествах [10-12].

Первые отчеты о LARP-синтезе нанокристаллов гибридных органо-неорганических organic-inorganic галогенидов свинца датируются 2012 годом, когда Papavassiliou et al. растворили соли $CH_3NH_3PbX_3$ (X = Br, Cl или I) в N,N-диметилформамиде (ДМФА) (или ацетонитриле) и по каплям вводили этот раствор в толуол [13]. Они наблюдали образование люминесцирующих нанокристаллов с размерами порядка 30–160 нм и фотолюминесценцией, интенсивность которой намного превышала ожидаемую для объемных кристаллов $CH_3NH_3PbX_3$. Прошло еще несколько лет, прежде чем процедура LARP была окончательно разработана для синтеза органо-неорганических нанокристаллов $CH_3NH_3PbX_3$ (X = Cl, Br или I).

В данной работе был выполнен коллоидный синтез нанокристаллов перовскитов состава $CH_3NH_3PbBr_3$ (MAPBr), обладающих эффективной ФЛ в области спектра 456-535 нм. Была проведена оптимизация процесса синтеза коллоидных нанокристаллов перовскитов и изучение их фотофизических свойств.

Нанокристаллы перовскита были синтезированы вышеупомянутым коллоидным методом LARP. Применительно к перовскитным системам метод LARP заключается в добавлении солей прекурсора, растворенных в хорошем полярном растворителе (ДМФА), в плохой растворитель (например, толуол или гексан) в присутствии лигандов. Для этого был подготовлен раствор солей перовскита $CH_3NH_3PbBr_3$ (MAPBr). В 1 мл ДМФА растворялось 11,2 мг CH_3NH_3Br и 36,7 мг $PbBr_2$. К раствору добавлялись лиганды: 200 мкл олеиновой кислоты и различное количество октиламина либо олеиламина. В первую серию образцов добавили 15, 30 и 60 мкл октиламина, во вторую – 15, 30 и 60 мкл олеиламина.

Далее 100 мкл раствора солей перовскита с лигандами (олеиновая кислота и октиламин/олеиламин) были добавлены в 3 мл толуола при интенсивном перемешивании. Смешивание двух растворителей вызывает мгновенное перенасыщение, которое вызывает зародышеобразование и

рост перовскитных нанокристаллов. В процессе перемешивания раствор приобретал зеленый цвет и зеленоватое свечение под ультрафиолетом. Таким образом были получены коллоидные нанокристаллы перовскита MAPBr в толуоле.

Образцы нанокристаллов перовскита MAPBr были исследованы методами спектроскопии фотолюминесценции и оптического пропускания. Измерения показали наличие яркой ФЛ у всех образцов. На рисунке 1 представлены спектры ФЛ коллоидных растворов нанокристаллов MAPBr в толуоле, синтезированных с добавлением лиганда октиламина.

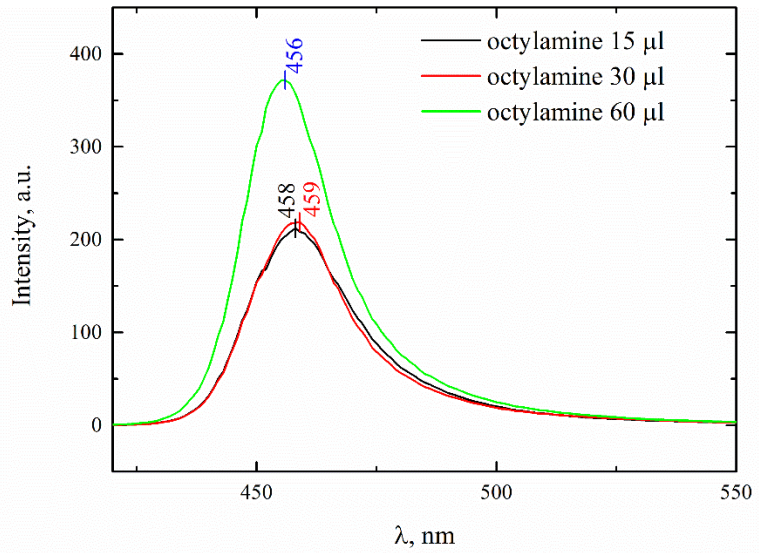


Рис. 1. Спектры фотолюминесценции образцов нанокристаллов перовскита MAPBr в толуоле с различной концентрацией октиламина. Длина возбуждения лазера 300 нм.

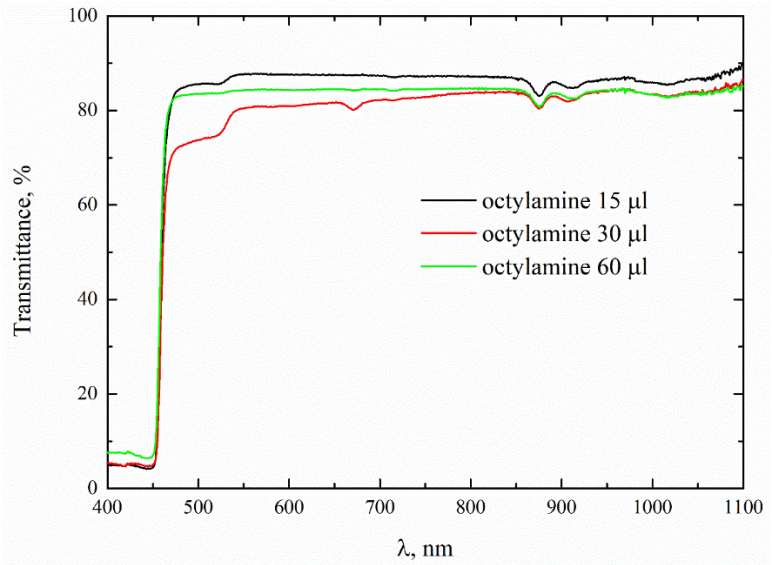


Рис. 2. Спектры оптического пропускания нанокристаллов перовскита MAPBr в толуоле с различной концентрацией октиламина

Увеличение концентрации лигандов сдвигает пик люминесценции в коротковолновую область и уменьшает ширину пика ФЛ, что связано с уменьшением размеров нанокристаллов. Диаметр Бора для экситона в перовските сопоставим с размерами нанокристаллов, что приводит к появлению квантово-размерного эффекта в виде увеличения ширины запрещенной зоны [14]. В результате нанокристаллы с меньшим размером испускают более коротковолновую фотолюминесценцию.

Согласно зависимости энергии экситонных переходов в нанокристаллах MAPBr от диаметра нанокристаллов, известной из литературы [15], синтезированные нанокристаллы имеют размер меньше 20 нм.

Измерения спектров пропускания тех же образцов нанокристаллов MAPBr (представлены на рисунке 2) подтверждают выводы полученные из анализа спектров ФЛ. Спектры пропускания имеют ярко выраженный край поглощения, совпадающий с пиком ФЛ. Это говорит малом разбросе размеров нанокристаллов перовскита.

Образцы нанокристаллов MAPBr синтезированные с помощью лиганда олеиламина проявляют такие же тенденции. На рисунке 3 представлены спектры ФЛ нанокристаллов MAPBr с олеиламином, на рисунке 4 спектры пропускания этих же образцов.

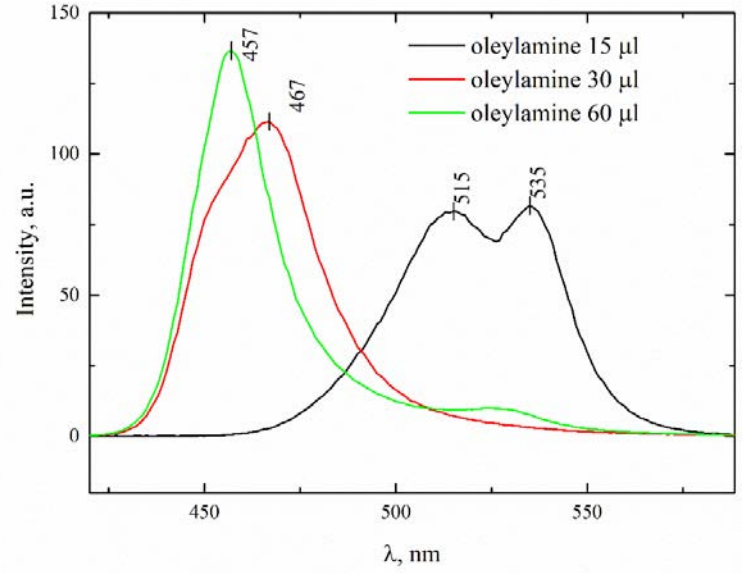


Рис. 3. Спектры фотолюминесценции нанокристаллов перовскита MAPBr в толуоле с различной концентрацией олеиламина. Длина возбуждения лазера 300 нм.

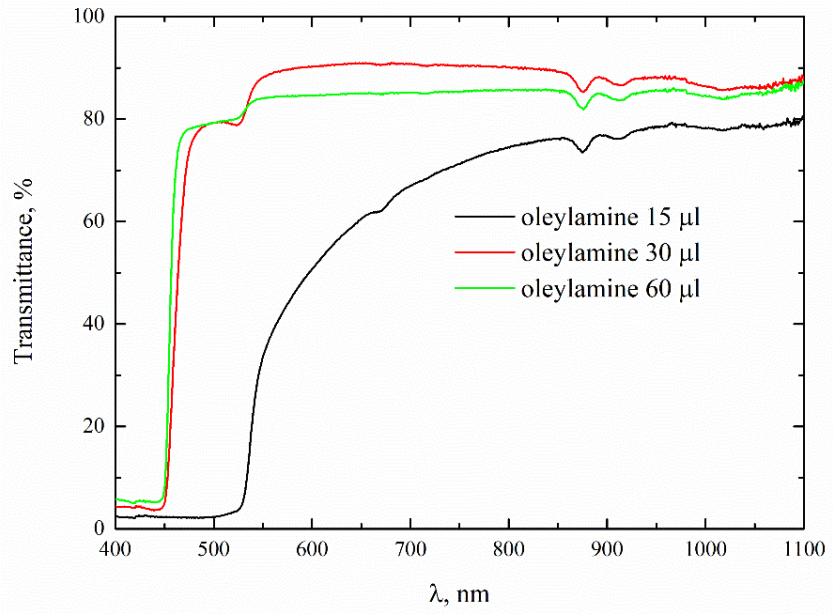


Рис. 4. Спектры пропускания нанокристаллов перовскита MAPBr в толуоле с различной концентрацией олеиламина

Образец с концентрацией олеиламина 15 мкл проявляет два широких пика. Это означает, что при малой концентрации олеиламина синтезируются кристаллы больших размеров с большим разбросом. Данный вывод подтверждается спектром пропускания, который имеет размытый край поглощения. Увеличением концентрации лигандов улучшает качество получаемых нанокристаллов перовскита.

Применение октиламина в качестве лигандов увеличивает выход ФЛ, оценить который можно из площади под спектром ФЛ (рисунок 5). С увеличением концентрации лигандов как октиламина, так и олеиламина также увеличивается выход ФЛ.

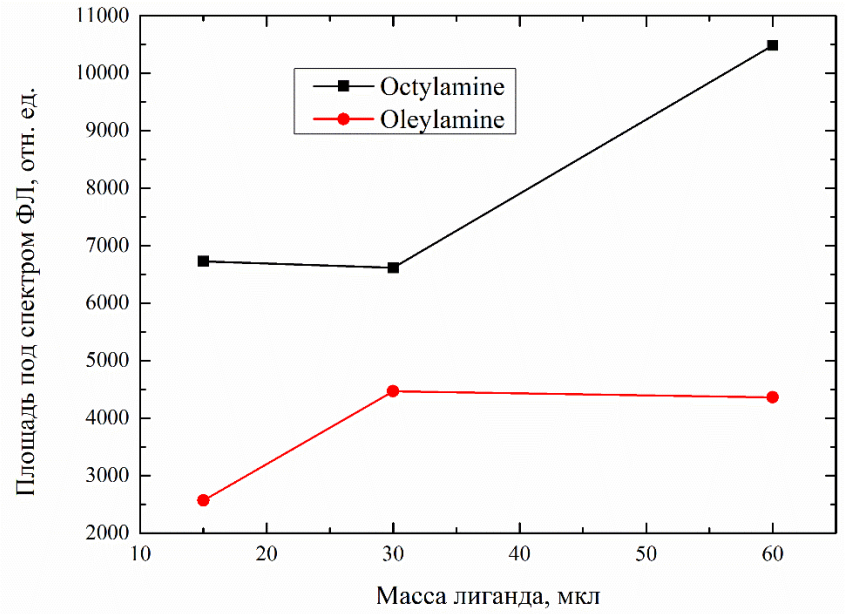


Рис. 5. Интегральная интенсивность ФЛ нанокристаллов перовскита при разных концентрациях лигандов

Характеристики нанокристаллов перовскита MAPBr при разных концентрациях лигандов приведены в таблицах 1 и 2, для октиламина и олеиламина, соотвественно.

Таблица 1. **Положение и полуширина пика ФЛ, ширина запрещенной зоны (E_g) нанокристаллов перовскита MAPBr в толуоле с различной концентрацией октиламина.**

Масса октиламина, мкл	15	30	60
Пик ФЛ, нм	458	459	456
Полуширина пика, нм	24.9	23.0	21.6
E_g, эВ	2.71	2.70	2.72

Таблица 2. **Положение и полуширина пика ФЛ, ширина запрещенной зоны (E_g) нанокристаллов перовскита MAPBr в толуоле с различной концентрацией олеиламина.**

Масса олеиламина, мкл	15	30	60
Пик ФЛ, нм	515, 535	467	457
Полуширина пика, нм	57.0, 20.7	35.3	23.1
E_g, эВ	2.41, 2.32	2.66	2.71

Получены нанокристаллы органометаллического перовскита состава $CH_3NH_3PbBr_3$ с яркой фотолюминесценцией. Изменением концентрации лигандов возможно контролировать область фотолюминесценции без замены состава галогенов в перовските. Увеличение концентрации лигандов в растворе перовскита уменьшает ширину пика, что свидетельствует о лучшем качестве полученных нанокристаллов. Увеличение ширины запрещенной зоны говорит об уменьшении размеров нанокристаллов. Заменой лиганда октиламина олеиламином и изменением концентрации от 15 до 60 мкл можно менять пик ФЛ от 456 до 535 нм. При этом октиламин позволяет получить нанокристаллы лучшего качества. Также с увеличением концентрации лигандов получаются нанокристаллы с меньшим разбросом размеров.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки Республики Казахстан (грант AP08052623).

ЛИТЕРАТУРА

[1] Kojima A., Teshima K., Shirai Y., Miyasaka. Organometal halide perovskites as visible-light sensitizers for photovoltaic cells // J. Am. Chem. Soc. – 2009. – v. 131, N 17. – P. 6050–6051.

[2] Best Research-Cell Efficiencies. https://www.nrel.gov/pv/cell-efficiency.html.

[3] Xing G., Mathews N., Lim S.S., Yantara N., Liu X., Sabba D., Grätzel M., Mhaisalkar S., Sum T. C. Low-temperature solution-processed wavelength-tunable perovskites for lasing //Nature materials. – 2014. – Vol. 13. – № 5. – P. 476.

[4] Xiao Z., Kerner R.A., Zhao L., Tran N.L., Lee K.M., Koh T.-W., Scholes G. D., Rand B.P. Efficient perovskite light-emitting diodes featuring nanometre-sized crystallites //Nature Photonics. – 2017. – Vol. 11. – № 2. – P. 108.

[5] Wang H. C., Bao Z., Tsai H. Y., Tang A. C., Liu R. S. Perovskite quantum dots and their application in light-emitting diodes //Small. – 2018. – Vol. 14. – №. 1. – P. 1702433.

[6] Wang N., Liu W., Zhang Q. Perovskite-based nanocrystals: synthesis and applications beyond solar cells //Small Methods. – 2018. – V. 2. – №. 6. – P. 1700380.

[7] Levchuk I., Herre P., Brandl M., Osvet A., Hock R., Peukert W., Brabec C. J. et al. Ligand-assisted thickness tailoring of highly luminescent colloidal CH 3 NH 3 PbX 3 (X= Br and I) perovskite nanoplatelets //Chemical Communications. – 2017. – V. 53. – №. 1. – P. 244-247.

[8] Kovalenko M. V., Manna L., Cabot A., Hens Z., Talapin D. V., Kagan C. R., Klimov V. I., Rogach A. L., Reiss P., Milliron D. J. Prospects of nanoscience with nanocrystals. – 2015. – V. 9. – P. 1012-1057.

[9] Li X., Cao F., Yu D., Chen J., Sun Z., Shen Y., Zhu Y., Wang L., Wei Y., Wu Y., et al. All inorganic halide perovskites nanosystem: synthesis, structural features, optical properties and optoelectronic applications //Small. – 2017. – Vol. 13. – №. 9. – P. 1603996.

[10] Shamsi J., Rastogi P., Caligiuri V., Abdelhady A. L., Spirito D., Manna L., Krahne R. Bright-emitting perovskite films by large-scale synthesis and photoinduced solid-state transformation of CsPbBr3 nanoplatelets //ACS nano. – 2017. – Vol. 11. – №. 10. – P. 10206-10213.

[11] Wei S., Yang Y., Kang X., Wang L., Huang L., Pan D. Room-temperature and gram-scale synthesis of CsPbX 3 (X= Cl, Br, I) perovskite nanocrystals with 50–85% photoluminescence quantum yields //Chemical Communications. – 2016. – Vol. 52. – №. 45. – P. 7265-7268.

[12] Wang K.-H., Wu L., Li L., Yao H.-B., Qian H.-S., Yu S.-H. Large-scale synthesis of highly luminescent perovskite-related CsPb2Br5 nanoplatelets and their fast anion exchange //Angewandte Chemie. – 2016. – Vol. 128. – №. 29. – P. 8468-8472.

[13] Papavassiliou G. C., Pagona G., Karousis N., Mousdis G. A., Koutselas I., Vassilakopoulou A. Nanocrystalline/microcrystalline materials based on lead-halide units //Journal of Materials Chemistry. – 2012. – Vol. 22. – №. 17. – P. 8271-8280.

[14] Sapori D., Kepenekian M., Pedesseau L., Katan C., Even J. Quantum confinement and dielectric profiles of colloidal nanoplatelets of halide inorganic and hybrid organic–inorganic perovskites //Nanoscale. – 2016. – Vol. 8. – №. 12. – P. 6369-6378.

[15] Protesescu L., Yakunin S., Bodnarchuk M. I., Krieg F., Caputo R., Hendon C. H., Yang R. X., Walsh A., Kovalenko M. V. Nanocrystals of cesium lead halide perovskites (CsPbX3, X= Cl, Br, and I): novel optoelectronic materials showing bright emission with wide color gamut //Nano letters. – 2015. – V. 15. – №. 6. – P. 3692-3696.

К.С. Секербаев, Г.К. Муссабек, Е. Шабдан, Е.Т. Таурбаев

Органометаллдық перовскиттің нанокристалдарының фотолюминесценциясын лигандтарды қосу арқылы реттеу

Аннотация. Органометаллдық перовскиттердің нанокристалдары фотовольтаикада ғана емес, сонымен қатар жарық шығарушы құрылғыларда қолдану үшін керемет қасиеттерін көрсетті. Осы жұмыс тиімді фотолюминесценциясы бар, құрамы $CH_3NH_3PbBr_3$ болатын органометаллдық перовскиттердің коллоидты нанокристалдарын лигандтардың көмегімен қайта отырғызу әдісімен синтездеуді оңтайландыруға арналған. Зерттеулер фотолюминесценция спектроскопиясы және оптикалық өткізу спектроскопиясы әдістерімен жүргізілді. Фотолюминесценция және өткізу спектрлерін талдау нәтижесінде нанокристалдарды синтездеудің барысында олеиламин және октиламин лигандтарының концентрациясын өзгерту арқылы олардың өлшемдері мен фотолюминесценцияның толқын ұзындығын кванттық өлшемді эффектінің арқасында реттеуге болатындығы анықталды. Лигандтарды өзгертуге байланысты фотолюминесценция спектрінің шыңы 456-535 нм аралығында өзгертілді.

Түйін сөздер: перовскит, метиламмоний, галогенидтер, фотолюм,инесценция, жұтылу спектроскопиясы.

УДК 625.746

U. Murzakhmetova[1], D. Nesipbayeva[1], A. Izembayeva[1], A.Alshynova[2]
[2]KazakhstaKazakh automobile and road Institute. L. B. Goncharova, Almaty, Kazakhstan
[2]Almaty technological University, Almaty, Kazakhstan
E-mail: u_murzakhmetova@mail.ru

Study of the impact of road conditions and road markings on road safety

Abstract. The article discusses the technology for creating thermoplastics for road markings of increased durability and selected a recipe that takes into account the specific conditions of road markings.

A complete analysis of the physical and chemical processes of interaction of the composite material for road marking on a polymer basis with the road surface is given. The mechanism of interaction in the thermodynamic system "composite marking material-asphalt concrete coating", which determines the wetting processes of hydrophilic and hydrophobic components of the roadway.

Keywords: road marking, marking materials, thermoplastics, polymer materials.

У.А. Мурзахметова[1], Д.Н. Несипбаев[1], А.К. Изембаева[1], А.М. Алшынова[2]
([1]Казахский автомобильно-дорожный институт им. Л.Б. Гончарова, Казахстан, Алматы
[2]Алматинский Технологический Университет, Казахстан, Алматы
E-mail: u_murzakhmetova@mail.ru)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СОСТОЯНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ И ДОРОЖНОЙ РАЗМЕТКИ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

Аннотация. В статье рассмотрена технология создания термопластов для дорожной разметки повышенной долговечности и выбрана рецептура, учитывающие конкретные условия применения дорожной разметки.

Приведены полный анализ физико-химических процессов взаимодействия композиционного материала для дорожной разметки на полимерной основе с дорожным покрытием. Механизм взаимодействия в термодинамической системе «композиционный материал разметки – асфальтобетонное покрытие», определяющий процессами смачивания гидрофильных и гидрофобных компонентов дорожного полотна.

Ключевые слова: разметка дорог, разметочные материалы, термопласты, полимерные материалы.

В настоящее время в Республике Казахстан продолжает оставаться актуальной проблемой высокая аварийность на автомобильных дорогах. Уровень смертности в результате автомобильных аварий на дорогах в нашей стране составляет 27,4 случая на 100 тыс. человек в год (данные на 2018). Для сравнения в России – 20,8, в Турции – 9,6, в Германии - 4,3, в Великобритании – 2,8. Общий социально-экономический ущерб от дорожно-транспортных происшествий составляет до 3,7 % валового национального продукта [1, 2, 3].

В настоящее время дорожная разметка является эффективным средством организации движения транспортных средств, способствующим повышению безопасности дорожного движения, снижению количества дорожно-транспортных происшествий и уменьшению их последствий, увеличению скоростей движения и пропускной способности автомобильных дорог. По данным ООН, наличие разметки на дорожном покрытии позволяет снизить количество дорожно-транспортных происшествий почти на 20%.

Одним из приоритетных направлений развития химии и технологических процессов в области дорожно-строительных материалов является производство разметочных материалов на основе полимеров [4, 5].

Свойства разметки и срок ее службы во многом определяются качеством используемых разметочных материалов и технологией их нанесения. Применяемые материалы во многих случаях не обладают требуемыми функционально-эксплуатационными свойствами, вследствие этого они либо плохо видны в темное время суток, либо быстро изнашиваются, в результате чего разметка на автомобильной дороге практически отсутствует в течение нормативного срока эксплуатации. Необходимо, чтобы разметка не только была нанесена на дорожное покрытие, но и обладала качествами, позволяющими сохранять ее свойства в самых различных условиях эксплуатации.

Для решения такого рода задачи нужно выбрать рецептуру и технологический процесс производства разметочных материалов на основе полимеров. Применение полимеров обеспечивает требуемые показатели однородности и долговечности разметки как композиционного материала, соответствие требованиям нормативных документов. Поэтому задача выбора и управления рецептурами материалов для разметки, обеспечивающих высокие эксплуатационные качества и снижение аварийности на автомобильных дорогах, разработка методов научного сопровождения их производства являются важной задачей в управлении дорожного движения.

Для достижения поставленной цели нужно изучить процессы физико-химического взаимодействия между термопластом и поверхностью асфальтобетона с различной степенью износа и определить основных факторов, влияющих на срок службы дорожной разметки из термопластов.

Процессы, происходящие на границе между асфальтобетоном и термопластом при нанесении разметки, изучались в рамках трех моделей взаимодействия, характерных для реальных условий эксплуатации дорожного покрытия (рисунок 1).

Эксплуатационное состояние А – дорожная разметка наносится на свежеуложенное асфальтобетонное дорожное покрытие, при этом термопласт взаимодействует в основном с битумом, который покрывает сплошной пленкой минеральные компоненты покрытия. Параметр макрошероховатости поверхности, определяемый как среднеквадратическое отклонение разноглубинности, оценивается как $Rcp \leq 2$ мм.

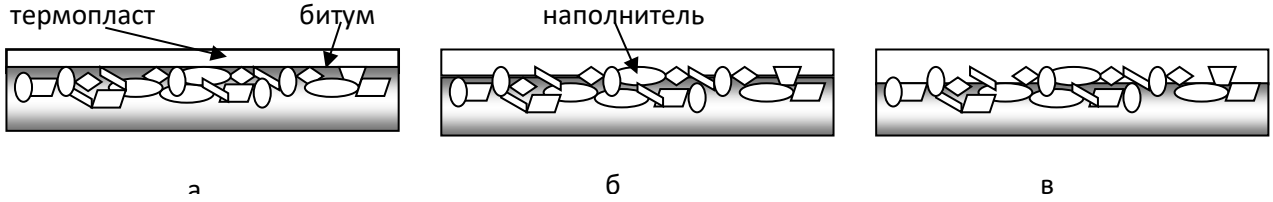


Рис. 1. Варианты нанесения дорожной разметки на асфальтобетонное дорожное покрытие с различной степенью износа

Эксплуатационное состояние Б – дорожная разметка наносится на асфальтобетонное покрытие, которое под воздействием климатических и эксплуатационных факторов частично состарилось. В этом случае поверхностный слой битума отчасти утрачен, и термопласт разметки взаимодействует уже с системой «битум – минеральный наполнитель», $Rcp \leq 3$ мм.

Эксплуатационное состояние В – дорожная разметка наносится на сильно изношенное асфальтобетонное покрытие, которое в поверхностном слое характеризуется практически полным отсутствием битума, а термопласт взаимодействует в основном с минеральными компонентами, $Rcp \leq 5$ мм.

Базовый состав термопласта для исследований представляет собой композиционный материал, состоящий из нескольких компонентов, обеспечивающих функциональные характеристики (таблица 1).

При нанесении термопласта на поверхность асфальтобетона смачивание осуществляется натеканием объемного слоя (фронта) термопласта под действием рабочего органа маркировочной машины. Шероховатость, пористость, различные виды загрязнения создают энергетические барьеры сопротивления смачиванию и растеканию.

Таблица 1. **Базовый состав термопласта для дорожной разметки типа «Кратер-1»**

Компонент	% масс	Назначение
Углеводородная смола или канифольная смола «Пентанокс»	22-25	Связующее
Диоктилфталат (ДОФ)	2,5-3	Пластификатор
Стирол-изопрен-стирол блоксополимер (SIS)	1-1,5	Модификатор адгезии к асфальтобетону
Воск полиэтиленовый ПВ-200	0,5-2	Модификатор
TiO2	8-10	Пигмент-наполнитель
Стеариновая кислота C18H36O2	1,2-1,5	Мягчитель
Стеклянные микрошарики	25-30	Световозвращающий эффект
Кварцевый песок, мел, кальцит	Остальное	Наполнитель

На эффективность смачивания оказывает влияние и процесс быстрого повышения вязкости термопласта (η) при охлаждении на воздухе (рисунок 2).

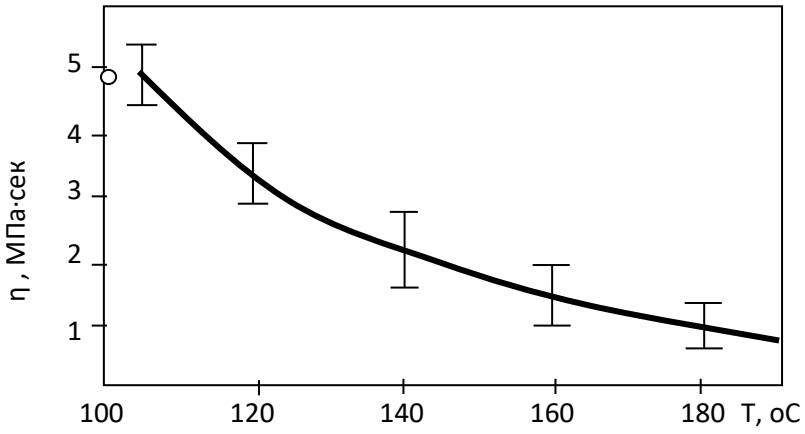


Рис. 2. Зависимость вязкости расплава термопласта от температуры

Кроме того, при смачивании неоднородных, пористых или шероховатых поверхностей происходит запирание пузырьков воздуха в неровностях. По этим причинам наблюдается различная прочность адгезионного соединения термопласта с асфальтобетонным покрытием в зависимости от характеристик поверхности последнего (таблица 2).

Таблица 2. **Прочность адгезионного соединения термопласта с асфальтобетонным дорожным покрытием**

Характеристика поверхности асфальтобетонного дорожного покрытия	Прочность на отрыв, МПа
Эксплуатационное состояние А	8-10
Эксплуатационное состояние Б	9-12
Эксплуатационное состояние В	5-8

Отмечено, что наиболее прочное сцепление термопласта с асфальтобетонным покрытием происходит при нанесении разметки на частично состаренный асфальтобетон.

Поверхность асфальтобетонного покрытия в этом случае представляет собой мозаичную структуру, состоящую из гидрофильных (минеральных материалов) и гидрофобных (битум) участков. Соответственно можно выделить два механизма адгезии термопласта к асфальтобетону.

Смещение одного из пиков дуплекса связи С = О при 1731 см-1 циклических соединениях пентаэритритового и глицеринового эфиров канифоли до 1738 см-1 позволяет сделать предположение о взаимодействии поляризованного атома кислорода сложных ароматических эфиров с атомом водорода ОН-группы асфальтеновых кислот с образованием водородной связи. Это, в частности, подтверждается, смещением пика колебаний связанных ОН-групп с 3433 см-1 в битуме до 3415 см-1 в композиционном материале (рисунок 3).

Адгезии на границе раздела «минеральная поверхность – термопласт» способствует проникновение расплава термопласта в поры и микротрещины минеральных материалов в процессе нанесения разметки. Адсорбированный термопласт подобно анкерам удерживает пленку на поверхности зерен минеральных материалов.

Таким образом, благодаря физико-химическим взаимодействиям расплавов термопласта и битума, а также термопласта с поверхностью минерального наполнителя образуется прочный контакт на поверхности раздела «термопласт – асфальтобетон». Отрыв сформировавшейся пленки термопласта на границе раздела с поверхностью асфальтобетона имеет когезионный характер.

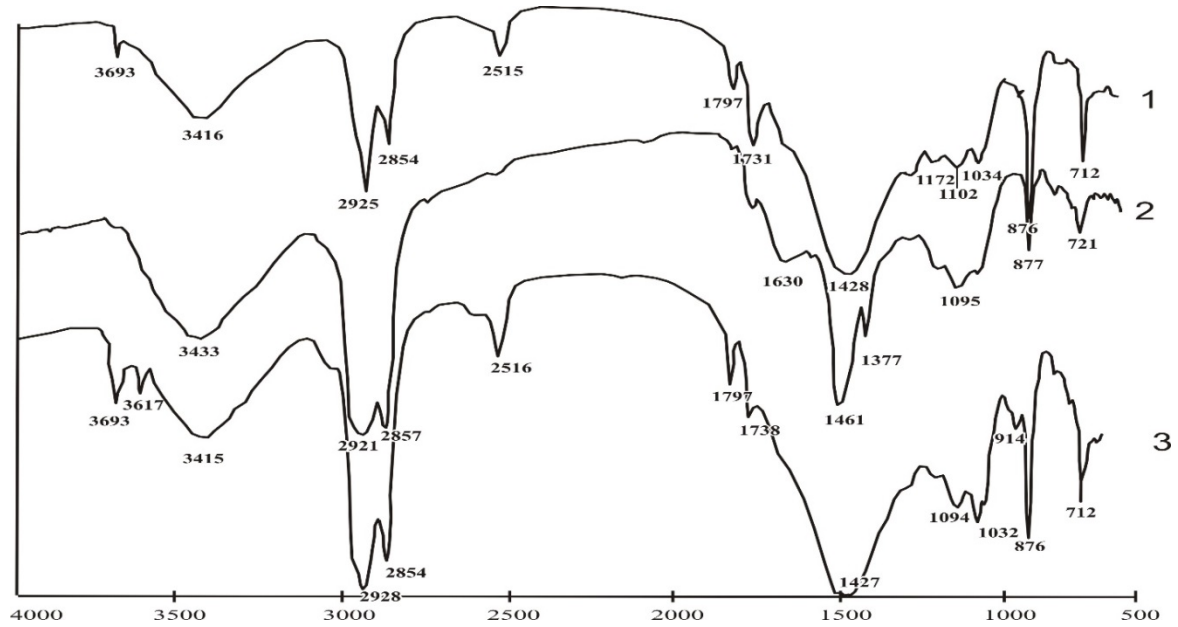


Рис. 3. Данные ИКС: 1 – термопластичный материал «Кратер - 1»;
2 – битум; 3 – композиционный материал на их основе.

Изучение температурных полей на границе дорожного покрытия и расплава термопласта показывает наличие четырех характерных областей взаимодействия системы «термопласт – асфальтобетон» (рисунок 4)

Из рисунка следует, что:

1 область – термопласт находится в жидком состоянии, битум покрытия – в твердом, температура его стремительно повышается. В этой области процессы взаимодействия компонентов характеризуются процессами смачивания, диффузии, окисления.

2 область – термопласт и битум находятся в жидкофазном состоянии, при котором процессы взаимодействия значительно активизируются. Помимо диффузионных процессов, в этом диапазоне температур имеет место образование химических связей между полимерной частью термопласта и компонентами битума.

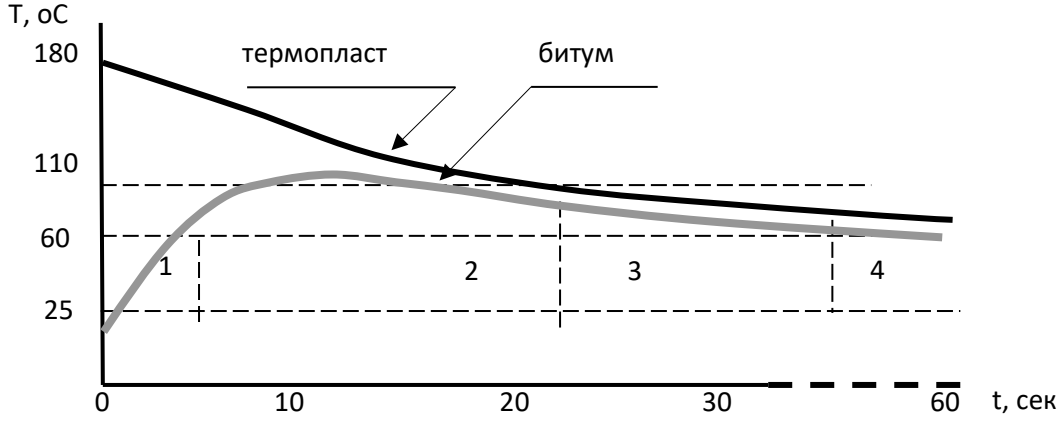


Рис. 4. Термокинетические зависимости системы «термопласт-асфальтобетон» при нанесении разметки

3 область – термопласт переходит в твердое состояние (при Т=90-110oС), битум находится в жидкой фазе. Можно говорить о смачивании битумом твердой поверхности термопласта, но с учетом предыдущих реакций между компонентами на этой стадии процессы взаимодействия практически завершаются.

4 область – зона медленного охлаждения затвердевших термопласта и битума. В этой области происходят релаксационные процессы в системе – минимизируются механические напряжения, завершаются окислительные процессы.

На основании выше проведённого исследования сделаны следующие выводы:

1. Рассмотрена технология создания термопластов для дорожной разметки повышенной долговечности и выбрана рецептура, учитывающие конкретные условия применения дорожной разметки.

2. Проведен анализ физико-химических процессов взаимодействия композиционного материала для дорожной разметки на полимерной основе с дорожным покрытием. Механизм взаимодействия в термодинамической системе «композиционный материал разметки – асфальтобетонное покрытие», определяющий процессами смачивания гидрофильных и гидрофобных компонентов дорожного полотна.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Об утверждении формы статистического отчета «О дорожно-транспортных происшествиях, повлекших гибель или ранение людей»// Приложение 1 к приказу и.о. Генерального Прокурора РК от 01.08.2019 года № 80.

[2] Анализ дорожно-транспортных происшествий на автодорогах Республики Казахстан// А.К. Ибраимов, Т.М. Дюсенгалиева, А.А. Тешбаева. Материалы XVI Международной научно-практической конференции КазАТК им. М. Тынышпаева на тему: «Инновационные технологии на транспорте: образование, наука, практика» (3-4 апреля 2017 г.), том 2.

[3] Закон Республики Казахстан от 17 апреля 2014 № 194-V «О дорожном движении» (с изменениями и дополнениями по состоянию на 27.12.2019 г.).

[4] Каленов, Г. К. Повышение безопасности дорожного движения в Республике Казахстан / Г. К. Каленов. Автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.22.10. –М.: -2008. – 16 с.

[5] Кременец, Ю. А. Технические средства организации дорожного движения. - М.: ИКЦ «АКАДЕМКНИГА». -2005. - 268 с.

[6] Возный, С. И. Долговечные материалы для дорожной разметки. Химия и технология. Научное издание / А. А. Артеменко, С. И. Возный, С. М. Евтеева, А. В. Кочетков. Саратов: Изд. «РАТА». -2011. 182 с.

[7] Костова, Н. З. Контрольно-полевые испытания материалов для разметки дорог / Н. З. Костова, В. М. Юмашев // Дорожная техника и технологии. - 2001. - № 6. - С. 78 - 82.

[8] Методические рекомендации по выбору и применению материалов для разметки автомобильных дорог / ФГУП «Союздорнии». - М.: ФГУП «Союздорнии». -2002. - 42 с.

[9] Лабораторное оборудование для исследования и контроля качества дорожных работ. SRConsulting Ltd. Finland. -2000.

[10] ГОСТ Р 52576-2006 «Дороги автомобильные общего пользования. Материалы для дорожной разметки. Методы испытаний».

[11] СТ РК 2066-2010 Дороги автомобильные общего пользования. Материалы для дорожной разметки. Технические требования.

[12] СТ РК 1124-2003 Технические средства организации дорожного движения. Разметка дорожная. Технические требования.

[13] ГОСТ Р 52576-2006 Дороги автомобильные общего пользования. Материалы для дорожной разметки. Методы испытаний.

[14] ГОСТ 32830-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Материалы для дорожной разметки. Технические требования.

[15] Свежинский, В.Н. Материалы и изделия для дорожной разметки / В.Н. Свежинский, С.А. Малышкин // Мир дорог. – 2016 – № 4 –С. 22–23.

Мурзахметова Ұ.А., Несипбаев Д.Н., Изембаева А.К., Алшынова А.М.

Түйіндеме. Автомобиль жолдарының күйі мен жолтаңбаларының жол қозғалысының қауіпсіздігіне әсерін зерттеу

Мақалада ұзақ мерзімді жол белгілері үшін термопластты жасау технологиясы қарастырылған және жол таңбаларын қолданудың нақты шарттарын ескеретін рецептура таңдалған. Жол жабыны бар полимерлік негізде жол белгілеу үшін композициялық материалдың өзара әрекеттесуінің физика-химиялық процестерін толық талдау келтірілген. Жол төсемінің гидрофильді және гидрофобты компоненттерін суландыру үдерістерімен анықталатын "таңбаның композициялық материалы – асфальтбетонды жабынды" термодинамикалық жүйесіндегі өзара әрекеттесу механизмі қарастырылған.

Түйінді сөздер: жол белгілеу, белгілеу материалдары, термопластар, полимерлік материалдар.

УДК 620.178

K. Seitkazenova[1], M. Asylbek[1], U. Murzakhmetova[2], A.M. Alshynova[3]
([1]Yuzhno-Kazakhstan state University. M. Auezova, Shymkent, Kazakhstan
[2]KazakhstaKazakh automobile and road Institute. L. B. Goncharova, Almaty, Kazakhstan
[3]Almaty technological University, Almaty, Kazakhstan
E-mail: u_murzakhmetova@mail.ru)

DURABILITY OF MATERIALS UNDER REPEATED DYNAMIC LOADING

Abstract. The regularities of micro-shock fatigue destruction of annealed metal materials under severe loading conditions are revealed.

Based on the law of damage summation and taking into account the features of crack formation in dynamically deformed volumes of wearable materials, a model for erosion is obtained. Generalization of the obtained partial model at the micro-macro-scale level of wear allowed us to obtain a universal power dependence suitable for evaluating the durability of materials. The law of summation of damages for step loading is presented.

Keywords: crack, wear, erosion, fatigue life

К.К. Сейтказенова[1], М.М. Асылбек[1], У.А.Мурзахметова[2], А.М. Алшынова[3]
([1]Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауезова, Казахстан, Шымкент
[2]Казахский автомобильно-дорожный институт им. Л.Б. Гончарова, Казахстан, Алматы
[3]Алматинский Технологический Университет, Казахстан, Алматы
E-mail: u_murzakhmetova@mail.ru)

ДОЛГОВЕЧНОСТЬ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ПОВТОРНОМ ДИНАМИЧЕСКОМ НАГРУЖЕНИИ

Аннотация. Выявлены закономерности микроударного усталостного разрушения отожженных металлических материалов в жестких условиях нагружения.

На основании закона суммирования повреждений и учета особенностей образования трещин в динамически деформируемых объемах изнашиваемых материалов получена модель при эрозии. Обобщение полученной частной модели на микро- макромасштабном уровне изнашивания позволила получить универсальную степенную зависимость, пригодную для оценки долговечности материалов. Представлен закон суммирования повреждений для ступенчатого нагружения.

Ключевые слова: трещина, изнашивание, эрозия, усталостная долговечность.

Введение

Разрушение объема материала на поверхности цилиндровой втулки двигателя, подвергающейся повторному динамическому нагружению кумулятивными микроструйками, каплями жидкости или сферическими ударными волнами, схематично можно представить следующим образом (рисунок 1).

Воздействие на поверхность материала отдельного импульса давления приводит к образованию вмятины, на периферии которой возникают концентрические изолированные трещины небольшой глубины. Возникновение трещины связывают с наличием поверхностных дефектов типа микротрещин, присутствующих в тонком поверхностном слое материала до нагружения и действием растягивающих напряжений от волн Релея. На первом этапе в зоне прохождения волны преобладают напряжения сжатия. В дальнейшем от контактной области отделяется волна сдвига и в деформированной зоне материала на значительном расстоянии по радиусу действуют заметные напряжения растяжения.

На некоторой глубине δ от поверхности могут возникать поперечные трещины. Можно считать, что глубина их расположения соответствует границе зоны пластической деформации δ. Причиной возникновения поперечных трещин являются так называемые «внутренние отражения», в частности, отражение упругой волны разгрузки от более медленной продольной упругопластической волны. Важно заметить, что упругая волна разгрузки после отражения превращается в волну растяжения.

Объекты и методы исследования

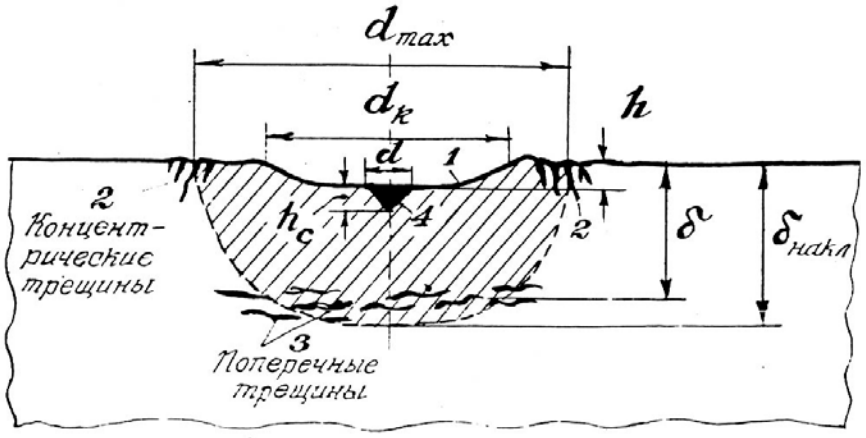
Для проведения исследования усталостной долговечности изнашиваемых материалов смоделировано специальные образцы из конструкционной стали. Специальные образцы подвергнуты к циклическим миркоударам.

Методом исследования

Для определения усталостной долговечности изнашиваемых материалов использовано метод оценки разрушения от циклической усталости на макроскопическом уровне с использованием линейной теории накопления повреждений.

Результаты и их обсуждение

По данным работы [1] на поверхности кратера при испытании металлов на МСВ могут возникать конические углубления глубиной $h_c \cong 0{,}1d_k$ с прямым углом при вершине. Возникновение таких углублений связывается с действием наибольших касательных напряжений (рисунок 1). Очевидно также, что в объеме материала под пятном контакта могут возникать повреждения в результате накопления сдвиговых деформаций наряду с отрывным действием отраженных волн разгрузки.



1 – поверхность кратера; 2 – концентрические трещины;
3 – поперечные трещины; 4 – коническое углубление в центре кратера

Рис. 1. Схема расположения повреждений при воздействии на материал струи жидкости (капли жидкости)

В ряде случаев в зоне контакта не исключено также появление и дальнейшее развитие радиальных трещин вследствие эрозионного выкрашивания более хрупких составляющих микроструктуры, например, частиц карбидов в сталях, чугунах и других материалах.

В зависимости от скорости удара и свойств материала возникновение и развитие трещин от начального размера $\ell 0$ до критической длины ℓкр, достаточной для последующего образования продуктов изнашивания путем скола или отрыва, может происходить после различного числа внешних импульсов.

От отдельных сильных ударов в материале, по-видимому, сразу могут возникать трещины критической длины и соответствующие им по размерам продукты эрозии. Скорость таких ударов будет сопоставимой с критической скоростью ϑкр, являющейся важной характеристикой изнашиваемого материала.

Если разрушение происходит после значительного числа ударов, т.е. имеет место мало- или многоцикловая поверхностная усталость, то рост трещины до критической длины можно рассматривать как результат взаимодействия волн напряжений с вершинами активируемых трещин. Наблюдаемое на практике искривление поверхностных трещин при их развитии вглубь материала является следствием такого взаимодействия. Важно отметить, что для роста трещины волна напряжения не обязательно должна быть растягивающей. В работе [2] теоретически и экспериментально показано, что взаимодействие волны сжатия с вершиной трещины приводит к возникновению растягивающих напряжений в материале перед трещиной и к изменению направления ее дальнейшего роста.

С позиций линейной механики разрушения можно полагать, что сопротивление материала при скоростях удара $\vartheta \geq \vartheta$кр связано с вязкостью разрушения KIC; при $\vartheta < \vartheta$кр и сравнительно медленном росте трещины – с циклической вязкостью, а именно: с параметром $K_{IS}^{\min}$, характеризующим условия страгивания (активации) трещины при наименьшем стеснении пластической деформации, и с

параметром $K_{IS}^{\max}$, соответствующим предельному состоянию материала при $K_{I\,C}$, или $K_{II\,C}$, или $K_{III\,C}$, в зависимости от исходной структуры материала и режима нагружения.

Для прогнозных оценок эрозионной стойкости конструкционных материалов и покрытий необходимо знать зависимость критического числа микроударов, или аккумуляционного периода накопления повреждений тонким поверхностным слоем, от скорости (давления) струи или капель жидкости и механических свойств изнашиваемых материалов.

Анализ кинетики микроударного усталостного разрушения отожженных металлических материалов в жестких условиях нагружения позволяет считать наиболее вероятными следующие закономерности:

– возникновение в течение аккумуляционного периода τакк пластически деформированного слоя глубиной δнакл.;

– развитие специфического микрорельефа на поверхности в виде ряби и отдельных кратеров преимущественно сферической формы;

– постепенное разрушение поверхностного слоя, возникновение и рост концентрических радиальных и поперечных микротрещин, сопоставимых с размерами пластически деформированного слоя;

– образование продуктов эрозии, сопоставимых с размерами радиальных и поперечных трещин.

При оценке усталостной долговечности изнашиваемых металлов используется линейная теория накопления повреждений. Типичная диаграмма усталостного разрушения показана на рисунке 2. На этой диаграмме σ – амплитуда напряжений, N – число циклов. Будем считать, что среднее напряжение цикла равно нулю и амплитуда напряжений в процессе испытаний не изменяется.

В интервале амплитуд от σ0 до σ2 кривая усталости I может быть аппроксимирована функцией

$$\left(\sigma - \sigma_0\right)^n N = const_1, \tag{1}$$

где: n и const1 – опытные постоянные испытываемого материала;

n, N и const1 – случайные величины.

Кривая I соответствует разрушению образцов от циклической усталости на макроскопическом уровне.

Кривая II характеризует момент появления разных повреждений на разных уровнях нагрузки. Уравнение этой кривой:

$$\left(\sigma - \sigma_0\right)^n N = const_2, \tag{2}$$

где: N – число нагружений до заданной степени повреждений;

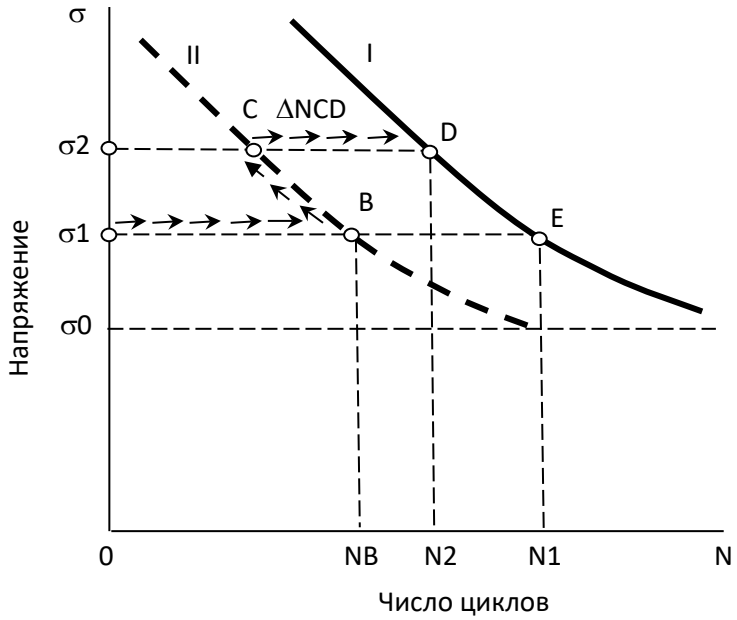
const2 – постоянная, характеризующая свойства материала при заданной степени повреждений.

Для ступенчатой схемы нагружения, показанной на рисунке 3, после перехода от напряжения σ1 к σ2 суммарное число циклов до разрушения материала окажется равным

$$N = NB + \Delta NCD. \tag{3}$$

На основании выражений (1) и (2) для точек B, C, D и E можно записать:

$$\left.\begin{array}{ll} \left(\sigma_1 - \sigma_0\right)^n N_B = const_2; & \left(\sigma_2 - \sigma_0\right)^n \left(N_2 - N_{CD}\right) = const_2; \\ \left(\sigma_2 - \sigma_0\right)^n N_2 = const_1; & \left(\sigma_1 - \sigma_0\right)^n N_1 = const_1. \end{array}\right\} \tag{4}$$



Стрелками показан переход с одной ступени нагружения на другую

Рис. 2. Схема суммирования повреждений

После несложных преобразований соотношений (3) и (4) определим суммарную долговечность

$$N = N_2 - N_B\left[1-\left(\frac{\sigma_1-\sigma_0}{\sigma_2-\sigma_0}\right)^n\right]. \quad (5)$$

Из (4) вытекают следующие соотношения:

$$\frac{N_B}{N_1}=\frac{const_2}{const_1} \quad \text{и} \quad \frac{\Delta N_{CD}}{N_2}=\frac{const_1-const_2}{const_1}, \quad (6)$$

из которых следует

$$\frac{N_B}{N_1}+\frac{\Delta N_{CD}}{N_2}=1. \quad (7)$$

Соотношение (7) представляет собой частный случай линейного закона суммирования повреждений для двух ступеней нагружения.

В общем случае для m ступеней нагружения закон суммирования повреждений запишется в виде

$$\sum_{i=1}^{m}\left(N_i \big/ N_{кр\,i}\right)=1, \quad (8)$$

где N_i – число циклов нагружения на уровне напряжений с амплитудой σа;

$N_{кр\,i}$ – число циклов нагружения на том же уровне, соответствующее усталостному разрушению образца.

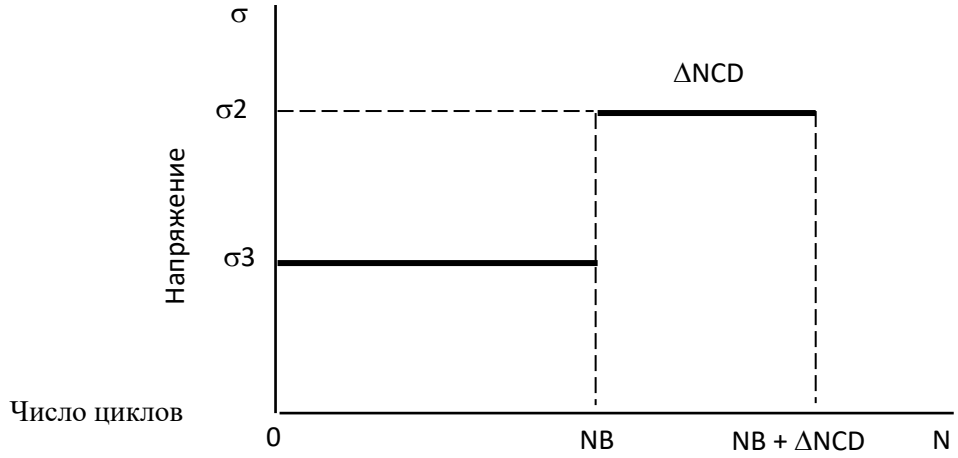


Рис. 3. Схема ступенчатого нагружения

Правая часть выражения (8) при испытании материалов на кручение и изгиб может изменяться в пределах от 0,6 до 2,2 [3].

Возвращаясь к выражению (7) отметим, что оно содержит случайные величины N1, N2 и ΔNCD, что связано с малой выборкой образцов при стандартном способе построения усталостных кривых. Для получения детерминированных усталостных свойств материалов необходимо увеличить количество образцов в партии и применить статистический подход при обработке результатов испытаний.

Уточненный закон суммирования повреждений для рассмотренного случая нагружения можно представить в следующем виде [4]:

$$\frac{N_B}{N_{кр_1}}\left[1+\frac{\left\langle\left(N_1-N_{кр_1}\right)^2\right\rangle}{N_{кр_1}^2}\right]+\frac{\Delta N_{CD}}{N_{кр_2}}\left[1+\frac{\left\langle\left(N_2-N_{кр_2}\right)^2\right\rangle}{N_{кр_2}^2}\right]=1 \quad . \qquad (9)$$

В таком виде закон суммирования повреждений позволяет более точно определить суммарную долговечность при ступенчатом нагружении в сравнении с линейным законом (7) и (8).

Выводы

При оценке усталостной долговечности изнашиваемых металлов используется линейная теория накопления повреждений. По диаграмме усталостного разрушения получены кривые соответствующие разрушению образцов от циклической усталости на макроскопическом уровне, который характеризует момент появления разных повреждений на разных уровнях нагрузки. Испытанием стальных материалов на кручение и изгиб определенен их предел выносливости.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Steller K. Kzrysrtofowicz T. Ewsja Kawitacyjna srub okreta wych-Budownictwo okretowe.–1985.–V.31, №10.–P.430-435.

[2] Виноградов В.Н., Сорокин Г.М. Износостойкость сталей и сплавов. – М.: Нефть и газ, 1994.–246 с.

[3] Thiruvengadam A. Aunified Theory of Cavitation Damage //Trans. ASME. J. Basic Engr.–1963.–D.85, №3.–P.365-376.

[4] Сейтказенова К.К. Повреждаемость материалов при усталости //Наука и образование Южного Казахстана.– 2002, №30.–С.81-85.

[5] Иванова В. С., Баланкин А. С., Бунин И. Ж., Оксогоев А.А. Синергетика и фракталы в материаловедении. – Мю: «Наука» 1994.

[6] Трощенко В.Т. Деформирование и разрушение металлов при малоцикловом

[7] Погодаев Л.И., Кузьмин В.Н., Матвеевский О.О. Структурно-энергетические модели усталости и эрозии материалов с учетом масштабных уровней деформирования. // Трение и смазка в машинах и механизмах. №6, 2008, - С.3-12.

Сейтказенова К.К., Асылбек М.М., Мурзахметова Ұ.А., Алшынова А.К.

Динамикалық қайта жүктеу кезіндегі материалдардың беріктігі

Түйіндеме. Қатаңды күйде жүктемелеу жағдайында күйдірілген металл материалдардың микросоққылықпен қажумен бұзылуының заңдылықтары анықталды.

Материалдардың бұзылыстарын қосу заңдылығының және тозған материалдардың динамикалық деформациялану көлемдерінде жарықтардың пайда болу ерекшеліктерін есепке алу негізінде эрозия кезіндегі моделі алынды. Алынған жеке модельді тозудың микро- және макромасштабты деңгейінде қорыту материалдардың ұзақ уақытқа жарамдылығын бағалау үшін жарамды әмбебап далалық тәуелділікті алуға мүмкіндік берді. Сатылы жүктеу үшін бұзылыстарды қосу заңдылығы ұсынылған.

Түйінді сөздер: сызаттар, тозулар, эрозия, қажу ұзақтылығы.

L.M. Baitenova

DESIGN OF THE BUSINESS PROCESSES OF THE COMPANY

Abstract. Currently, the dynamic development of the Internet has significantly affected the sphere of trade. For many businesses, online shopping has become a means of maintaining competitiveness in the market. Therefore, an online store was created on behalf of the Parasat trading holding in order to open a new sales market and increase the client Fund. The design process was carried out in order to demonstrate the impact of an online store on business processes. In the course of the work, a design layout of the site was developed using the Digma program. OpenCart CMS was used to create the functional set of the online store. After installing the OpenCart CMS and creating the site database, frontend work and the styling process were carried out. When working with frontend, the site used the JavaScript programming language. And the online store was stylized using the Sass preprocessor.

Keywords: online stores, OpenCart CMS, frontend, JavaScript, Sass, E-commerce.

УДК 004.58

Л.М. Байтенова

(Нархоз университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы,laura.baitenova@narxoz.kz)

КОМПАНИЯНЫҢ БИЗНЕС-ПРОЦЕСТЕРІН ЖОБАЛАУ

Түйіндеме. Қазіргі таңда ғаламтордың қарқынды дамуы сауда-саттық саласына түбегейлі әсер етті. Көптеген кәсіпорындар үшін интернет-дүкендер нарықтағы бәсекелестік қабілетін сақтау құралына айналды. Сол себепті «Parasat» сауда холдингі атынан жаңа сатылым нарығын ашу және клиенттік қорды арттыру мақсатымен интернет-дүкен құрастырылды. Интернет-дүкеннің бизнес-процесстерге әсерін көрнекі түрде баяндау мақсатымен жобалау процессі жүргізілді. Жұмыс барысында Figma бағдарламасы арқылы сайт дизайн-макеті жасалынды. Интернет-дүкен функционалдық жинағын құру үшін OpenCart CMS-і қолданылды. OpenCart CMS-і орнатылып, сайт деректер базасы құрылғаннан кейін frontend жұмыстары және стилизация процессі жүргізілді. Сайт frontend-імен жұмыс жасау барысында JavaScript бағдарламалау тілі қолданылды. Ал интернет-дүкен стилизациясы Sass препроцессері арқылы жүзеге асырылды.

Түйінді сөздер: интернет-дүкендер, OpenCart CMS, frontend, JavaScript, Sass, Электронды коммерция.

Қазіргі таңда, әртүрлі веб-сервистердің адамдар өміріне әсер етуі ғаламтордың қарқынды дамуымен тікелей байланысты. Сауда-саттық процесстердің интернет алаңына көшіу барша салаға өзгерістер еңгізді. Бұл өз кезегінде интернет-дүкендер өзектілігін арттыра түсірді. Интернет-сатылымның ең кешенді жүйесі – интернет-дүкен болып табылады. Интернет-дүкендер тұтынушыларға қажетті өнімді сатып алу процессін әлдеқайда жеңілдетті. Олар қажетті өнімнің барша сипаттамасымен таныса отырып, сапалы тауарға қол жеткізе алады. Өз кезегінде, кәсіпкерлер барша сатылым барысын оңтайлы басқара алады. Жұмыс барысында кәсіпорынға арналған интернет-дүкеннің құрылу процесі қарастырылды.

Технологиялардың қарқынды даму үрдісінің әсері барша әлем салаларына орасан зор әсер етті. Әсіресе ғаламтордың қазіргі таңдағы алатын орны ерекше. Бүгінгі күнде әртүрлі салалардың цифрализациялану барысын көруге болады. Ғаламтордың адамдар өміріне әсері артуына байланысты «Электронды коммерция» термині өз дамуын тапты. «Электронды коммерция» саласы тек интернет-дүкендермен шектеліп қоймайды. Өйткені «Электронды коммерция» термині өте көпқырлы болып табылады. Оның құрамына сауда-саттық, білім беру, интернет-банкинг, әртүрлі қызмет көрсету және

көңіл көтеру және т.б. салалар кіреді. Бұл салалардың ғаламтор кеңістігіне қарқынды көшуінің басты себебі заманауи адамның басты ресурсы – уақытпен тікелей байланысты. Қазіргі заман әлемінде әрдайым даму мен бәсекелестікке дайын болу өте маңызды болып табылады. Сондықтан, адамдар өз уақытын үнемді жұмсауға тырысады. Осыдан өз өнімінді ғаламтор арқылы алға тарту әлдеқайда тиімді екенін аңғаруға болады. Бұл жағдай өз кезегінде көптеген салаларға түбегейлі өзгерістер енгізуі мүмкін [1].

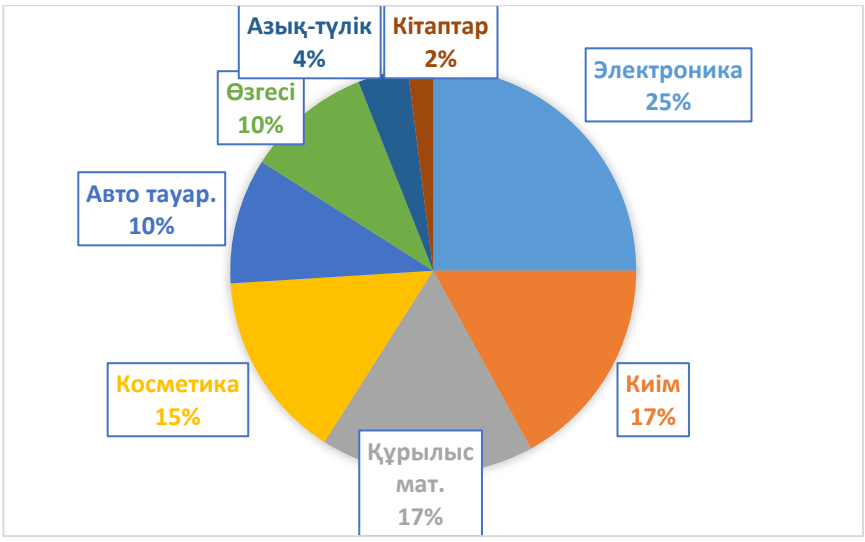
Алайда, электронды коммерцияның ең басты саласы онлайн сауда-саттық болып табылады. Онлайн сауда-саттық бизнеске ғаламтор технологиялары арқылы виртуалды жұмыс жасауға мүмкіндік береді. Онлайн бизнес – өте жас сала. Өйткені, тек 1990 жылға дейін ғаламтор арқылы кәсіптік іс-әрекетті жүзеге асыру тыйым салынған болатын. Ғаламторды бизнес үшін ең алғаш қолданғандар әуе компаниялары болып табылады. Олар ғаламтор арқылы билеттер сата бастады.

1994 жылы ең алғаш интернет-дүкендердің бірі «Amazon» жарық көрді. Алғашқы уақытта тек кітаптар сатылатын болған. Оның себебі кітаптардың жарамдылық мерзімі болмауы. Сондықтан кітаптар онлайн сатылым үшін ең ыңғайлы тауар болды[2].

Ал Қазақстан нарығы туралы айтатын болсақ, онлайн сатылым көрсеткіштері соңғы үш жыл ішінде 2 есе арта түсті. Егер 2019 жылдың қыркүйегінде онлайн сатылымдар мөлшері 300 млрд. тенгені құраса, 2025 жылы бұл көрсеткіштер 1 трлн. тенгеге дейін көтерілуі мүмкін. Орташа есеппен санағанда Қазақстанда онлайн сатылымдардың артуы соңғы бес жыл ішінде 26% пайызды құрайды.

Қазіргі таңда Қазақстан нарығында 1700-ден астам интернет-дүкендер мен 20-ға жуық онлайн сатылым алаңдары жұмыс жасайды. Оларда 1 млн. астам орта және шағын бизнес иегелері өз жұмысын жүзеге асырады. Ал сатып алушылар саңы 2.3 млн. адамды құрайды[3].

Қазақстандық онлайн саудада ең көп сұранысқа ие тауарлар – электроника мен киім-кешек болып табылады. Басқа тауарлар жайлы ақпаратты төмендегі суреттен көруге болады(1-сурет).



1-сурет. Тауарлар сұранысы

Онлайн сатылым АҚШ жалпы тауарайналымының 9% құраса, Қазақстанда тек 1% құрайды. Бұл Қазақстанның үлкен потенциалға ие екенін аңғартады[4]. Осыдан онлайн сауда-саттық пен интернет-дүкендердің өзектілігі тек арта түседі.

Кәсіпорынның әр бөлімінің функцияларын емес, барша кәсіпорын бизнес-процестерінің моделін құруды қажет етеді. Бизнес-процесс - бұл тұтынушылар үшін белгілі бір өнімді немесе қызметтерді құруға бағытталған өзара байланысты іс-шаралар немесе жұмыстар жиынтығы болып табылады. Бұл жердегі тұтынушы сөзін кең мағынада түсіну абзал. Өйткені тұтынушы рөлін қарапайым адам немесе басқа компаниямен жүзеге асырылып жатқан өзге процессте болуы мүмкін.

Кәсіпорынның бизнес-процесстерің талдау көптеген артықшылықтарға ие. Өйткені, бизнес-процесстерді талдау барысында біз жұмыс жасалу ұзақтығы, оның құны және сапасы секілді нақты мәліметтерге жүгінеміз. Соның арқасында кәсіпорын жұмысы қаншалықты тиімді екенін анық аңғаруға болады[5].

Бизнес-модель – кәсіпорынның өзара байланысты және күрделі объектілерің зерттеуге, бизнес-логикасын көрсетуге арналған құрал болып табылады. Оның арқасында кәсіпорынның болашақтағы

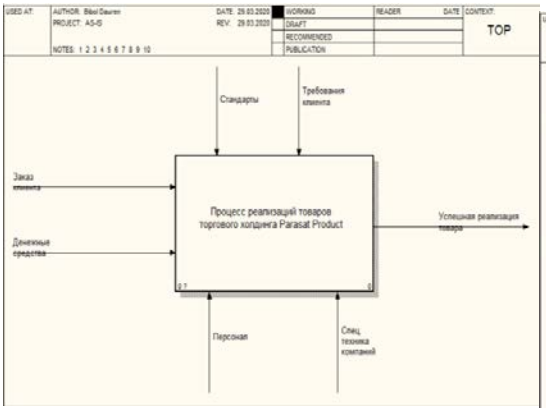
даму үрдісіне ықпалын тигізетін жолды табуға және ұқыпты стратегия құруға мүмкіндік туады[6]. Бизнес-процесстерді модельдеу өте маңызды болып табылады. Көптеген жобалардың сәтсіздігі дәл осы бизнес-модельдердің жоқтығы немесе дұрыс емес құрылуымен тікелей байланысты.

Негізгі бизнес-процестерді жобалау барысында екі модель қолданылады: AS-IS және TO-BE. AS-IS моделі кәсіпорынның қазіргі жағдайын сипаттайды. Ол кәсіпорынның "бүгін не істеп жатқанын" талдап, "ертең не істеуі қажет" екенің анықтайды. Модель анализі кәсіпорынның әлсіз жақтарын анықтауға мүмкіндік береді. Модельде табылған әлсіздіктер TO-BE моделінде дұрысталады. Осының арқасында жүргізілген өзгерістер арқасында артқан кәсіпорын тиімділігін көруге болады. Кейбір жағдайда, AS-IS және TO-BE модельдерінің арасындағы айырмашылық тым үлкен болуы мүмкін. Ол жағдайда бір модельден екінші модельге ауысу жолы анық болмауы мүмкін. Сондықтан, осындай жағдай туындаған кезде үшінші модель көмекке келеді. Мұндай модель SHOULD-BE деп аталады.

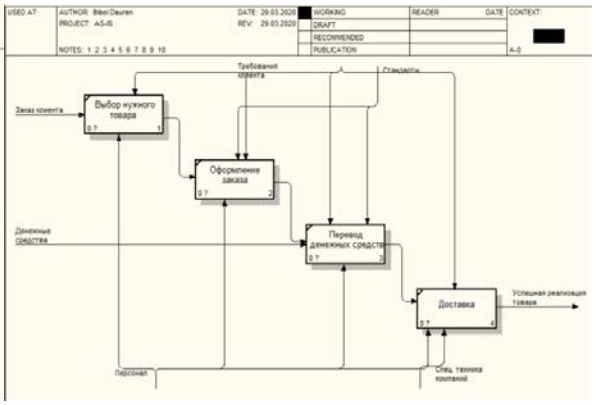
Бизнес-процестерді модельдеудің бірнеше жолы бар, олардың бірі – IDEF0 функционалдық моделдеуі. IDEF0 модельдеу жұмысы кәсіпорынның анық мақсаты және тек бір субъект пен көзқарастың болуын талап етеді.

Бұл модельдің негізгі артықшылығы оның көмегімен жобаның жұмыс істеуінің әкімшілік және ұйымдастырушылық аспектілерін ескеруге болады[7].

AS IS моделін құру арқылы біз кәсіпорынның тауарларды сату процесін анық көре аламыз(2-сурет). AS IS моделінің IDEF0 диаграммасын декомпозициясының арқасында барша процесті толығырақ зерттеп, талдауға мүмкіндік аламыз. Тауарды сату процесіндегі бірінші қадам, сатып алушы қажетті тауарды таңдайды.



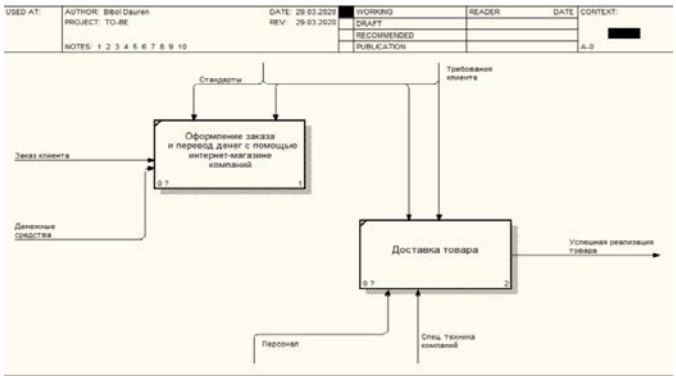
2-сурет. IDEF0 диаграммасы



3-сурет. IDEF0 декомпозициясы

Екінші қадам, ресми келісімшарт жасау. Кейін, сатып алушы сатылымды растап, қажетті қаражат мөлшерін кәсіпорын есепшотына аударады. Соңғы қадам, тауарды сатып алушыға жеткізу. Бұл жұмысты атқару барысында компания қарамағындағы жүк автокөліктері қатысады(3-сурет).

TO BE моделін жобалау бізге жобаның өзгерістерден кейінгі нәтижесін көрсету үшін қажет. Негізгі өзгеріс – сатылым процесінің кезендерің азайтып, әлдеқайда оңайлату. Өзгерістер жайлы IDEF0 диаграммасының көмегімен көбірек білуге болады(4-сурет).



4-сурет. TO BE моделінің IDEF0 диаграммасының декомпозициясы

Кез-келген сайтты құру процесінің ең бірінші қадамы – сайт дизайның құру болып табылады. Бұл өте маңызды кезең. Өйткені, дәл осы кезеңде сайттын түр-сипаты қандай болатыны анықталады. Веб-дизайн саласын екі үлкен бөлікке ажыратуға болады. Олар: UI және UX дизайн.

UI (ағыл. “user interface”) – сайттың келбетімен тікелей жұмыс істейді. Сайттағы түстер, суреттер мен жазулар өлшемі және тағы басқа мәселелерді шешеді.

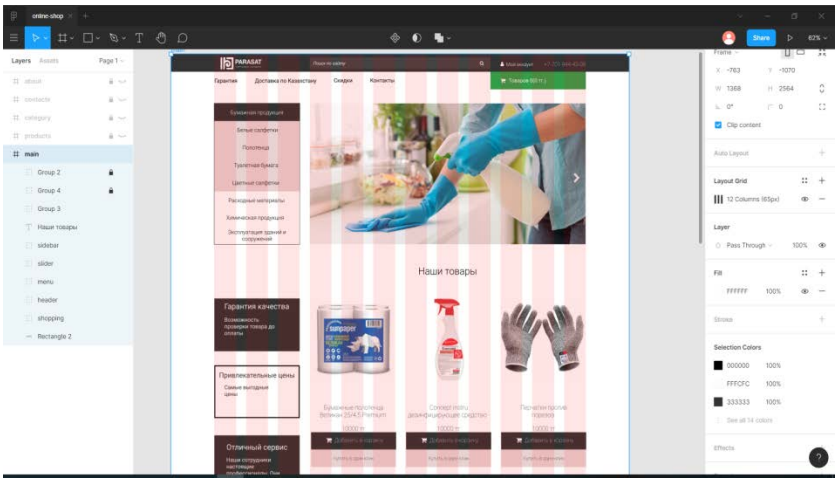
UX (ағыл. “user experience”) – қолданушыларға сайтпен қолдануды ыңғайлы етуге арналған. Яғни, белгілі-бір элементтердің сайт парақшасында орналасу тәртібін жобалау. Осы жұмыс арқасында қолданушы сайтпен жұмыс жасау барысында, барша функционал түсінікті болуына байланысты, оның сайтта қалу мүмкіндігі арта түседі. Бұл өз кезегінде бизнес үшін өте маңызды фактор болып табылады[8].

UX туралы сөз қозғалатын болса UX-стратегия жайлы ұмытпаған жөн. UX-стратегия дегеніміз жобалау мен жобаны жүзеге асыруға дейін жасалатын процесс. Бұл процесстің мақсаты жоба бойынша белгілі бір шешімнің нарықтағы қажеттілігін дәлелдеу болып табылады. Өйткені, ешкімге керексіз өнімді жасау үшін уақыт пен қаражат жұмсау үлкен шығындарға алып келетін еді[9].

Қазіргі таңда сайт дизайның жасауға арналған арнайы бағдарламалар өте көп. Жұмыс барысында “Figma” бағдарламасы қолданылды. Figma – веб-дизайн құруға арналған кросс-платформерлі бағдарлама. Алайда, Figma бағдарламасының desktop-тық нұсқасы бар. Бұл бағдарламаның арқасында сайт дизайның жасау әлдеқайда тез және оңай болды.

Сайт макетің жасау барысында бағандық жүйені ұстану жөн. Оның арқасында әртүрлі объектілердің дұрыс пропорцияға сай орналасуын бақылауға болады. Көптеген сайттар “960 Grid System” бағандық жүйесін қолданады. Дайын бағанды http://960.gs/мекен-жайы арқылы табуға болады[10].

Бағандар арқылы сайт парақшасында орналасқан объектілерді ұқыпты орналастыруға болады. Сонымен қатар, сайт frontend-імен жұмыс барысында көмектеседі (5-сурет).

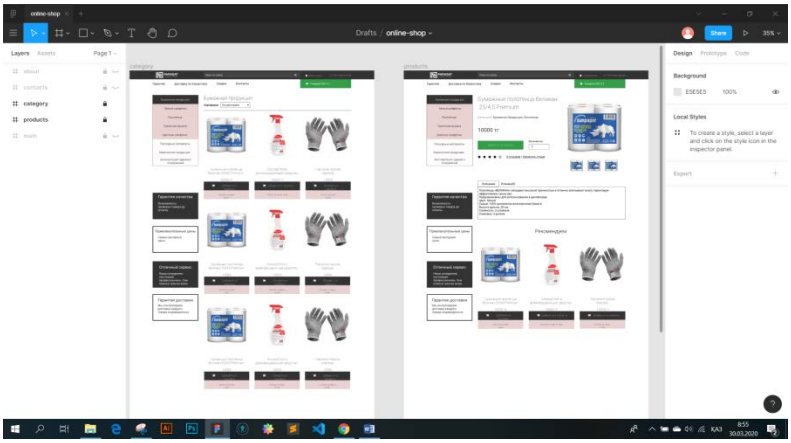


5-сурет. 12 бағандық дизайн

Жоғарыда көрсетілген басты парақшаның дизайнын құрылғаннан кейін “Список товаров” және “Продукт” парақшаларының дизайны құрылды. Дизайнды құру барысында қажетті функционалдар ескеріле отырып жұмыс орындалды (6-сурет).

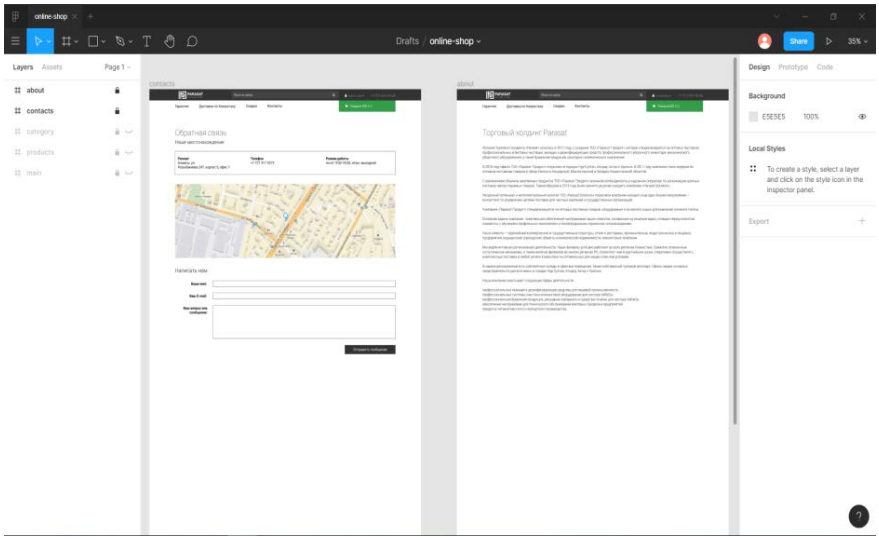
Қазіргі таңда, сайттарды жасауға арналған CMS-тер түрлері өте көп. Жалпы, CMS(ағлш. Content management system) – сайт контентің басқаруға мүмкіндік беретін ақпараттық жүйе болып табылады. Интернет дүкені құру үшін OpenCart CMS-і таңдалды. Себебі, OpenCart CMS-і арнайы интернет-дүкендерді құруға арналып жасалған болатын. Интернет комерция саласындағы ең танымал CMS-тердің бірі дәл осы OpenCart.

OpenCart CMS-і құрамында көптеген қосалқы бағдарламалар мен framework-тар бар. Олардың қатарында Bootstrap, FontAwesome және FlexSlider. Bootsrap әлемдегі ең танымал HTML, CSS және JavaScript кітапханасы болып табылады. FontAwesome әртүрлі белгішелермен жұмыс істеуге мүмкіндік береді. Ал FlexSlider слайдер құру үшін қолданылады[11].



6-сурет. “Список товаров” және “Продукт” парақшалары

Келесі қадам, сайттың «Контакты» және «О нас» парақшалары құрастырылды. Бұл парақшаларда кәсіпорын жайлы ақпарат пен кері байланыс бекітілген (7-сурет).



7-сурет. «Контакты» және «О нас» парақшалары

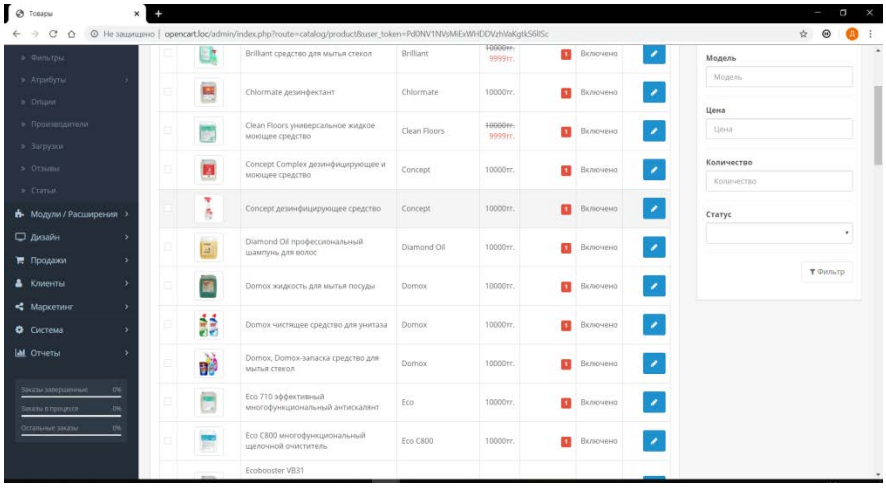
Жұмысты бастау үшін, OpenCart CMS-ің файлын жүктеп алу қажет. Келесі қадам үшін бізге OpenServer локальды сервері қажет. OpenServer арқылы PhpMyAdmin-ды ашып opencart деректер базасын құру міндетті.

OpenServer арқылы локальды сервер арқылы opencart.loc файлы ашылып, OpenCart парақшасы бапталды. Содан кейін администратор парақшасына өтіп қажетті өзгерістерді орнатуды бастау керек.Настройки парақшасына өтіп, дүкеннің негізгі ақпараттары енгізілді. Олардың ішіне дүкен мекен-жайы, байланыс телефон номері, валюта кіреді.

Келесі қадам opencart.loc->catalog->view->theme иерархиясымен жүріп, shop файлын құру. Ол файл ішіне image, teamplate файлдары құрылды. Image файлында қолданылған барша суреттер орналасса, teamplate файлында интернет-дүкеннің парақшасының html-коды орналасқан файлдар жинақталады.

OpenCart администратор панелінде “Категорий” парақшасына көшіп, интернет-дүкеннің тауарлар категорияларын күйге келтіру қажет.Тауарлар категориялары дайын болғаннан кейін, тауарлардың өздерін енгізу қажет. Ол үшін Каталог->Товары парақшасына кіріп, әрбір тауар жайлы ақпаратты еңгізу керек.

Тауарлады енгізу барысында, оның қандай категорияға кіретіні, бағасы, суреті секілді ақпарат беріледі.Тауарлардың бүкіл тізімін келесі суреттен көруге болады (8-сурет).



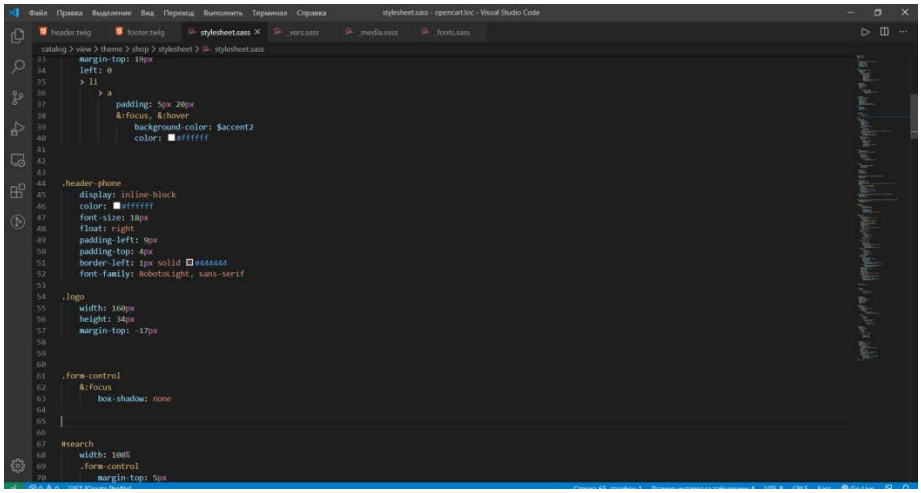
8-сурет. Тауарлар тізімі

Тауарлар бекітіліп, негізгі дайындық жұмыстар орындалғаннан кейін, сайттты стилизациялау кезеңі басталады.

Sass препроццессері арқасында интернет-дүкеннің стилімен жұмыс жасау барысында CSS кодымен жұмыс жасауды ыңғайлатады. Сонымен қатар, кейбір стильдер мәнің айнымалыларға бекіту секілді қосалқы функцияларға қол жеткізуге болады.

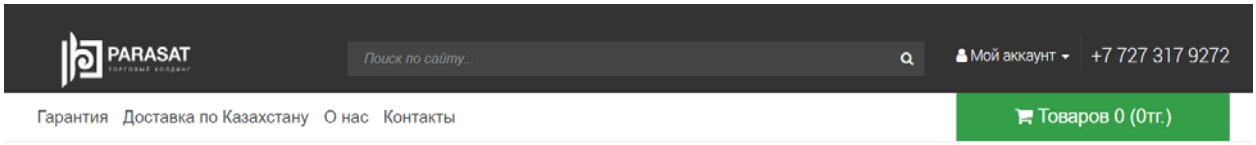
Сайт парақшаларының стилімен жұмыс істеу үшін shop бумасында stylesheet бумасын құрамыз. Бұл бумада біздің жұмыс істейтін барша стильдер орналасады.

Жоғарыдағы html-код стилімен жасау үшін, stylesheet.sass файлымен жұмыс жасау керек (9-сурет).



9-сурет. Sass коды

Жоғарыдағы код нәтижесі төмендегі суретте(10-сурет).



10-сурет. Header.twig кодының нәтижесі

Сонымен қатар, “Слайдшоу” парақшасы арқылы слайдтың көлемін өз қалауымыз бойынша өзгертуге болады.Келесі қадам, интернет-дүкен тауарлар категориясының тізімін құру болып

табылады. Категориялар тізімін бекіткеннен кейін, ол тізімді стилизация процессінен өткізу қажет. Ол үшін stylesheet.sass фалында келесі суретте көрсетілген кодты теру қажет(11-сурет).

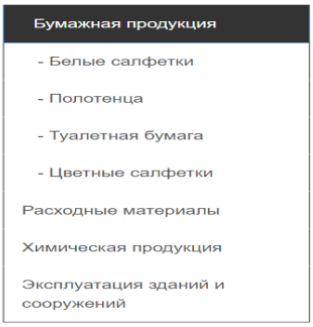
```
.list-group-item
    border-color: #333333
    padding: 12px 15px
    transition: background .25s ease, color .25s ease, text-indent .25s ease
    border:
        bottom: 1px solid transparent
        top: 1px solid transparent
    &:first-child
        border-radius: 0
        border-top: 1px solid #333333
    &:last-child
        border-bottom: 1px solid #333333
        border-radius: 0

a.list-group-item:focus, a.list-group-item:hover, a.list-group-item:active
    background-color: #555555
    color: #ffffff
    text-indent: 10px


.list-group-item.active, .list-group-item.active:focus, .list-group-item.active:hover
    background-color: $accent2
    text-indent: 10px
```

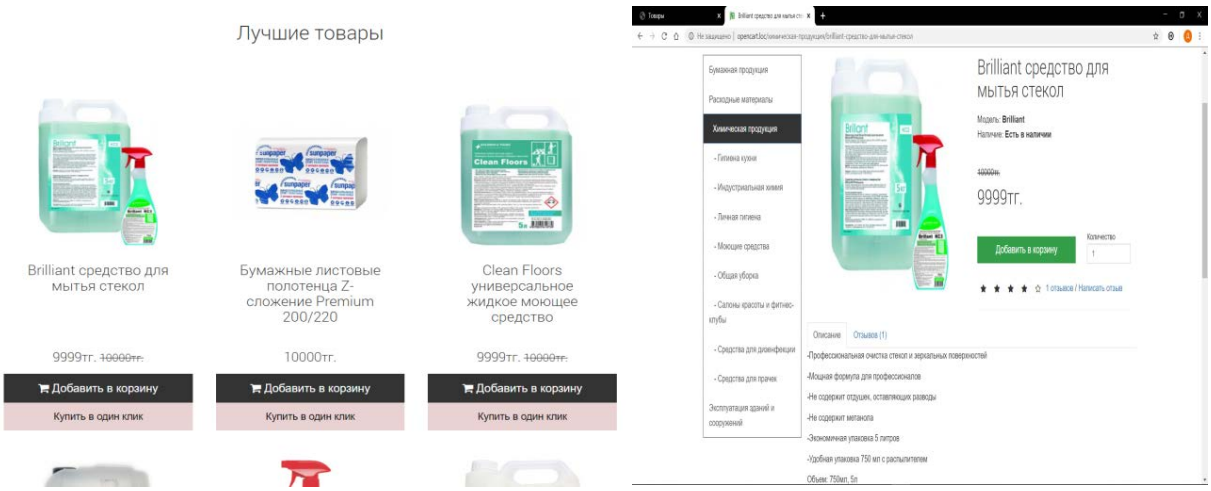
11-сурет. Категориялар тізімінің стилі

Жоғарыда терілген кодтың нәтижесін төмендегі суреттен көруге болады(12-сурет).



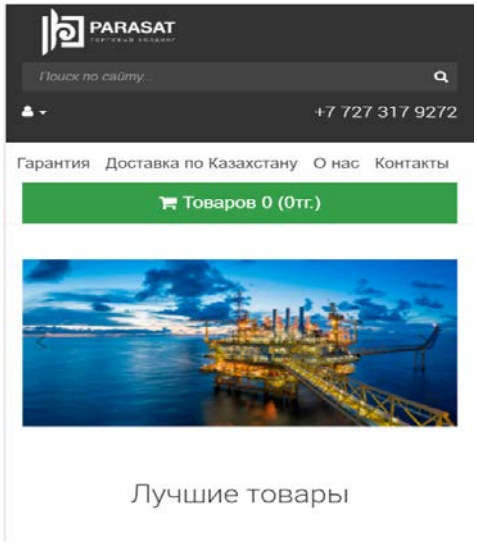
12-сурет. Категориялар тізімі

Соңғы нәтижені келесі суреттен көруге болады(13-сурет).



13-сурет. Тауарлар тізімі

Интернет-дүкеннің адаптивтілігін төмендегі суреттен көруге болады (14-сурет).



14-сурет. Интернет-дүкен сайт адаптивтілігі

Интернет-технологиялардың қарқынды дамуы барша әлем өмірінің түбегейлі өзгеруіне әкеп соқтырды. Оны көптеген салалардың баршалықты цифрализациялану барысынан аңғаруға болады. Әсіресе, технологиялар дамуының сауда-саттық саласына деген әсері орасан зор болды. Сол себепті, интернет-дүкендердің өзектілігі арта түсті.

«Parasat» сауда холдингі тауар айналымын көтеру, жаңа сату нарығын ашу және клиенттік қорды арттыру мақсатымен интернет-дүкен құруды шешті. Бұл жағдай, холдингтің жаңа заманмен қатар жүретінінің дәлелі болып табылады. Өйткені офлайн-сатылымдар мен онлайн-сатылымдарды бірге дамыту арқылы үлкен кәсіптік жетістіктерге қол жеткізуге көмектеседі.

Жобаның нәтижесін көрнекі түрде көрсету үшін интернет-дүкеннің кәсіпорын жұмысына деген әсері жайлы болжам құрылды. AS-IS және TO-BE модельдерін құру мақсатымен IDEF0 диаграммасы қолданылды. Дизайн сатып алушыларға интернет-дүкен функционалын толықтай қолдануға мүмкіндік беретіндей етіп жасалынды. Бұл өте маңызды жұмыс болып табылады. Өйткені дизайн сайттың келешекте табысты болу не болмауына тікелей әсер етеді. Дизайн құрылғаннан кейін CMS-пен және frontend-пен жұмыс жасалынды. Интернет-дүкен OpenCart CMS-і негізінде жұмыс жасай отырып, көптеген функционалға ие болды. Себебі, OpenCart CMS-і – интернет-дүкендермен жұмыс жасауға арналған алдыңғы қатарлы контентті басқару жүйесі болып табылады.

Жобамен жұмыс жасау процессінде заманауи технологиялар, плагиндер мен бағдарламалар қолданылды. Олардың қатарына Gulp таск-менеджері, Sass препроцессері және BrowserSynk live-reload утилитасы жатады. Жоғарыда келтірілген технологиялар интернет-дүкенді құру процессін әлдеқайда ыңғайлы және жеңіл етуге мүмкіндік беріп, жұмыс уақытын үнемдейді.

Қорыта келгенде, интернет-дүкендер барша әлем өмірінің ажырамас бір бөлігі болып кетті. Сондықтан, әртүрлі кәсіпорындар үшін интернет-дүкеннің болуы сән-салтанат емес, нарықта бәсекелестік қабілетін сақтауға көмектесетін нағыз қажеттілік. Жоғарыда сипатталған жобаны жүзеге асыру жұмысының нәтижесі заманауи, барша экрандарға толықтай адаптивті және тапсырыс берушінің барша талаптарына сай интернет-дүкен болып табылады.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Юрасов А.В. Основы электронной коммерции / М.: Дело, 2003 – 480 б.

[2] Наримановичи И.М., Анатольевна Ш.С. Рынок онлайн торговли // Научное сообщество студентов XXI столетия. Экономические науки – СибАК, 2015. – 7-8 бб.

[3] Объем электронной торговли в РК за последние три года вырос почти в 2 раза [Электрон. ресурс] – URL: https://inbusiness.kz/ru/last/obem-elektronnoj-torgovli-v-rk-za-poslednie-tri-goda-vyros-pochti-v-2-raza Қатынау уақыты: 12.04.2020 ж.

[4] Тренды в интернет торговле Казахстана [Электрон. ресурс] – URL: https://www.brif.kz/blog/?p=3347 Қатынау уақыты: 12.04.2020 ж.

[5] Яблочников Е.И., Молочник В.И., Фомина Ю.Н. Реинжиниринг бизнес-процессов проектирования и производства / ЖОО арналған оқулық – СПб: СПбГУИТМО, 2008 – 152 б.

[6] Стрекалова Н.Д. Концепция бизнес-модели: методология системного анализа // Известия РПГУ им. А.И.Герцена №92, 2009. – 95-105 бб.

[7] Половодов Д.А., Половодова Е.А., Сергин С.Е. Применение технологии IDEF для моделирования медицинских СУБД // Роль науки в развитии общества, 2015. – 7 б.

[8] Алексей С. Что такое UX/UI дизайн на самом деле? // Хабр [Электрон. ресурс] – URL: https://habr.com/ru/post/321312/ Қатынау уақыты: 07.04.2020.

[9] Джейми Леви UX-стратегия. Чего хотят пользователи и как им это дать / "Питер" баспасы, 2017 – 390 б.

[10] Сырых Ю. А. Современный веб-дизайн. Эпоха Веб 3.0 / "И.Д. Вильямс", 2013. – 368 б.

[11] Рупак Непали OpenCart Theme and Module Development / Packt Publishing, 2015. – 208 б.

Байтенова Л.М.

Проектирование бизнес-процессов компании

Резюме. В настоящее время динамичное развитие интернета существенно повлияло на сферу торговли. Для многих предприятий интернет-магазины стали средством сохранения конкурентоспособности на рынке. Поэтому от имени торгового холдинга "Parasat" создан интернет-магазин с целью открытия нового рынка продаж и увеличения клиентского фонда. Проведен процесс проектирования с целью наглядного изложения влияния Интернет-магазина на бизнес-процессы. В ходе работы был разработан дизайн-макет сайта с помощью программы Figma. Для создания функционального набора Интернет-магазина использовался OpenCart CMS. После установки OpenCart CMS и создания базы данных сайта, были проведены работы frontend и процесс стилизации. При работе с frontend на сайте использовался язык программирования JavaScript. А стилизация интернет-магазина осуществлялась с помощью препроцессора Sass.

Ключевые слова: интернет-магазины, OpenCart CMS, интерфейс, JavaScript, Sass, E-commerce.

ӘОЖ 624.155.113.3

A.B. Yesirkepova[1], K.T. Sherov[1], R. Gabdyssalyk[2], A.E. Okimbaeva[1], S.R. Sauletov[1]
([1]Karaganda State Technical University, Karaganda, Kazakhstan
[2]East Kazakhstan State Technical University named after D. Serikbayev,
Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan, e-mail: shkt1965@mail.ru)

STUDY THE CONNECTION OF RANDOM PIECES OF REBAR FOR MANUFACTURING OF SKELETONS OF REINFORCED CONCRETE PRODUCTS BY THE METHOD OF FLASH-BUTT WELDING

Abstract. The research carried out in the conditions of construction enterprises of the Republic of Kazakhstan showed that, depending on the organization of production and on the productivity of production of reinforced concrete products, more than 2% of rebar steel goes to waste. For effective use of waste rebar and steel wires in the manufacture of concrete products, the authors develop a technology. This article presents the results of an experimental study of the connection of non-dimensional segments of rebar and steel wires by contact butt welding. As a result of the test, it was found that the rods connected from several non-dimensional segments of rebar and steel wires by contact butt welding, having 2-3 joints, can withstand bending up to 450. Quality control of welded joints after the external inspection test showed no external defects such as splashes, cracks and sinks.

Keywords. Reinforced concrete products, reinforcement, steel wires, flash butt welding, bending, butt.

А.Б. Есиркепова[1], К.Т. Шеров[1], Р. Ғабдысалық[2], А.Е. Окимбаева[1], С.Р. Сәулетов[1]
([1]Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті, Қарағанды қ. Қазақстан,
[2]Д. Серікбаев атындағы Шығыс-Қазақстан мемлекеттік техникалық университеті,
Өскемен қ., Қазақстан, -mail: shkt1965@mail.ru)

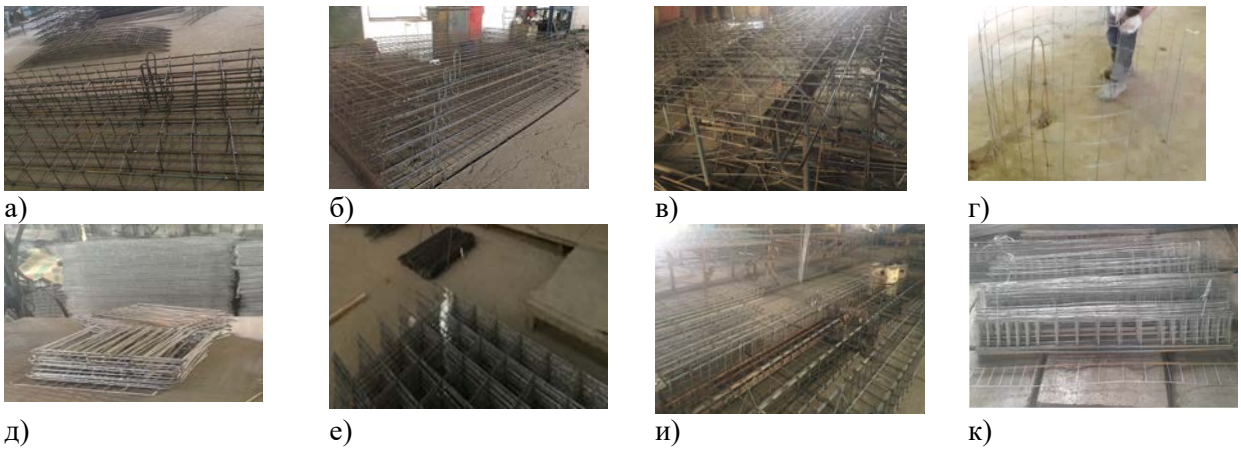
ТЕМІР-БЕТОН БҰЙЫМДАРЫНЫҢ ҚАҢҚАЛАРЫН ДАЙЫНДАУ ҮШІН АРМАТУРАНЫҢ ҚЫСҚА КЕСІНДІЛЕРІН ТҮЙІСПЕЛІ ДӘНЕКЕРЛЕУ ТӘСІЛІМЕН БІРІКТІРУ

Андатпа. Қазақстан Республикасының (ҚР) құрылыс кәсіпорындары жағдайында орындалған зерттеулер өндірістің ұйымдастырылуына және темірбетон бұйымдарын (ТББ) шығару өнімділігіне байланысты арматуралық болаттың 2% - дан астамы қалдықтарға кететінін көрсетті. Арматура қалдықтарын және болат сымдарды тиімді пайдалану үшін ТББ дайындау кезінде авторлармен бірге технология әзірленіп жатыр. Бұл мақалада арматураның өлшенбейтін кесінділері мен болат сымдарын түйістіріп дәнекерлеу тәсілімен түйістіру эксперименталды зерттеу нәтижелерімен келтіріледі. Сынау нәтижесінде арматураның бірнеше өлшенбейтін

кесінділерін және болат сымдарын түйістіріп дәнекерлеген, 2-3 дәнекерленген жігі бар өзекшелер 450-қа дейін иілуге шыдайтындығы анықталды. Сыртқы тексеруден кейінгі дәнекерленген жіктердің сапасын бақылау кезінде жапсырмалар, жарықтар және шөгулер сияқты сыртқы ақаулардың жоқтығын көрсетті.

Кілт сөздер. Темірбетон бұйымдары, арматура, болат сымдары, түйістіріп дәнекерлеу, иілу, жік.

Кіріспе және зерттеу өзектілігі. Зауыт өндірісінде арматура үлесіне темір-бетон бұйымдарының (ТББ) өзіндік құнының 20% - ға жуығы келеді, сондықтан құрастырмалы темір-бетон зауыттарында арматуралық жұмыстарды ұйымдастыру мәселесі техникалық және экономикалық қатынастарда да маңызды болып табылады. ҚР құрылыс зауыттары Заманауи құрылыс жағдайында таптырмас өнім шығарады: бетондар мен ерітінділердің әр түрлері, сондай-ақ құрылыстың барлық түрлерінде қолданылатын темір бетоннан жасалған бұйымдардың кең спектрі. Бұл жол плиталары, жиектас тастары, тротуарлық плиткалар, іргетас блоктары, қоршау секциялары, қадалар, аэродром плиталары, іргетас блоктары, қалқан тіректері, науалар, лифт шахталары, құдық сақиналар, вентблоктар, баспалдақ марштары мен далдаулары. ТББ өндірісі өте күрделі технологиялық циклге ие және процестің әрбір сатысында технологиялық талаптарды мұқият орындауды талап етеді [1,2,3]. Темір бетоннан жасалған кез – келген конструкцияның екі құраушысы бар - бетон және арматура [4,5,6]. 1-суретте кейбір ТББ үшін қаңқалар көрсетілген.



а – қабырғалар бойынша монолиттің қаңқасы; б – жабу плитасына арналған қаңқалар; в – қадаларға арналған қаңқалар; г – құдыққа арналған қаңқа; д – таспалы іргетасқа арналған қаңқалар; е – плиталарға арналған қаңқалар; и,к-темірбетон бағанаға арналған қаңқалар

1-сурет. Кейбір ТББ үшін қаңқалар

Бұйымдардың мақсатына байланысты оларды дайындау кезінде беріктілік пен сенімділік талаптарына жауап беретін әртүрлі сападағы бетон пайдаланылуы мүмкін. Маңызды жүктемелерге төтеп беруге тиіс іргелі блоктар мен қада үшін жоғары сапалы бетон пайдаланылады. Ал алу секциялары мен пайдалану процесінде елеулі жүктеме сынамайтын басқа да бұйымдар үшін бетонның арзан түрлерін қолданады [7,8].

Арматура ТББ ішінде және конструкцияның көрінбейтін, бірақ өте маңызды құрамдас бөлігі болып табылады. Дәл осы арматура бұйымды нығайтады, оған пішін береді және оны құрылыстың әртүрлі түрлерінде пайдалануға жарамды етеді.

Барлық құрылыстың беріктігі үшін жауапкершіліктің салмақты үлесі тірек қаңқасына тиесілі - шын мәнінде ішкі қаңқаға тиесілі. Әр түрлі қарқындылық жүктемелеріне және механикалық әсерлерге ТББ сенімділігі, тұрақтылығы көбінесе армокаркасқа байланысты [9,10].

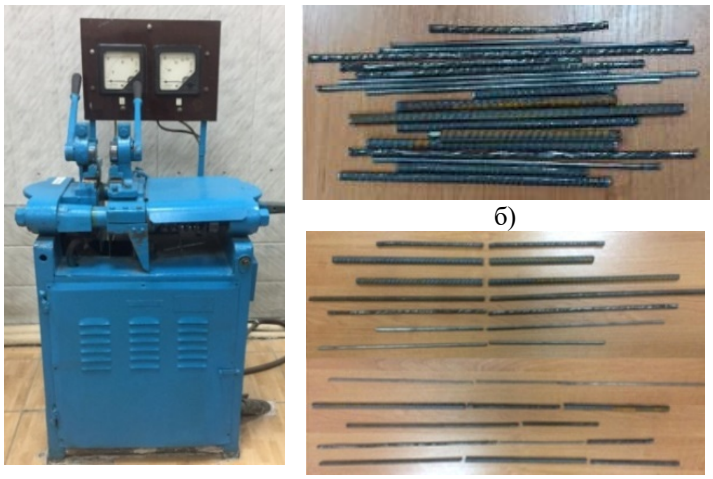
ҚР құрылыс кәсіпорындары жағдайында орындалған зерттеулер өндірістің ұйымдастырылуына және ТББ шығару өнімділігіне байланысты арматуралық болаттың 2% - нан астамы қалдықтарға кететінін көрсетті [11,12]. Жұмыс кезінде арматуралық өзекшелердің, шыбықтар мен сымдардың қалдықтарын тиімді пайдалануды жүзеге асыру үшін бірнеше негізгі міндеттерді шешу ұсынылды, олардың бірі құрылыс кәсіпорындары жағдайында өлшенбейтін арматуралық қалдықтарды жалғаудың дәнекерлеу тәсілін жүзеге асыру болып табылады. Өлшенбейтін арматуралық қалдықтарды біріктіру үшін дәнекерлеудің екі тәсілі ұсынылады - түйіспелі дәнекерлеу және үйкеліспен дәнекерлеу. Бұл жұмыста контактілі түйіспелі дәнекерлеу тәсілдерін зерттейміз.

ҚР құрылыс кәсіпорындары жағдайында өлшенбейтін арматуралық қалдықтарды қосу үшін дәнекерлеудің ресурс үнемдеуші тәсілін анықтау өзекті міндет болып табылады.

Зерттеу әдістемесі және қолданылатын жабдықтар. Зерттеу әдістемесі ТББ дайындау технологиясы, дәнекерлеу технологиясы және жабдықтар, дәнекерлеу процестерінің теориясы сияқты ғылымның жағдайына негізделген.

Арматураның өлшенбейтін кесінділерін және болат сымдарын қосу үшін түйістіріп дәнекерлеу тәсілі таңдалды. Тәжірибелік зерттеулер МСР-25 түйістіріп дәнекерлеу машинада орындалды. Оның артықшылығы - дәнекерлеу доғасының жоғары температуралы плазмасын ұстап тұру және күйдіру үшін дәнекерлеу электродтарында үлкен кернеу тудырмауы. Бұл электродтардың тікелей түйіскен жерінде, яғни электродтардың түйіскен жерінде немесе дайындамалардың ұштарының дәнекерленетін беттерінің түйіскен жерінде түйіскен кезде айырмасымен металдың жергілікті балқуы нәтижесінде болады [13].

2-суретте МСР-25 түйіспелі машинасы және арматуралық өзекшелердің өлшенбейтін бөліктері көрсетілген.



а) б) в)

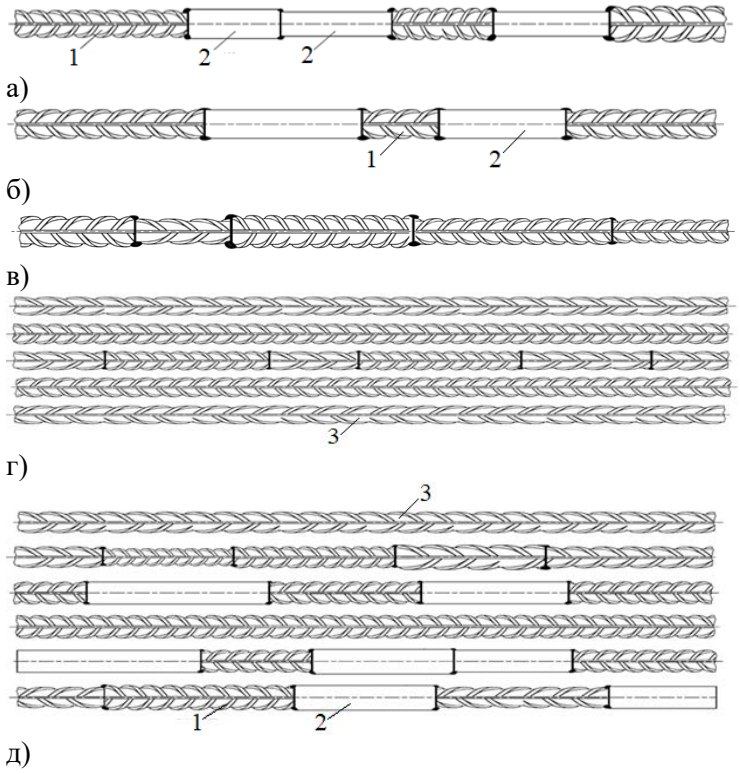
а - МСР - 25 түйіспелі машинасы; б - арматуралар мен болат сымдардың өлшенбейтін кесінділері; в-қосу үшін дайындалған арматуралар мен болат сымдардың өлшенбейтін кесінділері

2-сурет. МСР-25 түйіспелі машинасы және арматуралық өзекшелердің өлшенбейтін кесінділері

3-суретте арматураның өлшенбейтін кесінділері мен болат сымдарды қосудың ықтимал нұсқаларының сұлбалары көрсетілген.

3 суреттің г және д нұсқасында тұтас және жалғанған арматуралық өзекшелердің әртүрлі орналасуы бар қаңқаларды құрастырудың екі ықтимал нұсқасы көрсетілген.

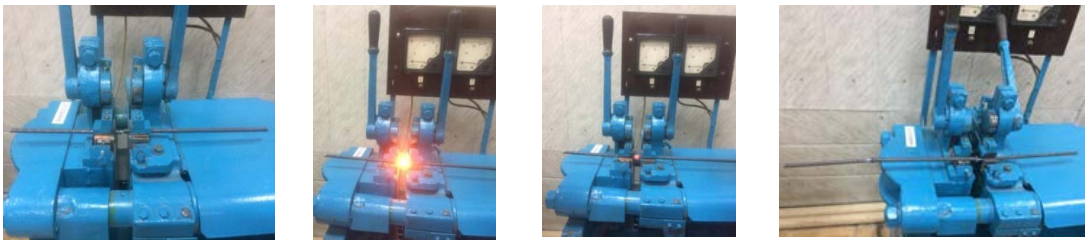
Эксперименттік зерттеу. Арматураның өлшенбейтін кесінділері мен болат сымдарды түйістіру ҚарМТУ жағдайында Қазақстандық дәнекерлеу институтының зертханалық базасында түйістіріп дәнекерлеу арқылы жүзеге асырылды. Арматуралар мен болат сымдардың өлшенбейтін кесінділерінен дәнекерлеуге арналған дайындамалар дайындалды. Бұл ретте пісірілетін дайындамалардың шетіне назар аудару қажет - олар барынша тегіс болуы тиіс. Бұдан басқа, дәнекерленетін дайындамалардың мөлшері мен пішіні бойынша ұқсастығына назар аудару қажет. Белгілі болғандай [14,15], егер дәнекерленетін бөлшектер қалыңдығы бойынша 10% – дан аспайтын, ал диаметрі бойынша 15% - дан аспайтын болса, түйіспелік дәнекерлеу әдісімен дәнекерлеу жұмыстарын жүргізу кезінде ең жақсы нәтижелерге қол жеткізуге болады. Арматураның өлшенбейтін кесінділері мен болат сымдарын түйістіріп дәнекерлеуіне эксперименталдық зерттеулер жүргізу кезінде дәнекерлеудің мынадай режимдері пайдаланылды: белгіленген ұзындығы (екі дайындаманың) d диаметріне байланысты қабылданды: 0,5÷1,0 D мм; екі дайындама үшін шөгу шамасы Δтопл = 2-4 мм; меншікті қуаты 0,15-0,4 ква/мм2; балқу тоғының тығыздығы jопл= 20÷25 А/мм2 және шөгу jос= 25 ÷ 30 А/мм2; балқу жылдамдығы иопл = 0,5÷1,5 мм/с; шөгу жылдамдығы 50-60 мм/с; шөгудің меншікті қысымы 2-3 кг/мм2.



а – арматураны әртүрлі диаметрлі сыммен қосу; б – арматураны бірдей диаметрлі сыммен қосу; в – әртүрлі диаметрлі арматураны өзара қосу; г – бірдей диаметрлі өлшенбейтін арматураларды қосу; д – әртүрлі диаметрлі өлшенбейтін арматураларды қосу; 1 – арматура; 2 – сым; 3 – тұтас арматура

3-сурет. Арматураның өлшенбейтін кесінділерін және болат сымдарды қосудың ықтимал нұсқаларының схемалары

4-суретте арматураның өлшенбейтін кесінділері мен болат сымдарын түйістіріп дәнекерлеу процесі көрсетілген.



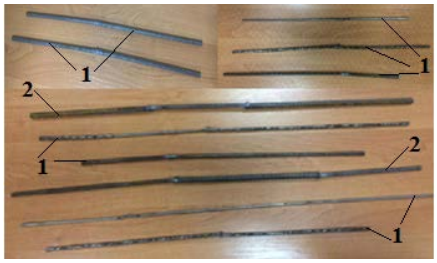
а) б) в) г)

а – түйістіріп дәнекерлеуге дайындау; б-түйістіріп дәнекерлеу процесі; в - суыту процесі; г – үш өлшенбейтін кесіндіден өзекшені суытқаннан кейін

4-сурет. Арматураның өлшенбейтін кесінділері мен болат сымдарды түйістіріп дәнекерлеу процесі

Алдымен дәнекерленетін бұйымдарды арнайы қысқыштарға бекітеміз (4а суретті қара), олар өз кезегінде электродтар болып табылады. Одан әрі, электромеханикалық жетек есебінен үлкен күшпен қозғалмалы қысқыш дәнекерленетін бұйымның түйістіру шетін қозғалыссыз бекітілген қысқыштағы бұйымның түйіспесіне қысамыз. Бұйымдар тығыз қысылғаннан кейін, электродтар мен дәнекерленетін бұйымдар арқылы электротоктардың үлкен күші өту үшін дәнекерлеу трансформаторын бірнеше секундқа қосамыз, ол ең аз түйіскен жерінде, яғни бөлшектердің түйіскен жерінде ең үлкен жылу бөледі. Бұйымдардың шеттерін қыздыру үздіксіз пайда болу және көптеген түйіспелердің бұзылуы нәтижесінде олардың балқуы есебінен болады. Процестің соңында шеттерінде сұйық металдың тұтас қабаты пайда болады. Осы сәтте екі бұйымның түйістіру жылдамдығын және шөгуін күшейтеміз; шеттері біріктіріледі, сұйық металдың үлкен бөлігі үстіңгі қабықтармен және қатты металдың

бөлігімен бірге дәнекерлеу аймағынан сығылады. Осылайша, контактінің бетін жоғары температуралы балқыту және алдын ала берілген үлкен қысым бөлшектердің берік қосылуына ықпал етеді. 5-суретте арматураның өлшенбейтін кесінділері мен болат сымдарды түйістіріп дәнекерлеумен біріктірілген үлгілер көрсетілген.



1 - екі өлшенбейтін кесіндіні түйістіру; 2 - үш өлшенбейтін кесіндіні түйістіру

5-сурет. Арматураның өлшенбейтін кесінділері мен болат сымдарын түйіспелі дәнекерлеумен түйістіру үлгілері

Арматураның өлшенбейтін кесінділері мен болат сымдарын түйістіріп дәнекерлеумен біріктіргеннен кейін оларды иілгіштікке сынау жүргізілді. Дәнекерленген жігі бар арматуралық өзекшелердің иілгіштігі ≥1200 болу керектігі белгілі [15]. Сынақ нәтижелері арматураның бірнеше өлшемсіз кесінділерінен және болат сымдардан 2-3 түйіскен жігі бар өзекшелер 450-қа дейін иілуге төзетінін көрсетті. 6-суретте иілгіштікке сынаудан кейінгі өзекшелер көрсетілген.



а) б) в)

а – бір жігі бар өзекшелер; б,в - бір және екі жігі бар өзекшелер; 1 - 900 иілген үлгі; 2 – 1200 иілген үлгі; 3 - 450 иілген үлгі

6-сурет. Иілгіштікке сынағаннан кейінгі өзекшелер

Түйістіріп дәнекерленген үлгі қосылыстарының сапасы негізінен қосылыстың берілген ауданы бойынша тұтас металл байланысының болуымен анықталады [15]. Арматураның өлшенбейтін кесінділері мен болат сымдарын түйістіріп дәнекерленген үлгілердің жіктерін сырттай тексеру кезінде жапсырмалар, жарықтар және шөгулер сияқты дәнекерлеу аймағының сыртқы ақаулары табылған жоқ.

Қорытындылар

1. Сынау нәтижесінде арматураның бірнеше өлшенбейтін кесінділері және болат сымдары түйістіріп дәнекерленген, 2-3 дәнекерленген жігі бар өзекшелер 450-қа дейін иілуге шыдайтындығы анықталды.

2. Сыртқы тексеруден кейінгі дәнекерленген жіктердің сапасын бақылау кезінде жапсырмалар, жарықтар және шөгулер сияқты сыртқы ақаулардың жоқтығын көрсетті.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Малахова А.Н. Армирование железобетонных конструкций: учебное пособие / А.Н. Малахова; МОН РФ, НИМГСУ – 3-е изд., перераб. И доп. – Москва: Изд-во МИСИ – МГСУ, 2018. – 128с.

[2] Arvydas R, Barros, J.A.O., Gribniak V., Rezazadeh M. Mechanical behavior of concrete prisms reinforced with steel and GFRP bar systems / Composite Structures Volume 220, 15 July 2019, Pages 273-288.

[3] Добромыслов А.Н. Расчет железобетонных сооружений с использованием программы «Лира». – М., Изд-во АСВ, 2015. – 200с.

[4] Rao, A. S., Lepech, M. D., Kiremidjian, A. S., & Sun, X.-Y. (2016a). “Simplified structural deterioration model for reinforced concrete bridge piers under cyclic loading.” Structure and Infrastructure Engineering., 13(1): 55– 66.

[5] Vu, N. S., Yu, B., & Li, B. (2016). “Prediction of strength and drift capacity of corroded reinforced concrete columns.” Construction and Building Materials., 115, 304–318.

[6] Yuan, Z., Fang, C., Parsaeimaram, M., Yang, S. (2017). “Cyclic Behavior of Corroded Reinforced Concrete Bridge Piers”., Journal of Bridge Engineering., 22(7):1-21.

[7] Kolchunov, V.I., Savin, S.Yu. Survivability criteria for reinforced concrete frame at loss of stability. Magazine of Civil Engineering. 2018. No. 80(4). Pp. 73–80. doi: 10.18720/MCE.80.7.

[8] Kashevarova, G.G., Tonkov, Yu.L. Technical diagnostics of reinforced concrete structures using intelligent systems. Magazine of Civil Engineering. 2020. 93(1). Pp. 13–26. DOI: 10.18720/MCE.93.2

[9] Kolchunov, V.I., Fedorova, N.V., Savin, S.Yu., Kovalev, V.V., Iliushchenko, T.A. Failure simulation of a RC multi-storey building frame with prestressed girders. Magazine of Civil Engineering. 2019. 92(8). Pp. 155–162. DOI: 10.18720/MCE.92.13

[10] Alekseytsev, A.V., Gaile L., Drukis, P. Optimization of steel beam structures for frame buildings subject to their safety requirements. Magazine of Civil Engineering. 2019. 91(7). Pp. 3–15. DOI: 10.18720/MCE.91.1

[11] Есиркепова, А.Б. Использования мерных отходов арматуры в производстве железобетонных изделий [Текст] / А.Б. Есиркепова, К.Т. Шеров // Труды международной научно-практической конференции «Интеграция науки, образования и производства – основа реализации Плана нации» Часть 4. – Караганда: Изд-во КарГТУ, 2019. – С.363-365.

[12] Есиркепова, А.Б. Темірбетон бұйымдарын дайындау кезінде арматуралық шыбықтарды біріктіру тәсілдерін зерттеу [Текст] / А.Б. Есиркепова, К.Т. Шеров, И.С. Бақтыбай // Механика и технологии. – Тараз: Изд-во «Тараз университеті» ТарГУ, 2019.- №3(65)- С.96-106.

[13] Банов, М.Д. Технология и оборудование контактной сварки: учебник / М.Д. Банов. - М.: Издательский центр «Академия», 2008. - 224 с.

[14] Qazi H. A. A. Study of verification and validation of standard welding procedure specifications guidelines for API 5L X-70 grade line pipe welding / H. A. A. Qazi // Journal of Engineering Sciences. - Sumy : Sumy State University, 2017. - Volume 4, Issue 2. - P. B11-B14.DOI: 10.21272/jes.2017.4(2).b11

[15] Кучук-Яценко, С.И. Контактная стыковая сварка оплавлением / С.И. Кучук-Яценко. - Киев: Наукова думка, 1992. - 236 с.

Есиркепова А.Б., Шеров К.Т., Габдысалык Р, Окимбаева А.Е., Саулетов С.Р.

Соединения немерных отрезков арматуры для изготовления каркасов железобетонных изделий способом контактной стыковой сварки

Резюме. Выполненные исследования в условиях строительных предприятий Республики Казахстан (РК) показали, что в зависимости от организации производства и от производительности выпуска железобетонных изделий (ЖБИ) более 2% арматурной стали уходит на отходы. Для эффективного использования отходов арматуры и стальных проволок при изготовлений ЖБИ авторами разрабатывается технология. В данной статье приводятся результаты экспериментального исследования соединения немерных отрезков арматуры и стальных проволок способом контактной стыковой сварки. В результате испытания установлено, что стержни соединенные из нескольких немерных отрезков арматуры и стальных проволок способом контактной стыковой сварки, имеющие по 2-3 стыка, выдерживают изгибание до 450. Контроль качества сварных стыков после испытания по внешнему осмотру показала отсутствие наружных дефектов таких как выплески, трещины и раковины.

Ключевые слова. Железобетонные изделия, арматура, стальные проволоки, контактная стыковая сварка, изгиб, стык.

N.K. Smailov[1,2], E.A. Orazbekov[1], Zh.R. Ualiev[1], S.Zh. Koshkinbayev[1,2], A.A. Abdykadyrov[1,2], A.U. Malikova[2],

([1]Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan,
[2]U.A.Dzholdasbekov Institute of Mechanics and mechanical Engineering Republic of Kazakhstan e-mail: nur_aly.kz@mail.ru, askar58@mail.ru, zh-u@mail.ru sauke49@mail.ru)

MATHEMATICAL MODELING OF WDM SYSTEMS ON SENSOR TRANSMISSION LINES FOR FIBER-OPTIC PRESSURE AND TEMPERATURE

Annotation. Fiber optic transmission system (FOTS) uses Time Division Multiplexing (TDM) technologies, which include SDH, ATM, Ethernet. The use of new advances in TDM technology has increased the throughput of fiber-optic communication lines (FOCL) up to 40 Gbit / s. A further increase in the transmission rate within TDM is limited by the capabilities of the electronics, on the one hand, and dispersion distortion of the optical signal in the OB, on the other hand.

The technology to solve this problem is the technology of spectral multiplexing - WDM (Wavelength Division Multiplexing). To increase the throughput of a communication line in WDM systems, instead of increasing the transmission speed in a single optical channel (as in TDM), the number of channels (used wavelengths) is increased.

Keywords: wavelengths, wavelength division multiplexing, time division multiplexing, passive optical network.

Н.К. Смайлов[1,2], Е.А. Оразбеков[1], Ж.Р. Уалиев[1], С.Ж. Көшкінбаев[1,2], А.А. Абдыкадыров[1,2], Ф.У. Маликова[2]

([1]Satbayev University, Алматы қаласы, Қазақстан Республикасы,
[2]Академик О.А. Жолдасбеков атындағы механики және машинатану институты, Алматы қаласы, Қазақстан Республикасы, e-mail: nur_aly.kz@mail.ru)

ТАЛШЫҚТЫ-ОПТИКАЛЫҚ ҚЫСЫМ ЖӘНЕ ТЕМПЕРАТУРА АРНАЛҒАН СЕНСОРДЫ ТАРАТУ ЖЕЛІЛЕРІНДЕ WDM ЖҮЙЕЛЕРІН МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУ

Түйіндеме. Талшықты-оптикалық тарату жүйесі TDM (Time Division Multiplexing) уақытты бөлу мультиплекстеу SDH, ATM, Ethernet кіретін технологиясын қолданады. TDM технологиясындағы жаңа жетістіктерді пайдалану талшықты-оптикалық байланыс желілерінің өткізу қабілетін 40 Гбит / с дейін арттырды. TDM ішіндегі тарату жылдамдығының одан әрі артуы, бір жағынан, электрониканың мүмкіндіктерімен және екінші жағынан, оптикалық сигналдың дисперсиялық бұрмалануымен шектеледі.

Бұл мәселені шешудің технологиясы - спектрлік мультиплекстеу технологиясы - WDM (Wavelength Division Multiplexing). WDM жүйелеріндегі байланыс желісінің өткізу қабілеттілігін арттыру үшін бір оптикалық каналдағы (TDM сияқты) берілу жылдамдығын арттырудың орнына арналар саны (пайдаланылған толқын ұзындығы) көбейтіледі.

Түйін сөздер: толқын ұзындығы, толқын ұзындығы бойынша мультиплекстеу, уақыт бойынша мультиплекстеу, пассивті оптикалық желі

Кіріспе

Ірі қалалардың көптеген желілері он жыл ішінде жаңартылған жоқ. Трафиктің үнемі артуы кейбір аудандарда өсуге ешқандай ресурстар қалмайтындығына әкелді. Желінің өткізу қабілеттілігінің жеткіліксіздігі, сондай-ақ талшықты тозу деп те аталады, бұл байланыс операторлары тез арада шешуді қалайтын мәселе. Спектральды қысу жүйесін қосу оптикалық көлік жүйесіне талшықтардың таусылуы (жетіспеушілігі) мәселенің қарапайым және үнемді шешімі болып табылады. Қолданыстағы оптикалық талшыққа қосымша абоненттерге қызмет көрсетуді үзбестен қызмет көрсетуге болады.

Негізгі бөлім

Қатынау желілеріндегі бірадрестық және мультиадрестық мүмкіндіктер қауіпсіздікті дамытудың басты міндеті болып табылады. Үш жақты ойнату қызметін (дауыстық деректер бейнесі) жеткізу қазіргі заманғы қол жеткізу желілерінің қажеттілігіне айналды. Алайда HDTV (айқындығы жоғары теледидар) және VoD (сұраныс бойынша бейне) сияқты жаңа қызметтер қазіргі кездегі инфрақұрылымда жүзеге асырылуы қиын болатын жоғары тасымалдау қабілеттерін қажет етеді.

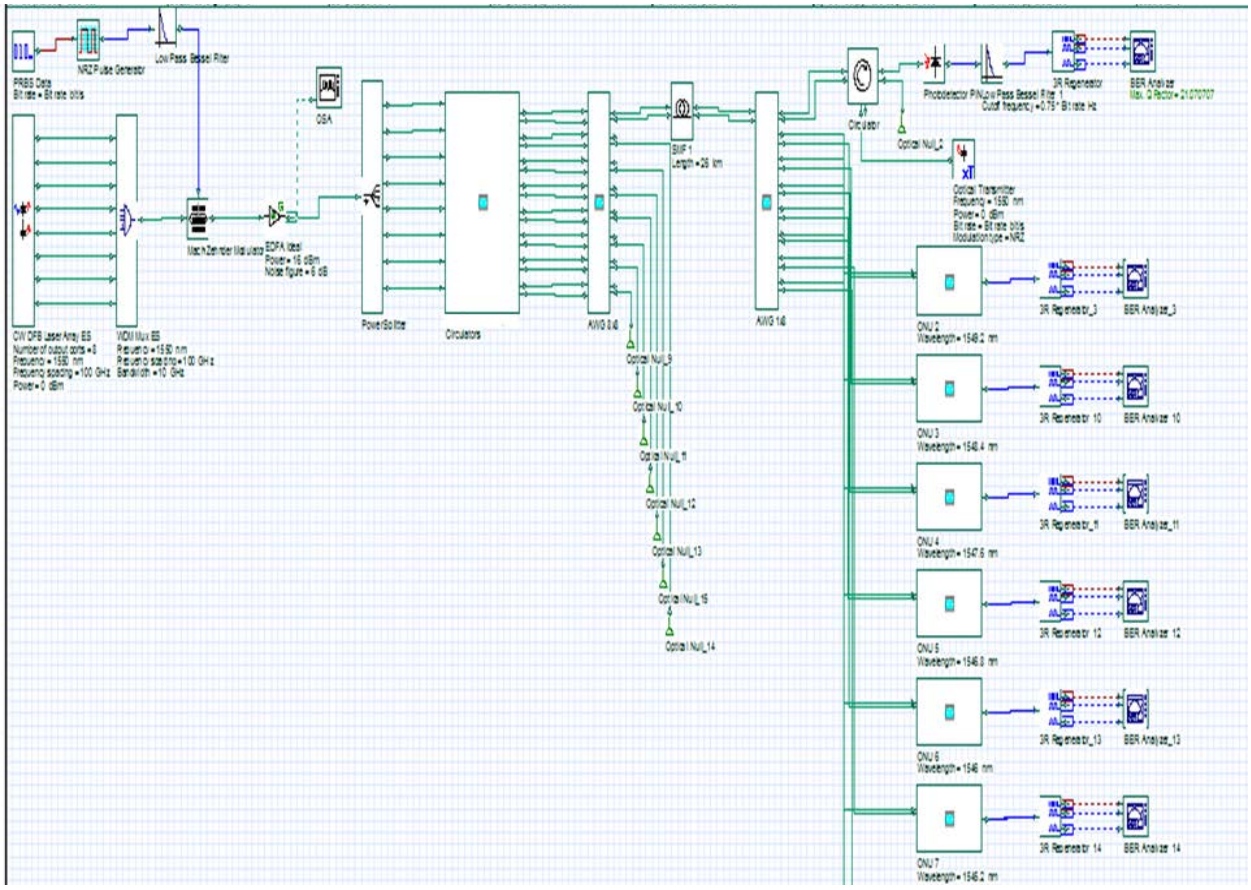
Оптикалық рұқсат желілері - олардың өткізу қабілеті шексіздігімен тарату диапазонының жоғарылығына байланысты тамаша шешім. Үнемділік - мұндай желілерді жобалаудағы маңызды параметрлердің бірі, сондықтан капиталды және пайдалану шығындарын азайту үшін қымбат жабдықты бірлесіп пайдалану өте маңызды. Сонымен қатар, инфрақұрылым мен жабдықты асыра бағаламау үшін өткізу қабілетін басқаруды қарастырған жөн.

Бұл мақалада уақыт бойынша мультиплекстеу (TDM) және толқын ұзындығы бойынша мультиплекстеуді (WDM) пайдаланатын пассивті оптикалық желіде тәжірибе өткізілді.

Сонымен бірге, мультикасттық және бірыңғай трафикті алмасу орталығы (OLT) пайдаланушылық жабдыққа (оптикалық желі блогы - ONU) қосу үшін пайдаланылатын толқын ұзындығының торларының бос спектрлік диапазонының (FSR) жиілігін қолдана отырып, толқын ұзындығына көбейтілген. Жабдықты тиімді бөлісу үшін AWG екі кезеңі қолданылады. Сондай-ақ, ONU-дің құны талап етілетін құрылғылардың көптігімен және олардың әр түпкі пайдаланушы үшін арнайы құрылғы болғандықтан өте маңызды. Сондықтан, рефлекторлы модуляторды қолдана отырып, WDM-нің қарапайымдылығы мен ашықтығына негізделген дизайн ұсынылған. Бұл топологияның негізгі жаңалықтары - FSM-ді мәліметтерді мультисасттық тарату үшін пайдалану және OLT-де орналасқан лазерлі стек-лайнды стандарты TDM негізіндегі ONU-ге беру үшін. Сонымен қатар, көп

деңгейлі таратқыштарды бөлісу үшін AWG мультиплексорларының екі деңгейін қолдана отырып, ұсынылған бағыттау әдісін қолдану жетілдірілген.

Optisystem модельдеген желінің архитектурасы суретте көрсетілген



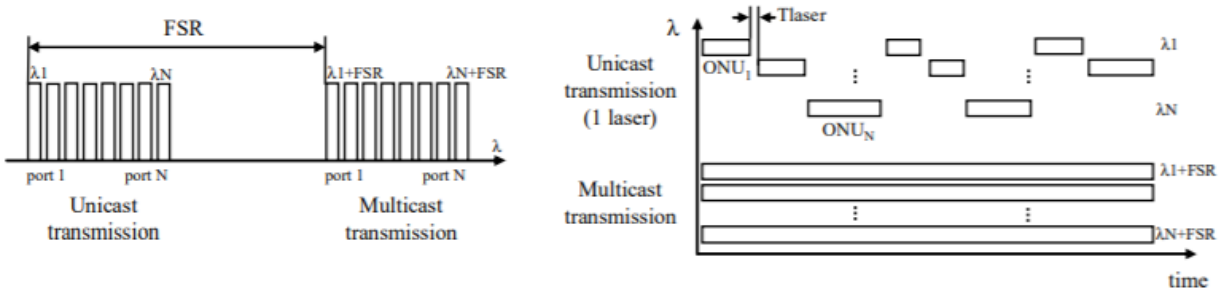
Ол екі деңгейлі AWG мультиплексорларын қолдануға негізделген. Бірінші деңгей - NxN AWG мультиплексоры, ол оптикалық таратушы жабдықты N қашықтағы түйіндерге қосады.

Бұл қашықтағы тораптар бастапқы өткізу жолағын және іргелес AWG FSR көмегімен шығыс порттардың әрқайсысына 2 ... N толқын ұзындығын беретін 1xH болады. ONU-да екі қабылдағыш бар. Multicast қабылдағышы қарапайым фотоқабылдағыш болып табылады. Бірыңғай қабылдағыш сонымен бірге ағынды деректерді модулдей алады. OLT-дан жіберілген тасымалдаушыны қашықтан модуляциялай алатын кез-келген құрылғы шағылысатын жартылай өткізгіш күшейткіш (RSOA) ретінде қолдануға жарамды. ONU-да жарық генерациясы болмағандықтан, олар толқын ұзындығына тәуелсіз. Алайда, өзгертілмеген оптикалық тасымалдаушыны OLT-ден жіберу керек. AWG мультиплексоры бар екінші деңгей суретте көрсетілген.

OLT оптикалық көздері - бұл арнайы лазер жиынтығы және стационарлық лазер жиынтығы. Реттелетін лазер жиынтығы бірыңғай таратуды жүзеге асырады және N қашықтан басқарылатын түйіндердің біріне қосылған N ONU арасында TDM негізінде бөлінеді. Бұл сәулет өткізу қабілетін динамикалық түрде бөлуге мүмкіндік береді, өйткені уақыт интервалдарын берілу қажеттілігіне байланысты динамикалық түрде бөлуге болады. Бекітілген лазер пакеті NW толқын ұзындығы бар бағыттаушы кестеге сәйкес келетін, бірақ негізгі өткізу жолағын пайдаланбайтын N лазерлерінен тұрады.

және іргелес FSR. Оптикалық көздер бір модулятор арқылы қосылады және модуляцияланады, содан кейін орталық AWG NxN N кіріс портына бөлінеді. Модулятордан кейін оптикалық пайда қажет. Бұл архитектура әр лазерді N коэффициентімен бөліседі. Әрбір жеке лазер N TDM пайдаланушыларына қызмет етеді, ал N лазерлері көпкастты лазерлер қатарынан NxN пайдаланушылары қосыла алатын бүкіл желіге қызмет етеді.

Мақалада ұсынылған және зерттеу барысында модельделген желілік модельде толқын ұзындығы мен уақыт бойынша мультиплекстеу әдістері қолданылады. Толқын ұзындығын мультиплекстеу маршруттық мақсаттар үшін және біртұтас және көп трафикті біріктіру үшін қолданылады.



Толқын ұзындығы мен уақыт бойынша мультиплекстеу әдістері

Әр сыртқы портқа бірнеше толқын ұзындығын бағыттауға AWG мультиплексорында қолданылатын толқындарды басқаратын торларды қолдану арқылы қол жеткізуге болады. Модельденген желіде бұл әдісті біртұтас және көп трафикті бағыттау үшін пайдалану ұсынылады. Әрбір ONU-ға жету үшін лазер толқынның дұрыс ұзындығын реттеуі керек. Лазерлік қатынас протоколы статикалық немесе динамикалық болуы мүмкін. Қалай болғанда да, баптау жылдамдығы өте маңызды. Сонымен қатар, тюнинг жылдамдығы, уақыт аралық ені мен желінің кідірісі арасында сауда бар. Неғұрлым кең уақыт аралығы желі жұмысын арттырады, өйткені лазерді баптау қажет.

ТДМ және WDM PON шешімдерімен салыстыру

Төменде сипатталған таза TDM және таза WDM PON тәсілдерінің арасындағы үлгіленген желілік ымыралар. Айта кету керек, логикалық шығындарды салыстыру біздің желімізді N TDM немесе N PON WDM-мен салыстыру болып табылады. Ұсынылған топологияның оптикалық беру мүмкіндіктері таза WDM PON-ға өте ұқсас. Бұл оптикалық сплиттерді қолданумен салыстырғанда әртүрлі толқын ұзындығын бағыттау кезінде аз шығындардың артықшылығын қамтамасыз етеді. Орташа алғанда, 40-порттық AWG кірістен шығуды 5-тен 7 дБ-ге дейін қамтамасыз етеді, ал 32-порттегі эквивалент 16 кірістен айрылады.

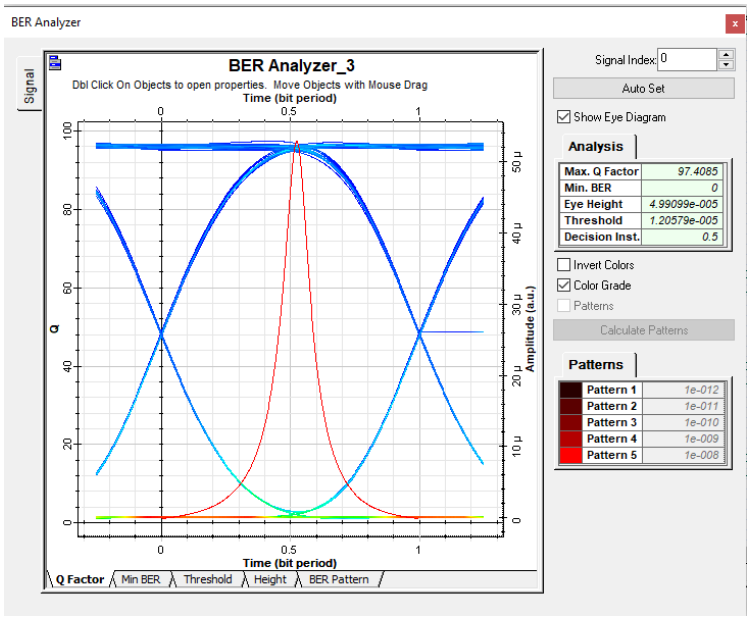
17 дБ дейін. Бұл факт өте өзекті, өйткені біз жарық көздерінсіз шағылысатын ONU-ны қолданамыз, сондықтан оптикалық қуаттың бюджеті өте маңызды. Қосымша қуат бюджеті 10 дБ беруді жоғары және төмен ескере отырып, 20 дБ-ге айналады. Ұсынылған топологияның тағы бір маңызды артықшылығы - қауіпсіздік. Әрбір ONU бір және бөлінген толқын ұзындығын алатындықтан, қалған ONU екінші ONU мен OLT арасындағы байланысқа қол жеткізе алмайды. PON TDM-де мұндай жағдай болмайды, өйткені бұл желілерде ONU-лар хабар тарататын арнаны тыңдап, барлық басқа ONU-ға жіберілетіні туралы ақпарат алады.

Желінің жұмысына келетін болсақ, біріншіден айта кету керек, таза WDM PON-да әр ONU-дің OLT арасында тұрақты ұсынылған-нүктелік байланыс бар, ұсынылған гибридті желі мен TDM PON-да, трансмиссиялық ресурстар ортақ. жақын пайдаланушылар. Осылайша, желінің ең жақсы жұмысын қамтамасыз ететін желілік шешім - бұл барлық WU шешімдері, онда әр ONU үшін арнайы лазер бар. ТДМ таза шешімін гибридтік желімен салыстыру кезінде желінің өнімділігі негізінен әрбір ONU-ға уақыт аралықтарын тағайындау үшін таңдалған логикалық протоколға байланысты екенін ескерген жөн. Бұл протоколды орындау біздің ұсынылған желілік топологияда әлдеқайда қарапайым, өйткені алгоритм OLT-де іске қосылуы керек. ONU протокол үшін толығымен ашық. Ұсынылған топологияның тағы бір артықшылығы - өткізу қабілеттілігін кеңейту. Желінің жұмысын жақсарту үшін біз лазерлерді оңай қосуға болады, ал таза TDM PON-да беру үшін тек бір лазер қолданылады. Осылайша, TDM PON-да әр пайдаланушы үшін өткізу қабілеттілігінің теориялық мәні - BW / N, біздің ұсынылған желімізде - L = BW / N, мұндағы L - бір желі сегментіне бөлінген лазерлердің саны. Сонымен қатар, біздің гибридтік топологиямыз үшін ресурстарды динамикалық түрде бөлу тиімдірек, өйткені біз желінің нақты сегментіне қосылған ONU үшін кең уақыт аралықтарын тағайындау арқылы пайдаланушының қажеттіліктеріне байланысты өткізу қабілеттілігін нақты желілік сегменттерге бағыттай аламыз. Бұл түсінік географиялық динамикалық өткізу қабілетін бөлу деп аталады. Сонымен, шығындар туралы айтатын болсақ, TDM-тің таза әдісі тиімді болып табылады. Екінші жағынан, WDM

әдісі ең қымбат, өйткені әрбір ONU үшін бір лазер қажет. Сонымен қатар, сыртқы қондырғыда орналасқан WDM жабдығы оптикалық сплиттерге қарағанда қымбатырақ. Ұсынылған шешім - шығындар тұрғысынан TDM және WDM арасындағы аралық нүкте. Сыртқы жағынан, топология WDM PON-ға ұқсас, бірақ OLT жағында әр ONU үшін бір лазердің қажеті жоқ. Рас, біз беру үшін реттелетін лазерлердің бағасы тіркелген WDM лазерлеріне қарағанда жоғары, бірақ екінші жағынан бізге қажет құрылғылар саны әлдеқайда аз. Қорытындылай келе, N PON WDM және TDM-мен салыстырғанда, ұсынылған топологияның келесі артықшылықтары бар: PON TDM-тен гөрі қауіпсіз, масштабталатын және икемді, бұл сонымен қатар желінің жоғары өнімділігін қамтамасыз етеді. Сонымен қатар, бұл WDM PON-ны іске асырудан гөрі арзан, бірақ ол жақсы беріліс мүмкіндіктерін ұсынады. Сонымен, ол сонымен қатар өткізу қабілетін географиялық динамикалық бөлудің жаңалығымен ерекшеленеді.

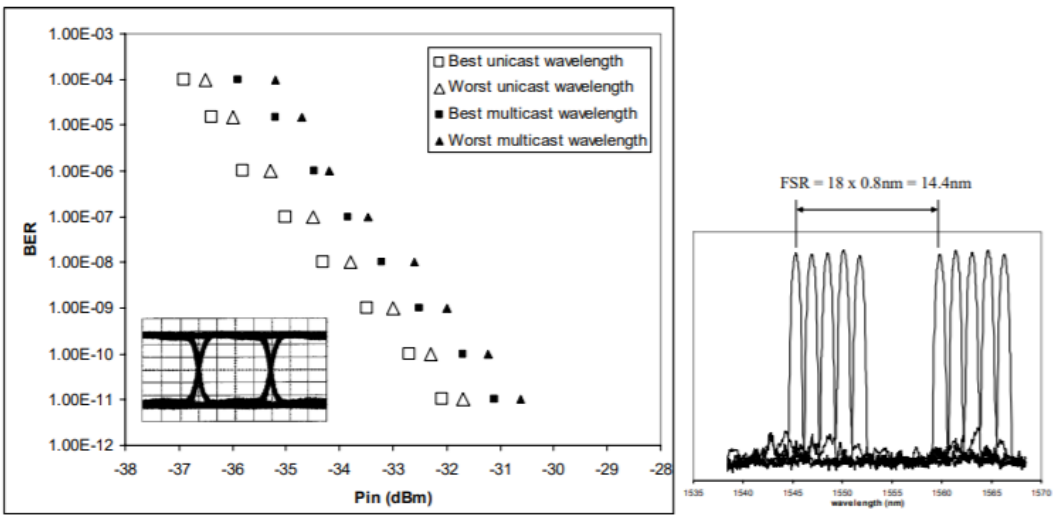
Модельдеу нәтижелері

Берілген сигналдың сапасы мен желілік топологияны модельдеудің дұрыстығын тексеру үшін, соңғы пайдаланушының жағында сигналдың көз диаграммасы келтірілген.



Сигналдың соңғы тұтынушы жағындағы көз диаграммасы

Бірыңғай және мультикастты ONU-да қабылдау нәтижелері суретте көрсетілген.



Сол жақта: 30 км SMF көмегімен BER / түйреуіш
біртұтас және көпкасттық үшін. Оң жақта: 18x18 AWG FSR

Сезімталдық -33 дБм диапазонында тым көп емес трафик үшін алынды. AWG маршруттарының сәйкестігін тексеру үшін әртүрлі толқын ұзындығы сыналды. Толқындардың ұзындығы арасындағы айырмашылық 0,5 дБм-ден аз болды. Көп трафикті беру кезінде сезімталдығы 1 дБ айыппұл өлшенді. Сезімталдықтың төмендеуінің себебі - орталық AWG-ге сүзгілеу әсері.

Қорытынды

WDM жүйелеріндегі байланыс желісінің өткізу қабілеттілігін арттыру үшін бір оптикалық каналдағы (TDM сияқты) берілу жылдамдығын арттырудың орнына арналар саны (пайдаланылған толқын ұзындығы) көбейтіледі.

WDM технологиясының маңызды артықшылығы - дайындалған талшықты желілерді тығыздау үшін пайдалану мүмкіндігі. WDM пайдалану қолданыстағы инфрақұрылымдағы тасымалдау жүйелерінің бірнеше буынының жеткілікті өткізу қабілеттілігін қамтамасыз етуі керек.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Р.Р. Убайдуллаев. Волоконно-оптические сети. ЭКО-ТРЕНДЗ, Москва, 1998.

[2] Былина М.С., Глаголев С.Ф., Кочановский Л.Н., Пискунов В.В. Измерение параметров волоконно-оптических линейных трактов: Учебное пособие/СПб ГУТ.-СПб, 2002.

[3] Курицын С. А. Основы построения телекоммуникационных систем передачи: Учебное пособие. – СПб.: Информационный центр «Выбор», 2004.

[4] Алексеев Е.Б. Оптические сети доступа. Учебное пособие - М: ИПК при МТУ СИ, 2005.

[5] Матюхин А. Ю., Курицын С. А. Многоканальные системы передачи: Учебное пособие/СПб ГУТ. – СПб, 2013.

[6] Андрэ Жирар. Руководство по технологии и тестированию систем WDM. / Андрэ Жирар– М.: EXFO, 2001. / Пер. с англ. под ред. А.М. Бродниковского, Р.Р. Убайдуллаева, А.В. Шмалько. / Общая редакция А.В. Шмалько

[7] Аснис Л.Н. Технологии спектрального мультиплексирования для оптической связи: Учеб. пособие / Л.Н.Лисин, И.Ю. Денисюк – СПб; СПбГУ ИТМО, 2008.

[8] Волоконно-оптическая техника: Современное состояние и перспективы. – 2-е изд., перераб. и доп. /Сб. статей под ред. Дмитриева С.А. и Слепова Н.Н. – М.: ООО «Волоконно-оптическая техника», 2005.

[9] Наний О.Е. Основы технологии спектрального мультиплексирования каналов передачи (WDM). / LIGHTWAVE Russian edition №2 2004.

[10] Слепов Н. Особенности современной технологии WDM / Н.Слепов – ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес 6/2004.

Смайлов Н.К., Оразбеков Е.А., Уалиев Ж.Р., Көшкінбаев С.Ж., Абдыкадыров А.А., Маликова Ф.У.

Математическое моделирование систем WDM на линиях передачи сенсора для волоконно-оптического давления и температуры

Аннотация. Традиционно в волоконно-оптической системе передачи (ВОСП) используются технологии временного мультиплексирования TDM к которым относятся SDH, ATM, Ethernet. Использование новых достижений в технологии TDM позволило увеличить пропускную способность волоконно-оптических линий связи (ВОЛС) до 40 Гбит/с. Дальнейшее увеличение скорости передачи в рамках TDM ограничено возможностями электроники, с одной стороны, и дисперсионными искажениями оптического сигнала в ОВ, с другой стороны.

Технологией, позволяющей решить эту проблему, является технология спектрального мультиплексирования – WDM (Wavelength Division Multiplexing). Для повышения пропускной способности линии связи в системах WDM вместо увеличения скорости передачи в единственном оптическом канале (как в TDM) увеличивается число каналов (используемых длин волн).

Ключевые слова: длины волн, мультиплексирование с разделением по длине волны, мультиплексирование с разделением по времени, пассивная оптическая сеть.

УДК 666.940

G. Kalymbetov[1], B. Kedelbayev[1], K. Lakhanova[2], G.Rakhmonberdiyev[3], G. Iztleuov[1]
([1]South Kazakhstan state University named after M. Auezov, Shymkent, Kazakhstan
[2]International Kazakh-Turkish University named after H. A. Yasavi, Turkestan, Kazakhstan
[3]Tashkent Institute of chemical technology, Tashkent, Uzbekistan
E-mail: gani_himik@mail.ru)

CREATION OF INNOVATIVE TECHNOLOGY OF PREPARATION OF CELLULOSE BASED ON WHEAT STRAW AND IMPLEMENTATION OF ITS IN PRODUCTION

Abstract. The article deals with scientific research aimed at the chemical processing of various plants and the production of cellulose. As a result of research conducted in the world on the synthesis of composite polymer materials, a number of scientific results have been achieved, including: introduced a new technology to improve the quality of cellulose (Codra Cell, Sweden); improved technology for the transfer of cellulose from a complex synthesis period to a simplified stage (Stockholm, Sweden); optimal parameters have been created for the production of cellulose from various trees and annual plants (Dresden, Germany); the sodium method for producing cellulose by boiling wheat straw in 3% alkali solution (NaOH) at a temperature of 150oC (French Pulp paper research, France) was developed and introduced into production.

Key words: technology, cellulose, wheat straw, agricultural waste, production waste, delignification, chemical processing, cooking, grinding, correction of cellulose-containing raw materials.

Г. Калымбетов[1], Б.Кедельбаев[1], К. Лаханова[2], Г. Рахмонбердиев[3], Г.Изтлеуов[1]
([1]Южно-Казахстанский государственный университет имени М.Ауэзова, Шымкент, Казахстан
[2]Международный Казахско-турецкий университет имени Х.А. Ясави, Туркестан, Казахстан
[3]Ташкентский химико-технологический институт, Ташкент, Узбекистан
E-mail: gani_himik@mail.ru)

СОЗДАНИЕ ИННОВАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ НА ОСНОВЕ ПШЕНИЧНОЙ СОЛОМЫ И ВНЕДРЕНИЕ ЕЁ В ПРОИЗВОДСТВЕ

Аннотация. В статье рассматриваются научные исследования, направленные на химическую переработку различных растений и получения целлюлозы. В результате исследований, проводимых в мире, по синтезу композиционных полимерных материалов достигнут ряд научных результатов, в том числе: внедрена новая технология повышения качества целлюлозы (Codra Cell, Швеция); усовершенствована технология перевода целлюлозы из сложного периода синтеза на упрощенный этап (Стокгольм, Швеция); созданы оптимальные параметры при получении целлюлозы из различных деревьев и однолетних растений (Дрезден, Германия); разработан и внедрен в производство натронный метод получения целлюлозы путем варки соломы пшиеницы в 3% растворе щелочи (NaOH) при температуре 1500С (French Pulp).

Ключевые слова: технология, целлюлоза, солома пшеницы,сельскохозяйственные отходы, отходы производства, делигнификация, химическая обработка, варка, измельчение, коррекции целлюлозосодержащего сырья.

На сегодняшний день в мире, синтез новых производных и продуктов целлюлозы, а так же создание на их основе высококачественных эфиров целлюлозы и композиционных материалов, является важной задачей. Проводятся многочисленные научные исследования в области изучения процессов направленных на снижение влияния деструктивных факторов в процессе получения целлюлозы, изучение параметров оказывающих влияние на эти процессы, создания наноразмерных композиций, технологий по получению целлюлозы к воздействию влаги и органических растворителей, получения целлюлозы, являющейся важным сырьем для химической переработки, а также получения на ее основе карбоксиметилцеллюлозы (Na-КМЦ), нитроцеллюлозы (коллоксилина) [1-5].

В результате исследований, проводимых в мире, по синтезу композиционных полимерных материалов достигнут ряд научных результатов, в том числе: внедрена новая технология повышения качества целлюлозы (Codra Cell, Швеция); усовершенствована технология перевода целлюлозы из сложного периода синтеза на упрощенный этап (Стокгольм, Швеция); созданы оптимальные параметры при получении целлюлозы из различных деревьев и однолетних растений (Дрезден, Германия); разработан и внедрен в производство натронный метод получения целлюлозы путем варки

соломы пшиеницы в 3% растворе щелочи (NaOH) при температуре 1500С (French Pulp paper research, Франция) [6].

В мире проводятся научные исследования в области получения на основе целлюлозы композиционных полимерных материалов, в том числе по следующим приоритетным направлениям: интенсификация в несколько раз системы производства; ведение процесса с высокой точностью за счет предварительного определения факторов, оказывающих влияние в период синтеза продукции; получение под влиянием различных параметров целлюлозы с высокой молекулярной массой и ее производных; модернизирование системы путем коррекции различных параметров и факторов [7].

Традиционным сырьём для производства целлюлозы является древесина. Возрастающие потребности в целлюлозе при дефиците древесного сырья в малолесистых странах можно обеспечить за счёт использования сельскохозяйственных отходов: соломы и шелухи злаковых культур, тростника, стеблей хлопчатника и других [8].

На сегодняшний день большой интерес представляет использование отходов с/х таких как, рисовая, пшеничная, ржаная соломы, гуза-пая, конопля и многие другие. Создание технологий на основе переработки этих видов отходов сельскохозяйственного производства позволит решить проблему сырьевой базы для целлюлозно-бумажной промышленности Республики [9].

Большой интерес из с/х отходов представляет пшеничная солома. В нашей стране отходы пшеничной соломы составляют более 1млн.т/г.

В экономической части работы приводятся теоретическая экономическая целесообразность производства целлюлозы из пшеничной соломы и химической переработки на основе соломенной целлюлозы [10].

Содержание целлюлозы в соломе злаковых культур сопоставимо с её количеством в древесном сырье (34–51% вес). Существующие технологии получения целлюлозы из соломы основаны преимущественно на щелочных методах варки Образующаяся при этом небелёная соломенная целлюлоза отличается невысоким качеством [11].

При получении целлюлозных полуфабрикатов и целлюлозы из соломы также могут применяться методы щелочной делигнификациитермомехано-химическим путём для целлюлозы высокого выхода. Проведённый анализ традиционных методов получения целлюлозы высокого выхода (ЦВВ) из растительного сырья, в том числе из пшеничной соломы, а также целлюлозы из древесной массы показал, что как правило, в основе получения различными способами заложена термохимическая обработка [11].

Такая особенность сырья затрудняет делигнификацию и вызывает необходимость использовать дополнительные стадии при переработке соломы в волокнистые продукты [12].

С целью снижения расхода химических растворов на делигнификацию и для повышения выхода целлюлозу, использовали предварительную обработку волокнистого продукта в двушнековом аппарате типа мясорубки перед стадией его варки, так называемой термомеханохимической обработкой [13-15].

Исследованы и определены основные значимые параметры процесса водного и кислого предгидролиза натронной варки, максимально влияющие на выход целлюлозы из пшеничной соломы. Для получения целлюлозы высокого выхода за основу принят способ, сочетающий двустадийную механическую обработку:

Измельчение соломы в соломорезке;

Обработка сечки в шнековом аппарате, типа мясорубки.

Применение вышеприведённой механической подготовки, даёт возможность на получение положительных результатов при получении качественной целлюлозы для химической переработки:

1. Целлюлозам высокого выхода требуется более мягкие режимы: предгидролиз пшеничной соломы проводится в водной среде при температуре 98-100оС в течение 20-30 мин.

2. В качестве химической обработки выражена натронная варка пониженной концентрации щелочного раствора (0,5-1,0%), при этом выход целлюлозы из пшеничной соломы может составлять 55-65% .

Режимы получения целлюлозы высокого выхода из пшеничной соломы и физико-химические свойства полученных образцов даны в табл. 1 и 2.

Таблица 1. **Влияние водного предгидролиза и время варки пшеничной соломы в щелочном растворе на выход и качества полуфабриката**

Время предгид. в воде мин.	Время варки в 2% р-ре NaOH, ч	Выход, %	Показатели целлюлозы		
			сод.-е α-целл., %	сод.-е геми-целл., %	СП
30	1,0	35,51	77,84	12,32	1080
Без замочки	1,0	33,02	75,59	16,14	1140
30	1,5	38,58	79,72	10,41	1020
Без замочки	1,5	34,23	78,37	15,23	1100
30	2,5	42,45	81,17	9,00	980
Без замочки	2,5	35,01	78,98	13,92	1020
30	3,0	44,24	83,55	8,14	950
Без замочки	3,0	38,86	79,84	11,98	970

В таблице 1 приведены результаты влияния водного предгидролиза и варки пшеничной соломы, обработкой механохимическим, на выход и физико-химические свойства целлюлозы.

Из таблицы 1, 2 видно, что обработкой целлюлозосодержащего сырья, т.е. предгидролизом в воде и кислоте можно получить полуцеллюлозу, но с таким режимом варки целлюлозы даёт возможность получит целлюлозу без давления и при более низкой температуре (98-110оС).

Было изучено влияние различных параметров процесса делигнификации соломы пшеницы натронной обработкой, на качество получаемых волокнистых продуктов.

Таблица 2. **Влияние предгидролиза и время варки пшеничной соломы в азотной кислоте на выход и качество целлюлозы**

Время предгид. в 2% HNO3, мин.	Варка в 2% р-ре HNO3, мин.	Время варки в 2% р-ре NaOH, час.	Выход, %	Показатели целлюлозы		
				содер.-е α-целл., %	содер.-е геми-целл., %	СП
5	20	0,5	38,92	79,92	11,98	820
Без замочки	20	0,5	35,14	77,08	14,50	850
5	20	1,0	40,04	80,33	10,08	800
Без замочки	20	1,0	36,21	79,95	12,98	840
5	20	1,5	44,72	80,90	8,52	750
Без замочки	20	1,5	38,50	79,12	10,21	800
5	20	2,0	46,07	84,86	7,76	740
Без замочки	20	2,0	40,87	81,25	8,89	780

При вариации концентрации гидроксида натрия, гидромодуля и продолжительности делигнификации, выход волокнистых продуктов изменяется от 33,4 до 69,4% от массы абсолютно сухой соломы (табл.3, 4).

Таблица 3. **Влияние времени варки на показатели целлюлозы, полученной на основе пшеничной соломы**

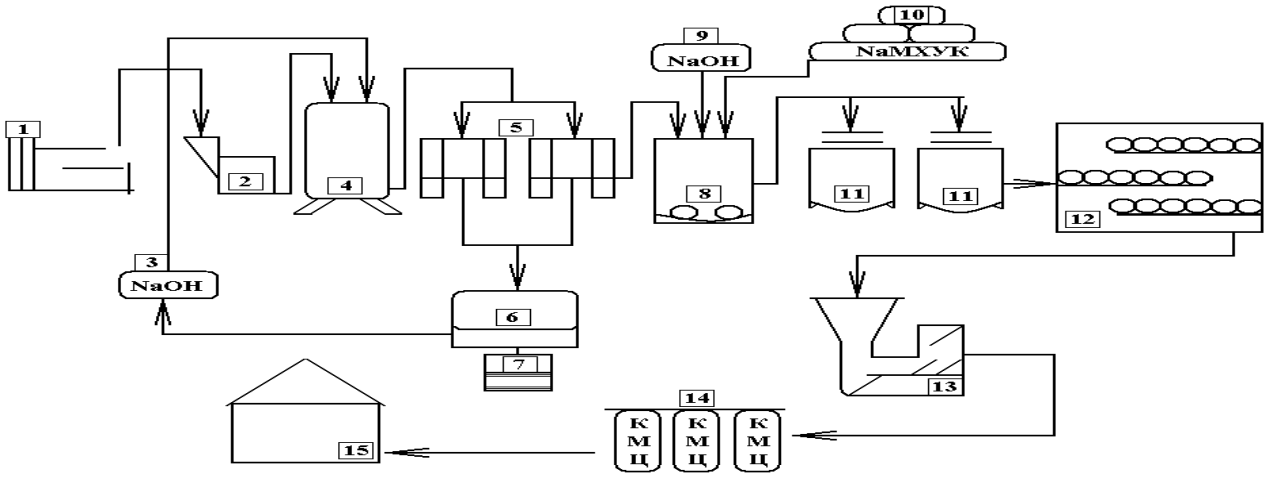
№	Щелочная варка		Физико-химические показатели полуфабриката					
	Конц. NaOH.г/л	Время, мин.	Выход, %	А-цел-люлоза,%	Геми-целл., %	СП	Белиз-на, %	Золь-ность,%
1	35	30	-	-	-	-	-	-
2	35	60	-	-	-	-	-	-
3	35	90	56,2	-	25,4	-	57	3,0
4	35	120	52,1	-	25,0	-	59	2,8
5	35	150	49,8	-	24,2	-	61	2,1
6	35	180	47,3	76,7	23,5	1300	63	1,7
7	35	210	42,8	79,1	18,1	1230	67	1,1
8	35	240	35,1	80,2	14,7	1150	72	0,92
9	35	270	34,7	82,9	8,9	1040	78	0,78
10	35	300	31,2	88,6	5,7	980	80	0,61

Содержание гемицеллюлозы в пшеничной целлюлозе существенно зависело от продолжительности варки. В интервале времени варки от 1,5 и 3.0 час содержание гемицеллюлозы по ходу варки изменяется от 25,4 до 23,5%. В результате такой обработки снизились выход волокнистого продукта и степень полимеризации от 1300 до 970.

Таблица 4. **Влияние концентрации NaOH на показатели целлюлозы, полученной на основе пшеничной соломы**

№	Щелочная варка		Физико-химические показатели полуфабриката					
	Конц. NaOH.г/л	Время, мин.	Выход, %	α-целлюлоза, %	Геми-целл., %	СП	Белизна,%	Зольность, %
1	5	180	-	-	-	-	-	-
2	10	180	-	-	-	-	-	-
3	15	180	69,4	-	-	-	48	5,6
4	20	180	64,8	-	-	-	51	4,3
5	25	180	57,1	-	-	-	54	3,1
6	30	180	50,4	-	-	-	69	2,9
7	35	180	47,3	89,7	23,3	1300	63	1,7
8	40	180	42,1	82,1	19,7	1210	69	1,2
9	45	180	38,7	77,8	15,1	1170	72	0,98
10	50	180	33,4	76,7	6,3	1050	78	0,73

Ниже приводится принципиальная технологическая схема получения композиционных полимерных материалов на основе местного сыпья.



1-ролганг, 2-мельныца, 3-сосуд для щелочи, 4-котел для варки целлюлозы,
5-центерифуга, 6- сосуд для сборки осадков щелочи, 7- сосуд сбора лигнина,
8- моноаппарат, 9-сборник щелочи, 10-набornатриймонохлорацетата, 11-сосуд дозревания, 12-сушильный агрегат, 13-мельница, 14-готовая продукция, 15-склад.

Рис. 3. Принципиальная технологическая схема получения композиционных полимерных изделий на основе местного сырья

Согласно схеме (рисунок 1) (1) сырье (солома, стебель топинамбура, вторичная продукция тополиного дерева, линт и др.) проходят из мельницы (2) в (4) варочный котел. Здесь производится варка в (3) растворе. Полученная целлюлоза промывается с помощью (5) центрифуги ват переводится в (8) моноаппаратдля получения КМЦ, где целлюлоза обрабатывается в (9) щелочи и (10) монохлорацетатенатрия, полуфабрикат доготавливается (11), сушится (12) после измельчается в (13) мельнице и превращается в (14) готовую продукцию.

Инновационная особенность разаработанной технологии заключается в том, что по ней можно получить целлюлозу и композиционные полимерные материалы с заданными показателями качества путем коррекциицеллюлозосодержащего сырья под воздействие различных параметров.

ЛИТЕРАТУРА

[1] М.Муродов. Исследование свойств волокнистых полуфабрикатов, предназначенный для получение Na-КМЦ // Кимёвакимё технологияси журнали. – Тошкент, 2010. -№2. – С. 55-58. (

[2] M.M. Murodov. The technology of making carboxymethyl cellulose (cmc) by method monoapparatus // International Conference: Renewable Wood and Plant Resources/ Chemistry, Technology, Pharmacology, and Medicine.- Saint-Petersburg, 2011. –С.141-142.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Калымбетов Г., Кедельбаев Б., Лаханова К., Рахмонбердиев Г., Изтлеуов Г.

Бидай сабаны негізінде целлюлоза алудың инновациялық технологиясын құру және оны өндіріске енгізу

Аннотация. Мақалада түрлі өсімдіктерді химиялық өңдеуге және целлюлоза алуға бағытталған ғылыми зерттеулер қарастырылады. Композициялық полимерлік материалдар синтезі бойынша әлемде жүргізілген зерттеулер нәтижесінде бірқатар ғылыми нәтижелер алынады, олардың ішінде: целлюлоза сапасын арттырудың жаңа технологиясы енгізіледі (Codra Cell, Швеция); целлюлозаны синтездің күрделі кезеңінен жеңілдетілген кезеңге аудару технологиясы жетілдіріледі (Стокгольм, Швеция); түрлі ағаштар мен біржылдық өсімдіктерден целлюлоза алу кезінде оңтайлы параметрлер жасалады (Дрезден, Германия); 150ос температурада 3% сілті ерітіндісінде (NaOH) бидай сабанын қайнату жолымен целлюлоза алудың натрондық әдісі дайындалады және өндіріске енгізіледі (French Pulp).

Түйін сөздер: технология, целлюлоза, бидай сабаны, ауылшаруашылық қалдықтары, өндіріс қалдықтары, делигнификация, химиялық өңдеу, қайнату, ұсақтау, құрамында коррекциицеллюлоза бар шикізат.

УДК 691.55/56:637

K. Akmalayuly, S. Orimbasar
(Satbaev University, Almaty, Republic of Kazakhstan)

SELF-COMPACTING CONCRETE WITH PARTIAL NANOSILICON

Annotation. Self-compacting concrete reduces the cost of manual compaction, using self-compacting concrete together with nanosilica particles helps to complete construction work faster, gaining strength faster. This study focuses on the impact of nanotechnology on the properties of self-compacting concrete. With the addition of nanomaterials such as nanosilica, hydration rate, permeability, durability, compressive strength, tensile strength, and flexural strength increase with increasing concentration of nanosilica. The use of nanomaterials in concrete technology has the potential to change the lifespan and life cycle cost of building infrastructure. This study presents the behavior of self-compacting concrete when partially replacing cement with nanosilica.

Key words: self-compacting concrete, nanosilica, chemical additive, strength, mechanical properties.

К. Акмалайұлы, С. Оримбасар
(Сәтбаев университет, Алматы, Республика Казахстан)

САМОУПЛОТНЯЮЩИЙ БЕТОН НАНОКРЕМНЕЗЕМОМ

Аннотация. Самоуплотняющийся бетон снижает стоимость ручного уплотнения, использование самоуплотняющегося бетона вместе с частицами нанокремнезема помогает быстрее завершить строительные работы, быстрее набирая прочность. Настоящее исследование посвящено влиянию нанотехнологий на свойства самоуплотняющегося бетона. При добавлении наноматериалов, таких как нанокремнезем, скорость гидратации, проницаемость, долговечность, прочность на сжатие, прочность на разрыв и прочность на изгиб увеличивается с увеличением концентрации нанокремнезема. Применение наноматериалов в технологии производства бетона может потенциально изменить срок службы и стоимость жизненного цикла строительной инфраструктуры. В этом исследовании представлено поведение самоуплотняющегося бетона при частичной замене цемента нанокремнеземом.

Ключевые слова: самоуплотняющийся бетон, нанокремнезем, химическая добавка, прочность, механическая свойства.

Самоуплотняющийся бетон - особый бетон с необычным свойством уплотнения, что снижает вероятность ошибки человека. Вместе с тем комбинация нанокремнезема дает изумительную силу в области строительства. Бетон, который способен течь в опалубку без расслоения и просачивания, снижает трудозатраты, улучшает отделку, упрощает укладку, повышает долговечность, более тонкие бетонные секции, меньший уровень шума, отсутствие вибрации, безопасную рабочую среду, равномерное заполнение и полностью каждый угол его собственным весом без применения вибрации или других механизмов во время укладки бетона. Преимущества СУБ делают этот бетон более востребованным во всем мире, включая более быстрое строительство [1].

Изучить свойства самоуплотняющегося бетона с натуральными крупными заполнителями, а также влияние добавок (нанокремнезема) с разным процентным содержанием 3 %, 5 % и 7 %. Изучить свойства обычного бетона с применением самоуплотняющегося бетона с добавкой. Изучить свойства бетона средней прочности с добавлением нанокремнезема в зависимости от количества цемента согласно строительной практике. Поведение должно быть обнаружено путем проведения испытания затвердевшего бетона и сравнения с обычным бетоном [2].

Исследования является изучение механических и прочностных свойств бетона с мелкозернистым заполнителем, частично замещенным нанокремнеземом. Основываясь на исследовании, основная цель проекта определена как исследование свойств самоуплотняющегося бетона с использованием различного процентного содержания нанокремнезема, а его возможные результаты определены в подзадачах для достижения основной результаты [3. 4].

Материалы и методы исследования. Повысить прочность бетона за счет частичного использования нанокремнезема в качестве замены цемента. Проведено детальное изучение материалов. Собранные материалы представляют собой цемент марки М400, нанокремнезем, используемый в качестве замены в меньшем количестве, и 20-миллиметровый крупный заполнитель, используемый для этого проекта. Испытываются такие физические свойства, как ситовый анализ

заполнителей, водопоглощение, начальное и конечное время схватывания цемента и консистенция цемента. Произведен расчет для различных процентных соотношений смеси.

Были отлиты 6 кубиков размером 150 х 150 х 150 мм, 3 цилиндра размером 70 х 150 мм и 1 призма размером 100 х 100 х 500 мм, отлитая для каждой смеси. Образцы будут проверены через 7, 14 и 28 дней. Используются такие механические свойства, как испытание на прочность при сжатии, испытание на растяжение при разделении и испытания на прочность на изгиб. В этой смеси мелкозернистый заполнитель частично заменен нанокремнеземом на 3, 5 и 7 %.

Образцы были отлиты из бетона с характеристической прочностью 30 МПа, размер кубической формы (150 мм х 150 мм х 150 мм), формы призмы (750 мм х 150 мм х 150 мм) и цилиндра диаметром 150 мм и высотой 300 мм. Проект был рассчитан в соответствии с проектной спецификацией, упомянутой в ГОСТ Р 57345-2016/EN 206-1:2013. Соотношение смеси, полученное таким образом, составляет 1:1,75: 3,40 с соотношением воды и цемента 0,40. Для стандартного бетона при частичной замене метакаолина и летучей золы соотношение смеси составляло 1:1,70: 3,25 смесей с 0, 10, 20, 30, 40 и 50 процентным замещением метакаолина и летучей золы.



Рис. 1. Смеситель

Все вышеперечисленные материалы с подходящим водоцементным соотношением и химической добавкой были добавлены для лучшей удобоукладываемой и уплотнения бетона, здесь смешивание производилось лабораторной смесителе. (Рис. 1).

Для отливки образца использовалась железо-стальная форма, перед заливкой была произведена смазка внутренних поверхностей форм. Бетон был хорошо перемешан смесителем, заливался в формы слоями и должным образом уплотнялся, чтобы бетон заполнил всю поверхность объема. Первым шагом является правильное перемешивание, чтобы избежать потери воды, чтобы бетон был однородным, однородным по цвету и консистенции, а все количество бетона залито в форму без каких-либо воздушных пустот. Заливка бетона выполняется таким образом, чтобы избежать расслоения при выгрузке в форму.

Уплотняли образец бетона для вытеснения захваченного воздуха из бетона. В процессе перемешивания, транспортировки и укладки воздушные пустоты имеют тенденцию захватываться в бетоне. Это приведет к снижению прочности, поэтому бетонирование является важной частью бетонирования, здесь мы используем ручное уплотнение для каждой партии образцов бетона, отлитых одновременно. Уплотнение бетона - это операция, при которой свежий бетон уплотняется в формы и окружает арматуру и другие заделанные объекты, такие как трубы, в форме, возникают различные проблемы. Если уплотнение бетона не выполняется должным образом, например, сотовые конструкции, сталь. проблемы коррозии и проницаемости.

Из эксперимента сделан вывод, что использование нанокремнезема помогает улучшить прочность бетона. Нано-кремнезем - важная замена в этом проекте. Нанокремнезем заменяется на 3, 5 и 7 % от веса цемента.

Бетонная смесь и испытания были выполнены в соответствии ГОСТ Р 57345-2016/EN 206-1:2013. Отверждение и испытания проводились с интервалом 7, 14 и 28 дней. После указанного периода отверждения механические свойства образцов проверяются. Были проведены испытания прочности, такие как испытание, на прочность на сжатие, испытание на прочность на разрыв и прочность на изгиб, и результаты были получены.

Максимальная прочность на сжатие бетона достигается в смеси 3 % - 43,8 МПа через 28 дней.

Максимальный предел прочности при растяжении бетона достигается при замене мелкозернистого заполнителя на 3 % нанокремнезема, и результаты показывают, что оно составляет 3,05 МПа. При замене 5 % медного шлака вместо мелкого заполнителя максимальная прочность на изгиб составляет 12,6 МПа.

Отсюда ясно, что цемент можно в значительной степени заменить нанокремнеземом и тем самым повысить прочность.

Вывод, что бетон с заменой цемента на 3 и 5 % будет иметь хорошую прочность и хорошо подходит для многоэтажных зданий. Таким образом, для высотного здания самоуплотняющийся бетон с частичной заменой нанокремнезема дает хорошую прочность и эффективность, поскольку нет необходимости в уплотнении.

Таким образом, есть возможности для развития бетона без трещин в направлении устойчивого строительства с уменьшением содержания воды.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Lukuttsova E. Matveeva//Scientific and Technical Journal Herald MGSU.-2009.-special issue numder 3.-pp/ 84-102.

[2] Shabanova, N. Fundamentals of sol-gel technology nanodisperse silica. [Text] 3 N. Shabanova, P. Sarkisov. - M.: ICC "Academkniga, 2004. - 208 pp.

[3] Нурмаганбет. Мелкозернистые бетоны для сейсмостойкого строительства // Композиционные строительные материалы. Теория и практика: материалы Междунар. научно-техн. конф.- Пенза, май 2010.- С.57-61.

[4] Баженов Ю.М., Лукутцова Н.П., Матвеева Е.Г. Исследование наномодифицированного мелкозернистого бетона // Вестник МГСУ. №4. 2010, -с. 415-419.

Акмалайұлы К., Оримбасар С.

Нанокремнеземді өздігінен нығыздалатын бетон

Түйіндеме. Өздігінен нығыздалатын бетон қолмен нығыздаудың құнын төмендетеді, өзін-өзі нығыздайтын бетонды наносиликат бөлшектерімен бірге пайдалану құрылыс жұмыстарын тезірек аяқтауға, тезірек күш алуға көмектеседі. Бұл зерттеу нанотехнологияның өздігінен тығыздалатын бетонның қасиеттеріне әсеріне бағытталған. Наносиликат сияқты наноматериалдарды қосқанда, ылғалдану жылдамдығы, өткізгіштігі, беріктігі, сығылуға беріктігі, созылуға беріктігі және иілу беріктігі наносиликаның концентрациясы жоғарылаған сайын артады. Наноматериалдарды нақты технологияда қолдану инфрақұрылымды салу мерзімін және өмірлік цикл құнын өзгерту мүмкіндігіне ие. Бұл зерттеу цементті наносиликатпен ішінара ауыстырған кезде өзін-өзі нығыздайтын бетонның мінез-құлқын ұсынады.

Түйінді сөздер: өздігінен нығыздалатын бетон, наносиликат, химиялық қоспалар, беріктік, механикалық қасиеттер.

УДК 658.516:004:004.4

Y.Savelyeva, V. Karyakin, I. Dadayeva
(Kazakh-German University, Almaty, Kazakhstan
E-mail: savelyeva@dku.kz)

ZACHMAN METHODOLOGY IN THE DESIGN OF EDUCATIONAL PROGRAMS

Abstract. The article considers the issues of building curricula and syllabuses of individual courses of educational programs, using the Zachman methodology, applying the process of architectural design on the example of educational programs in the IT direction.

Key words: architectural design, Zachman model, educational program, information artifacts, modeling language

Е. Савельева, В. Карякин, И. Дадаева
(Казахстанско-Немецкий Университет, Алматы, Казахстан)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОЛОГИИ ЗАХМАНА ПРИ РАЗРАБОТКЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ

Аннотация. Рассматриваются вопросы построения учебных планов и силлабусов отдельных курсов образовательных программ с помощью методологии Захмана, используя процесс архитектурного проектирования, на примере образовательных программ ИТ-направления.

Ключевые слова: архитектурное проектирование, модель Захмана, образовательная программа, информационные артефакты, язык моделирования

Информационное и алгоритмическое обеспечение учебного процесса в ВУЗе составляют учебный план и рабочие учебные программы дисциплин - силлабусы. Учебный план имеет организационную составляющую, которая формирует структуру научения на принципах логической последовательности получения знаний, и представляет собой, по сути, логистику оперирования силлабусами. Силлабусы, в свою очередь, определяют логистику получения знаний по определенной дисциплине. Таким образом, структурное построение учебного плана и силлабусов может быть рассмотрено как построение архитектуры этих информационных артефактов.

Информационные артефакты составляют основу любой информационной деятельности. Процессы формирования и манипулирования информационными артефактами можно рассматривать как информационную логистику. Структуру и поведение таких процессов определяют их пространственные и временные характеристики. Для демонстрации этот процесс можно рассмотреть на примере организации и поведении такого информационного объекта как операционная система компьютера. Активные и пассивные части операционной системы образуют структуру, а функционирование операционной системы определяют поведенческие процессы оперирования информационными артефактами.

Таким образом, методы формирования и действия информационных артефактов можно рассматривать как элементы информационной системы.

Использование методов проектирования информационных систем для определения структуры и семантики различных объектов и процессов приобретает массовый характер [1]. Методы структурного и объектного проектирования (IDEF, UML, DFD) используются для описания различных информационных артефактов.

Основную роль в первичном проектировании, как известно, играет определение архитектуры проектируемой сущности. «Архитектура системы - принципиальная организация системы, воплощенная в её элементах, их взаимоотношениях друг с другом и со средой, а также принципы, направляющие её проектирование и эволюцию». Представим процесс построения архитектуры силлабусов и учебного плана, используя процесс архитектурного проектирования на примере образовательных программ ИТ-направления.

Исходной информацией для построения состава учебного плана и дисциплин являются:

-международные и государственные стандарты образования и профессиональной деятельности;

- список компетенций бакалавра IT, обучающегося в ВУЗе;

-список рабочих мест, которые могут занимать выпускники;

-список профессиональных обязанностей или профессиональных требований от потребителей выпуска.

Основой для построения таких списков и, следовательно, архитектурных описаний стейкхолдеров, могут служить обновленные и дополненные международные документы, такие как CC2005, SEEK, SWEBOK, а также рынок рабочих мест и потребностей в использовании информационных технологий и существующие в РК и других странах профессиональные требования к IT- специалистам на уровне знаний бакалавра и магистранта.

Основой разработки силлабусов могут служить предложенные в SEEK CC2005 варианты учебных программ, на основе которых могут быть построены подобранные и реформированные в соответствии с учебным планом, текущим состоянием отрасли, требованиями потребителей стандартные предложения.

Вся эта информация может быть использована для создания словаря проблемной области и построения элементов нижнего уровня архитектуры, элементарных связей – элементов поведения,

некоторых триад - элемент- действие-элемент или действие-элемент-действие. Множество таких триад, составляющих словарь предметной области, являются первым шагом определения поведения и микроструктуры проектируемого объекта. Связав эти триады в цепочки, можно получить структурное и поведенческое – виртуальное, логическое описание проектируемой сущности.

Основой построения триад является тематика рассматриваемых дисциплин, определенная в SEEK, и профессиональная компетенции в стандартах профессиональных требований.

Ограничим рассмотрение профессиональных требований для программиста стандартами РК, РФ и США. Стандарты РК и РФ предусматривают разбиение требований на профессиональные уровни. Второй уровень определяет требования к бакалавру, третий - к магистру, и поэтому эти требования могут служить основой для дальнейшей разработки. Профессиональные требования США выложены в таких документах как «Менеджеры компьютерных и информационных систем» (источник - данные Бюро статистики труда по заработной плате за 2011 год и прогнозы занятости на 2010-2020 годы), «Справочник по профессиональным перспективам», где представлено предполагаемое изменение общей занятости за прогнозируемый период (2010-2020 годы). В этих документах перечислены профессии, по которым ведется образование и определены следующие профессиональные стандарты:

- 11-3021.00 Менеджеры компьютерных и информационных систем Bright Outlook;
- 15-1121.00 Аналитики компьютерных систем;
- 15-1122.00 Аналитики информационной безопасности;
- 15-1131.00 Программисты;
- 15-1151.00 Специалисты по поддержке пользователей компьютеров;
- 15-2091.00 Техники-математики;
- 43-9011.00 Компьютерные операторы;
- 51-4012.00 Программаторы станков с числовым программным управлением.

Для построения словаря предметной области можно использовать профессиональные требования перечисленных стандартов к профессии программиста. В документе 11-3021.00 «Менеджеры компьютерных и информационных систем» сказано, что к профессиональным требованиям программиста относится «создание, изменение и тестирование кода, форм и сценариев, которые позволяют запускать компьютерные приложения». В документе 15-1131.00 «Программисты» - «создание, изменение, тестирование кода, форм и скриптов, которые позволяют запускать компьютерные приложения». Если проанализировать эти документы, то стрежневой линией, определяющей основные аспекты профессии программиста, является умение сопровождать жизненный цикл программного обеспечения на всех его этапах жизненного цикла. Особое место в этих документах отводится умению составлять спецификацию, умение анализировать потребности пользователей и проектировать программные решения. Эти же квалификационные требования указаны и в профессиональных стандартах РК и РФ, для профессий программист-аналитик, программист, аналитик-программист, компьютерный программист, разработчик программного обеспечения, разработчик приложений, компьютерный программист-аналитик, интернет-программист, Java-разработчик, веб-программист.

Рассматриваемые документы определяют набор компетенций, которыми должен обладать программист, и на основе которых можно достаточно гибко сформировать список тем в дисциплинах и дисциплин в учебном плане. Разнообразие тем документа США позволяет подходить к построению списка дисциплин более гибко, чем при использовании документов РФ и РК, где список тем дисциплин уже определен авторами документа. Стандарт построен как список таблиц, что удобно для ручной работы с ним. Для каждого уровня - первая одноколоночная таблица содержит список профессиональных требований с указанием глубины погружения в них (профессиональный уровень), а вторая - отношения между элементами профессиональных требований – умениями и навыками – знаниями содержит три колонки с отношениями 1:n (1:2) и n: m (2:3), при этом множественные отношения приводят к информационной избыточности таблиц.

Второй шаг проектирования – определение архитектурных особенностей проекта, используя структуру результатов исследования словаря. «Архитектурный подход (англ. architectural framework) — соглашения, принципы и практики для описания архитектуры, установленные для конкретной области применения и/или конкретным сообществом заинтересованных лиц» [2].

Учебный план можно рассматривать как многослойную, многофакторную, многоагрегатную логистическую модель поставки и получения знаний с проведением посеместрового (послойного) тестирования результатов. Как известно, в стандарте ISO 42010 архитектура информационного объекта

строится на основе архитектурных описаний стейкхолдеров (соучастников выработки требований и построения информационного объекта).

Системный стандарт ISO 42010 определяет три проекции архитектуры:

- целевую (внешнюю), определяющую, как выглядит реализация и порядок следования артефактов с точки зрения цели обучения. В какой то степени, это модульное, аспектное, стержневое (вертикальное) разбиение учебного плана, отвечающее на вопросы ГДЕ, КОГДА и ПОЧЕМУ, с указанием межмодульных - межстержневых (горизонтальных) связей;

- функциональную, определяющую, что нужно и можно делать для реализации целевой установки, упорядоченный перечень информационных сущностей, отвечающих на вопрос ЧТО и КАК – список дисциплин обучения, с определением их внутри- и внепредметных связей – функциональных, ассоциативных, причинно-следственных;

- исполнительскую, определяющую как реализуются определенные выше функции, то есть непосредственная реализация информационной сущности – силлабуса, структурная и поведенческая, отвечая на вопрос объема знаний и умений тех, КТО будет реализовать указанную информационную сущность.

Еще одной, может быть основной для соблюдения порядка получения и логики следования изложения знаний, является временная схема, или временная диаграмма учебного плана - схема активации информационных сущностей. Для построения учебного плана это наиболее важный элемент, обеспечивающий согласование распределения логической последовательности научения с учетом внутридисциплинных и междисциплинных связей, а также равномерное распределение учебной нагрузки на обучаемых. Временное расположение тем и дисциплин – основа построения разумного учебного плана. Стержневая модель представления данных частично формализует процесс логического следования. Если стандартное определение архитектуры - это «искусство управления пространством», то для информационных технологий - это искусство использования информационных ресурсов во времени, что определяется макро- и микроструктурой информационных объектов, совместным и последовательным характером их использования, образующих, в определенные моменты времени, различные активы реализации.

В качестве инструмента определения архитектуры информационных артефактов предлагается использовать, как фреймворк, модель Захмана или инструмент Archi Mate [3].

Фактически, строение информационной архитектуры артефакта должно отвечать на сформированные Р.Киплингом и используемые в модели Захмана вопросы - «зовут их - КАК и ПОЧЕМУ, КТО, ЧТО, КОГДА и ГДЕ??».

Помимо вопросной оси модель Захмана имеет стадийную ось, отражающую фазы процесса разработки. И, кроме того, скрытую ось третьего измерения - соучастников процесса изготовления информационных артефактов (стейкхолдеров). То есть, имея три измерения, модель Захмана выглядит как двумерная таблица. На самом деле, такая логическая операция, как каррирование позволяет совершить такой переход. Однако визуальный эффект двумерного представления теряет свои преимущества. По нашему мнению, многомерное представление модели позволит более точно отразить информационную архитектуру артефакта. Ортогональных координат будет две: первая - Почему? Кто? Что? Где? Когда? Как?, вторая – это координаты фаз жизненного цикла программного обеспечения.

Существует целый ряд стандартов, регламентирующих жизненный цикл программного обеспечения и процессы разработки. Это ISO/IEC 12207:1995 - стандарт на процессы и организацию жизненного цикла, CustomDevelopmentMethod (методика Oracle) по разработке прикладных информационных систем, RationalUnifiedProcess (RUP) и другие. Они определяют основные этапы разработки: начало, исследование, построение и внедрение.

Основная идея методологии Захмана заключается в том, чтобы обеспечить возможность последовательного описания каждого отдельного аспекта системы в координации со всеми остальными. Для любой достаточно сложной системы общее число связей, условий и правил обычно превосходит возможности для одновременного рассмотрения. В то же время отдельное, в отрыве от других, рассмотрение каждого аспекта системы чаще всего приводит к неоптимальным решениям.

Используя эту методологию для построения учебных планов и силлабусов, можно сформировать таблицу, в которой:

- первая строка (контекст) соответствует уровню профессиональной компетентности обучаемого. На этом уровне вводятся достаточно общие основные понятия - словарь предметной области (для составления силлабусов), компетенции в виде знаний, умения и навыков (для составления

учебных планов). Фактически данная строка определяет контекст всех последующих строк. Поддерживая принципы семантических веб-сервисов, представление и хранение информации в адаптивной системе осуществляется с помощью онтологий. В основе веб-онтологий лежат свойства, классы, объекты и ограничения, реализующие представление об объектах как о множестве сущностей, характеризуемых некоторым набором свойств [4]. Эти сущности состоят между собой в определенных отношениях и объединяются по определенным признакам (свойствам и ограничениям) в группы (классы). В результате полного описания объектов и их свойств предметная область будет представлена как сложная иерархическая база знаний, над которой можно будет осуществлять «интеллектуальные» операции, такие как семантический поиск и вывод логических заключений;

- вторая строка (концептуальная модель) предназначена для определения траектории обучения, связки компетенция - междисциплинарный характер с указанием списка дисциплин и матрицы компетентности, отражающей вклад каждой учебной дисциплины в формирование той или иной компетенции. Должен быть определен список основных и вспомогательных предметов, необходимых для достижения основной цели. Анализ моделей компетенций, изложенный в [5], показывает, что компетенция может быть представлена как совокупность субкомпетенций, при этом специалист обладает компетенцией только в том случае, когда он обладает всеми субкомпетенциями, образующими компетенцию;

- третья строка (траектория образовательной программы) - семантическая сеть, основные термины предметной области и логические связи между дисциплинами. В дальнейшем дерево компетенций может использоваться и в качестве механизма формирования необходимого набора тестовых заданий для оценки каждой компетенции;

- четвертая строка – в ней осуществляется привязка данных и процедур их обработки к выбранным технологиям реализации.

Предлагаемая структура таблицы облегчает отслеживание временных и логических связей между курсами образовательных программ, позволяет обеспечивать выполнение различных ограничений (временных, содержательных, последовательностных) и вселяет надежду, что после более детальной проработки вопроса процесс составления качественных образовательных программ может быть автоматизирован.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Зиндер Е. З. Новое системное проектирование: информационные технологии и системное проектирование // СУБД № 4, 1995; № 1, 2, 1996.

[2] Zachman J. A. A Framework for Information System Architecture. IBM System Journal, vol. 26, No. 3, 1987

[3] Sowa J. F., Zachman J. A. Extending and Formalizing the Framework for Information System Architecture. IBM System Journal, vol. 31, No. 3, 1992

[4] Kubekov B.,Savelyeva Y.,Utegenova A. Project-competent paradigm of knowledge representation of the three-level engineering education system. 10th Majorov International Conference on Software Engineering and Computer Systems, MICSECS 2018; Saint Petersburg; Russian Federation; 20 December 2018

[5] Шибут М.С. Концептуальное моделирование предметной области в системе информационного обеспечения процесса обучения // Интеллектуальный анализ информации -2010: сб. докл. 10-й Междунар. науч. конф. Киев: Просви та, 2010. С. 276-283

[6] Kim H. A personalized recommendation method using a tagging ontology for a social e-learning systemro Proc. of the 3rd int. conf. "Intelligent Information and Database Systems ". Daegu, Springer Berlin Heidelberg Publ., 2012, pp. 357-366 (in Korea).

[7] Greger S.E. Implementation of semantic modeling tool environment of the educational process. Sbornik dokladov 3 Mezhdu-nar. nauchno-praktich. konf. "Obyektnye sistemy-2011 " [Proc. of the 3th Int. scientific and practical conf. "Object systems-2011"]. Rostov-on-Don, ShI (f) YuRGTU (NPI) Publ., 2011, pp. 58-61 (in Russ.).

[8] Лутошкина Н.В., Мурашова Л.М. Систематизация мультимедийного контента электронного курса на основе онтологии предметной области // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 6; URL: www.science-education.ru/ 113-11480 (дата обращения: 11.06.2014).

[9] Денисова И.Ю., Макарычев П.П. Онтологическое исследование процесса электронного обучения и проектирование средств поддержки // Онтология проектирования. 2012. № 4 (6). С. 61-73.

[10] Лапшин В.А. Онтологии в компьютерных системах. М.: Научный мир, 2010. 224 с.

[11] Priyma S.N. Providing semantic interoperability of public adult education systems using agent and ontological approach. Perspektivy nauki i obrazovaniya [Prospects for science and education]. 2014, no. 1 (7), pp. 79-84.

[12] Ступин А.А., Ступина Е.Е. Электронное обучение (E-Learning) - проблемы и перспективы исследований // Дистанционное и виртуальное обучение. 2012. № 1. С. 38-49.

[13] Lo W.-Sh. A value-adding process using the ontological engineering approach for an e-learning system design. Proc. of the 3rd int. conf. "Information and Financial Engineering IPEDR ". Singapore, IACSIT Press Publ., 2011, pp. 412-416 (in Singapore).

[14] Кудрявцев Д.В., Арзуманян М.Ю., Григорьев Л.Ю. Технологии бизнес-инжиниринга. СПб.: Издательство Политехнического университета, 2014. - 427 с.

[15] Gerben Wierda Mastering ArchiMate Edition III: A serious introduction to the ArchiMate enterprise architecture modeling language Hardcover – Illustrated, August 24, 2017

Савельева Е., Карякин В., Дадаева И.

Білім беру бағдарламаларын әзірлеу кезінде Захман әдіснамасын қолдану

Түйіндеме. Захман әдіснамасын қолдана отырып, архитектуралық жобалау процесін қолдана отырып, IT-бағыттағы білім беру бағдарламаларын қолдана отырып, оқу жоспарлары мен білім беру бағдарламаларының жеке курстарының силлабустарын құру мәселелері қарастырылады.

Түйінді сөздер: сәулеттік жобалау, Захман моделі, білім беру бағдарламасы, ақпараттық артефактілер, модельдеу тілі

D.S. Zhamangarin[1], N. Smailov[2], S.Koshkinbayev[2], M.Koshkinbaeva[3]

([1]Kazakh University ways of Communications,
[2]Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan, [3]Miras University,
Shymkent, Republic of Kazakhstan,
e-mail: dus_man89@mail.ru, nur_aly.kz@mail.ru koshkinbaeva.m@miras.edu.kz)

SMART CITY MODEL AND ALGORITHM BASED ON INTELLIGENT TRANSPORT AND TRAFFIC LIGHT SYSTEMS

Annotation. This research work is carried out in order to develop the transport system of the city of Almaty. Based on traffic. The purpose of this article is to develop an intelligent adaptive traffic light control system.

The research proved the relevance of the topic, developed a conceptual scheme for adaptive traffic light control and a module for calculating traffic flow parameters. It allows you to monitor traffic flow parameters and collects statistical information to further improve road safety.

Keywords: Road network. Car network. Emergency car. Phase of traffic light traffic. Traffic light planning. Smart city.

Д.С. Жамангарин[1], Н.К. Смайлов[2], С.Ж. Көшкінбаев[2], М.Ж. Көшкінбаева[3]

(Қазақ Қатынас Жолдары Университеті, Сәтбаев Университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы, Мирас Университеті, Шымкент, Қазақстан Республикасы
e-mail: dus_man89@mail.ru, nur_aly.kz@mail.ru koshkinbaeva.m@miras.edu.kz)

ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫ КӨЛІК, БАҒДАРШАМ ЖҮЙЕЛЕРІНЕ НЕГІЗДЕЛГЕН SMART CITY МОДЕЛІ МЕН АЛГОРИТМІ

Түйіндеме. Бұл зерттеу мақалада Алматы қаласының транспорт жүйесінің көлік қозғалысына негізделген. Бұл мақаланың мақсаты бағдаршамның интелектуалды адаптивті басқару жүйесін дамыту.

Зерттеу барысында қарастырылып отырған тақырыптың өзектілігі негізделді, бағдаршамның адаптивті басқаруының тұжырымдамалық схемасы және қозғалыс ағынының параметрлерін есептеуге арналған модуль жасалды. Ол қозғалыс ағынының параметрлерін бақылауға мүмкіндік береді және жолқауіпсіздігі деңгейін одан әрі жақсарту үшін статистикалық ақпарат жинайды.

Түйін сөздер: Жол желісі. Автомобиль желісі. Жедел көлік. Бағдаршам қозғалысының фазасы. Бағдаршам жоспарлау. Smart city.

Кіріспе

Мегаполистер санының елімізде артуы,өнеркәсіп өндірісініңжаһануы жолаушылар мен жүк қозғалысын ұйымдастыруды қажет етеді. БҰҰ-ның айналаны қорғау жобасында 2050 жылға қарай әлемдегі дамыған және дамушы елдерінің автотехника көлемі үш есе артуы мүмкін екендігі жазылған. Осыған сәйкес қала көшелеріндегі автокөліктердің артуы, қозғалыстың нашарлауына әкеліп, жол-көлік оқиғаларының және одан зардап шегетін адамдар санының көбеюіне әкеліп соқтыруы мүмкін. Статистикалық мәлеметтерге сүйенсек елімізде болатын барлық жол-көлік оқиғаларының 60

проценттен астамы қалаларда және басқа елді мекендерде болады. Соның ішіндегі 30 процент жол-апаттары қала көшелерінің қиылысында орын алады.

Американдық Карнеги Меллон Университетінің есептеулеріне сәйкес, кептелістің әсерінен АҚШ экономикасы жыл сайын 120 миллиард доллардан айырылады. Бұл көрсеткіштің байланысы негізінде біріншіден еңбек ресурстарын тиімсіз пайдаланылуы және атмосфераға 25 миллиард кг зиянды заттарды қосымша шығару тағы бар. Университет ғалымдарының есептеулерінше «Smart Traffic Light» жүйесі жол жүру уақытын шамамен 25 процентке,ал кептелісте өтетін уақыт 40 процентке дейін қысқартылуына мүмкіндік береді екен.

Нәтижесінде автокөлік жүргізушілері кептеліске сарпылған уақытта ысырып етпей басқа пайдалы нәрселерге жұмсай алып, жұмысттың эффективтілігінің артуына мүмкіндік береді. Сонымен қатар сол зерттеулердің көрсеткіші бойынша ақылды бағдаршам жүйесі атмосфераға шығарылатын зиянды заттардың мөлшерін 21 процентке дейін азайтуы мүмкін. Айта кету қажет ақылды бағдаршам жүйесі қиылыстың өнімділігін арттыра алады, айқын артықшылықтарға қарамастан, ақылды бағдаршамдар қаланың кептеліс мәселесін толығымен шеше алады деген толық кепіл жоқ. Сонымен бірге қала басшылығына жолдарды кеңейтіп,күрделі көлік түйспелерін салуға тура келеді. Сарапшылардың пікірінше, бір қалалық жолақ орта есеппен 1,8К автомобильге қызмет көрсете алады екен. Бұл көрсеткіш көліктер қиылыстарда тоқтап қалмауы және тар жолдың болмайы, жол сапасыздығы сиақты проблемарды ескермегендегі сарапшылар пікірі.

Негізгі бөлім

Дәл қазірге сәтте ақпараттық технологиялар көмегімен аталған проблемаларды шешу жолдары қарастырылып жатыр. Олар: шешім қабылдау жүйесін қолдау, экперттік жүйелер, ақпараттық басқару жүйелері. Бұндай жүйелер стратегиялық басқару мен локальді тактикалық есептерді шешуге мүмкіндік береді. Рационалды басқару жүйенің экономикалық тұрғыдағы көрсеткіштерін өзгертіп қана қоймай, халықты транспортпен қызмет көрсету сервисін жақсартады, сонымен қатар транспорттық комплекстердің қоршаған ортаға кері әсерін азайтады. Мұндай басқару жүйелерінде интеллектуалды ядро ретінде қаланың ккөлік жүйесінің параметрлерін оңтайландыру үшін тәжірибелер өткізілетін имитациялық модельдеу түрі қарастырылады. Бұл тәжірибелер қала мен аймақтың экономикалық жүйесінің даму тенденциясын көрсететін көптеген факторларды ескере отырып, олардың өзгері салдарын болжауға мүмкіндік береді. Әлемдік тәжірибе көрсеткендей, көптеген шақырымдық кептелістер мен кептелістердің пайда болу проблемасы көбінесе көлік жүйесін ұтымсыз басқарумен байланысты. Транспорттық ағынның параметрлерін зерттеу бізге жол жүйесінің жағдайын және қала жолдарының жағдайын арттыру үшін қабылдау қажет шешімдерді анықтауға мүмкіндікбереді.

Олар:

1. Қозғалыс жолағының толуы
2.Жол қозғалысы кезіндегі аймақтың ағын жылдамдығы
3. Транспорт ағынының тығыздығы
4.Ағым интенсивтілігі

Қаланың көше қозғалыс желісін басқару элементтерінің бірі бағдаршам болып табылады. Бағдаршамды басқарудың интеллектуалдығы сол проблемалық аймақтардың ағын тығыздығын азайтуға, және сол арқылы қаланың көлік жүйесінің қауіпсіздігі мен тұрақтылығын арттыруға мүмкіндік беретін оңтайлы режим болып саналады.

Жоғарыда аталған мәселелерді шешудің бәр тәсілі бағдаршамды автоматтандыру арқылы және жол жүру ағынын реттеу үшін оның шешім қабылдауы.

Smart-қала және интеллектуалдық көлік жүйелеріне зерттеу

Көлік жүйесі – бұл тасымалдау кезіндегі әр-түрлі көлік түрлерінің өзара әрекеттесуінен туындайтын кешен. «Көлік жүйесі» термині мемлекетке, аймаққа немесе үлкен қалаға қатысты қолданылады. Көлік қозғалысы жүйесінің құрамына келесі транспорт түрлері кіреді: темір-жол(рельсті), теңіз-су, автокөлік, әуе-көлік. Сондай-ақ көлік жүйесінің элкменттері болып табылады.

- әр түрдегі қала транспорты (метро, трамвай, троллейбус, автобус және т.б)
- нақты өндірістік, ауыршаруашылық, құрылыс, сауда және басқа кәсіпорындар мен ұйымдардың ішкі қажеттіліктеріне тікелей қызмет ететін көліктің барлық түрлерін қамтитын өндірістік көлік түрлері.

Жалпы инфрақұрылымдық маңызға ие болатын қала мен облыстың көлік жүйесі аймақтардың тіршілігін қамтамасыз ету жүйесіне кіреді. Қаланы энергиямен, сумен, кәрізбен қамтамасыз етіп

жатқан жүйлермен қатар, көлік жүйесіде барлық өндірістің эффективті жұмыс істеуі үшін жұмыс жасайды.

Қаланың көлік жүйесін дамыту мен жұмыс істеуінің басты міндеті болып халықтың және экономиканың барлық секторларының қажеттіліктерін, бірінші кезекте магистральдік желі мен көлік жүктемесінің параметрлерін ескере отырып, оның жеке ішкі жүйелері арасындағы сәйкестікке қол жеткізу. Ірі қалалардың өндірісі мен халыққа қызмет көрсету міндеттерінің жан-жақтылығы, әр-түрлі саладағы мамандардың қатысуын қажет ететіндей жол-көлік проблемаларын пәнаралық сипатқа ие етеді.

Олар: көлік жұмысшылары, дәрігерлер, әлеуметтанушылар, экономисттер және т.б. Қалалық көлік жүйесі күрделі жүйе болып табылады,өйткені оған бірқатар ішкі жүйелер кіреді. Мысалға айта кететін болсақ, магистралды жүйе, қоймалар, гараждар,с аябақтар және жөндеу базаларын, сондай-ақтбасқарудың ішкі жүйелері: көлік жұмысшылары, дәрігерлер, әлеуметтанушылар, экономистер және т.б. Сонымен қатар басқарудың ішкі жүйесі экологиялық қозғалыс қауіпсіздігі талаптарын есекере отырып, көліктің әр түрінің тиімді жұмысын ұйымдастыруға арналған.

Осы орайда үкімет пен қаланы басқаратын органдар үшін тұтастай осы комплекстік тапсырмаларды шешу және толықтай трансформация жасауға жаңа тапсырмалар болып табылады.

Айтылып отырған комплектік проблемалар:

- транспорттық пролемалар
- экологиялық проблемалар
- қылмыстың өсуімен байланысты әлеуметтік проблемалар
- табиғи ресурстардың шектелуі
- тарихи-мәдени мұралардың азайуы

Қалалардың қазіргі кездегі маңызды міндеттерінің бірі қалалық инфрақұрылымды дамыту.Қалалар- миллиондаған адамдардың тұратын жері, жұмыс орны жіне бос уақытын өткізу орны,олардың негізгі мәселесі адамдардың жол және кқлік кептелістеріне үлкен уақытты ысырап етуі. Үлкен қалалардың практикасы көрсеткендей,жаңа жолдар салу, ескі жолдардың өтімділігін арттыру сиақты жолдар эффективті емес. Жоспарлау мен жаңадан

ұзақмерзімді әдістерді еңгізу оң нәтижесін беруі мүмкін. Осы себептен қалалық инфраструктураны дамыту үшін келесідей қадамдарға бару қажет:

- қоғамдық көліктер мен көше жолдарының сапасын жақсарту
- адамдар қажет ететін барлық қызметтердің қол жетімділігін

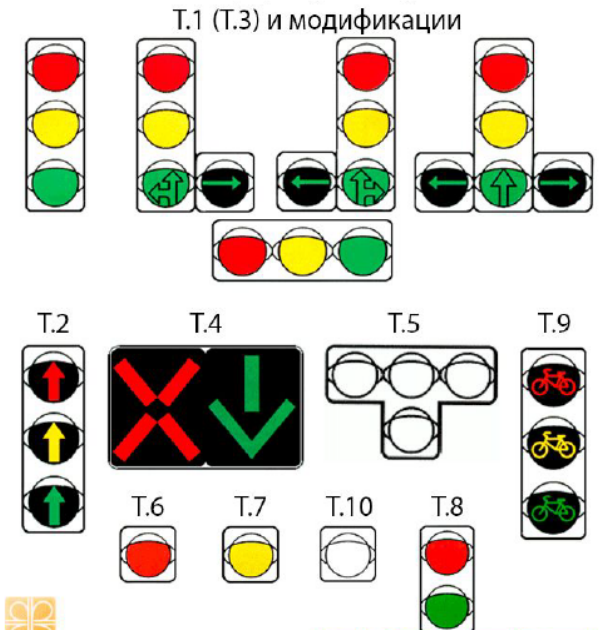
қамтамасыз ету.

Аудан	Адам саны		Өсу,кему		
	1999	2009	Адам	%	2014
Алмалы ауд	177490	188667	11177	6,3	200408
Алатау ауд	58199	151747	93548	160,7	158300
Әуезов ауд	252408	290424	38016	15,1	293675
Бостандық Ауд	237944	267142	29198	12,3	289200
Жетісу ауд	132639	130893	-1746	-1,3	141900
Медеу ауд	133867	159631	25764	19,2	171248
Түркісіб ауд	138074	177128	39054	28,3	188437

«Кесте 1». Алматы қаласы аудан бойынша адам санының өсуі

1. Жол ережесіне сәйкес біркелкі жылдамдықты бақылау.
2. Көліктің тоқтауын азайту

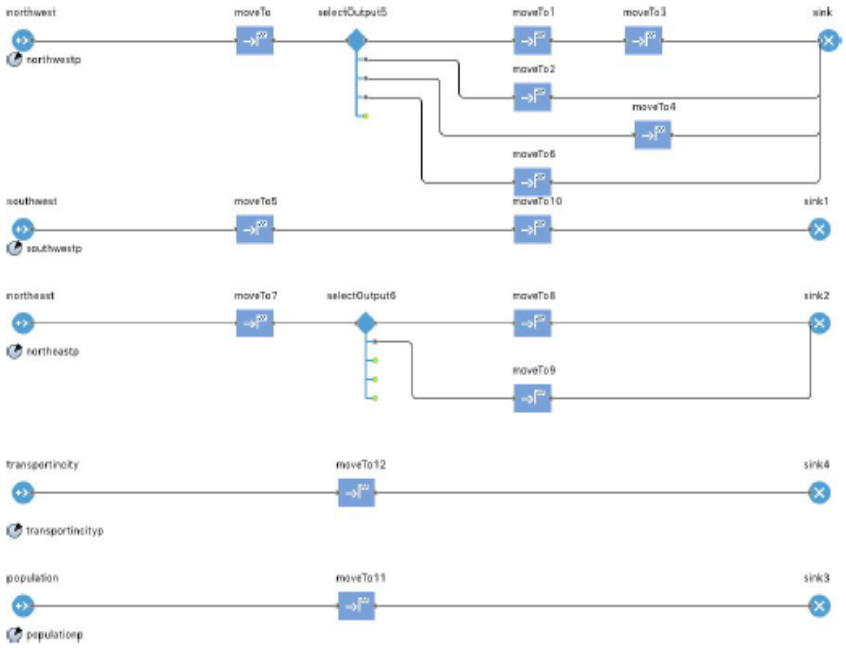
3. Қиылыстардан кейін біркелкі қозғалыспен қамтамасыз еті сиақты іс-шаралар жанармай жағылуының бәсеңдеуіне, ауаға бөлінетін газдар мен транспорт шуының азайуына әкеліп соғады. Бұл нәрселер адамдар мен велосипед жүргізушілерінің көп шоғырланған мекендерінде пайдалы болмақ.



1-сурет. Көлікке арналған бағдаршамның түрлері

Көп қадамды имитациялық AnyLogic модельдеуі

Имитациялық модельдеу арқылы біз өз жқмысымызды визулизациялап көреміз. AnyLogic – имитациялық модельдеу мен есептеулер жасауға барлық тәсіл мен жолдары бар жалғыз құрал. Пайдалануға деген қарапайымдылығымен, визуалды модельдеу ортасы, икемділігі және 3D анимациялық мүмкіндіктері үшін AnyLogic-ты таңдадық. Түрлі салаларға арналған мамандырылғанкітапханалар, икемді интерфейс, модельдің функционалын ексіз еңейту үшін,сонымен қатар Java тілін қолдану мүмкіндігі бір бағдарламалық жасақтамада жиналған программалық қамтамасыздығы.



2-сурет. AnyLogic базасында жасалған модель логикасы



3-сурет. Таңғы кептеліс кезіндегі автокөліктердің көшедегі ағымы

«Smart City» тұжырымдамасына жақындату. Қаланы ақылдыға жақындатудың сандық өлшемін анықтау қажет. Мұндай өлшем терминалдар ұсынатын қызметтерден қала алқына пайдасын сандық түрде білдіруі керек. Егер адамға қызмет көрсетудің пайдасын ai, 1≤i≤n түрінде көрсетуге болатын болса, онда қала тұрғындары үшін пайда келесі түрде көрсетілуі мүмкін:

$$a_{\text{жалпы}} = \sum_{i=1}^{n} a_i$$

Мұндағы, n -қаладағы адам саны, i -көліктің реттік саны(Қызметтерді пайдаланбайтын адамдар үшін утилитаны нөл деп санауға болатындықтан, біз оларды негізінен пайдаланбайтын адамдар санатын есептен шығарып тастай аламыз.)

Қалада a санына тең бағдаршам бар. Әр бағдаршамның орналасу координаты x ,y берілген циклдік уақыт аралығындағы адамдардың орташа саны(күніне,аптасына т.с.с). Онда (1) формуланы келесі түрдей көрсетсек болады:

$$a_{\text{жалпы}} = \sum_{i=1}^{a} s_i$$

Мұндағы, si – бағдаршамның орналасқан жеріне,өтетін бағыттарынағ қауіпсіздік талаптарына және көліктер санына байланысты бағдаршамның «пайдалылығының» орташа көрсеткіші. Қала көшелеріне p бағдаршам қою, 1≤p≤q . Егер p =1 болса,онда толық мәнді ұлғайту үшін, бағдаршамның ең үлкен нүктесі болатын I қиылысқа қою жеткілікті, егер p > 1 болса, онда екі модель ұсынылады.

Бағдаршамдардың пайдалылығы S бірнеше айнымалылардың функциясы.

$$s = f(b_1, b_2, \ldots . b_m) \approx \sum_{i=1}^{m} k_j * b_j$$

Мұндағы m –белгі саны, bj − j белгі үшін мән, kj - j белгінің салмағы. Smart City (UG) тұжырымдамасы түбегейлі жаңа орталықтандырылған басқару мүмкіндіктерімен, қызметтер мен қауіпсіздіктің жаңа деңгейімен қаланың инфрақұрылымын жаңғыртуды көздейді. Көлік ақылды қалалар саласындағы зерттеудің негізгі бағыттарының бірі және қалалық инфрақұрылымды ақылды

басқару архитектурасының негізгі компоненті болғандықтан, шешілуі қажет жаңа проблемалар туындайды.

Қорытынды

Бұл мақаланы жазып зерттеу барысында келесі әдістеме қолданылды: әдебиет мәліметтерін ғылыми метриялық талдау, статистикалық талдау, модельдеу, бағдарламалықжәне бағдарламалық қамтамасыздандыруды модельдеу. Нәтижесінде, UG жағдайына көшу процесінің аддитивті моделі Қазақстанда қолданылатын Еуропаның «ақылды қала» моделі негізінде жасалды. Әзірленген модель аясында ЗКЖ және бағдаршамның параметрлерінің алты түрлі сипаттамаларға әсері қарастырылады: қоршаған орта, ұтқырлық, экология, басқару көшбасшылық, қоғам және экономика. Жол кептелісінің басым бағыттарын және олардың функционалдығын анықтау үшін статистикалық зерттеу жүргізіліп, көлік ағындарының модельдеу моделі жасалды. Ұсынылған модель ақылды қала терминалдары жүйесі түрінде жүзеге асырылады, оның негізінде терминалдардың бағдарламалық компоненттерінің модельдері жасалады, бағдарламалық жасақтама жасалады және кодталады. Мақаланы жазыу барысында келесідей жұмыстар атқарылды:

Мақаланың негізгі бағыттарын анықтауға мүмкіндік беретін Smart Cityзерттеу саласындағы инфокоммуникациялық технологиялардың

кеңейтілген таксономиясы құрылды.

● Интеллектуалды көлік жүйесін құру кезеңдерін анықтауға мүмкіндік беретін Алматы қаласының Smart City мемлекетіне өту процесінің аддитивті моделі жасалды

● Алматы көшелеріндегі көлік ағымының имитациялық моделі құрылды

● Қажеттілікті анықтау үшін статистикалық зерттеу жүргізілді

ЛИТЕРАТУРА

[1] Pau, G., & Scata, G. (2014). Smart traffic light junction man- agement using wireless sensor networks. WSEAS transactions on communication, 14, 2224–2864.

[2] Ghaffarian, H., Fathy, M., & Soryani, M. (2012). Vehicular ad hoc networks enabled traffic controller for removing traffic lights in isolated intersections based on integer linear programming. Intelligent Transport Systems, 6(2), 115–123.

[3] Henrique, D., Marranghello, N., & Damiani, F. (2014). Genetic algorithm-based traffic lights timing optimization and routes definition using Petri net model of urban traffic flow. World Congress, 19(1), 11326–11331.

[4] Collotta, M., & Pau, G. (2015). New solutions based on wireless networks for dynamic traffic lights management: A comparison between IEEE 802.15. 4 and bluetooth. Transport and Telecommunication Journal, 16(3), 224–236.

[5] Бочков В.В., Лалушкин Ю.П., Шкадов А.А. Имитационное моделирование процессов управления защищенностью ресурсовкомпьютерной сети на основе иерархических раскрашенных сетей Петри // Информационные технологии. - 2012. – № (190). С. 29-33

[6] Ехлаков Ю., Тарасенко В., Жуковский О., Сенченко П., Гриценко Ю. Цветные сети

[7] Данные Департамента статистики города Алматы //ttp://rus.almaty.gorstat.kz/transport

[8] Дороги и транспорт Алматы в будущем // Исследование редакции«Колеса.kz»

[9] Стратегия устойчивого транспорта г. Алматы на 2013-2023 гг. // http://almatyinvest.kz/

[10] Проект ГЭФ/ПРООН Устойчивый транспорт г. Алматы //

www.unece.org Исследование инвестиционной

привлекательности Казахстана // www.ey.com/attractiveness. -2014

Жамангарин Д.С., Смайлов Н.К., Көшкінбаев С.Ж., Көшкінбаева М.Ж.

Модель и алгоритм Smart city, основанные на интеллектуальных транспортных, светофорных системах

Резюме. В статье рассматриваются вопросы развития транспортной системы города Алматы основан на движении транспорта. Цель данной статьи-развитие интеллектуальной адаптивной системы управления светофором.

В ходе исследования была обоснована актуальность рассматриваемой темы, разработана концептуальная схема адаптивного управления светофором и модуль для расчета параметров потока движения. Он позволяет контролировать параметры потока движения и собирает статистическую информацию для дальнейшего улучшения уровня безопасности дорожного движения.

Ключевые слова: Дорожная сеть. Автомобильная сеть. Аварийный автомобиль. Фазы светофора трафика. Планирование светофора. Smart city.

УДК 691.21

Y. Khamza, M. Zhuginisov
(Institute of Architecture and Construction, Satbayev University, Almaty, Kazakhstan
E-mail: erlan.hamza@mail.ru)

LIGHTWEIGHT AGGREGATES FOR STRUCTURAL CONCRETE

Abstraction. Concrete is widely used worldwide for the construction of structures. Due to the increase in industrialization and the development of urban areas, a large amount of resources are required, which are naturally available. This means that a large amount of resources is used worldwide for the production of concrete. To reduce the use of such resources and reduce the negative environmental impact, industrial waste and artificial aggregates are increasingly being used as a replacement for natural aggregates. Another goal of material research is to reduce the density of concrete so that the effective load and seismic loads can be reduced. The article attempts to analyze the literature and present the current state of production of lightweight concrete.

Key words: lightweight concrete, tuff, expanded clay, perlite, ordinary concrete, slag, silica.

Е. Е. Хамза, М. Т. Жугинисов

ЛЕГКИЕ ЗАПОЛНИТЕЛИ ДЛЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ ЛЕГКИХ БЕТОНОВ

Аннотация. Бетон широко используется во всем мире для строительства конструкций. Из-за увеличения индустриализации и развития городских территорий, требуется большой объем ресурсов, которые естественно доступны. Это означает, что большой объем ресурсов используется во всем мире для производства бетона. Для сокращения использования таких ресурсов и уменьшения негативного воздействия на окружающую среду все шире используются промышленные отходы и искусственные заполнители в качестве замены природных агрегатов. Другой целью исследований материалов является снижение плотности бетона, чтобы можно было снизить эффективную нагрузку и сейсмические нагрузки. В статье предпринята попытка проанализировать литературу и представить современное виды легких заполнителей для бетона.

Ключевые слова: легкий бетон, туф, керамзит, перлит, обычный бетон, шлак, кремнезем.

1. ВВЕДЕНИЕ

Легкий бетон используется уже на протяжении многих лет. Многие памятники построены из легкого бетона, и они сохранились до наших дней. Легкие заполнители бетона в основном происходят из-за естественного извержения вулкана и представляют собой общие итоги вулканического корня, например, пемза, туф и так далее. Шумеры использовали это как часть строительства Вавилона в третьей тысячелетии до нашей эры. Греки и римляне тоже использовали пемзу как строительный материал. Эти здания с незначительными разрушениями до сих пор существуют, такие как собор Святой Софии, Турция, которые были построены двумя специалистами Исидором Милетским и Тифлским Антемием, по поручению императора Юстиниана в четвертом веке нашей эры. Несмотря на строительные разработки, римляне использовали обычный легкий бетон и пустые грязные вазы, чтобы сделать «CreationCaementitium» для снижения веса конструкции. Это было дополнительно использовано для разработки пирамид в Египте и в Мексике.

Легкий бетон может быть получен разными методами:

- газообразование или вспенивание;

- использование легких заполнителей, например, перлит, вулканический туф, вермикулит, пемза, расширенный сланец, сланец;

-полимерные заполнители, например, пенополистирольная пена, полиуретан или другие полимерные материалы.

Различные цели, стоящие за выбором легкого заполнителя в качестве материала для разработки, становятся все более важными, и больше внимания уделяется и использованию материалов промышленных отходов. [12]

Теплопроводность материалов увеличивается с уменьшением плотности, что способствует экономии энергии. Легкий бетон, как правило, используется как часть конструкций, таких как каменные рабочие поверхности, разделительные доски, настилы на крышах и сборные цельные блоки. Из-за уменьшения собственного веса материала существует возможность уменьшения размера

элементов в конструкции, что помогает при строительстве легких конструкций в зонах с высокой сейсмичностью. [13]

2 Механические свойства легкого бетона в предыдущих исследованиях

2.1. Прочность на сжатие и изгиб

Этот раздел дает обзор предыдущих работ, которые были исследованы, экспертами в области инженерии. Несколько исследований были рассмотрены, чтобы понять метод используемых легких заполнителей для производства легкого бетона. Многие исследования были сосредоточены на легком заполнителе и его значении для бетона, также исследования были посвящены, в частности, физико-механическим свойствам различных типов легкого заполнителя.

Многие исследователи сообщали о механических свойствах легкого бетона с различными типами легких заполнителей. Выполнена работа по использованию заполнителя из керамзита в качестве крупного заполнителя, а так же были оценены его прочностные и эксплуатационные характеристики [1]. Исследование показало, что потенциальное использование керамзита в качестве легкого заполнителя эффективно. Кроме того, прочность получаемых бетонов составляла примерно от средней до высокой прочности (от 34 МПа до 55 МПа), что имело потенциал для использования. Прочность бетона на изгиб составляла от 5 до 6 МПа.

Также были рассмотрены исследования Богас Дж. А., и Гомез А. [2] с керамзитом и шлака с кремнеземом для производства легкого бетона. Исследование установило, что использование обеих заполнителей, керамзита и шлака с кремнеземом, дало значительное снижение веса бетона по сравнению с обычным заполнителем, а бетон с шлаком с кремнеземом имел более тяжелый вес бетона по сравнению с керамзитом. Что касается прочности, использование их и присутствие 10% кремнезема улучшило прочность бетона. Результаты также определили, что бетон, содержащий легкие заполнители, был более уязвим для внешнего повреждения по сравнению с обычным бетоном.



Рис. 1. Вулканический туф

В исследованиях Al-Zou'by и Al-Zboon [3] было выявлено что замена стандартного песка на 50% вулканического туфа немного улучшила прочность на сжатие цементного раствора. Этот результат был ожидаемым, поскольку физические характеристики вулканического туфового песка (то есть его

шероховатая угловатая текстура поверхности) увеличивают связь между заполнителем и цементной пастой, что, в свою очередь, увеличивает прочность раствора. И наоборот, большая удельная поверхность вулканического туфового песка по сравнению со стандартным песком требует большего количества цементной пасты для покрытия. Кроме того, при добавлении в более высоких соотношениях, материалы из вулканического туфа имеют высокую степень поглощения, что снижает В/Ц соотношение, необходимое для реакции, влияя на прочность смесей. Было обнаружено, что добавление вулканического туфа в бетонную смесь в количестве 20% увеличивает прочность на сжатие на 3,8-19,9% в зависимости от прочности бетона и типа вулканического материала.

Авторами работы [3] установлено, что использование заполнителя из цеолита при изготовлении бетона, в количестве 5, 10 и 15%, приводит к повышению его прочности на сжатие. При этом с увеличением количества цеолита прочность бетона соответственно повышается. Авторами также исследовалась прочность бетона на заполнителе из вулканического туфа. Установлено, что бетон, содержащий 30% заполнителя из вулканического туфа, имеет прочность на 28% ниже, чем у обычного бетона на заполнителе из известняка (Rсж = 300 кг/см2), после 28 суток твердения. При изготовлении бетона использовались заполнители с максимальным размером фракций 10, 20 и 40 мм, которые оказывают заметное влияние на прочность бетона. Установлена зависимость прочности бетона от размера фракций заполнителя. Испытания показали, что с увеличением фракции заполнителя прочность бетона на известняковом заполнителе на 0,2; 5 и 14 % соответственно выше, чем на вулканическом туфе. При исследовании высокопрочного бетона (Rсж = 800 кг/см2) на известняковом и вулканическом туфовом заполнителе, показана такая же закономерность. Бетон, изготовленный на известняковом заполнителе, имеет прочность на сжатие на 4, 6 и 7 % выше, чем бетон на заполнителе из вулканического туфа тех же фракций.

Также было исследовано вспененное стекло [4] в качестве заполнителя для легкого бетона. В котором оценивали прочность на сжатие и изгиб легкого бетона. Результаты показали, что обе показтели, прочности при сжатии и изгибе, были выше при введении гранул вспененного стекла. Полученная прочность на сжатие составляла приблизительно 4,0-5,8 МПа, а прочность на изгиб находилась в диапазоне 1,5-1,7 МПа. Прочность на изгиб в возрасте 28 дней составила в среднем выше на 13,7% чем без использования вспененного стекла. При этом прочность на сжатие в возрасте 28 дней было выше на 12,9 - 14,8 %. Это исследование Дж. Л. Кларка [4] установило, что использование вспененного стекла дает хорошие результаты. Также им было выявлено что легкий бетон с вспененным стеклом в роли легкого заполнителя плотнее на 23 % чем легки бетон с керамзитом с теми же показателями прочности на сжатие и изгиб.

2.2 Модуль упругости

Ardakani и Yazdani [5] установили взаимосвязь между плотностью частиц и статическими модулями упругости легкого керамзита. Метод микромеханики с некоторыми упрощениями был использован в этом исследовании для определения модуля упругости для различных размеров легкого керамзита. На основании результатов было установлено, что модуль упругости легкого керамзитового заполнителя находился в пределах от 0,6 до 6,3 МПа и имеет линейную зависимость от плотности. На рисунке 2 показано, что модуль упругости легкого керамзитового заполнителя уменьшается с увеличением размера частиц.

В исследованиях Богас Дж. А., Гомез А. и Перейра М.Ф. [6], были сравнены модули упругости между обычным бетоном и легкими конструкционными бетонами с керамзитом. В исследование регулировались как объем общего заполнителя, так и водоцементное соотношение с постоянной скоростью, чтобы исследовать существенное изменение модуля упругости при значительном различии по плотности. Кроме того, были также изучены связи между динамическим модулем упругости и плотностью частиц.

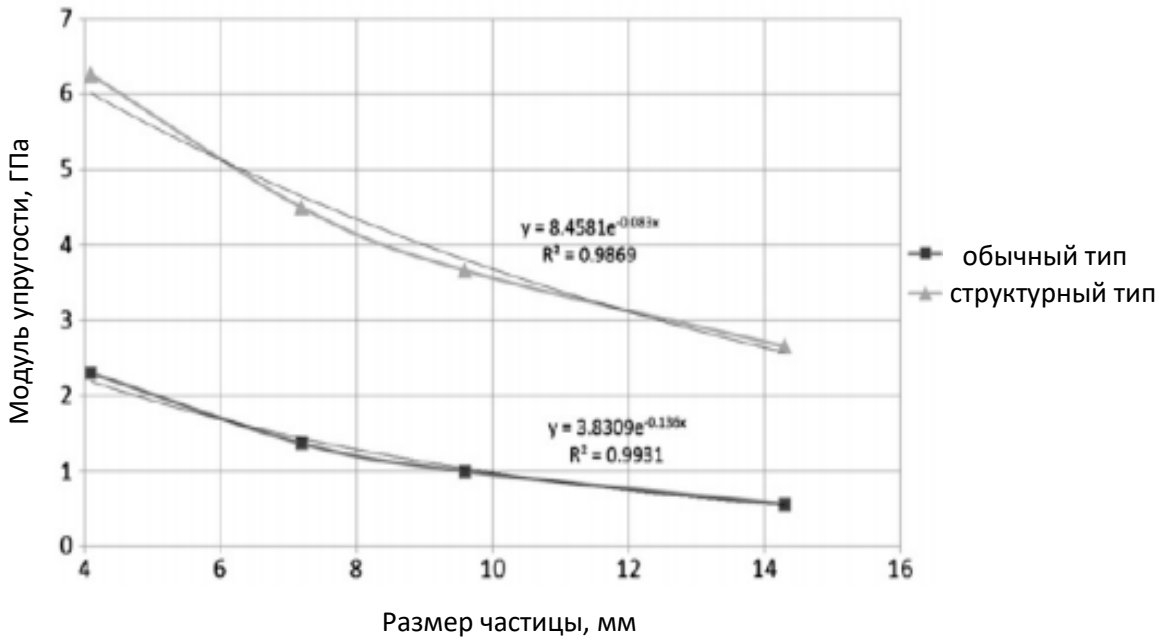


Рис. 2. Размер частиц и модуль упругости

Оба исследования показали, что с точки зрения плотности частиц стандартный метод неприменим к частицам керамзита из-за его малого размера. Для этого модуль упругости бетона с керамзитом не определялся путем прямого испытания. Результаты показали, что взаимосвязь между плотностью частиц и модулем упругости лучше всего выполняется по линии линейной регрессии с коэффициентом определения k=0,96.

3 Физические свойства легкого бетона в предыдущих исследованиях

3.1 Плотность и пористость.

Ardakani и Yazdani, [5] провели исследования с различными фракциями керамзита в качестве легкого заполнителя и в целом установили, что мелкие фракции приводят к более высокой плотности из-за меньшего количества пустот, где плотность находилась в диапазоне от 980 до 1800 кг/м3. Плотность зависела от размера заполнителя, который составлял от 4 до 14 мм. Кроме того, исследование показало, что существует линейная зависимость между плотностью легкого керамзита и модулем упругости, а сухая плотность легкого керамзита увеличивается с увеличением модуля упругости (см. Рисунок 3).

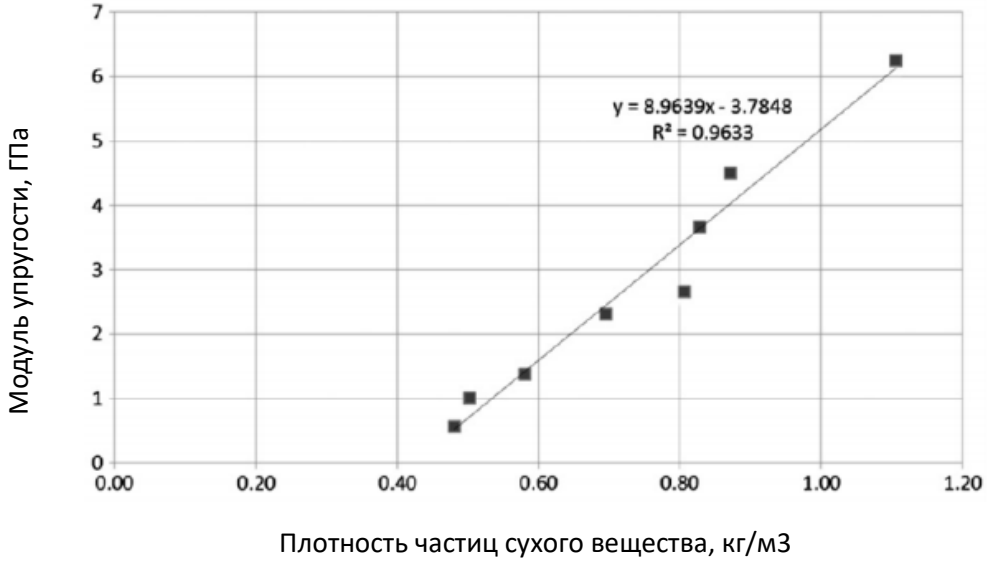


Рис. 3. Плотность и модуль упругости

3.2 Водопоглощение в легком бетоне

Al-Zou'by и Al-Zboon [3] исследовали физические свойства вулканического туфового песка в соответствии со стандартом ASTM C128. Испытания показали что по сравнению со стандартным песком вулканический туф имел меньшую насыпную плотность, что позволяет снизить среднюю плотность легкого бетона. Водопоглощение вулканического туфа составляло 12,7%. Это несколько выше чем водопоглощение стандартного песка, что объяснялось большей удельной поверхностью и пористостью. Ими было установлено, что водопоглощение иорданского туфа составляло от 11,1% (серый туф) до 25,1% (коричневый туф). Химически состав вулканический туф состоял в основном из кремнезема, извести и других оксидов. Физико-механические свойства туфа широко варьируются в зависимости от расположения карьера и типа породы.

Исследование Сенгул О., Азизи С., Караосманоглу Ф. и Тасдемир М. [7] установило, что коэффициент водопоглощения увеличивается с повышением количества перлита в составе бетона. Чем больше объем использованного вспученного перлита, тем больше становилась пористая структура, что привело к высокому водопоглощению. Перлит ведет себя как воздушные пустоты, которые минимизируют капиллярное всасывание, и обнаружено, что поры увеличивают поглощение воды. С другой стороны, результаты показали снижение теплопроводности бетона с использованием перлита. Теплопроводность легкого бетона с использованием перлита была 0,54 Вт/(м×℃).

В другом исследовании было установлено, что поглощение воды в переработанном легком глинистом заполнителе было больше по сравнению с исходным легким глинистым заполнителем [4]. Таким образом, можно объяснить, что более высокое количество битых частиц в переработанном легком глинистом заполнителе может привести к снижению прочности на сжатие. Хорошо известно, что водопоглощение является высоким в бетонах, где содержание пустот высокое, и это повлияет на прочностные характеристики бетона, что приведет к снижению прочности бетона на сжатие и изгиб. [10]

Заключение

Многие исследования были рассмотрены с использованием различных типов легких заполнителей с различными целями для производства легких бетонов, которые имеют физические и механические свойства, аналогичные обычному бетону.

В случае с керамзитом, в исследованиях A.Yeginobali было установлено, что оно подходит для использования в элементах конструкции из-за его свойств, которые имеют невысокую среднюю плотность и сравнительно высокую прочность на сжатие и изгиб по сравнению с другими типами бетона с легкими заполнителями.

В исследованиях Al-Zou'by и Al-Zboon установлены влияние вулканического песка на прочность на сжатие, прочность на изгиб и среднюю плотность легкого бетона. Ими было произведено пять партий раствора с использованием различных весовых соотношений стандартного песка к вулканическому туфу. На основании полученных результатов они пришли к выводу, что вулканический туф может быть успешно использован в качестве строительного материала. Более того, результаты показали, что подходящее соотношение смешанного заполнителя, то есть 50% вулканического туфа, может улучшить характеристики раствора и в некоторой степени снизить среднюю плотность легкого бетона.

Также в исследованиях Сенгул О., Азизи С., Караосманоглу Ф. и Тасдемир М. легкие заполнители вроде перлита и вспененного стекла для легкого бетона показали хорошие физико-механические свойства. Использование перлита в качестве легкого заполнителя позволило получить легкий бетон с хорошими теплопроводными качествами.

Известно, что легкий бетонный заполнитель не такой прочный, как обычный бетон, однако основываясь на ранее проведенных исследованиях мы можем сказать, что бетон с легкими заполнителями показывает хорошие результаты.

ЛИТЕРАТУРА

[1] A.Yeginobali, K. G. S. and M. T. (2003). High Strength Natural Lightweight Aggregate concrete with silica fume. Turkey

[2] Alexandre Bogas, J., Gomes, M. G., & Real, S. (2014). Bonding of steel reinforcement in structural expanded clay lightweight aggregate concrete: The influence of failure mechanism and concrete composition. Construction and Building Materials, 65, 350–359.

[3] Jehad Al-Zou'by; Kamel K. Al-Zboon, (2014). Effect of volcanic tuff on the characteristics of cement mortar. Al-Huson University College, Al-Balqa' Applied University

[4] Academic, B. &professional. (2005). STRUCTURE LIGHTWEIGHT AGGREGATE CONCRETE. (J. L. Clarkc, Ed.) (3rd ed.). London UK: Academic, Blackie & professional

[5] Ardakani, A., & Yazdani, M. (2014). The relation between particle density and static elastic moduli of lightweight expanded clay aggregates. Applied Clay Science, 93–94, 28–34.

[6] Bogas, J. A., Gomes, A., & Pereira, M. F. C. (2012). Self-compacting lightweight concrete produced with expanded clay aggregate. Construction and Building Materials, 35, 1013– 1022

[7] Sengul, O., Azizi, S., Karaosmanoglu, F., & Tasdemir, M. A. (2011). Effect of expanded perlite on the mechanical properties and thermal conductivity of lightweight concrete. Energy and Buildings, 43(2–3), 671–676.

[8] 8.. Петров В.П., Макридин Н.И., Ярмаковский В.Н., Пористые заполнители и легкие бетоны. Технология производства. СамГАСУ, 2016.

[9] Рахимов Р.З., Магдеев У.Х., Ярмаковский В.Н., Экология, научные достижения и инновации в производстве строительных материалов на основе и с применением техногенного сырья. – Журнал «Строительные материалы». Выпуск 24, 2018.

[10] Ярмаковский В.Н., Семченков А.С., Конструкционные легкие бетоны новых модификации – в ресурсосберегающих строительных системах зданий, Вестник МГСУ, 2014.

[11] Пригоженко О.В., Андрианов А.А., Высокопрочный керамзитобетон из высокоподвижных смесей, СамГАСУ, Самара.

[12] Бужевич Г. А. Легкие бетоны на пористых заполнителях. -М., Стройиз-дат, 1970. 272 с.

[13] ПичугинА.П., Денисов А.С., Хританков В.Ф. Экологические проблемы использования отходов и местного сырья в строительстве // Строительные материалы.—Наука. 2005. -№ 5. - С. 2-4.

УДК 519.3

M.F. Baimukhamedov, S.N. Boranbayev, S.G. Eslyamov
(Kostanay Social and Technical University named after Academician Z.Aldamzhar, Kostanay, Kazakhstan
Eurasian National University. L.N. Gumilyov, Nur-Sultan, Kazakhstan
University "Turan Astana", Nur-Sultan, Kazakhstan)

SCIENTIFIC AND METHODOLOGICAL ASPECTS OF APPLICATION OF SOFTWARE INTELLECTUAL LEARNING ROBOTS IN EDUCATION

Abstract. The article is devoted to the scientific and methodological aspects of the use of robots in education, the creation of software intelligent teaching robots that will provide distance learning without the participation of teachers in various disciplines using artificial intelligence methods and taking into account the individual characteristics and trajectories of students. Structures of a robot professor and a robot assistant are proposed, which can be used in robotic open universities of distance education.

Keywords: robot, program, artificial intelligence, distance education, learning trajectory.

М.Ф. Баймухамедов[1], С.Н. Боранбаев[2], С.Г. Еслямов[3]
([1] Костанайский социально-технический университет им. академика З. Алдамжар,
Костанай, Казахстан
[2] Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г. Нур-Султан, Казахстан
[3] Университет «Туран Астана», г. Нур-Султан, Казахстан
E-mail: 1bmf45@mail.ru, 2sboranba@yandex.kz,
3eslyamov@mail.ru)

НАУЧНО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОГРАММНЫХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ОБУЧАЮЩИХ РОБОТОВ В ОБРАЗОВАНИИ

Аннотация. Статья посвящена научно-методологическим аспектам применения роботов в образовании, созданию программных интеллектуальных обучающих роботов, которые позволят обеспечить дистанционное обучение без участия преподавателей по различным дисциплинам с применением методов искусственного

интеллекта и с учетом индивидуальных характеристик и траекторий обучаемых. Предложены структуры робота-профессора и робота-ассистента, которые могут применяться в роботизированных открытых университетах дистанционного образования.

Ключевые слова: робот, программа, искусственный интеллект, дистанционное образование, траектория обучения.

Введение

Нынешнее десятилетие характеризуется бурным развитием робототехники в сфере образования. Широкое применение технологий дистанционного обучения раскрывает огромные перспективы для разработки и внедрения робототехнических средств для целей обучения. Особенно это актуально во время пандемии.

Вряд ли профессионалы в области образования и педагогики готовы уступить свое место современным роботам.

Тем не менее, все время находятся коллективы разработчиков, демонстрирующих свои продукты, как правило, социальных роботов или роботов-информеров, применяемых для обучения. В настоящее время вряд ли уместно говорить о реальной целесообразности использования роботов в школьном или университетском образовании в роли учителей или преподавателей.

Успешное развитие робототехнических обучающих средств стало возможным благодаря развитию методов и средств искусственного интеллекта. Широкое внедрение информационных и коммуникационных технологий в сферу образования и решение проблемы качества обучения обуславливают необходимость разработки моделей, адекватных процессам учебной деятельности. Повышение качества обучения является приоритетным направлением развития системы образования. Одной из основных задач управления качеством образования в учебном заведении является задача применения средств искусственного интеллекта в обучении.

Одним из наиболее перспективных направлений применения искусственного интеллекта в образовании является адаптивное обучение. Уровень знаний у приступающих к изучению чего-либо разный. И способности разные. Разный жизненный опыт и разные мотивации. Поэтому кому-то из обучающихся программа всегда кажется слишком легкой, кому-то невыносимо трудной. Кому-то удобно воспринимать материал в одной форме. Кому-то в другой. В результате, преподаватель всё время оказывается перед нерешаемой задачей: как обеспечить приемлемую успеваемость «слабых» учеников и не отбить желание учиться легким материалом у сильных? Решить эту проблему должно применение адаптивных технологий. Предполагается, что искусственный интеллект будет отслеживать успеваемость каждого отдельного обучающегося и либо подстраивать порядок показа блоков курса под его способности, либо информировать преподавателя о том, какой материал хуже усвоен, а какой лучше. В более общем контексте применение ИИ в образовании предполагает индивидуализацию обучения. Индивидуализация обучения предполагает адаптацию процесса обучения по следующим трем параметрам (критериям): - адаптацию к индивидуальным характеристикам обучаемого; - адаптацию к методике обучения; - адаптацию к предмету обучения. Наиболее полно эти критерии адаптации обучения реализованы в экспертных обучающих системах (ЭОС). ЭОС относят к интеллектуальным обучающим системах и они детально рассмотрены в работах [1,2,3].

Методология применения программных интеллектуальных обучающих роботов в образовании

В последние десятилетия значительно возрос интерес к открытому образованию, популярность открытых университетов в мире постоянно увеличивается. Этому способствует целая группа факторов. Во-первых, открытые университеты реализуют проекты так называемого «образования на протяжении всей жизни». Образовательные программы этих университетов позволяют работающим лицам получить среднее начальное или второе высшее образование, увеличить свою квалификацию или пройти переподготовку, предоставляют возможности получить высшее образование людям, желающим учиться в удобное время и в удобном для них месте.

Развитие открытых университетов на настоящем этапе актуализируется в условиях пандемии коронавируса Covid-19. Станет ли Covid-19 тем триггером, который наконец-то спровоцирует давно назревшую технологическую революцию в высшем образовании? Внезапный карантин, введённый посреди учебного семестра во многих странах мира для борьбы с пандемией, заставил университеты перейти на удалённое обучение чуть ли не за день. Столь быстрый переход оказался очень трудным и для преподавателей, и для студентов, однако из всего этого ещё может выйти определённая польза.

Не секрет, что Covid-19 стал мощным экономическим разрушающим ударом по высшему образованию. Лекционные аудитории и кабинеты полупусты, комнаты общежитий свободны, спортивные залы и стадионы по-прежнему не используются, студенты недовольны требованием оплачивать полную стоимость обучения. Для многих колледжей и университетов падение доходов от иностранных студентов, скорее всего, станет очень болезненным; множество небольших и менее богатых вузов могут закрыться.

Даже лучшие университеты сталкиваются с проблемами. Мичиганский университет ожидает, что к концу 2020 года его убытки из-за пандемии могут достигнуть $1 млрд, а Гарвардский университет прогнозирует падение доходов в следующем году на $750 млн. [4].

Мощный толчок развитию открытых университетов даст роботизация образования.

В настоящее время группа ученых под руководством профессора Костанайского социально-технического университета имени академика З.Алдамжар, д.т.н. Баймухамедова М.Ф., работает над проектом «Роботизация системы высшего образования». Целью проекта является создание программных интеллектуальных обучающих роботов, которые полностью обеспечивают дистанционное обучение студентов без участия преподавателей по различным дисциплинам с применением методов искусственного интеллекта и с учетом индивидуальных характеристик и траекторий обучаемых [5].

Реализация данного проекта в перспективе предусматривает создание открытых университетов нового типа, оснащенных роботами-профессорами и роботами-ассистентами, т.е., роботизированных открытых университетов, исключающих участие профессорско-преподавательского состава в обучении студентов и обеспечивающих высокое качество подготовки специалистов с высшим образованием. На рисунке 1 показана структура такого университета.

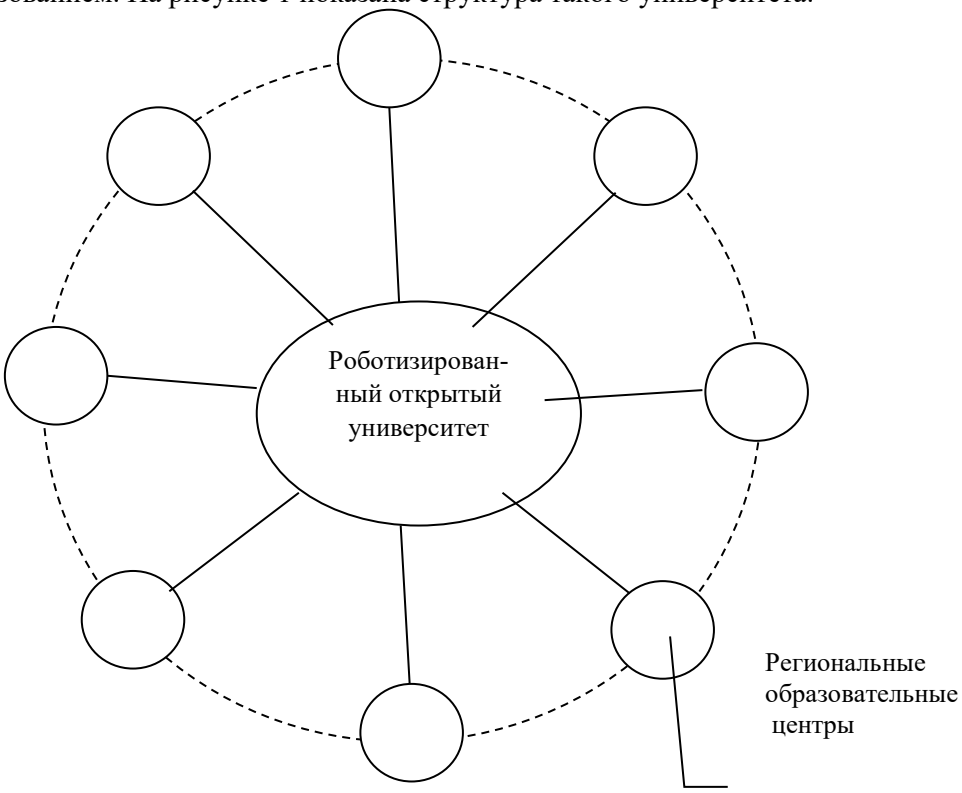


Рис. 1. Структура роботизированного открытого университета

Обучение в этих университетах будет осуществляться дистанционно и охватывать все регионы нашей республики. Обучаемый из любого города, деревни или поселка, имеющий персональный компьютер, будет в онлайн (интерактивном) режиме осваивать программу подготовки по выбранной им специальности и по окончанию подготовки получать соответствующий документ (диплом, сертификат и т.п.).

Важно отметить, что роботизация обучения студентов будет обеспечивать высокое качество подготовки, поскольку роботы-профессора и роботы- ассистенты будут использовать новейшие технологии обучения и наиболее качественные учебные материалы на основе применения методов и

средств искусственного интеллекта. База знаний в этих роботах будет создана на основе лекций и научно-методических трудов крупнейших ученых и педагогов с мировым именем. Роботы будут полноценно проверять письменные работы и экзаменационные задания с помощью установленных метрик и эталонов, которые будут исключать предвзятость либо некомпетентность преподавателей [6]. Проведение контрольных мероприятий, т.е., прием зачетов и экзаменов будет производиться в региональных образовательных центрах дистанционного обучения, входящих в структуру открытого университета.

На рисунках 2 и 3 приводятся структуры робота-профессора и робота-ассистента, которые могут применяться в роботизированных открытых университетах дистанционного образования.

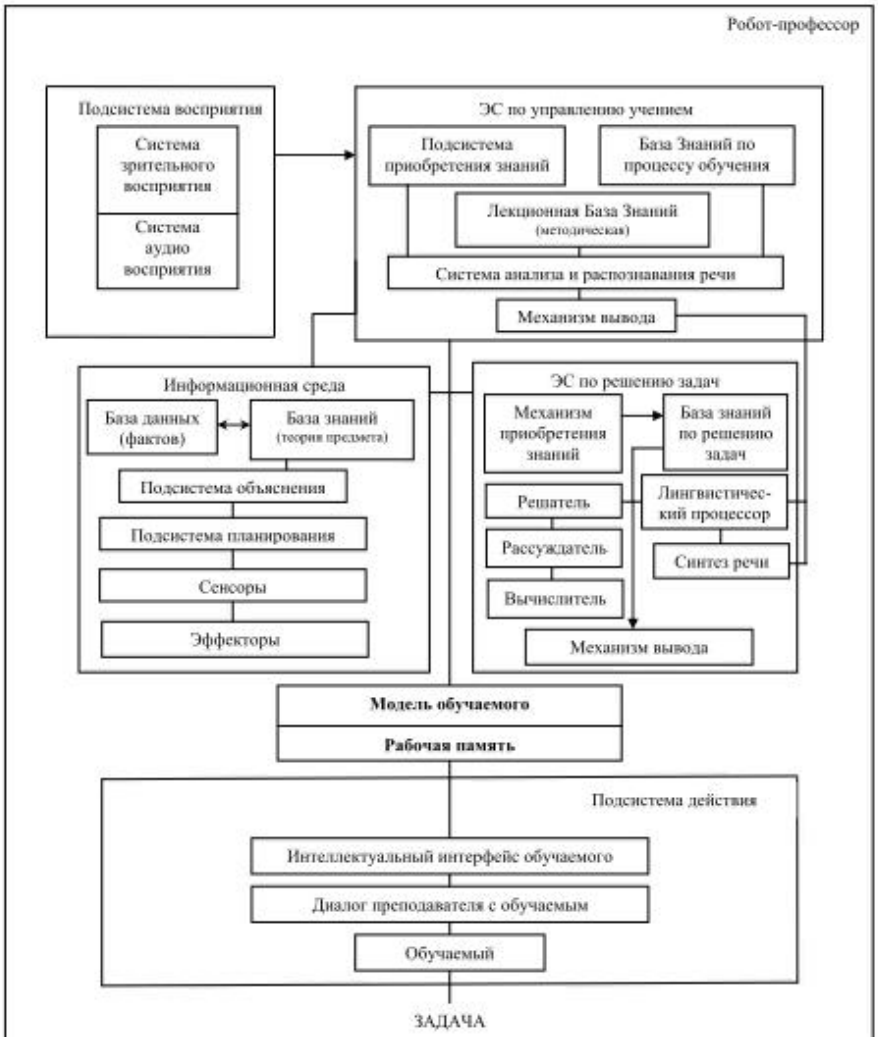


Рис. 2. Структура системы «робот-профессор»

В основе структур робота-профессора и робота-ассистента лежит следующая основная модель процесса обучения [7].

Имеется некоторая цель обучения, выраженная в терминах модели обучаемого. Пока цель не достигнута, повторяется такая последовательность действий:

на основании текущего состояния обучаемого и методики обучения генерируется очередная задача (здесь задача понимается широко, как любая информация, требующая ответных действий обучаемого);

ответ обучаемого сравнивается с эталонным решением и на основании различий производится диагностика ошибок обучаемого;

по результатам диагностики корректируются текущие характеристики в модели обучаемого.

В соответствии с данной моделью процесса обучения структуру робота-профессора можно рассматривать как совокупность двух взаимодействующих экспертных систем:

- ЭС по решению задач в изучаемой предметной области (ЭС РЗ);
- ЭС по планированию процесса управления учением (ЭС УУ).

Экспертная система по решению задач ЭС РЗ предназначена для выработки эталонного решения задачи.

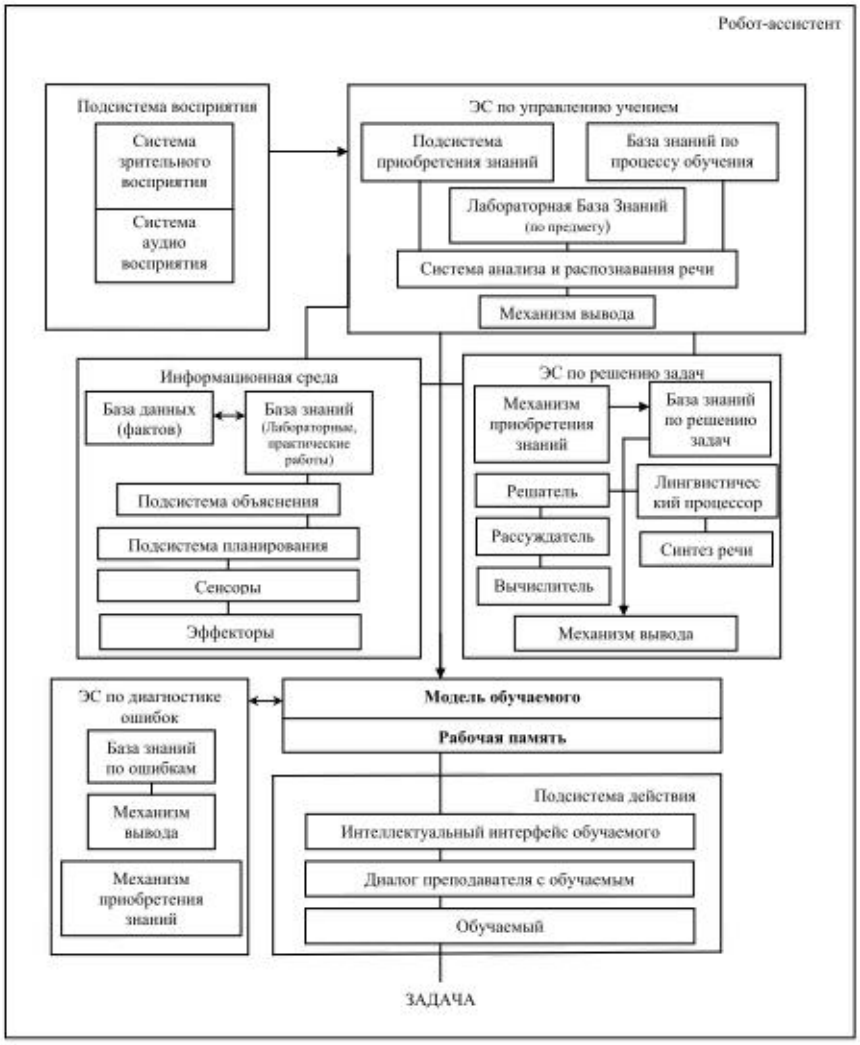


Рис. 3. Структура системы «робот-ассистент»

Экспертная система по управлению процессом учения представляет собой ЭС по планированию в ограничениях, накладываемых имеющимся учебным материалом. ЭС УУ формализует знания робота-профессора о методиках обучения [8].

Взаимодействие робота-профессора с обучаемым происходит следующим образом. ЭС УУ формирует в соответствии с текущей целью очередное задание (чтение лекции) для обучаемого, которое передается одновременно в ЭС РЗ.

В ЭС РЗ формируются ответы на вопросы, которые получает робот-профессор в процессе изложения учебного материала и/или в завершении чтения лекции.

В результате взаимодействия тандема ЭС УУ и ЭС РЗ осуществляется процесс актуализации, обновления и систематизации знаний, составляющих основу профессиональной компетенции робота-профессора [9].

Как правило, интеллектуальный интерфейс робота-профессора с обучаемым обеспечивается посредством подсистемы восприятия, которая включает в себя системы зрительного и аудио восприятия, которые реализуются посредством диалогового процессора на естественном языке.

На заключительных этапах работы робота-профессора работает подсистема действия, представляющая собой совокупность интеллектуального интерфейса обучаемого и диалог робота-профессора с обучаемым.

Все это функционирует в информационной среде, представляющей собой совокупность базы знаний (по определенному, заранее выбранному предмету), базы данных фактов по предмету, подсистем объяснения и планирования учебного материала.

Немного иначе функционирует робот-ассистент, представляющий из себя совокупность трех взаимодействующих экспертных систем (Рисунок 3):

- ЭС по планированию процесса управления учением;
- ЭС по решению задач в изучаемой предметной области;
- ЭС по диагностике ошибок обучаемого.

Первые две экспертные системы функционируют аналогично таковым у робота-профессора.

Третья, ЭС по диагностике ошибок обучаемого (ЭС ДО) предназначена для выявления неправильных представлений обучаемого об изучаемой предметной области на основе сравнения его ответа с эталонным. Парадигма ЭС ДО - диагностика; симптомами служат различия в ответах обучаемого и ЭС РЗ, а результатами являются изменения текущих характеристик обучаемого (модели обучаемого). ЭС ДО формализует знания эксперта-психолога.

В структуре робота-ассистента экспертная система по управлению процессом учения (ЭС УУ) представляет собой ЭС по планированию в ограничениях, накладываемых имеющимся учебным материалом. ЭС УУ формализует знания эксперта-методиста о методиках обучения.

Взаимодействие робота-ассистента с обучаемым происходит следующим образом. ЭС УУ формирует в соответствии с текущей целью очередное задание (лабораторную работу, практическое задание) для обучаемого, которое передается одновременно в ЭС РЗ.

Далее ЭС ДО сравнивает решение обучаемого с решением, полученным ЭС РЗ, и на основании различий пытается установить, какие неправильные представления обучаемого в изучаемой предметной обасти могли привести к расхождениям. В результате диагностики меняется представление робота-ассистента об обучаемом, отраженное в модели обучаемого (МО), и управление опять получает ЭС УУ, которая уточняет текущую цель и формирует новое задание. Взаимодействие с обучаемым происходит через интеллектуальный интерфейс, который может содержать средства текстового, графического или речевого ввода-вывода, лингвистический процессор, синтезатор речи, сенсоры и т.п.

В структуре робота-ассистента большое значение имеют следующие базы знаний [10]:

- Учебная База Знаний для данной предметной области;
- Модель Обучаемого;
- БЗ о возможных ошибках обучаемого;
- БЗ о процессе обучения.

Модель обучаемого содержит информацию о состоянии знаний обучаемого: как общие интегрированные характеристики, так и те, которые отражают усвоение им текущего учебного материала. Первоначально модель обучаемого формируется при предварительном тестировании обучаемого. В терминах модели обучаемого выражается цель обучения. Принято различать накрывающую модель обучаемого и модель ошибок. Первая является подмножеством модели знаний эксперта в данной предметной области и, как правило, представляется в виде множества или сети состояний по одному на учебную единицу, усвоение которой контролируется (понятие, теорема, тема).

С каждым состоянием связан некоторый показатель, характеризующий степень усвоения материала (например, "знает - не знает" или вероятностная оценка). Вторая представлена набором элементарных действий, из которых складывается решение задачи, как правильных, так и ошибочных. Неправильное поведение обучаемого моделируется заменой одного или нескольких правильных элементарных действий на неправильное. В этом случае модель обучаемого не является подмножеством модели знаний эксперта [11].

База знаний об ошибках обучаемого (БЗО) содержит каталог возможных ошибок обучаемого и правила выдвижения и проверки гипотез о неправильных представлениях обучаемого, приведших к данной ошибке, на основе различий между решениями, предложенными обучаемым и ЭС РЗ, а также текущего состояния модели обучаемого.

База знаний о процессе обучения (БЗ ПО) содержит знания о планировании и организации процесса обучения, общих и частных методиках обучения. Для БЗ ПО предложена иерархическая структура, в которой выделен уровень педагогических, стратегических и тактических знаний. Знания представлены в виде правил, определяющих тип обучающего воздействия. выбор очередного правила определяется специальными метаправилами, зависящими от текущей цели обучения и модели

обучаемого. В целом БЗ ПО можно рассматривать как метазнания по отношению к остальным базам знаний.

Сегодня роботы применяются во всех сферах деятельности человека и сфера образования не исключение [12-15].

Создание роботов-преподавателей – важное направление исследований в области искусственного интеллекта и робототехники. Внедрение программных роботов-преподавателей в вузах нашей республики приведет к революционным преобразованиям в сфере образования и обеспечит высокое качество обучения практически по всем формам подготовки специалистов.

Заключение

Реализация предложенных нами идей и рекомендаций приведет к поистине революционным преобразованиям высшего образования как в нашей стране, так и в мировом образовательном пространстве. В ближайшей перспективе закроются вузы, располагающие слабым научно-педагогическим потенциалом, у которых отсутствует материально-техническая база, соответствующая современным требованиям, а также с малым контингентом обучаемых. В перспективе, крупные национальные вузы преобразуются в роботизированные открытые университеты, которые обеспечат дистанционную подготовку специалистов по различным, востребованным для своего времени специальностям, путем качественного обучения студентов без участия преподавателей. По аналогии с роботизированными предприятиями, выпускающими производственную продукцию без участия рабочих, роботизированные университеты будут готовить специалистов, заменяя традиционных преподавателей роботами-профессорами и роботами-ассистентами. Эти университеты будут выпускать высококвалифицированных, конкурентоспособных специалистов, применяя современные технологии обучения, используя высококачественные учебные материалы, учитывая индивидуальные характеристики и траектории обучаемых. Огромная армия педагогов будет вынуждена переобучаться для работы в других сферах. Роботизированные открытые университеты обеспечат возможность получить высшее образование людям, желающим учиться в удобное время и в удобном для них месте.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Ибрагимов О.В., Петрушин В.А. Экспертно-обучающие системы // Препр. АН УССР. Ин-т кибернетики им.В.М.Глушкова; No 89-49.–Киев, 1989. - 29с.

[2] Баймухамедов М.Ф., Баймухамедова А.М., Боранбаев С.Н. Жасанды интеллект: қазірғі заманғы теория және тәжірибе / Artificial Intelligence: Modern Theory and Practice: оқу құралы. 1 Бөлім. –Алматы: «Бастау», 2020, 248 б.

[3] Баймухамедов М.Ф., Баймухамедова А.М., Боранбаев С.Н. Жасанды интеллект: қазірғі заманғы теория және тәжірибе / Artificial Intelligence: Modern Theory and Practice: оқу құралы. 2 Бөлім. –Алматы: «Бастау», 2020, 240 б.

[4] WEBSOFT. Открытые университеты: сравнительный подход [Электронный ресурс]. - http://www.websoft.ru/db/wb/099CF80730BAE573C3256F2A0042A27B/doc.html.

[5] Баймухамедов М.Ф., Еслямов С.Г. К вопросу о применении роботов в подготовке специалистов с высшим образованием. // Международный журнал «Актуальные научные исследования в современном мире», выпуск 6, июнь, 2020 г. Переяслав-Хмельницкий. – С.18-22.

[6] Баймухамедов М.Ф., Еслямов С.Г. Применение робототехники в образовании. // Международный журнал «Актуальные научные исследования в современном мире», выпуск 7, июль, 2020 г., Переяслав-Хмельницкий. – С.44-49.

[7] Баймухамедов М.Ф., Тажиева Ш.Ж. Разработка адаптивной модели процесса обучения. // Международный журнал «Актуальные научные исследования в современном мире», выпуск 3, март, 2020 г., Переяслав-Хмельницкий. – С.31-35.

[8] Брусиловский П.Л. Построение и использование моделей обучаемого в интеллектуальных обучающих системах // Техническая кибернетика. – 2012. – № 5. – С. 97-119.

[9] Лозовский В.С. Семантические сети//Представление знаний в человеко-машинных и робототехнических системах. – М.: ВИНИТИ, 1994, – Т. А, с. 84-120.

[10] Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем – СПб: Питер, 2017.- 324 с.

[11] Довгялло А.М., Никулин В.Н., Петрушин В.А. Средства обработки знаний и учебная информатика // Теоретические и учебные аспекты информатики: Сб. науч. тр. / АН УССР, Институт кибернетики им.В.М.Глушкова -Киев, 1987, с.11- 17.

[12] Курышкин, Н. П. Основы робототехники. // Учеб. пособие. КузГТУ. –Кемерово, 2012. – 168 с.

[13] Robotics and automation handbook / edited by Thomas R. Kurfess. CRC Press LLC, 2005. – 281 pp.

[14] Boranbayev, A., Boranbayev, S., Nurbekov, A. Development of a Hardware-Software System for the Assembled Helicopter-Type UAV Prototype by Applying Optimal Classification and Pattern Recognition Methods. Advances in Intelligent Systems and Computing. -2020, Vol.1229, AISC, pp. 380-394.

[15] Boranbayev, A., Boranbayev, S., Shuitenov, G. The Method of Analysis of Data from Social Networks Using Rapidminer. Advances in Intelligent Systems and Computing. -2020, Vol.1229, AISC, pp. 667-673.

Баймухамедов М.Ф., Боранбаев С.Н., Еслямов С.Г.

Научно-методические аспекты применения программных интеллектуальных обучающих роботов в образовании

Резюме. Статья посвящена научно-методологическим аспектам применения роботов в образовании, созданию программных интеллектуальных обучающих роботов, которые позволят обеспечить дистанционное обучение без участия преподавателей по различным дисциплинам с применением методов искусственного интеллекта и с учетом индивидуальных характеристик и траекторий обучаемых. Предложены структуры робота-профессора и робота-ассистента, которые могут применяться в роботизированных открытых университетах дистанционного образования.

Ключевые слова: робот, программа, искусственный интеллект, дистанционное образование, траектория обучения.

ӘӨЖ. 81'373.47; 81'367.628

A.Zh. Uderbayev[1], K.B. Zhaxylikova[1], B.S. Zhonkeshov[2]
[1]Satbayev University, Almaty, Kazakhstan
([2]Institute of Linguistics named after Akhmet Baitursynuly, Almaty, Kazakhstan
E-mail: a.uderbayev@satbayev.university
https://orcid.org/0000-0001-7391-3175, https://orcid.org/0000-0002-1349-4981,
https://orcid.org/0000-0002-1787-8624)

NEW TERMS IN BILINGUAL DICTIONARIES OF GEOLOGY, GEODESY AND GEOGRAPHY (on the study of kazakh-russian, russian-kazakh terminological dictionaries)

Abstract: In the article it is highlighted the nature of bilingual dictionaries compilled in the field of geology, geography, geodesy; the composition and content of terms are described; presented specific statistics in comparison; analyzed the use of new terms and term formation, the issues of variability and their use.

Key words: terminography, terminological dictionaries, terms of geology, geodesy, geography, national terms, international terms, hybrid terms.

А.Ж. Удербаев[1], К.Б. Жаксыликова[1], Б.С. Жонкешов[2]
([1]Сәтбаев Университеті, Алматы, Қазақстан
[2]А.Байтұрсынұлы атындағы Тіл білімі институты, Алматы, Қазақстан
E-mail: a.uderbayev@satbayev.university
https://orcid.org/0000-0001-7391-3175, https://orcid.org/0000-0002-1349-4981,
https://orcid.org/0000-0002-1787-8624)

ЕКІТІЛДІ ГЕОЛОГИЯ, ГЕОДЕЗИЯ ЖӘНЕ ГЕОГРАФИЯ СӨЗДІКТЕРІНДЕГІ ЖАҢА ТЕРМИНДЕРДІҢ СИПАТЫ (қазақша-орысша, орысша-қазақша терминологиялық сөздіктер негізінде)

Аңдатпа. Мақалада техникалық ғылымдардың ішінде геология, география және геодезия салалары бойынша жарық көрген екі тілді терминологиялық сөздіктердің сипаты, ондағы терминдердің құрамы, көлемі сипатталып, нақты статистикасы салыстырылып көрсетіледі. Жаңа терминдер мен терминдік қолданыстардың жұмсалуы, ондағы қиындықтар, жарыспалылық мәселелесі талданады.

Түйін сөздер: терминография, терминологиялық сөздіктер, геология, геодезия, география терминдері, ұлттық терминдер, халықаралық терминдер, гибрид терминдер.

Кіріспе. Бүгінде қазақ тіл білімінің терминография саласындағы екі тілді түсіндірме сөздіктердің саны арта түсуде. Сол еңбектермен байланысты терминографиялық зерттеулер жүргізіліп, зерттеу мақалалары да жарияланып келеді. Терминография мәселелеріне қатысты отандық ғалымдар Ә.Қайдар, Ө.Айтбаев, Ш.Құрманбайұлы, Е.Әбдірасілов зерттеу еңбектерін атап өтуге болады. Дегенмен техника ғылымдарына қатысты бірлі-жарым мақалалардан басқа терминологиялық сөздіктердің сипаты, ондағы өзгерістер туралы талдау, сараптама зерттеу еңбектер жарық көрген емес.

Кейінгі 20-25 жылда қазақ тілінің сөздік қоры жаңа сөздер мен қолданыстардың, оның ішінде терминдер мен терминдік элементтердің пайда болуы, кірме және шеттілдік сөздердің енуі, тарихи лексиканың жаңғыртылуы, әлеуеті жоғары аймақтық, кәсіби лексиканың қолданысқа енгізілуі сияқты түрлі үдерістердің нәтижесінде айтарлықтай толықты. Мұндай лексикалық инновацияларды академик Р.Сыздық қалың көпшілік қолданатын сөздер (күнделікті баспасөз, радио-телехабарлар, көпшілік қолды білім-ғылым әдебиеттері, оның ішінде мектеп оқулықтары мен оқу құралдары жиі пайдаланатын) және қолданыс шеңбері тар (шағын) сөздер (қоғам өмірінің әртүрлі салаларында: ғылымда, шаруашылық пен өнеркәсіп салаларында, өнерде және тағы басқаларында арнаулы мамандар мен кәсіпкерлер пайдаланатын) деп бөліп көрсетеді [1]. Мақалада геология, ішінара геодезия, география салаларындағы қолданыс шеңбері тар (шағын) сөздер, яғни жаңа терминдер мен терминдік қолданыстар қарастырылды.

Зерттеу әдістері. Мақалада қазақ сөздіктеріндегі жаңа лексикалық бірліктердің лексикографиялануына тілдік талдау тәжірибесі жүзеге асырылды. Бұл бір сөздіктің құрамы мен құрылысын емес, кейінгі шыққан сөздіктердің ерекшелігін, басымдықтарын айқындауға, ғылыми әдебиеттерде, оқулықтарда геология, геодезия, география бойынша қолданысқа енген жаңа лексиканың сипатын, көлемін, типтерін анықтауға, тілдің сөздік қорының толығуындағы, дамуындағы үдерістерді танып түсінуге, сөздерді лексикографиялаудың дәстүрін әрі қарай жалғастыруға мүмкіндік береді. Ұсынып отырған мақалаға негіз болған зерттеу жұмысы барысында сипаттамалық, салыстырмалы әдістер, түсіндірмелер тәрізді тілдік материалды жүйелеу, жаңа сөздерді, иллюстрациялық материалдарды жинақтау, классификациялау т.б. әдістер қолданылды.

Нәтижелер мен оларды талқылау. Қазақ тілінің терминқорына математика, физика, химия, биология ғылымдарына қарағанда геология саласындағы терминдер XX ғ. 50 жылдарынан бастап ене бастады. Бұл бағытта алғашқы болып шыққан А.Машанов, А.Әбдірахманов, Ж.Садықовтардың геология терминдерінің орысша-қазақша сөздігі мен А.Машановтың «Кристаллография, минералогия және петрография» оқу құралын [2] атап өтуге болады. Бұл кітаптарда сол кезең үшін геологияға байланысты көптеген жаңа терминдер жасалды. Мәселен, геология ғылымындағы алғашқы сөздіктің бірі деп танылатын орысша-қазақша сөздікте шамамен 3458 термин мен тіркесті термин қамтылған. Бұл терминдерді өз ішінен ажыратар болсақ, қазақ тіліндегі терминдер саны 1145 (пайызға шаққанда 33,1 %), орыс немесе өзге тілдік терминдер – 1376 (39,8 %), ал гибрид терминдер 937 (27,1 %) болғанын көреміз [2].

Содан бері геология саласында бірқатар ұжымдық, жекелеген авторлардың екітілді, үштілді, түсіндірме терминологиялық сөздіктер, ЖОО-ға арналған оқулықтар, оқу құралдары жарық көрді. Демек, бүгінде геологияның өзге ғылымдармен салыстырғанда қазақ ғылыми тілі, терминологиясы қалыптасқан, жетілген сала екендігін көрсетеді. Бұл әрине, геология саласындағы академик Қ.И. Сәтбаев негізін салып, А. Машани сынды ғалымдардың жалғастыруымен ана тілінде еңбек жазып, қазақ тілінің ғылым тілі ретінде қалыптасып, дамуына ұлттық кадрлардың, мамандардың қосқан зор үлесі.

Еліміз тәуелсіздік алған жылдардан бастап сөздік жасау ісі қайта қолға алынып, геология бойынша онға жуық қазақша-орысша, орысша-қазақша сөздік көпшілікке ұсынылды. Осы мақалада соңғы жылдардағы жаңа терминдерді зерделеу үшін 2000 және 2014 жылдары геология, геодезия, география бойынша шыққан ұжымдық «Қазақша-орысша, орысша-қазақша терминологиялық сөздіктердің» материалын қарастырып, ондағы терминдердің көлемін, құрамын, статистикасын, жаңа терминдердің жасалу тәсілдеріне талдау жасамақпыз. Бұл салалардағы жекелеген авторлардың сөздіктері болғанымен, аталған екі еңбекті арнайы қарастыру себебіміз, бұлар мақсатты түрде мемлекеттік бағдарлама аясында жетекші мамандардың бірігіп, барынша біріздендіріп, жүйелі түрде дайындаған сөздіктер деп танылады. Әрі осы сөздіктер 1960 ж. алғашқы геология сөздігінің [2] заңды жалғасы десе де болады.

Кез келген ғылым саласында әр жылдары шыққан терминологиялық сөздіктердің материалдарын салыстырып зерттеу арқылы терминдердің көлемін, олардың мазмұны мен құрамындағы өзгерістерді, терминологиядағы үдерістерді анық көруге болады.

«Тілдерді қолдану мен дамытудың 2001-2010 жылдарға арналған мемлекеттік бағдарламасы» аясында тіліміздің терминдер саласын қазіргі талапқа сай қайта жүйелеп, кемелдендіру мақсатында жасалған «Қазақша-орысша, орысша-қазақша терминологиялық сөздік (Геология, геодезия, география)» 2000 жылы жарық көрді [3]. Сөздік ғылым, мәдениет, халық шаруашылығы салаларының барлығын қамтитын көптомдық қазақша-орысша, орысша-қазақша салаларалық 31 томдық сөздіктің 20-шы томын құрайды. Бұл жұмысқа еліміздегі ғалымдар мен ЖОО оқытушыларының, сала мамандарының үлкен бір тобы жұмылдырылды. Сөздіктің көлемі 347 беттен тұрып, 5300-ден асатын термин мен терминдік қолданысты қамтиды. Ондағы геология, география, геодезия терминдері жеке салаларға бөлінбей, барлығы бірге аралас берілген. Сол себепті әр саладағы терминдердің көлемін ажырату қиын. Сол кездегі ұлттық, шеттілдік терминдердің арасалмағын білу үшін реестрге берілген барлық терминдік бірліктерді есептеп шыққанда, шамамен мынадай статистикасы анықталды: ұлттық терминдер – 2168 бірлік, халықаралық (шеттілдік) терминдер – 909, гибрид терминдер – 2304, барлығы 5381 бірлік болып шығады. Пайыздық көрсеткішпен беретін болсақ, ұлттық терминдер – 40,3 %, халықаралық терминдер – 16,9 %, гибрид терминдер – 42,8 %-ды құрайды.

Түсініктеме бере кетсек, ұлттық терминдер дегеніміз – қазақ тілінің төл сөздерінен жасалған терминдер мен тіркесті терминдер, халықаралық терминдер дегеніміз – бірнеше ұлттың тілінде қолданылып жүрген, ғылым тілінде кең тараған, көбінесе грек, латын текті терминдер [4, 493-б.]. Ал гибрид терминдер деп бір бөлігі өзге тілден алмасқан, ал өзге бөлігі қабылдаушы тілге аударылған немесе байырғы сөз болып келетін терминдерді атайды [4, 492-б.].

2014 жылы қазақ терминдерін біріздендіру, терминқорын реттеу, арттыру мақсатында ҚР тілдерді дамыту мен қолдаудың 2011-2020 жж. арналған мемлекеттік бағдарламасы аясында 31 томдық екі тілді терминологиялық сөздіктер салалық терминдер мен терминдік қолданыстары екі есеге толықтырылып, жетілдіріліп қайта жарық көрді. Сөздікке ұзақ жылдар бойы қазақ тілінде дәріс беріп, сала терминологиясын қалыптастыруымен шұғылданып жүрген белді ғалымдармен бірге тіл мамандары да қатысты. Геология, геодезия, география бойынша қазақша-орысша сөздік [5] 455 беттен тұрып, шамамен 10000-ға жуық термин мен терминдік қолданыстарды қамтыды. Яғни, сөздік көлемінің екі есеге ұлғайып, толыққанын көреміз (1-кесте).

1-кесте. **Сөздіктегі геология, геодезия, география саласы терминдерінің құрамдық сипаты**

Қазақша-орысша, орысша-қазақша терминологиялық сөздігі. Геология, геодезия, география. 19-том. – Алматы: «ҚАЗақпарат», 2014. – 450 б.								
Сала бойынша	Ұлттық (баламалы) терминдер саны/пайызы		Халықаралық, шеттілдік (баламасыз) терминдер саны/пайызы		Гибрид терминдер саны/пайызы		Жалпы саны/пайызы	
Геология	1766	37,4 %	839	17,8 %	2113	44,8 %	4718	47,8 %
Геодезия	534	31,1 %	406	23,6 %	778	45,3 %	1718	17,32 %
География	1782	51,5 %	583	16,85 %	1095	31,65 %	3460	34,9 %
Жалпы саны	4082	41,16 %	1828	18,43 %	4006	40,4 %	9916	100 %

Нақты статистикасына келер болсақ, есептеу барысында 2014 жылғы сөздікте тек геология саласы бойынша шамамен 4718 термин мен тіркесті терминдер, оның ішінде ұлттық терминдердің көлемі – 1766, халықаралық (шеттілдік) терминдер – 839, гибрид терминдердің үлесі – 2113 бірлікті құрайтыны анықталды. Демек, геология терминдерінің 34 %-ы ұлттық терминдер, 16 %-ы халықаралық және 50 %-ы гибрид терминдер болып шығады.

Сондай-ақ аталмыш сөздікте геодезия саласы бойынша жалпы 1718 термин, оның ішінде ұлттық терминдердің (жеке сөздер мен сөз тіркестерін қоса алғанда) саны – 534, баламасыз шеттілдік терминдер – 193, екі сыңары да шеттілдік сөзден тұратын тіркесті терминдер саны – 213, гибрид терминдердің жалпы үлесі – 778 сөз құрайтыны анықталды [6, 79-б.].

Сөздікте география бойынша жалпы 3460 термин қамтылған, оның ішінде ұлттық терминдер – 1782 бірлік, 583-і баламасыз терминдер, гибрид терминдердің үлесі – 1095 терминдік бірлікті құрайды [7].

Кесте бойынша әр саладағы терминдердің құрамы мен көлемін салыстыра отырып, ұлттық терминдердің география саласында, шеттілдік терминдердің геодезия саласында басым екендігін, гибрид терминдердің геодезия, одан соң геология саласында пайыздық көрсеткіші жоғары екендігіне көз жеткіземіз. Қазақша-орысша, орысша-қазақша сөздіктің 2000 ж. және 2014 ж. нұсқаларындағы материалдарды салыстыру үшін 2014 жылғы сөздіктегі геология, геодезия, география терминдерінің санын қосып, бірге берілді (2-кесте).

2-кесте. **Сөздіктердегі терминдер құрамының пайыздық көрсеткіші**

Сөздіктің 2000 ж. нұсқасындағы терминдердің пайыздық көрсеткіші	Сөздіктің 2014 ж. нұсқасындағы терминдердің пайыздық көрсеткіші
	

Сөздіктің 2000 жылғы мен 2014 жылғы нұсқаларын салыстырудан ұлттық терминдердің 1,16 %-ға, сондай-ақ шеттілдік терминдердің де 1,43 %-ға артқанын, ал гибрид терминдердің 2,6 %-ға кемігенін көруге болады. Демек, статистикаға қарап та геология, геодезия, география ғылымдары бойынша терминқордың ұлттық терминдермен толығып, мазмұндық жағынан өзгеріске түскені байқалады.

Сөздіктің екі нұсқасымен жұмыс істеу барысында орыс және өзге шет тілдерінен енген терминдердің қазақша жаңа баламалары жасалып, кейде бір реттік терминдер енгізіліп, олардың жарысып, кейде ретсіз қолданылып жүргендігі байқалады. Тілдегі мұндай бірліктерді жинақтап, жұртшылыққа таныстырып, оларға талдау, саралау жұмысын жасап отыру маңызды. Себебі «осы жұмыс тиісті кәсіби деңгейде атқарылмаса, соның салдарынан жалпы қолданыстағы сөздер мен терминдердің жұмсалуындағы бірізділікке жету қиындап, жарыспалылыққа жол берілуі мүмкін» [4].

Сөздіктің екі нұсқасында, әсіресе кейінгі 2014 жылғы сөздікте біршама жаңа терминдер мен терминдік қолданыстар енгенін келесі кестеден көруге болады (3-кесте). Бүгінде бұл сөздердің бірқатары геология, геодезия және география саласындағы көпшілік ғылыми әдебиеттерде, зерттеу мақалаларда кеңінен жұмсалып келеді. Алайда сөздіктегі екі есеге жуық көбейген терминдер мен терминдік қолданыстардың бәрін жаңа деп қарастыруға болмайды. Бұлардың арасында бұрыннан қолданылғанымен, сөздікке алғаш енгізілген жаңа лексикографиялық бірліктер де ұшырасатынын ескертіп өтеміз.

Жаңа терминдердің қолданысына келгенде жарыспалылық үнемі туындайтын мәселе. Қазіргі әртүрлі жұмсалып жүрген жаңа терминдердің нұсқаларын айтпағанда, бүгінде әбден қалыптасып, сіңіскен терминдердің әуел баста қалыптасып, орныққанға дейін өзге нұсқалармен бірге жарысып

қолданылғаны белгілі. Оны 1950 жылдардағы қазақ терминологиясы туралы деректерден көруге болады. «Осы кезде қолданылып жүрген терминдеріміздің арасында бір ұғымға әртүрлі сөз қолданып, сөздің терминдік қасиетін кетірушілік бар. Мысалы, геологияда, металлургияда, тау-кен ісінде қолданылатын выработка деген термин бірде қазынды, бірде қазба, бірде қазу болып жүр. Географияда «бассейн» дегенді бірде «алап», бірде «алқап», бірде «бассейн» деп жүр. Полупустыня дегенді бірде «жартылай шөл дала», бірде «шөлейт» деп жүр. «Подножия гор» дегенді бірде «тау балақтары», бірде «тау етектері», бірде «тау беткейі» немесе «тау төскейі» дейді» [8, 119-б.]. Өз кезінде жарысып қолданылған бұл терминдердің бүгінгі сөздіктерде мына нұсқалары орнықты деуге болады: үңгіме (выработка), алап (бассейн), шөлейт (полупустыня).

Тілдегі мұндай үрдісті академик Р.Сыздық «Бұрынғы ұғымдарды жаңадан қазақша атау үшін немесе дәлірегін беру үшін жасалған жаңа сөздердің алғашқыда екі-үш вариантты болып келуі заңды, өйткені жаңа сөз не тұлғалық бітімі, не беретін мағынасы жағынан білдірмек ұғымға бірдей сай келмеуі әбден мүмкін, содан барып тіл тәжірибесінде ізденіс болады, ең түсініктісі, тіл заңдылықтарына қайшы келмейтін бір нұсқасы табылғанша бірқатар уақыт варианттық қатарлар қолданыла береді» деп түсіндіреді [1, 257-б.]. Бұған жоғарыдағы кестеден (Кесте 3) бастапқыда орысша қолғанылған аномалия (ауытқу, қалыпсыздық), архипелаг (аралдар тобы, топарал), залежь (кен, дене, шоғыр, жатын), образование (жасалым, пайда болу, жаралым), реликт (қалдық, сүлдер), самоосадка (тұнба, тұзтұнба), холмогорья (төбелі таулар, төбетау) және т.б. терминдердің әуелгіде 2-3 баламалары қатар қолданылып, кейін соңғы нұсқалары орныққанын мысал ретінде келтіре аламыз.

3-кесте. **Сөздіктердегі терминдердің салыстырмалы сипаты**

Орыс тіліндегі баламасы	Орысша-қазақша терминология сөздігі. Геология, терминдері. - Алматы, 1960	Қазақша-орысша, орысша-қазақша терминологиялық сөздік. Геология, география. - Алматы, 2000	Қазақша-орысша, орысша-қазақша терминологиялық сөздік. Геология, геодезия, география. - Алматы, 2014
аномалия	аномалия (ауытқу)	аномалия	қалыпсыздық
архипелаг	архипелаг (аралдар тобы)	топарал	топарал
бассейн	бассейн	алап	алап
вскрыша		аршылым	аршылым
вулканология	вулканология	жанартаутану	вулканология
выработка	қазба	-	қазынды, үңгіме
газобразование			газжаралу
глыба	жақпартас	шойтас	тасжақпар
гравий	қиыршық тас	гравий	шағылтас
залежь залежи нефти	кен, дене	шоғыр мұнай шоғыры	жатын мұнай жатыны
карьер	карьер	-	карьер, ашыққеніш
компас	компас	компас, тұсбағдар	компас, құбылнама
космология		ғарыштану	ғарышнама
область	аймақ		атырап
обнажение	ашылу	ашылым	ашылым
образование	жасалым, пайда болу	жаралым	жаралым
океанология		мұхиттану	мұхиттану
пласт	пласт	қат	қойнауқат
порода	жыныс	таужыныс	таужыныс
реликт	қалдық	-	сүлдер
риф	риф	кедертас, риф	кедертас, риф
самоосадка	тұнба	тұзтұнба	тұзтұнба
скважина	скважина	ұңғыма	ұңғыма
срез	-	-	тілінім
торосы	-	мұзүйінді	мұзқырқа
труба	түтік, тұрба	түтік, труба	құбыр

фонтан	фонтан		бұрқақ
форфор		-	кәрлен
холмогорья	-	төбелі таулар	төбетау
ювенильная вода	ювениль суы		тұмса, тұмса су
шельф	шельф	қайраң	қайраң
штатив	штатив	үшаяқ, штатив	үшаяқ
янтарь	янтарь		янтарь, кәріптас
ярус	ярус	жікқабат	ярус, жікқабат

Бұл турасында сөздіктің авторларының бірі, геология маманы Н.Сейітов: «..ғылым мен техниканың қарыштап дамуы дәйім жаңа ұғымдар мен түсініктерді туындатып отыратыны түсінікті, сондықтан да қазақ тілінің туындау және қалыптасу барысында ондай ұғымдар мен түсініктердің мүлдем болмағаны аян. Ендеше мұндай тың түсініктерге байырғы қазақ сөздерін күштеп телу ісі де үлкен көрегенділік емес... Алайда бұдан тың түсініктердің бәрін шетелдік сөз күйінде қалдыру міндеттілігі туындамаса керек, оларды қазақ тілінің байырғы қаражаттары көмегімен жасақталған мүлде жаңа сөздермен алмастырудың еш сөкеттігі жоқ» – деп тұжырымдайды [9, 78-б.]. Сөздік материалын саралай келіп геология саласында шет тілдік бірқатар терминдер аударылып, олардың қазақша жаңа баламасы ұсынылғанына көз жеткіземіз. Сондай-ақ, солардың қатарында тілдік айналымға енбей, қолданыс күйінде қалып қойғандары да кездеседі (ракушка-айқуақ, солоды-шақат) [2, 159-б.]. Мұндай лексикалық бірліктерді де қалдырмай тіркеп отырып, керегінше пайдалану қажет деп есептейміз. Сондықтан бұрынғы жарияланған лексикографиялық еңбектердегі, оқулықтар мен оқу құралдарындағы қолданыстарды тіркеп, арнайы салалық жаңа терминдер сөздігіне енгізуді қолға алдық. Мұндай лексикалық бірліктер алдағы сөздік жасауда, жаңа, шеттілдік терминдерге балама іздеуде қажетінше пайдалануға әбден болады.

Ендігі кезекте жаңа геология терминдерінің ішінде ұлттық терминдердің сипатына назар аударайық. Жаңа сипаттағы ұлттық терминдер мен терминдік қолданыстардың көпшілігі түбір сөздерді біріктіру арқылы, яғни бұрыннан белгілі екі, үш ұғымды, түсінікті білдіретін екі-үш сөзді бір-бірімен біріктіру тәсілімен жасалған. Мысалы: аласатау-низкогорье, бірлесжікқабат-надъярус, дірілажыратқыш-вибросепаратор, жікқабат-ярус, кеспетас-брусчатка, күкіртұстамды-серосодержащий, қатқабат-толща, қиыршықтас-гравелит т.б.

Бірқатар терминдер түбірге сөз тудырушы қосымшалардың (жұрнақтардың) жалғануы арқылы жасалған. Мәселен, аршы+л+ым (вскрыша), лақтыр+ын+ды (выброс), бұр+қа+қ (фонтан), біл+ін+ім (проявление), елеуіш+те+у (скрининг), жарал+ым (образование), жат+ын (залежь), қабат+та+лу+лық (слойчатость), құрға+т+ыл+ым (польдер), мәрмәр+ле+ну (мраморизация) т.б.

Келесі терминжасам тәсілінің бір түрі тілімізде жалпы қолданыстағы бар сөзге жаңа мағына үстеу, яғни семантикалық тәсіл немесе терминдену арқылы термин жасау. Алдыңғы тәсілдерге қарағанда сөздікте бұл тәсілмен жасалған терминдердің саны көп емес. Олар: алап (бассейн), аймақ (зона), өңір (регион), ғаныш (гипс), кәрлен (фарфор)және т.б. Семантикалық тәсіл арқылы жасалған жаңа терминдердің қатарында көне сөздерді қайта жаңғыртып қолданған деректер 2014 ж. сөздікте [5] кездесіп қалады. Мәселен, ғылым салаларында қалыптасқан компас термині кестеде көрсетілгендей алғашқыда компас, тұсбағдар деп берілсе, кейінгі сөздікте құбылнама аэлогизмі қосылып берілген. Бұл сөзді XIX ғ. басындағы зерттеуші ғалымдарының еңбектерінен ұшыратуға болады. Осыған ұқсас алап (бассейн) аэлогизмін де мысалға келтіре кетеміз. Өткен ғасырдың басында жарияланған «Қазақша-орысша тілмашта» да бассейн сөзі алап болып реестрде көрсетілген [10].

Сонда неологизация үдерісі дегеніміз тіліміздегі жалпы қолданыстағы сөздердің, оның ішінде көнерген т.б. сөздердің жаңа мағынаға ие болуы. Мұндай құбылыс шеттілдік терминдерге балама ұсынғанда немесе жаңа құбылыс анықталып, оған атау беруді таңдау қажеттігінен пайда болады [11]. Яғни тілдегі жаңа бірліктер дегенде тіліміздегі тек жаңа пайда болған қазақтың төл сөздері деп ұғынылмайтынын ескерген жөн.

Екі сөздіктің реестрге алынған терминдерін салыстыру барысында сөздіктің кейінгі нұсқасында толықтырулар мен өзгерістер, әрі екі сөздікте қате қолданыстар кездеседі. 2000 жылғы сөздіктің реестріне алынған кейбір терминдік бірліктер (шоғыр, жанартаутану, құбылтас) бірді-екілі қолданылып, 2014 жылғы сөздікте (жатын, вулканология, құбылматас) түзетілген не өзге баламасына ауыстырылған. Океанология термині сөздіктің екі нұсқасында да мұхиттану деп берілсе, кейбір геология сөздіктерінде мұхит сөзіне -нама қосымшасын қосу арқылы жасалған мұхитнама баламасы кездесіп қалады. Мысалы: жұлдызнама, сауалнама, тұғырнама т.б. [4]. Алайда бұл сөздердегі -нама

формасы -логия тұлғасының орнына жұмсауға келмейтінін көреміз. Сондай-ақ, логос (logos – ілім) тұлғасымен келетін терминдерді орыс тіліндегі -ведение тұлғасының аудармасы -тану қосымшасымен ауыстырып қалыптастыру да қисынсыз санаймыз. Кестеде берілгендей, вулканология терминін де жанартаутану деп аудару сәтсіз деп танылып, кейінгі сөздіктерде вулканология термині қайта қалдырылды [12, 66-б.].

Жалпы кез келген сөздік түзу жұмысында түзету, толықтыру жұмыстары болуы заңды әрекет. Себебі тіл дамыған сайын ондағы жаңа тілдік бірліктер тілдік қолданысқа ену арқылы атауы болып отырған ұғымды дәл беру-бермеуі, сәтті-сәтсіздігі анықтала түседі. Ұғымды бере алатын сәтті қолданыстар тілдік айналымға еніп, өз орнын тауып жатса, сәтсіз алынғандары қолданысы шектеліп, сырт қалып жатады. Сондықтан тілде қалыптасқан өзге тілдік терминдерді аударуда, жаңа атауын ойластыруда бір ғана ғылым саласындағы нақты бір мағынасымен шектелмей, өзге салалардағы мағыналарын ескере отырып сөздікке енгізген жөн. Ұсынылған жаңа атау басқа салалардағы мағынаны дәл қамти алмайтын жағдайда сөздікке енгізу ісін қоя тұру керек деп есептейміз. Өйткені бекітілген сөздіктерге енген реестр бірліктерді өзгерте беру жарыспалылыққа жол беріп, қолдануда шатасу орын алады. Барлық салада қалыптасқан шеттілдік терминнің әр салада әрқилы қазақша атауларының болуынан ұтарымыз көп емес, сондықтан мұндай жүйесіздікке жол берілмеген абзал.

Қорытынды. Жоғарыда айтылған ойымызды қорытындылай келе, былай тұжырым жасауға болады. Сөздіктердің тілдік материалымен жұмыс істеу барысында термин шығармашылығында сөздерді біріктіру, тіркестіру және сөзге қосымша жалғау тәсілдері өнімді екені байқалады. Дейтұрғанмен, шеттілдік терминдердің жаңа баламасын белгілеуде тіліміздің терминжасам дереккөздерін (кәсіби, көне, аймақтық сөздерді пайдалану), одан қалса өзге түркі тілдерінің деректерін де пайдалану жағын еске салғымыз келеді.

Мәселен, қазақ әдеби тілінің сөздігінде мағынаны беретін сандал тау деген сөз тіркесі кездеседі, бұл сөзді тиісті терминінің орнына жұмсауға болады деп есептейміз. Сондай-ақ, жарыспалы түрде қолданылып жүрген пласт терминінің татар тілінде қатлам (қазақшасы қаттам), әзірбайжан тілінде qat, башқұр тілінде ҡатлам деген сәтті баламалары кездеседі. Сондықтан мүмкіндігінше сөздік қорымыздың ескі қабаттарындағы жатқан сөздерді белсенді жұмсаған жөн болар еді. Бұл өз кезегінде белсенді қолданылып жүрген қосымшаларды ретсіз жұмсаудан, соның салдарынан жарыспалылық, жүйесіздік туғызып жүрген жағдаяттардың алдын алар еді.

Сондықтан лексикография, терминография саласында жинақталған мол тәжірибені теориялық, әрі практикалық тұрғыдан тиянақтап қорытындылау және оны басшылыққа ала келе, ғылыми талдау жүргізіп, соның негізінде сөздіктерді жетілдіруге бағытталған ұсыныстарды анықтап белгілеу қажет деп ойлаймыз.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Сыздық Р. Қазақ тіліндегі ескіліктер мен жаңалықтар. - Алматы: Арыс, 2009.

[2] Машанов А., Әбдірахманов А., Садықов Ж. Орысша-қазақша терминология сөздігі. Геология терминдері. 3-том. – Алматы: Қаз ССР ҒА баспасы, 1960. - 200 б.

[3] Қазақша-орысша, орысша-қазақша терминологиялық сөздігі. Геология, геодезия, география. 20-том. – Алматы, 2000.

[4] Құрманбайұлы Ш. Қазақ терминологиясы. – Алматы: Сардар, 2014. - 928 б.

[5] Қазақша-орысша, орысша-қазақша терминологиялық сөздігі. Геология, геодезия, география. 19-том. – Алматы: «ҚАЗақпарат», 2014.

[6] Uderbaev A., Zhaxylikova K., Uskenbaeva R. Abbreviation as one of the methods for creating a lexical innovation of the kazakh language (in the field of geodesy) // International OECD Studies Conference on Transformative Educational Sciences held in March 19-21, 2020 in Ankara, Turkey. - All rights of this book belong to IKSAD Publishing House Authors are responsible both ethically and jurisdically Iksad Publications - 2020© Issued: 15.04.2020. -73-82. ISBN 978-625-7914-89-5.

[7] Жонкешов Б.С. География терминдеріндегі кірме сөздер // Абай атындағы ҚазҰПУ Хабаршысы, «Филология ғылымдарының» сериясы, №3 (69), 2019. - 72-78 бб.

[8] Аманжолов С., Әбдірахманов А. Қазақ тіліндегі ғылыми терминология мен аударма мәселелері туралы // «Социалистік Қазақстан». 15.01.1958. Терминология мәселелері жин. II том. - Алматы, 2006.

[9] Сейітов Н. Тағылымды терминдер базасын жасақтаудың тауқыметі мен түйткілдері (Көгілдір белдер кітабында). – Ақтөбе: А-полиграфия, 2003. - 202-237 бб.

[10] Қазақша-орысша тілмаш. – М., 1925.

[11] Карагулова Б.С. Терминология саласындағы неологизация // Тәуелсіздік кезеңіндегі қазақ терминологиясы. – Астана, 2014.

[12] Байбатша Ә.Б., Бекботаев А.Т., Үдербаев А.Ж. Орысша-ағылшынша-қазақша геологиялық терминдер сөздігі. – Алматы: «Қазақ тілі», 2019. - 430 б.

Удербаев А.Ж., Жаксыликова К.Б., Жонкешов Б.С.

Описание новых терминов в двуязычных словарях геологии, геодезии, географии (на основе казахско-русского, русско-казахского терминологического словаря)

Резюме. В статье описывается характер двуъязычных словарей, опубликованных в области геологии, географии, геодезии, состав, объем терминов, приводятся конкретные статистические данные в сопоставлении, анализируется употребление новых терминов и терминообразовании, проблемы вариативности и их использовании.

Ключевые слова: терминография, терминологические словари, термины геологии, геодезии, географии, национальные термины, международные термины, гибридные термины.

УДК 004.056

[1]V. Urazalinov, [1]A. Mukhanova, [1]M. Makhanov, [2]B. Sataev
([1]L.N.Gumilyov Eurasian National UniversityNur-Sultan, Kazakhstan
[2]Joint Stock Company «Energoinform»Nur-Sultan, Kazakhstan
E-mail: vilenurazalinov@bk.ru)

RISK ASSESSMENT MODEL FOR ORGANIZATIONAL INFORMATION SECURITY

Abstract. The article presents a risk assessment model to ensure the information security of the organization. The stages of quantitative risk assessment are described.The proposed risk assessment method combines both qualitative and quantitative assessment methods to correct the weakness of both approaches. This model is expected to address the weaknesses of traditional RA methods and provide significant improvements in terms of information security practices. The proposed model can help organizations manage and evaluate their operational information security. The article also contains information on existing research in this area, however, to expand the risk assessment, it is necessary to conduct additional research, which will include a full cycle of data taken from several enterprises.The conclusion of this article is to offer a combination of qualitative and quantitative methods of information security.

Keywords: information security, information security risk assessment, information security risk management, information security threats, information integrity, risk assessment model, information security organization.

В.О. Уразалинов[1], А.А. Муханова[1], М. Маханов[1], Б.О. Сатаев[2]
1Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Нур-Султан
2АО "Энергоинформ", Нур-Султан
E-mail: vilenurazalinov@bk.ru

МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ РИСКА ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИОННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Аннотация. В статье представлена модель оценки риска для обеспечения информационной безопасности организации. Описаны этапы количественнойоценки риска. Предложенный метод оценки рисков сочетает в себе как качественные, так и количественные методы оценки, чтобы скорректировать слабость обоих подходов. Ожидается, что данная модель устранит слабые стороны традиционных методов RA и обеспечит существенные улучшения с точки зрения практики обеспечения безопасности информации. Предложенная модель может помочь организациям управлять и оценивать свою оперативную информационную безопасность. Так же, в статье содержится информация по существующим исследованиям в этой области, однако для расширения оценки рисков, необходимо провести дополнительные исследования, которые будут включать полный цикл данных взятых из нескольких предприятий.Выводом данной статьиявляется предложение сочетания качественных и количественных методов обеспечения информационной безопасности.

Ключевые слова: информационная безопасность, оценка рисков информационной безопасности, управление рисками информационной безопасности, угрозы информационной безопасности, целостность информации, модель оценки риска,организация информационной безопасности.

В связи с развитием взаимосвязанных сетей организации ежедневно сталкиваются с рисками информационной безопасности. Следовательно, для организации важно управлять рисками, которые могут поставить под угрозу безопасность их ценной информации [1, 11]. Риски информационной

безопасности могут быть определены как следствие неопределенности в отношении целей информационной безопасности. Контроль может снизить риск, уменьшив вероятность события, воздействия или того и другого. Управление рисками информационной безопасности очень важно для бизнеса, государственных учреждений, а также для частных лиц с целью защиты их информации. С тех пор как десять лет назад организации уделяли больше внимания своим информационным ресурсам, не уделяли должного внимания возможным угрозам безопасности,теперь контроль и обеспечение информационной безопасности стало очень важным для существования организаций и получения конкурентного преимущества. Тем не менее, из-за отсутствия надлежащего управления рисками безопасности, было определенно, что организации несут финансовые потери и репутационные риски. Следовательно, для управления рисками организациям необходимо оценить риски безопасности для своих ценных активов и спланировать смягчающие меры контроля для устранения этих рисков.

Информационная безопасность оценки рисков представляет собой процесс, обеспечивающий определение и применение соответствующих мер безопасности для удовлетворения ожиданий руководства в отношении безопасной и надежной вычислительной среды. Однако основной проблемой, с которой сталкиваются многие агентства, является выявление и оценка рисков информационной безопасности для их операций. Следовательно, тщательный выбор методов оценки рисков может помочь организациям определить, управлять иоценить риски для своих активов. Некто, ктоосведомлен об угрозах информационной безопасности организации, может повлиять на активы организаций и использовать их уязвимости [2]. Некоторые организации практиковали количественный подход к оценкам рисков без надлежащего суждения и понимания предмета. С другой стороны, качественные подходы являются более субъективными, чем количественные методы, поэтому их можно использовать с объективностью или без нее. Сложность состоит в ведении процесса и выборе соответствующих методов мероприятий для систем информационной безопасности,поэтому важно разработать модель оценки рисков, чтобы гарантировать правильную оценку. Хотя модельрисковой оценки(МРО) важна для отрасли, исследования в этой области все еще ограничены. Таким образом, в этой статье делается попытка восполнить этот пробел и предлагается комбинированный метод качественного и количественного анализа для обеспечения информационной безопасности, который приведет к разработке модели и ее применению посредством разработки прототипа прикладной системы МРО. Предлагаемая модель оценки рисков будет включать использование числовых и нечисловых данных в процессе исследования.

Развитие информационных технологий (ИТ) требует интеллектуальных подходов к принятию решений, когда речь идет о защите информационных ресурсов. Использование цифровых данных и развитие информационных систем подвергает бизнес угрозам, которые атакуют активы организации, что может привести к экономическим потерям. Эффективное управление рисками требует анализа вероятностей событий и влияния угроз на информационные активы.

Традиционно информационная безопасность имеет тенденцию концентрироваться на рисках в ИТ, но недавно было установлено, что информационная безопасность является более комплексной, чем одни только информационные технологии, так как она зависима от человеческого фактора. Оценка рисков может быть разделена на три метода, таких как: качественный, полуколичественный и количественный; первый из которых является наиболее используемым, даже если не всегда дает точную математическую модель.

В последние годы информационные системы подвергались риску из-за непреднамеренных ошибок оператора, а также из-за природных и инструментальных катастроф. В основном это связано с соединением компьютеров и доступностью многих людей. Следовательно, количество людей с компьютерными навыками увеличивается, а также с навыками взлома. Управление рисками информационной безопасности является предварительным условием управления информационной безопасностью, оно воспринимается как способ снижения неопределенности и ее последствий. В свою очередь, успешное управление рисками позволяет осмысленно понимать весь профиль безопасности организаций. Успешная ИТ-безопасность требует эффективного процесса управления рисками, который призван обеспечить соответствующую атмосферу электронного бизнеса, поскольку ИТ-системы сталкиваются с высокой степенью рисков [3]. Таким образом, процесс управления рисками безопасности позволяет многим предприятиям работать наиболее экономически эффективным образом, чтобы снизить риски для бизнеса.

Информационная безопасность играет важную роль в управлении рисками организаций, особенно когда существует высокая зависимость от ИТ или цепочка связанных организаций использует ИТ. Таким образом, организациям необходимо оценить эти риски, чтобы убедиться, что соответствующие меры безопасности определены и применены для удовлетворения ожиданий руководства в отношении защищенной и надежной вычислительной среды. Модель оценки рисков является важным этапом управления рисками, который определяет подходящие методы контроля для снижения или устранения рисков. Данный метод классифицируется по следующим четырем шагам:

1) Идентификация угроз
2) Идентификация уязвимостей
3) Определение рисков
4) Рекомендации по контролю

Процесс анализа рисков информационной безопасности включает подготовку, идентификацию активов, идентификацию угроз, идентификацию уязвимостей, расчет рисков и другие этапы [13]. Согласно справочникам по информационной безопасности процесс поиска и анализа рисков в информационной безопасности подразделяется на шесть этапов.

Этап 1. Определите оценку цели, данные информационной системы, аппаратные и программные активы.

Этап 2.Определить процесс оценки и выбрать надлежащие методы и инструменты оценки.

Этап 3. Идентификация риска для идентификации активов в рамках оценки, угрозы, уязвимости активов и существующих мер безопасности.

Этап 4. Анализ рисков, чтобы проанализировать возможность и последствия угроз и уязвимостей.

Этап 5.Оценка результата, составление отчета об оценке риска экспертом.

Этап 6. «Контроль рисков» - принять эффективные меры для снижения рисков,чтобы контролировать систему.

Согласно мнению экспертов есть два подхода количественных и качественных методов оценки рисков.Оба подхода имеют свои сильные и слабые стороны, это исследование предлагает объединить оба метода и назвать его комбинированной моделью оценки риска (КМОР) для управления некоторыми ограничениями существующих моделей.

Количественный анализ присваивает числовые значения, полученные из различных источников, как воздействиям на систему, так и вероятностям этого воздействия. Количественный анализ рисков пытается присвоить числовые значения вероятности и влиянию риска, а также затратам и выгодам, связанным с внедрением средств контроля и систем безопасности [4, 12]. Тем не менее, количественная оценка риска состоит из двух основных этапов: анализа риска, который обеспечивает исходные данные для оценки и обработки риска, и оценки риска, которая дает синтетическое выражение уровня риска для каждого фактора риска.

Методы количественной оценки риска безопасности электронной коммерции просто показывают атрибутивное значение, данное для обычного сравнения, которое отличается от реальной вероятности организации риска. Риск определяется как произведение вероятности события угрозы безопасности (P) и потенциального воздействия (I):

$$Risk = P*I \quad (1)$$

где Робычно является долей меньше 1, он составляет от ($0 \leq P \leq 1$), тогда как I может быть присвоено значение в числовом масштабе.I может быть низким (1-5); умеренным (6-10); высоким (11-15). После расчета риска группа экспертов должна обсудить результаты и согласовать их. Как только будет достигнут консенсус, итоговый I будет оцениваться на основе компонентов информационной безопасности: конфиденциальности, целостности, доступности, доверия, возможности аудита и удобства использования.

Расширенная процедуру оценки включает в нее экономическую идею, которая состоит из оценки вероятности наступления события и возможных убытков, таких как величина риска, ожидаемая годовая потеря, защитное значение, и возврат инвестиций [9,10]. Следовательно, риск оценивается следующим образом:

$$Risk = p \times W \quad (2)$$

$$p = F \times V \quad (3)$$

где Risk - значение риска; p - прогнозируемое количество инцидентов, повлекших за собой потерю стоимости активов в определенный период; W- стоимость потери стоимости активов при возникновении одного инцидента; F - частота возникновения угрозы; V - это мера вероятности использования указанной уязвимости данной угрозой.

Тем не менее, количественная модель оценки информационной безопасности может быть затруднена из-за ограничения отслеживания компанией сообщений об инцидентах безопасности. Эта статья принимает сильные стороны количественноймодели оценки рисков. Предлагается формула расчета риска, основанная на ранее разработанных методах расчета риска.

Качественный метод оценки рисков анализирует риски с помощью прилагательных вместо использования математики[5,6]. Следовательно, он используется в качестве предварительной оценки для выявления рисков, которые будут оцениваться для получения более подробной информации и анализа. Таким же выявлено, что большинство методов используются с качественными измерениями и это утверждение подтверждается тем фактом, что большинство моделей оценки рисков сегодня выполняются качественным образом. Кроме того, качественные модели для оценки рисков часто предпочитаются профессионалами по нескольким причинам, таким как восприятие скорости и возможностей применения, доступность и понятность. Таким образом, результаты качественной оценки удовлетворяют целому ряду потребностей, хотя иногда оценка не может быть быстрее или легче. Качественнаямодель оценки рисков является более субъективной, чем количественная модель оценки рисков, и это может привести к лучшему пониманию бизнеса, а также улучшить коммуникацию между различными департаментами, отвечающими за устойчивость перед рисками. Качественный анализ рисков регулярно предоставляет помощь для дополнительного исследования количественного метода, но он также может предоставить информацию, необходимую для управление рисками. Поэтому ИТ в большей степени связан с качественным подходом модели оценки рисков, поскольку этот подход используется в тех случаях, когда трудно выразить количественные показатели рисков. Таким образом, это исследование принимает качественнуюмодель оценки рисков в качестве субъективного исследования риска, в котором использовалась интервальная шкала для представления вероятности, воздействия, а также риска, при котором каждый интервал обычно представлен нечисловой меткой, такой как низкий, средний и высокий.

В целом, результаты обзора литературных исследований показывают пробелы как в качественных, так и в количественных моделях оценки рисков в организациях связанных с ИТ [7,8,9]. Несмотря на то, что во многих отраслях используются количественные методы оценки риска, использование количественного показателя риска в ИТ-индустрии встречается редко из-за отсутствия данных и подробного объяснения рисков. Интенсивные количественные измерения в методах оценки рисков не являются общими для анализа рисков информационной безопасности, и они не являются общими для современной организации. Поэтому, выводом данной статьиявляется предложение сочетания качественных и количественных методов обеспечения информационной безопасности.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Richardson R. CSI Computer Crime and Security Survey // Computer Security Institute, New-York, 2011, 1-42.

[2] Salkind N. J. Exploring research // Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2009.

[3] Bowman W. The economic value of volunteers to nonprofit organizations // Nonprofit Management and Leadership,2009, 490-504.

[4] Bojanc R. Towards a standard approach for quantifying an ICT security investment // Computer Standards & Interfaces, 2008, 201– 222.

[5] Амирбай А., Муханова А.А. Расчет рисков на основе объективных оценок для уязвимостиинформации в компьютерной системе предприятия // «Российская наука в современном мире»:XVII Международная научно-практическая конференция. - Москва, 2018. - С. 140-142.

[6] Муханова А.А., Идрисова И.А., Тұрымтай Ж.Б. Методика оценки рисков информационной безопасности // ТрудыIV международной научно-практической конференции «Интеллектуальные информационные и коммуникационные технологии – средство осуществлениятретьейиндустриальной революции в свете стратегии «Казахстан-2050». - Астана, 2017. - С.376-379.

[7] A. Fedotov, A. Mukhanova. Vulnerability Classification of Information Security in Corporate Systems // International Journal of INFORMATION (Indexed by Scopus, JDream, Mathematical Reviews, Zentralblatt MATH, ProQuest, Swets, EBSCO). – 2014. - Vol.17, No.1.- pp.219-228.

[8] Федотов А.М, Тусупов Д.А., Муханова А.А. Применение метода аналитических сетей для оценки системы информационной безопасности //Интеллектуальные информационные и коммуникационные

технологии – средство осуществления третьей индустриальной революции в свете Стратегии «Казахстан-2050»: материалы международной конференции. - Астана, 2014.- С.544-546.

[9] Федотов. А.М., Ревнивых А.В., Муханова А.А., Классификация угроз и уязвимостей информационной безопасности в корпоративных системах. // Вестник. Серия информационных технологий.– Новосибирск: НГУ, 2013. - Т.11. В. 2. – С.55-72.

[10] Боранбаев С.Н., Нурушева А.М., Ерсаханов К.Б. «Современное состояние и дальнейшее развитие информационной безопасности в Республике Казахстан». Хабаршы-Вестник Евразийского национального университета им.Л.Н.Гумилева №4 (119), Астана, 2017. – С. 52-62.

[11] Боранбаев С.Н., Нурушева А.М. «Информационная безопасность и надежность информационных систем и информационно-коммуникационных инфраструктур». Труды V Международной научно-практической конференции «Интеллектуальные информационные и коммуникационные технологии – средство осуществления третьей индустриальной революции в свете Стратегии «Казахстан-2050» – Астана: ЕНУ, 2018, с. 308-310.

[12] А.С. Боранбаев, С.Н. Боранбаев , А.М. Нурушева , К.Б. Ерсаханов. «Подходы, методы и инструментальные средства по обеспечению надежности функционирования информационных систем». ВЕСТНИК КазНИТУ № 6 (130), Алматы, 2018. Стр 153-158.

[13] С.Н. Боранбаев , А.М. Нурушева. «Методы повышения надежности информационных систем и исследование глобального индекса кибербезопасности Казахстана» ВЕСТНИК КазНИТУ № 5 (129), Алматы, 2018. Стр 330-335.

[14] Постановление Правительства Республики Казахстан от 30 июня 2017 года №407 «Об утверждении Концепции кибербезоспасноти»

[15] Постановление Правительства Республики Казахстан от 20 декабря 2016 года № 832 «Об утверждении единых требований в области информационно-коммуникационных технологий и обеспечения информационной безопасности»

[16] Закон Республики Казахстан от 24 ноября 2015 года №418-V «Об информатизации»

Уразалинов В.О., Муханова А.А., Маханов М., Сатаев Б.О.

Ұйымның ақпараттық қауіпсіздігі үшін тәуекелдерді бағалау моделі

Түйіндеме. Мақалада ұйымның ақпараттық қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін тәуекелдерді бағалау моделі берілген. Тәуекелді сандық бағалау кезеңдері сипатталған.Ұсынылған қауіп-қатер әдісі екі тәсілдің әлсіздігін түзету үшін сапалық және сандық бағалау әдістерін біріктіреді. Бұл модель RA-дың дәстүрлі әдістерінің әлсіз жақтарын жоюға және ақпараттық қауіпсіздік практикасы тұрғысынан айтарлықтай жетілдіруге мүмкіндік береді деп күтілуде. Ұсынылған модель ұйымдарға жедел ақпараттық қауіпсіздікті басқаруға және бағалауға көмектеседі. Мақалада сонымен қатар осы саладағы бар зерттеулер туралы ақпарат бар, алайда тәуекелдерді бағалауды кеңейту үшін бірнеше кәсіпорындардан алынған мәліметтердің толық циклын қамтитын қосымша зерттеулер жүргізу қажет.Қорытындысы болып ұсыныс үйлесімділігі, сапалық және сандық әдістерін, ақпараттық қауіпсіздікті қамтамасыз ету табылады.

Кілттік сөздер: ақпараттық қауіпсіздік, ақпараттық қауіпсіздік тәуекелдерін бағалау, ақпараттық қауіпсіздік тәуекелдерін басқару, ақпараттық қауіпсіздікке қауіптер, ақпараттық тұтастық, тәуекелді бағалау моделі,ақпараттық қауіпсіздікті ұйымдастыру.

УДК 624.131.1

[1]M. Utegenova, [1]Y. Murtazin, [2]M. Ekmekci
([1]Satbayev University, Almaty, Kazakhstan
[2]Hacettepe University, Turkey.
E-mail: m.utegenova@stud.satbayev.university)

ANALYSIS OF PETROPHYSICAL PROPERTIES OF ROCKS BASED ON DATA WELL CORE MATERIAL MEASUREMENTS (Semipalatinsk Nuclear Test site, Balapan site)

Abstract. To justify the informative parameters in the study of the dynamics of post-explosion processes, first of all, it is necessary to determine the conditions of their course, formed as a result of the thermodynamic effect of underground nuclear explosions on the geological environment, the essence of such processes and the nature of their manifestation in the physical characteristics of rocks, depending on the physical and geological situation.

Key words: underground nuclear explosions, post-explosion processes, density, porosity

[1]М.А. Утегенова, [1]Е.Ж. Муртазин, [2]М. Екмекчи
([1]Satbayev University, Алматы, Казахстан.
[2]Hacettepe University, Турция
E-mail: m.utegenova@stud.satbayev.university)

АНАЛИЗ ПЕТРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГОРНЫХ ПОРОД ПО ДАННЫМ ИЗМЕРЕНИЙ КЕРНОВОГО МАТЕРИАЛА СКВАЖИН (Семипалатинский Испытательный Ядерный Полигон, участок Балапан)

Аннотация. Для обоснования информативных параметров при изучении динамики поствзрывных процессов, в первую очередь, требуется определение условий их протекания, сформировавшихся в результате термодинамического воздействия подземных ядерных взрывов на геологическую среду, сущности таких процессов и характера их проявления в физических характеристиках горных пород в зависимости от физико-геологической обстановки.

Ключевые слова: подземные ядерные взрывы (ПЯВ), поствзрывные процессы, плотность, пористость

Введение.

На участке Балапан, согласно данным [1], в период с 1965 по 1989 г.г. было выполнено 112 подземных ядерных взрывов (ПЯВ) при глубине заложения ядерных зарядов от 178 до 642 метров. Мощность зарядов [2] варьировала в пределах от 1 до 212 кТ в тротиловом эквиваленте, из них более 40 взрывов было мощностью 100 и более кТ. Общая мощность всех взорванных зарядов составила 8254 кТ.

Характер изменения геоэкологической обстановки, прежде всего, определяется предрасположенностью геологической среды к развитию поствзрывных процессов разрушения ядерных полостей, миграции радионуклидов и газовыделения. Основными признаками такой предрасположенности являются наличие блоков геологической среды, сложенных горными породами с пониженным сопротивлением к деструктивному воздействию и повышенной водопроницаемостью, а также развитие природных и техногенных ослабленных обводненных структур на участке в целом и на площадках проведения ПЯВ.

Принимая во внимание эти обстоятельства, целевым назначением анализа петрофизических характеристик (плотности, пористости и водопоглощения) ставилось оценка дифференцированности пород участка по упругим, прочностным и водно-физическим свойствам и обоснование возможности изучения их аномальных изменений вследствие деструктивного действия ПЯВ геофизическими методами.

Практически для этой цели были использованы архивные данные [3] по определению физико-механических свойств разреза по керну многочисленных (порядка 200) скважин, а также результаты изучения деструктивных эффектов от ПЯВ [4]. Для оценки эффектов изменения электропроводности в обводненных трещинных структурах использованы справочные материалы [5], с учетом данных по минерализации подземных вод.

Для всех горных пород, слагающих разрез участка Балапан, были проанализированы изменения петрофизических характеристик [6,7.8], в зависимости от вещественного состава, плотности, пористости и водопоглощения.

Плотность.

Осадочный комплекс пород скального фундамента, включающий алевролиты, песчаники, сланцы, характеризуется, как показано на рисунке 1, средними значениями плотности ρ в интервале 2.70-2.72 г/см3. При этом, характерной особенностью полученных распределений является наличие образцов с аномально пониженными значениями этого параметра. Наиболее проявлены такие понижения (до 2.2 г/см3) для песчаников. Этот эффект, наиболее вероятно, вызван тем, что образцы в интервале 150-190, характеризуют плотностные свойства песчаников, отобранных в зонах экзогенной трещиноватости.

Для гравелитов средние значения плотности составляют 2.60 г/см3 при стандартном отклонении от среднего $\sigma = \pm 0.21$ г/см3. Такая значительная величина стандартного отклонения, наиболее вероятно, связана с меньшим, посравнению с остальными породами, количеством проанализированных образцов. А пониженные до 2.1-2.2 г/см3 значения плотности, видимо, также, как и для песчаников, вызваны экзогенной измененностью образцов.

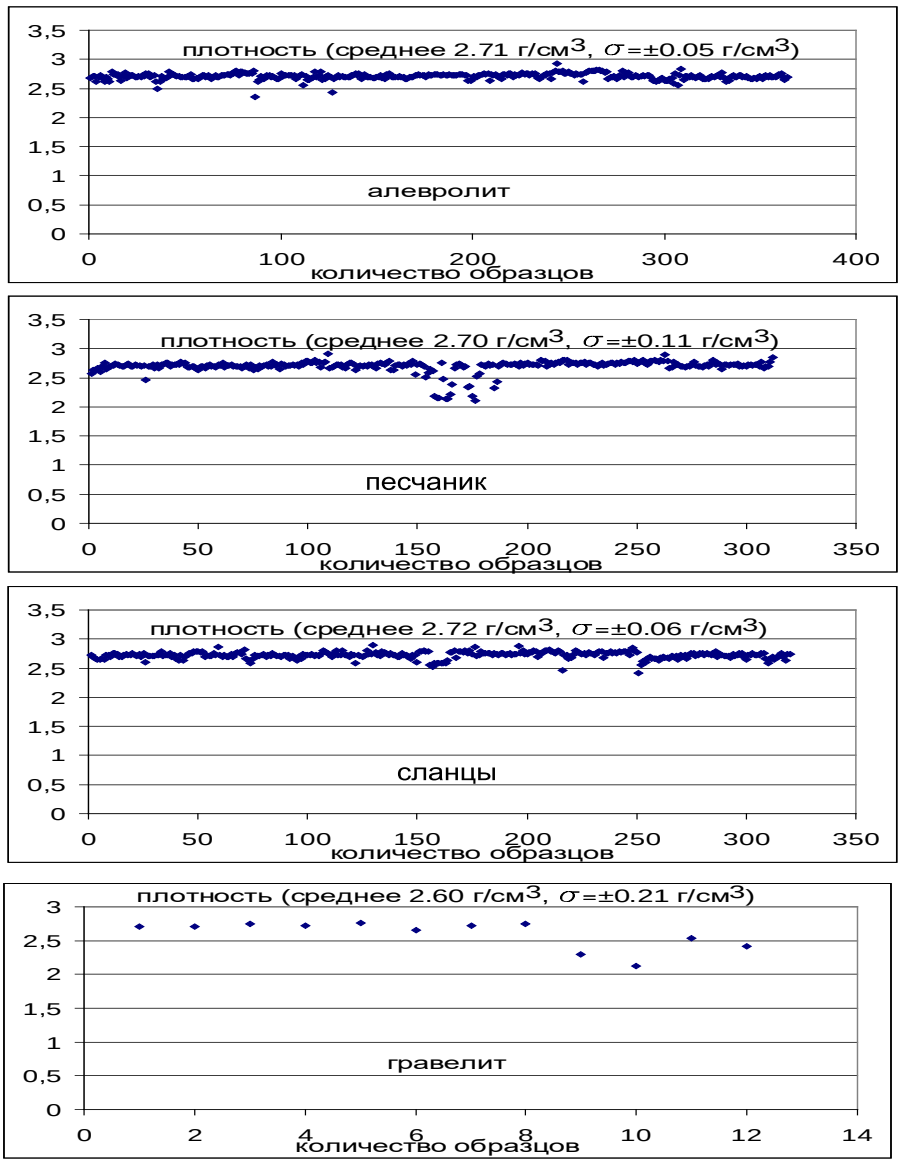


Рис.1. Участок Балапан. Плотность осадочных пород по данным опробования керна скважин

В целом для осадочного комплекса, нтоопараметарной особенностью распределения этого параметраплотности является наличие образцов с аномально пониженными значениями.

Эффузивные, эффузивно-осадочные и интрузивные породы. Для этих комплексов максимальными значениями плотности (порядка 2.73 г/см3) отличаются, как показано на рисунке 2, эффузивные и эффузивно-осадочные образования. Тогда как для интрузивов средние значения этого параметра составляют порядка 2.67 г/см3.

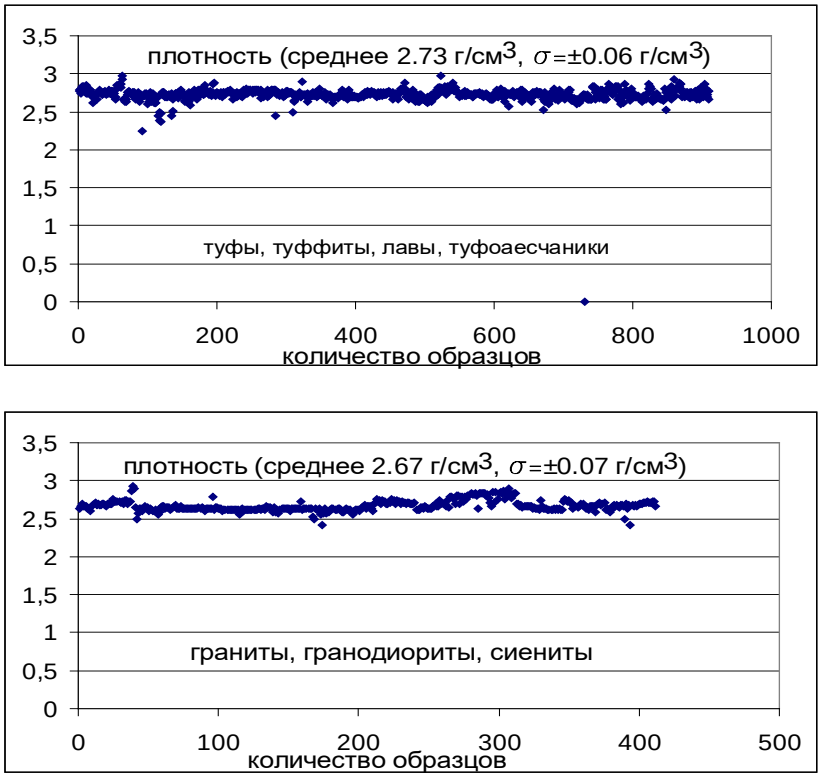


Рис.2. Участок Балапан. Плотность эффузивных, эффузивно-осадочных и интрузивных пород по данным опробования керна скважин

Для обоих этих комплексов характерны незначительные величины стандартного отклонения, не превышающие ± 0.06-0.07 г/см3. Хотя для эффузивного комплекса имеет место несколько образцов с аномально пониженными до 2.3-2.5 г/см3 значениями плотности, что, видимо, также как и в вышерассмотренных случаях с песчаниками и гравелитами, связано с влиянием экзогенных процессов.

В целом, по результатам анализа плотностных характеристик основных пород, слагающих скальный фундамент участка Балапан, сделан следующий вывод:

Из всех проанализированных горных пород максимальным разбросом значений плотности отличаются песчаники и гравелиты из осадочного комплекса. Что дает основание для предположения большей их предрасположенности к природным и техногенным деструктивным процессам, в сравнении с остальными горными породами.

Пористость.

Осадочный комплекс пород скального фундамента по этому параметру, как показано на рисунке 3, более дифференцирован, по сравнению с плотностью.

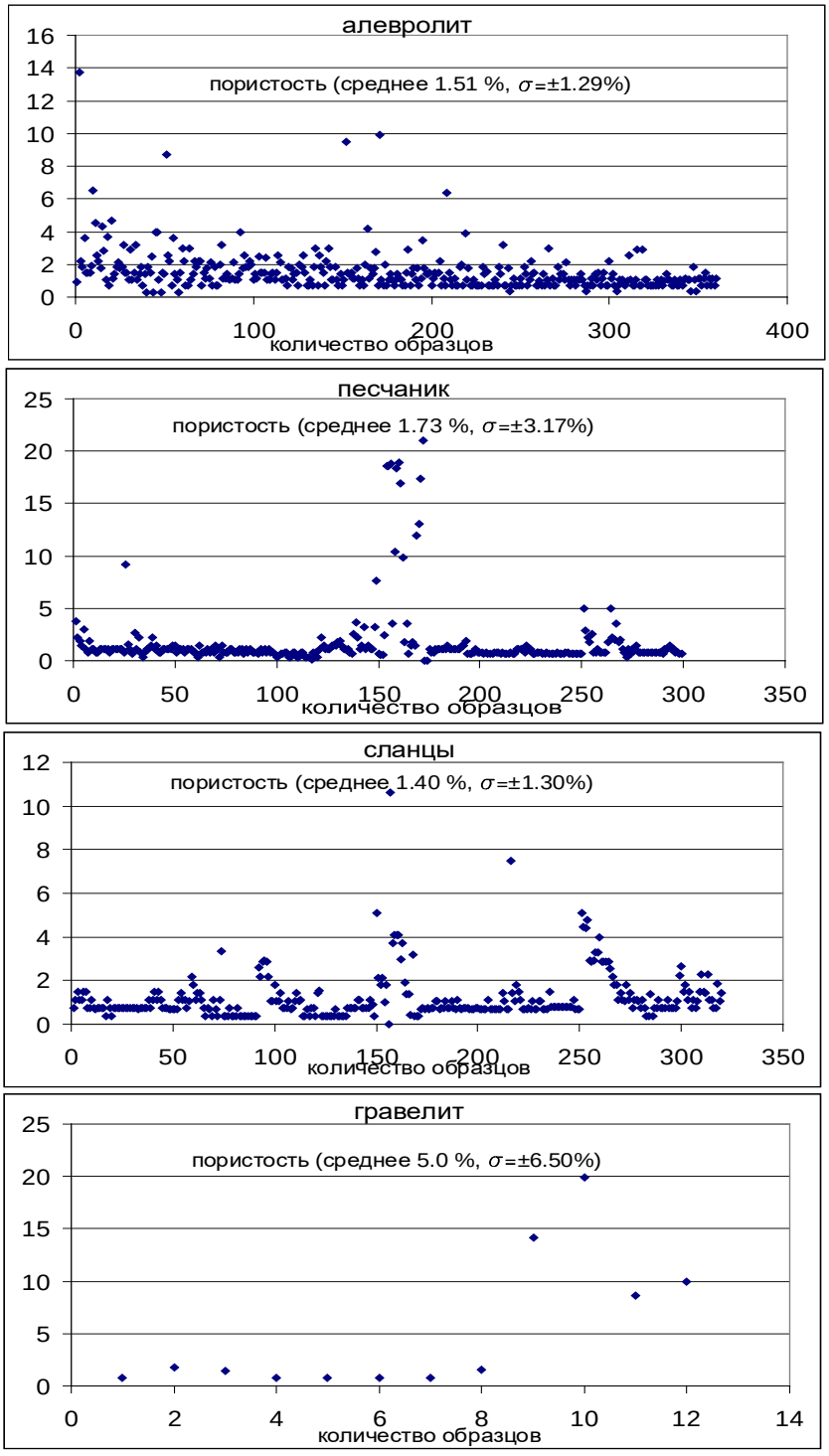


Рис.3. Участок Балапан. Пористость осадочных пород по данным опробования керна скважин

При средних значениях пористости на уровне 1.4-1.73 %, практически для всех пород имеют место образцы, для которых пористость составляет аномально повышенные значения до 22 %. Такими повышениями отличаются алевролиты, песчаники и гравелиты, в меньшей степени повышение пористости отмечено для сланцев. При этом, если для песчаников наблюдается явная связь аномальных повышений пористости с понижением плотности, то для остальных разностей этот эффект менее заметен.

Эффузивные, эффузивно-осадочные и интрузивные породы. В этом комплексе средние (1.1 %) и максимальные значения пористости (до 7.0 %) установлены для интрузивных пород (рисунок 4). При этом них, в сравнении с эффузивными и эффузивно-осадочными породами, характерно значительно меньшее количество образцов с аномально повышенной (превышающей стандартное отклонение от среднего) пористости. По этому показателю эффузивные и эффузивно-осадочные породы явно превосходят все остальные разности.

В целом по параметру пористости, как следует из приведенных средних значений этого параметра, только осадочные породы можно характеризовать как имеющие предрасположенность к повышенному водопоглощению, что видимо, связано с их большей открытой трещиноватостью.

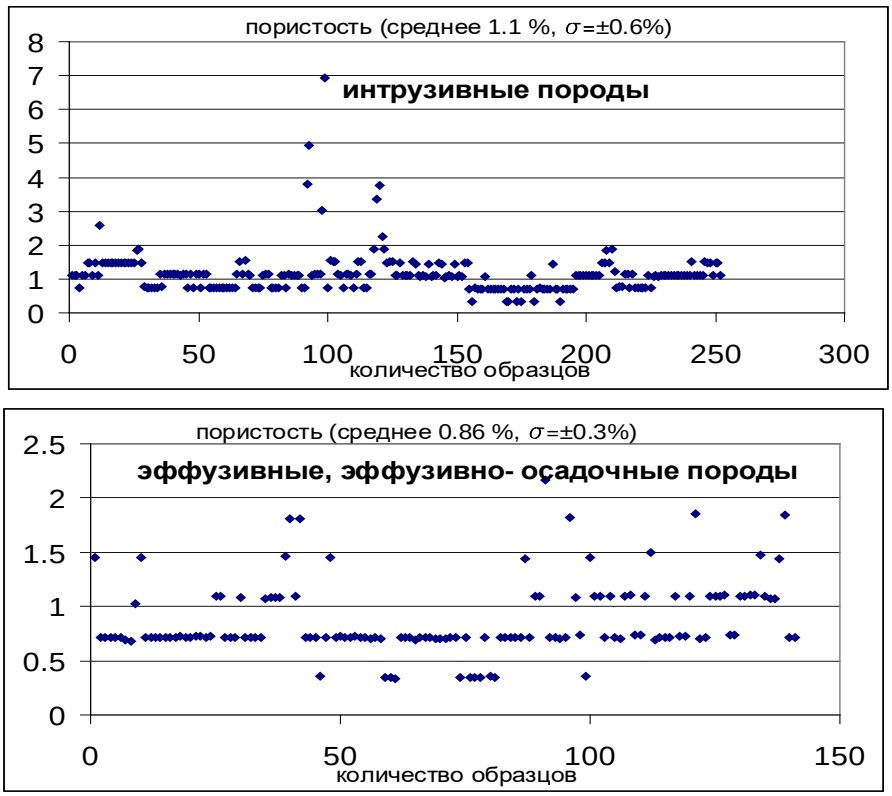


Рис.4. Участок Балапан. Пористость интрузивных, эффузивных и эффузивно-осадочных пород по данным опробования керна скважин

Водопоглощение.

Осадочный комплекс пород скального фундамента по этому параметру, как показано на рисунке 5, характеризуется следующим образом. При средних значениях водопоглощения 0.44-1.28%, максимальное количество образцов, с водопоглощением, превышающим стандартное отклонение от среднего, характерно для алевролитов и сланцев. Для остальных горных пород такое Таким образом, полученные данные указывают, что в природных условиях максимальную водонасыщенность следует ожидать в алевролитах и сланцах.

Эффузивные, эффузивно-осадочные и интрузивные породы. В этом комплексе [9] средние и максимальные значения пористости составляют величины 0.32-0.41 % (рисунок 6). При этом, в сравнении с осадочными породами,максимальные значения водопоглощения не превышают 1.45%, что свидетельствует о существенно большей их природной водоупорности.

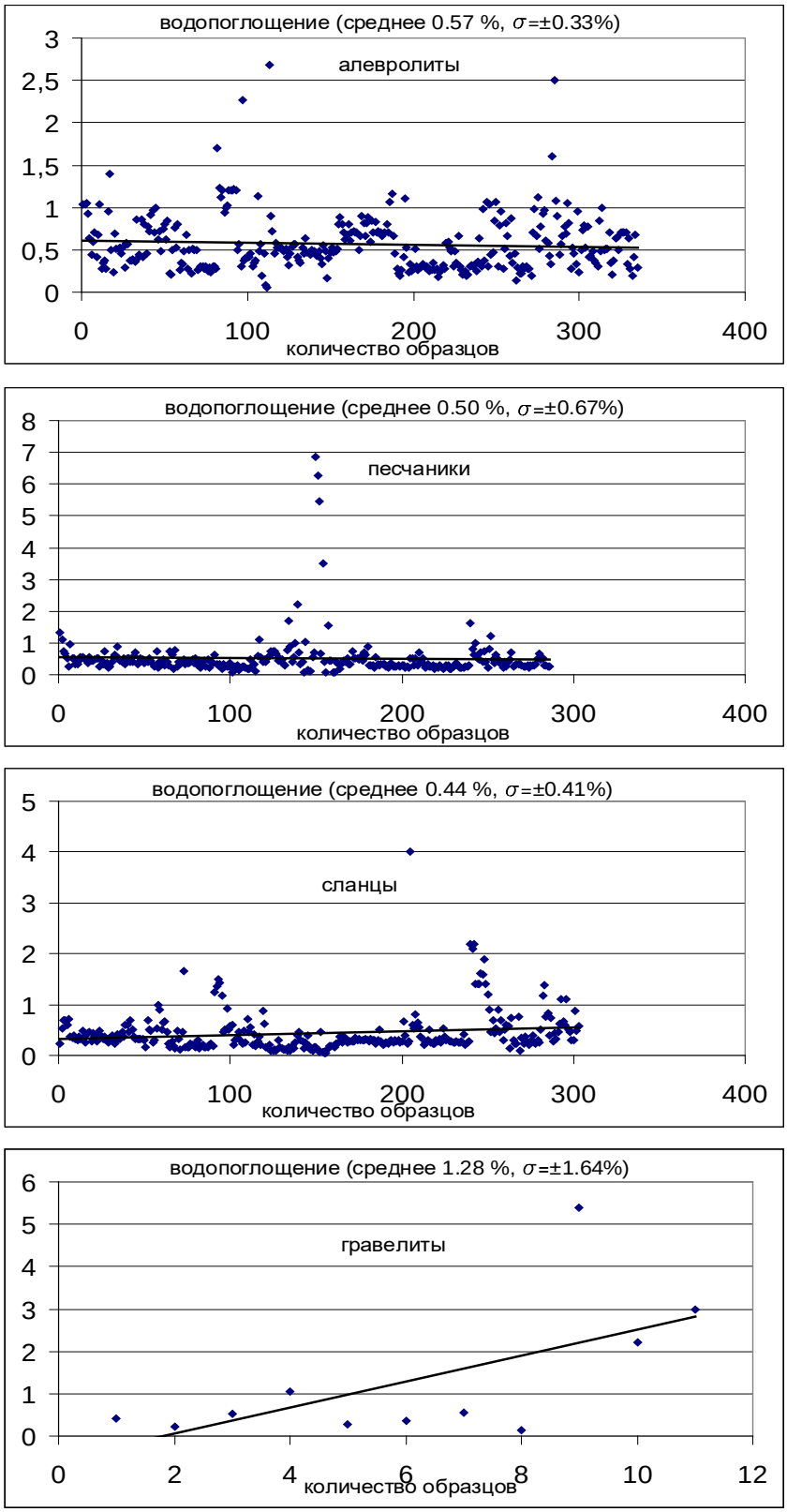


Рис.5. Участок Балапан. Водопоглощение осадочных пород по данным опробования керна скважин

превышение, несмотря на значительную величину (до 7.0%), носит, как правило, локальный характер и проявлено единичными образцами.

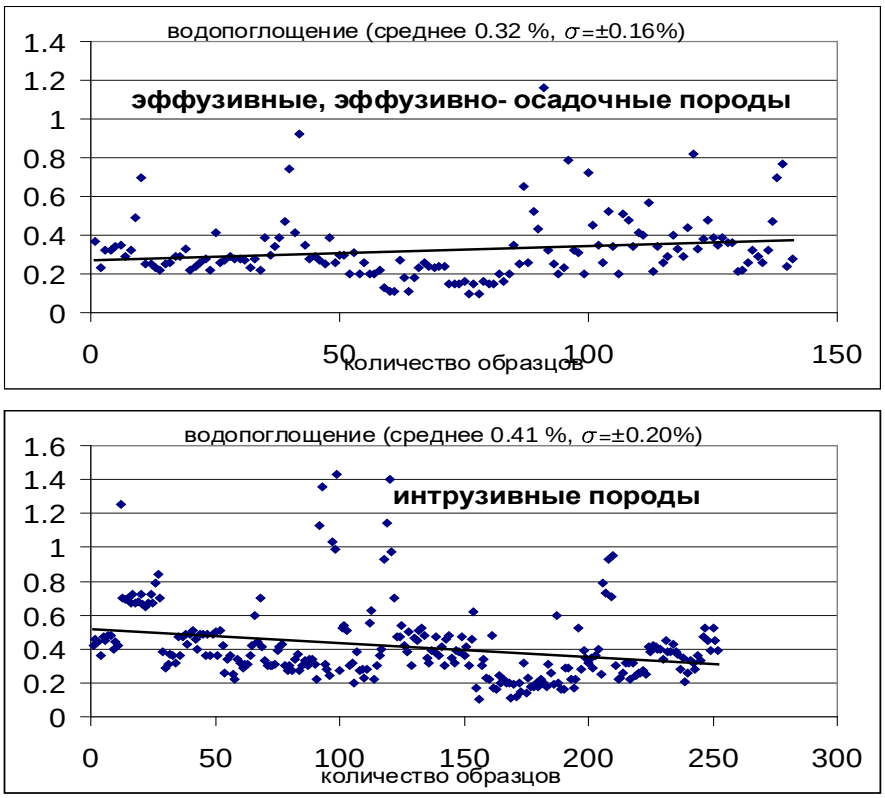


Рис.6. Участок Балапан. Водопоглощение эффузивных, эффузивно-осадочных и интрузивных пород по данным опробования керна скважин

Таким образом, по параметру водопоглощения максимально возможную [45] природную обводненность следует ожидать в разрезах, сложенных осадочными породами.

Полученные распределения плотности указывают на практическое отсутствие зависимости ее от вещественного состава осадочных пород, а установленные аномальные понижения значений этого параметра, наиболее вероятно вызваны экзогенными изменениями исследованных образцов. При этом, как следует из проведенного анализа, наиболее подверженными к внешнему природному, а возможно и техногенному воздействиям являются песчаники и гравелиты.

Выводы

В результате анализа данных по петрофизическим характеристикам горных пород в целом по участку и очаговым зонам установлено:

1) Упругие и водно-физические свойства осадочных горных пород определяются не столько вещественным составом, сколько степенью их измененности вследствие влияния различного рода экзогенных процессов.

2) В результате анализа физико-механических свойств пород участка установлено, что:

- наиболее устойчивыми к природным и техногенным механическим воздействиям являются эффузивные, эффузивно-осадочные и интрузивные породы, как характеризующиеся повышенным, в сравнении с осадочными породами, значениями сопротивления сжатию;

- обводненность геологической среды приводит к существенному снижению прочности осадочных пород, менее заметно такое снижение в магматических образованиях;

- снижение прочности при обводненности большинства горных пород сопровождается понижением в них скорости упругих волн, что может быть использовано в качестве диагностического признака при выявлении и картировании природных и техногенных обводненных трещинных структур.

ЛИТЕРАТУРА

[1]АдушкинВ.В., Влияние геологических факторов на распространениерадиоактивных продуктов при подземных ядерных взрывах. //Гидрометеоиздат. Радиоактивность при ядерных взрывах и авариях. Труды Международной конференции. М. - 24-26 апреля 2000 г.

[2] Утегенова М.А., Шайторов В.Н. Анализ геоэкологической эффективности геофизических методов исследований на участке Балапан // Труды Сатпаевских чтений.

Инновационные технологии – ключ к успешному решению фундаментальных и прикладных задач в рудном и нефтегазовом секторах экономики РК. Алматы.- 2019-Том 1- С.344-348.

[3] Приложения к паспортам скважин ПЯВ // Архивы ИГИ. 2005-2007 г.

[4] Адушкин В.В., Спивак А.А., Изменение свойств горных пород и массивов при подземных ядерных взрывах. Физика горения и взрыва, 2004. т. 40. №6. - С.15-24.

[5] Физические свойства горных пород и полезных ископаемых (петрофизика). Справочник геофизика/Под ре. Н.Б. Дортман, - 2 изд., перераб. и доп. – М. // Недра, 1984г - 455 с.

[6] Старобинец А.Е. Выделение и интерпретация дифрагированных и квазидифрагированных волн. – М.: Недра, 1988.

[7] Шапиро С. А., Файзуллин И. С. О затухании сейсмических волн в горных породах как в дискретных рассеивающих средах//Известия АН СССР/Физика Земли, 1986. - № 9. – С. 56-63.

[8] Файзуллин И. С., Чиркин И. А. Сейсмоакустические методы изучения трещиноватости горных пород//Геоинформатика, 1998 - № 3.

[9] Ерофеев Л.Я., Вахромеев Г.С., Зинченко В.С., Номоконов Г.Г. Физика горных пород. // Учебник для ВУЗов. – Томск: Изд-во ТПУ, 2006г – 520 с.

[10] Садовский М.А., Адушкин В.В., Спивак А.А. О размерах зон необратимогодеформирования при взрыве в блочной среде. // Физика Земли. 1989. № 9. С. 9-15.

Утегенова М.А., Муртазин Е.Ж., Екмекчи М.

Ұңғымалардың керн материалын өлшеу деректері бойынша тау жыныстарының петрофизикалық қасиеттерін талдау (Семей ядролық сынақ полигоны, Балапан учаскесі)

Түйіндеме. Жарылыстан кейінгі процестердің динамикасын зерттеу кезінде ақпараттық параметрлерді негіздеу үшін, ең алдымен, жер асты ядролық жарылыстарының геологиялық ортаға термодинамикалық әсері нәтижесінде пайда болған олардың өту жағдайларын, осындай процестердің мәні мен физикалық-геологиялық жағдайға байланысты тау жыныстарының физикалық сипаттамаларында олардың көріну сипатын анықтау қажет.

Түйін сөздер: жерасты ядролық жарылыстары, жарылыстан кейінгі процестер, тығыздық, кеуектілік

UDC 53.087.92

A. Khabay, A. Nurakhan, Y. Orazaly, S. Sadykov

(Satpaev University Institute of Industrial Automation and Digitalization named after A. Burkitbaeva, Almaty, Kazakhstan E-mail: anar_kh@mail.ru)

ANALYSIS OF THE OPERATION OF THE PRESSURE SENSOR BASED ON THE OPTICAL FIBER BRAGG GRATING

Abstract. This paper describes steps involved in the design and realization of a type of underground pressure sensor based on the optical fiber Bragg grating. In addition to determining the pressure through the Fiber Bragg Grating FBG, this article also considers methods that allow to analyze the ambient temperature. Generally, the main advantages of optically sensing principles consist of excellent pressure sensitivity, galvanic isolation of the whole sensor via optical fiber, very good accuracy of static and dynamic measuring, maximum immunity against electrical and magnetic interference, and the miniature size of the resulting pressure sensor.

Keywords: Pressure sensor, fiber optic, Fiber Bragg Grating.

А. Хабай, А.Н. Нұрахан, Е.Е. Оразалы, С.К. Садков

(Сатбаев университет. Алматы, Қазақстан. E-mail: anar_kh@mail.ru)

ОПТИКАЛЫҚ ТЛШЫҚТЫ БРЭГГ ТОРЛАРЫНА НЕГІЗДЕЛГЕН ҚЫСЫМ ДАТЧИКІНІҢ ЖҰМЫСЫН ТАЛДАУ

Аңдатпа. Бұл мақалада оптикалық талшықты Брэгг торына негізделген жер асты қысымын өлшейтін датчигін жобалау мен жүзеге асыруға қатысты талдау қадамдары сипатталған. Сонымен қатар бұл мақалада ТБТ арқылыс қсымды анықтаумен қатар ортаның тепературсында анықтауға мүмкіндік беретін әдістер қарастрлған. Әдетте, оптикалық сезу принциптерінің негізгі артықшылықтары қысымға керемет сезімталдылғв, бүкіл

сенсорды оптикалық талшық арқылы гальваникалық оқшауланудан, статикалық және динамикалық өлшеудің өте жақсы дәлдігінен, электрлік және магниттік кедергілерден максималды иммунитеттен және алынған қысымның миниатюралық өлшемдерінен тұрады.

Кілт сөздер: Қысым сенсоры, оптикалық талшық, талшықты Брэгг торы.

Кіріспе

Геотехникалық тұрақтылық туннельдер, теміржол станциялары, шахта бөшкелері және гидравликалық қуат камералары сияқты жер асты инфрақұрылымының ұзақ мерзімді қауіпсіздігі мен тұтастығының басты мәселесі болып табылады. Тиімді геотехникалық мониторинг жүйесі кез-келген күтпеген ірі геотехникалық ақауларға алдын ала мәлімет береді.

Бұл мақалада негізгі қарастрылатын мәселе оптикалық талшықтың мембранасының қысым мен температураға байланысты деформациялану көмегімен геотехникалық тұрақтылықты анықтау. Бұл әдіс оптикалық талшықтарды қолдана отырып лезерлі өлшеу жүйесіне негізделген. Әдетте, оптикалық зондтау принциптерінің басты артықшылығы – қысымға сезімталдылығы жоғары, оптикалық талшық арқылы бүкіл сенсорды гальваникалық оқшаулаудың ыңғайлығы, статикалық және динамикалық өлшеулердің өте жақсы дәлдігі бар, электрлік және магниттік кедергілерге максималды иммунитетке ие сияқты артықшылықтары бар. Оптикалық зондтау принципіне негізделіп геотехникалық тұрақтылықты анықтау. Оптикалық принциптер әдетте, өте сезімтал болғандықтан паразиттік әсердің орнын толтыратын сезімтал блоктың тұрақты механикалық құрылысын қажет етеді. Бұл физикалық шамаларды оптикалық принциптер бойынша өлшеу өнеркәсіптік жағдайдағы қысымды өлшеуге қарағанда оңай, өйткені олар өлшенетін шаманың жоғары ажыратымдылығына және автоматтандыруды қолдану үшін қажет құрылымдық параметрлерге қойылатын барлық талаптарды міндетті түрде қанағаттандырмайды.

Біріншісі-интерференциялық әсерді пайдаланатын фабри-Перо резонаторына негізделген зондтау принципі[1-5]. Екінші қағида жарықтың шағылысуын талшықты Брагг торымен (ТБТ) зондтауға негізделген [5-9]. Өлшеу принциптерінің екі түрі де өте сезімтал және ығысуды өлшеу дәлдігі жоғары. Бұл қасиеті жер асты қысымның өзгерісін анықтау үшін өте қолайлы. Екінші жағынан геотехникалық тұрақтылықты анықтауда қысымды және температураны өлшеу өте күрделі капсула құрылмын және электроникалық бағдарламалық жасақтаманы қажет етеді. Ал оптикалық принциптері бар сенсорлар қарапайым іске асырумен көптеген басқа қосымшалар қолданылмайды. ТБТ көмегімен оптикалық зондтау принципінің жақсы мысалы [10.11] көрсетілген. Қысым датчиктерінің оптикалық-акустикалық сенсорлар [12,13] кернеу [14,15] ,сондай ақ, деформаця датчиктері [16,17] баслымдарда көрсетілген.

2. Оптикалық талшықтың температураға байланысты деформация

Брэгг толқынының ұзындығы (λВ) деп аталады, бұл Брэгг шартын қанағаттандыратын толқын ұзындығының ортасында орналасқан тар жарық спектрін орындайтын саңылау сүзгісі ретінде алынған[1].

$\lambda_{\text{В}}$ шамасы осы тор аралықтарынан кері шағылатын температураға сезімтал жолақтар, ол келесідей болуы мүмкін Λ

$$\lambda_{\text{в}} = 2.\Lambda.\eta_{\text{eff}} \qquad (1)$$

Мұнда Λ – тордың периодтық кезеңі, ηeff - талшықты оптикалық сыну индексі. Датчиктердедің сезімталдығы ТБТ шағылысқан жарық толқындарының спектрлік анализіне сүйенеді. Брэгттің резонанстық толқын ұзындығы ТБТ негізінде әртүрлі факторлармен анықталады, олар лазердің сыну көрсеткішмен немесе тордың мерзімді өзгеруімен; сылайша, бұл ТБТ-ның физикалық немесе геометриялық қасиеттерінің өзгеруі нәтижесінде пайда болатын жанама өлшеу. Әсер етуші факторлардың ішінде бізде Брагг талшықты торына температура, механикалық деформация (мысалы, созылу, қысылу, иілу және ығысу кернеуін қолдану) бар. Нақты өмірде бірдей параметрге әсер ететін өлшенетін және паразиттік айнымалылардың әсерін бөлу қиын (мысалы, талшықты Брагг торының деформациясы өлшенген кезде температура шағылысқан жарықтың толқын ұзындығына да әсер етеді). Қысымды өлшеу әрқашан кейбір сезімтал бөліктің (әдетте мембрананың) деформациясына негізделген.

3. Талшықты Брэгг торлаы негізінде қысымды анықтау әдісі

Талшықты Брагг торына талшық осі бағытында қолданылатын кернеу оның физикалық өлшемдерінің кеңеюіне және мерзімді вариацияның өзгеруіне әкеледі; алайда температураның әсері жылу кеңеюіне байланысты физикалық өлшемдерге де әсер етеді. Математикалық ығысу брэгг толқын

ұзындығы $\lambda_{\text{ТБТ}}$ үшін қоса берілген деформация және температураның өзгеруіне байланысты анықталуы.

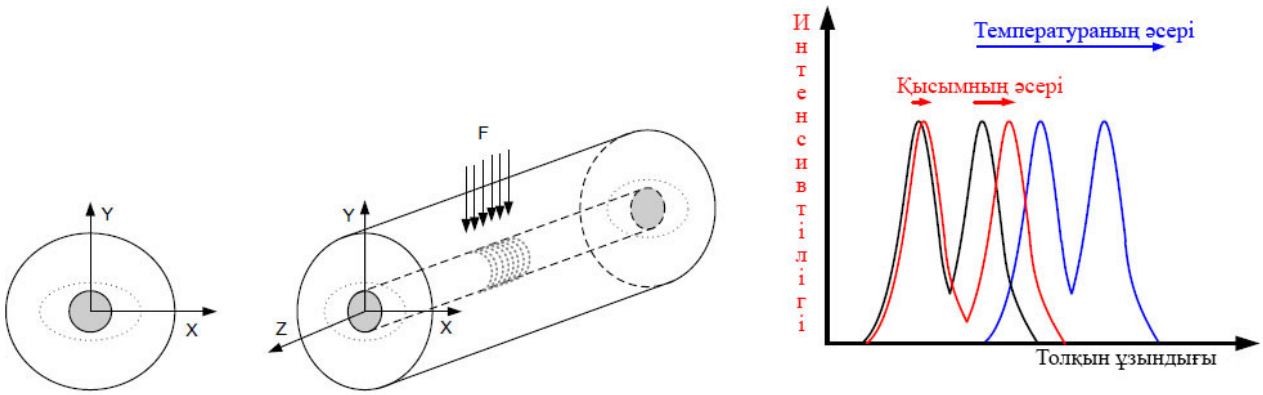
$$\Delta\lambda_{\text{B}} = 2\left(\Lambda\frac{\partial n_{eff}}{\partial l} + n_{eff}\frac{\partial\Lambda}{\partial l}\right)\Delta l + 2\left(\Lambda\frac{\partial n_{eff}}{\partial l} + n_{eff}\frac{\partial\Lambda}{\partial l}\right)\Delta T \qquad (2)$$

Мұндағы l ТВТ ұзындығы, ал t температура. ВБР - мен ұқсас деформациялық сынақтар жұмыста жарияланды [28]. ТБТ деформациянының спектрін ұзындық бойынша деформацмен, сонымен қатар талшықты қысу арқылы көлденең қиманың эллипсоидты пішінін алу арқылыда пайдалануға болады. Бұл деформация пайда болған спектрге басқаша әсер етеді, ол екі шыңға бөлінеді [1-сурет(с)], мұнда орталық жиіліктік арақашықтық талшықтың көлденең қимасының деформациясына тең. Бастапқы ТБТ тегіс деформация күйінде болады және осы жазықтықтағы қалыпты деформация компоненттері нөлге тең ($0\varepsilon_z = 0$) [29.30], кез-келген нүктеде жоғары екі жақты сынуы бар ТБТ толқындық шығылсуын келесідей сипаттауға болады [18]:

$$\Delta\lambda_x = \lambda_X\left\{-\frac{n_0^2(1+\upsilon)}{2E}[(1-\upsilon)(p_{11}\sigma_X + p_{12}\sigma_Y) - \upsilon(\sigma_X + \sigma_Y)\right. \qquad (3)$$

$$\Delta\lambda_y = \lambda_y\left\{-\frac{n_0^2(1+\upsilon)}{2E}[(1-\upsilon)(p_{11}\sigma_Y + p_{12}\sigma_X) - \upsilon(\sigma_X + \sigma_Y)\right. \qquad (4)$$

Мұнда ығыстру қысымы ескерілмейді және E және υ - бұл Янгның модулі және Пуассонның коэффициенті, p_{11} және p_{12} - оптикалық талшықты деформациялық-оптикалық коэффициенттер, n0 - осьтің сыну көрсеткіштері, σ_Xжәне σ_Y-негізгі бағыттардағы кернеулердің компоненттері, ал λ_X және λ_y-екі поляризация режиміне сәйкес келетін шыңдардың бастапқы толқын ұзындығы, Δλx және ΔλY - осьтердегі толқын ұзындығының ығысуы.



1-сурет. а) ТБТ қысым түскен пішінінің көлденең қимасы. ә) ТБТ түсірлген қысым бағытын көрсетілген схемалық сызбасы. б) қолданылатын деформация мен температураға байланысты ТБТ спектрлік сипаттамасы

Әдетте ТБТ негізінде сенсорлардың әртүрлі түрлері жасалды, мысалы [17-18] көрсетілген, алайда, осы сынақтардың немесе сипатталған қысым датчиктерінің көпшілігі ТБТ бойлық деформация принципін қолданады, бұл оптикалық сигналдың толқын ұзындығының көбірек ығысуына әкеледі (ТБТ орталық жиілігі 10-нан 30 нанометр-ге дейін жылжиды), эллипсоидты талшықты көлденең қимасынан алынған спектрлік шыңын ТБТ бүйірлік басу әдісімізге салстрғандағы өзгерсі 300 пикометр көлемінде болады. Екінші жағынан, шыңдардың өлшенген қашықтығы температура әсеріне байланысты емес. Температуралық кеңею компенсациясы бар материалдан жасалған қысымға сезімтал ТБТ-ның бойлық деформациасы негізіндегі өлшеудегі температураның тигізетін кері әсері автоматты бақылау үшін қиын міндет болып табылады. Осы себепті, ТБТ-ның бүйірлік деформациясна негізделге сенсорлық капсуласы яғыни біздің сенсор капсуласының дизайны кейінгі өндіріс және құрастыру процесі үшін қолайлы әдіс болады. ТБТ қолданылатын қысыммен бүйірлік деформациясы мына жұмыста сипатталған [18], бірақ іс жүзінде ТБТ айналасындағы жабын материалының бүйірлік деформациясы оның осі бойымен ТБТ бойлық механикалық созылуына айналады. ТБТ-ын қысымын

қолданудың шешуші факторы бүкіл ұзындығы бойынша біркелкі кернеу берілуінде. Бұл біздің қысымды өлшейтін капсуланы жобалау процесінде маңызды параметрлердің бірі болды.

Бұл сенсорымызда температураның жалған әсері ұсынылған өлшеу принципімен және екінші ТБТ-ына сілтеме ретінде қосымша қолданумен жойылады. Бұл сілтеме ТБТ деформация мембранасынан температураны ғана сезеді. Өлшенген капсула температурасы сезгіш капсуладағы механикалық компоненттердің жылулық кеңеюі кезінде жұмыс температурасы рұқсат етілген шектен асқанда пайдаланушыларға дабыл қағады. Алайда, бұл әдіс ТБТ негізіндегі сенсорлық капсуланың механикалық шешіміне байланысты қосымша қаржылық шығындар талап етеді. Әдетте ТБТ сенсорының температуралық компенсациясын арнайы термоқаптаманың дизайны арқылы шешуге болады, ол [7] сипатталған. Бұл жұмыста сезімталдық принципінде қысымның капсулалық температурасын өлшеуде, осы температураның паразиттік әсері қолданылады. Осы мәннен біз қысым сезгіш капсуланың жылудан кеңеюін есептей аламыз және осылайша бұл паразиттік әсерді барынша азайта аламыз. Сондықтан ТБТ негізіндегі сенсорының температуралық компенсациясын шешудің қажеті жоқ. Теориялық талдауға сәйкес қолданылатын қысым мен температура байланысты шығыс сигналының сипаттамасы әр түрлі әсер етеді

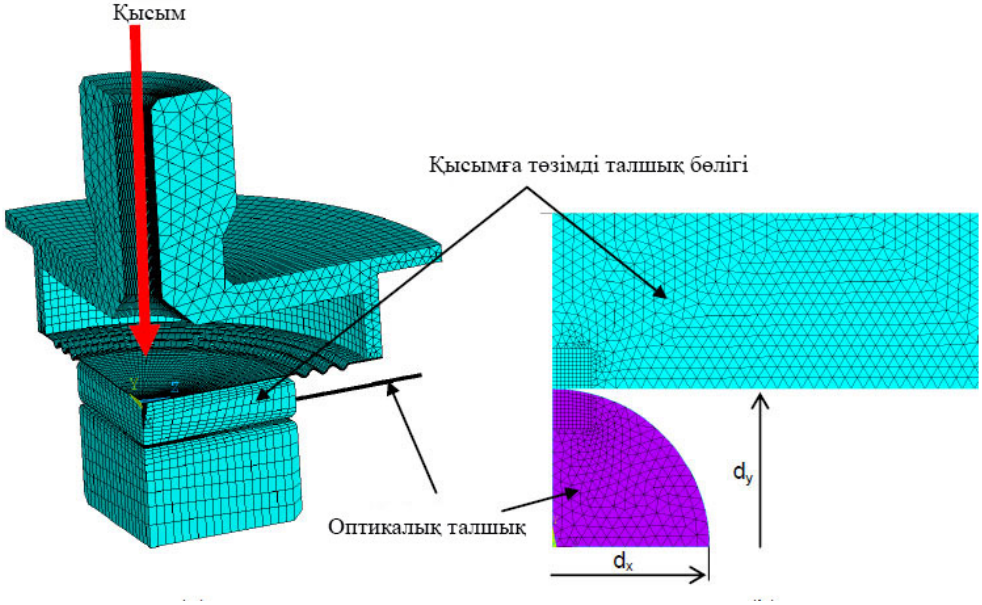
Жер асты қысымын талдаудың мақсатында оптикалық талшықтың қысымға байланысты құрылымын тексеру. Оптикалық талшықтың кернеулік шегі шешуші фактор болып табылады, талшықты Брэгг торының деформациясына негізделген қысымды сезіну барысын талдау, ал қысым датчигінің дәл жұмыс істеуі үшін оптикалық талшықтардың бүйірлік деформациясы қажет. Қысым датчигінің механикалық дизайнын (3-сурет) есептеу моделі.

Соңғы элементтер әдісі негізінде ANSYS software жасақтамасы негіздемесін оптикалық талшықтың төзімдңлңгңн есептеу және модельдеу үшін қолданылады. Кернеуді талдау екі есептеу бөлігіне бөлінді. Бірінші бөлім қысымның жалпы таралуын талдауға арналған. Бірінші талдаудың нәтижесі оптикалық талшықтың деформациясын егжей-тегжейлі талдауға бағытталған екінші әдіс модельдеу үшін қолданылды. Пайдаланылған материалдың қасиеттері:

Болат — серпімділік модулі 210 000 МПа, Пуассон коэффициенті 0,3,

Оптикалық талшық — серпімділік модулі 73 000 МПа. Пуассон коэффициенті 0,17, Беріктігі 1100 МПа

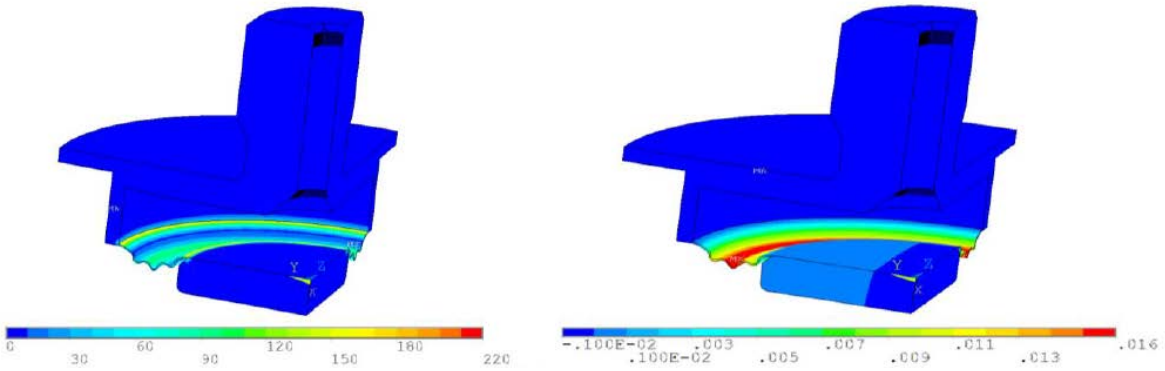
Қысымның таралуын талдау 3-суретте көрсетілгендей мембрананың кернеулері мен деформацияларын анықтауға бағытталған. Оптикалық талшыққа жүктелетін сызықтық жүктемеге сәйкес күшті есептеу. Мембрана сенсорлардың ішкі кеңістігінде қысыммның әсері сипатталады.



2-сурет. Талшықты Брэгг торының деформациясына негізделген қысым датчигтің элементік моделі

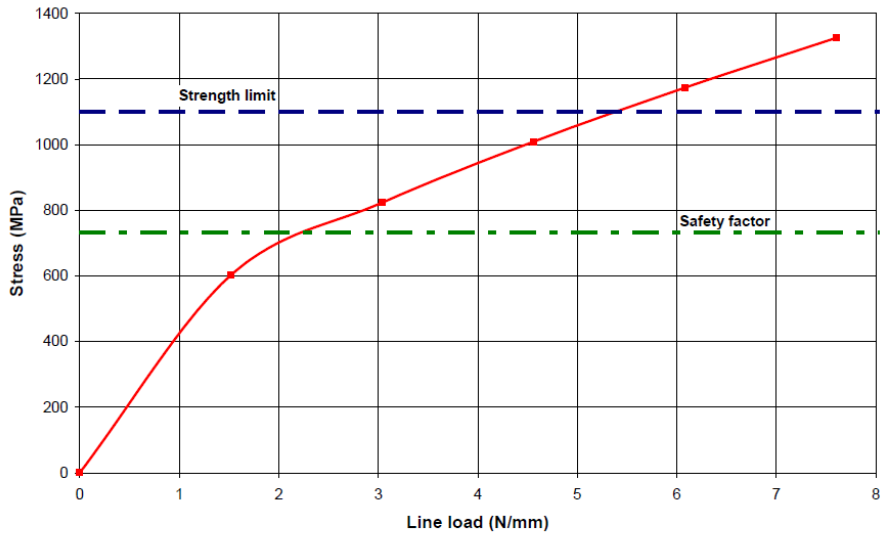
Оптикалық талшықтың кернеулерге деформациясын егжей-тегжейлі талдау талшықты Брагг торының деформациясына негізделген зондтау әдісін қолдана отырып қысымды бағалауда көлденең деформацияны есептеу үшін қажет. Геометриялық симметриясы болжалды, сондықтан оптикалық талшықтың төрттен бір бөлігі ғана модельденді [2ә-сурет]. Талшықтың ұшына жүктеменің әсері

ескерілмеді, сондықтан 2D талдауы қолданылды. Жүктеме жоғары талшықты тарату желісі қолданылды, онда оптикалық талшықтың жүктеме мөлшері қысымның таралуын көрсетеді. Модельдеу нәтижесі-кернеудің таралуы және деформация деңгейін көрсетеді. d_X және d_y осьтерінің көлденең ығысуының арақатынасы, талшықты Брэгг торының деформациясына негізделген зондтау әдісін қолданып қысымды бағалау үшін бұл талдаулар маңызды.



3-сурет. 1-фон кернеулерінің таралуы, 2) Қысым кезінде мембранадағы X бағыттағы деформация.

Оптикалық талшықтың қауіпсіздік коэффициенті 1,5 кернеудің максималды деңгейі үшін 733 МПа дейін рұқсат етіледі (4-сурет). Бұл 2,25 Н/ММ сызыққа жүктемеге сәйкес келеді. Сығылған талшықтардың ұзындығы шамамен 19 мм болған кезде сенсорға 2бар максималды қысымда қолдануға болады. Қысымның максималды рұқсат етілген мәні қысымның таралуын талдаудың көмегімен анықталды. 2,25 Н/ММ оптикалық талшықтың сызықтық жүктемесіне сәйкес келетін қысымды анықтау үшін жобалық модельдеу жүгеге асырылды.



4-сурет. Оптикалық талшықтың 1.5 қауіпсіздік коэффициенті, максималды кернеу1100 МПа болған желілік жүктемесінің графигі.

dx және dy өсьтерінің көлденең ығысу коэффициентінің сызықтық жүктемеге тәуелділігі сызықтық болып табылады, сондықтан материялдың шыдамдылық шегін модельдеу нәтижелерінен келесі теңдеуді алуға болады:

$$R_d = 10.88 \cdot q_1 \qquad (5)$$

Мұндағы R_d - өсьтердің көлденең орын ауыстыру коэффициенті, q_1 - оптикалық талшыққа сызықтық жүктеме. 5-теңдеу қысымды егжей-тегжейлі таңдау негізінде анықталды, мұнда бірнеше

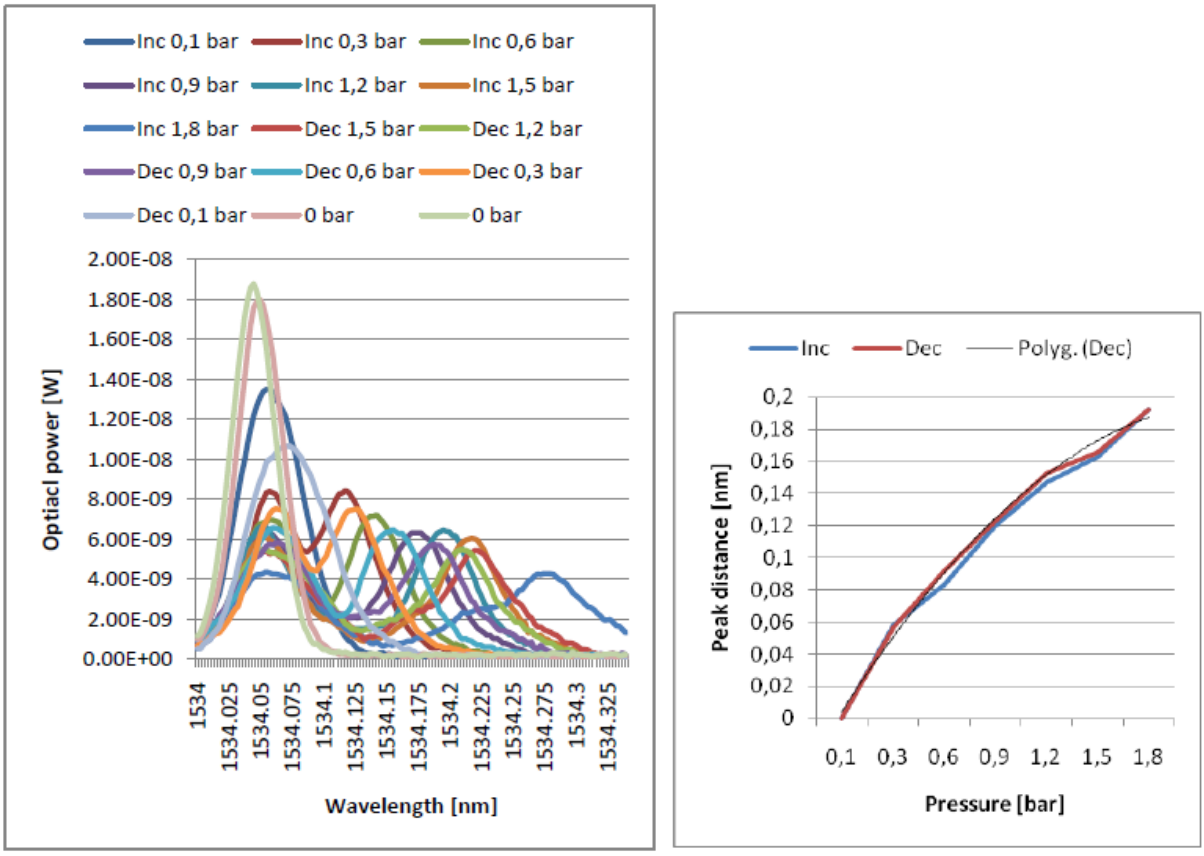
сызықтық жүктемелермен модельдеу есептеліп, осьтердің көлденең деформациясы бағаланды. Талшықтың максималды жүктемесі жоғарыда айтылғандай 2,25 Н/мм болды. Материалдық төзімділік негіздегі модельдеу нәтижелері қысым датчигін жобалауда Брэгг торының деформациясы негіздег сезігіштігін алгоритмі ретінде қолдануға болады.

4. Нәтижелерді талдау

Бұл жұмыс оптикалық талшықтың механикалық деформациясының өзгерісі арқылы ТБТ шағылысқан спектрлік сипаттамалардың пішінінің өзгеруіне негізделіп сезгіштік анықталады. Шағылысқан спектр екі шыңға бөлінеді, олардың өзара орналасуы ТБТ деформация деңгейін анықтайды. ТБТ деформациясымен шағылысқан жарықтың екі спектрлік шыңдары арасындағы қашықтық сызықты емес, бірақ оны екінші ретті полиномиялық функциямен сипаттауға болады:

$$f(x) = a \cdot x^2 + b \cdot x + \lambda_{\text{ТБТ}} - \frac{\sigma}{2} \qquad (6)$$

Мұндағы a және b тұрақты, $\lambda_{\text{ТБТ}}$ талшықты Брагг торының орталық толқын ұзындығы және талшықты Брагг торының спектрлік ені. Сонымен қатар, бұл шыңдар арасындағы қашықтық температураға тәуелді емес және тек ТБТ қысмға байланысты деформация дәрежесі туралы ақпарат береді. Өлшенген сипаттама теориялық күтулерге дәл сәйкес келеді (1с-суретті қараңыз). Әр түрлі қысымдардағы спектрлік сипаттамалар 5-суретте көрсетілген. Шыңдар арасындағы ең үлкен қашықтықтағы ең төменгі қысымға сәйкес келеді, ал ең үлкен шыңы бар курс нөлдік қысымға сәйкес келеді.



А Ә

5-сурет. А) оптикалық талшықтың әртүрлі қысмға байланысты спектрлік сипаттамалары (Inc—инкременттік қысым, Dec—декременттік қысым). (Ә) қолданылатын қысымның шыңдары негізінде келтірлген толқын ұзындығының сипатамалары.

Максималды шыңның орнын анықтаудың нақты нәтижелерін алу үшін өлшенген сипаттамаларды регрессиялық талдау арқылы бағалау керек. Қашықтықтың ең жоғары мәнінде қолданылатын қысым туралы ақпарат береді. Сондықтан шыңның орнын дәлірек бағалау бүкіл қысымды өлшеу процесінің дәлдігін едәуір жақсарта алады. Пайдаланылған спектрлік анализатордың физикалық спектрін нақты өлшеу принципінен біз Гаусс қисығының шығуын талдаудың бағыты ретінде анықтадық, оны келесідей сипаттауға болады:

$$f(x) = a \cdot e^{\frac{(x-b)^2}{2c^2}} \quad (7)$$

Мұндағы a, b, c > 0 регрессиялық талдаудан алынған тұрақтылар, ал x өлшенген сипаттамалардан бір спектрдің толқын ұзындығы. Спектр қисықтарын алуды Левенберг–Марквардттың математикалық алгоритмі арқылы жүзеге асырдық [42].

Бұл өлшеудің кемшілігі-дәл өлшеу үшін жоғары ажыратымдылық (~10 пикометр) спектрлік анализатордың талабы және регрессиялық талдау әдісімен өлшенген спектрлік сипаттамаларды өңдеу көп уақытты қажет ететін процесс. 7-теңдеуді қолдана отырып регрессиялық талдау әдісімен өлшенген екі шыңның интерполяциясы негізінде қысымды анықтау жалпы дәлдігті едәуір арттырады, сонымен бірге бұл жасалған қысымды өлшеу жүйесінің түпкілікті орындалуы мен күрделілігін арттырады.

Қортынды

Оптикалық талшықты Брэгг торына негізделген жер қабатының геотехникалық қысымын өлшейтін датчиг жұмысына талдау жасалынды. ANSYS software програмасы ортасында оптикалық талшыққа X,Y өстері бойымен түсетін қысым моделденді. Алынған нәтижелерге өңдеулер жасалынды. Осы талдау нәтижесіне сүйене отырып оптикалық талшықты датчик негізінде геотехникалық тұрақтылықтылық ияғни жер асты қысымын анықтауға болатынына көз жеткіздік.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Хабай Анар, М.К Бактыбаев, Zhi Wang, Кембаева А.А. Оптикалық талшық негізінде температура мен ылғалдықты бірлікте өлшейтін датчикті анықтау. Весник КазНИТУ 2018. №5. 122-129 ст.

[2] Wang, Y.C.; Shyu, L.H.; Chang, C.P. The Comparison of Environmental Effects on Michelson and Fabry-Perot Interferometers Utilized for the Displacement Measurement. Sensors 2010, 10, 2577-2586.

[3] Aref, S.H.; Latifi, H.; Zibaii, M.I.; Afshari, M. Fiber Optic Fabry-Perot Pressure Sensor with Low Sensitivity to Temperature Changes for Downhole Application. Opt. Commun. 2007, 269, 322-330.

[4] Bremer, K.; Lewis, E.; Leen, G.; Lochmann, S.; Mueller, I. Conception and Preliminary Evaluation of an Optical Fibre Sensor for Simultaneous Measurement of Pressure and Temperature. J. Phys. Conf. Ser. 2009, doi: 10.1088/1742-6596/178/1/012016.

[5] Wlodarczyk, M.T. Fiber-Optic Combustion Pressure Sensor for Automotive Engine Controls. Laser diode LED Appl. 1997, 3000, 51-59.

[6] Ahmad, H.; Wu, Y.C.; Thambiratnam, K.; Zulklifi, M.Z.; Prabakaran, M.P.; Thant, M.M.; Harun, S.W. High Sensitivity Fiber Bragg Grating Pressure Sensor Using Thin Metal Diaphragm. IEEE Sens. J. 2009, 9, 1654-1659.

[7] Zhang, W.; Fang, L.; Yuliang, L. Fiber Bragg Grating Pressure Sensor with Ultrahigh Sensitivity and Reduced Temperature Sensitivity. Opt. Eng. 2009, 2, 024402-024406.

[8] Wei, Z.; Song, D.; Zhao, Q.; Cui, H.L. High Pressure Sensor Based on Fiber Bragg Grating and Carbon Fiber Laminated Composite. IEEE Sens. J. 2008, 9, 1615-1619.

[9] Huang, H.S.; Liang, T.C. The Fabrication and Analysis of Lateral Pressure Fiber Sensor Based on Fiber Bragg Grating. Microwave Opt. Technol. Lett. 2008, 50, 2535-2537.

[10] Park, H.J.; Song, M. Linear FBG Temperature Sensor Interrogation with Fabry-Perot ITU Multi-wavelength Reference. Sensors 2008, 8, 6776-6769.

[11] Viegas, D.; Abad, S.; Santos, J.L.; Ferreira, L.A.; Araujo, F.M. Miniature High-Temperature Fiber Bragg Grating Sensor Design Based on U-Shaped Lossless Taper for Thermal Mapping Applications. IEEE Photonic. Technol. Lett. 2010, 11, 811-813.

[12] Campopiano, S.; Cutolo, A.; Cusano, A.; Giordano, M.; Giuseppe, P.; Giuseppe, L.; Laudati, M. Underwater Acoustic Sensors Based on Fiber Bragg Gratings. Sensors 2009, 9, 4446-4454.

[13] Takahashi, N.; Hirose, A.; Takahashi, S. Underwater Acoustic Sensor with Fiber Bragg Grating. Opt. Rev. 1997, 6, 691-694.

[14] Lourenço, I.J.; Possetti, G.R.C.; Muller, M.; Fabris, J.L. Fiber Bragg Grating Sensor to Monitor Stress Kinetics in Drying Process of Commercial Latex Paints. Sensors 2010, 10, 4761-4776.

[15] Malla, R.B.; Sen, A.; Garrick, N.W. A Special Fiber Optic Sensor for Measuring Wheel Loads of Vehicles on Highways. Sensors 2008, 8, 2551-2568.

[16] Wang, Y.; Wang, M.; Huang, X. High-Sensitivity Fiber Bragg Grating Transverse Force Sensor Based on Centroid Measurement of Polarization-Dependent Loss. Meas. Sci. Technol. 2010, 21, 210046-210052.

[17] Zhang, X.; Max, J.J.; Jiang, X.; Yu, L.; Kassi, H. Experimental Investigation on Optical Spectral Deformation of Embedded FBG Sensors. Proc. SPIE 2007, doi:10.1117/12.700807.

[18] Gafsi, R.; El-Sherif, M.A. Analysis of Induced-Birefringence Effects on Fiber Bragg Gratings. Opt. Fiber Technol. 2000, doi:10.1006/ofte.2000.0333.

Хабай А., Нұрахан А.Н1, Оразалы Е.Е1, Садков С.К1

Анализ работы датчика давления на основе оптоволоконной брэгговской решетки

Резюме: Проанализирована работа датчика, которая определяет геотехническую устойчивость земной коры на основе волоконно-оптической сетки Брэгга. В среде программы ANSYS software моделировано давление, поступающее в оптическое волокно вдоль осей X,Y. Полученные результаты обработаны. Основываясь на результатах этого анализа, обнаружена, что геотехническую стабильность, то есть подземное давление, можно определить с помощью оптоволоконного датчика

Ключевые слова: датчик давления, оптоволокно, волоконная брэгговская решетка.

УДК 62

A.K. Khaniyeva, S.N. Akhtanov
(al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
E-mail: mukhanova.kaznu@gmail.com)

CHANNEL ESTIMATION ON THE BASIS OF KALMAN FILTERATION IN MIMO-OFDM SYSTEMS

Abstract. MIMO-OFDM is one of the communication schemes that allows you to communicate effectively with modulation on multiple carriers. MIMO technology uses the method of splitting the space using several antennas on the transmitter and receiver side. In MIMO systems, data streams from different paths at different times are combined on the receiver side. OFDM is a modulation scheme that allows efficient and reliable transmission of digital data over a radio channel in multi-beam transmission. Channel evaluation plays an important role in MIMO-OFDM systems. In recent years, many methods have been proposed to reduce bit errors in MIMO-OFDM systems. In this article, we present a new way to reduce the frequency of bit errors in MIMO-OFDM technology. The proposed method is the filtering method, in which we use the Kalman filter to reduce bit errors. Using the Kalman filter, we made sure that the channel evaluation was performed correctly compared to the actual value.

Key words: OFDM, MIMO, KALMAN, FILTERING

А.Қ. Ханиева, С.Н. Ахтанов
(Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Республика Казахстан
E-mail: mukhanova.kaznu@gmail.com)

ОЦЕНКА КАНАЛА НА ОСНОВЕ ФИЛЬТРАЦИИ КАЛМАНА В СИСТЕМАХ MIMO-OFDM

Аннотация. MIMO-OFDM является одной из появляющихся схем связи, которые обеспечивают эффективную связь с модуляцией на нескольких несущих. В технологии MIMO используется метод пространственного разнесения с использованием нескольких антенн на стороне передатчика и приемника. В системах MIMO потоки данных, поступающие с разных путей с разным временем, объединяются на стороне приемника. OFDM - это схема модуляции, которая позволяет эффективно и надежно передавать цифровые данные по радиоканалу даже в условиях многолучевого распространения. Основная идея системы OFDM состоит в том, чтобы модулировать символ входных данных на группу поднесущих с предварительно определенными коэффициентами так, чтобы сгенерированный ICI в группе взаимно отменял. Основным недостатком этого подхода является более высокая частота ошибок по битам. Оценка канала также играет важную роль в системах MIMO-OFDM. Существует ряд методов оценки канала, которые уже были предложены для систем MIMO-OFDM. В последние годы было предложено много методов для уменьшения частоты ошибок по битам в системах MIMO-OFDM. В этой статье мы предлагаем новую методику уменьшения частоты ошибок по битам в технологии MIMO-OFDM. Предложенный метод - это метод фильтрации, при котором мы используем фильтр Калмана для уменьшения частоты ошибок по битам. Используя фильтр Калмана, оценка канала также выполняется правильно по сравнению с истинным значением.

Ключевые слова: OFDM, MIMO, фильтр Калмана

MIMO (Multiple Input Multiple Output)- Множественный вход множественный выход

OFDM (Orthogonal frequency-division multiplexing)- Мультиплексирование с ортогональным частотным разделением каналов

Введение

MIMO (Multiple Input Multiple Output) представляет собой беспроводную технологию, которая использует несколько передатчиков и приемников для передачи нескольких данных одновременно в одной полосе частот. Технология MIMO использует преимущества системы радиоволн, называемой многолучевым распространением. При многолучевом распространении передаваемая информация отражается от препятствии и достигает приемной антенны несколько раз под разными углами и с немного разными временными интервалами. Многолучевые сигналы, проходящие по различным путям имеют независимый эффект, который накладывается каналами, являющиеся коэффициентами усиления или потери пути, смещением частоты пути, изменением угла и временной задержкой пути. MIMO-является одной из форм пространственного разнесения [1]. Ранее многолучевое распространение вызывало помехи и замедляло беспроводные сигналы, но технология MIMO использует преимущества многолучевого поведения, используя множество антенн на передатчике и на стороне приемника с помощью метода пространственного разнесения. Используя метод пространственного разнесения, он увеличит производительность и дальность. MIMO улучшает работу антенн, применяя их для объединения потоков данных, поступающих с разных путей с разным временным интервалом, что увеличивает мощность захвата сигнала приемника из-за многолучевого распространения, возникает ISI (Межсимвольная интерференция), в которой один символ мешает другому последующему символу. ISI может быть удален с использованием различных видов эквалайзеров [2]. В приемнике принятые сигналы будут содержать шум из-за искажений, помех от любой другой передачи, замирания или атмосферного шума. На стороне приемника используется более одной антенны, которая принимает отфильтрованное количество различных передаваемых сигналов. Цифровой демодулятор или модуль эквалайзера в системах MIMO восстанавливают эти сигналы от количества взвешенных сигналов, передаваемых различными антеннами. Это может быть сделано с использованием оценки, которая предоставляется оценщиком канала и принимаемым сигналом. После этого демодулированный сигнал передается в декодер, который анализирует структуру принятой битовой комбинации, чтобы обнаружить и исправить ошибку. В результате использования системы MIMO преимущества производительности обусловлены усилением пространственного мультиплексирования, усилением разнесения и усилением массива [3].

Мультиплексирование с ортогональным частотным разделением является одним из методов модуляции с множеством несущих, которые передают сигналы через множество несущих. Эти несущие (поднесущие) имеют разные частоты, и они ортогональны друг другу. В основном OFDM представляет собой комбинацию модуляции и мультиплексирования [4]. Основным принципом модуляции с несколькими несущими является разделение потока данных d на N параллельных потоков данных с уменьшенной скоростью передачи данных d / N. Каждый низкоскоростной поток данных затем модулируется на отдельной узкополосной поднесущей и суммируется вместе для передачи, тем самым обеспечивая ту же скорость передачи данных, что и эквивалентная система с одной несущей. В приемнике набор банков фильтров разделяет широкополосный сигнал на исходные узкополосные поднесущие для демодуляции. Преимущество этой структуры по сравнению с системами с одной несущей состоит в том, что увеличенное время символа делает сигнал менее восприимчивым к воздействиям канала, таким как многолучевое распространение, которое вводит межсимвольные помехи (ISI). Таким образом, каждый подканал будет испытывать плоское замирание, значительно уменьшая сложность выравнивания в приемнике [4]. Мультиплексирование с ортогональным частотным разделением - это особая форма модуляции на нескольких несущих, которая в основном хорошо согласована для вещания по дисперсионному каналу. Различные носители ортогональны друг другу, что означает, что они полностью независимы друг от друга. Это достигается размещением носителя точно на нуле в спектрах модуляции друг друга. Простая система связи состоит из передающего конца, который отправляет данные, и приемного конца, на котором эти данные принимаются. Обычно полученные данные не совпадают с отправленными. Из-за шума, присутствующего в среде, на сигнал воздействуют, и в сигнале наблюдаются искажения. Используются различные методы модуляции, чтобы гарантировать, что отправленный сигнал безопасно доступен на стороне приемника [4]. OFDM является альтернативой технологии беспроводной модуляции для CDMA. OFDM - это схема модуляции, которая позволяет эффективно и

надежно передавать цифровые данные по радиоканалу даже в условиях многолучевого распространения [5].

Хорошо известной проблемой системы OFDM является ее чувствительность к сдвигу частоты между передаваемым и принимаемым сигналом, который вызван доплеровским сдвигом в канале. Это смещение несущей частоты вызывает потерю ортогональности между поднесущими и сигналами, передаваемыми на каждой несущей, которые не являются независимыми друг от друга. Это приводит к помехам между несущими (ICI) в OFDM. Исследователи предложили различные методы преодоления ICI в системах OFDM. Предыдущие подходы, которые использовались для уменьшения ICI, подразделяются на эквалайзер в частотной области, управление окнами во временной области и схему самокомпенсации (SC) ICI [6-7].

Первый способ преодоления ICI - это схема самоуничтожения, в которой избыточные данные передаются на соседние поднесущие, так что ICI между соседними поднесущими компенсирует друг друга на стороне приемника [8]. Второй метод - это оконная техника. Другие методы, такие как оценка максимального правдоподобия (ML) и метод расширенного фильтра Калмана (EKF), статистически оценивают смещение частоты и корректируют смещение, используя оценочное значение в приемнике.

1.2 MIMO-OFDM системная модель

Блок-схема системы MIMO-OFDM показана на рис.1. На стороне передатчика поток битов последовательных данных отображается в поток символов с помощью модулятора. Затем этот последовательный поток символов преобразуется в параллельные подпотоки. Затем символы пилот-сигнала для оценки канала вставляются в эти параллельные подпотоки в частотной области до модуляции OFDM. Модуляция OFDM затем реализуется путем выполнения обратного дискретного преобразования Фурье. Каждая передающая антенна отправляет независимые символы OFDM. Использование циклического префикса заключается в уменьшении эффекта ISI. После этого биты преобразуются из параллельного в последовательный и передаются на антенну.

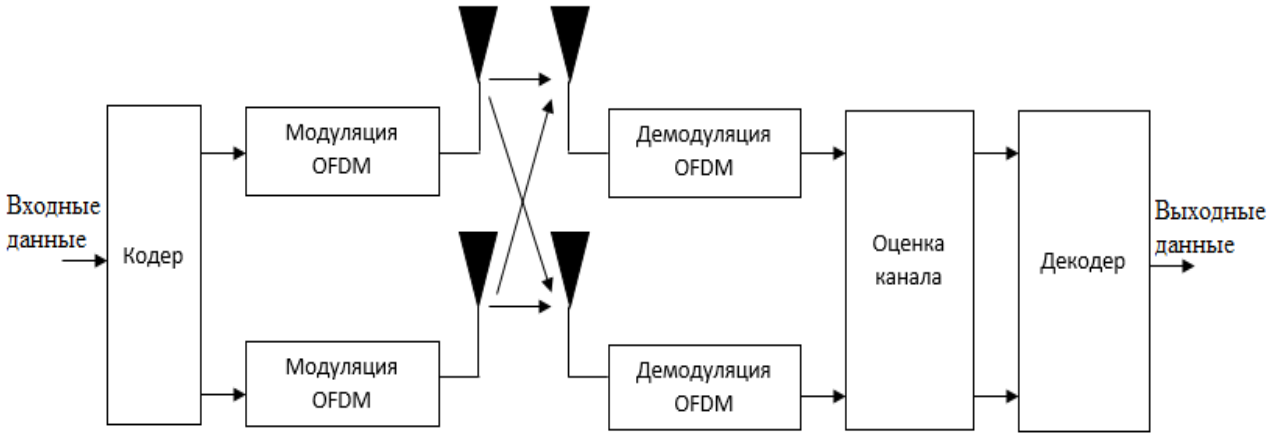


Рис. 1. Блок-схема модели системы MIMO-OFDM

На стороне приемника биты преобразуются из последовательного в параллельный после получения от антенны. Затем удаляется циклический префикс, который добавляется на стороне передатчика, и затем снова выполняется мод OFDM, в котором выполняется дискретное преобразование Фурье. После этого приходит блок оценки канала, чтобы точно оценить канал. Наконец, выполняется обратное отображение, чтобы получить желаемый результат [9].

Принятый сигнал на приемной антенне может быть выражен как:

$$Y_j[n,k] = \sum H_{ij}[n,k]X_i[n,k] + N[n,k] \qquad (1)$$

Где H - матрица канала, X - входной сигнал, а N - шум. В вышеприведенном уравнении i и j обозначают передающую антенну и приемную антенну, n и k - временной интервал и подканал. Модель сигнала может быть выражена в матричной форме как:

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{1,1}\, h_{1,1} \ldots h_{1,NT} \\ h_{2,1}\, h_{2,2} \ldots h_{2,NT} \\ \vdots \quad \vdots \quad \ddots \vdots \\ h_{NR,1} h_{NR,2} \ldots h_{NR,NT} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_{NT} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} N_1 \\ N_2 \\ \vdots \\ N \end{bmatrix} \quad (2)$$

Фильтр Калмана

В системах радиосвязи фильтрация является важным фактором. Поскольку сигналы радиосвязи часто искажаются шумом, требуется хороший алгоритм фильтрации для удаления шума из электромагнитных сигналов при сохранении полезной информации. Фильтрация Калмана является эффективным методом фильтрации примесей в линейных системах.

Фильтр Калмана является оптимальной оценкой, которая выводит интересующие параметры из косвенных, неточных и неопределенных наблюдений. Фильтр Калмана - это линейная, конечномерная, изменяющаяся во времени система с дискретным временем, которая оценивает оценку состояния, минимизирующую среднеквадратичную ошибку. Фильтр очень мощный в нескольких аспектах: он поддерживает оценки прошлых, настоящих и даже будущих состояний, и он может делать это даже тогда, когда точный характер моделируемой системы неизвестен. Может показаться странным, что термин «фильтр» будет применяться к оценщику. Чаще всего фильтр представляет собой физическое устройство для удаления нежелательных фракций смесей. Первоначально фильтр решал проблему разделения нежелательных компонентов газовых, жидких и твердых смесей. Колмогоров и Винер использовали статистическую характеристику их вероятностных распределений при формировании оптимальной оценки сигнала с учетом суммы сигнала и шума. С фильтрацией Калмана этот термин приобрел значение, выходящее далеко за рамки первоначальной идеи разделения компонентов смеси. В него также включено решение задачи об инверсии, в которой известно, как представлять измеримые переменные как функции переменных, представляющих основной интерес. По сути, он инвертирует это функциональное соотношение и оценивает независимые переменные как инвертированные функции зависимых (измеримых) переменных. Эти переменные, представляющие интерес, также могут быть динамическими, с динамикой, которая только частично предсказуема [13].

Фильтр Калмана в основном состоит из набора математических уравнений, которые обеспечивают эффективные вычислительные средства для оценки состояния процесса, который минимизирует среднее значение квадрата ошибки. Он рекурсивно работает с потоками входных данных с шумом для получения статистически оптимальных результатов, фильтр очень мощный в нескольких аспектах: он поддерживает оценки прошлых, настоящих и даже будущих состояний, и он может делать это даже при точном характере моделируемой системы. неизвестно [12]. На рисунке 2 объясняется общая проблема фильтрации, в которой общий фильтр упрощается до фильтра Калмана.

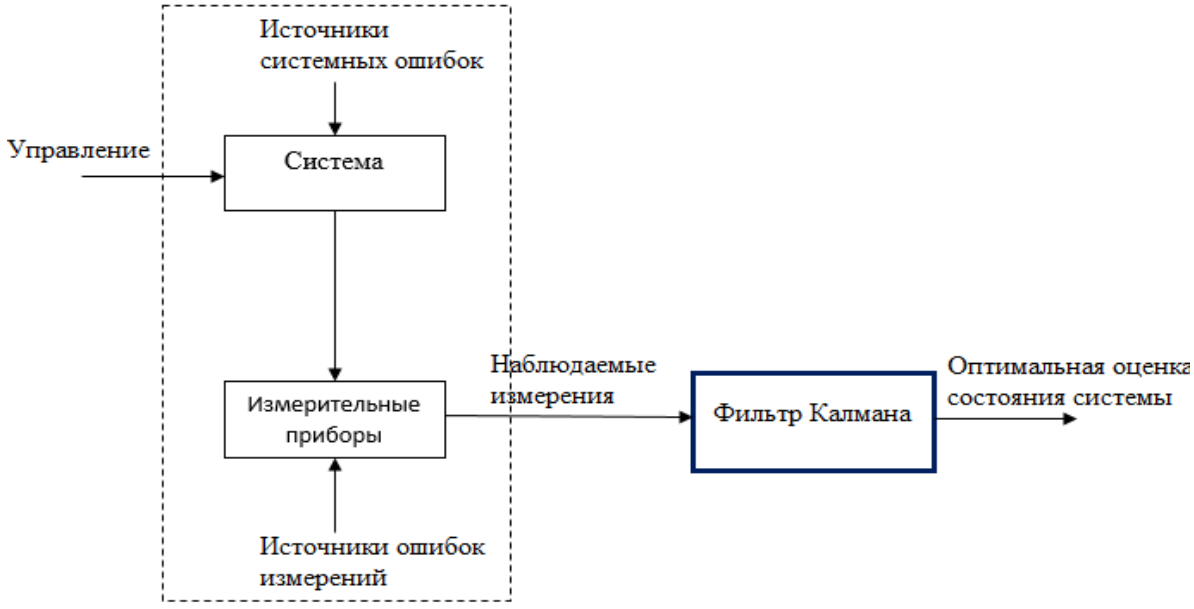


Рис. 2. Общая задача фильтрации

Физическая система (например, мобильный робот, химический процесс, спутник) управляется набором внешних входов или элементов управления, и ее выходы оцениваются измерительными приборами или датчиками, так что знание о поведении системы дается исключительно по входам и наблюдаемым выходам. Наблюдения передают ошибки и неопределенности в процессе, а именно шум датчика и системные ошибки. На основе доступной информации (контрольные входы и наблюдения) необходимо получить оценку состояния системы, которая оптимизирует заданные критерии. Это роль, которую играет фильтр. Система, представленная на рисунке 2, имеет линейно изменяющуюся динамику, т.е.

$$x_{k+1} = A_k x_k + B_k u_k + G w_k \quad (3)$$

$$y_k = C_k x_k + v_k \quad (4)$$

Где x (k), u (k), w (k), v (k), y (k) являются действительными, а w (k), v (k) - последовательности белого, нулевого среднего, гауссовского шума с нулевым значением

$$E[w_k] = E[v_k] = 0 \quad (5)$$

И совместная ковариационная матрица

$$E\left[\begin{pmatrix} w_k \\ v_k \end{pmatrix}\left(w_k^T v_k^T\right)\right] = \begin{bmatrix} Q_k & 0 \\ 0 & R_k \end{bmatrix} \quad (6)$$

Начальное состояние x_0- гауссовский случайный вектор

$$E[x_0] = \bar{x}_0 \quad (7)$$

И ковариационная матрица

$$E[(x_0 - \bar{x}_0)(x_0 - \bar{x}_0)^T] = \sum_0 \quad (8)$$

Последовательность $\{u_k\}$ является детерминированной.

Фильтр Калмана - это фильтр, который получает минимальную среднеквадратичную оценку ошибки состояния. Фактически, когда x (0) является гауссовским вектором, шумы состояния и наблюдений w (k) и v (k) являются белыми и гауссовыми, а динамика состояния и наблюдения - линейными.

Функция плотности условной вероятности $p(x_k)|(Y_1^k, U_0^{k-1})$ гауссова для любого k. Среднее значение, мода и медиана этой условной функции плотности вероятности совпадают. Фильтр Калмана распространяет функцию условной плотности вероятности $p(x_k)|(Y_1^k, U_0^{k-1})$ и получает оценку состояния путем оптимизации заданных критериев, является наилучшим фильтром среди всех возможных типов фильтров и оптимизирует любые критерии, которые могут быть рассмотрены.

Оценка состояния $\hat{x}$ (k | k) является условным средним для функции плотности вероятности, а ковариационная матрица P (k | k) количественно определяет неопределенность оценки,

$$\hat{x}(k|k) = E\left[x(k)|Y_1^k, U_0^{k-1}\right] \quad (9)$$

$$P(k|k) = E\left[\left(x(k) - \hat{x}(k|k)\right)\left(x(k) - \hat{x}(k|k)\right)^T |Y_1^k, U_0^{k-1}\right] \quad (10)$$

Поэтому вместо распространения всей функции условной плотности вероятности фильтр Калмана распространяет только первый и второй моменты. Фильтр Калмана распространяет гауссову функцию плотности вероятности $p(x_k)|(Y_1^k, U_0^{k-1})$, и поэтому динамика фильтра определяет общий переход $p(x_k)|(Y_1^k, U_0^{k-1})$ к $p(x_{k+1})|(Y_1^{k+1}, U_0^k)$.

Новая предложенная методика

Новая предложенная методика основана на фильтрации. Частота ошибок по битам может быть больше в технологии OFDM MIMO. В MIMO сигналы могут разделяться на несколько сигналов на стороне источника, и эти сигналы передаются по назначению индивидуально. В пункте назначения несколько антенн отвечают за прием отдельных сигналов. Когда прошедшие сигналы принимаются в месте назначения, они объединяются для формирования исходных сигналов. Этот подход увеличивает скорость передачи данных, но частота ошибок по битам увеличивается из-за сетевых выводов. В последние годы было предложено много методов для уменьшения частоты появления битовых ошибок в MIMO. Предложенная методика математически приближена.

В предлагаемой модели фильтр Калмана наряду с концепцией повторяющихся слотов и сопоставлением каналов. Предлагаемая модель системы будет на стороне приемника, как показано на рисунке. На стороне приемника после выполнения БПФ будет использоваться фильтр Калмана. Начальные шаги предлагаемой системы такие же, как в традиционной сети MIMO OFDM. Здесь предложенная работа реализована сразу после выполнения блоков БПФ. После этого будет выполнено отображение и оценка канала. Если канал не отображается должным образом, выполняется некоторая фильтрация, чтобы отображение было выполнено точно. После этого выполняется модуляция сигнала. Когда мы получим отображенный модулированный сигнал, разделите сигнал на повторяющиеся интервалы с определением границ.

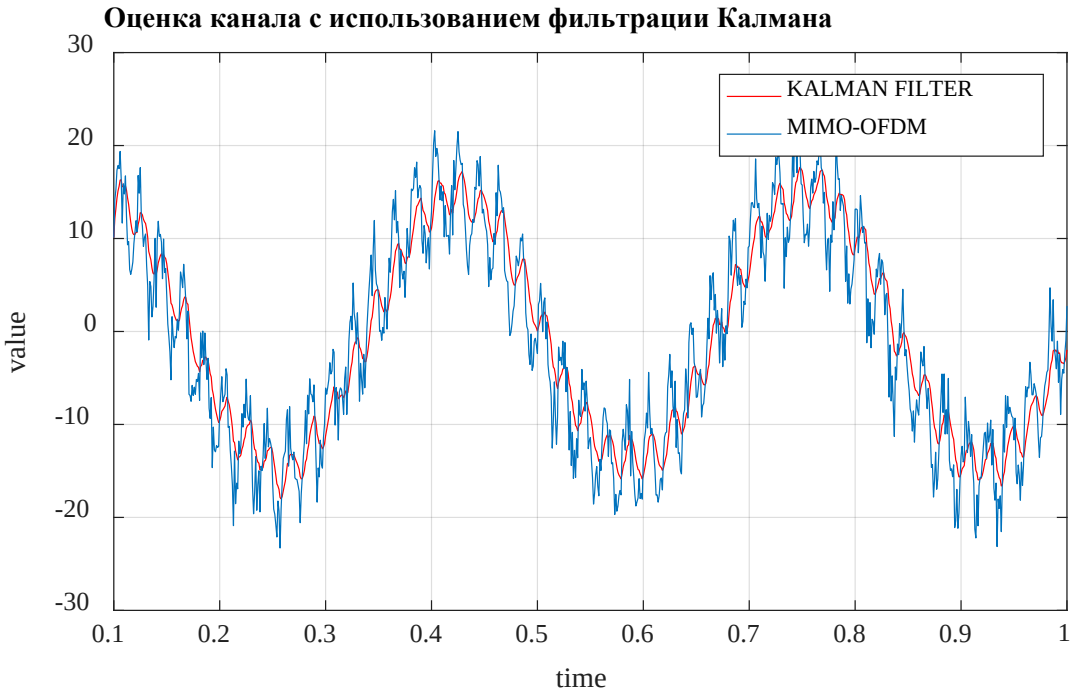


Рис.3. Оценка канала с использованием фильтрации Калмана

На рис.3 оценка канала выполняется с использованием фильтра Калмана, и оценка фильтра Калмана сравнивается с истинным значением, и наблюдается, что оценка фильтрации Калмана лучше.

Заключение

В этой статье мы заключаем, что MIMO-OFDM является эффективной технологией для передачи данных с более высокой скоростью передачи данных. Из-за природы MIMO более высокая частота ошибок по битам должна была снизить эффективность сети. В этой статье рассматривается новая методика фильтрации, которая является математической техникой, в которой мы используем фильтр Калмана для уменьшения частоты ошибок по битам. Этот метод фильтрации является математическим методом, в котором фильтр Калмана используется для повышения производительности.

Результаты моделирования показывают, что метод двухфазного фильтра Калмана более эффективен по сравнению с системами MIMO-OFDM и обеспечивает лучшую производительность по

частоте ошибок по битам. Оценка канала также улучшена с помощью фильтра Калмана, и результаты моделирования показывают, что в фильтре Калмана, канал оценивается лучше.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Theodore S.Rappaport, “Wireless Communication: Principles and Practice”, Prentice-Hall, 2 nd Edition, 2010, India.

[2] Yong Soo Cho, Jaekwon Kim Won Young Yang, ChungGu-Kang, “MIMO-OFDM Wireless Communication with MATLAB”, John Willey & Sons (Asia) Pte Ltd.

[3] A.J. Paulraj, D. A. Gore, R.U. Nabar, H. Bolcskei, "An overview of MIMO communications - a key to gigabit wireless," Proceedings of the IEEE , vol.92,pp. 198-218, Feb. 2004.

[4] Alireza, Gary J. Saulnier, Member IEEE, “General ICI cancellation Scheme for OFDM Systems”, IEEE transactions on vehicular technology, vol. 54, no. 1, january 2005.

[5] Lajos L. Hanzo “OFDM and MC-CDMA” Willy Press.

[6] Anastasois Stamoulis, Suhas N. Diggavi, Member IEEE, “ Intercarrier Interference in MIMO-OFDM”, IEEE transactions on signal processing, vol. 50, no. 10, october 2002.

Ханиева А.Н., Ахтанов С.Н.

MIMO-OFDM жүйелерінде калманды сүзгізуге арналған арналарды бағалау

Түйіндеме. MIMO-OFDM-бірнеше тасымалдаушылардағы модуляциямен тиімді байланыс орнатуға мүмкіндік беретін байланыс схемаларының бірі. MIMO технологиясында таратқыш пен қабылдағыш жағында бірнеше Антенналарды қолдана отырып, кеңістікті бөлу әдісі қолданылады. MIMO жүйелерінде әр түрлі уақытта әр түрлі жолдардан келетін деректер ағындары қабылдағыш жағында біріктіріледі. OFDM-бұл көп сәулелі таратуда цифрлық деректерді радиоарна бойынша тиімді және сенімді жіберуге мүмкіндік беретін модуляция схемасы. Арнаны бағалау MIMO-OFDM жүйелерінде маңызды рөл атқарады. Соңғы жылдары MIMO-OFDM жүйелеріндегі бит қателіктерін азайтудың көптеген әдістері ұсынылды. Бұл мақалада біз MIMO-OFDM технологиясындағы бит қателіктерінің жиілігін төмендетудің жаңа әдісін ұсынамыз. Ұсынылған әдіс- фильтрлеу әдісі, онда біз Калман фильтрін бит қателерін азайту үшін қолданамыз. Калман фильтрін қолдана отырып, арнаны бағалау шынайы мәнімен салыстырғанда, дұрыс орындалатынына көз жеткіздік.

UDC 66.047.45

A.Ye. Khusanov[1], V.M. Atamanyuk[2], B.M. Kaldybayeva[1], D.Zh. Janabayev[1], D. Zhumadullayev[1]
([1]M.Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan
[2]Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine
e.mail: nii_mm@mail.ru)

INTRADIFFUSION MASS TRANSFER DURING FILTRATION DRYING OF RAW COTTON

Abstract. Based on the analysis of existing methods of drying fibrous materials, it is proposed to use a filtration drying method for raw cotton fibers, which can provide high quality drying. Theoretical and experimental studies of intradiffusion mass transfer during filtration drying of raw cotton fibers were carried out.

The determination of the internal diffusion coefficient is based on the mathematical solution of the differential equation of internal diffusion (Fick's second law), assuming that the raw cotton wool has a cylindrical oblong shape, moisture is evenly distributed in the volume of fibers, which is evenly blown by the air flow, and the moisture concentration is set on the surface of the fibers, which does not change over time. The coefficient of internal moisture diffusion from raw cotton fibers is determined and its dependence on the temperature of the heat agent is established. It was found that the value of the coefficient of moisture diffusion into the environment during drying depends on the structural structure of the fibers, moisture content and temperature of the heat agent for various drying objects and ranges from 10-6 (capillary porous materials) to 10-12 m/s (slightly porous materials), which correlates with the results of this work.

Key words: cotton fiber, heat exchange, mass transfer, hydrodynamics, filtration drying, porosity, materials of fibrous structure.

А.Е. Хусанов[1], В.М. Атаманюк[2], Б.М. Калдыбаева[1],
Д.Ж. Джанабаев[1], Д. Жумадуллаев[1]
([1]Южно-Казахстанский университет им.М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан
[2]Национальный университет «Львовская политехника», Львов, Украина
e.mail: nii_mm@mail.ru)

ВНУТРИДИФФУЗИОННЫЙ МАССОПЕРЕНОС ПРИ ФИЛЬТРАЦИОННОЙ СУШКЕ ХЛОПКА-СЫРЦА

Аннотация. На основании анализа существующих способов сушки волокнистых материалов, предлагается использование фильтрационного способа сушки для волокон хлопка-сырца, который может обеспечить высокое качество сушки. Проведены теоретические и экспериментальные исследования внутридиффузионного массопереноса при фильтрационной сушке волокон хлопка-сырца.

Определение коэффициента внутренней диффузии базируется на математическом решении дифференциального уравнения внутренней диффузии (второго закона Фика), допуская, что волокна хлопка-сырца имеют цилиндрическую продолговатую форму, влага равномерно распределена в объеме волокон, которое равномерно обдувается воздушным потоком, на поверхности волокон устанавливается концентрация влаги, не изменяющаяся во времени. Определен коэффициент внутренней диффузии влаги из волокон хлопка-сырца и установлена его зависимость от температуры теплового агента. Установлено, что значение коэффициента диффузии влаги в окружающую среду во время сушки зависит от структурного строения волокон, влагосодержания и температуры теплового агента для различных объектов сушки и находятся в пределах от 10-6 (капиллярно пористые материалы) до 10-12 м/с (мало пористые материалы), что коррелирует с результатами данной работы.

Ключевые слова: волокно хлопка, теплообмен, массообмен, гидродинамика, фильтрационная сушка, пористость, материалы волокнистой структуры.

Введение. Интенсивность фильтрационной сушки слоя волокон хлопка-сырца определяется как внешними параметрами процесса: скоростью обтекания отдельных частиц материала, температурой и влагосодержанием теплового агента, так и коэффициентом внутренней диффузии [1-3].

Сушка заключается в переносе влаги из твердого тела в газовую фазу, причем в этом процессе происходит фазовый переход "жидкость – пар". Над поверхностью жидкости создается слой насыщенного пара воды, а разница между влагосодержанием насыщения и влагосодержанием в газовой среде создает движущую силу влагопереноса. Влагосодержание насыщенного состояния является функцией температуры и давления. Поскольку влага в волокнах хлопка-сырца находится в середине частицы, поэтому важно установить коэффициент внутренней диффузии от параметров теплового агента (ω_0, T)[4].

Суть внутридифузионного массопереноса базируется на том, что влага из пор переходит в парообразное состояние с поверхности жидкой фазы, контактирующей с тепловым агентом. Следовательно, граница раздела фаз передвигается в глубину волокон материала. Этому способствует и тот факт, что нагревание волокон осуществляется с ее поверхности при параболическом распределении температур в твердой частице [5,6].

Объект и методы исследования. Предметом исследования выступал не высокий слой волокон хлопка-сырца $(H = 5 \cdot d_e)$. Контейнер с материалом помещали в сушильную установку, через которую проходил тепловой агент с заданной температурой, что создавало условия равенства температуры на поверхности волокон и теплового агента. Тепловой агент характеризуется одинаковым значением влагосодержания x_1, которое не изменяется во время высушивания волокон. Механизм внутреннего влагопереноса заключается в следующем: в каждой поре процесс перехода влаги в парообразное состояние и создание условий для возникновения градиента влагосодержания внутри поры приводит к возникновению потока влаги в парообразном состоянии от границы раздела фаз “вода – пар” к внешней поверхности частицы с последующим переходом путем конвективной диффузии к тепловому агенту[5-9].

Определение коэффициента внутренней диффузии базируется на математическом решении дифференциального уравнения внутренней диффузии (второго закона Фика). Во время анализа кинетики были сделаны следующие допущения[10-13]:

- волокна хлопка-сырца имеют цилиндрическую продолговатую форму $(d \ll L)$;
- влага равномерно распределена в объеме волокон;
– каждая частица равномерно обдувается воздушным потоком;

- на поверхности волокон устанавливается концентрация влаги, не изменяющаяся во времени.

Результаты и обсуждение. С целью определения коэффициента внутренней диффузии для волокон цилиндрической формы закон Фика можно представить в виде [5]:

$$\frac{\partial w^c}{\partial \tau} = D_w \cdot \left(\frac{\partial^2 w}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial w}{\partial r} \right) . \quad (1)$$

Учитывая то, что пористость слоя является значительной ($\varepsilon_{layer\ of\ mat} = 0{,}900 \div 0{,}960$) [2,4,14], а тепловой агент свободно фильтруется сквозь слой материала, можем допустить в первом приближении, что числа Био (Bi_∂) являются большими, с последующей проверкой их значения, а саму задачу свести к предельным условиям первого рода:

$$\begin{cases} w^c(r,0) = w^c_{кр} \\ w^c(r = R,\ \tau) = w^c_p \\ \left(\frac{\partial w^c}{\partial r} \right)_{r=0} = 0 \end{cases} , \quad (2)$$

решение этой системы можно привести к виду:

$$\frac{\partial w^c}{\partial \tau} = D^*_w \cdot \left(\frac{\partial^2 w^c}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial w^c}{\partial r} \right) \cdot \frac{w - w^c}{w_o - w^c} = \sum_{n=1}^{\infty} B_n \cdot e^{-\mu_n^2 \cdot Fo} , \quad (3)$$

где: D^*_w – коэффициент внутренней диффузии, $м^2/с$;

$r,\ R$ – текущий радиус и радиус частицы, м;

$w^c,\ w_0$ – текущее и гигроскопичное влагосодержание в середине волокон хлопка-сырца, $кг\ H_2O/кг\ сух.\ мат$;

μ_n – корни характеристического уравнения;

$x_n,\ x$ –влагосодержание воздуха на поверхности волокон (его значение определяется из условий равновесия $x_n = f\left(w^c_\Gamma\right)$ и текущее влагосодержание теплового агента, $кг\ H_2O/кг\ сух.\ пов$;

$F_0 = \frac{D^*_w \cdot \tau}{R^2}$ – число Фурье.

Итак, решение системы (2) и (3) может быть представлено в виде:

$$\frac{w^c}{w_0} = \sum_{i=1}^{n} B_n \cdot e^{-\mu_n^2 \cdot F_o}$$

или

$$\ln\frac{w^c}{w_0^c} = \ln B_n + (-\mu_n^2 \cdot Fo) \quad , \tag{4}$$

где: B_n – коэффициент, определяемый из зависимости:

$$B_n = \frac{4}{\mu_n^2},$$

где $\mu_n = J_0(\mu)$;

J_0 - функция Бесселя нулевого порядка [5].

Решение уравнения (3), устанавливающее зависимость изменения текущей концентрации во времени приведено в [5]. Из предельного условия формируется диффузионное число Био $(Bi_\partial = \beta \cdot R/D_w)$, значение которого определяет кинетику процесса. Малым числам Bi_∂ соответствует внешнедиффузионная кинетика. По большим числам Bi_∂ (в действительности, когда Bi_∂>50) кинетика определяется исключительно внутридиффузионным переносом. Существует также промежуточная часть, в которой оба механизма переноса существуют одновременно. Влажные волокна хлопка-сырца содержат незначительное количество свободной поверхностной влаги и в основном связанную влагу, которая испаряется во втором периоде. Учитывая то, что во время практических расчетов процессов сушки используют среднее влагосодержание в частице w_0^c, которое можно определить экспериментально, нами использован метод, основанный на основании экспериментальных данных в теоретические решения с целью определения коэффициента внутренней диффузии[15-19]. Известно, что при числах Фурье $Fo > 0{,}3$ [5] достаточно ограничиться первым корнем характеристического уравнения (выделить регулярный режим). Поэтому в наших расчетах ограничимся первым корнем характеристического уравнения. Справедливость принятого нами допущения можно установить проверкой Bi_∂. При этом выбираем наибольшие значения коэффициента внутренней диффузии, что составляет $D_w^* = 3{,}5213 \cdot 10^{-8}\ м^2/c$ для волокон хлопка-сырца, эквивалентный диаметр каналов между частицами $d_e = 4{,}63 \cdot 10^{-3}$ мм и коэффициент массоотдачи для условий опыта $\beta = 1{,}559\ м/c$, тогда рассчитанное наименьшее значение диффузионного числа Био составляет $Bi_\partial = 5{,}4867 \cdot 10^5 >> 50$, что подтверждает чисто внутренне диффузионный режим сушки и справедливость принятой нами гипотезы относительно граничных условий первого рода.

Тогда зависимость (4) можно представить в виде:

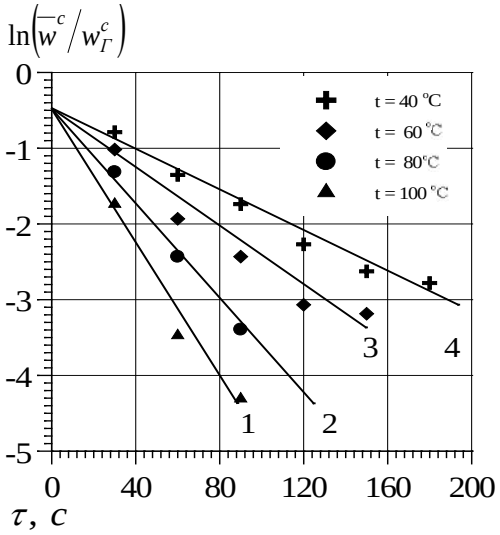
$$\ln\frac{w^c}{w_0^c} = \ln B_1 + \left(-\mu_1^2 \cdot \frac{D_w^* \cdot \tau}{R^2}\right) \tag{5}$$

значение корня характеристического уравнения выбираем из [5]:

$\mu_1 = 2{,}4048$.

Зависимость (5) представляет собой линейную зависимость относительно времени. Тогда значение коэффициента “B1” можно определить по отрезку, который отсекает прямая на оси ординат, а коэффициент внутренней диффузии за тангенсом угла наклона прямых к оси абсцисс можно определить коэффициент диффузии D_w^*.

Для определения коэффициента внутренней диффузии представим экспериментальные данные в виде графической зависимости $\ln\left(\overline{w}^c / w_\Gamma^c\right)$от τ рисунок 1.



Тогда

$$D_w^* = \frac{tg\alpha \cdot R^2}{\mu^2} \qquad (6)$$

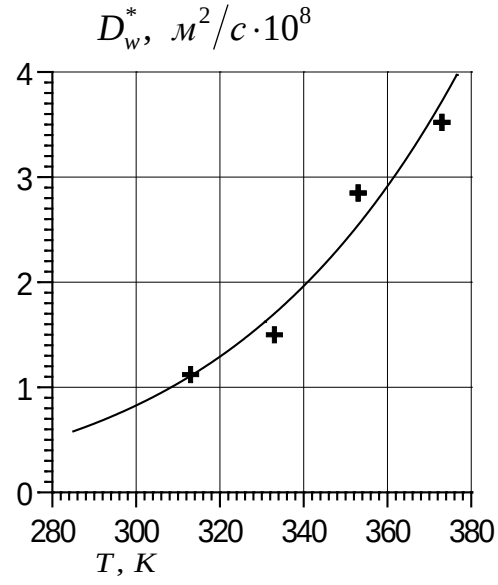
где: $tg\alpha = \dfrac{\ln(\bar{w}^c / w_\Gamma^c)}{\tau}$

Рис. 1. Зависимость $\ln\left(\bar{w}^c / w_\Gamma^c\right)$ от времени сушки τ, c волокон хлопка-сырца

Таблица 1. **Коэффициент внутренней диффузии влаги из волокон хлопка-сырца при различной температуре теплового агента**

T, K	313	333	353	373
D*	1,122·10-8	1,499·10-8	2,848·10-8	3,522·10-8

На рисунке 2 приведена графическая зависимость коэффициента внутренней диффузии D_w^* от температуры. Как можно было ожидать, с ростом температуры теплового агента значение коэффициента внутренней диффузии D_w^* влаги из волокон хлопка-сырца в окружающую среду возрастает.



Зависимость коэффициента внутренней диффузии от температуры для волокон хлопка-сырца, которая изображена на рисунке 2, можно аппроксимировать такой зависимостью:

$$D_w^t = D_w^{293} + 0{,}427 \cdot 10^{-10} \cdot (T - 293) \qquad (7)$$

Рис. 4.10. Зависимость коэффициента внутренней диффузии от температуры для слоя волокон хлопка-сырца при скорости движения теплового агента w=1,74 $м/с$

Значение коэффициента диффузии влаги в окружающую среду во время сушки зависят от структурного строения волокон, влагосодержания и температуры теплового агента для различных объектов сушки находятся в пределах от 10-6 (капиллярно пористые материалы) до 10-12 м/с (мало пористые материалы) [20], что коррелирует со значениями, полученными нами, которые приведены в таблице 1.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Автономов А.И., Казиев М.З., Шлейхер А.И. и др. Хлопководство.-2-е изд., перераб. и доп.-М.: Колос, 1983.-334с.

[2] Максудов И.Т., Нуралиев А.Н. Справочник по первичной обработке хлопка. –Ташкент:НПО «Хлопкопром», 1994.-565с.

[3] Ажиметова Г.Н. Мировой опыт и обзор развития хлопководства в Казахстане // Современные проблемы науки и образования.-2011.-№1.- С.53-58.

[4] Иброгимов Х.И., Алимардонов К.М., Зульфанов С.З., Бадалов А.Б. Термодинамические характеристики процесса дегидратации хлопка-сырца // Технология текстильной промышленности. – 2007. - № 4. - С. 19-22.

[5] Лыков А.В. Тепло-массообмен:Справочник – М.: Энергия, 1972. – 660 с.

[6] Arun S. Mujumdar. Handbook of Industrial Drying Fourth Edition.- New York:LLC CRC Press is an imprint of Taylor & Francis Group, an Informa business, 2015.-1334p.

[7] Атаманюк В.М., Гумницький Я.М. Наукові основи фільтраційного сушіння дисперсних матеріалів.- Львів:Видавництво Національного університету “Львівська політехніка”, 2013.-276с.

[8] Atamanyuk V, Huzova I, Gnativ Z. Intensification of Drying Process During Activated Carbon Regeneration // Chemistry&Chemical Technology.-2018.-№ 2.-С.263-271.

[9] Ханик Я.М., Римар Т.І., Креховецький О.М. Гідродинаміка і кінетика процесу сушіння глини у щільному шарі під час ІЧ-нагрівання // Збірник науково-технічних праць НЛТУУ :Науковий вісник.- 2006.-№ 16(5).-С. 74-78.

[10] Атаманюк В.М., Кіндзера Д.П., Мосюк М.І. Установка фільтраційного сушіння сипких матеріалів // Деклар. пат. на корисну модель UA-59741.- 2011.-Бюл.№10.-3с.

[11] Khussanov A. Ye., Atamanyuk V. M., Kaldybayeva B. M., Abilmagzhanov A. Zh., Janabayev D. Zh., Khussanov Zh. Ye. Results of Experimental Research of Hydrodynamics of a Stationary layer During Filtration Drying of Raw Cotton //Bulletin of National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. -2020.-Vol4.-№386.-PP.41–48.

[12] Khussanov A. Ye., Atamanyuk V. M., Kaldybayeva B. M., Abilmagzhanov A. Zh., Janabayev D. Zh., Khussanov Zh. Ye. Calculation of Hydraulic Resistance During Filtration Drying of Raw Cotton //News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan :Series Chemistry and Technology.-2020.- Vol.3.-№ 441.-PP. 134 – 141.

[13] AtamanyukV., Gnativ Z., Kindzera D, Janabayev D., Khusanov A., Kaldybaeva B. Hydrodynamics of Cotton Filtration Drying // Chemistry & Chemical Technology.-2020.- Vol. 14.- No. 3.-PP.112-121.

[14] Аэров М. Э., Тодес О. М., Наринский Д.А. Аппараты со стационарным зернистым слоем: Гидравлические и тепловые основы работы. Л.: Химия, 1979.-176с.

[15] Kale R. D., Bansal P. S., Gorade V. G. Extraction of Microcrystalline Cellulose from Cotton Sliver and Its Comparison with Commercial Microcrystalline Cellulose // Journal of Polymers and the Environment. -2017.-№26.-PP. 355–364.

[16] Zeng L., Zhao S., He M. Macro scale porous carbonized polydopamine-modified cotton textile for application a selector dein microbial fuel cells // Journal of Power Sources. -2018.-№ 376.PP. 33–40.

[17] Wedin H., Niit E., Mansoor Z. A., Kristinsdottir A. R., Dela Motte H., Jönsson C., Lindgren C. Preparation of Viscose Fibres Stripped of Reactive Dyes and Wrinkle-Free Cross linked Cotton Textile Finish // Journal of Polymer sand the Environment. -2018.-№ 6.-PP. 3603–3612.

[18] Cui L., Shi S., Hou W., Yan Z., Dan J. Hydrolysis and carbonization mechanism of cotton fiber sin subcritical water //New Carbon Materials. -2018.- №33.-PP. 245–251.

[19] Lv N., Wang X., Peng S., Luo L., Zhou, R. Super hydrophobic super ole o phallic cotton-oil absorbent: preparation and it supplication in oil-water separation //RSC Advances. -2018.-№ 8.-PP30257–30264.

[20] Рудобашта С.П. Массоперенос в системах с твердой фазой. - М.:Химия, 1980. – 248с.

Хусанов А.Е., Атаманюк В.М., Калдыбаева Б.М., Джанабаев Д.Ж., Жумадуллаев Д.

Шитті мақтаны сүзу арқылы кептіру кезіндегі ішкідиффузиялық масса алмасу

Түйіндеме. Талшықты материалдарды кептірудің қолданыстағы әдістерін талдау негізінде жоғары сапалы кептіруді қамтамасыз ете алатын шитті мақта талшықтары үшін кептірудің сүзу әдісін қолдану ұсынылады. Шитті мақта талшықтарын фильтрациялық кептіру кезінде интридиффузиялық масса алмасуына теориялық және эксперименттік зерттеулер жүргізілді.

Ішкі диффузия коэффициентін анықтау ішкі диффузияның дифференциалдық теңдеуінің (Фиктің екінші заңы) математикалық шешіміне негізделеді, бұл шитті мақта талшықтарының цилиндрлік ұзын пішінді болуына, ылғал ауа ағынымен біркелкі үрленетін талшықтар көлемінде біркелкі бөлінуіне, талшықтардың бетінде уақыт өте келе өзгермейтін ылғал концентрациясы орнатылуына мүмкіндік береді. Шитті мақта талшықтарынан ылғалдың ішкі диффузиясының коэффициенті анықталды және оның жылу агентінің температурасына тәуелділігі анықталды. Кептіру кезінде қоршаған ортаға ылғалдың диффузия коэффициентінің мәні әртүрлі кептіру объектілері үшін талшықтардың құрылымдық құрылымына, ылғалдың құрамына және жылу агентінің температурасына байланысты және 10-6 (капиллярлық кеуекті материалдар) 10-12 м/с (аз кеуекті материалдар) аралығында болатындығы анықталды, бұл осы жұмыстың нәтижелерімен байланысты.

Түйін сөздер: мақта талшығы, жылу алмасу, масса алмасу, гидродинамика, сүзу кептіру, кеуектілік, талшықты құрылым материалдары.

УДК 621.91.01

K. Sherov[1], D. Mukhamedyarov[1], M. Mussaev[1], R. Gabdyssalyk[2], A. Kopzhasarova[1]
([1]Karaganda State Technical University, Karaganda, Kazakhstan
[2]East Kazakhstan State Technical University named after D. Serikbayev, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan,
e-mail: shkt1965@mail.ru)

HIGH SPEED MILLING OF SPECIAL CONDUCTOR PARTS FOR ASSEMBLING A LADLE

Abstract. High-speed milling is offered for machining the mounting surfaces of parts of a special conductor. As a result of high-speed milling, the roughness of the treated surface was ensured within the range Ra = 0.3–1.5 mcm, which is quite sufficient to ensure high accuracy of the fitting of the mounting surfaces of the conductor during assembly. The temperature distribution in the cutting zone was also studied by computer simulation using the Explicit Dynamics module of the AnsysWB. The use of high-speed milling eliminates two operations from the technological process of manufacturing parts with mounting surfaces - thermal and grinding.

Keywords. Conductor, mounting surface, high-speed milling, roughness, temperature, ladle.

К.Т. Шеров[1], Д.З. Мухамедьяров[1], М.М. Мусаев[1], Р. Габдысалык[2], А.К. Копжасарова[1]
([1]Карагандинский государственный технический университет, Караганда, Казахстан
[2]Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,
г. Усть-Каменогорск, Казахстан
e-mail: shkt1965@mail.ru)

ВЫСОКОСКОРОСТНОЕ ФРЕЗЕРОВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ СПЕЦИАЛЬНОГО КОНДУКТОРА ДЛЯ СБОРКИ КОВША

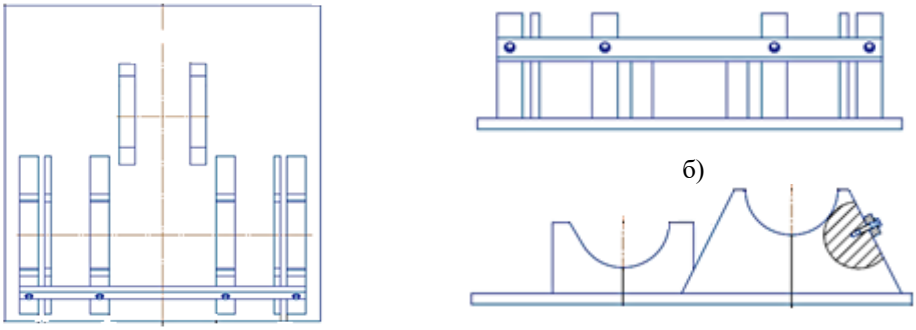
Аннотация. Для обработки установочных поверхностей деталей специального кондуктора предлагается высокоскоростное фрезерование. В результате высокоскоростного фрезерования была обеспечена шероховатость обработанной поверхности в пределах Ra = 0,3 ÷ 1,5 мкм, что вполне достаточна для обеспечения высокой точности прилегания установочных поверхностей кондуктора при сборке. Также исследовано распределение температуры в зоне резания путем компьютерного моделирования с использованием модуля Explicit Dynamics программы AnsysWB. Применение высокоскоростного фрезерования исключает из технологического процесса изготовления деталей с установочными поверхностями две операции - термическую и шлифовальную.

Ключевые слова. Кондуктор, установочный поверхность, высокоскоростное фрезерование, шероховатость, температура, ковш.

Введение. В горнодобывающей промышленности используются в основном подземно-доставочные машины (ПДМ) тяжелых и сверхтяжелых типоразмерных групп в связи со сложными эксплуатационными условиями [1,2]. При проектировании новых конструктивных исполнений ковшей ПДМ возникает задача по доказательству их эффективности и преимуществ, в сравнении с прототипами. Одним из основных продукции производимой ТОО «Борусан Макина Казахстан» (г. Караганда) является ковши погрузочно-доставочной машины (ПДМ) модели CAT R1300. С целью повышения качества изготовления ковша ПДМ модели CAT R1300 специалистами ТОО «Борусан Макина Казахстан» разработан специальный кондуктор для сборки (рис. 1).

Проведенные исследования технологии изготовления специального кондуктора для сборки ковша показали, что качество сборки кондуктора во многом зависит от качества механической обработки установочных поверхностей деталей (см. рис. 2, поверхность 1). Традиционно обработка установочной поверхности предполагает применение чистовых методов обработки, в частности абразивной – шлифование [3,4].

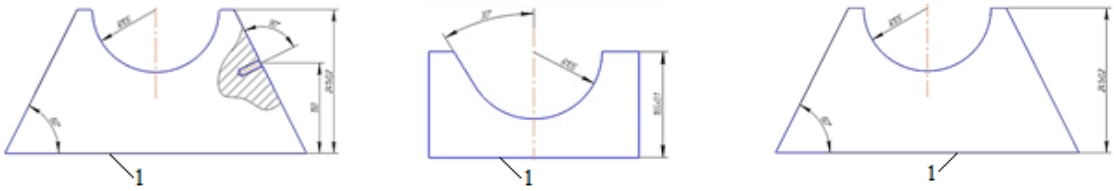
Однако применение абразивной обработки отрицательно влияет на себестоимость изготовления кондуктора, так как большинство поверхностей деталей, в том числе поверхность основания кондуктора тоже будет подвергаться шлифованию. А также появится необходимость термической обработки этих поверхностей. В связи с этим разработка или выбор оптимального способа обработки установочных поверхностей соединяемых деталей кондуктора для сборки ковша является актуальной задачей.



а – вид сверху; б – вид спереди; в – вид сбоку

Рис. 1. Специальный кондуктор для сборки ковша

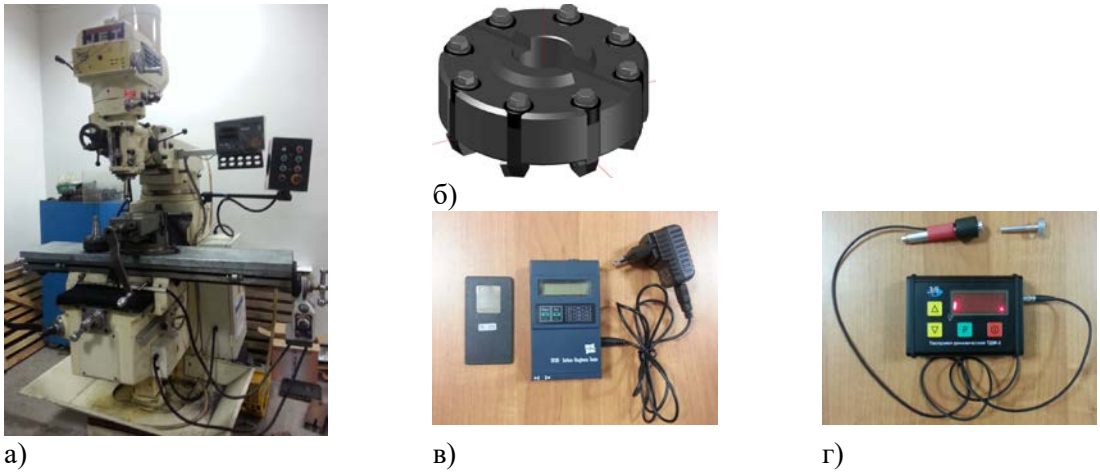
На рисунке 2 показаны эскизы основных деталей специального кондуктора для сборки ковша.



1 – установочная поверхность

Рис. 2. Эскизы основных деталей специального кондуктора

Методика. При выполнении данной работы использованы методы проектирования, натурного эксперимента, компьютерного моделирования и планирование эксперимента. На рисунке 3 показаны фотографии использованного технологического оборудования, режущего инструмента и измерительных приборов.



а – вертикально-фрезерный станок; б – торцовая фреза; в – портативный измеритель (профилометр) шероховатости TR 100; г– малогабаритный динамический твердмер ТДМ-2

Рис. 3. Фотографии использованного технологического оборудования, режущего инструмента и измерительных приборов

Измерения шероховатости и твердости обработанной поверхности проводились с помощью электронных приборов. Был составлен план эксперимента типа 23 для определения зависимости шероховатости (Y) поверхности деталей специального кондуктора от скорости резания (X1), подачи

(X2) и глубины резания (X3). Была определена оценка равноточности опытов и найдены коэффициенты регрессии аппроксимирующего полинома первой степени с учётом эффектов парного взаимодействия [5,6].

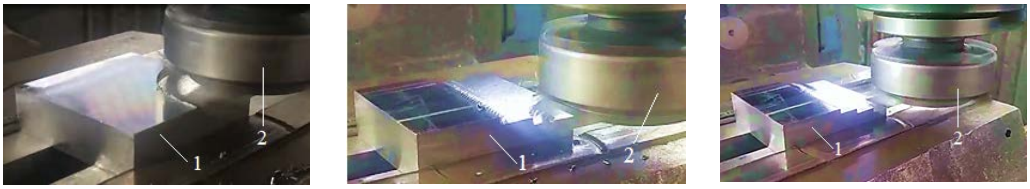
Были рассчитаны и получены кодированные факторы, необходимые для составления плана эксперимента, а также были рассчитаны значения факторов и их уровней, которые приведены в таблице 1.

Таблица 1. **Значения факторов и их уровней**

Параметр	Фактор		
	Скорость вращения шпинделя X1	Скорость подачи X2	Глубина резания X3
Основной уровень $\overline{X}_i$	1000	37,5	4
Интервал варьирования Ii	500	22,5	1
Верхний уровень $\overline{X}_{i\max}$, +1	3000	60	5
Нижний уровень $\overline{X}_{i\min}$, -1	2000	15	3

Адекватность найденного уравнения регрессии прошел проверку. Расчёты были выполнены в Mathcad.

Результаты. Предлагается обработка этих поверхностей высокоскоростным фрезерованием. Для проведения экспериментальных исследований были подготовлены образцы из стали 45. Высокоскоростное фрезерование образцов производилось на вертикально-фрезерном станке модели JTM-1050 VSE JET. Режимы резания варьировались в следующих диапазонах: nшп = 2000 ÷ 3000 об/мин; S = 15 ÷ 60 мм/мин; t = 1 ÷ 5 мм. На рисунке 4 показан процесс высокоскоростного фрезерования.

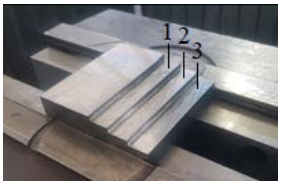


а) б) в)

а – опыт №1 - nшп = 2000 об/мин, S = 15 мм/мин, t = 5 мм; б - опыт №2 - nшп = 2500 об/мин, S = 30 мм/мин, t = 5 мм; в - опыт №3 - nшп = 3000 об/мин, S=60 мм/мин, t = 5 мм;
1 – обрабатываемый образец; 2 - фреза

Рис. 4. Процесс высокоскоростного фрезерования

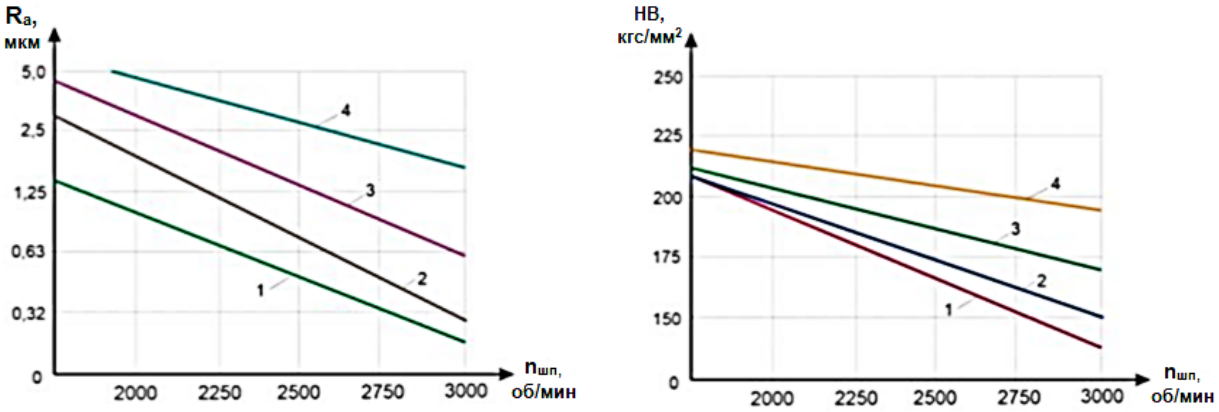
На рисунке 5 показан образец, обработанный при различных режимах фрезерования.



1 - опыт №1; 2 - опыт №2; 3 - опыт №3

Рис. 5. Образец, обработанный при различных режимах резания

На рисунке 6 показаны графики влияние скорости резания на шероховатость и твердость обработанной поверхности



а) б)

а - график влияние скорости резания на шероховатость; б - график влияние скорости резания на твердость; 1 – S=15 мм/мин; 2 – S=30 мм/мин; 3 – S=45 мм/мин; 4 – S=60 мм/мин; t = 2 мм

Рис. 6. Графики влияния скорости резания на шероховатость и твердость обработанной поверхности

В результате высокоскоростного фрезерования была обеспечена шероховатость обработанной поверхности в пределах Ra = 0,3 ÷ 1,5 мкм, что вполне достаточно для обеспечения высокой точности прилегания установочных поверхностей кондуктора при сборке.

Для исследования распределения температуры в зоне резания было выполнено компьютерное моделирование с помощью модуля Explicit Dynamics программы AnsysWB [7,8,9].

Для построения модели были выполнены следующие этапы [10]: разработана CAD модель режущего инструмента и обрабатываемой детали; ввод физических характеристик материалов режущего инструмента и обрабатываемой детали; задан тип контакта между поверхностью режущей пластины и обрабатываемой деталью; условия наложения конечно-элементной сетки.

Среди различных законов поведения материала при больших деформациях, наиболее распространён закон Джонсона-Кука [11,12]. Он учитывает адиабатические сдвиговые явления, вызванные большими пластическими деформациями и значительными градиентами температур. Данный закон устанавливает зависимость напряжения σ от степени ε (%) и скорости деформации, а также от температуры T, и может быть разложен в мультипликативной форме на три функции:

$$\sigma = \left(A + B \cdot \varepsilon^{n}\right)\left(1 + C \cdot \frac{\ln \varepsilon}{\varepsilon_0}\right)\left(1 - \left[\frac{T - T_0}{T_f - T_0}\right]\right) \quad (1)$$

Первый множитель описывает явление наклёпа, второй – динамические процессы, третий – явления отпуска. Множитель, связанный с наклёпом, соответствует напряжению течения постоянной скорости деформации. A-предел эластичности, рассматриваемого материала, B и n соответственно линейные и нелинейные параметры наклёпа.

Второй множитель – мультипликативный фактор, характеризующий динамическое упрочнение материала. Он зависит от эквивалентной скорости пластической деформации. C – коэффициент чувствительности к скорости деформации. Начальную скорость деформации примем равной 1 с-1.

Третий множитель – фактор соответствующий явлению теплового отпуска. T0 –начальная температура. Для температур, находящихся в промежутке между T0 и температурой плавления Tf, напряжение движения сокращается вместе с температурой и стремиться к нулю при T =Tf . При температурах, стремящихся к температуре плавления, напряжение движения практически равно нулю. Таким образом, T0 - это температура, по отношению к которой рассматривается механизм теплового отпуска, а m – показатель степени данного теплового отпуска. Значения параметров модели Джонсона-Кука для материалов заготовки представлены в таблице 2.

Таблица 2. **Параметры модели Джонсона-Кука для заготовки [12]**

Заготовки	A, МПа	B, МПа	C	n	m
Ст. 45	410	280	0,47	0,0037	1,1

Образование и отделение стружки в модели осуществляется на основе закона разрушения материала. Адаптированный критерий разрушения взаимосвязан с законом движения Джонсона-Кука. Разрушение считается для каждого элемента, начиная с момента когда:

$$\omega = \sum \frac{\Delta \bar{\varepsilon}}{\Delta \bar{\varepsilon}_f}, \tag{2}$$

где $\Delta \bar{\varepsilon}$ - инкремент результирующей пластической деформации,

$\Delta \bar{\varepsilon}_f$ - результирующая деформация разрушения материала [13].

Разрушение в материале начинается при ω = 1.

Модель разрушения Джонсона-Кука учитывает термомеханические процессы при больших деформациях. Уравнение результирующей пластической деформации разрушения представлено в виде:

$$\bar{\varepsilon}_f = \left[D_1 + D_2 \cdot \exp(D_3 \cdot \sigma^*)\right] \cdot \left[1 + D_4 \cdot \ln \bar{\varepsilon}^*\right] \cdot \left[1 + D_5 \cdot T^*\right], \tag{3}$$

где σ^* - отношение среднего напряжения (σm) и результирующего напряжения вон Мизеса ($\bar{\sigma}$); $\bar{\varepsilon}^*$ - безразмерная степень пластической деформации с расчётной скоростью деформации $\dot{\varepsilon}$ и пределом, характеризующим момент чувствительности к скорости деформации $\dot{\varepsilon}_0$. Безразмерный температурный коэффициент T* запишется в виде:

$$T^* = \left(T - T_0\right) / \left(T_f - T_0\right), \tag{4}$$

где Tf – температура плавления материала; T0 – начальная температура; D1 – начальная деформация разрушения; D2 – экспоненциальный фактор; D3 – фактор трёхосности; D4 – фактор скорости деформации; D5 – тепловой фактор [14].

Параметры уравнения (3) пластической деформации разрушения заготовки представлены в таблице 3.

Таблица 3. **Параметры пластической деформации разрушения заготовок [12]**

Заготовка	D1	D2	D3	D4	D5
Ст. 45	0	1,3	-0,17	0,063	2,8

В случае, когда критерий разрушения выполняется, вступает в силу критерий развития разрушения. Данный критерий представляет уровень энергии Gf необходимый для развития трещины. После возникновения трещины, поведение материала представляется отношением между напряжением и перемещением, а не между напряжением и деформацией [15]. На рисунке 7 показаны граничные условия, конечно-элементная сетка и нумерация характерных точек на поверхности заготовки

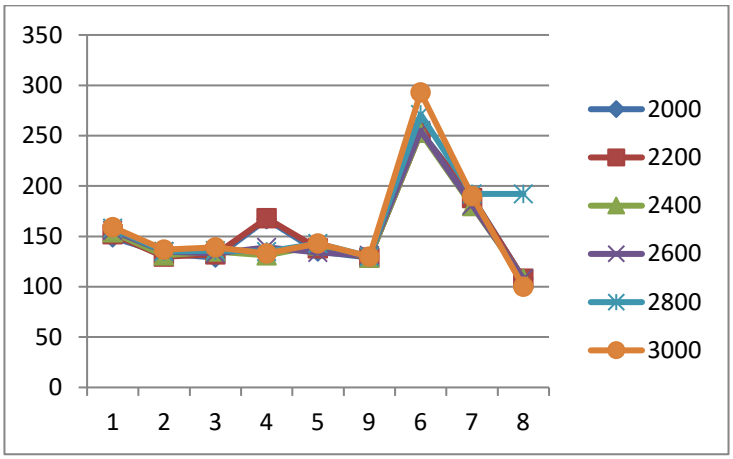


а) б) в)

а - граничные условия; б - конечно-элементная сетка пластины и заготовки; в - характерных точек на поверхности заготовки в зоне фрезерования

Рис. 7. Граничные условия, конечно-элементная сетка и нумерация характерных точек на поверхности заготовки

С целью анализа физических процессов в зоне резания, покажем поверхность заготовки в зоне резания, а также пронумеруем их (см. рис. 7в). Для получения более подробной информации о процессах, протекающих в зоне контакта «инструмент-заготовка» при фрезеровании, обрабатываемую поверхность заготовки разделим на равномерно расположенные точки. Эти характерные точки можно рассмотреть как след режущих пластин, совершающий дугообразный рабочий ход. Для анализа физических процессов в зонах резания построим графики изменения контактной температуры от частоты вращения инструмента. На рисунке 8 показана зависимость контактной температуры от частоты вращения при обработке заготовки из стали 45.



S = 21,6 мм/мин; n = 2000, 2200, 2400, 2600, 2800, 3000 об/мин

Рис. 8. Контактная температура при обработке заготовки из Ст.45

Из графиков видно что с увеличением частоты вращения инструмента наблюдается повышение температуры в контакте «инструмент-заготовка». Рассмотрим график (рис.8) зависимости контактной температуры от частоты вращения при обработке Ст. 45. Для Ст.45 Тпл=1400 0С, температура рекристаллизации составляет Трек ≈600 0С [16]. Из графика видно, что при заданных режимах обработки температура в контакте «инструмент-заготовка» не превышает температуру рекристаллизации, который подтверждает оптимальность заданных режимов обработки.

Для определения температуры в подконтактном слое заготовки были введены координаты характерных девяти точек с одинаковым интервалом в местной системе координат. Были получены значения температуры для стали 45 в исследуемых точках при изменении оборотов фрезы. Результаты исследования показали возможность управления тепловыми процессами при обработке путем выбора оптимальных режимов резания.

Обсуждение. В результате высокоскоростного фрезерования была обеспечена шероховатость обработанной поверхности в пределах Ra = 0,3 ÷ 1,5 мкм, что вполне достаточна для обеспечения высокой точности прилегания установочных поверхностей кондуктора при сборке. Высокоскоростное фрезерование предлагается для обработки установочных поверхностей деталей ново внедренного в производство специального кондуктора. Применение высокоскоростного фрезерования исключает из

технологического процесса изготовления деталей с установочными поверхностями две операции - термическую и шлифовальную. Результаты исследований тепловых процессов в зоне контакта «инструмент-заготовка» при высокоскоростном фрезеровании стали 45 показали возможность управления тепловыми процессами путем выбора оптимальных режимов резания.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Кузьмин Е.В., Хайрутдинов М.М., Зенько Д.К. Основы горного дела. М.: Изд. АртПринт, 2007. – 470с.

[2] Демченко И.И., Плотников И.С. Горные машины карьеров. Учебное пособие. Издательство: ИНФРА-М, 2019. – 250 с.

[3] Ярушин С.Г. Технологические процессы в машиностроении : учебник для бакалавров / С.Г. Ярушин. – М: Изд-во Юрайт, 2015. – 564с.

[4] Шеров К.Т., Сихимбаев М.Р., Муравьев О.П. Прогрессивные методы обработки (учебник). Караганда: Издательство КарГТУ, 2015. –312с.

[5] Юдин Ю.В. Организация и математическое планирование эксперимента: учебное пособие / Ю.В. Юдин, М.В. Майсурадзе, Ф.В. Водолазский. - Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2018. - 124 с.

[6] Афанасьева Н.Ю. Вычислительные и экспериментальные методы научного эксперимента. Учебное пособие / Н.Ю. Афанасьева. - М.: КноРус, 2017. – 423 с.

[7] Sherov K.T., Sikhimbayev M.R., Sherov A.K., Mazdubay A.V., Rakishev A.K. et al. Matematical modeling of thermofrictional milling process using ANSYS WB software / Journal of Theoretical and Applied Mechanics, Sofia, Vol. 47, No. 2 (2017) pp. 24-33.

[8] Sherov K.T., Sikhimbayev M.R., Nasad T.G., Absadykov B.N., Izotova A.S., Okimbayeva A.E., Kuanov I.S.. The research of the steel cutting blade reliability for thermo-frictional processing // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences. 2020. Volume 1, Number 439 (2020), P.122 – 130.

[9] Ducobu F., Rivière-Lorphèvre E., Filippi E. On the importance of the choice of the parameters of the Johnson-Cook constitutive model and their influence on the results of a Ti6Al4V orthogonal cutting model / International Journal of Mechanical Sciences, 122 (2017), pp. 143-155.

[10] Gholamzadeh B., Soleimanimehr H. Finite element modeling of ultrasonic-assisted turning: cutting force and heat generation / Machining Science and Technology An International Journal. Volume 23, 2019 -Issue 6, P. 869-885.

[11] Arfaoui S., Zemzemi F., Dakhli M.,Tourki Z. Optimization of hard turning process parameters using the response surface methodology and finite element simulations / The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, July 2019, Volume 103, Issue 1–4, P. 1279–1290.

[12] Ortiz-De-Zarate G, Sela A, Ducobu F. et al. (4 more authors) (2019) Evaluation of different flow stress laws coupled with a physical based ductile failure criterion for the modelling of the chip formation process of Ti-6Al-4V under broaching conditions. // Procedia CIRP. 17th CIRP Conference on Modelling of Machining Operations (CIRP CMMO), 13-14 Jun 2019, pp. 65-70.

[13] Mukanov R., Kasenov A., Itybayeva G., Musina, Z., Strautmanis, G. Modeling of the cutting head for treating holes in the railway (2019) Procedia Computer Science, Volume 149, P.355-359.

[14] Iturbe A., Giraud E., Hormaetxe E., Garay A., Ostolaza K., Arrazola P.J. Mechanical characterization and modelling of Inconel 718 material behavior for machining process assessment / Materials Science & Engineering A, 682 (2017), pp. 441-453.

[15] Dudak N., Taskarina A., Kasenov A., Itybaeva G., Mussina, Z., Abishev, K., Mukanov R. (2017) Hole machining based on using an incisive built-up reamer. International Journal of Precision Engineering and Manufacturing, Volume 18, Issue 10, P.1425-1432.

[16] Sherov K.T., Sikhimbayev M.R., Mazdubay A.V., Musaev M.M. et al. The research of the temperature impact in tool - metal blank contact on the quality of the cut at thermo-frictional cutting / Mechanics and Mechanical Engineering, Lodz, Poland, Vol. 21, No. 3 (2017) pp.755–762.

Шеров К.Т., Мухамедьяров Д.З., Мусаев М.М., Ғабдысалық Р. Көпжасарова А.К.

Шөмішті құрастыруға арналған арнайы кондуктор тетіктерін жоғары жылдамдықта фрезерлеу

Түйіндеме. Арнайы кондуктор бөлшектерінің орнату беттерін өңдеу үшін жоғары жылдамдықты фрезерлеу тәсілі ұсынылады. Жоғары жылдамдықта фрезерлеу нәтижесінде Ra = 0,3÷1,5 мкм шегінде өңделген беттің кедір-бұдырлығы қамтамасыз етілді, бұл құрастыру кезінде кондуктордың орнату беттерінің жоғары дәлдігін қамтамасыз ету үшін жеткілікті. Сонымен қатар, AnsysWB бағдарламасының Explicit Dynamics модулін пайдалана отырып, компьютерлік модельдеу арқылы кесу аймағында температураның таралуы зерттелді. Жоғары жылдамдықты фрезерлеуді қолдану орнату беті бар тетіктерді дайындаудың технологиялық процесінен екі операцияны - термиялық және ажарлау операциясын алып тастайды.

Кілт сөздер. Кондуктор, орнату беті, жоғары жылдамдықты фрезерлеу, кедір-бұдырлық, температура, шөміш.

УДК 629.7

K. S. Sholanov1, A. T. Serikbay2, A.D. Tulegulov2, A.O. Tleybaeva2, K.M. Maksytova2
(Karaganda technical university1, Kazakh university of technology and business2
E-mail: sholkor@gmail.com, ainura_96_22@mail.ru)

AIR TRAINER BASED ON THE PARALLEL MANIPULATOR SHOLKOR

Abstract. The article provides an overview of air trainers with the STEWART platform. Disadvantages of platforms in solving the direct kinematics problem are revealed. In this regard, we consider the use and synthesis of the structure of the SHOLKOR multi-contour parallel manipulator as supports for air trainers. The manipulator is based on a topological model of two interconnected bodies. the Analysis of research on the synthesis of parallel robot architecture shows that the existing variety of robot architectures are a set of solutions to particular problems and do not have a system orientation. The main functionality of the SHOLKOR parallel manipulator is revealed. As a result, SHOLKOR allows you to purposefully control the movement of the upper platform. A STEWART platform cannot provide spatial positioning of a single point of the mobile platform and spherical movement of the platform.

Key words: platform robot, parallel manipulator, kinematic chain, connecting links, topological model.

К.С. Шоланов[1], А.Т. Серікбай[2], А.Д. Тулегулов[2], А.О. Тлеубаева[2], К.М. Максутова[2]
(Карагандинский технический университет[1],
Казахский университет технологии и бизнеса[2]
E-mail: sholkor@gmail.com, ainura_96_22@mail.ru)

АВИАТРЕНАЖЕР НА БАЗЕ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО МАНИПУЛЯТОРА SHOLKOR

Аннотация. В статье произведен обзор авиатренажеров с платформой STEWART. Выявлены недостатки платформ в решении прямой задачи кинематики. В связи с этим рассматривается применение и синтез строения многоконтурного параллельного манипулятора SHOLKOR в качестве опор для авиатренажеров. Манипулятор строится на основе топологической модели двух взаимосвязанных тел. Анализ исследований по синтезу архитектуры параллельных роботов показывает, что имеющееся многообразие архитектур роботов являются совокупностью решений частных проблем и не имеют системную направленность. Выявлены основные функциональные возможности параллельного манипулятора SHOLKOR. В результате, SHOLKOR дает возможность целенаправленного управления движением верхней платформы, а платформа STEWART не может обеспечить пространственное позиционирование одной точки подвижной платформы и сферическое движение платформы.

Ключевые слова: платформенный робот, параллельный манипулятор, кинематическая цепь, соединительные звенья, топологическая модель.

Введение

Подготовка пилотов на авиатренажёре является важной составляющей в деле обеспечения их безопасной эксплуатации. Высокая эффективность авиатренажеров обусловлена их возможностью передавать динамические нагрузки и обеспечивать подготовку пилотов для действий в нештатных ситуациях. В настоящее время начали применяться авиатренажёры, построенные на базе манипуляционных механизмов с параллельной кинематической структурой, например, платформ STEWART [1]. Они представляют собой динамические системы, имеют шесть степеней подвижности и способны создавать управляемые движения механического объекта. Вместе с компьютерной системой управления платформа STEWART образует манипуляционный авиатренажёр. Система управления движением такого робота включает в себя центральное устройство компьютерного управления и комплекс исполнительных цифровых следящих приводов степеней подвижности с необходимым набором датчиков сигналов обратных связей. Высокая точность и согласованность движений по всем степеням подвижности авиатренажёра достигается благодаря построению робота как мехатронной системы.

Методы

Подвижные платформы получили широкое применение в тренажерных комплексах как средство дополненной реальности. Помимо визуальной информации от происходящего, участник получает физические ощущения перегрузок схожие с аналогичными в реальности. Будучи расположенным

внутри тренажера, человек ощущает воздействия создаваемые отклонениями верхней площадки платформы и отождествляет их с виртуальной действительностью [2].

Основой создания иллюзий любого перемещения в тренажерах является инерция пилота относительно кресла самолета, а если иначе, различие сил инерции действующих на участника его средство передвижения.

В результате контролируемого компьютером изменения длины штоков цилиндров, верхняя платформа создает соответствующие ускорения передаваемые на кресло пилота. В большинстве случаев, как и при полете в настоящем самолете, этих перемещений вполне достаточно для относительно правдоподобного ощущения незначительных перегрузок. При этом, никакие наземные технические решения не позволяют передать невесомость продолжительностью более долей секунд. Как правило, используется некоторая обманная технология, позволяющая сделать похожими физические ощущения. Вероятно, что после прорыва в области преодоления гравитации и управления оной, такое станет возможным.

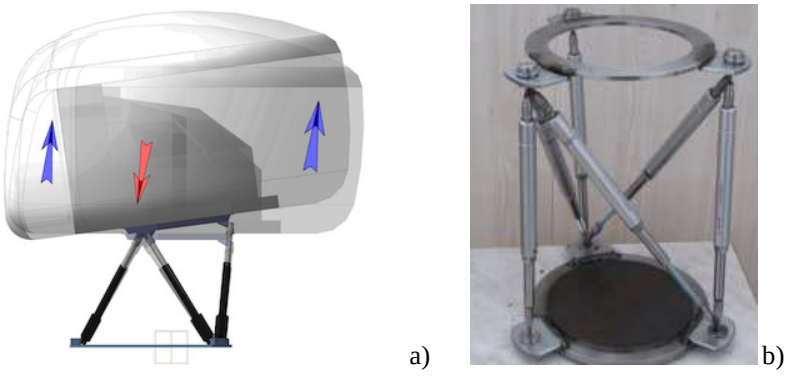
Подвижная платформа создает ускорения ровно во временной промежуток, когда цилиндр изменяет свою длину. Для создания продолжительных эффектов применяется длительное отклонение платформы, принимаемое вестибулярным аппаратом человека за фактическую перегрузку, хотя на самом деле, участник просто не совсем ровно сидит в кресле [3,4].

Рассмотрение вопросов построения и управления движением авиатренажёра на основе манипулятора с параллельной кинематической структурой неотделимо от рассмотрения вопросов, касающихся приводов степеней подвижности робота. Именно комплекс приводов совместно с системой компьютерного управления движением механизма формирует тренажер как динамическую систему, обладающую признаками и свойствами мехатронной системы. В таких авиатренажёрах могут использоваться приводы различных типов: электрические, гидравлические и пневматические. Гидравлические приводы дороги, и их целесообразно применять в тяжелонагруженных роботах большой грузоподъёмности. Электрические приводы обладают высокой точностью и быстродействием. Но они ведут себя излишне «жёстко» и не всегда подходят для тренажёров вождения. Перспективным для авиатренажёров является использование пневматических приводов для управления степенями подвижности роботов – тренажёров на основе платформы STEWART. Пневматические следящие приводы обладают высокой плавностью хода, и это свойство положительно влияет на передачу ощущения движения в авиатренажёрах.

Однако в подвижной платформе STEWART изменяемые координаты связаны между собой так, что перемещение в любом приводе требует одновременного, согласованного перемещения в других приводах соединяющих платформы. Для манипуляторов таких роботов платформенного типа не существует в явном виде решения прямой задачи кинематики. В связи с этими возникают проблемы при создании систем управления, а также при эксплуатации, т.к. отказ одного привода ведет к отказу работоспособности всего робота.

Результаты

В целях улучшения функциональных возможностей параллельных манипуляторов платформенного типа, предлагается платформенный робот SHOLKOR имеющий ряд преимуществ по сравнению с платформой STEWART. На рисунке 1, а предлагается платформа SHOLKOR [5] для авиатренажера с моделью представленной на рисунке 1, b.



a) b)

Рис. 1. Авиатренажер с платформой SHOLKOR

Механическая часть конструкции платформенного робота представляет шестиподвижный параллельный манипулятор SHOLKOR с топологией структуры, представленной на рисунке 2. Здесь показана нижняя платформа 1, и верхняя платформа 2, соединенные соединительными звеньями (СЗ) 3-8 имеющими возможности изменять свои длины. При этом соединительные звенья образуют с платформами в узлах: А1, А2-двухзвенные сферические соединения; в узлах В1, В2-трехзвенные сферические соединения; в узлах С1,С2- четырехзвенные сферические соединения. Далее отметим особенности параллельного манипулятора SHOLKOR, которые определяют важные функциональные возможности нового платформенного робота и являются основанием для выбора этого робота в качестве активной управляемой опоры.

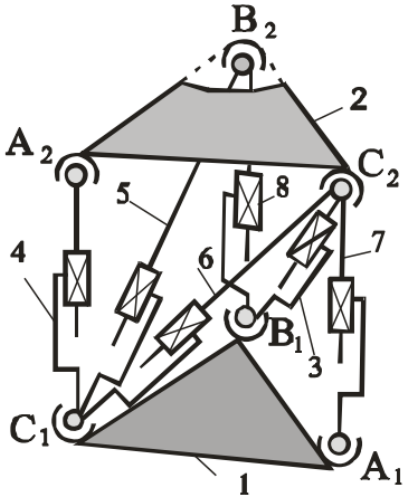


Рис. 2. Схема строения параллельного манипулятора SHOLKOR

Во-первых, можно изменять с помощью управляемых приводов длину любого из шести СЗ независимо от других. При этом, в зависимости от длины СЗ, подвижная платформа занимает строго определенное положение по отношению к неподвижной платформе.

Во-вторых, изменяя с помощью управляемых приводов заданным образом длины определенной совокупности СЗ одновременно или в произвольной последовательности, можно получить любое требуемое пространственное положение подвижной платформы. Следует отметить, что область возможных положений подвижной платформы ограничивается предельными (максимальными, минимальными) длинам СЗ или предельными углами поворотов звеньев в сферических соединениях.

В-третьих, топология структуры нового платформенного манипулятора, на базе которого создан платформенный робот, обеспечивает возможность пространственного движения любой платформы робота как ведущего звена. Из решении прямой задачи кинематики [6] следует, что можно получить пространственные движения верхней платформы относительно нижней двумя способами: 1 способ, (по Эйлеру) путем перемещения в пространстве заданную точку- узел С2 изменением длин СЗ-3,6,7, затем выполняя сферическое вращение относительно узла С2 изменением длин трех СЗ - 4,5,8. Так как каждому положению подвижной платформы соответствуют вполне определенные длины соединительных звеньев, то, обратно, представляется возможным перемещать платформу как ведущее звено, при этом в зависимости от положения подвижной платформы длины СЗ как ведомых звеньев будут однозначно изменяться. Аналогично можно перемещать нижнюю платформу относительно верхней при этом будет изменяться другая совокупность СЗ. Перечисленными выше возможностями не обладает ни один из известных платформ STEWART[7]. Именно благодаря этим функциональным возможностям, рассматриваемый платформенный робот может быть использован в качестве активной управляемой опоры, в которой нижняя платформа как ведущее звено, под действием источника механических воздействий, может совершать пространственные движения относительно верхней платформы, связанной с защищаемым объектом.

Обсуждения

В работе предложено использовать в качестве платформы авиатренажера параллельный манипулятор SHOLKOR. Показаны особенности и преимущества этого манипулятора по сравнению с платформой STEWART. В результате параллельный манипулятор SHOLKOR дает возможность

целенаправленного управления движением верхней платформы, что следует из топологической модели. Платформа STEWART не может обеспечить такие известные движения, как пространственное позиционирование одной точки подвижной платформы и сферическое движение платформы или вращение платформы вокруг некоторой оси.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Принципы создания сквозных управляемых динамических систем применительно к авиационным тренажерам / Н.К. Юрков, А.М. Данилов, Э.В. Лапшин, И.А. Гарькина //Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2009. – № 2. – С. 53–55.

[2] Авиационные тренажеры модульной архитектуры: моногр./ Э.В. Лапшин, А.М. Данилов, И.А. Гарькина, Б.В. Клюев, Н.К. Юрков. – Пенза: Информационно-издательский центр ПГУ, 2010. – 148 с.

[3] Юрков, Н.К. Состояние и перспективы развития авиационного тренажеростроения / Н.К. Юрков, Э.В. Лапшин // Информационные технологии в образовании, науке и производстве: сб. тр. 2-й Междунар. науч.-практ. конф. (Серпухов, 30 июня – 4 июля 2010 г.). – Серпухов, 2010. – С. 554–565.

[4] Лысенко, А.В. Анализ особенностей применения современных активных систем виброзащиты для нестационарных РЭС / А.В. Лысенко, Г.В. Таньков, Д.А. Рындин // Труды международного симпозиума Надежность и качество, 2013. – Т.2. – С. 155–158.

[5] Sholanov K. Platformrobot manipulator. WO/2015/016692. 05.02.2015.

[6] Шоланов К.С. Синтез схемы строения и решение задачи позиционирования параллельного манипулятора платформенного типа// Мехатроника, автоматизация и управление.- 2014.- № 11.- С44-50.

[7] Sholanov K.S. Combined earthquake protection system (variants). WO2015/099519A1, 02.07.2015

[8] Юрков Н.К., Клюев М. В., Исаев Е.В. Measurement of the parameters of three-element nonresonance two-terminal networks at a fixed frequency. MEASUREMENT TECHNIQUES. 2013.

[9] Юрков Н.К., Максимов Е. Ю., Якимов А. Н. A FINITE-ELEMENT MODEL OF THE THERMAL INFLUENCES ON A MICROSTRIP ANTENNA. MEASUREMENT TECHNIQUES. 2013.

[10] Юрков Н.К., Михеев М. Ю., Юрманов В. А., Гудков К. В. A method of automatic verification of Coriolis flowmeters in the field. MEASUREMENT TECHNIQUES. 2013.

[11] Юрков Н.К., Алмаметов В.Б., Затылкин А.В., Григорьев А.В., Кочегаров И.И. Методы обнаружения и локализации латентных технологических дефектов бортовой радиоэлектронной аппаратуры. Монография. 2013. 184 стр.

[12] Юрков Н.К. Патент на изобретение №2013128329 от 20.06.2013. Способ измерения вибраций.

[13] Юрков Н.К. Патент на изобретение №2012130735 от 18.07.2013. Способ определения спектральных колебательных характеристик конструктивных элементов РЭС и установка для его реализации

[14] Юрков Н.К. Свидетельство о регистрации программы ЭВМ и базы данных №2013619752 от 14.10.2013. Программа расчета динамически неопределимых систем автоматизации бортовых радиоэлектронных средств "DISystems v. 1.0"

[15] Программа моделирования динамических процессов в упругих стержневых элементах конструкций электронных средств в условиях внешних вибрационных воздействий "VibroScan v.1.0": Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2013610536 / Затылкин А.В., Рындин Д.А., Лысенко А.В., Голушко Д.А., Юрков Н.К.; заявка № 2012660061; дата поступления 21.11.2012 г. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 9.01.2013 г.

[16] Программная система оценки теплового режима конструкции РЭС: Свидетельство о регистрации электронного ресурса № 16419 / Крылов С.В., Затылкин А.В., Юрков Н.К. № 50201050233; заявл. 25.11.2010; опубл. 06.12.2010. Алгоритмы и программы № 8, 1 с.

Шоланов К.С., Серікбай А.Т., Тулегулов А.Д., Тлеубаева А.О., Максутова К.М.

Параллель базасындағы авиатренажер sholkor манипуляторы

Түйіндеме Мақалада STEWART платформасы бар әуе жаттығуларына шолу жасалды. Кинематиканың тікелей мәселесін шешудегі платформалардың кемшіліктері анықталды. Осыған байланысты көп тізбекті параллель sholkor манипуляторының құрылымын авиатренажерлер үшін тірек ретінде қолдану және синтездеу қарастырылады. Параллель роботтардың архитектурасын синтездеу бойынша зерттеулерді талдау Робот архитектураларының қазіргі әртүрлілігі нақты мәселелерді шешудің жиынтығы екенін және жүйелік бағыты жоқ екенін көрсетеді. Параллель SHOLKOR манипуляторының негізгі функциялары анықталды. Нәтижесінде, SHOLKOR жоғарғы платформаның қозғалысын мақсатты түрде басқаруға мүмкіндік береді, ал STEWART платформасы жылжымалы платформаның бір нүктесінің кеңістіктік орналасуын және платформаның сфералық қозғалысын қамтамасыз ете алмайды.

Кілт сөздер: платформалық робот,

УДК 537.533, 535.31

T.Zh. Shugaeva, I.F. Spivak-Lavrov, S.U. Sharipov
(Aktobe Regional State University named after K. Zhubanova, Aktobe, Kazakhstan
E-mail: tlektes21@mail.ru)

TO THE CALCULATION OF ELECTROSTATIC POTENTIALS OF AXIAl SYMMETRIC AND TRANSAXIAL LENSES

Abstract. The solution of the Dirichlet problem for the Laplace equation in cylindrical coordinates is considered. The approaches are studied that allow such problems for axisymmetric and transaxial corpuscular optical systems to calculate two-dimensional harmonic potentials to find which methods of the theory of functions of a complex variable (TFCV) are used. Simple analytical formulas are found that describe with quite high accuracy the electrostatic potential of the field of a multi-electrode axisymmetric cylindrical lens or mirror. Analytical expressions are also obtained that describe with good accuracy the electrostatic potential of a three-electrode transaxial lens. The accuracy of the found expressions for potentials was checked by comparing with the results obtained using purely numerical methods for calculating potentials using standard programs.

Key words: Laplace equation in cylindrical coordinates; axisymmetric cylindrical lens; transaxial lens.

Т.Ж. Шугаева, И.Ф. Спивак-Лавров, С.У. Шарипов
(Актюбинский региональный государственный университет им. К. Жубанова, Актобе, Казахстан
E-mail: tlektes21@mail.ru)

К РАСЧЕТУ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИХ ПОТЕНЦИАЛОВ ОСЕСИММЕТРИЧНЫХ И ТРАНСАКСИАЛЬНЫХ ЛИНЗ

Аннотация. Рассмотрено решение задачи Дирихле для уравнения Лапласа в цилиндрических координатах. Изучены подходы, позволяющие свети такие задачи для осесимметричных и трансаксиальных корпускулярно оптических систем к расчету двумерных гармонических потенциалов, для нахождения которых используются методы теории функций комплексной переменной (ТФКП). Найдены простые аналитические формулы, которые с достаточно высокой точностью описывают электростатический потенциал поля многоэлектродной осесимметричной цилиндрической линзы или зеркала. Получены также аналитические выражения, с хорошей точностью описывающие электростатический потенциал трехэлектродной трансаксиальной линзы. Проведена проверка точности найденных выражений для потенциалов путем сравнения с результатами, полученными с помощью чисто численных методов расчета потенциалов по стандартным программам.

Ключевые слова: уравнение Лапласа в цилиндрических координатах; осесимметричная цилиндрическая линза; трансаксиальная линза.

1. Введение

Обычно для вычисления потенциалов, описывающих поля корпускулярно-оптических систем (КОС) целесообразно использовать системы координат, которые соответствуют симметрии КОС. В случае двумерных полей скалярный потенциал φ не изменяется вдоль некоторого направления. Если вдоль этого направления направить одну из осей декартовой системы координат, например ось z, то потенциал будут зависеть только от двух других координат x, y. Потенциал, описывающий такие поля, удовлетворяет двумерному уравнению Лапласа

$$\frac{\partial^2\varphi}{\partial x^2}+\frac{\partial^2\varphi}{\partial y^2}=0 \quad (1)$$

Он является гармонической функцией декартовых координат x, y и для его расчета можно использовать мощный аппарат теории функций комплексной переменной (ТФКП).

Потенциалы осесимметричных и трансаксиальных КОС описывают в цилиндрической системе координат ρ, ψ, z . Потенциал электростатического поля φ таких систем зависит только от переменных ρ, z и удовлетворяет уравнению Лапласа:

$$\frac{\partial^2\varphi}{\partial\rho^2}+\frac{1}{\rho}\frac{\partial\varphi}{\partial\rho}+\frac{\partial^2\varphi}{\partial z^2}=0 \quad . \qquad (2)$$

Наиболее общим методом решения граничной задачи Дирихле для уравнения (2) является метод разделения переменных. При этом потенциалы представляются в виде рядов функций Бесселя [1]. Однако эти решения неудобно использовать для численных расчетов. В данной работе найдены приближенные простые выражения для потенциалов цилиндрической осесимметричной линзы и трехэлектродной трансаксиальной линзы, которые с хорошей точностью описывают поля этих систем.

2. Различные аналитические подходы

Общее решение уравнения (2) может быть записано в виде следующего интегрального выражения [1]:

$$\varphi(\rho,z)=\int_{-\infty}^{\infty}B(\lambda)e^{i\lambda z}I_0(\lambda\rho)\,d\lambda+\text{const} \quad . \qquad (3)$$

Вид функции $B(\lambda)$ определяется граничными условиями, которым должен удовлетворять потенциал $\varphi(\rho,z)$. Модифицированная функция Бесселя нулевого порядка, входящая в (3) может быть также представлена интегралом:

$$I_0(\lambda\rho)=\frac{1}{\pi}\int_0^{\pi}e^{-\lambda\rho\cos\beta}\,d\beta \quad . \qquad (4)$$

В результате пространственное распределение потенциала произвольной осесимметричной системы однозначно определятся распределением потенциала на аксиальной оси $U(z)=\varphi(0,z)$ с помощью общей формулы Уиттекера [2]:

$$\varphi(\rho,z)=\frac{1}{\pi}\int_0^{\pi}U(z+i\rho\cos\beta)\,d\beta \quad . \qquad (5)$$

Эту формулу можно также найти в монографиях [3-6], где обсуждаются различные аналитические методы нахождения потенциала осесимметричных систем. Если известно распределение потенциала на оси $U(z)$, то можно также использовать следующее разложение потенциала, удовлетворяющее уравнению (2):

$$\varphi(\rho,z)=U(z)-U''\frac{\rho^2}{4}+U^{(\mathrm{IV})}\frac{\rho^4}{64}-U^{(\mathrm{VI})}\frac{\rho^6}{2304}+\ldots \quad . \qquad (6)$$

3. Расчет поля многоэлектродной осесимметричной линзы

Цилиндрическая осесимметричная линза или зеркало представляет собой круговой проводящий цилиндр, разрезанный плоскостями, перпендикулярными оси цилиндра (ось z) в точках z_k [7]. Эти плоскости делят цилиндр на электроды с потенциалами V_k. Здесь $k=1,2,3,\ldots,N-1$. Такая линза схематически изображена на рис. 1. Здесь V_{k-1}, V_k и V_{k+1} – потенциалы электродов, R – внутренний радиус цилиндрических поверхностей.

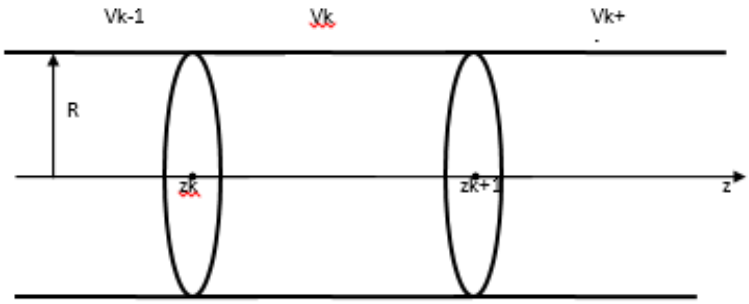


Рис. 1. Схематическое изображение цилиндрической осесимметричной линзы

В приближении, когда зазоры между электродами считаются бесконечно узкими, потенциал такой (N+1)-электродной системы с хорошей степенью точности можно представить в виде [3]:

$$\varphi(\rho,z)=\frac{1}{2}\left(V_N+V_0\right)+\sum_{k=1}^{N}\varphi_k(\rho,z) \quad . \tag{7}$$

Здесь $\varphi_k(\rho,z)$ определяется выражением:

$$\varphi_k(\rho,z)=\frac{1}{\pi}\left(V_k-V_{k-1}\right)\operatorname{arctg}\frac{\operatorname{sh}\left[\frac{\pi}{\sqrt{2}R}\left(z-z_k\right)\right]}{\cos\frac{\pi\rho}{2R}} \quad . \tag{8}$$

Предполагается также бесконечная протяженность первого электрода $-\infty<z\le z_1$ с потенциалом V_0 и последнего электрода $z_{N-1}\le z<\infty$ с потенциалом V_N. Выражение (8) является точным решением двухэлектродной граничной задачи для уравнения

$$\frac{\partial^2\varphi}{\partial\rho^2}+\frac{\partial^2\varphi}{\partial\left(\sqrt{2}z\right)^2}=0 \tag{9}$$

и находится с помощью методов ТФКП. Нетрудно убедиться прямой подстановкой, что выражение (8) для $\varphi_k(\rho,z)$ удовлетворяет уравнению (9).

Отметим, что уравнение (2) сводится к уравнению (9) в приосевой области малых ρ, так как в этой области согласно (6) приближенно выполняется равенство $\frac{\partial^2\varphi}{\partial\rho^2}\cong\frac{1}{\rho}\frac{\partial\varphi}{\partial\rho}\cong-\frac{U''(z)}{2}$. Однако дополнительный анализ показал, что более адекватной аналитической формулой для функций $\varphi_k(\rho,z)$ является следующее выражение, которое лишь незначительно отличается от (8) ($\sqrt{2}z\to 3z/2$):

$$\varphi_k(\rho,z)=\frac{1}{\pi}\left(V_k-V_{k-1}\right)\operatorname{arctg}\frac{\operatorname{sh}\left[\frac{2\pi}{3R}\left(z-z_k\right)\right]}{\cos\frac{\pi\rho}{2R}}. \tag{10}$$

Найдем аналитические выражения для частных производных, используя формулу (10), получим:

$$\frac{\partial\varphi_k}{\partial x}=\frac{\partial\varphi_k}{\partial\rho}=\frac{1}{2R}\left(V_k-V_{k-1}\right)\frac{\sin\left(\frac{\pi\rho}{2R}\right)\operatorname{sh}\left[\frac{2\pi}{3R}\left(z-z_k\right)\right]}{\cos^2\left(\frac{\pi\rho}{2R}\right)+\operatorname{sh}^2\left[\frac{2\pi}{3R}\left(z-z_k\right)\right]}, \tag{11}$$

$$\frac{\partial\varphi_k}{\partial z}=\frac{2}{3R}\left(V_k-V_{k-1}\right)\frac{\cos\left(\frac{\pi\rho}{2R}\right)\operatorname{ch}\left[\frac{2\pi}{3R}\left(z-z_k\right)\right]}{\cos^2\left(\frac{\pi\rho}{2R}\right)+\operatorname{sh}^2\left[\frac{2\pi}{3R}\left(z-z_k\right)\right]}. \tag{12}$$

Для построения эквипотенциалей в плоскости xz, где $y=0$, $\rho=x$, использовалось следующее дифференциальное уравнение:

$$\frac{dz}{dx}=-\frac{\partial\varphi}{\partial x}\Big/\frac{\partial\varphi}{\partial z}, \tag{13}$$

которое интегрировалось численно по x от 0 до R. На рис. 2 приведена картина поля четырехэлектродной осесимметричной системы, у которой $R=1$, $z_1=7.6R$, $z_2=9.6R$, $z_3=11.2R$; $V_0=1$, $V_1=0.3789$, $V_2=0.0710$, $V_3=-0.0863$.

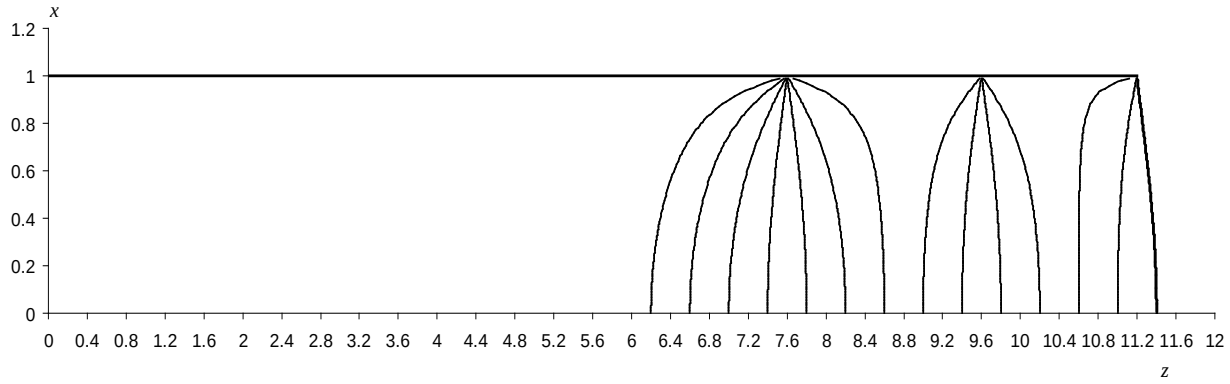


Рис. 2. Эквипотенциальный портрет поля четырехэлектродной КОС.

Расчет проводился для системы, с бесконечно протяженными первым и последним электродами. Здесь первый электрод имеет достаточную протяженность, а последний электрод выполнен в форме замыкающей эквипотенциальной поверхности и имеет потенциал $V_3'=-0.0234$.

В таблице 1. приведены данные, определяющие форму замыкающего электрода. На рис. 3 приведен также график распределения потенциала, рассчитанного по формулам (7) и (10), на оси z при $\rho=0$ для той же электростатической КОС.

Таблица 1

x/R	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	0.95
z/R	11.4	11.397	11.390	11.377	11.360	11.336	11.311	11.286	11.255	11.227	11.213

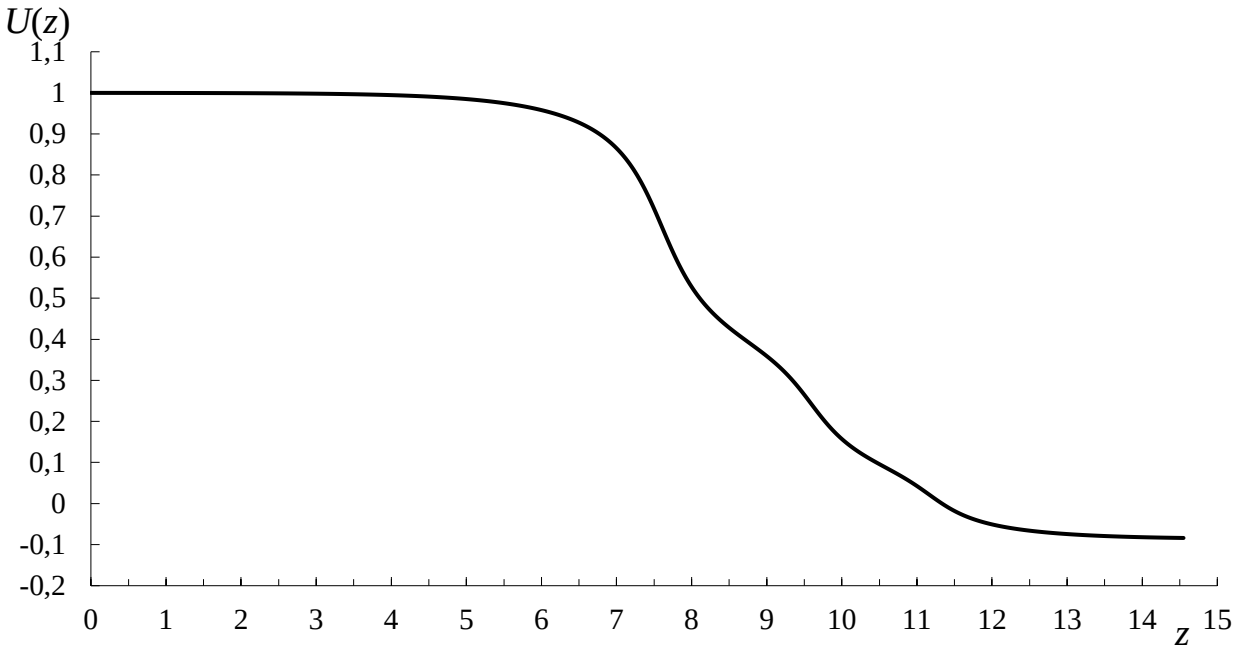


Рис. 3. Распределение потенциала на оси четырехэлектродной КОС

4. Расчет поля трансаксиальной линзы

Трехэлектродная трансаксиальная линза представляет собой две параллельные пластины, разрезанные прямыми круговыми цилиндрами радиуса R_1 и R_2, ось которых совпадает с осью z [8-10]. Такая линза схематически изображена на рис. 4. На рисунке показана также сопутствующая декартовая система координат x, y, z. Начало декартовой системы координат находится в средней плоскости линзы, совпадающей с плоскостью xy; V_0, V_1 и V_2 – потенциалы электродов, d – расстояние между пластинами. Зазоры между электродами считаются бесконечно узкими. Вдали от краев пластин потенциал φ зависит только от переменных $\rho = \sqrt{x^2 + y^2}$ и z.

Вводя безразмерные переменные [11-15]:

$$\eta = \ln\frac{\rho}{R}, \qquad \zeta = \frac{z}{R}, \tag{14}$$

где $R = \sqrt{R_1 R_2}$, получим следующее уравнение для потенциала:

$$e^{-2\eta}\frac{\partial^2\varphi}{\partial\eta^2} + \frac{\partial^2\varphi}{\partial\zeta^2} = 0. \tag{15}$$

Гармоническая составляющая $F(\eta,\zeta)$ электростатического потенциала $\varphi(\eta,\zeta)$ удовлетворяет двумерному уравнению Лапласа и является гармонической функцией безразмерных переменных η и ζ. Поэтому для расчета $F(\eta,\zeta)$ можно использовать аппарат теории функций комплексной переменной (ТФКП). Полученные таким образом аналитические выражения для

потенциала дают хорошее приближением для потенциала $\varphi(\eta, \zeta)$, так как точно удовлетворяет заданным граничным условиям Дирихле и при $\rho \cong R$ ($\eta = 0$) удовлетворяют двумерному уравнению Лапласа.

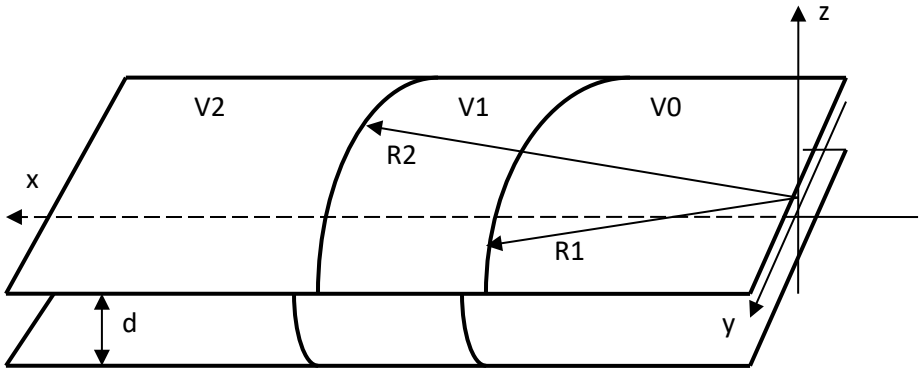


Рис. 4. Схематическое изображение трансаксиальной линзы.

В плоскости $\eta\,\zeta$ имеем электростатическую систему с двумерным полем, изображенную на рис. 5.

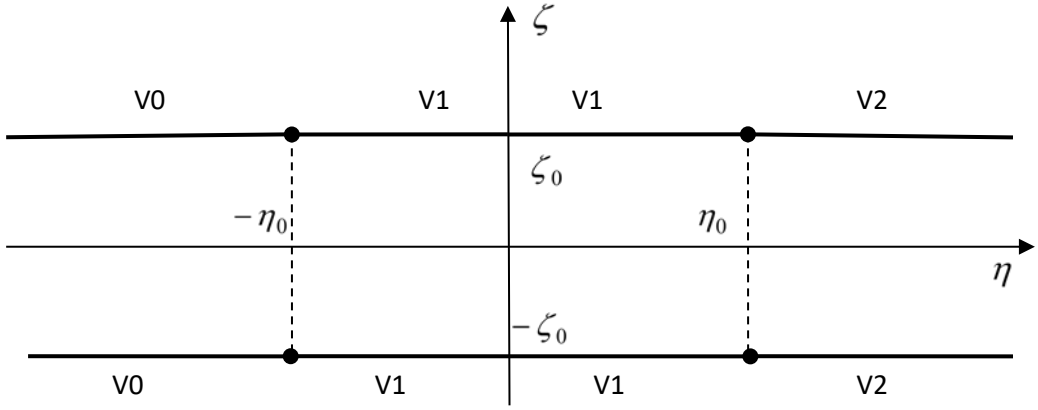


Рис. 5. Трехэлектродная электростатическая система с двумерным полем

В плоскости $\eta\,\zeta$ потенциал $\varphi(\eta, \zeta)$ удовлетворяет следующим граничным условиям при $\zeta = \pm\zeta_0 = \pm\dfrac{d}{2R}$:

$$\varphi(\eta, \pm\zeta_0) = \begin{cases} V_0 \ \text{для}\ \eta < -\eta_0, \\ V_1 \ \text{для}\ -\eta_0 < \eta < \eta_0, \\ V_2 \ \text{для}\ \ \eta > \eta_0. \end{cases} \tag{16}$$

В последней формуле $\eta_0 = \ln\sqrt{\dfrac{R_2}{R_1}}$.

Уравнение (15) для потенциала можно решать методом последовательных приближений, взяв за нулевое приближение гармоническую функцию $F(\eta, \zeta)$, удовлетворяющую граничным условиям (17). Чтобы найти потенциал $F(\eta, \zeta)$ этой системы, отобразим полосу $-\zeta_0 \le \zeta \le \zeta_0$ комплексной плоскости $\omega = \eta + i\zeta$ на верхнюю полуплоскость плоскости $w = u + iv$ с помощью следующего конформного преобразования:

$$w = i\exp\left(\frac{\pi R\omega}{d}\right). \tag{17}$$

Откуда

$$u = -\exp\left(\frac{\pi R\eta}{d}\right)\sin\left(\frac{\pi R\zeta}{d}\right), \qquad v = \exp\left(\frac{\pi R\eta}{d}\right)\cos\left(\frac{\pi R\zeta}{d}\right). \tag{18}$$

В w-плоскости получаем граничную задачу, представленную на рис. 6, где верхним электродам соответствует область $u < 0$, а нижним – $u > 0$.

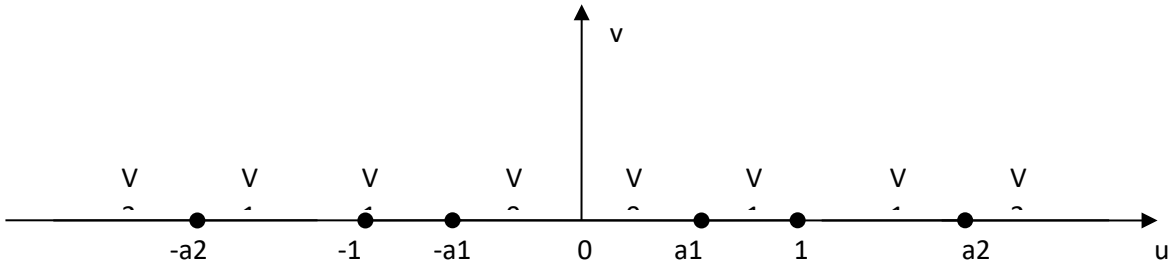


Рис. 6. Граничная задача в w-плоскости.

Распределение потенциала в w-плоскости определяется следующим выражением:

$$F(u,v) = V_2 + \frac{V_0 - V_1}{\pi}\left(\operatorname{arctg}\frac{u+a_1}{v} - \operatorname{arctg}\frac{u-a_1}{v}\right) + \frac{V_1 - V_2}{\pi}\left(\operatorname{arctg}\frac{u+a_2}{v} - \operatorname{arctg}\frac{u-a_2}{v}\right) \tag{19}$$

Здесь

$$a_1 = \exp\left(-\frac{\pi R\eta_0}{d}\right), \quad a_2 = \frac{1}{a_1} = \exp\left(\frac{\pi R\eta_0}{d}\right), \tag{20}$$

Возвращаясь к цилиндрическим координатам ρ и z, запишем также следующее выражение для потенциала:

$$\varphi(\rho,z) = V_2 + (V_0 - V_1)P_1\left(\frac{\rho}{R_1}, z, R\right) + (V_1 - V_2)P_2\left(\frac{\rho}{R_2}, z, R\right), \tag{21}$$

Здесь

$$P_k\left(\frac{\rho}{R_k}, z, R\right) = \frac{1}{\pi}\operatorname{arctg}\frac{2\cos\frac{\pi}{d}z}{\left(\frac{\rho}{R_k}\right)^{\frac{\pi R}{d}} - \left(\frac{\rho}{R_k}\right)^{-\frac{\pi R}{d}}}, \tag{22}$$

где $k = 1,2$. Таким образом, получено простое аналитическое выражение для электростатического потенциала трехэлектродной трансаксиальной линзы.

На рис. 7 приведен график производной потенциала $\varphi_x(x,0)$ вдоль оси x ($\rho = x$) для трансаксиальной линзы, у которой $R_1 = 10d$, $R_2 = 12d$; $V_0 = 1$, $V_1 = 0.1$, $V_2 = 0.6$.

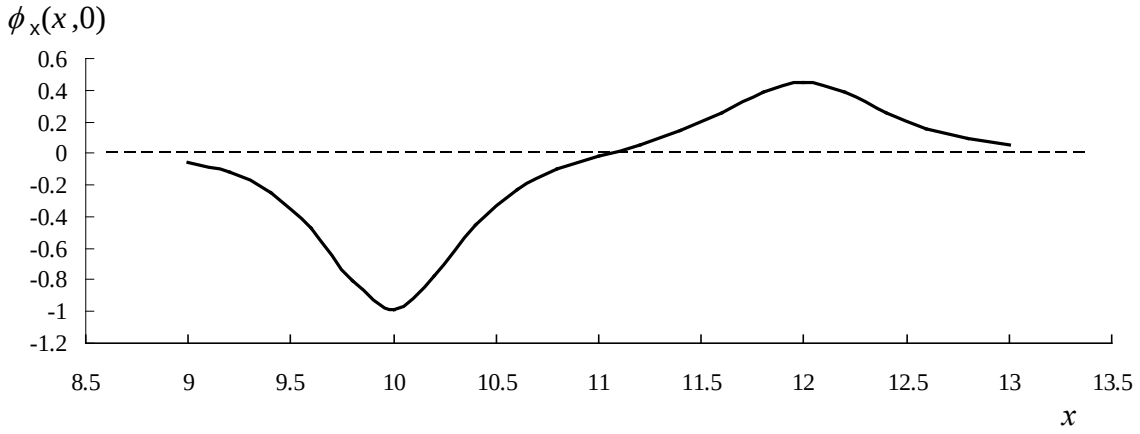


Рис. 7. Распределение производной потенциала вдоль оси x.

5. Заключение

Изучены подходы, позволяющие свети решение уравнения Лапласа для осесимметричных и трансаксиальных корпускулярно оптических систем к расчету двумерных гармонических потенциалов, для нахождения которых используются методы ТФКП. Найдены простые аналитические формулы (7) и (10), которые с достаточно высокой точностью описывают электростатический потенциал поля многоэлектродной осесимметричной цилиндрической линзы или зеркала. Эффективность полученных формул обусловлена тем, что распределение потенциала вдоль оси симметрии $U(z)$ достаточно гладкое (см. рис. 3) и поэтому старшие производные $U(z)$ малы. В результате в разложении потенциала (6) основной вклад дают первые члены, для которых выполняется равенство $\frac{\partial^2\varphi}{\partial\rho^2}\cong\frac{1}{\rho}\frac{\partial\varphi}{\partial\rho}\cong-\frac{U''(z)}{2}$, что приводит к двумерному уравнению Лапласа (9) для потенциала $\varphi(\rho,z)$. При этом переход от двумерного потенциала к осесимметричному сводится к изменению масштаба вдоль оси симметрии.

Аналитические выражения для электростатического потенциала трехэлектродной трансаксиальной линзы (21), (22) также с хорошей точностью описывают поле линзы. Это связано с тем, что в области щелей, где происходит максимальный перепад потенциалов, с хорошей точностью выполняется двумерное уравнение Лапласа.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. – М.: Наука, 1977. 736 с.

[2] Уиттекер Э.Т., Ватсон Дж.Н. Курс современного анализа, т. 2. – М.: Физматгиз, 1963. – 516 с.

[3] Голиков Ю.К., Краснова Н.К. Теория синтеза электростатических энергоанализаторов. – СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2010. – 409 с.

[4] Глазер В. Основы электронной оптики. – М.: ГТТИ, 1957. – 764 с.

[5] Силадьи М.Электронная и ионная оптика. – М.: Мир, 1990. – 639 с.

[6] 6.Hawkes P.W., Spence J.C.H. (Eds.), Springer Handbook of Microscopy, Springer Handbooks. – Springer Nature Switzerland AG, 2019. – 1543 p. (https://doi.org/10.107/978-3-030-00069-1).

[7] Harting E, Read F.H. Electrostatic Lenses. – Amsterdam: Elsevier, 1976. – 324 p.

[8] Bimurzaev S.B., Serikbaeva G.S., Yakushev E.M. Electrostatic Mirror Objective with Eliminated Spherical and Axial Chromatic Aberrations // J. Electron Microscopy, 2003, 52(4), P. 365-368.

[9] Bimurzaev S.B., Serikbaeva G.S., Yakushev E.M. Calculation of Focusing Quality of the Electrostatic Mirror Objective Free of Third-Order Spherical Aberration // Nucl. Instr. Meth. Research A. – 2004. V. 519. – P. 70-75.

[10] Гликман Л.Г. и др. Электронно-оптические параметры трехэлектродных трансаксиальных цилиндрических линз // ЖТФ. – 1971. – Т. 41. – № 2. – С. 330-335.

[11] Кельман В.М., Карецкая С.П., Федулина Л.В., Якушев Е.М. Электронно-оптические элементы призменных спектрометров заряженных частиц. – Алма-Ата: «Наука» КазССР, 1979. – 232 с.

[12] Spivak-Lavrov I.F. Analytical Methods for The Calculation and Simulation of New Schemes of Static and Time-of-Flight Mass Spectrometers // Advances in Imaging and Electron Physics. – Burlington: Academic Press, 2016. – V. 193. – P. 45-128.

[13] Spivak-Lavrov I.F., Baisanov O.A. Nurmukhanova A.A. Ways of Developing Analyzers for Static Mass Spectrometers // Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics. – 2018. – V. 82. – No. 10. – P. 1353–1358.

[14] Спивак-Лавров И.Ф., Нурмуханова А.А., Шугаева Т.Ж. Масс-анализатор с конусовидной ахроматичной призмой и трансаксиальными линзами // Научное приборостроение. – С-Пб, 2019. – Т. 29. – № 1. – С. 116-125.

[15] Spivak-Lavrov I.F., Shugaeva T.Zh., Kalimatov T.S. Mass analyzer with conic achromatic prism and transaxial lenses // International Journal of Mass Spectrometry 444 (2019) 116180.

Шугаева Т.Ж., Спивак-Лавров И.Ф., Шарипов С.У.

Электростатикалық потенциалдарды есептеуге аксиметриялық және трансаксиалды линза

Резюме. Цилиндрлік координаттардағы Лаплас теңдеуі үшін Дирихле есебінің шешімі қарастырылады. Екі өлшемді гармоникалық потенциалдарды есептеуге осесимметриялық және трансаксиалды корпускулярлық оптикалық жүйелер үшін осындай міндеттерді азайтуға мүмкіндік беретін тәсілдер зерттелді, оларды табу үшін күрделі айнымалы функциялар теориясының әдістері (TFKP) қолданылады. Қарапайым аналитикалық формулалар табылды, олар өте жоғары дәлдікпен көп электронды осесимметриялық цилиндрлік линза немесе айна өрісінің электростатикалық потенциалын сипаттайды. Үш электродты трансаксиалды линзаның электростатикалық потенциалын жақсы сипаттайтын аналитикалық өрнектер де алынды. Стандартты бағдарламалар бойынша потенциалдарды есептеудің таза сандық әдістерін қолдана отырып алынған нәтижелермен салыстыру арқылы потенциалдар үшін табылған өрнектердің дәлдігі тексерілді.

ӘӨЖ 004.418
МРНТИ 20.15.13

I. M. Uvaliyeva[1], Zh.A. Mutal [2], A. T. Baidildina[1]
([1]D. Serikbayev East Kazakhstan technical university,
Kazakhstan, Ust-Kamenogorsk
[2] Kazakh Agro-Technical University named after S.Seifullin,
Kazakhstan, Nur Sultan
e-mail: [1]iuvalieva@ektu.kz)

SOFTWARE IMPLEMENTATION OF KPI MONITORING OF PUBLICATION ACTIVITY OF SCIENTISTS

Abstract. This paper discusses the types of scientific publications, qualitative and qualitative indicators of scientific activity and developed object models for meeting the KPI requirements for the publication activity of scientists. The Microsoft Visual Studio programming environment was used to develop a software product for monitoring the publication activity of scientists. The analytical software of the program is based on KPI and OLAP technologies. As a result of the research, a software project "GalymAnaliz" would be developed in C#.

Key words: publication activity, scientific publication, key performance indicators, KPI, OLAP, Microsoft Visual Studio, Key Performance Indicator, Crystal Reports, programming language C#.

И.М. Увалиева[1], Ж.А. Мүтэл[2], А.Т. Байдилдина[1]
([1]Восточно-Казахстанский технический университет им. Д.Серикбаева,
Казахстан, г. Усть-Каменогорск,
[2] Казахский агротехнический университет им. С.Сейфуллина,
Казахстан, г. Нур-Султан,
e-mail: [1]iuvalieva@ektu.kz)

ҒАЛЫМДАРДЫҢ ЖАРИЯЛАНЫМ БЕЛСЕНДІЛІГІНІҢ KPI МОНИТОРИНГІН БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ЖҮЗЕГЕ АСЫРУ

Аңдатпа. Мақалада ғалымдардың ғылыми жариялымдарының түрлері, ғылыми жарияланымдардың сапалық, сандық көрсеткіштері зерттелді және KPI талаптарын орындалуына бақылау жасаудың нысаналы үлгілері құрылды. Ғылыми жариялымдық белсенділігін бақылаудың бағдарламалық құралын құру үшін Microsoft Visual Studio бағдарламалау ортасы қолданылды. Жариялымдылық белсенділігікті бақылау OLAP, KPI технологияларға негізделген аналитикалық қамтама арқылы жүзеге асырылды. Зерттеу нәтижесінде C# тілінде «GalymAnaliz» атты бағдарламалық жоба әзірленді.

Түйінді сөздер: жарияланым белсенділігі, ғылыми мақала, тиімділіктің негізгі көрсеткіштері, KPI, OLAP, Microsoft Visual Studio, Key Performance Indicator, Crystal Reports, C# бағдарламалау тілі.

Кіріспе. Ғылым – бұл табиғат, қоғам және ойлау туралы жаңа білімдерді алуға бағытталған зерттеу ортасы. Қоғамдық өндіріске белсенді әрекет ете отырып, ғылым қоғамдық өмірдің барлық саласын сипаттайды. Қазіргі таңда ғылым қоғамның дамушы күші болып табылады. Ғылыми жұмыс қатаң жоспарланған іс-шаралар болып табылады. Материалдық өндіріс, экономика, саясатта, басқару ғылымы мен білім алуда ғылым қарқынды түрде дамуы керек [1].

Ғылыми-зерттеу жұмысы жоғары оқу орны оқытушысы қызметінің ажырамас бөлігі болып табылады. Оқу үрдісінің, ғылыми-зерттеу және ғылыми-әдістемелік жұмыстың сапасын арттыру институт басшылығымен стратегиялық міндет және өміршеңдігін қамтамасыз ету құралы ретінде қарастырылады [2-4].

Ғылыми нәтижелер бойынша бақылау жүргізу және есепхаттарды қалыптастыру үдерістерінің тиімділігін жоғарылату мақсатында бағдарламалық құралды әзірлеудің қажеттілігі туындады. Бағдарламалық құрал арқылы ЖОО және басқа да ғылыми мекемелердің қызметкерлерінің жариялымдық белсенділігін бақылауға, ғылыми мақалалар бойынша белгілі бір талаптардың орындалуын қадағалауға және болжауға мүмкіндік пайда болады [5-7]. Осылайша ғылыми-зерттеу жұмыстары бойынша құжаттардың автоматты түрде қалыптасуы арқылы бұл бизнес-үдерістердің сапасы жоғарылайды.

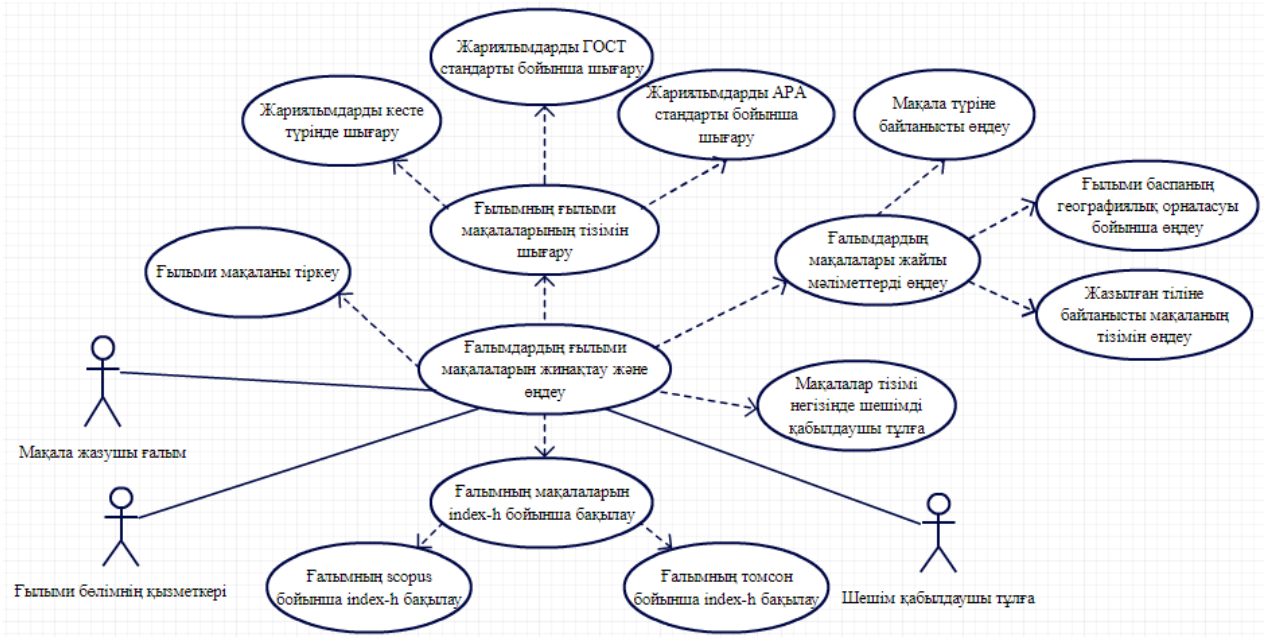
Ғылыми жарияланымдардың көптеген түрлері бар: білім және ғылым бөлімінің комитеті ұсынған журналдардағы жариялымдар; конференция материалдарындағы жариялымдар; индекстелген журналдардағы жариялымдар; басқа басылымдар; потенттер, авторлық куәлік; монография; оқулықтар мен оқулық құралдары; тезистер т.б. [8,9]

Зерттеу мақсаты – ғалымдардың ғылыми мақалаларды жинақтау мен өңдеуге арқылы ғалымдардың ғылыми мақалаларын және жариялымдылық белсенділігін бақылаудың бағдарламалық құралын әзірлеу және сипаттау

Ғалымдардың жариялымдылық белсенділігін бақылау үдерістерін объектілі үлгілері

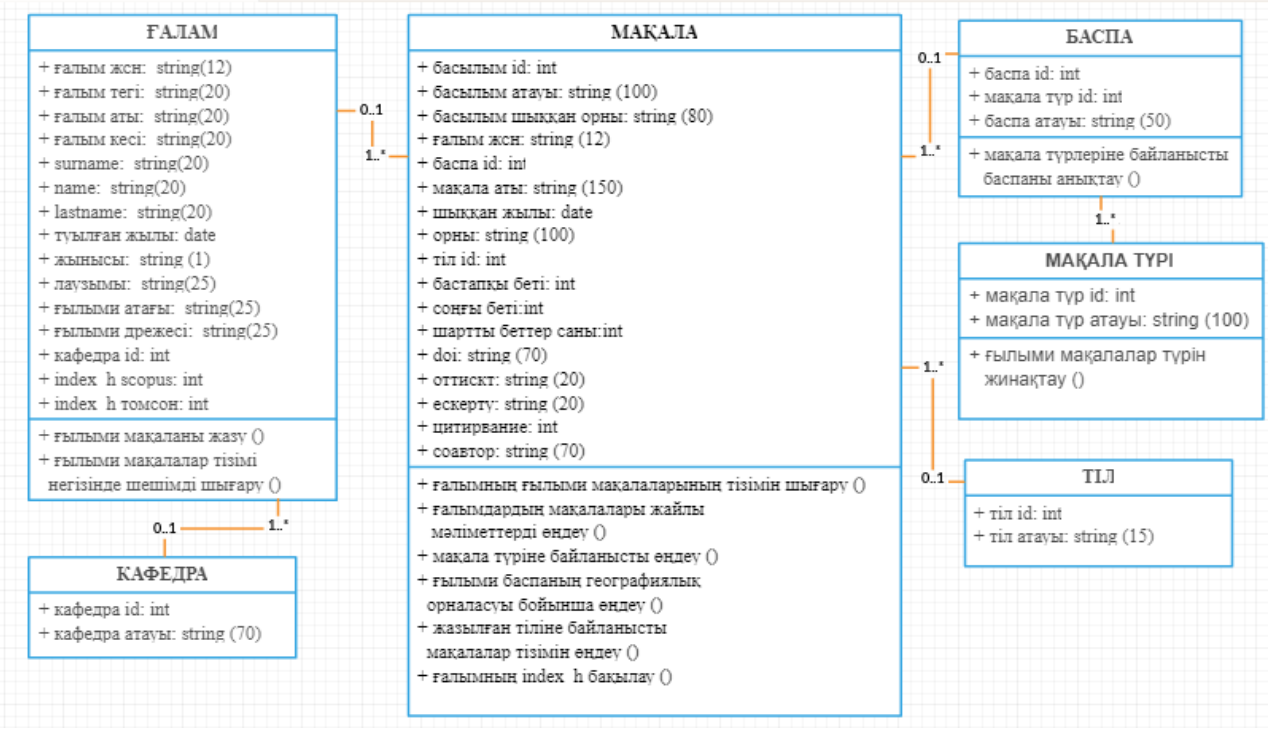
Пайдалану нұсқаларының диаграммалары жүйенің қызмет етуінің бағытын немесе осы жүйе не істеу керектігін сипаттайды. Ғалымдардың ғылыми мақалаларын жинақтауды және өңдеуді сипаттайтын бизнес-үдерістердің пайдалану нұсқасының диаграммасы сурет 1-те көрсетілген.

Класстар диаграммасы төбелері құрылымдық қатынастардың әртүрлі типтерімен байланысқан «жіктеуіш» типіндегі элементтер болатын граф. Класстар диаграммасы объектік-бағдарланған бағдарламалау каластарының терминологиясында жүйе моделінің статикалық құрылымын ұсыну үшін қызмет етеді [10].



Сурет 1. Пайдалану нұсқаларының диаграммасы

Сурет 2-де класс диаграммасы көрсетілген.



Сурет 2. Класс диаграммасы

Ғалымдардың жарияланым белсенділігінің KPI мониторингісі

Ғылыми-зерттеу жұмысы жоғары оқу орны оқытушысы қызметінің ажырамас бөлігі болып табылады [11]. Ғылыми жарияланым бойынша бақылау жүргізудің нәтижесіне ғалымдардың әр түрлі талаптарды (KPI) орындауын бақылаудың автоматтандыруың қажеттілігі туынады. Ғылыми талаптардың негізгі бес KPI түрі анықтап алынды [10]:

- дипломдық жобаның жетекшісі болу талаптарын орындау KPI;
- магистранттардың жетекшісі болу талаптарын орындау KPI;
- докторанттардың жетекшісі болу талаптарын орындау KPI;
- доцент атағын алу талаптарын орындау KPI;
- профессор атағын алу талаптарын орындау KPI.

KPI (аббревиатураның толық жазылуы: Key Performance Indicator) - нақты қызмет тиімділігінің және нақты алынған нәтижелердің сандық өлшенетін көрсеткіші. KPI қарапайым сөздермен – қызметтің немесе процестің нақты тиімділігін бағалауға болатын көрсеткіштердің (индикаторлардың) қатары [12].

Ғылыми нәтижелердің көмегімен анықталған KPI талаптары кесте 1-де көрсетілген.

Кесте-1. **KPI талаптары**

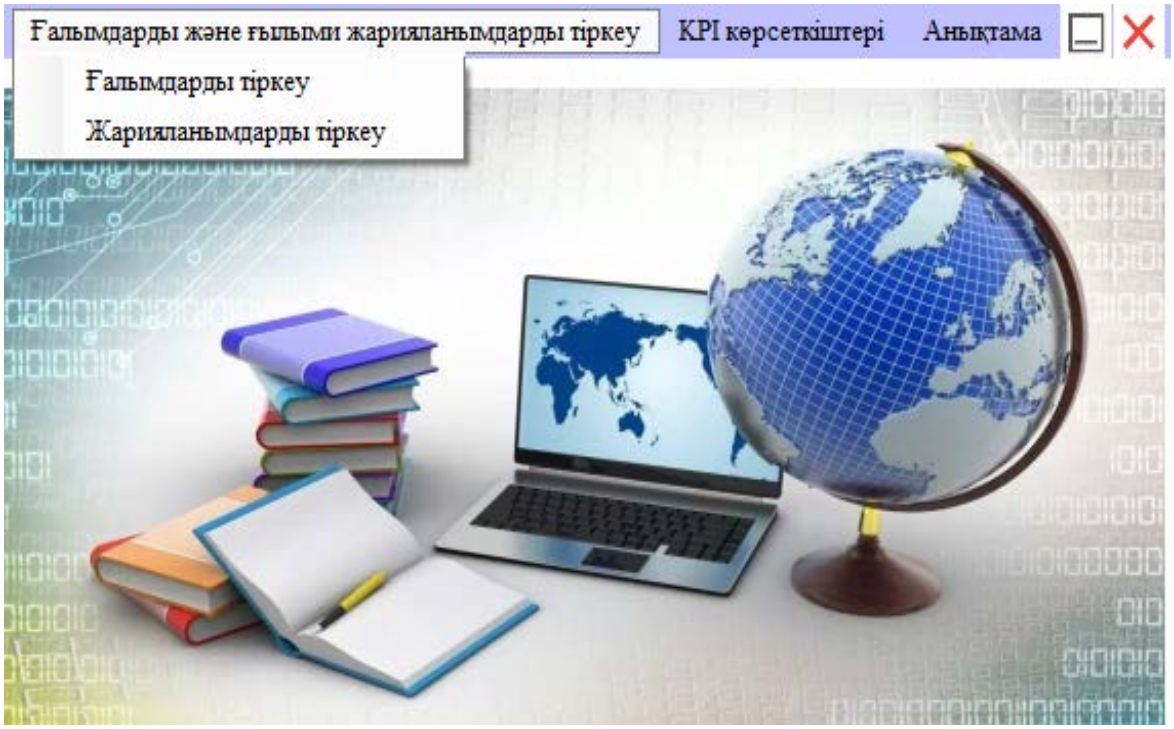
№	Сипаттамасы	Мақала түрі	Жариялым дар саны	Әр талап (мақала) үлесі
1	Дипломдық жобаның жетекшісі болу талаптарын орындау KPI	БжҒБК ұсынған журналдардағы мақалалар	2	50%
2	Магистранттардың жетекшісі болу талаптарын орындау KPI	БжҒБК ұсынған журналдардағы мақалалар	10	8,34%
		Оқулықтар мен оқулық құралдары	2	
3	Докторанттардың жетекшісі болу талаптарын орындау KPI	индекс Хирша	2	4%
		Индестелген журналдардағы мақалалар	2	
		Оқулықтар мен оқулық құралдары	1	

		БжҒБК ұсынған журналдардағы мақалалар	20	
4	Доцент атағын алу талаптарын орындау KPI	БжҒБК ұсынған журналдардағы мақалалар	10	3,7%
		Индестелген журналдардағы мақалалар	2	
		Барлық мақалалар саны	14	
		Монография	1	
5	Профессор атағын алу талаптарын орындау KPI	БжҒБК ұсынған журналдардағы мақалалар	20	2%
		Индестелген журналдардағы мақалалар	3	
		Барлық мақалалар саны	28	
		Монография	1	
		Оқулықтар мен оқулық құралдары	1	

KPI бақылаудың бағдарламалық қамтамасын құру

Жоғарыда анықталған KPI талаптарын автоматтандыруды Microsoft Visual Studio ортасында бағдарламалық қамтамасы әзірленді. Microsoft Visual Studio – бағдарламалық жасақтама және басқа да бірқатар құралдар үшін интеграцияланған әзірлеу ортасын қамтитын Microsoft өнім желісі [13]. Бұл өнімдер сізге Windows Forms технологиясын қолдану, сондай-ақ веб-сайттар, веб-қосымшалар, веб-қызметтер, барлық платформалар үшін жергілікті және басқарылатын кодта графикалық интерфейспен консольдық қосымшаларды дамытуға мүмкіндік береді.

Microsoft Visual Studio ортасында C# бағдарламалау тілі қолданылды [14]. Бағдарламалық қамтаманың негізгі беті төменде (сурет-3) көрсетілген.



Сурет 3. Бағдарламалық қамтаманың негізгі терезесі

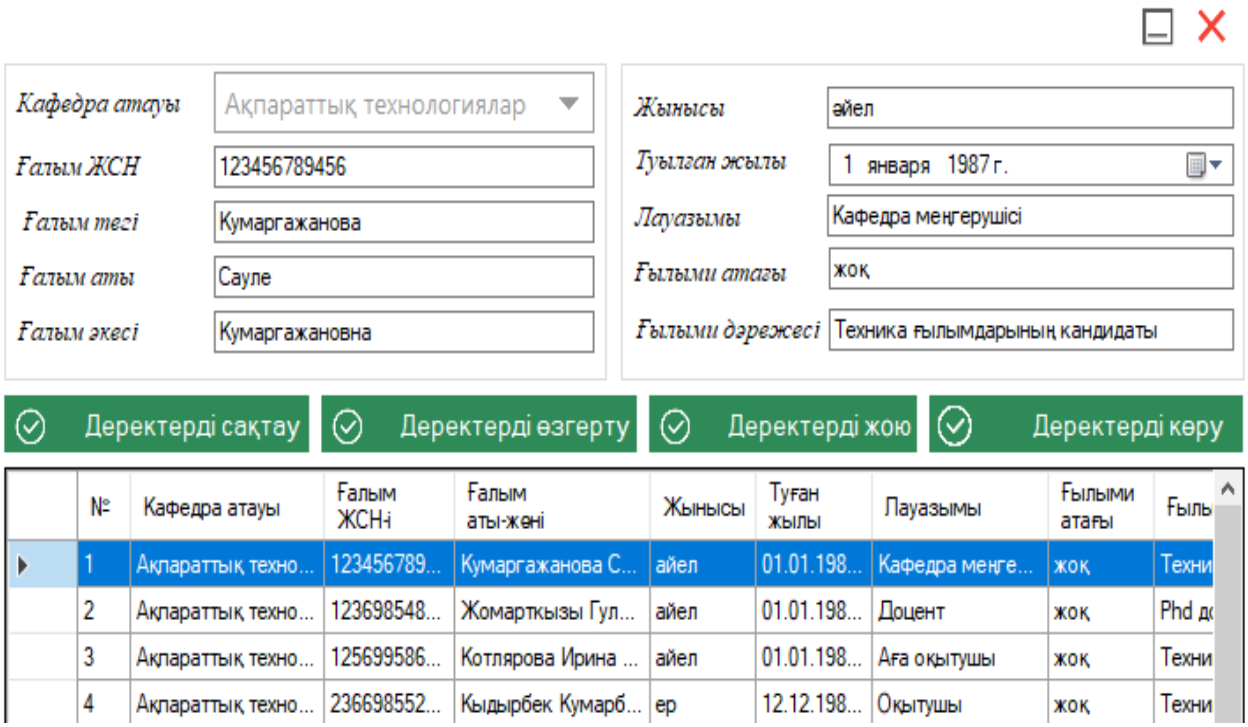
Мәзірде 3 пункт көрсетілген:

1. Ғалымдарды және оның ғылыми жариялымдарын тіркеу пункті;

2. KPI көрсеткіштері пунктінде ғалымдардың әр түрлі талаптарды (KPI) орындауына бақылау жүргізілген.

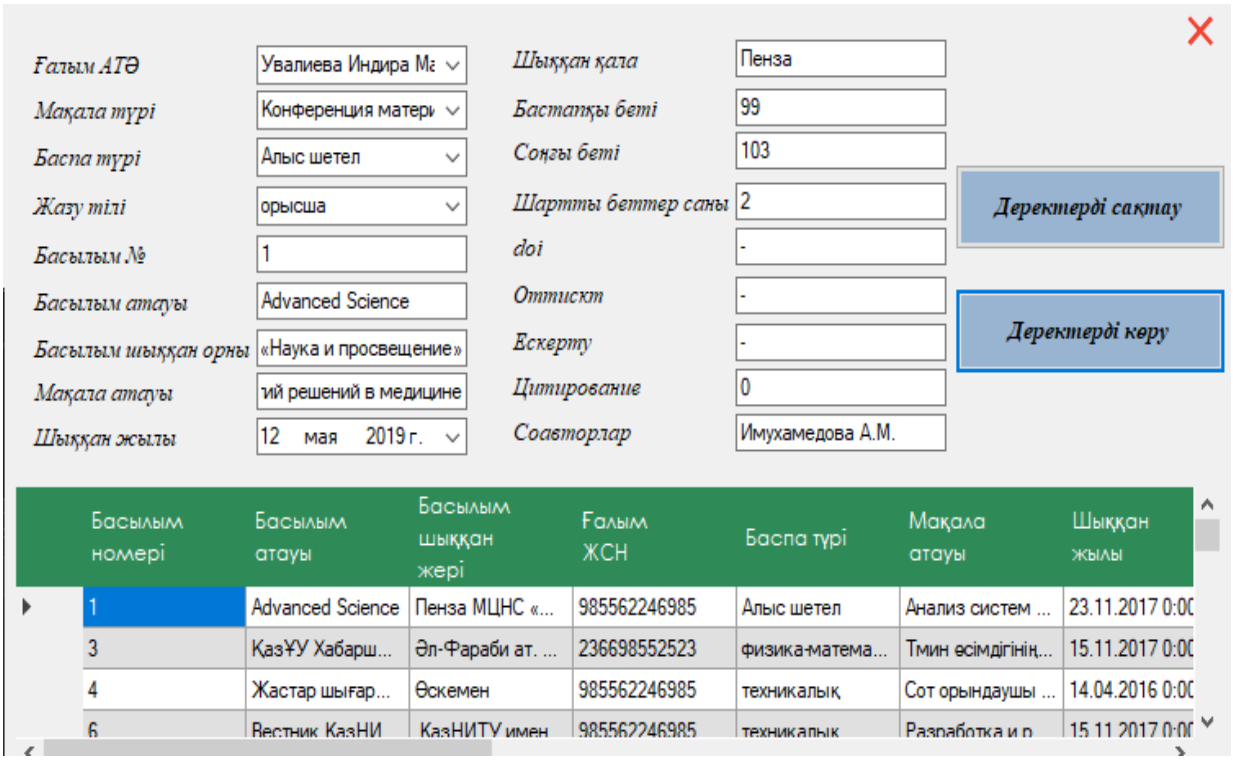
3. Анықтама бөлімінде осы бағдарламада автоматты түрде таңдалатын мақала түрін, баспа түрін және мақаланы жазу тілін алдын ала енгізу жасалынған.

Ғалымдар туралы мәліметтерді тіркеу сурет 2-те көрсетілген.



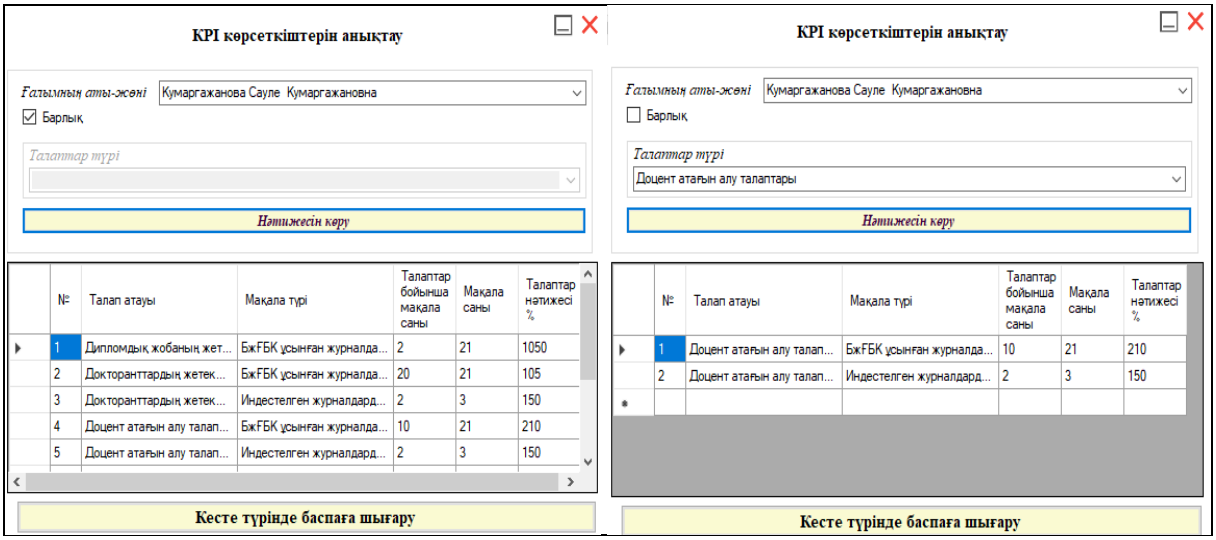
Сурет 4. Ғалымдарды тіркеу беті

Сондай-ақ бұл бөлімде ғалымдарды тіркеу барысында қателіктер болған жағдайда оны өзгертуге немесе жоюға болады. Ғалымдар туралы мәліметтерді енгізіп болғаннан кейін оның жарияланымдарын енгізу сурет 5-те көрсетілген.



Сурет 5. Ғалымдардың жарияланымдарын енгізу терезесі

Ғалымардың ғылыми жарияланымдарының көмегімен орындалған KPI талаптары сурет 6-да көрсетілген.



Сурет 6. KPI талаптарының нәтижесін анықтау терезелері

Жоғарыда белгілі бір ғалымның бес KPI талабы бойынша жасалған нәтижесі көрсетілген. Сондай-ақ бұл бөлімде біз белгілі бір KPI талабын таңдау арқылы да нәтижелерін көре аламыз.

Осы пункте «Кесте түрінде баспаға шығару» батырмасы бар. Бұл батырманың көмегімен белгілі бір ғалым туралы алған нәтижемізді WORD құжат түрінде (сурет-7) шығара аламыз. Мәліметтерді құжат түрінде қалыптастыру үшін Crystal Reports-тың көмегімен макет жасап алынды.

СПИСОК
научных трудов доктора PhD
Увалиевой Индиры Махмутовны

№	Наименование	изд.жур.№.год	Соавторы
0	Анализ систем поддержки принятий решений в медицине	Advanced Science. - Пенза. -2017. -№1. С.99-101.	Исмухамедова А.М.
1	Тмин өсімдігінің қара, зеравшан және үнді түрлерінен биологиялық белсенді заттар алу тәсілі	КазҰУ Хабаршысы. - Алматы. -2017. -№3. С.34-37.	Қыдырбек А.М.
2	Сот орындаушы қызметін OLAP технологиясымен талдау	Жастар шығармашылығы – Казакстанның инновациялық дамуына. -Өскемен. - 2016. -№4. С.11-13.	Актаева С.
3	Разработка и реализация модели диагностики автомобилей	Вестник КазНИТУ. - Алматы. -2017. -№6. С.268-276.	Нурумов Ж.Ж.

Сурет 7. Ғалымның мақалалар тізімін белгілі бір форматта шығару

Analysis Services қызметтері интерактивтік аналитикалық өңдеуді (OLAP) және деректердің зияткерлік талдауы бойынша күрделі шешімдердің құрастыруын жеңілдетеді. Analysis Services қызметтерінің құралдары жобалауды, кубтардың және деректер сақтауыштарынан деректердің зияткерлік талдау модельдерін құрастыруын қамтамасыз етеді, сондай-ақ OLAP-деректеріне жеке клиенттік қолжетімділікті ұсынады [13].

Crystal Reports – пайдаланушыларға графикалық жобалау және макет есептерін қосуды ұсынады. Database Expert пайдаланушылары ең таңдаулы деректер көздерінен табуға болады, соның ішінде Microsoft Excel, электрондық деректер базалары, Oracle базасы, Microsoft SQL Server базасы, Microsoft Access базасы, BusinessObjects Enterprise және жергілікті файлдық жүйелерде. Excel-ге ДБ-ғы деректерді көшіру сурет 8-де көрсетілген.

KPI бақылаудың бағдарламалық қамтамасыз ету архитектурасы

Бағдарламаның деректер базасы Microsoft SQL Server 2019 ортасында жобаладныж, Клиенттік жоба Microsoft Visual Studio ортасында жүзеге асырылды. Деректер базасының есеп-хаттары Microsoft SQL Server-дің Business Intelligence Development Studio компоненті арқылы және Crystal Reports құралы көмегімен жүзеге асырылды, ал KPI көрсеткіштер Microsoft SQL Server-дің Analysis Services қызметімен есептелді.

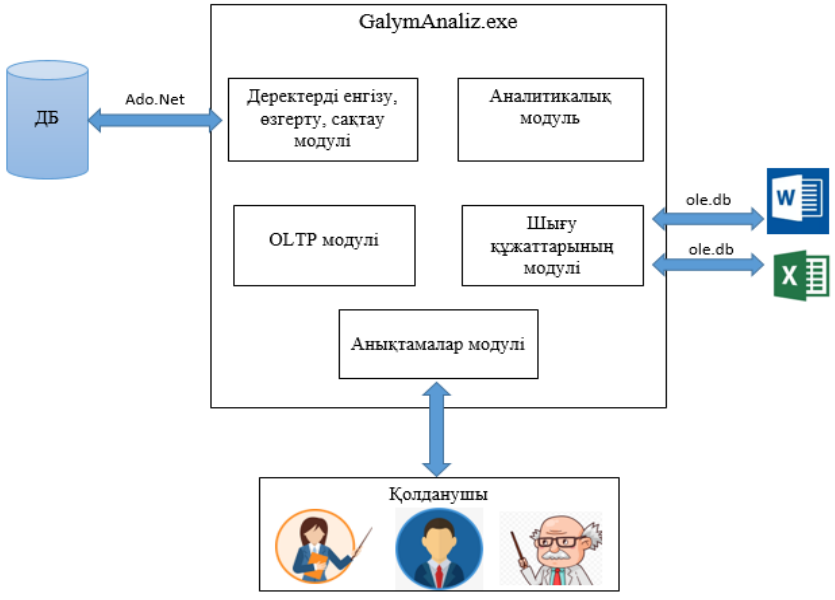
	Ғалымның аты-жөні	Ғылыми дәрежесі	Мақала түрі	Басп түрі	Басылым номер	Басп тілі	Басылым атауы	Мақала атауы	Шыққан орны	Жылы	Бастапқы	Соңғы бет
3	Увалиева Индира Махмутовна	Доктор Phd	Конференция материалдарындағы мақалалар	Алыс шетел	1	орысша	Advanced Science	Анализ систем поддержки принятий решений в медицине	Пенза МЦНС «Наука и просвещение»	2017	99	101
4	Қадырбек Құмарбек	Магистр технических наук	БжҒБК ұсынған журналдардағы мақалалар	физика-математикалық	3	қазақша	ҚазҰУ Хабаршысы	Тыын өсімдігінің қара, зеравшан және үнді түрлерінен биологиялық белсенді заттар алу тәсілі	Әл-Фараби ат. ҚазҰУ	2017	34	37
5	Увалиева Индира Махмутовна	Доктор Phd	БжҒБК ұсынған журналдардағы мақалалар	техникалық	4	қазақша	Жастар шығармашылығы – Қазақстанның инновациялық дамуына	Сот орындаушы қызметін OLAP технологиясымен талдау	Өскемен	2016	11	13
6	Увалиева Индира Махмутовна	Доктор Phd	БжҒБК ұсынған журналдардағы мақалалар	техникалық	6	орысша	Вестник КазНИТУ	Разработка и реализация модели диагностики автомобилей	КазНИТУ имени К.И. Сатпаева	2017	268	276
7	Увалиева Индира Махмутовна	Доктор Phd	БжҒБК ұсынған журналдардағы мақалалар	техникалық	7	қазақша	Жастар шығармашылығы – Қазақстанның инновациялық дамуына	Денсаулық сақтау көрсеткіштерін интеллектуалдық өңдеудің аналитикалық жүйесін құру	Өскемен	2018	261	265
8	Увалиева Индира Махмутовна	Доктор Phd	Конференция материалдарындағы мақалалар	Алыс шетел	16	орысша	Международной научно-практической конференции «European research»	Программная реализация информационно – аналитической системы мониторинга объектов образования	Пенза МЦНС «Наука и просвещение»	2018	32	36
9	Увалиева Индира Махмутовна	Доктор Phd	БжҒБК ұсынған журналдардағы мақалалар	техникалық	7	ағылшынша	Творчество молодых – инновационному развитию Казахстана ВКГТУ им. Д.Серикбаева	Development of the program for conversion of the text from cyrillic to latininci	Усть-Каменогорск	2018	302	306
10	Қорабай Улан Алтынбекұлы	Магистр технических наук	БжҒБК ұсынған журналдардағы мақалалар	химиялық	3	орысша	Вестник КазНУ	Состав плазмы бериллия	КазНУ им. аль-Фараби	2017	4	8
11	Қорабай Улан Алтынбекұлы	Магистр технических наук	БжҒБК ұсынған журналдардағы мақалалар	химиялық	3	орысша	Вестник КазНУ	Моделирование параметров пылевой плазмы в смеси газов Ar-H2	КазНУ им. аль-Фараби	2017	13	20
12	Қорабай Улан Алтынбекұлы	Магистр технических наук	БжҒБК ұсынған журналдардағы мақалалар	химиялық	1	ағылшынша	Bulletin of the Karaganda University	Physical processes in Gunn diode and energy balance	Karaganda State University	2017	15	20
13	Қорабай Улан Алтынбекұлы	Магистр технических наук	БжҒБК ұсынған журналдардағы мақалалар	химиялық	4	орысша	Вестник КазНУ	Разработка математической модели диэлектрического барьерного разряда	КазНУ им. Ал-Фараби	2018	21	26

Сурет 8. Excel-ге ДБ-ғы деректерді көшіру

Ғалымдардың ғылыми мақалаларды жинақтау мен өңдеуге арналған бағдарламалық жоба құрылымына 72 файл кіреді. Бағдарламалық жоба Visual Studio 2019 ортасында C# тілінде жүзеге асырылды [14]. Жоба құрамында келесідей кеңейтілімдері бар файлдар кірді: .cs; .resx; .config; .csproj; .sln; .nupkg; .p7s; .dll; т.б.

Бағдарламалық жоба құрылымы бойынша келесідей модульдерден тұрады: ғалым және мақалалар жайлы деректер; аналитикалық модуль; шығу құжаттарды қалыптастыру модулі; анықтамалар модулі.

Ғалымдардың ғылыми мақалаларды жинақтау мен өңдеуге арналған бағдарлама архитектурасы сурет 9-да көрсетілген.



Сурет 9. Бағдарламалық жүйенің архитектурасы

Қорытынды

Мақалада ғалымдардың ғылыми мақалаларын жинақтауға, өңдеуге және талдауға арналған бағдарламалық құрал әзірледі. Әзірленген бағдарламалық құрал арқылы ғалымдардың ғылыми жариялымдық белсенділігін бақылауға мүмкіндік береді. Бағдарламалық құрал Microsoft Visual Studio-ның көмегімен C# тілінде жасалды. Ғалымдардың ғылыми мақалаларды жинақтау мен өңдеуге арналған «GalymAnaliz.exe» атты бағдарламалық жобаның деректер қоймасы SQL Server 2016 деректерді басқару жүйесінде жобаланды және Visual Studio 2019 ортасының C# тілінде жүзеге асырылды.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Юрченко С. Г. Показатели публикационной активности авторов научного журнала в оценке качества научной работы в современном университете //Вестник Научно-методического совета по природообустройству и водопользованию. – 2019. – №. 15. – С. 5-15.

[2] Zolochevskaya E., Popova E., Medyakova E. Public Procurement Management as a Factor of National Sustainability (the Case of KPI Implementation in Russia) //IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – IOP Publishing, 2019. – Т. 272. – №. 3. – С. 032110.

[3] Кукарцев В. В., Садовский И. Д., Соколовский Н. В. Система управления и мониторинга публикационной активности авторов. – 2019.

[4] Z. Tan, N. Cai and J. Zhou, "An agent-based simulation model to analyze journal impact factor," 2018 Chinese Control And Decision Conference (CCDC), Shenyang, 2018, pp. 3681-3686, doi: 10.1109/CCDC.2018.8407762.

[5] A. Biloshchytskyi, A. Kuchansky, Y. Andrashko, S. Biloshchytska and O. Danchenko, "Development of Infocommunication System for Scientific Activity Administration of Educational Environment's Subjects," 2018 International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications. Science and Technology (PIC S&T), Kharkiv, Ukraine, 2018, pp. 369-372, doi: 10.1109/INFOCOMMST.2018.8632036.

[6] I. Valova and Y. Kalmukov, "Web-based university staff's publication analysis system," 2018 41st International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO), Opatija, 2018, pp. 1482-1486, doi: 10.23919/MIPRO.2018.8400267.

[7] Y. Klochkov, "Analysis of the Publication Activity of University Researchers," 2019 Amity International Conference on Artificial Intelligence (AICAI), Dubai, United Arab Emirates, 2019, pp. 74-79, doi: 10.1109/AICAI.2019.8701280.

[8] Алавердов А. Р. Публикационная активность преподавателей отечественной высшей школы и резервы её повышения //Высшее образование в России. – 2019. – №. 2.

[9] Зятева О. А., Питухин Е. А. Управление научными показателями вуза: анализ публикационной активности //Перспективы науки и образования. – 2019. – №. 4 (40).

[10] Сазонов С. П., Ломакин Н. И., Полянская А. А. Mind-мониторинг публикационной активности преподавателей кафедры вуза //Alma mater (Вестник высшей школы). – 2019. – №. 1. – С. 64-68.

[11] Мүтәл Ж.А., Увалиева И.М., Ғылыми мақалаларды тіркеу және бақылау жүйесінің ақпараттық қамтамасын жобалау // Жастар шығармашылығы – Қазақстанның инновациялық дамуына. – 2019 ж. – IV б. . – 153-158 б.

[12] Ширшавина А. С. Разработка информационной модели мониторинга показателей публикационной активности научных организаций //Международный научно-исследовательский журнал. – 2020. – №. 7 (97) Часть 1. – С. 120-124.

[13] Chowdhury K. Mastering Visual Studio 2017. – Packt Publishing Ltd, 2017.

[14] Deitel P., Deitel H. Visual C# how to program. – Pearson, 2016.

Увалиева И.М., Мүтәл Ж.А., Байдилдина А.Т.

Программная реализация KPI мониторинга публикационной активности ученых

Резюме. В статье рассмотрены виды научных публикаций, качественные и качественные показатели научной активности и разработаны объектные модели выполнения требований KPI по публикационной активности ученых. Для разработки программного продукта мониторинга публикационной активности ученых использовалась среда программирования Microsoft Visual Studio. Аналитическое обеспечение программы основано на технологиях KPI и OLAP. В результате исследования на языке C# бы разработан программный проект «GalymAnaliz».

Ключевые слова: публикационная активность, научная публикация, ключевые показатели эффективности, KPI, OLAP, Microsoft Visual Studio, Key Performance Indicator, Crystal Reports, язык программирования C#.

УДК 336.025

K.E. Abdulkarimova, ZH. K. Abenov, S.S. Aubakirov
(University of International Business, Almaty, Kazakhstan
E-mail: ka.adilova@gmail.com)

DEVELOPMENT OF THE AML SYSTEM ARCHITECTURE

Abstract. This research has been funded by the Science Committee of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan « Development of the AML system architecture». In the current economic situation, due to the dynamism and instability of external influences, there are no conditions for the functioning of payment organizations in the field of countering money laundering and terrorist financing in Kazakhstan. Companies are subject to the supervision of authorized bodies. Due to increased pressure from regulatory authorities to constantly assess risks, identify new trends in money laundering and fraud, report suspicious activity and make timely changes to prevent the above risks of the firm. Organizations suffer financial and reputational losses every year. For the full functioning of the system for countering money laundering and terrorist financing in the country, it is necessary to collect reliable information about risky operations and suspicious clients by internal control and financial monitoring services. In this regard, it is extremely important to develop an AML system for payment organizations that meets all legal requirements and trends of the digital economy.

Key words: money laundering, terrorist financing, anti-money laundering systems, AML systems, FATF, payment organizations, financial monitoring, transaction.

К.Е. Абдулкаримова, Ж. Қ. Әбенов, С.С. Аубакиров
(Университет международного бизнеса
E-mail: ka.adilova@gmail.com)

РАЗРАБОТКА АРХИТЕКТУРЫ AML СИСТЕМЫ

Аннотация. Данное исследование было профинансировано Комитетом науки Министерства образования и науки Республики Казахстан «Разработка архитектуры aml системы"**.** В современной экономической ситуацией, обусловленной динамичностью и нестабильностью внешних воздействий, отсутствуют условия для функционирования платёжных организаций в области противодействия отымания денег и финансирования терроризма в Казахстане. Компании оказываются под надзором уполномоченных органов. В связи с усилением давления со стороны регулирующих органов в целях постоянной оценки рисков, выявления новых тенденций отмывания денег и мошенничества, информирования о подозрительной деятельности и своевременного внесения изменений по предотвращение вышеуказанных рисков фирмы. Организации ежегодно несут финансовые и репутационные потери. Для полноценного функционирования системы противодействия отымания денег и финансирования терроризма в стране необходимо осуществлять сбор достоверной информации о рискованных операциях и сомнительных клиентах службами внутреннего контроля финансового мониторинга. В этой связи, крайне важна разработка AML системы для платежный организаций отвечающая всем законодательным требованиям и тенденциям цифровой экономики.

Ключевые слова: отмывание денег, финансирование терроризма, системы по противодействию отмывания денег, AML системы, ФАТФ, платёжные организации, финансовый мониторинг, транзакция.

Введение.

Термин «противодействие отмыванию денег и финансированию терроризма» (далее - ПОД/ФТ) подразумевает собой сформированную мировую систему по борьбе с финансированием терроризма и отмыванием денег. [1] Правительство многих стран признают что криминогенные организации и их доход несут негативное влияние на государственные структуры всех уровней. [2]. Курированием вопроса исполнения мероприятий по противодействию отмывания денег и финансирования терроризма занимается межправительственная организация ФАТФ (FATF). ФАТФ на регулярной основе формирует и обновляет стандарты в сфере ПОД/ФТ и проверяет на соответствие национальных систем в сфере противодействия финансирования терроризма и отмывания денег на соответствие вышеуказанным стандартам. На основе 40 рекомендаций разработанных и регулярно обновляемых ФАТФ формируется вся международная система ПОД/ФТ. Также на основе данных рекомендаций, проводятся мероприятия по взаимному оцениванию, по результатам которых странам присваивается рейтинг соответствия. Странам с не удовлетворительным рейтингам присваивается статус «Высоко рискованные страны» И заносятся в список, который субъекты финансового мониторинга используют

для анализа финансовых преступлений. В соответствии с законодательной базой большинством стран-участниц ФАТФ в сфере ПОД/ФТ, ответственность за финансовую проверку и анализ сомнительных транзакций лежит на субъектах финансового мониторинга (финансовых учреждения), а не на преступниках. Исходя из вышеизложенного, на финансовые учреждения определяются обязанности агентов финансового мониторинга, они обязаны формировать риск-ориентированные методы проверок и анализа, гарантирующие раскрытие финансовых преступлений. [4]

Исследования систем по противодействию отмывания денег и финансированию терроризма в мире.

На рынке AML систем существует множество решений, которые помогают финансовым организациям соблюдать все законодательные требования, тем самым предотвращая надзорные меры регулятора по взысканию штрафов и отзыва лицензий, и от значительных репутационных потерь.[5]

Большинство существующих AML систем не производят обработку транзакций в онлайн режиме. Интеллектуальный анализ транзакций выполняется за счет их фильтрации по установленным правилам. Отфильтрованные транзакции считаются «законными» и не проходят процедуру дальнейшего анализа. Имеющиеся AML-системы рассматривают только индикаторы, непосредственно связанные с операцией или ее участниками, и не учитывают косвенных показателей. В рамках исследовательской работы было принято решение провести анализ существующих AML систем.[6] В рамках анализа будут учитываться следующие функциональные возможности: обработка транзакций в автономном режиме, автоматический мониторинг финансовых процессов, высокая скорость принятия решений, возможность корректировки заданных алгоритмов анализа данных.

Основными игроками на рынке AML системы являются: SAS AML, Oracle Mantas AML, Nice Actimize AML, FLEXTERA. Данные системы имеют такие преимущества как наличие: функциональность по оценки подозрительных транзакций и проведения расследований, инструмент для применения KYC, инструмент для анализа сценариев, высокая скорость принятия решений, визуализация графика средств транзакций. Среди недостатков вышеуказанных систем, можно выделить: обработка транзакций происходит в режиме отсрочки, системы не самообучаемы, критерии нужно настраивать вручную, высокая стоимость владения системой.

Новые технологии значительно укрепили усилия финансовых учреждений по соблюдению требований в отношении финансовых преступлений. Технологии машинного обучения и искусственного интеллекта обладают потенциалом самообучения и анализа больших объемов сложных данных, а также улучшают мониторинг и анализ подозрительной деятельности на клиентских счетах финансовых учреждений и платежных системах. С применением новых технологий число «ложных срабатываний» значительно снизилось, при этом системы научились обнаруживать более сложные схемы отмывания денег.[7] Использование машинного обучения для управления рисками финансовых преступлений является трансформирующим фактором в повышении системной эффективности.[8][9] Несмотря на данные преимущества, финансовые учреждения сохраняют осторожность и не стремятся исключать работу своих риск-аналитиков. На сегодняшний день в компаниях, есть человек который принимает окончательное решение по транзакции.

Анализ текущего состояния платежных организаций Казахстана в сфере ПОД/ФТ.

На сегодняшний день для регистрации в мобильном приложении платежной организации единственное что нужно - это номер телефона. Соответственно, платежные компании хранят следующую информацию: номер телефона отправителя, дата перевода, сумма и номер телефона получателя перевода.

Согласно законодательной базе республики Казахстан по ПОД/ФТ, субъект финансового мониторинга должен:

— идентифицировать клиента, проверить не относится ли клиент к должностным или публичным лицам, не является ли он гражданином стран с высоким уровнем риска и не относится ли он к лицам внесенным международный список ОД/ФТ;

— приостановить транзакцию если ее сумма равна, превышает или эквивалентна 7 000 000 тг;

— приостановить транзакцию если сумма совершенных транзакций, совершенных в течении короткого периода равна 7 000 000тг;

— если клиент совершил сложную, необычно крупную крупной либо не имеющей очевидного экономического смысла или видимой законной цели операции с деньгами и (или) иным имуществом;

— если перевод соответствует топологическим схемам ОД/ФТ.

До 2019 года, платежные организации не могли провести соответствующую идентификацию своих клиентов, как отправителей, так и получателей переводов. Так как большая часть сотовых номеров ни как ни регистрировалась на человека, сим карты с номерами можно было купить на остановке, совершить операцию ОД/ФТ и избавится от номера. В случае, если платежные организации выявляли сомнительную транзакцию, то они не могли направить в Комитет полноценную информацию об отправителе. Но в 2019 году, регулятор в сфере телекоммуникаций Республики Казахстан внес изменение в закон РК «О связи». При покупке сим-карты и регистрации владелец устройства должен предоставить оператору: ИИН/ БИН, IMEI код устройства и абонентский номер. Данная информация будет хранится в единой государственной баз данных регулятора в сфере телекоммуникаций. Также операторам сотовой связи запрещается оказывать услуги сотовой связи если абонент не предоставил вышеуказанную информацию и или внесенные данные не верны.

Описание предлагаемого решения для платежных организаций Республики Казахстан.

Целью создания системы является автоматизация выявления сомнительных транзакций в платежных организациях.

Функциональные Требования.

Система будет состоят из следующих компонентов: оценки рисков и аналитики и отчетности.

Требования к компоненту оценки рисков.

Компонент оценки рисков должен помогать пользователям организовывать, администрировать и управлять рисками, связанными с соблюдением требований, установленных на законодательном уровне и частных требований, установленных в организации. Рабочий процесс, встроенный в этот модуль, должен обеспечивать выявление, описание и оценку всех рисков, связанных с отмыванием денег, финансированием терроризма и финансовым мошенничеством.

Компонент должен обеспечивать:

1. Инструмент для создания/редактирования карточки риска с возможностью: описания риска, добавление критериев риска, описания необходимых мер, связанных с управлением рисками, категоризация риска.
2. Ведение известных типологий отмывания денег.
3. Возможность настройки индивидуальных критериев и типологий для выявления возможных сценариев отмывания денег.
4. Создание и ведение справочников.
5. Хранение информации по всем поступающим транзакциям.
6. Автоматическая проверка клиентов и транзакций на соответствие установленным критериям рисков и типологиям. [13]
7. При нарушении критериев система должна отметить транзакции как сомнительную.
8. Цветовая дифференциация транзакций, в случае совпадения риска или подозрения в отмывании денег.
9. Автоматическое формирование уведомлений аналитику в случае выявления риска или в случае отклонения поведения клиента от стандартного и группового.
10. Инструмент для мониторинга и проверки подозрительных транзакций в графическом виде.
12. Автоматическая заморозка транзакции на время принятия решения аналитиком.
13. Возможность отмены аналитиком решение о заморозке транзакции.
14. При решении аналитика об отправке транзакции в КФМ, система должна автоматически заполнять форму, по данным транзакции для отправки
15. Осуществление мониторинга счетов клиентов с высоким профилем риска.
16. Централизованное описание и централизованная /децентрализованная валидация выявленных рисков.
17. Поддержка 2х контуров проверки клиентов и транзакции. Первый контур обработки, должен происходить в режиме онлайн. В данном контуре должны производится обязательны проверки законодательным рискам и рискам установленных организацией. Второй контур обработки должен происходить на периодической основе, по совершенным транзакциям.[14]

В рамках первого контура должно быть формирование запросов во внешние базы для проверки клиентов на вхождение в списки должностных и публичных лиц, черных списков, списков лжепредпринемателей и список лиц с признаками финансовых пирамид.

18. Наличие интеграции с внешними сервисами государственных баз данных.

19. В рамках второго контура должно производится, создания динамического профиля для каждого клиента и каждой группы клиентов, которые динамически формируются на основе поведения транзакций клиентов:

— клиенты с похожими моделями поведения распределяются по одной группе или по одному классу риска соответственно;

— профили формируются для клиентов и групп;

— профили описывают поведение отдельного клиента и группы, к которой он принадлежит;

— возможность сравнения профилей клиентов и групп;

— отслеживать и идентифицировать изменений в поведении клиентов и отклонения от группового поведения.[15]

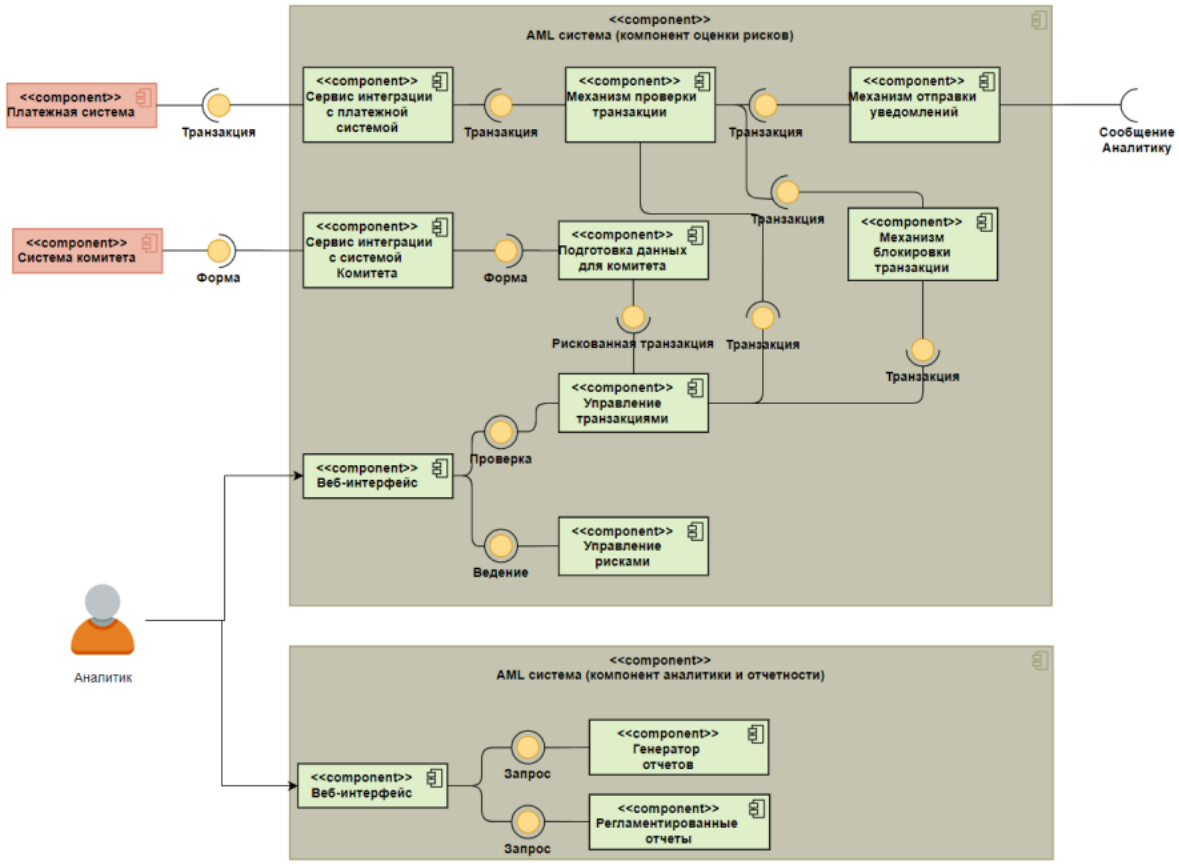


Рис. 1. Компонентная диаграмма системы

Надежная система ПОД/ФТ должна иметь возможность автоматически обнаруживать любые необычные / аномальные финансовые транзакции, совершенные клиентом. Учитывая огромную необходимость борьбы с такими усилиями, многие финансовые учреждения адаптировали различные процессы и системы, основанные на правилах, для сообщения о потенциальных действиях по ОД/ФТ. Типичный инструмент для отслеживания подозрительной активности стремится обнаруживать подозрительные транзакции на основе их объемов. Однако это решение обычно вызывает много ложных срабатываний, поскольку всегда можно найти клиентов, которые выполняют законные транзакции с большими объемами. В системе предполагается использование гибридного подхода обнаружения аномалий, который использует кластеризацию для установления нормального поведения клиентов и использует статистические методы для определения отклонения конкретной транзакции от поведения соответствующей группы. Подход реализует вариант евклидовой адаптивной теории резонанса, называемой TEART, для группировки клиентов в разных кластерах. Статистические методы устанавливают нормальное поведение клиента, используя определенные статистические параметры, а затем сообщают об этих транзакциях как об аномальных, которые отклоняются от этой нормальной схемы. Методы кластеризации группируют клиентов, которые выполняют аналогичные транзакции, в один кластер, а затем классифицируют либо мелкие кластеры, либо выбросы как аномальные.[16]

Требования к компоненту аналитики и отчетности.

Генератор Отчетов.

1. Возможность включения в отчеты информацию с внешних баз данных.
2. Осуществлять создание отчетов в реальном времени (динамически авто обновляемых, при обновлении исходной информации).
3. Возможность формировать отчеты по расписанию.
4. Иметь веб-интерфейс для построения отчетности и дальнейшей работы с отчетностью.
5. Поддерживать GUI конструктор, который позволяет простое построение отчетов.

Требования к визуализации данных.

1. Возможность просмотра данных и / (или) связей с помощью детализации «Drill down».
2. Возможность настройки правил визуализации в зависимости от ролей
3. Наличие средств визуализации информации.
4. Построение продвинутых графиков («пузыри» изменяющийся размер в зависимости от числового значения, сети, графы, потоковые графы.)
5. Иметь возможность создания собственных панелей инструментов (dashboard) для работы с отчетами.
6. Инструмент для визуального мониторинг всех отношений с клиентами в режиме реального времени для обеспечения соблюдения нормативных актов.

Заключение.

Каждое предприятие определяет в качестве своей главной стратегической цели - получение максимальной прибыли, и формирует в соответствии с этим критерием свои стратегии по охвату рынка. В текущих реалиях, ввиду отсутствия соответствующих законодательных требований для платежной организации, компании несут значительные потери за счет выплаты штрафов и рисков лишения лицензии на осуществление деятельности, за счет невыполнения требований, указанных в законе о ПОД/ФТ.

Для реализации решения описанного в разделе «Описание предлагаемого решения для платежных организаций Республики Казахстан», необходимы внесения изменений в закон Республики Казахстан о ПОД/ФТ, которые будут включать в себя:

Делегирование ответственности по выявлению и анализу подозрительных транзакций на Уполномоченный орган.

Доработка формы ФМ-1, с учетом специфики деятельности платежных организаций.

С указанными предложениями и автоматизированной системой платежная организация может вступить регуляторную песочницу которая была утверждена Постановлением Правления Национального Банка Республики Казахстан от 11 ноября 2019 года № 178. Таким образом, правильное применение вышеуказанных рекомендаций сформируют благоприятные условия для функционирования платежных организаций в Республике Казахстан.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Сайт экспертного союза // http://unionexpert.su/obzor-i-izuchenie-sushhestvuyushhih-aml-sistem-s-tochki-zreniya-novoj-strategii-tsifrovoj-ekonomiki-v-rossii/

[2] Сайт Евразийская группа по противодействию легализации преступных доходов и финансированию терроризма // https://eurasiangroup.org/ru/general-information

[3] Сайт Комитета по Финансовому Мониторингу // https://kfm.gov.kz/ru/regulatory-framework/is-the-current-legislation/

[4] Сертификационная программа в области противодействия легализации (отмыванию) доходов, полученных преступным путем, и финансированию терроризма // https://www.osce.org/ru/programme-office-in-astana/271941?download=true

[5] Обзор AML систем // https://www.capterra.com/aml-software/

[6] Упреждающие, а не реактивные проверки KYC могут повысить точность данных, от которых зависят точные решения, основанные на риске // https://www.acams.org/aml-white-paper-kyc-reviews-proactive-risk-ranking/

[7] Руководство для эффективного под / фт мониторинг сделок контроль // https://www.mas.gov.sg/-/media/MAS/Regulations-and-Financial-Stability/Regulatory-and-Supervisory-Framework/Anti_Money-Laundering_Countering-the-Financing-of-Terrorism/Guidance-for-Effective-AML-CFT-Transaction-Monitoring-Controls.pdf

[8] Сервисы для мониторинга под / фт // https://home.kpmg/content/dam/kpmg/my/pdf/AML-and-Sanctions-Services-Jan2019.pdf

[9] Обзор под/фт систем // https://www.protiviti.com/sites/default/files/united_states/insights/views-on-aml-transaction-monitoring-systems-protiviti-uk.pdf

[10] Риски использования электронных денег для отмывания (легализации) доходов и финансирования терроризма // https://eurasiangroup.org/emoney_rus_2010.pdf

[11] Усиление борьбы с отмыванием денег и финансовый доступ: могут новые технологии достичь обоих? // https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2018/04/es_20180413_fintech_access.pdf

[12] Об утверждении Требований к правилам внутреннего контроля в целях противодействия легализации (отмыванию) доходов, полученных преступным путем, и финансированию терроризма для операторов систем электронных денег, не являющихся банками // http://adilet.zan.kz/rus/docs/V1500012981

[13] Финансовый мониторинг, Выявление сомнительных операций, AML // https://fbconsult.ru/finansovyi-monitoring-vyyavlenie-somnitelnykh-operatsii-aml

[14] Газета "Алматы-ақшамы" №99 (5292), 25 августа 2016 года - "Легализация доходов –требование времени"//https://kfm.gov.kz/ru/activity/performances/newspaper-almaty-akshamy-no.-99-(5292),-25-aug-20.html

[15] Борьба с отмыванием денег / финансированием терроризма (ПОД / ФТ)// https://www.imf.org/external/np/leg/amlcft/eng/

[16] Технология data mining для анализа данных в методиках кредитного скоринга // http://www.bankmib.ru/1336

Абдулкаримова К.Е., Әбенов Ж. Қ., Аубакиров С.С.

AML жүйесінің архитектурасын әзірлеу

Түйіндеме. Бұл зерттеуді Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің Ғылым комитеті "AML жүйесінің архитектурасын әзірлеу" қаржыландырды. Сыртқы әсерлердің серпінділігі мен тұрақсыздығына негізделген қазіргі экономикалық ахуалда Қазақстанда ақша алуға және терроризмді қаржыландыруға қарсы іс-қимыл саласында төлем ұйымдарының жұмыс істеуі үшін жағдайлар жоқ. Компаниялар уәкілетті органдардың қадағалауында болады. Тәуекелдерді тұрақты бағалау, ақшаны жылыстату мен алаяқтықтың жаңа үрдістерін анықтау, күдікті қызмет туралы ақпараттандыру және фирманың жоғарыда көрсетілген тәуекелдерін болдырмау бойынша уақытылы өзгерістер енгізу мақсатында реттеуші органдар тарапынан қысымның күшеюіне байланысты. Ұйымдар жыл сайын қаржылық және беделдік шығындарды көтереді. Елде ақшаны алуға және терроризмді қаржыландыруға қарсы іс-қимыл жүйесінің толыққанды жұмыс істеуі үшін қаржы мониторингінің ішкі бақылау қызметтерінің тәуекелдік операциялар мен күмәнді клиенттер туралы шынайы ақпарат жинауды жүзеге асыруы қажет. Осыған байланысты, цифрлық экономиканың барлық заңнамалық талаптары мен теңгелеріне жауап беретін төлем ұйымдары үшін AML жүйесін әзірлеу өте маңызды.

Түйін сөздер: ақшаны жылыстату, терроризмді қаржыландыру, ақшаны жылыстатуға қарсы іс-қимыл жүйесі, AML жүйелері, ФАТФ, төлем ұйымдары, Қаржылық мониторинг, транзакция.

УДК 624.63-52:622.44

B.A. Unaspekov[1], T.I. Irgibayev[1], A.M. Krasyuk[2], I.V. Lugin[2], Lech Dzenis[3], M. Kuspangaliyev[1]
([1]Satbaev University, Almaty, Kazakhstan)
([2]Institute of mining. N.A. Chekanala SB Russian Academy of Sciences, Russia)
([3]Bialystok Technical University, Poland)
E-mail: unaspekov@yandex.kz

INVESTIGATION OF THE TUNNEL VENTILATION SYSTEM WITHOUT THE DEVICE OF DISTILLATION VENTILATION CHAMBERS

Abstract. Technological schemes of the tunnel ventilation system without the device of distillation ventilation chambers are considered. The influence of the piston action of moving trains on the tunnel ventilation of subways is studied.

Keywords: underground, fan, air, movement, dynamics, piston effect.

Б.А. Унаспеков[1], Т.И. Иргибаев[1], А.М. Красюк[2], И.В. Лугин[2], Лех Дзенис[3], М. Куспангалиев[1]
([1]КазНИТУ им. К.И. Сатпаева, Республика Казахстан)
([2]Институт горного дела им. Н.В. Чинакала СО РАН, Россия**)**
([3]Белостокский технический университет, Польша)

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ ТОННЕЛЬНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ БЕЗ УСТРОЙСТВА ПЕРЕГОННЫХ ВЕНТКАМЕР

Аннотация. Рассмотрены технологические схемы системы тоннельной вентиляции без устройства перегонных вентиляционных камер. Исследованы влияния поршневого действия движущихся поездов на тоннельную вентиляцию метрополитенов.

Ключевые слова: метрополитен, вентилятор, воздух, движение, динамика, поршневой эффект.

Стоимость вентиляционных сооружений метрополитенов находится в пределах 5-10 % стоимости 1 км пути линии. При этом стоимость оборудования составляет всего 9-12 % от стоимости венткамер [1, 2]. Проектировщики всегда стремились разработать проект с минимальными строительными объемами, т.е. без обустройства перегонных венткамер [3, 4]. Расчет воздухораспределения по этим вариантам систем вентиляции показал, что они имеют значительную неравномерность воздухообмена на различных участках сети. В результате исследования технологических схем системы тоннельной вентиляции без устройства перегонных вентиляционных камер обоснован вариант, представленный на рис. 1, а, на рис. 2 показано воздухораспределение при пожаре поезда.

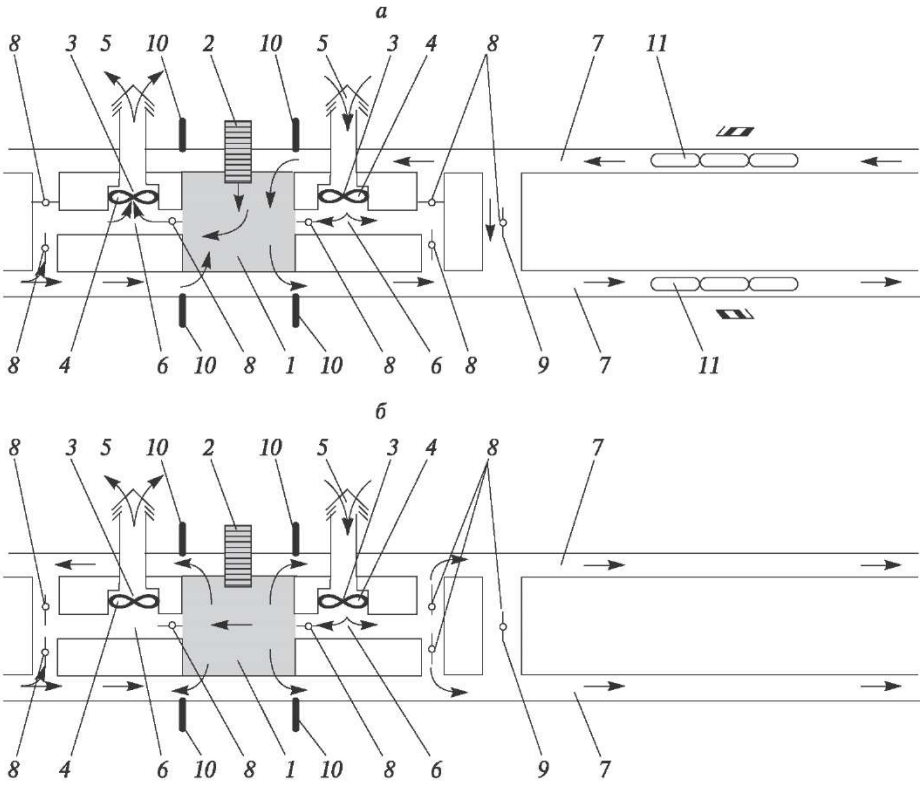


Рис. 1. Схема системы тоннельной вентиляции без устройства перегонных вентиляционных камер. *а* - воздухораспределение при движении поездов на линии; *б* - воздухораспределение в ночные часы, когда поездов на линии нет.

В торцах станции с обеих сторон установлены вентиляционные камеры 3 с вентиляторами 4 и вентиляционными киосками 5. В венткамере имеются каналы 6, которыми камера соединена с двумя тоннелями 7 и платформенным залом станции. В каналах 6 расположены клапаны 8, в вентиляционных сбойках 9 также имеются клапаны 8. У порталов, в месте примыкания тоннелей 7 к платформенному залу станции, размещены шиберы 10. Стрелками показано направление движения воздуха. На рис. 1 показан поезд 11, на рис. 2 - аварийный поезд 12.

Система тоннельной вентиляции работает следующим образом. В дневное время, когда по тоннелям движутся поезда 11, они создают, вследствие поршневого действия, значительные воздушные потоки. В это время суток наружный воздух через вентиляционную камеру 3, установленную с одного торца станции, одновременно подают через канал *6* на платформу станции и в тоннель, по которому поезд *11* уходит со станции. Удаляют отработанный воздух через вентиляционную камеру, расположенную с другого торца станции, через канал *6* из платформенного зала станции и из тоннеля 7, по которому поезд *11* приходит на станцию. Основное количество тепла в однопутном тоннеле выделяется в окрестности станции при торможении поездов 11. Подача свежего воздуха на станцию и удаление со станции отработанного воздуха, ассимилировавшего тепло, позволяет удалить большую часть тепловыделений непосредственно со станции. Поршневым действием поезда 11, уходящего со станции, часть теплого воздуха будет втягиваться в тоннель.

Подача свежего воздуха одновременно и в тоннель, в зону разрежения, образующуюся за хвостовым вагоном уходящего поезда 11, позволяет эффективно проветривать и охлаждать тоннель. Удаление воздуха из тоннеля, по которому поршневым действием поездов воздух подают на станцию, позволяет удалить часть нагретого при торможении поезда воздуха до его попадания на станцию. Удаление этого воздуха происходит через канал, которым вентиляционная камера соединена с тоннелем, по которому поезд приходит на станцию. Нагретый воздух, который попал на станцию, удаляют через вентиляционную камеру и канал, соединяющий вентиляционную камеру со станцией.

Рассмотренная технологическая схема тоннельной вентиляции является одним из вариантов реализации закономерностей, установленных в ходе исследований поршневого действия поездов и теплообменов в подземных выработках метрополитена. В результате поршневого действия поездов возникает эффект циркуляционного контура на перегоне между станциями. С увеличением частоты движения поездов увеличивается объем воздуха, вовлеченный в циркуляцию. Разорвать такой циркуляционный контур возможно с помощью клапанов 8, установленных в сбойках 9, т.е. можно управлять расходом воздуха через станции *1* и эффективно удалять теплоизбытки из метрополитена.

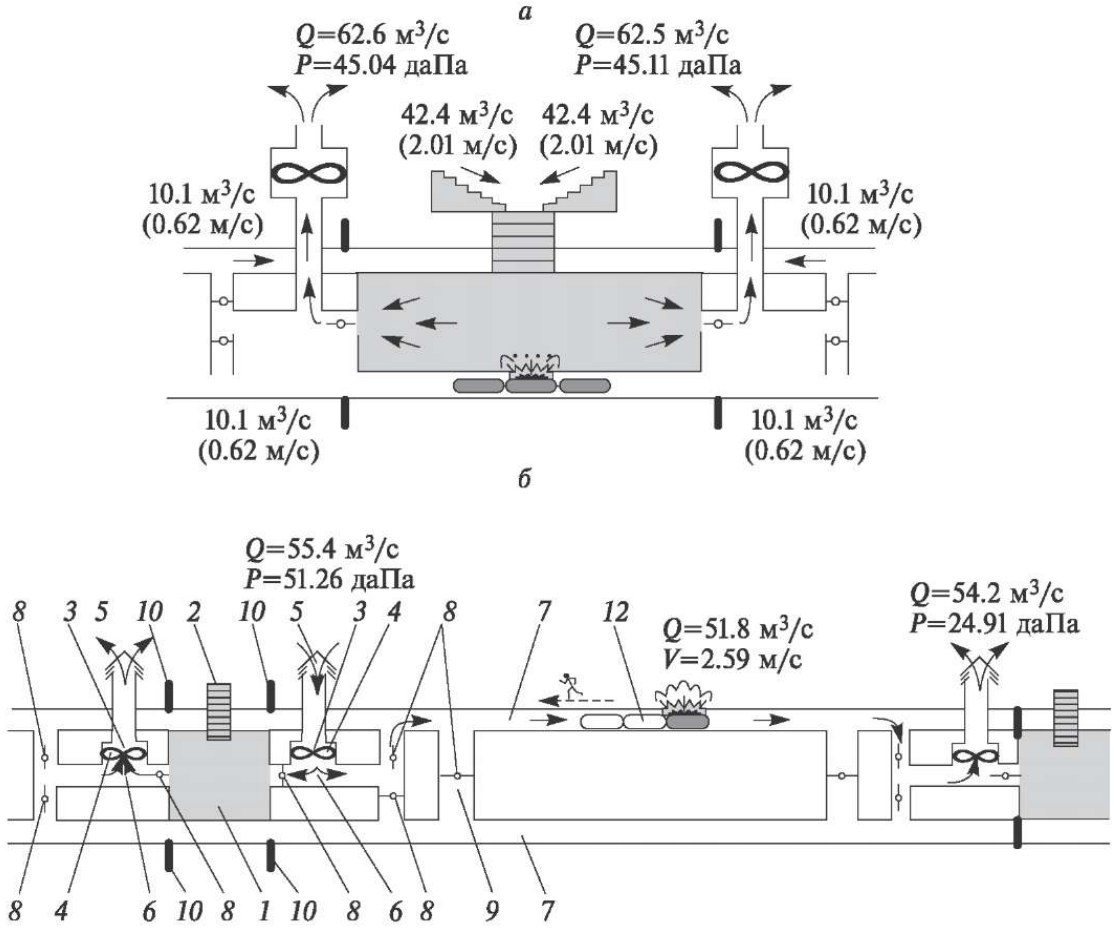


Рис. 2. Схема воздухораспределения при пожаре поезда. *а* - на станции; *б* - в тоннеле.

В ночное время, когда поездов в тоннелях нет (рис. 1, б), все клапаны *8* в каналах *6* и сбойках *9* открывают. Одну из вентиляционных камер на станции *1* выключают, а другую включают на приток и подают наружный воздух через каналы на станцию и в тоннели. Отработанный воздух удаляют в атмосферу через вентиляционные камеры соседних станций, которые включают на вытяжку. Таким образом, обеспечивают равномерный воздухообмен во всех тоннелях и на станциях 1.

В случае пожара поезда *12* на станции *1* (рис. 2) закрывают клапаны 8, связывающие вентиляционные камеры задымленной станции с тоннелями, открывают клапаны 8, связывающие обе вентиляционные камеры с платформенным залом станции, и включают обе вентиляционные камеры *3* на вытяжку, т.е. удаляют задымленный воздух в атмосферу. Наружный воздух поступает через пешеходные пути 2. Так на путях эвакуации создают поток наружного воздуха с требуемой нормативной скоростью. Одновременно часть воздуха поступает из тоннелей на станцию и тем самым обеспечивает незадымление тоннелей.

Следует отметить, что аварийный режим работы вентиляции, полностью соответствующий СНиПу [5], обеспечивается при расходе воздуха через венткамеры $Q = 62$ м^3/с и статическом давлении $P_{SV} = 45$ даПа. Такой расход можно получить работой одного тоннельного вентилятора с диаметром рабочего колеса (РК) 2-2.4 м или совместной работой двух вентиляторов диаметром РК 1.6-1.8 м.

При пожаре поезда *12* в тоннеле между двумя соседними станциями, на той из них, на которую эвакуируются пассажиры, включают на приток вентиляционную камеру 3, ближайшую к аварийному поезду. На другой, ближайшей к аварийному поезду, вентиляционную камеру включают на вытяжку. При этом закрывают клапаны 8, которыми вентиляционные камеры соединены со станциями и с тоннелем, в котором нет аварийного поезда. Закрывают также клапаны *8* в сбойках *9* и шиберы *10* на порталах задымленного тоннеля. Роль шиберов могут выполнять роль ставни, которые частично перекрывают прямоугольное сечение в месте примыкания тоннеля к платформенному залу станции.

Таким образом, наружный воздух подают только в тоннель с аварийным поездом и удаляют задымленный воздух только из этого тоннеля. Это позволяет обеспечить нормативную скорость воздуха на путях эвакуации пассажиров и незадымление соседних станций и других тоннелей. Для обеспечения аварийного воздухораспределения достаточно создать расход воздуха через венткамеры 54.2-55.4 м^3/с. С такой задачей может справиться большинство серийно выпускаемых тоннельных вентиляторов. Воздухораспределение, показанное на рис. 3, рассчитано на сетевой математической модели для метрополитена с однопутными тоннелями диаметром 5 м.

На тоннельную вентиляцию метрополитенов оказывает влияние поршневое действие поездов. Ниже рассмотренные основные параметры ее влияния.

На расчетные параметры оборудования механической вентиляции метрополитена, осуществляемой посредством тоннельных вентиляторов, значительное влияние оказывает поршневое действие движущихся поездов. Особенно велико оно в метрополитенах мелкого заложения из-за существенной аэродинамической связи тоннелей с атмосферой. При этом объем воздуха, перемещаемый поездами по тоннелям, соизмерим с производительностью тоннельных вентиляторов. В метрополитенах мелкого заложения на территориях с резко континентальным климатом в холодный период года тоннельные вентиляторы отключают, чтобы не переохладить подземные сооружения атмосферным воздухом, имеющим отрицательную температуру. В этот период вентиляция тоннелей и станций осуществляется в основном за счет поршневого действия поездов. Поэтому задача создания метода расчета воздухораспределения, вызванного «поршневым эффектом», - весьма актуальна.

Расчет динамики движения воздуха, инициированного поездом, значительно сложнее расчета установившегося (статического) воздухораспределения, так как требуется учитывать инерционность потоков воздуха, потери энергии потока из-за вязкого трения между струями, а также переменные потери при поворотах и разветвлениях потока. Математическое моделирование динамики движения воздуха описывается системой дифференциальных уравнений [6]. Так как в вентиляционной системе метрополитена имеется существенная взаимосвязность вентиляционных параметров в различных точках сети [7, 8], то для получения удовлетворительной точности расчетов необходимо моделировать вентиляционную сеть всего метрополитена или хотя бы весь участок, ограниченный соединениями тоннелей с атмосферой. Обычно вентиляционная сеть такого участка включает несколько сотен ветвей и узлов. Описание такой сети системой дифференциальных уравнений в значительной мере затруднено как большим количеством уравнений, так и сложностью описаний потоков воздуха в многочисленных местах разветвлений (класс CFD-задач). В то же время задача статического воздухораспределения (класс SES-задач) в разветвленных выработках решена [9] и по результатам решения разработаны компьютерные программы для расчетов вентиляции шахт, рудников и транспортных тоннелей.

Представляет интерес задача создания метода расчета динамики расхода воздуха, образуемого поршневым действием движущихся электропоездов, посредством статической модели.

В качестве исходных данных для решения поставленной задачи воспользуемся результатами экспериментов, проведенных в ИГД СО РАН по исследованию параметров воздушных потоков в реальных условиях Новосибирского метрополитена [10, 11].

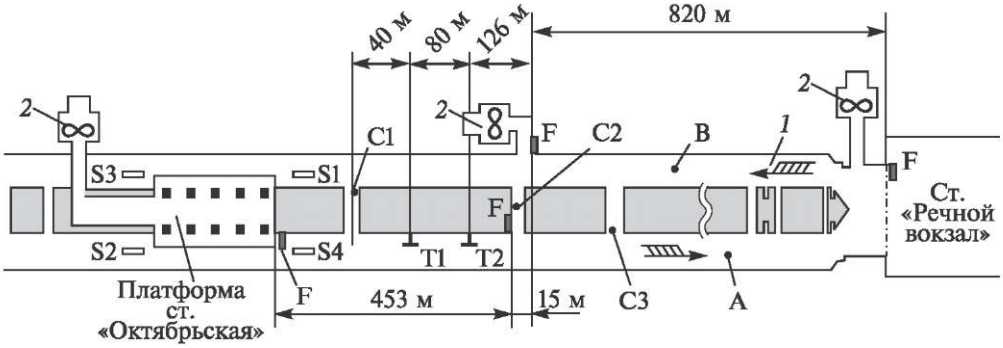


Рис. 3. Схема перегона. А, В - путевые тоннели; С1-С3 - вентиляционные сбойки; S1-S4 - измерительные пункты на станции; Т1, Т2 - измерительные пункты в тоннеле; F - фоторегистраторы; *1* - направление движения поезда; *2* - вентиляционные камеры

На рис. 3 показана схема перегона между двумя станциями и расположение измерительных пунктов. В метрополитене движение осуществляется 4-вагонными поездами. Площадь лобового сечения вагона 9 м^2, а проходного поперечного сечения путевого цилиндрического тоннеля с обделкой из железобетонных тюбингов - 18.6 м^2. Поезд проходит путь между станциями за 85-90 с со средней скоростью 19 м/с (без учета участков разгона и торможения). Разгонный участок составляет 100 м, а участок торможения перед станцией - 200 м. Измерения проводились при частоте движения поездов n = 10 пар поездов в час.

Измерительные пункты S1-S4 на станциях укомплектованы дифференциальными манометрами, регистрирующими динамическое давление, что позволяет определять скорость воздушного потока. В пунктах Т1 и Т2, кроме скорости воздуха, определялось статическое давление.

Выводы:

1. Рассмотрены технологические схемы системы тоннельной вентиляции без устройства перегонных вентиляционных камер.

2. Отмечено, что аварийный режим работы вентиляции, полностью соответствующий СНиПу [5], обеспечивается при расходе воздуха через венткамеры Q = 62 м^3/с и статическом давлении P_{SV} = 45 даПа.

3. Расход, обеспечивающий аварийного режима работы вентиляции, можно получить работой одного тоннельного вентилятора с диаметром рабочего колеса (РК) 2-2.4 м или совместной работой двух вентиляторов диаметром РК 1.6-1.8 м.

4. Задача статического воздухораспределения (класс SES-задач) в разветвленных выработках решена [9] и по результатам решения разработаны компьютерные программы для расчетов вентиляции шахт, рудников и транспортных тоннелей.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Петров Н.Н. Об экономичности, стоимости и материалоемкости вентиляторных агрегатов // ФТПРПИ. - 1988. - № 4.

[2]. Петрова Е.А. Экономическая эффективность систем жизнеобеспечения метрополитенов (на примере строящихся метрополитенов Сибири): дис. ... канд. эконом. наук / Елена Александровна Петрова. - Новосибирск, 2002. - 147 с.

[3]. Патент № 2556558. Способ вентиляции метрополитена / А.М. Красюк, И.В. Лугин, С.А. Павлов, В.И. Романов, Г.А. Мельник. - Опубл. 10.07.2015; Заявка № 2014122746/03, 03.06.2014; Бюл. № 19/2015.

[4]. Поляков А.Х. Проектирование вентиляции тоннелей / А.Х. Поляков. - М.: Стройиздат, 1971. - 145 с.

[5]. СП 120.13330.2.12. Метрополитены. Актуализированная редакция СНиП 32-02-2003. - Утв. Приказом Минрегион РФ 30.06.2012. - Введ. 01.01.2013. - М., 2013. - 260 с.

[6]. Лугин И.В. Взаимосвязность режимов вентиляции станций метрополитена / И.В. Лугин, А.М. Красюк // ГИАБ. - М.: Изд-во МГГУ, 2003. - № 4. - С. 199-202.

[7]. Красюк А.М. Взаимное влияние режимов вентиляции станций линии метрополитена / А.М. Красюк, И.В. Лугин, А.Н. Чигишев // Метро и тоннели. - 2002. - № 2.

[8]. Лугин И.В. Взаимосвязность режимов вентиляции станций метрополитена / И.В. Лугин, А.М. Красюк // ГИАБ. - М.: Изд-во МГГУ, 2003. - № 4. - С. 199-202.

[9]. Кузнецов А.С. О применении потоковых алгоритмов для расчета воздухораспределения в вентиляционных сетях / А.С. Кузнецов, С.М. Лукин // ФТПЗПИ. - 1989. - № 5.

[10]. Исследование на АЦВК и в натурных условиях переходных процессов и частотных свойств вентиляционных систем перегонов, получение математического описания / Ин-т горного дела СО РАН: руководитель Н.Н. Петров. - Новосибирск, 1989. - № 493-15. - 109 с.

[11]. Экспериментальное исследование воздухораспределения на станции «Октябрьская» Новосибирского метрополитена: Отчет о НИР / Институт горного дела СО РАН: рук. Е.Н. Шер. - Новосибирск, 1993. - 97 с.

Unaspekov B.A., Irgibayev T.I., Krasyuk A.M., Lugin I.V., Lech Dzenis, Kuspangaliyev M.

Investigation of the tunnel ventilation system without the device of distillation ventilation chambers

Summary. As a result of research of technological schemes of the tunnel ventilation system without the device of alembic ventilation chambers, the variant of air distribution in the metro is justified. The proposed technological scheme of tunnel ventilation is one of the options for implementing the laws established in the course of studies of the piston action of trains and heat exchange in underground workings of the metro. It is shown that the design parameters of the metro mechanical ventilation equipment are significantly affected by the piston action of moving trains.

Keywords: underground, fan, air, movement, dynamics, piston effect.

Унаспеков Б.А., Т.И. Иргибаев, А.М. Красюк, И.В. Лугин, Дзенис Лех, М. Куспангалиев

Тоннельді желдету жүйесін аралық желдету камераларының құрылғысынсыз зерттеу

Түйіндеме. Тоннельдік желдету жүйесінің технологиялық сұлбаларын зерттеу нәтижесінде аралық желдету камераларының құрылғысынсыз метрополитендегі ауа бөлу нұсқасы негізделген. Тоннель желдеткішінің ұсынылған технологиялық схемасы метрополитеннің жер асты қазбаларында поездардың поршеньдік әрекетін және жылу алмасуын зерттеу барысында белгіленген заңдылықтарды жүзеге асыру нұсқаларының бірі болып табылады. Метрополитеннің механикалық вентиляциясы жабдығының есептік параметрлеріне қозғалатын поездардың поршеньді әсері айтарлықтай әсер ететіні көрсетілген.

Түйінді сөздер: метрополитен, желдеткіш, ауа, қозғалыс, динамика, поршень әсері.

УДК 624.63-52:622.44

B.A. Unaspekov[1], T.I. Irgibayev[1], A.M. Krasyuk[2], I.V. Lugin[2], Lech Dzenis[3], M. Kuspangaliyev[1]
([1]Satbaev University, Almaty, Kazakhstan)
([2]Institute of mining. N.A. Chekanala SB Russian Academy of Sciences, Russia)
([3]Bialystok Technical University, Poland)
E-mail: unaspekov@yandex.kz

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF PISTON ACTION OF TRAINS ON AIR DISTRIBUTION IN THE METRO TUNNEL

Abstract. The problem of creating a method for calculating the dynamics of air flow generated by the piston action of moving electric trains using a static model is considered. Changes in the air velocity caused by the piston effect are more likely to affect the stretch along which the train is moving. To improve the accuracy of modeling static air pressure in front of the train and behind it, experimental studies were conducted.

Based on the results obtained, graphs of the dependence of the dynamic pressure caused by the piston action of trains on the time of its movement are constructed.

Key words: underground, fan, air, movement, dynamics, piston effect.

Б.А. Унаспеков[1], Т.И. Иргибаев[1], А.М. Красюк[2], И.В. Лугин[2], Лех Дзенис[3], М. Куспангалиев[1]
([1]КазНИТУ им. К.И. Сатпаева, Республика Казахстан)
([2]Институт горного дела им. Н.В. Чинакала СО РАН, Россия**)**
([3]Белостокский технический университет, Польша)

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПОРШНЕВОГО ДЕЙСТВИЯ ПОЕЗДОВ НА ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛЕНИЕ В ТОННЕЛИ МЕТРОПОЛИТЕНА

Аннотация. Рассмотрена задача создания метода расчета динамики расхода воздуха, образуемого поршневым действием движущихся электропоездов, посредством статической модели. Изменения скорости воздуха, вызванные поршневым эффектом, в большей степени распространяются на перегон, по которому движется поезд. Для повышения точности моделирования статического давления воздуха перед поездом и за ним проведены экспериментальные исследования.

На основании полученных результатов построены графики зависимости динамического давления, вызванного поршневым действием поездов, от времени его движения.

Ключевые слова: метрополитен, вентилятор, воздух, движение, динамика, поршневой эффект.

На расчетные параметры оборудования механической вентиляции метрополитена, осуществляемой посредством тоннельных вентиляторов, значительное влияние оказывает поршневое действие движущихся поездов. Особенно велико оно в метрополитенах мелкого заложения из-за существенной аэродинамической связи тоннелей с атмосферой. При этом объем воздуха, перемещаемый поездами по тоннелям, соизмерим с производительностью тоннельных вентиляторов. В метрополитенах мелкого заложения на территориях с резко континентальным климатом в холодный период года тоннельные вентиляторы отключают, чтобы не переохладить подземные сооружения атмосферным воздухом, имеющим отрицательную температуру. В этот период вентиляция тоннелей и станций осуществляется в основном за счет поршневого действия поездов. Поэтому задача создания метода расчета воздухораспределения, вызванного «поршневым эффектом», - весьма актуальна.

Расчет динамики движения воздуха, инициированного поездом, значительно сложнее расчета установившегося (статического) воздухораспределения, так как требуется учитывать инерционность потоков воздуха, потери энергии потока из-за вязкого трения между струями, а также переменные потери при поворотах и разветвлениях потока. Математическое моделирование динамики движения воздуха описывается системой дифференциальных уравнений [1]. Так как в вентиляционной системе метрополитена имеется существенная взаимосвязность вентиляционных параметров в различных точках сети [1, 2], то для получения удовлетворительной точности расчетов необходимо моделировать вентиляционную сеть всего метрополитена или хотя бы весь участок, ограниченный соединениями тоннелей с атмосферой. Поэтому представляет интерес задача создания метода расчета динамики расхода воздуха, образуемого поршневым действием движущихся электропоездов, посредством статической модели.

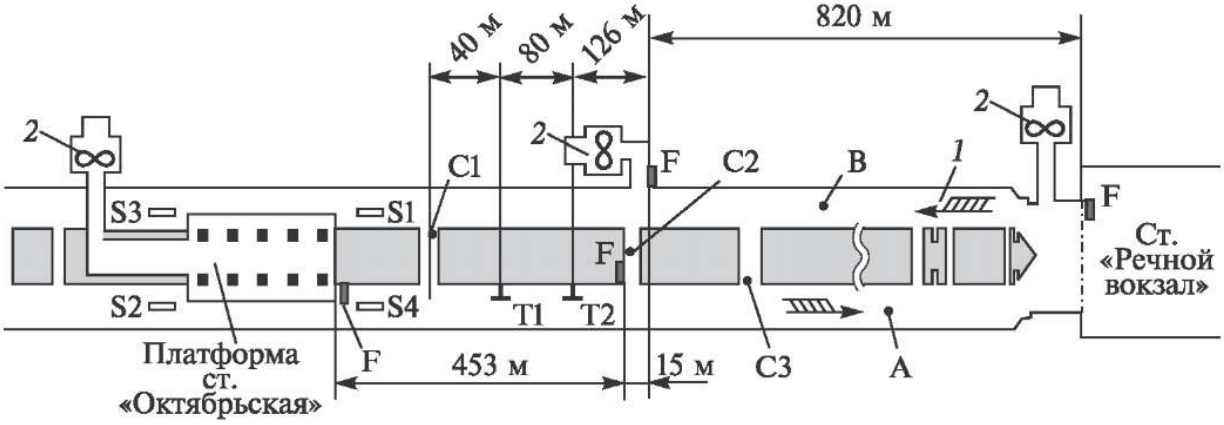


Рис. 1. Схема перегона. A, B - путевые тоннели; C1-C3 - вентиляционные сбойки; S1-S4 - измерительные пункты на станции; T1, T2 - измерительные пункты в тоннеле; F - фоторегистраторы; *1* - направление движения поезда; *2* - вентиляционные камеры.

В качестве исходных данных для решения поставленной задачи воспользуемся результатами экспериментов, проведенных в ИГД СО РАН по исследованию параметров воздушных потоков в реальных условиях Новосибирского метрополитена [3, 4]. На рис. 1 показана схема перегона между двумя станциями и расположение измерительных пунктов. В метрополитене движение осуществляется 4-вагонными поездами.

На рис. 2 приведены типовые осциллограммы статического давления и скорости воздуха в измерительном пункте Т2. В момент времени t_1 поезд вошел в портал тоннеля А со ст. «Октябрьская» и к моменту времени t_2 подошел к измерительному пункту Т2. В течение периода t_2-t_3 поезд проходит мимо приемников давления пункта Т2. В момент времени t_v поезд выходит из тоннеля А на ст. «Речной вокзал» и до момента t_4, когда встречный поезд войдет в портал тоннеля со ст. «Речной вокзал», на перегоне поездов нет. За интервал времени t_4-t_5 встречный поезд в тоннеле В, пройдя примерно 680 м, подходит к вентиляционной сбойке С3. В момент времени t_6 головной вагон этого поезда подошел в вентиляционной сбойке С1 и к моменту t_0 поезд вышел на ст. «Октябрьская» из тоннеля В. В течение интервала t_0-t_7 на перегоне поездов нет, а с момента t_7 описанный цикл повторяется вновь.

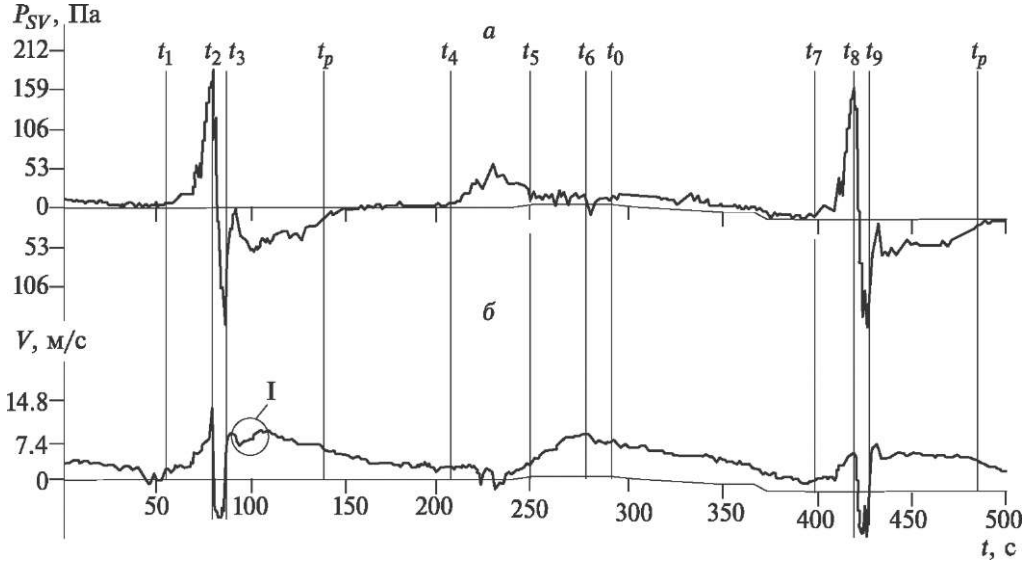


Рис. 2. Осциллограммы статического давления (а) и скорости воздуха (б) в измерительном пункте Т2.

Проведем анализ изменения скорости и статического давления воздуха по осциллограммам, приведенным на рис. 3. Резкое увеличение скорости воздуха в пункте Т2, обусловленное повышенным давлением перед головным вагоном поезда, начинается на 68-й секунде на расстоянии 120 м от измерителя Т2, когда поезд проходит вентиляционную сбойку С1.

Скорость на участке после вентсбойки увеличивается по закону, близкому к линейному, от 3 до 8 м/с. Затем, на протяжении 4 с датчик показывает скорость воздуха в зазоре между поездом и стенкой тоннеля. Эта скорость направлена в сторону, противоположную направлению движения поезда. После прохождения последним вагоном пункта Т2 воздушный поток, вызванный разрежением за хвостовым вагоном, имеет скорость 8 м/с. Впадина I (локальное снижение скорости) на осциллограмме рис. 2, *б* соответствует моменту прохождения хвостовым вагоном вентиляционной сбойки С2. За 62 с до момента t_p скорость потока снижается до 5.7 м/с. Исследования показывают, что поток воздуха перед головным вагоном, обусловленный повышенным давлением от движущегося поезда, имеет максимальную скорость в окрестности лобовой стенки вагона и практически не фиксируется на расстоянии 180-220 м перед поездом. Следовательно, влияние поршневого действия поезда распространяется перед ним на расстояние, равное 35-43 калибрам тоннеля.

В то же время поток воздуха, вызванный разрежением за хвостовым вагоном, действует в течение всего времени, пока поезд движется в тоннеле. Скорость воздуха при этом уменьшается по мере удаления поезда, но незначительно. Особенно хорошо это видно по участку осциллограммы во временном интервале t_9-t_p (рис. 2). Изменения скорости воздуха, вызванные поршневым эффектом, в большей степени распространяются на перегон, по которому движется поезд. Менее значительно изменение скорости воздуха на смежном перегоне в измерительных пунктах S2 и S3.

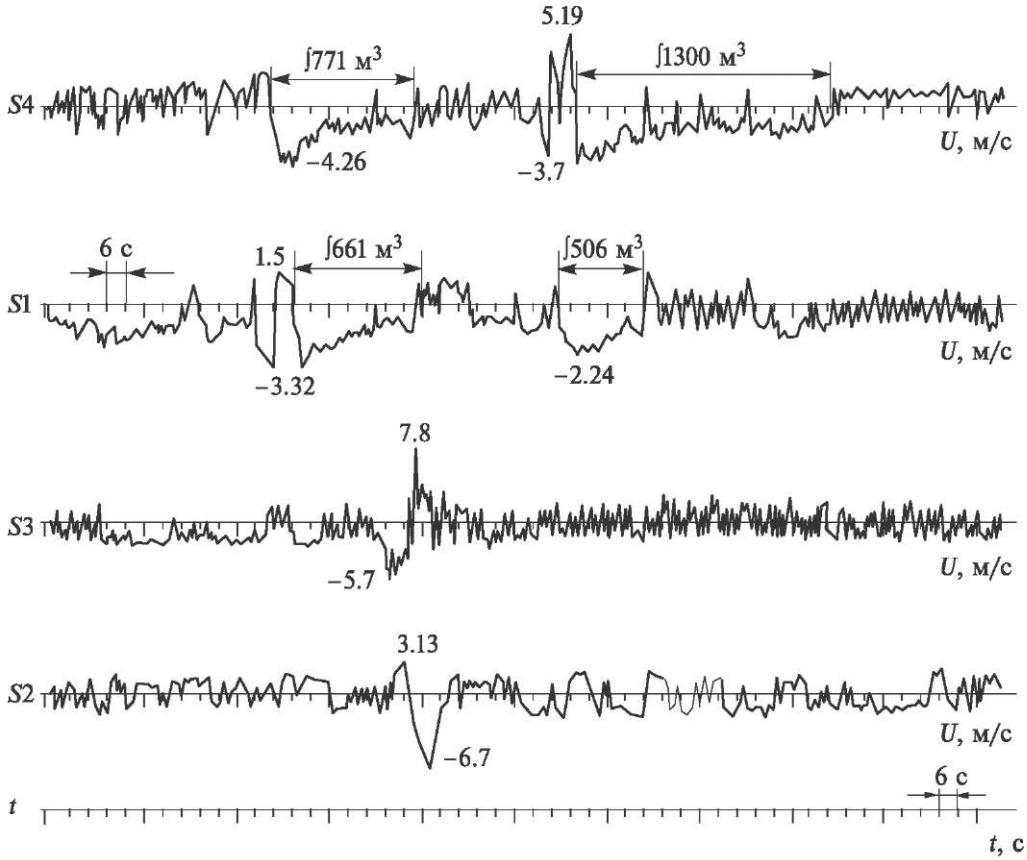


Рис. 3. Типовые осциллограммы изменения скорости движения воздуха на ст. «Октябрьская».

Для наглядности преобразуем участок осциллограммы в интервале t_1-t_2 на рис. 2, *б* таким образом, чтобы начало координат совпадало с лобовой поверхностью поезда (рис. 4, *а*). По оси абсцисс в положительном направлении отложим расстояние от лобовой поверхности поезда. Это расстояние получим умножением времени на скорость движения поезда. Аналогичное преобразование осциллограммы сделаем для интервала t_3-t_p.

При этом совместим начало координат с задней поверхностью поезда и отложим расстояние до хвостовой поверхности поезда в отрицательном направлении оси абсцисс (рис. 4, б). Таким образом получим графики зависимости скорости воздуха в тоннеле от расстояния до поезда.

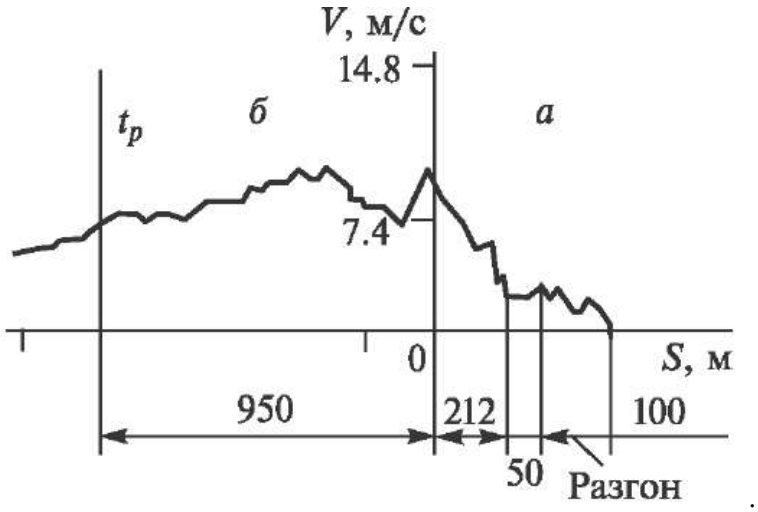


Рис. 4. Изменение скорости воздуха в тоннеле в зависимости от расстояния до движущегося поезда.

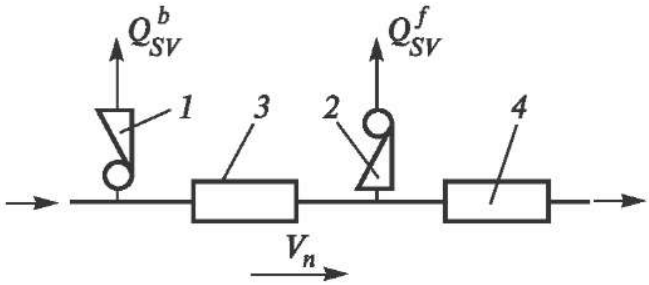


Рис. 5. Схема модели поезда. Вентилятор, моделирующий: *1* - разрежение воздуха за хвостовым вагоном; *2* - повышение давления воздуха перед головным вагоном; *3* - аэродинамическое сопротивление зазора между поездом и стенками тоннеля R_z; *4* - сопротивление рассеяния R_d ; V_n - направление скорости поезда; Q^f_{SV} и Q^b_{SV} - производительность вентиляторов 1 и 2. Стрелками показано направление движения воздуха.

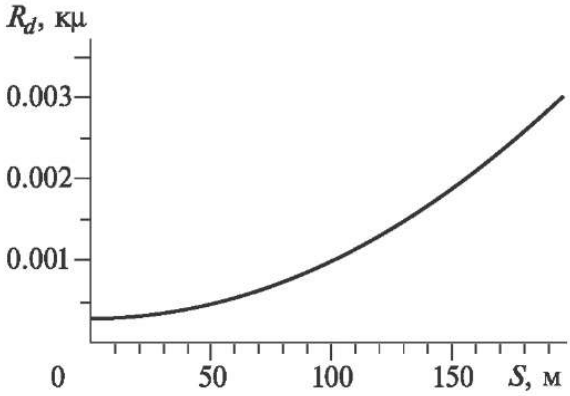


Рис. *6.* Зависимость сопротивления затухания от расстояния до головы поезда.

Очевидно, что скорости воздуха в области возмущенного воздушного потока *перед* и *за* движущимся поездом значительно различаются. При моделировании воздушного потока в статических моделях это условие не выполняется. При статическом воздухораспределении выполняется закон неразрывности потока: расход воздуха во всех сечениях тоннеля одинаков. Следовательно, одинаковы и средние скорости воздуха перед поездом и за ним. Это является одним из основных отличий динамической модели воздушного потока от статической. Анализ полученных зависимостей показывает, что моделирование потока воздуха перед поездом и после него в статической модели необходимо представить двумя фиктивными источниками давления - вентиляторами. Это позволит адекватно описать фронт давления воздуха на лобовой и хвостовой поверхностях поезда. Вентиляторы связаны между собой аэродинамическим сопротивлением, соответствующим сопротивлению зазора между поездом и тоннелем (рис. 5).

Аэродинамическое сопротивление зазора определяется разницей статического давления перед поездом и после него, и по расходу воздуха в зазоре составляет 0.0074 кг [6]. Вентилятор, моделирующий повышенное давление перед поездом, всасывающим входом соединен с атмосферой, а нагнетательным выходом - с тоннелем, причем перед поездом добавляется дополнительное переменное сопротивление $R_d = f(S)$, названное авторами сопротивлением рассеяния. Величина сопротивления рассеяния является функцией расстояния S от лобовой поверхности головного вагона поезда до той точки в тоннеле, в которой определяется скорость воздуха. Она рассчитывается так, чтобы расход уменьшался по линейному закону и на расстоянии, равном 40-50 диаметрам тоннеля, поток воздуха от поршневого действия поезда практически полностью затух и имел скорость невозмущенного потока (рис. 6).

Давление P^f_{SV}, развиваемое вентилятором, моделирующим фронт избыточного давления перед поездом, должно соответствовать статическому давлению, создаваемому головным вагоном поезда. У различных авторов [2, 3, 4] эта величина рассчитывается по-разному, обычно в зависимости от скорости поезда V_n и сечения тоннеля (табл. 1).

Таблица 1. **Статическое давление, создаваемое поездом, Па**

Источник	Формула или способ определения	ΔP_{SV}, Па при V_n =19 м/с	P_{SV}^f перед поездом	P_{SV}^b за поездом
[2]	Расчет потери давления при обтекании цилиндра в трубе, диаграмма 10-9	305	—	—
[4]	0.00073•V4•9.81, формула (35.VII)	466	—	—
[3]	Осциллограммы на с. 71, рис. 3.6	347	200	-147
Эксперимент авторов, рис. 2.18	Данные после статистической обработки	342	228	-114

Для выявления зависимости $P_{SV}^f = f(V_n)$ скорость движения воздуха вычислялась в [2, 4] по показаниям датчиков, расположенных за пределами габаритных размеров поезда, примерно на расстоянии 0.5 м от внутренней поверхности обделки тоннеля. Следует отметить, что в [2] и [4] определяют перепад давлений ΔP_{SV}, равный разности этих величин перед и за движущимся объектом. При этом считается, что абсолютная величина избыточного давления P_{SV}^f перед поездом равна разрежению P_{SV}^b за поездом. Но это значительно расходится с результатами исследований, представленными на осциллограммах рис. 5. Очевидно, что у разных авторов наблюдаются значительные расхождения в определении P_{SV}, вызванном движущимся поездом.

Для повышения точности моделирования статического давления воздуха перед поездом и за ним проведены экспериментальные исследования, суть которых состояла в замерах давления через приемники, установленные на лобовых поверхностях головного и хвостового вагонов движущегося метропоезда. Каждый приемник соединялся трубкой с одним из входов дифференциального манометра. Второй вход дифманометра соединялся трубкой с жестким резервуаром - «нулем», давление в котором соответствовало атмосферному. Объем резервуара на три порядка превышал внутренний объем подводящих трубок и рабочей камеры дифманометра. У другого дифманометра вход соединялся с воздухом кабины машиниста (рис. 7). Таким образом одновременно измерялось полное и статическое давление перед движущимся поездом относительно атмосферы и кабины машиниста. Такой метод измерения давления позволил существенно повысить качество последующей обработки сигнала, т.е. выявить скачки возмущений давления, вызванных многочисленными сбойками, разветвлениями тоннелей, оборудованием в тоннелях и т.п.

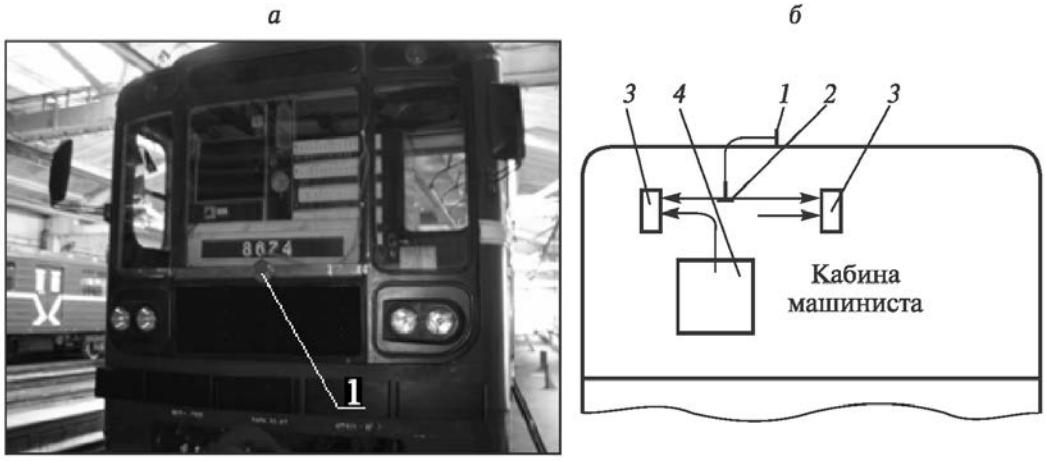


Рис. 7. Размещение измерительного оборудования. *а* - место установки приемника давления на лобовой поверхности поезда; *б* - схема размещения измерительного оборудования; *1* - приемник давления; *2* - тройник; *3* – дифференциальный манометр; *4* - «ноль»

Эксперименты проводились в Новосибирском метрополитене в дневное время на участке длиной около 10 км, включающем 6 станций и метромост через р. Обь.

На рис. 8 приведены графики изменения статического давления перед поездом и за ним.

Таким образом, математическая модель потока воздуха, вызванная поршневым действием поезда, представляется совокупностью уравнений:

$$P_{SV}^{f} = 0{,}6 \cdot V_n^2 + 0{,}64 \cdot V_n + 1{,}94,$$

$$P_{SV}^{f} = \varphi_1(Q^f) = const,$$

$$P_{SV}^{b} = -0{,}238 \cdot V_n^2 - 1{,}652 \cdot V_n + 3{,}1,$$

$$P_{SV}^{b} = \varphi_2(Q^b) = const,$$

$$R_d = 7 \cdot 10^{-8} \cdot S^2 - 2{,}1 \cdot 10^{-7} \cdot S + 2{,}8 \cdot 10^{-4},$$

$$R_Z = 0{,}0074,$$

где P_{SV}^{f}, P_{SV}^{b} измеряются в паскалях, а R_d и R_Z в киломюргах.

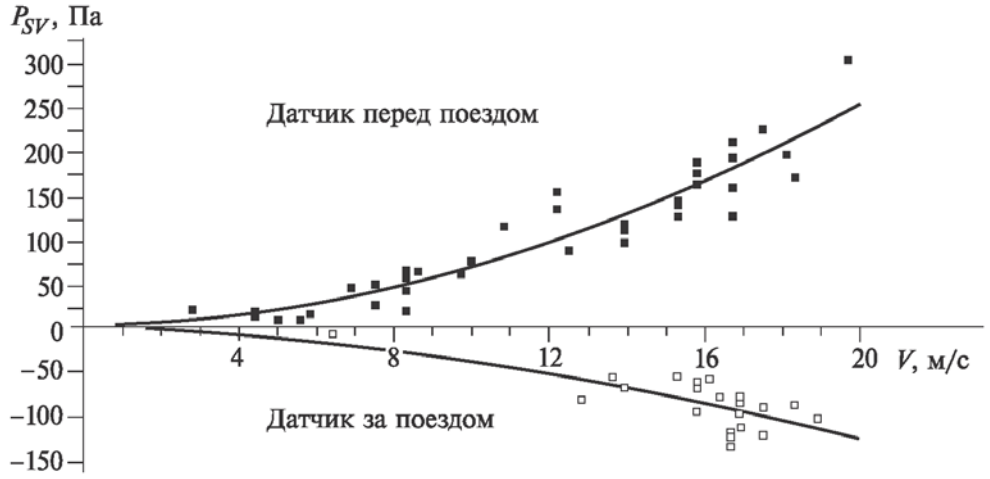


Рис. 8. Распределение статического давления воздуха перед поездом и за ним в зависимости от скорости движения.

Для проверки адекватности предложенной модели проведены серии численных экспериментов. В них модель поезда размещалась в различных точках перегона между станциями: в тоннеле А и в тоннеле В (см. рис. 1). При этом определялась скорость воздуха в точках расположения измерительных пунктов Т1, Т2, S1, S4. При квазидинамических расчетах воздухораспределения на статической модели должны выполняться условия, обеспечивающие максимально возможное приближение расчетных параметров возмущенного потока воздуха к действительным. Наиболее близкие к фактическим результаты расчета воздухораспределения получены при выполнении следующих условий:

— поезд целиком находится на рассматриваемом участке, т.е. не проходит мимо вентиляционной сбойки;

— скорость движения поезда на участке постоянна;

— длина участка превышает длину поезда не менее чем в 2 раза. При длине поезда 80 м минимальная длина участка составляет 160 м.

Совокупности этих требований удовлетворяет, например, участок между вентсбойками С1-С3 и т.п. (рис. 1). Таким образом, на каждом перегоне с двумя раздельными путевыми тоннелями с помощью предложенной модели можно исследовать участки, которые составляют большую часть длины перегона - порядка 80 %.

Также были проведены эксперименты по определению воздухораспределения от движущихся поездов в натурных условиях Новосибирского метрополитена. В условиях действующего метрополитена такой эксперимент можно провести только в выработке, по которой не ходят поезда,

но в которой наблюдается ярко выраженный поршневой эффект. Такими выработками являются сбойки между тоннелями.

Для испытания был выбран участок вентиляционной сети, удовлетворяющий требованиям аэродинамических измерений. Наиболее важным условием была максимально возможная протяженность вентиляционной сбойки, в которой планировалось проводить замеры. Это обусловлено тем, что воздушный поток должен быть однородным по полю скоростей, а линии тока - параллельные, т.е. влияние возмущений от препятствий и поворотов должно быть минимальным, чтобы не искажать результаты измерений.

Как наиболее удовлетворяющая требованиям, для замеров выбрана вентиляционная сбойка венткамеры на перегоне «Площадь Ленина» - «Октябрьская» Ленинской линии Новосибирского метрополитена. На рис. 9 приведена схема расположения замерных пунктов в вентсбойке на перегоне «Площадь Ленина» - «Октябрьская». В пунктах 1 и 2 установлены осреднительные приемники давления с отверстиями, направленными внутрь вентсбойки, и соединенные с дифференциальными манометрами посредством силиконовых трубок. В пункте 3 расположено замерное оборудование.

Для проведения эксперимента использовались: цифровой дифференциальный манометр ДМЦ-01М, оснащенный интерфейсом RS 232 и соединенный с ноутбуком, фиксирующий динамическое давление воздушного потока; электронный микроманометр ММЭ-3, также фиксирующий динамическое давление воздушного потока.

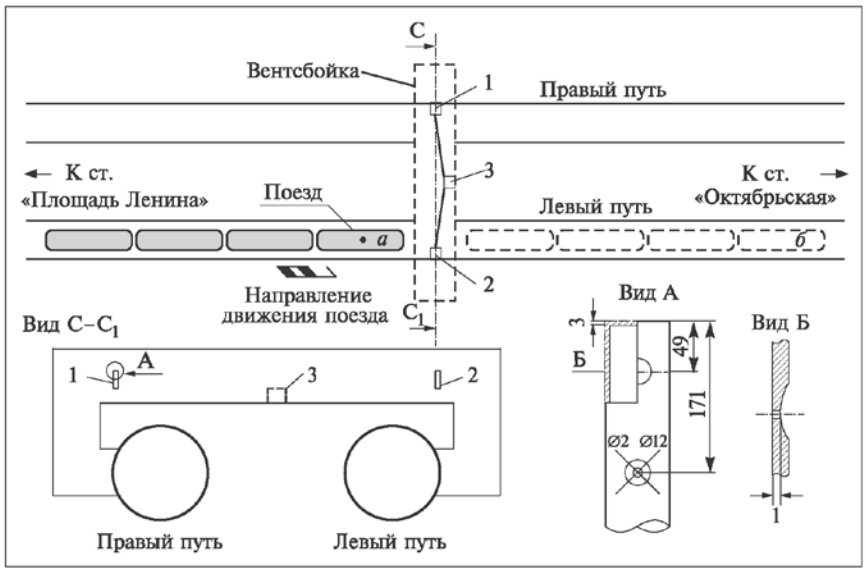


Рис. 9. Схема расположения замерных пунктов в вентсбойке на перегоне «Площадь Ленина» - «Октябрьская». 1, 2 - пункты снятия замеров, оснащенные осреднительными приемниками давления; 3 - дифференциальный манометр, подключенный к компьютеру.

Сигналы с осреднительных приемников давления фиксировались дифманометром ДМЦ-01М с мгновенной записью данных на жесткий диск ноутбука. Дублирующие сигналы фиксировались с помощью электронного микроманометра ММЭ-3, данные с которого записывались вручную через каждые 5 с.

Эксперимент проходил при частоте движения поездов 12 пар/ч [5]. Был проведен инструктаж с машинистами, чтобы во время эксперимента поезда в районе вентсбойки двигались с постоянной скоростью (76-78 км/ч). Запись сигналов выполнялась в течение 45 мин. При обработке эти записи разделялись на фрагменты, когда влияние поезда начинало фиксироваться на приборах и до того момента, когда влияние затухало.

Осреднительные приемники давления замерного пункта 1 воспринимали динамическое давление воздушного потока от приближающегося к вентсбойке поезда, движущегося со стороны ст. «Площадь Ленина» (рис. 9, а). Переключение на осреднительные приемники давления замерного пункта 2 проводилось в течение времени, пока поезд двигался мимо вентсбойки, в которой осуществлялись замеры, перекрывая собой ее сечение. Когда поезд оказывался в позиции *б* (см. рис. 9), осреднительные

приемники замерного пункта 2 фиксировали изменение динамического давления потока воздуха, возникшего в результате разрежения воздуха за хвостовым вагоном состава.

На основании полученных результатов построены графики зависимости динамического давления, вызванного поршневым действием поездов, от времени его движения. Некоторые результаты замеров, зафиксированные дифференциальным манометром ДМЦ-01М и электронным микроманометром ММЭ-3, представлены на рис. 10.

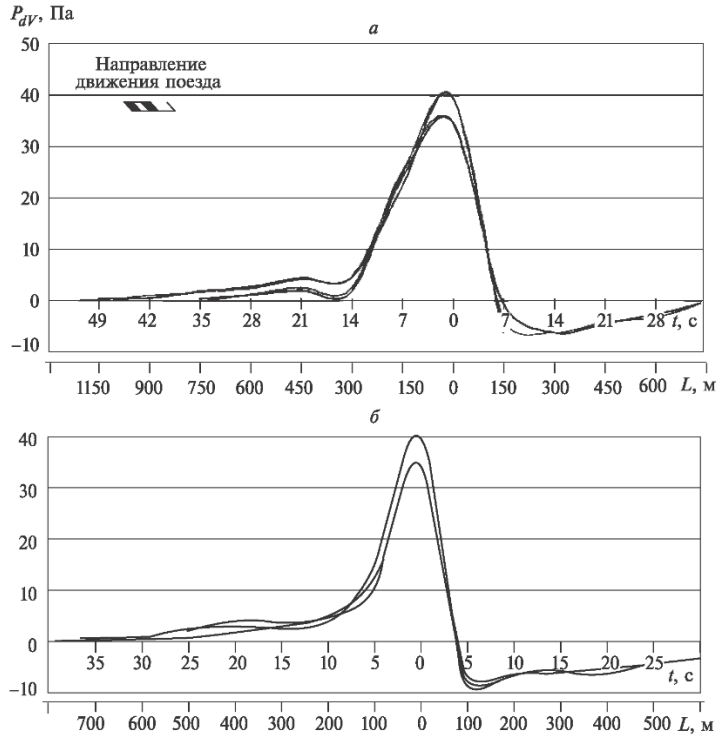


Рис. 10. Изменение динамического давления P_{dV} в вентиляционной сбойке при прохождении поезда, зафиксированного дифференциальным манометром ДМЦ-01М (*а*) и электронным микроманометром ММЭ-3 (б); на шкале *L* за 0 принято положение поезда в позиции *а* на рис. 9.

Чтобы исключить влияние разницы в скоростях движения поездов на зависимость изменения давления от местоположения состава в тоннеле и синхронизировать полученные результаты, за начало отсчета принят момент времени, когда лобовая поверхность первого вагона поезда поравнялась с устьем вентиляционной сбойки (см. рис. 9, а). Благодаря этому стало возможным установить, на каком расстоянии *L* от вентсбойки влияние поршневого действия поезда будет сказываться на изменении давления в ней.

Обработка результатов эксперимента показала, что при доверительной вероятности 98 % можно утверждать, что доверительный интервал полученных данных не превысил 2.2 Па.

Для проверки адекватности математической модели поршневого действия поезда проведены численные эксперименты по расчету воздухораспределения на математической модели вентиляционной сети Новосибирского метрополитена с учетом поршневого эффекта. Анализ результатов численного моделирования воздухораспределения, вызванного поршневым действием поездов, показал удовлетворительную сходимость с экспериментальными данными. В среднем расхождение не превысило 12 %. Это подтверждает адекватность предложенной математической модели статического воздухораспределения, учитывающей динамику движения воздуха в тоннелях метрополитена от поршневого эффекта. Таким образом, на основе статической модели создана квазидинамическая модель.

В результате анализа проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Расход воздуха, вызванный повышенным давлением перед головным вагоном поезда, практически затухает на расстоянии 200-250 м от головного вагона.

2. Расход воздуха в тоннеле, вызванный разряжением за хвостовым вагоном поезда, существует в течение всего времени движения поезда по перегону. Незначительное снижение расхода с течением

времени соответствует увеличению аэродинамического сопротивления участка тоннеля от входного портала до удаляющегося хвостового вагона.

3. Предложен метод решения задачи динамического распределения воздушного потока, вызванного поршневым действием поезда в метрополитене мелкого заложения, путем использования статических моделей. При этом следует представить действие поезда двумя вентиляторами, аэродинамическим сопротивлением зазора между поездом и обделкой тоннеля и сопротивлением затухания.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям / И.Е. Идельчик; под ред. М.О. Штейнберга. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1992. - 672 с.

[2]. Исследование на АЦВК и в натурных условиях переходных процессов и частотных свойств вентиляционных систем перегонов, получение математического описания / Ин-т горного дела СО РАН: руководитель Н.Н. Петров. - Новосибирск, 1989. - № 493-15. - 109 с.

[3]. Красюк А.М. Исследование процессов теплопередачи в тоннеле метрополитена мелкого заложения / А.М. Красюк, И.В. Лугин // ФТПРПИ. - 2008. - № 6.

[4]. Красюк А.М. Исследование динамики воздушных потоков в метрополитене от возмущающего действия поездов / А.М. Красюк, И.В. Лугин // ФТПРПИ. - 2007. - № 6. - С. 101-108.

[5]. Павлов С.А. Повышение эффективности использования поршневого действия поездов для тоннельной вентиляции метрополитена: дис. ... канд. техн. наук / С.А. Павлов. - Новосибирск, 2011. - 149 с.

[6]. Цодиков В.Я. Вентиляция и теплоснабжение метрополитенов / В.Я. Цодиков. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - М.: Недра, 1975. - 568 с.

Б.А.Унаспеков, Т.И. Иргибаев, А.М. Красюк, И.В. Лугин, Дзенис Лех, М. Куспангалиев

Метрополитен тоннеліндегі ауа бөлінісіне поездардың поршеньдік іс-қимылының әсерін талдау

Түйіндеме. Статикалық модельдерді пайдалану арқылы аз тереңдікте салынған метрополитенде поездың поршеньдік әрекетінен туындаған ауа ағынының динамикалық тарату есебін шешу әдісі ұсынылған. Ұсынылған үлгінің барабарлығын тексеру үшін сандық эксперименттер сериясы өткізілген. Сондай-ақ метрополитеннің табиғи жағдайында қозғалыстағы поездардан ауа бөлуді анықтау үшін эксперименттер жүргізілді.

Поездардың поршеньдік әрекетінен туындаған ауа бөлуді сандық үлгілеу нәтижелерін талдау эксперименттік деректермен қанағаттанарлық ұқсастықты көрсетті.

Түйінді сөздер: метрополитен, желдеткіш, ауа, қозғалыс, динамика, поршень әсері.

A. Pyrkova, N. Yeren
(Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
E-mail: yeren.nurganym@mail.ru)

DEVELOPING A SECURITY POLICY FOR THE NETWORKED INFRASTRUCTURE OF A GLOBAL INTERNET COMMUNICATION SYSTEM

Abstract. The article discusses the process of designing and implementing a security policy for a network infrastructure of a large company with several branches geographically distant from each other. The proposed policy includes a set of measures to ensure the protection of the company's work, both at the hardware-technical and software levels. To implement the proposed measures, devices and protocols are considered, their analysis and assessment are carried out, taking into account the feasibility of their application within the framework of this infrastructure.

Key words: security policy, routing, IP address, security protocols, Cisco Packet Tracer.

А. Ю. Пыркова, Н. Е. Ерен
(Казахский Национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан, Алматы.
E-mail: yeren.nurganym@mail.ru)

РАЗРАБОТКА ПОЛИТИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ДЛЯ СЕТЕВОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ГЛОБАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ МЕЖСЕТЕВОГО ОБМЕНА ИНФОРМАЦИЕЙ

Аннотация. В статье рассматривается процесс проектирования и реализации политики безопасности сетевой инфраструктуры крупной компании с несколькими филиалами, территориально отдалёнными друг от друга. Предложенная политика включает в себя комплекс мер по обеспечению защиты работы компании, как на

аппаратно-техническом, так и на программном уровнях. Для реализации предложенных мер рассматриваются устройства и протоколы, проводятся их анализ и оценка с учётом целесообразности применения в рамках данной инфраструктуры.

Ключевые слова: политика безопасности, маршрутизация, IP-адресация, протоколы безопасности, Cisco Packet Tracer.

Введение.

В связи с постоянным ростом использования компьютерных систем, а также приложений в облаке с Интернетом для обмена данными, потребность в безопасных вычислениях и хорошо продуманной архитектуре сетевой безопасности имеет первостепенное значение для всех типов организаций от корпоративных, академических или государственных, до географически конечных пользователей, разные роли и профили, а также использование различных вычислительных устройств, каналов связи.

Статья фокусируется в новых и усовершенствованных системах безопасности сетевой инфраструктуры, определяющиеся настройкой сетевых устройств, программного обеспечения и интеграционных технологии, которые помогают сотрудничать и реализовать безопасность сети организации. По мере повышения уровня риска обеспечение безопасности организации становятся сложным.

Методика сборки и настройка сетевой топологии.

Проблема заключается в низком уровне сетевой безопасности в локальной и глобальной сети, поэтому необходимо повысить безопасность компьютерной сети путем ограничения доступа пользователей, ограничения связи между сетями [1].

Сетевая инфраструктура разделена на модули в целях [2]:

– Рационального распределения средств на оборудования
– Бесперебойной работы сети
– Безопасного обмена информацией
– Быстрой настройки в случае сбоев

В сетевой топологии восемь модулей [2, 3]:

– Филиалы (Рисунок 1), которые разделены на отделы: административный, отдел инженеров, сметно-договорной, бухгалтерия
– Центр данных
– Ядро сети
– Подключение к сети Интернет
– модуль DMZ
– Подключение к WAN сети

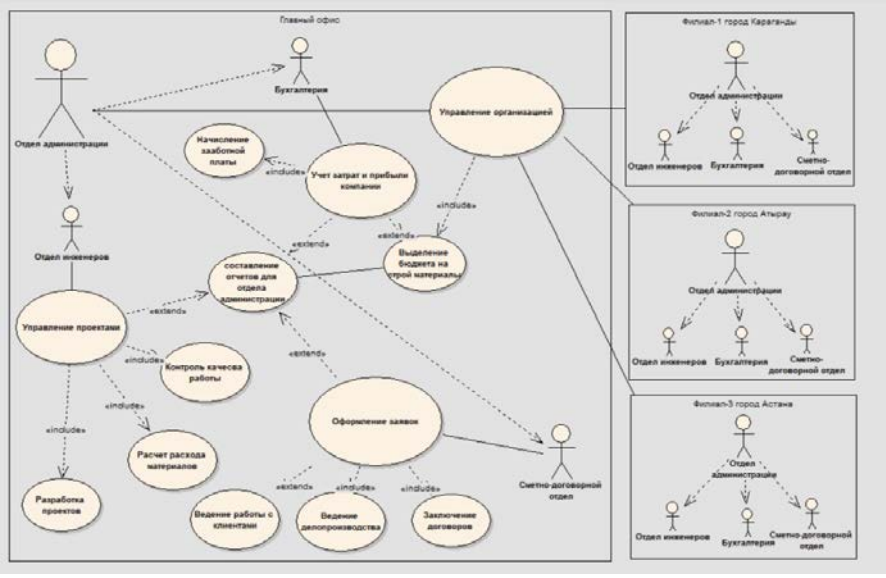


Рис. 1. Планирование сети

Для бесперебойной коммуникации в частной или глобальной сети Интернет необходимо, чтобы каждый хост на компьютере был идентифицирован по IP-адресу [5, 6].

Расчет производился по формуле 2n-2<=k.

В локальной сети использовался адрес 192.168.0.0, а для глобальной сети использован адрес 192.168.1.0-192.168.3.0. Филиал-1, находящийся в городе Караганда, использует адрес 192.168.1.0, второй филиал в городе Астана использует адрес 192.168.2.0, а третий в городе Атырау 192.168.3.0 соответственно. При конфигурации облака был использован адрес 10.0.0.0, для каждого DLCI адрес начиная от 10.0.0.2 до 10.0.0.32.

Настройка маршрутизации.

Использован протокол динамической маршрутизации OSPF (Рисунок 2) поскольку удобен при конфигурировании, а также обеспечивает большую масштабируемость, протокол дает возможность деления сети на отдельные территории (area). Благодаря такому разделению, многие операции выполняются внутри каждой территории автономно, не влияя на устройства за ее пределами, что приводит к улучшению производительности [1, 6]. Но также была настроена статическая маршрутизация двух подсетей в целях безопасности, это сети 192.168.0.32 и 192.168.0.40 [6].

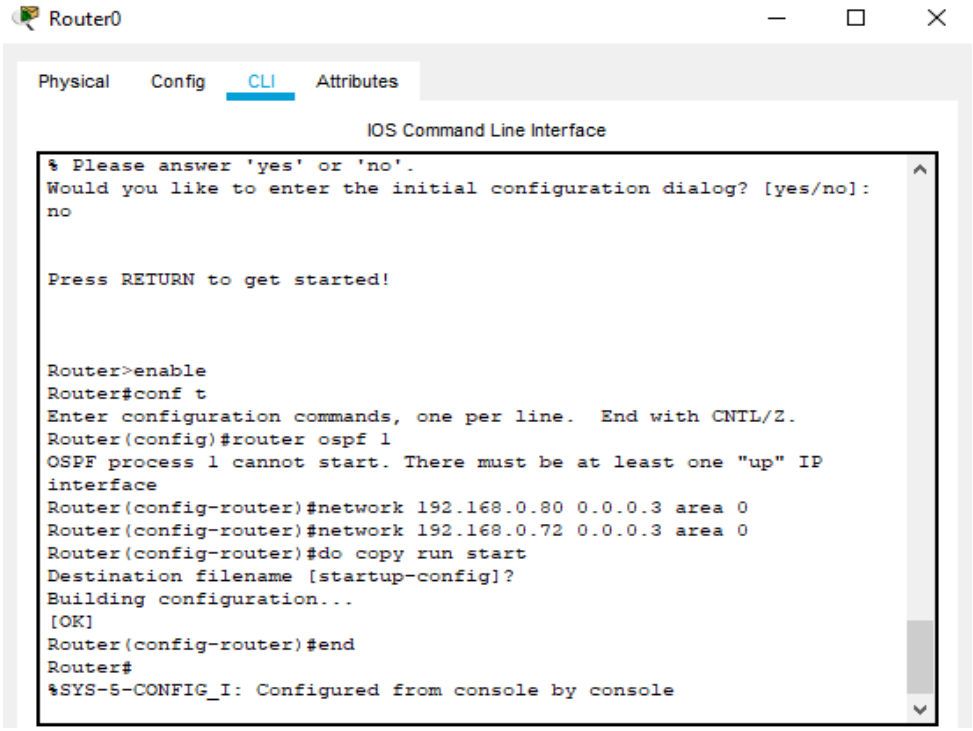


Рис. 2. Команды для настройки протокола OSPF

Установка и конфигурация межсетевых экранов.

Конфигурирование ASA5505 отличается от конфигурации роутеров и коммутаторов, имеется вкладка CLI, где прописываются команды. Также, как и маршрутизатор поддерживает динамическую маршрутизацию, протокол NAT, фильтрацию трафика access list, VPN. По умолчанию в межсетевом экране есть конфигурация протокола DHCP, раздается IP-адрес 192.168.1.0 во внутреннем интерфейсе, также установлены vlan-ы внутренний и внешний. Для интерфейса Ethernet0/0 – vlan2, остальные порты по умолчанию настроены в первый vlan. Установлена базовая лицензия и поменять лицензию невозможно. Максимальное количество vlan-ов в ASA5505 – три, при этом третий DMZ vlan ограничен [6]. Также не имеем возможности использовать транковые порты, механизм отказоустойчивости. Cisco Packet Tracer не позволяет показать способности ASA5505 полностью. В сетевой инфраструктуре использованы 2 межсетевых экрана (Рисунок 3):

– ASA-2 в модуле подключения к сети Интернет
– ASA-0 в модуле подключения к глобальной сети

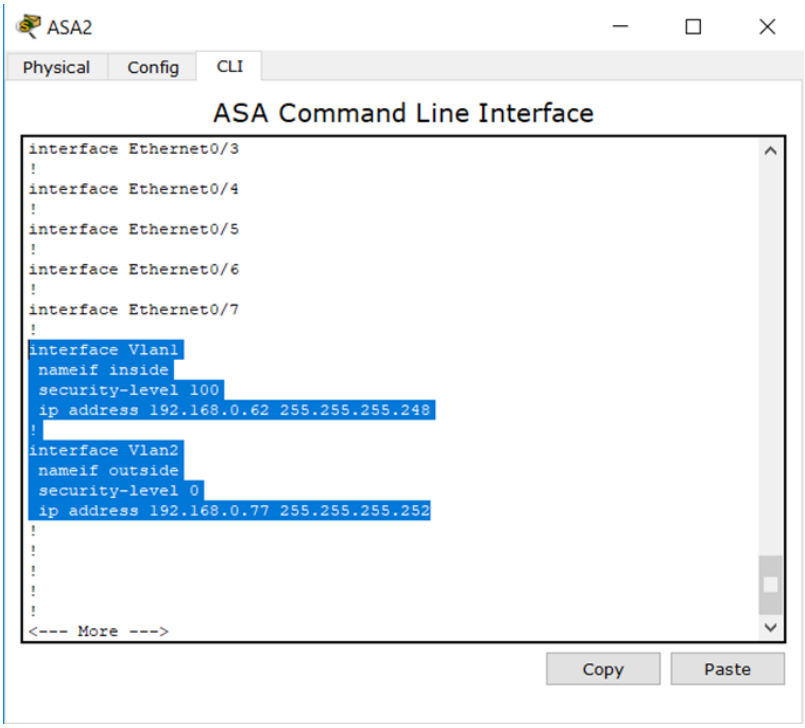


Рис. 3. ASA-2 настроена

Конфигурация Frame Relay.

Frame Relay используется для соединения двух удаленных филиалов путем аренды виртуальной сети (Рисунок 4). Для перехода из первого филиала во второй используется DLCI 102, а для второго филиала в первый используется 201. Далее приведена таблица DLCI – это «Data Link Connection Identifier», идентификатор соединения [7]. В данной сетевой инфраструктуре есть облако0, и 5 роутеров: три филиала соединяются с другими подсетями через облако.

Три удаленных филиала соединяются между собой и с главным офисом. Роутер-1, Роутер-2, Роутер-3, Роутер-4, Роутер-8 соединены через облако-2. Frame Relay обеспечивает быстрое и надежное соединение удаленных участков сети в этом случае 4 разных города. При конфигурации использован IP-адрес 10.0.0.0, также были распределены DLCI для передачи данных. С помощью таблицы 1, был настроен протокол Frame Relay [6].

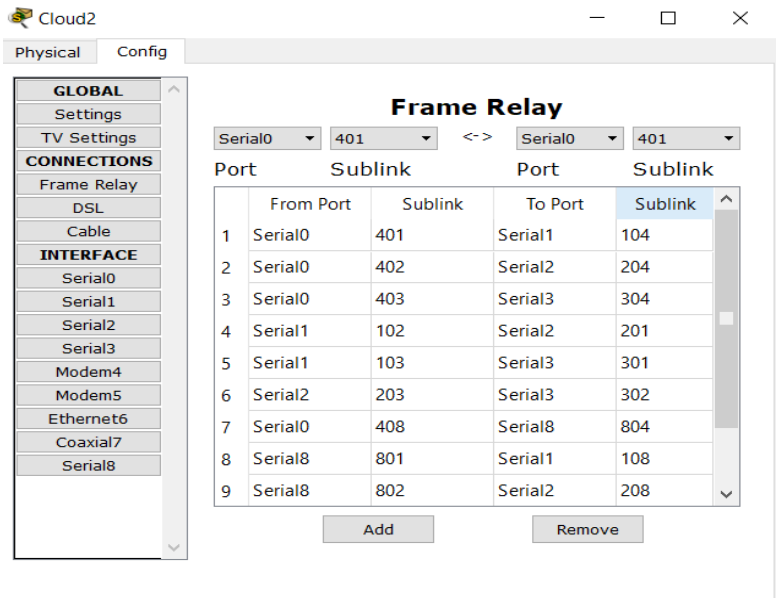


Рис. 4. Настройка Cloud-2

Таблица 1. **Распределение DLCI и IP-адресов**

Название роутера	DLCI	IP-адрес
Router1	102	10.0.0.1
	103	10.0.0.5
	104	10.0.0.9
	108	10.0.0.13
Router2	201	10.0.0.2
	203	10.0.0.25
	204	10.0.0.17
	208	10.0.0.21
Router3	301	10.0.0.6
	302	10.0.0.26
	304	10.0.0.29
	308	10.0.0.33
Router4	401	10.0.0.10
	402	10.0.0.18
	403	10.0.0.30
	408	10.0.0.37
Router8	801	10.0.0.14
	802	10.0.0.22
	803	10.0.0.34
	804	10.0.0.38

Результаты и их обсуждение.

После полной конфигурации сетевой инфраструктуры были настроены протоколы безопасности и списки доступа [6]. Далее приведена модель сетевой инфраструктуры (Рисунок 5).

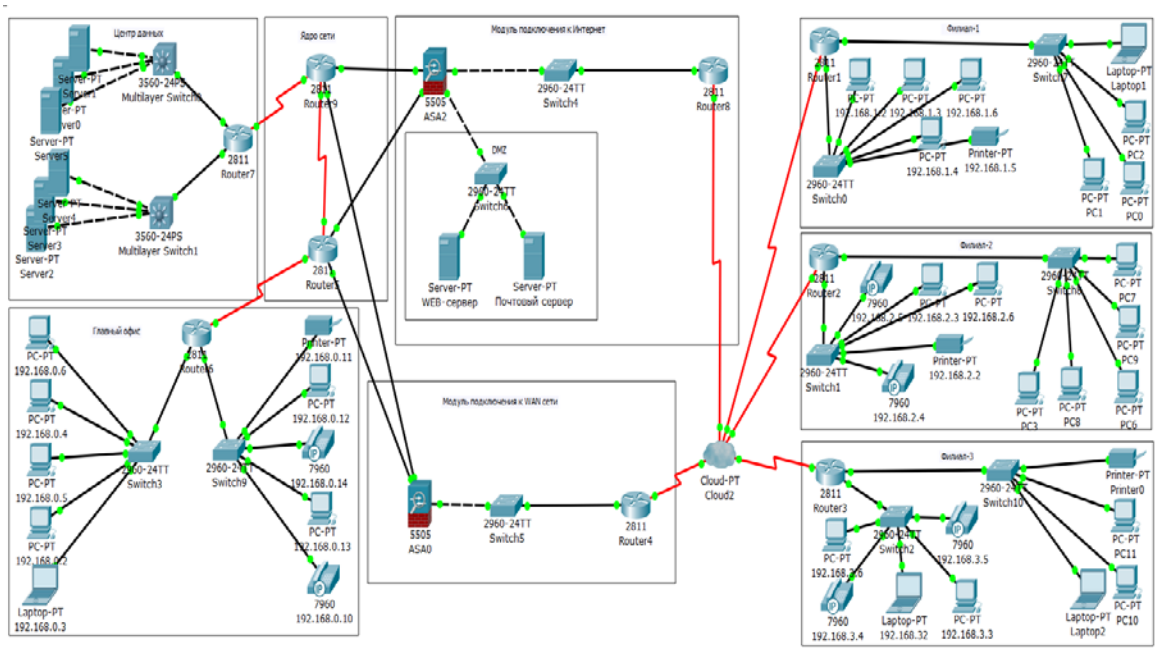


Рис. 5. Сетевая инфраструктура компании.

Списки управления доступом или списки доступа (access list), это общие критерии отбора, применяющиеся для фильтрации дейтаграмм, для выявления приоритетного трафика, для отбора маршрутов [8, 9].

В главном офисе к отделу администрации относятся устройства с IP-адресами 192.168.0.2 и 192.168.0.9, у данных сотрудников есть доступ ко всем сегментам сети. Отдел инженеров состоит устройства с IP-адресами 192.168.0.3-192.168.0.5, данный отдел имеет доступ ко всем сегментам сети, кроме сервера данных других инженеров, собственным сервером хранения данных является 192.168.0.34. Отдел бухгалтерии состоит из устройств с адресами 0.10-0.12, имеет доступ ко всем сегментам сети кроме, сервера инженеров. Остальные устройства для сметно-договорного отдела, не имеют доступа в серверный сегмент сети с адресами 192.168.0.32 и 192.168.0.40, есть доступ к другим сотрудникам и отделам. Таким образом составлены списки доступа и в других филиалах.

Network address translation упростила и сократила IP-адресацию, предоставляет внешнему миру внутреннюю структуру IP-адресации иначе, чем это есть на деле. Технология NAT применена для обеспечения доступа узлов к сети Интернет, реализации защиты сети, изоляции сетей управления [10, 11].

Протокол SSH (Secure Shell) обеспечивает в сети удаленное управление операционной системой и туннелирование TCP. Имеются схожие протоколы Telnet, rlogin, которые также позволяют удаленное управление, но был выбран протокол SSH, поскольку протокол шифрует весь трафик, также пароли. В сетевой инфраструктуре имеется 11 роутеров, на каждом из них был установлен протокол SSH [10]. Управлять роутером-6, который находится в городе Алматы, можно из конечных устройств города Астана, Атырау, Караганды. Для этого были сконфигурированы логины и пароли для каждого роутера.

Протокол AAA (Authentication, Authorization, Accounting) – предназначенный для описания процесса предоставления доступа, был настроен на server 192.168.0.27. При настройке использовался протокол tacacs+, также был вариант использования протокола radius, в симуляторе разницы протоколов нет, но в реальных оборудованиях tacacs+ имеет ряд преимуществ [12, 13, 14, 15].

После конфигурации AAA протокола, ранее настроенный SSH продолжает работать, но открывает доступ только пользователям Nurganym и test. То есть удаленный доступ стал еще надежнее.

Установка данного Syslog-сервера в сетевой инфраструктуре обеспечило сбор лог-сообщений. С помощью лог-сообщений, которые пишут роутеры и коммутаторы, анализируется состояние оборудований, своевременно выявляются и решаются проблемы. В свою очередь лог-сообщения имеют 7 уровней. То есть сервер будет получать сообщения о том, что:

- система в данный момент не работоспособна
- необходимо вмешательство системного администратора
- ошибки
- различные предупреждения
- всевозможные уведомления
- критические события
- информационные сообщения
- отладочные сообщения

Syslog-сервер настроен на устройстве с адресом в сети 192.168.0.27, который также выполняет работу AAA-сервера и почтового сервера. Выбрано данное оборудование, поскольку все сотрудники имеют доступ к данному сегменту сети, исходя из ранее сконфигурированных правил [13].

DNS-сервер служит телефонной-интернет книгой, в которой хранится информация о том, какому IP-адресу соответствует то или иное доменное имя. Сервер с адресом 192.168.0.26 является WEB-сервером, также все сотрудники имеют доступ к данному сегменту сети. На этом же устройстве был сконфигурирован DNS-сервер. Для того, чтобы пользоваться доменными именами был прописан адрес DNS-сервера на всех конечных устройствах.

Выводы.

Для реализации защиты устройств сетевой инфраструктуры от несанкционированного доступа, а также для обеспечения безотказного функционирования применены нижеуказанные настройки:

1. Настроено ограничение доступа к сетевой инфраструктуре только с автоматизированных рабочих мест администраторов или сети управления [11].

2. Сконфигурирована синхронизация времени на устройствах. Назначен протокол NTP с аутентификацией пакетов [14].

3. Сконфигурированы на каждом устройстве предупреждения о запрете несанкционированного доступа к данным. Протокол AAA ведет учет всех зарегистрированных устройств, также ведется учет доступов любого вида. Устройства, которые подключились к сети только что, получают предупреждение о запрете тех или иных действий.

4. Настроен протокол SSH, то есть разрешено управлять устройством, например, маршрутизатором, удаленно. Также смоделирован AAA-сервер, который позволяет войти в систему только двум пользователям.

5. Сконфигурированы механизмы парольной защиты, использованы стойкие пароли, которые состоят из букв и символов, добавлено шифрование паролей и хеширование.

6. Отключены не используемые интерфейсы. Для обеспечения безопасности, если злоумышленник решит подключиться к одному из сетевых оборудований.

7. Настроен AAA-сервер, сервер ведет авторизацию, аутентификацию и учет получения доступа к системе.

8. Настроен Syslog-сервер, данный сервер получает информацию лог-сообщениями, о неисправностях в узлах сети.

9. Отключены неиспользуемые сетевые службы, протоколы, механизмы, такие как: DNS, CDP, TELNET, DHCP, FINGER, ECHO и другие.

10. Настроены межсетевые экраны. Это программно-аппаратный комплекс, который реализует функции контроля, препятствуя DoS-атакам, управляет и фильтрует сетевые информационные потоки, по набору правил.

В итоге получена сетевая инфраструктура компании, в которой предусмотрена защита конфиденциальных данных и обеспечена целостность передаваемой информации, а также организована бесперебойная доступность ко всем элементам сети.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Амато Вито. Основы организации сетей Cisco. Том 1, пер. с англ. — М.: Вильямс, 2002. — 512 с.

[2] В. Олифер, Н. Олифер Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. Учебник — 2016.

[3] Э. Таненбаум, Д. Уэзеролл «Компьютерные сети» 5-е изд. — 2016.

[4] Д. Куроуз, Т. Росс «Компьютерные сети. Настольная книга системного администратора» — 2016

[5] Автор неизв. Решения компании Cisco Systems по обеспечению безопасности корпоративных сетей 2-е изд. — 2017.

[6] Шепитько Г. Е., Экономика защиты информации, Издательство: МФЮУ, — 2011.

[7] R. W. Daoud and W. S. Hassan, Neural Network Based of a New User IP Address Determination and Address Conflict Elimination // Diyala Journal of Engineering Sciences. — 2019. — vol. 12. — № 3. — pp. 15-21.

[8] Тематический сборник / Под ред. Р. Л. Смелянского. – Москва: Издательский отдел факультета ВМК МГУ имени М. В. Ломоносова (лицензия ИД № 05899 от 24.09. 2001 г.); МАКС Пресс, 2019. – № 19. – 136 с

[9] M. Przybylski, B. Belter, and A. Binczewski, Shall we worry about packet reordering? // Computational Methods in Science and Technology. — 2005. — vol. 11. — № 2. — pp. 141–146.

[10] D. Sankar and D. Lancaster, Routing Protocol Convergence Comparison using Simulation and Real Equipment // Advances in Communications, Computing, Networks and Security — 2013. — vol. 10. — pp 186-194.

[11] Li, M., Sun, X., Wang, H., Zhang, Y., Zhang, J.: Privacy-aware access control with trust management in Web service. // World Wide Web. — 2011. — vol. 14 — pp. 407–430.

[12] Wang, H., Yi, X., Bertino, E., Sun, L.: Protecting outsourced data in cloud computing through access management. // Concurr. Comp.-Pract. E. — 2016. — vol. 28. —pp. 600–615.

[13] Badrul, M.: Open VPN-Access Server Dengan Enskripsi SSL/TI Open SSL. // Informatics for educators and professional: Journal of Informatics, —2016.

[14] C. C. Praude, Computer Art and Actor-Network Theory: Actants and Intersubjective Associations in Scene. // Leonardo (Johns Hopkins University Press) —2018— vol. 51. — № 5. — pp. 529-529.

[15] B. Wu, Simulation Based Performance Analysis on RIPv2, EIGRP and OSPF Using OPNET / /International Journal of Computer Applications — 2013.

Пыркова А. Ю., Ерен Н. Е.

Дүниежүзілік интернеттік байланыс жүйесінің желілік инфрақұрылымы үшін қауіпсіздік саясатын дамыту

Түйіндеме. Мақалада бірнеше филиалдары бір-бірінен географиялық тұрғыдан алшақ орналасқан ірі компанияның желілік инфрақұрылымы үшін қауіпсіздік саясатын жобалау және жүзеге асыру процесі қарастырылады. Ұсынылған саясат компанияның жұмысын аппараттық-техникалық және бағдарламалық қамтамасыз ету деңгейінде қорғауды қамтамасыз ететін шаралар кешенін қамтиды. Ұсынылған шараларды іске

асыру үшін құрылғылар мен хаттамалар қарастырылады, оларды осы инфрақұрылым шеңберінде қолданудың орындылығын ескере отырып, оларды талдау және бағалау жүзеге асырылады.

Түйінді сөздер: қауіпсіздік саясаты, маршруттау, IP мекен-жайы, қауіпсіздік протоколдары, Cisco Packet Tracer.

УДК 53.072; 53:681.3

T. Shmygaleva, D. Zheniskhanov
(Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
E-mail: shmyg1953@mail.ru)

DEVELOPMENT OF AN ALGORITHM FOR CALCULATING THE SPECTRA OF PRIMARY BEATEN-OUT ATOMS DURING PROTON IRRADIATION

Abstract. The work was carried out within the framework of the cascade probabilistic method, the relevance of which is beyond doubt, since it is analytical and allows one to obtain the necessary mathematical models in an analytical form. The models obtained make it possible to obtain the spectrum of primary beaten-out atoms and the concentration of vacancy clusters at any depth of the irradiated material. Algorithms for calculating the spectrum of primary beaten-out atoms for protons are developed. The features of the selection of approximation expressions and approximation coefficients under proton irradiation are considered. Calculations are performed for protons on various targets.

Keywords: modelling, spectrum, primary beaten-out atom, proton, approximation, cascade probabilistic, function, algorithm, calculation.

Т.А. Шмыгалева, Д.С. Жеңісханов
(Казахский Национальный университет имени аль-Фараби
E-mail: shmyg1953@mail.ru)

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА РАСЧЕТА СПЕКТРОВ ПЕРВИЧНО-ВЫБИТЫХ АТОМОВ ПРИ ПРОТОННОМ ОБЛУЧЕНИИ

Аннотация. Работа выполнена в рамках каскадно-вероятностного метода, актуальность которого не вызывает сомнения, поскольку он является аналитическим и позволяет вывести необходимые математические модели в аналитическом виде. Данные модели позволяют получить спектр первично-выбитых атомов и концентрацию вакансионных кластеров на любой глубине облучаемого материала. В работе разработаны алгоритмы расчета спектров первично- выбитых атомов (ПВА) для протонов. Рассмотрены особенности подбора аппроксимационных выражений и коэффициентов аппроксимации при протонном облучении. Проведены расчеты спектров (ПВА) для протонов на различных мишенях.

Ключевые слова*:* моделирование, спектр, первично-выбитый атом, протон, аппроксимация, каскадно-вероятностная, функция, алгоритм, расчет**.**

Введение. Проблемам радиационного дефектообразования при взаимодействии частиц с веществом и генерации радиационных дефектов посвящено большое количество работ [1,2].

При прохождении частиц через вещество наблюдаются довольно сложные и многообразные явления, которые имеют важное теоретическое и практическое значение для ядерной физики, физики твердого тела и других областей науки и техники. Прежде всего, это относится к физике космических лучей, радиационной физике твердого тела, и особенно в последнее время к радиационной технологии изготовления материалов с заданными физико-химическими свойствами [3,4].

При взаимодействии заряженных частиц с веществом образуются первично-выбитые атомы (ПВА), которые образуют затем вторично-выбитые, третично-выбитые атомы, в конечном счете нарушается структура твердого тела и образуются радиационные дефекты [5-13]. При протонном облучении генерируются дефекты в виде каскадных областей вакансионного типа. Основной характеристикой повреждаемого материала является энергетический спектр первично-выбитых атомов на различных глубинах облучаемого материала. На основе спектра ПВА можно затем рассчитывать концентрацию радиационных дефектов.

В данной работе получены модели спектров ПВА. Работа выполнена в рамках каскадно-вероятностного метода.

Методика расчета. Для вычисления спектров первично-выбитых атомов в материалах, облученных протонами, необходимо сначала получить аналитические выражения каскадно-вероятностных функций (КВФ). Для расчета КВФ нужно получить аппроксимационное выражение, описывающее сечение взаимодействия, входящее в рекуррентное соотношение, из которого получаются выражения для КВФ. Для протонов зависимость аппроксимационной функции от энергии, которая в свою очередь, зависит от глубины проникновения, представляется в следующем виде [10]:

$$\sigma(h)=\sigma_0\left(\frac{1}{a\left(E_0^{'}-kh\right)}+1\right). \quad (1)$$

где σ_0, a, E_0', k – коэффициенты аппроксимации, h – глубина проникновения частицы.

Каскадно-вероятностная функция с учетом потерь энергии для протонов представляется в следующем виде [10]:

$$\psi_n(h',h,E_0)=\frac{1}{n!\lambda_0^n}\left(\frac{E_0'-kh'}{E_0'-kh}\right)^{-l}\exp\left(-\frac{h-h'}{\lambda_0}\right)*\left[h-h'+\frac{\ln\left(\frac{E_0'-kh'}{E_0'-kh}\right)}{ak}\right]^n, \quad (2)$$

где $l=1/(\lambda_0 ak)$, $\lambda_0=1/\sigma_0$, h',h – глубины генерации и регистрации протона соответственно, n – число взаимодействий, E_0 – первоначальная энергия протона.

Спектр первично-выбитых атомов, определяется формулой:

$$W(E_0,E_2,h)=\frac{E_d E_{2\max}}{E_2^{\,2}(E_{2\max}-E_d)}\sum_{n=0}^{n_1}\int_0^h \exp(-\ln n!-n\ln\lambda_0-\frac{1}{\lambda_0 ak}\ln\left(\frac{E_0'}{E_0'-kh'}\right)-\frac{h'}{\lambda_0}+$$
$$n\ln\left(h'+\frac{\ln\left(\frac{E_0'}{E_0'-kh'}\right)}{ak}\right)-\frac{h-h'}{\lambda_2}-\ln\lambda_1(h')-\ln\lambda_2)dh'', \quad (3)$$

где E_d – пороговая энергия смещения, $E_{2\,max}$ – максимально возможная энергия, приобретенная атомом, $\lambda_1(h')$ и λ_2 – пробеги смещения протон- и атом-атомных смещений, n_1 –максимальное число соударений при протонном облучении, E_2 – энергия первично-выбитого атома.

Результаты и их обсуждение. Глубины проникновения получены из таблиц пробегов и тормозных способностей для легких ионов [14], интегральное сечение взаимодействия рассчитано по формуле Резерфорда [10,15]. Для рассчитанного сечения взаимодействия в зависимости от глубины наблюдения был произведен подбор аппроксимационного выражения по формуле (1) и найдены параметры аппроксимации, входящие в выражение для КВФ и спектров ПВА. Результаты подбора аппроксимации приведены в таблице 1 и на рисунке 1.

Таблица 1. **Аппроксимационные значения и теоретические корреляционные отношения для протонов в Cu**

E_0, *МэВ*	σ_0	a	E_0'	K	η
5	3341	0.17	4.11	500.4	0.9997
10	1810	0.0445	18.45	704.4	0.9998
15	1973	2.8	0.74	15.01	0.999
20	1087	0.55	2.08	24.64	0.999
25	821	0.0954	10.77	85.47	0.9997
30	779	0.24	5.51	32.39	0.999
40	1097	0.14	34.34	126.6	0.99
50	947.7	0.12	49.13	122.6	0,99 0.99

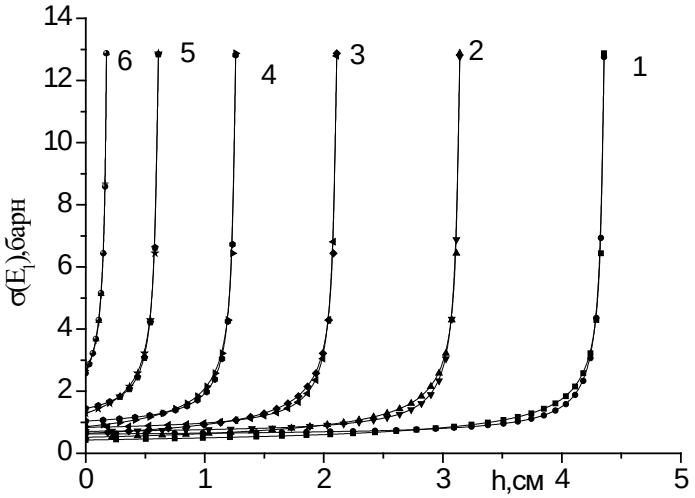


Рис. 1. Зависимость аппроксимационной функции сечения от глубины для протонов в Al при E_0=30(1), 25(2), 20(3), 15(4), 10(5), 5(6) МэВ. Точки –расчетные данные зависимости сечения от глубины, сплошные линии аппроксимация

Коэффициенты σ_0, *a*, E_0', *k* находятся по методу наименьших квадратов, причем E_0' здесь не является первоначальной энергией первичной частицы, а есть коэффициент аппроксимации. Теоретическое корреляционное отношение для всех элементов и энергий в диапазоне от 5 до 50 МэВ колеблется в интервале от 0,99 до 0,999, что свидетельствует о весьма хорошем подборе аппроксимаций. При подборе аппроксимационных кривых для протонов по формуле (1) возникают трудности, заключающиеся в конкретном анализе каждой кривой. Выбор оптимальных значений зависит от начальных данных, для протонов имеем 4 аппроксимационных параметра. К тому же возникают ситуации, когда шаг по *h* сильно колеблется, он то мал, то велик, тогда аппроксимационную формулу подобрать еще сложнее. В данном случае необходимо использовать приемы, позволяющие устранить возникающие особенности. В области малых значений первоначальной энергии частицы для протонов процесс подбора вида аппроксимационных кривых усложняется еще и тем, что шаг по *h* и сами значения глубин малы, тогда как значения сечений велики. По сравнению с легкими, для тяжелых элементов, например для Mo, аппроксимационная кривая подбирается несколько легче. С увеличением первоначальной энергии для протонов подбор кривых осуществляется лучше.

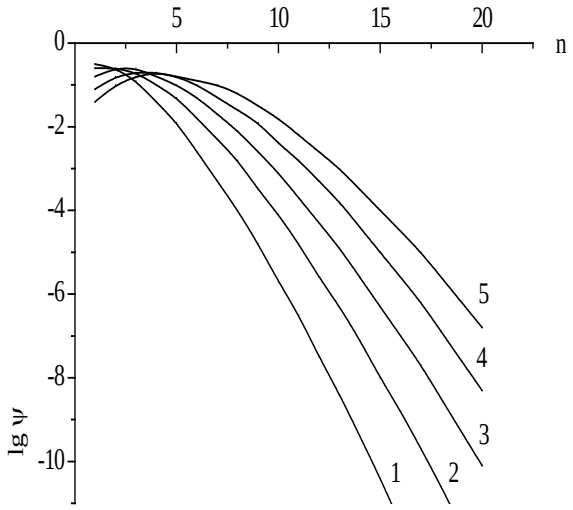


Рис. 2. Зависимость КВФ от числа взаимодействий для протонов в Cu при E_0= 10 МэВ, h=40;60;80;100;120 мкм (1-5)

Расчет КВФ с учетом потерь энергии для протонов проводился по формуле (6.14) из [10]. Результаты расчетов представлены на рисунках 2,3. В зависимости от n при различных h КВФ ведут себя следующим образом: при малых значениях E_0 для всех h убывают, с увеличением E_0 при всех h также убывают, начиная с некоторых h КВФ возрастают, достигая максимума, затем убывают. При значениях n=0,1 КВФ в зависимости от h убывают, с увеличением n КВФ возрастают, достигая максимума и начинают убывать; при остальных n возрастают. С возрастанием E_0 число убывающих кривых увеличивается, число кривых с максимумом также растет, а число возрастающих кривых уменьшается. При малых E_0 кривые с увеличением h уже имеют максимум, при малых h кривые не имеют максимума, при h, приближающемуся к h_{max}, кривые возрастают. При больших значениях E_0 кривые имеют максимум уже при малых h, который смещается вправо с увеличением n и h и далее начинается возрастание.

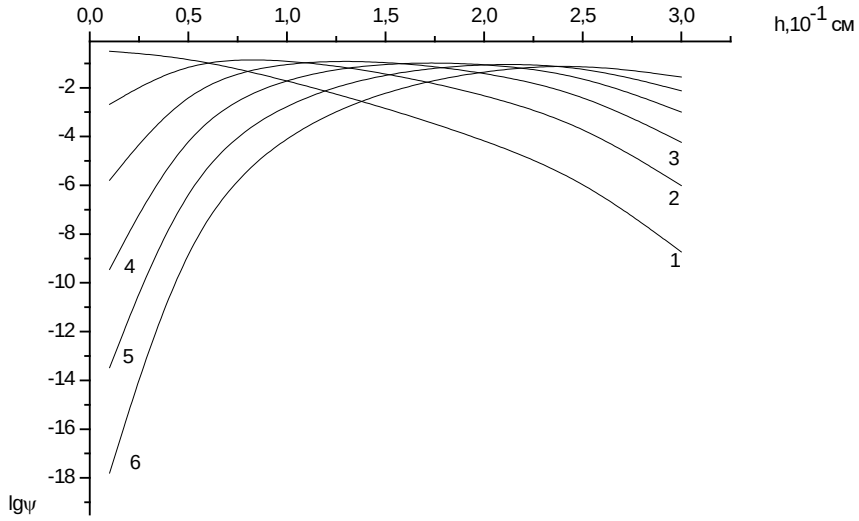


Рис. 3. Зависимость КВФ от глубины проникновения для протонов в Ti при E_0=30 Мэв от h для n=1, 4, 7, 10, 13, 16 (1-6)

Расчет спектров ПВА выполнялся по формуле (3). Результаты расчетов приведены на рисунках 4,5.

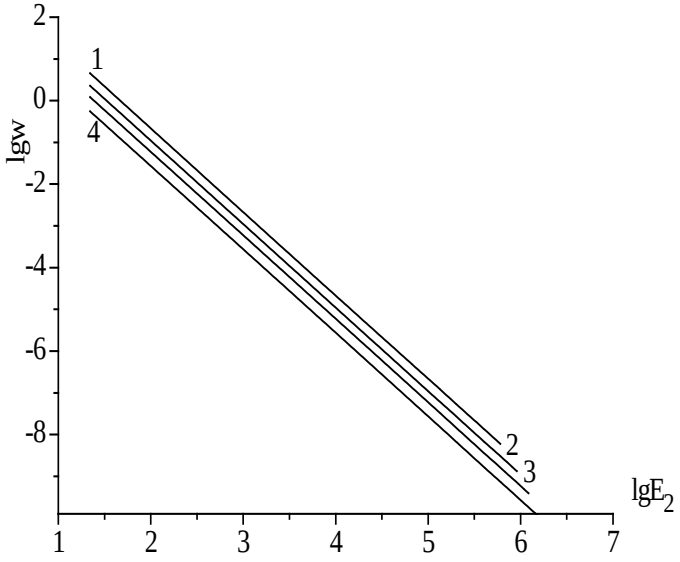


Рис. 4. Зависимость $\boldsymbol{w(E_0, E_2, h)}$ *для протонов в Cu на глубине h = 10 мкм от* E_2 *при* E_0 *= 10(1);15(2);20(3);30(4) МэВ*

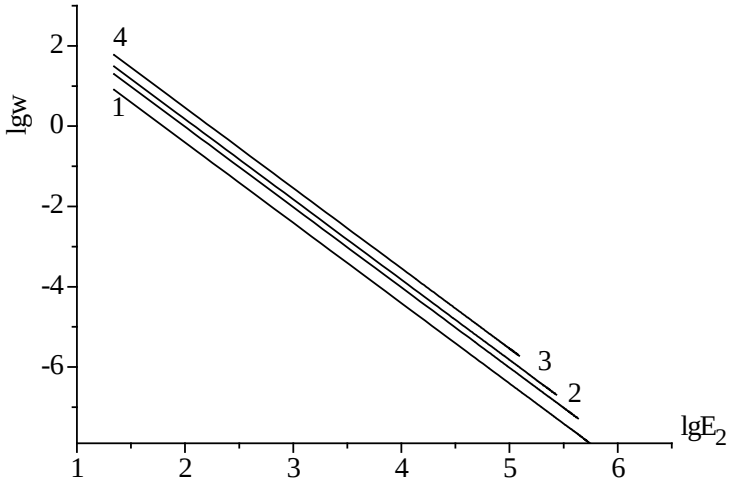


Рис. 5. Зависимость w(E_0, E_2, h) для протонов в Cu от E_2 при E_0 = 10МэВ; h = 20(1),110(2),181(3),226(4) мкм

Результаты расчетов показывают, что зависимость спектров ПВА от энергии ПВА – убывающие функции. Видно, что с увеличением первоначальной энергии протона (рисунок 4), значения спектров ПВА уменьшаются, с увеличением глубин проникновения увеличиваются (рисунок 5).

Выводы. Таким образом, в работе проведено моделирование энергетических спектров ПВА в материалах, облученных протонами. Проведен подбор аппроксимационного выражения и найдены параметры аппроксимации для различных значений первоначальной энергии. Выполнены расчеты каскадно-вероятностных функций. Представлены алгоритмы расчетов спектров ПВА. Выполнены расчеты спектров первично-выбитых атомов в зависимости от энергии ПВА при различных значениях первоначальной энергии, при различных значениях глубин.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Dins J., Vinyard J. Radiation effects in solid bodies. – M.: Foreign literature, 1960. – P. 243.

[2]. Damask A., Dins J. Dot defects in metals. – M.: World, 1966. – P. 291.

[3]. Kodanova, S.K., Ramazanov, T.S., Issanova, M.K., Golyatina, R.I., Maiorov, S.A Calculation of ion stopping in dense plasma by the Monte-Carlo method.// Journal of Physics: Conference Series. – 2018. – Vol. 946. – No. 1. – P. 148-154.

[4]. Smyrnova, K.V., Pogrebnjak, A.D., Beresnev, V.M., Kravchenko, Y.O., Bondar, O.V. Microstructure and Physical–Mechanical Properties of (TiAlSiY)N Nanostructured Coatings Under Different Energy Conditions.// Metals and Materials International. – 2018. – Vol. 24. – No. 2. – P. 241-439.

[5]. Komarov F.F. Nano- and microstructuring of solids by swift heavy ions//Physics-Uspekhi. -2017. – Vol. 187. – No. 5. –P. 465-504.

[6]. Komarov, F.F., Zayats, G.M., Komarov, A.F.,Michailov, V.V., Komsta, H.Simulation of radiation effects in SiO2/Si Structures.// Acta Physica Polonica A. –2015. – Vol. 3. – No. 1. – P. 854-860.

[7]. Komarov, F., Uglov, V., Vlasukova, L., Zlotski, S., Yuvchenko, V.Drastic structure changes in pre-damaged GaAs crystals irradiated with swift heavy ions.// Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms. – 2015. – Vol. 360. – No. 4. – P. 150-155.

[8]. Mussakhanov D., Tulegenova A., Lisitsyn V. Effect of Annealing on the Luminescence of YAG:Ce and YAGG:Ce Ceramics Synthesized in a Radiation Field. Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics (2020) 84(7) 799-802.

[9]. Kupchishin A., Taipova B., Gerasimenko N. Effect of electronic irradiation on the properties of polyethyleneterephthalate films of various producers. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (2020) 754(1).

[10]. E.G. Boos, A.A. Kupchishin, A.I. Kupchishin, E.V. Shmygalev, T.A. Shmygaleva. Cascade and probabilistic method, solution of radiation and physical tasks, Boltzmann's equations. Communication with Markov's chains. - Monograph. Almaty: KazNPU after Abay, Scientific Research Institute for New Chemical Technologies and Materials under al-Farabi KazNU, 2015. – P. 388.

[11]. Anatoliy Kupchishin, Nataliy Voronova, Tat`yana Shmygaleva, and Alexander Kupchishin Computer Simulation of Vacancy Clusters Distribution by Depth in Molybdenum Irradiated by Alpha Particles. *Key Engineering Materials.2018. Vol. 781, pp 3-72*.

[12]. A.I. Kupchishin, A. A. Kupchishin, T.A.Shmygaleva, C. A. Shafii . Computer simulation of the energy spectra of PKA in materials irradiated by protons in the framework of the Cascade-Probabilistic method, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 510(2019), 012024, c.1-6.

[13]. Natalia A. Voronova, Anatoly I. Kupchishin, Alexander A. Kupchishin, Akmaral A. Kuatbayeva and Tat`yana A. Shmygaleva. Computer Modeling of Depth Distribution of Vacancy Nanoclusters in Ion-Irradiated Materials. *Key Engineering Materials. Vol. 769.-2018.- pp 358-363.*

[14]. Немец О.Ф., Гофман Ю.В. Справочник по ядерной физике. - Киев: Наукова думка, 1975. - 416 с.

[15]. Келли Б. Радиационное повреждение твердых тел. - М.: Атомиздат, 1970. - 239 с.

Шмыгалева Т.А., Жеңісханов Д.С.

Протонды сәулелендіру кезіндегі алғашқы бұзылған атомдардың спектрлерін есептеу алгоритмін жасау

Түйіндеме. Жұмыс каскадтық-ықтималдық әдіспен орындалған және оның өзектілігі күмән келтірмейді, себебі бұл әдіс аналитикалық болып табылады және керекті математикалық моделдерді аналитикалық түрде алуға мүмкіндік береді. Дайындалған моделдер алғашқы бұзылған атомдардың спектрлерін және бос орынды кластерлердің концентрациясын сәулеленген денелердің кез келген тереңдігінде алуға мүмкіндік береді. Бұл жұмыс барысында протондар үшін алғашқы бұзылған атомдардың спектрлерін есептеу алгоритмдері жасалды. Протонмен сәулелендіру кезіндегі аппроксимациялық өрнектер мен аппроксимация коэффициенттерін таңдау ерекшеліктері қарастырылды. Протондар үшін әр түрлі нысаналарда есептеулер жүргізілді.

Кілт сөздер: модельдеу, спектр, алғашқы бұзылған атом, протон, аппроксимация, каскадтық-ықтималдық, функция, алгоритм, есептеу.

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

ӘОЖ 004.65:004.67:004.89

[1]A.A. Tashev, [1,2]D.T. Kassymova, [1]A.T. Akhmediyarova
([1]Institute of Information and Computing Technologies of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan, Almaty, Kazakhstan
[2]PhD student Satbayev University
e-mail: dikakassymova@gmail.com)

COMPARISON OF STATISTICAL METHODS AND APPLICATION OF GRABBS'S CRITERION FOR DETERMINING AND ELIMINATING A CONTRADICTION

Abstract. The use of conflict detection methods is not limited to the search and correction of errors in the data, they can also be used to find distorted data. Text analysis algorithms are used to detect inconsistencies and identify artificially created copies of original texts.

This article discusses the effectiveness of statistical methods used to identify and eliminate inconsistencies and anomalies in large data. Compliance with the law of normal distribution of data was determined. The study is based on the comparison of statistical criteria with the Grubbs criterion, which gave high results in identifying conflicting data. A block diagram of the general algorithm of the Grubbs criterion was created and the results of iterations obtained in the Python programming environment were presented.

Keywords: contradiction, big data, statistical criterion, Grubbs criterion, normal distribution

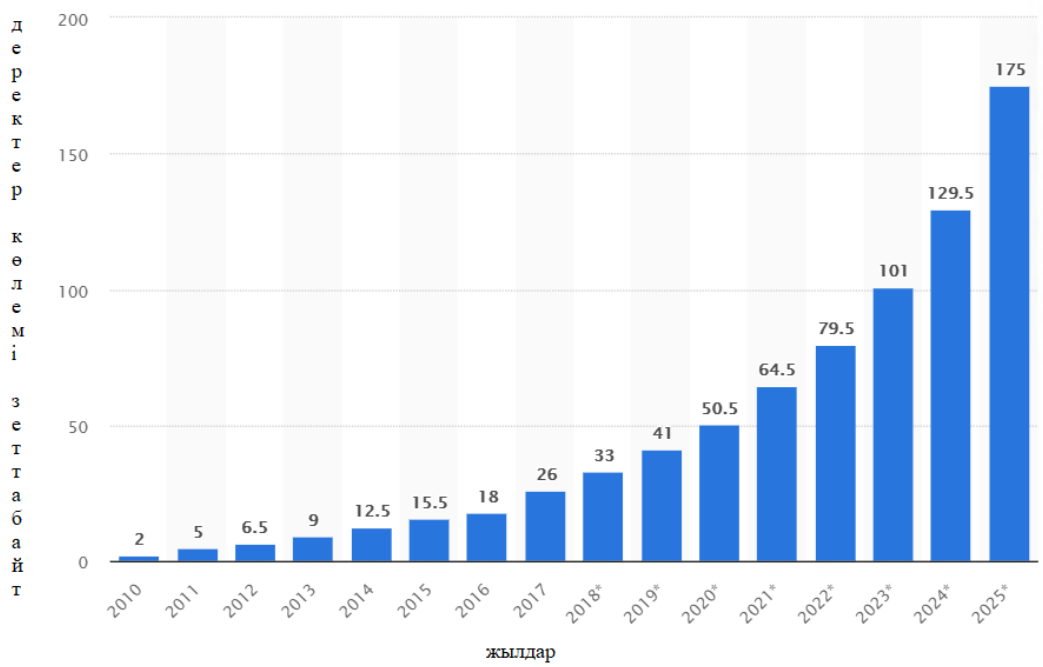
[1]А.А. Ташев, [1,2]Д.Т. Қасымова, [1]А.Т. Ахмедиярова
([1]ҚР БжҒМ ҒК Ақпараттық және есептеуіш технологиялар институты,
Қазақстан, Алматы қаласы, e-mail: dikakassymova@gmail.com
[2] Satbayev University PhD докторанты)

ҚАЙШЫЛЫҚТЫ ДЕРЕКТЕРДІ АНЫҚТАУ МЕН ЖОЮ ҮШІН СТАТИСТИКАЛЫҚ ӘДІСТЕРДІ САЛЫСТЫРУ ЖӘНЕ ГРАББС КРИТЕРИЙІН ҚОЛДАНУ

Аңдатпа. Берілген мақалада үлкен деректерде кездесетін қайшылықтарды, ауытқушылықтарды анықтап және оларды жоюға қолданылатын статистикалық әдістердің тиімділігі қарастырылған. Деректердің қалыпты таратылу заңына сәйкестігі анықталды. Зерттеу негізіне статистикалық критерийлерді салыстыру нәтижесінде қайшылықты деректерді анықтауда жоғары нәтиже берген Граббс критерийі алынды. Граббс критерийінің жалпы алгоритмінің блок-схемасы құрылып, Python бағдарламалау ортасында алынған итерациялар нәтижелері ұсынылды.

Кілттік сөздер: қайшылық, үлкен деректер, статистикалық критерий, Граббс критерийі, қалыпты таратылу.

Кіріспе. Қоршаған ортада тікелей адамдар немесе қосымшалар көмегімен ғана өңделетін деректер өте көп кездеседі. Деректер көлемінің жылдам артуына байланысты реттелген деректер мен ақпаратты алу, түсіну немесе автоматты түрде шығару мүмкіндігі шектеулі. Ақпараттандырудың заманауи дәуірінде деректерді интеллектуалды талдау маңызды. Жалпы дүниежүзі бойынша деректер саны 2025 жылы 175 зеттабайтқа өсетіні болжанып, оның 30 пайызын нақты уақыт режімінде өңдеу қажеттігі болжанып отыр. 1 суретте дүниежүзі бойынша үлкен деректердің өсу көрсеткіші берілген [31].



1-сурет. 2010 - 2025 жылдар аралығындағы үлкен деректердің өсу көрсеткіші

Қазіргі уақытта жүйелер арқылы басқарылатын деректердің көлемі дәстүрлі жүйелердің өңдеу мүмкіндіктерінен асып кетті. Жаңа технологиялардың және қызметтердің (бұлтты есептеулер сияқты) пайда болуы, сондай-ақ жабдықтардың бағасының төмендеуі интернеттегі ақпараттың қарқынды өсуіне әкеледі. Бұл құбылыс, әрине, деректерді талдау кезінде «үлкен» мәселе тудырады. Осылайша, үлкен көлемді деректерді өңдеудің жылдамдығын талап ететін, әртүрлі деректер көзінен алынған үлкен деректермен жұмыс жасауға жоғары талаптар қойылды. Солардың бірі үлкен көлемді деректермен жұмыс жасау тиімділігін және жылдамдығын арттыру мақсатында оларда кездесетін қайшылықты, ауытқушылықты анықтау мен жою әдістерін қолдану.

Есептің қойылымы: Үлкен деректерде жұмыс істеу тиімділігі мен жылдамдығын арттыру үшін оларда кездесетін қайшылықтарды анықтау мен жоюда статистикалық әдістерді қолдана отырып берілген есепті шешу.

Бастапқы деректер:

- Қоғамдық көліктерінің жүру уақыттары, қозғалыс интервалдарынан және т.б. тұратын кездейсоқ шамалардың нақты мәндерінің жиынтығы;

- Кездейсоқ шамалардың орташа квадраттық ауытқуы мен математикалық болжамының априорлық мәндері. Мысалы, қоғамдық көлік қозғалыс интервалының кестесі және жіберілген ауытқушылықтар.

Қайшылық ұғымына қысқаша шолу. *Қайшылықтар ұғымын көптеген ғалымдар кеңінен қарастырып, әртүрлі анықтамалар берген. Солардың ішінде кейбір анықтамаларға тоқтала кетейік.*

Қайшылық – диалектиканың басты категориясы ретінде – өзара бірлік және өзара сіңісу ахуалында тұрған нысан немесе жүйенің бірін-бірі жоққа шығаратын, бір-біріне қарама-қарсы келетін жақтарының өзара әрекеттесуі (Уикипедия. Ашық энциклопедиясы). Қайшылық жалпыға бірдей сипатта, табиғатта да, ойлау жүйесінде де, санада да кездеседі. Белгілі бір мағынада қайшылық қарама-қарсылықтардың бір-бірін жоққа шығаруы (күресі) мен бірлігін, тұтастығын білдіреді.

Неміс философы Гегель: “Заттардың бәрі өз ішінде қайшылықты келеді, “қайшылық – заттардың ақиқаты мен мәнін білдіреді”, – деді.

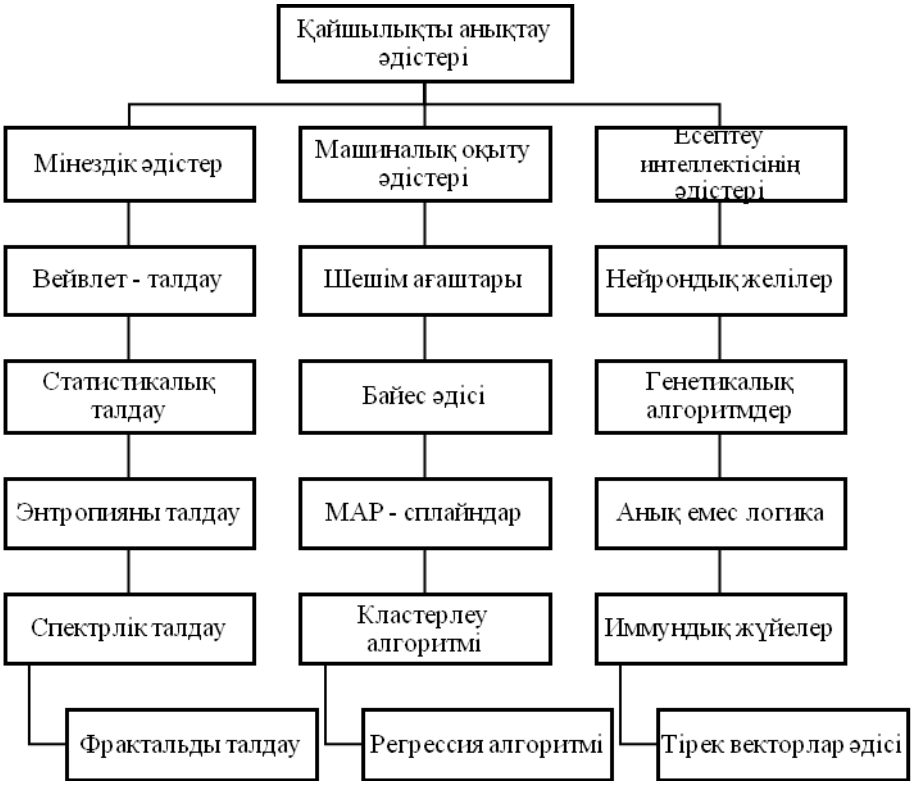
Логикалық қайшылық – бір уақытта А жағдайының бар болуы мен осы жағдайдың жоқ болуының қабылдануы. Жалған тепе-теңдік болатын логикалық тілде А және – А емес: ($A \& \neg A$) тұжырымдамасымен белгіленеді [36].

Қайшылықтар әр салада әртүрлі болады. Ақылды қала компоненттерін зерттей келе күнделікті өмірде көптеген қайшылықтарды кездестіреміз. Мысалы, әртүрлі деректер қорындағы ақпараттар,

көлік жүйелерін есепке алу жүйелерінде және айыппұлды есепке алу кезіндегі, уақытқа байланысты ақпараттар және т.б.

Қайшылықтарды анықтау және жою әдістерінің жіктемесі

Қайшылықты анықтаудың көптеген әдістері, сондай-ақ олардың модификациясы мен түрлері бар. 2-суретте қайшылықтарды анықтау әдістерін жіктеу схемасы ұсынылды.



2-сурет. Қайшылықты анықтау әдістерінің жіктемесі

Мінездік (Поведенческие) әдістер. Мінездік әдістер [53] - бұл жүйенің қалыпты мінез-құлқы туралы ақпаратты қолдануға және оны бақыланатын мінез-құлық параметрлерімен салыстыруға негізделген әдістер. Ұсынылған әдістер тобы жүйенің немесе пайдаланушының тұрақты немесе қалыпты жұмыс істеу моделін құруға бағытталған.

Машиналық оқыту әдістері. Машиналық оқыту жасанды интеллекттің бір саласы болып саналады. Оның негізгі идеясы: компьютерде алдын-ала жазылған алгоритмді қолданумен ғана шектеліп қоймай, мәселені өздігімен шешуді үйрену.

Есептеуіш интеллект әдістері. Компьютерлік құралдар арқылы жеке ақыл-ой іс-әрекеттерін орындау. Басқару талдау, салыстыру, ақпаратты өңдеу, болжамды жасау, жорамалдың дұрыстығын дәлелдеу (яғни интеллектуалды қызметіне жататын операциялар) негізінде шешімді қабылдаумен байланысты болады.

Зерттеу жұмысының негізі ретінде статистикалық талдау әдісі таңдалып алынды.

3. Сатистикалық әдістерді қолдана отырып қайшылықты анықтау және жою

Қайшылықтарды алдын-ала жою математикалық болжам мен орташа квадраттық ауытқудың өзгерісіне әкеледі. Сондықтан, бұл мәндер априорлық мәндерден ауытқиды. Осыған байланысты математикалық болжау бағасы мен орташа квадраттық ауытқу, сонымен қатар эмпирикалық үлестіру функциясын анықтау есептері шығады. Бұл есептердің шешімі келесі кезеңдерден тұрады:

Қадам 1: Математикалық болжам бағасын және орташа квадраттық ауытқуын есептеу;

Қадам 2: Интервал ұзындығын анықтау;

Қадам 3: Эмпирикалық функция үлестірілуін анықтау;

Қадам 4: Интервалға теориялық жиілігінің түсуін анықтау;

Таңдалған критерийді қолдану арқылы эмпирикалық және теориялық үлестіру функциялары арасындағы сәйкестік гипотезасын тексеру (Пирсон χ^2).

Математикалық болжам бағасы және орташа квадраттық ауытқу келесі (1), (2) формулалармен есептеледі:

$$\hat{m} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n} \tag{1}$$

$$\hat{\sigma} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (x_i - \hat{m})^2}{n-1}} \tag{2}$$

Интервал аралығы (3) формуламен анықталады:

$$\Delta x = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{1 + 3{,}322 * \lg n} \tag{3}$$

Орташа квадраттық ауытқуы $\hat{\sigma}$ мен $\hat{m}$ математикалық болжам мен *p(x)* тығыздықтың таралу ықтималдылығымен кездейсоқ шаманың таралу функциясының гипотезасын ұсынайық.

Теориялық және эмпирикалық үлестіру функцияларының формуласы (4-6) [103]:

$$F_n^*(y) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} I(x_i < y) \tag{4}$$

$$I(x_i < y) = \begin{cases} 1, & \text{егер} \quad x_i < y, \\ 0 & \text{әйтпесе} \end{cases} \tag{5}$$

$$p(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} * \hat{\sigma}} * e^{-\frac{(x-\hat{m})^2}{2\hat{\sigma}^2}} \tag{6}$$

Теориялық және эмпирикалық үлестіру функцияларын салыстыру үшін χ^2 критерийін қолданамыз (7):

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{k} \frac{(m_i - np_i)^2}{np_i} \tag{7}$$

мұндағы $k = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{\Delta x}$ - интервалдар саны;

m_i – *i-шы* интервалға кездейсоқ шаманың мәнінің түсуінің эксперименттік жиілігі;

np_i – теориялық жиілік.

Егер есептелген χ^2 мәні альфа кестелік мәнінен үлкен болса, онда қалыпты таратылу гипотезасы қабылданбайды, ал керісінше жағдайда мәліметтер қалыпты заңға сәйкес таратылады деп саналады.

Статистикалық критерийлерді қайшылықты анықтау мен жоюда қолдану

Статистикалық критерий - бұл сенімді мінез-құлықты қамтамасыз ететін шешуші ереже, яғни шын гипотезаны қабылдау және жоғары ықтималдықпен жалған гипотезадан бас тарту.

Граббс критерийі. Граббс критерийі қалыпты үлестірімі бар, кездейсоқ шамадан алынған күмәнді іріктеу мәндерінің өрескел қателіктерін (жіберіп алғанын) бағалау үшін қолданылады. Қалыпты үлестірім параметрлерінің математикалық болжамы мен бас дисперсия белгісіз болғанда сәйкесінше іріктеменің орташа мәндері мен іріктелген дисперсия бағаланады, ал қателік бір ғана іріктеу мәнімен бағаланады - максимум немесе минимум. [104].

Смирнов критерийі. Қалыпты үлестірілген кездейсоқ шама үшін бір үлгі мәнінің өрескел қателігін бағалау кезінде Н.В.Смирнов тесті жиі қолданылады**.**

Егер жалпы дисперсия σ^2 белгілі болса (мысалы, жалпы дисперсия ағымдағы өлшемдерден жеткілікті дәл болғанда), t_α тестінің статистикасы қолданылады. Ол үшін тестілеу нәтижелерінің вариациялық қатары құрылады (яғни, олар өсу ретімен орналасады) және егер қатардың шекті мәндерінің бірі күмәнді болса, онда $x_к$ күмәнді мәнінің критерийі келесі формула арқылы есептеледі:

$$t_{есеп} = \frac{\left|x_к - \bar{x}\right|}{\sigma} \tag{8}$$

Есептелген мән t_α кестеде келтірілген мәнмен салыстырылады. $t_{есеп} > t_\alpha$ үшін $x_к$ нәтижесі өрескел қателік болып саналады және жойылады.

Ирвин критерийі. Зерттелетін көрсеткіштердің қалыпты таратылуында берілген іріктеме элементтерінің өрескел қателіктерін анықтау үшін Ирвин критерийі жиі қолданылады. Таңдамалы мәндердің вариациялық қатарында күмәнді мән қатардың соңында бағаланады. Ол үшін Ирвин өлшемінің есептік мәні есептеледі:

$$I_{есеп} = |(x_к - x_{а.м})/s| \tag{9}$$

мұндағы $x_к$ – күмәнді мәндер, $x_{к\ пред}$ – түрлендіру қатарындағы алдыңғы мән, s –таңдамалы орташа квадраттық ауытқу (ОҚА), күмәнді мәнді ескере отырып, зерттелетін үлгіге есептелген; сонымен қатар егер мән жоғары дәлдікпен берілген болса, онда есептеулер кезінде жалпы стандартты ауытқуды қолдануға болады,.

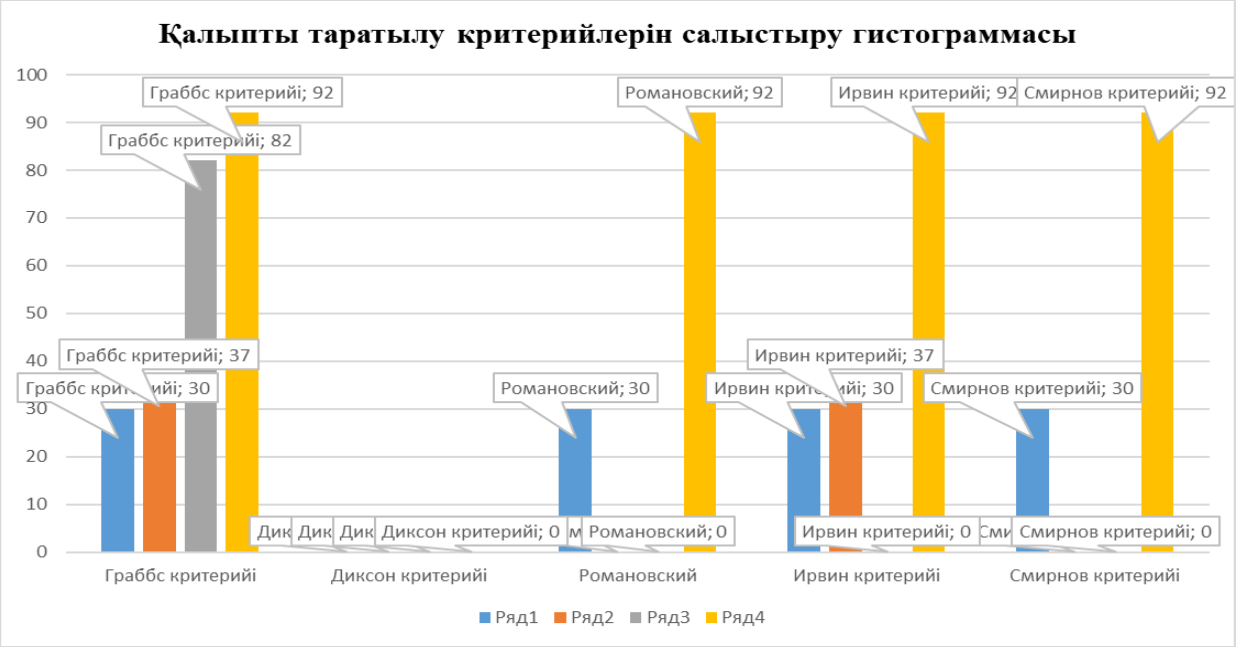
Диксон критерийі. Бақыланатын параметрдің қалыпты таралуы кезінде өрескел қателіктерді (өрескел қателіктер) болдырмау үшін Dixon тесті (Q-тестінің басқа атауы) жиі қолданылады. Диксон критерийі (немесе коэффициенті) үлгі мөлшеріне байланысты кестеде көрсетілгендей белгіленеді. Егер бір мезгілде ең аз және ең көп қателіктер кездессе (екі жақты қателіктер болса), онда келесі тұжырымды пайдаланған дұрыс:

$$r_n = (x_n - x_{n-1})/(x_n - x_1) \tag{10}$$

Мұнда $x_1, x_2, \ldots, x_n$ – вариациялық қатардағы тест нәтижелері. Есептелген Диксон $r_{есеп}$ критерийі оның кестедегі мәнімен $r_{кесте}$ салыстырылады. Егер $r_{есеп} > r_{кесте}$ болса, онда күмәнді мән қателік болып саналады.

Романовский критерийі. Романовский критерийі қалыпты үлестірілген кездейсоқ шамадан алынған бір күмәнді таңдама мәнінің өрескел қателігін бағалау үшін қолданылады. Оны қолданған кезде, $x_к$ күмәнді мәнін ескермей, $x_{то}$ іріктеудің орташа мәні (таратылу ортасы) және $s_{то}$ орташа квадраттық ауытқуы, содан кейін $\beta_{кесте}$ кестелік мәнімен салыстырылатын $\beta_{есеп} = |x_{то} - x_к|/ s_{то}$ критерийдің есептеу мәні есептелінеді. Егер $\beta_{есеп} >= \beta_{кесте}$ болса, онда $x_с$ нәтижесі қайшылық деп саналады және жойылады.

3-суретте статистикалық критерийлердің тәжірибелік тұрғыдан алынған салыстыру нәтижелері берілген.



3-сурет. Статистикалық критерийлерді салыстыру нәтижесі

Берілген 3-суреттен Граббс критерийінің минималды және максималды қайшылықтарды анықтағаны, Диксон критерийінің үлкен көлемді деректермен жұмыс істей алмайтындығы, Романовский мен Смирнов критерийлерінің бір минималды және бір максималды қайшылықты анықтағаны, Ирвин критерийінің екі минималды және бір максималды қайшылықты анықтағаны көрінеді. Статистикалық критерийлерді салыстыру нәтижесі бойынша Граббс критерийі қайшылықты деректерді анықтауда жоғары дәлдікке ие болғандығы және үлкен көлемді іріктеуде жұмыс істей алатындығы ескеріле отырылып, таңдалып алынды.

Қайшылықты анықтау мен жоюға арналған Граббс критерийі

Қайшылықты деректерді анықтау үшін Граббс әдісі келесідей түрде беріледі. Алдымен таңдаулы арифметикалық ортасы $\hat{y}$ және орташа квадраттық ауытқу $\hat{\sigma}$ есептеледі [105]:

$$\hat{y} = \frac{\sum_{i=1}^{n} y_i}{n} \tag{11}$$

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (y_i - \hat{y})^2}{n-1}} \tag{12}$$

мұнда y_i – іріктеу элементтері, n – іріктеу көлемі

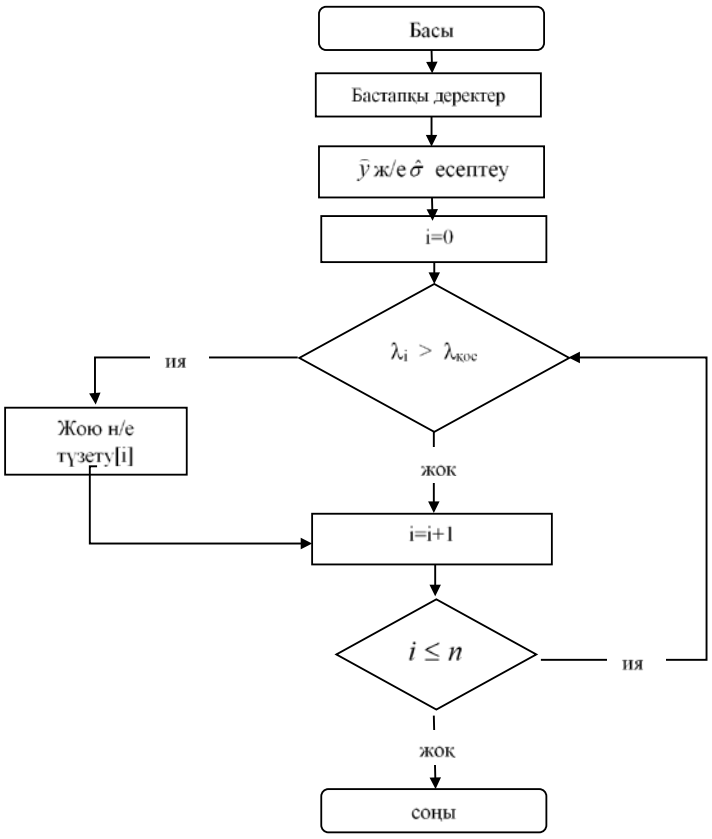
Қайшылықты анықтау үшін y_i параметрі есептеледі:

$$\lambda_i = \frac{|y_i - \hat{y}|}{\sigma_y} \tag{13}$$

мұндағы $\hat{y}$ – іріктеудің орташа мәні, y_i – күмәнді мән (іріктеудегі максимум немесе минимум), $\hat{\sigma}$ – іріктелген орташа квадраттық ауытқу мәні. Алынған мән $\lambda_{кесте}$ мәнімен салыстырылады.

Егер $\lambda_i > \lambda_{кесте}$ болса, онда y_i күмәнді мәні қайшылық деп саналып, іріктеуден алынады.

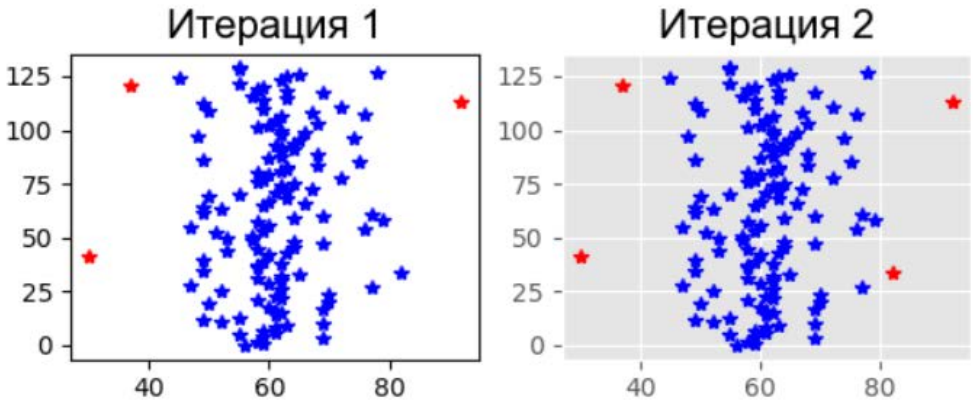
4-суретте Граббс критерийін қолданып, қайшылықтарды анықтау мен жоюдың блок-схемасының жалпы түрі ұсынылған.



4-сурет. Грабсс әдісімен қайшылықтарды анықтау және жоюдың блок-схемасы

Берілген блок – схемада деректер жиынынан анықталған қайшылықтарды $\lambda_i > \lambda_{кесте}$ шартымен салыстырып анықтаудың қажеттілігі көрсетілген.

Алдын-ала өңдеу процесінде қайшылықты анықтауда қолданылған Граббс әдісінің нәтижесінің графигі келесі 5 - суретте көрсетілген [106].



5-сурет. Граббс критерийі бойынша анықталған қайшылықты деректер

Берілген 4-суретте Граббс критерийінің қайшылықты мәндерді анықтау мысалынан алынған нәтиже көрсетілген. Яғни, минималды және максималды мәндер анықталып, таңдалып алынған әдіс жоғары деңгейді көрсетті.

Қорытынды. Қазіргі уақытта үлкен деректерді өңдеу технологиялары мен әдістері қарқынды дамуда. Көптеген өндіріс салаларында деректерді өңдеу мақсатында қолданылып жүрген оңтайлы әдістердің аздығы ескеріле отырып, қайшылықты анықтау мен жою үшін қолданылатын статистикалық әдістерге талдау жасалынды. Тиімді әдіс ретінде Граббс критерийі ұсынылды.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] К 2025 году общий объем новых данных достигнет 175 зеттабайт. https://rspectr.com/novosti/55872/k-2025-godu-obshij-obem-novyh-dannyh-dostignet -175-zettabajt.18.02.2020.

[2] Булавин Д., Чикунов А., Будушкаева С. Аналитический обзор рынка больших данных. – М.: Борд, 2015. – 51с.

[3] Лемешко Б.Ю. Статистический анализ данных, моделирование и исследование вероятностных закономерностей. Компьютерный подход: монография / Б.Ю. Лемешко, С.Б. Лемешко, Н.С. Постовалов, Е.В. Чимитова.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2011. – 888 с.

[4] Zheng X., Chen W., Wang P., Shen D., Chen S., Wang X., Yang L. Big data for social transportation // IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems. 17(3), 2016. - С.620-630.

[5] Попукайло В С. Исследование критериев грубых ошибок применительно к выборкам малого объема. Issn 1814-4225. Радіоелектронні і комп'ютерні системи, 2015, № 3 (73).

[6] Қасымова Д.Т., Ахмедиярова А.Т, Шаяхметова А.С., Тұрдалыұлы М. Үлкен деректерде кездесетін қайшылықтарды анықтау мен жоюға қолданылатын әдістерге талдау. Вестник КазНИТУ, №2, Алматы, 2020г. № 2 (138), ISSN 1680-9211, с. 487-495.

[7] Утепбергенов И.Т., Касымова Д.Т., Ахмедиярова А.Т., Ескендирова Д.М Подход к выявлению и устранению семантических противоречий в «больших данных». Вестник КазАТК имени М.Тынышпаева, №2, Алматы, 2017г. с.200-206. ISSN 1609-1817.

Ташев А.А., Касымова Д.Т., Ахмедиярова А.Т.

Сравнение статистических методов и применения критерия граббса для определения и устранения противоречия

Резюме. В статье обсуждается эффективность статистических методов, используемых для выявления и устранения противоречий и аномалий в больших данных. Определено соответствие закону нормального распределения данных. Исследование было основано на сравнении статистических критериев и при выявлении противоречивых данных результаты критерия Граббса дало высокие результаты. Создана блок-схема общего алгоритма критерия Граббса и представлены результаты итераций, полученные в среде программирования Python.

Ключевые слова: противоречие, большие данные, статистический критерий, критерий Граббса, нормальное распределение.

ӘОЖ 004.04

[1] M.Zh. Koshkinbayeva, [1]S.S. Saidirassulov, [1] S.Zh. Koshkinbayev
[2] N.Zh. Duysenov
([1]Miras University, Shymkent, Kazakhstan, International Humanitarian Technical University, Shymkent, Kazakhstan. e-mail: koshkinbaeva.m@miras.edu.kz)

REMOTE CONTROL OF THE ARDUINO BOARD USING A BLUETOOTH MODULE

Abstract. The article discusses the principles of information exchange with Android applications through the integrated Arduino board and Bluetooth modules, which are widely used in robotics, as well as the possibility of remote control using mobile devices. The article includes sketches written in the Arduino IDE, and fragments of program code written in the Java language in the Android Studio mobile application development environment.

Key words: Robotics, Arduino, Remote Control, Bluetooth module, Mobile App, Data Exchange, Programming, C++, Android Studio, Java Language.

[1] М.Ж. Кошкинбаева, [1] С.С. Сайдирасулов, [1] С.Ж. Кошкинбаев, [2] Н.Ж. Дуйсенов
([1]Мирас Университеті, Қазақстан, Шымкент қаласы,
[2]Халықаралық гуманитарлық техникалық университеті, Қазақстан, Шымкент қаласы
e-mail:koshkinbaeva.m@miras.edu.kz)

BLUETOOTH МОДУЛІНІҢ КӨМЕГІМЕН ARDUINO ПЛАТАСЫН ҚАШЫҚТАН БАСҚАРУ

Аннотация. Бұл мақалада робототехника саласында кеңінен қолданылып жатқан Arduino интегралды платасы мен Bluetooth-модульдер арқылы Android қосымшалармен ақпарат алмасу принциптері, сонымен қатар ұялы құрылғылар көмегімен қашықтықтан басқару мүмкіншіліктері қарастырылды. Мақалада Arduino IDE ортасында жазылған скетчтердің және Android Studio мобильді қосымшаларды құру ортасында Java тілінде жазылған программалық кодтардың үзінділері келтірілді.

Кілттік сөздер: Робототехника, Arduino, қашықтан басқару, Bluetooth модулі, мобильді қосымша, деректермен алмасу, бағдарламалау, C++, Android Studio, Java тілі.

Кіріспе. Бүгінгі таңда робототехника саласы информатика ғылымының жаңа даму бағытына айналды. Робототехника өндірісті автоматтандыруға бағытталған автоматты басқару жүйелерін (АБЖ) құрастырудың қолданбалы ғылымы болып табылады. Робототехника ғылымы электроника, механика, кибернетика, радиотехника және электротехника секілді ғылымдарға негізделген. Бұл ғылымның тарихы XX ғасырдың 40-жылдарында басталған. Қазіргі кездегі қолданыстағы роботтарды әртүрлі параметрлеріне қарай классификациялауға болады: өндіріс орнында қолданылатын манипульяторлар, зерттеуші роботтар, білім беру саласында қолданылатын роботтар, оператор-роботтар, арнайы роботтар және т.б. [1,2].

Роботтар жасауда арнайы интегралданған платалар, микроконтроллерлер, қозғалмалы құрылғылар және сенсорлар (датчиктер) қолданылады. Интегралды платалардың түрлері өте көп және олар жасалатын роботтың мақсатына қарай таңдалады. Қазақстанда оқу үрдісінде Raspberry pi, Arduino платалары кеңінен қолданылуда. Ал, бұл мақалада прототиптер жасауда жиі қолданылатын Arduino интегралданған платасы қарастырылды. Мақаланы жариялаудағы басты мақсат, интегралды платада Bluetooth модулі арқылы ұялы телефонмен ақпарат алмасу (сигнал алмасу) үрдісін түсіндіру болып табылады. Сол себепті де, қарапайым Arduino платасы таңдалды. Сонымен қатар, Android операциялық жүйесінің сымсыз байланыс модульдеріне сипаттама беріледі [3,12].

Негізгі бөлім. Arduino – бұл италияда жасап шығарылған интегралданған есептеу платасы. Оның әртүрлі комплектациясы бар: Arduino UNO, Arduino Mega, Arduino Nano, Arduino Leonardo, Arduino Mini, Arduino Pro және т.б. Платалар құрастырылатын жүйе, оның техникалық талаптарына қарай таңдалады. Қазіргі кезде Arduino платалары Қытай Халық Республикасында да ресми түрде жасап шығарылады.

Платалардың техникалық мүмкіншіліктері әртүрлі: порттарының саны мен типі, микроконтроллерінің жадысы, қосымша құрылғыларында айырмашылық бар. Осы мақалада қарастырылған Arduino Uno платасы қарайым платалардың бірі болып табылады және оның қашықтықтан ақпарат алмасуға арналған арнайы Bluetooth–адаптері жоқ. Сондықтан ұялы телефонмен ақпарат алмасу үшін қосышма HC-05 bluetooth құрылғысы да пайдаланылды. Платаға деректерді жіберу және қабылдау үшін арнайы программа қажет. Бұндай программаны әртүрлі операциялық жүйе ортасында іске асыру қиын емес. Дегенмен, осы мақалада Android платформасы таңдалды [4,5].

Arduino Uno платасының техникалық сипаттамасы келесідей:

- микроконтроллері: ATMega8 32 килобайт жадысы бар;
- 14 цифрлық пин (оның 6-ы импульті модуляцияны қолдайды);
- 6 аналогтық пин;
- 6-12В кернеуде (оптималды режим: 9В) жұмыс істейді;
- USB-порт және қуат көзінің тетігі бар;
- екі 5 вольттік, бір 3.3 вольттік қуат тетіктері, сонымен қатар 3 «-» сигналының тетіктері бар.

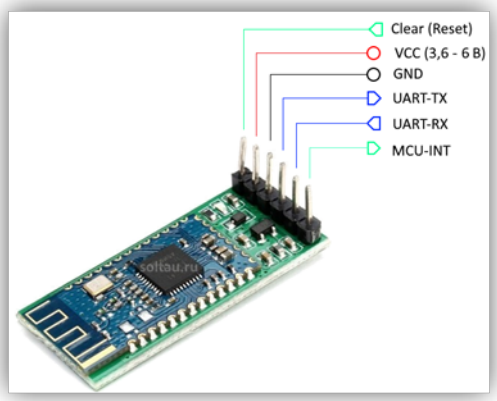
Bluetooth модулінің деректер алмасу порттары 0-ші және 1-ші пиндерге кері жалғанады. Олар TX және RX әріптерімен таңбаланған болып, сәйкесінше жіберуші және қабылдаушы пиндерге жатады [4-9].



1-сурет. Arduino Uno платасы

HC-05 модулі бұл қолданылуы өте қарапайым болған Bluetooh SPP (Serial Port Protocol) тізбекті сымсыз байланыс орнатуға арналған модуль. Бұл модуль әмбебап болып, әрі басқарушы режимінде, әрі басқарылушы режимінде жұмыс істей алады. Оның техникалық сипаттамалары Bluetooth V2.0 талаптарына толық сай келіп, 2,4 ГГц жиілікпен секундына 3 Мб ақпарат алмасуға қабілетті. Модульдің алты байланыс тетігі бар:

- VCC (3,3-5 Воль)
- GND
- TX (ақпаратты жіберу)
- RX (ақпаратты қабылдау)
- Clear-Reset (қалпына келтіру)
- MCU (қалып күй индикаторы)



2-сурет. HC 05 модулі

HC 05 Bluetooth модулі Arduino Uno платасына келесі тәртіп бойынша жалғанады [1]:

Кесте 1. **Модульді жалғау тәртібі**

HC 05 Bluetooth	Arduino Uno
VCC	5V
GND	GND
TX	RX (0-pin)
RX	TX (1-pin)

Схема дайын болған соң Arduino IDE ортасында платаға арналған скетч жазылады. Bluetooth модулі сигналды тізбекті порт арқылы символ түрінде оқиды. Сондықтан глобалды символдық немесе қатарлық айнымалыны пайдалану қажет. Тізбекті порттан деректерді қабылдау және жіберу үшін оны ашып, жиілігін көрсету шарт. Төменді листингде порт арқылы сигналды қабылдау процедурасы келтірілген [4].

```
Char cSymbol;                  //cSymbol айнымалысын жариялау
void setup() {
  Serial.begin(9600);          //тізбекті портта 9600 жиілікпен ашу
}

void loop() {
  if (Serial.available()) {    //егер порттан сигнал келсе
    cSymbol=Serial.read();     //сигналды оқу (символды)
    Serial.print(cSymbol);     //қабылданған символды портқа шығару
  }
}
```

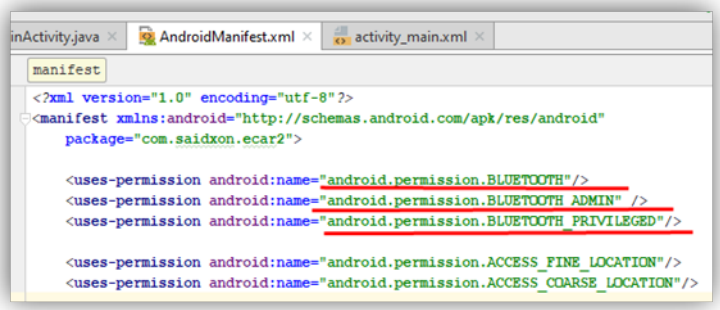
Жоғарыдағы бағдарлама листингіде келтірілген cSymbol айнымалысына қабылданған сигналдың (символдың) мәніне қарай Arduino платасына жалғанған құрылғыларды басқаруға болады.

```
switch (cSymbol[0]) {
    case 'Q':
      digitalWrite(13,1);
      analogWrite(5, 64);
      break;
    case 'W':
      digitalWrite(13,0);
      analogWrite(5, 0);
      break;
}
```

3-сурет. Айнымалының мәніне қарай пиндерге сигнал жіберу

Arduino платасына компьютер арқылы және мобильді құрылғылар арқылы сымсыз байланыспен сигнал жіберуге болады. Мобильді құрылғы арқылы сигнал жіберу үшін құрылғының Bluetooth модулі және оны басқаруға арналған кітапханасы қолданылады [10-12].

Android платформасында Bluetooth құрылғысын пайдалану үшін бірінші кезекте мобильді қосымшаның сол құрылғыға қатынас жасауға мүмкіншілігі болуы керек. Бұл қатынас AndroidManifest.xml файлында нақты көрсетілуі тиіс.



4-сурет. Bluetooth құрылғыға қатынас алу

Ал, сымсыз байланыс арқылы байланыс орнатылатын құрылғыны идентификациялау, оған ақпарат жіберу немесе қабылдау, ақпарат алмасу барысында пайда болатын ерекше жағдайларды өңдеу үшін 5-суретте көрсетілген кітапханаларды импорттауға тура келеді.

```
import android.bluetooth.*;

import java.io.IOException;
import java.io.OutputStream;
import java.util.UUID;
```

5-сурет. Қажетті кітапханаларды импорттау

Қажетті кітапханалар импортталған соң Arduino платасына жалғанған Bluetooth модулімен байланыс орнату үшін мобильді қосымша сымсыз байланыс адаптерінің объектісін құруы, HC-05 модулінің MAC-адресін идентификациялауы және байланыс орнатуға сұраныс жіберуі керек. Қажетті айнымалылардың тізімі төмендегідей [12]:

```
private static final int REQUEST_ENABLE_BT = 1;
private BluetoothAdapter btAdapter = null;
private BluetoothSocket btSocket = null;
private static String MacAddress = "00:18:91:D7:BC:0A";
private static final UUID MY_UUID = UUID.fromString("00001101-0000-1000-8000-00805F9B34FB");
```

Адаптер объектісі BluetoothAdapter класының көмегімен құрылады. Адаптерді іске қосу сәтті немесе сәтсіз аяқталуы мүмкін, сондықтан шартты оператордың көмегіне жүгінеміз.

```
btAdapter = BluetoothAdapter.getDefaultAdapter();

if (btAdapter != null){
    if (btAdapter.isEnabled()){
        tvwMessage.setText("Bluetooth включен. Все отлично.");
    }else
    {
        Intent enableBtIntent = new Intent(BluetoothAdapter.ACTION_REQUEST_ENABLE);
        startActivityForResult(enableBtIntent, REQUEST_ENABLE_BT);
    }

}else
{
    MyError( title: "Fatal Error",  message: "Bluetooth ОТСУТСТВУЕТ");
}
```

6-сурет. Адаптер объектісін құру

Сымсыз желіде деректермен алмасу барысында әртүрді кедергілер жүйенің жұмысына әсер етіп, ақаулар туғызуы мүмкін. Оның алдын алу мақсатында мобильді қосымшада ақпарат алмасу үшін жеке ағым пайдаланылады:

```
private class ConnectedThred extends Thread{
   private final BluetoothSocket copyBtSocket;
   private final OutputStream OutStrem;

   public ConnectedThred(BluetoothSocket socket){
      copyBtSocket = socket;
      OutputStream tmpOut = null;
      try{
         tmpOut = socket.getOutputStream();
      } catch (IOException e){}

      OutStrem = tmpOut;
   }

   public void sendData(String message) {
      byte[] msgBuffer = message.getBytes();

      try {
         OutStrem.write(msgBuffer);
      } catch (IOException e) {}
   }

   public void cancel(){
      try {
         copyBtSocket.close();
      }catch(IOException e){}
   }

   public Object status_OutStrem(){
      if (OutStrem == null){return null;
      }else{return OutStrem;}
   }
}
```

Мобильді қосымшадан сигнал жіберу немесе қабылдау үшін ConnectedThred класынан қандай да бір объект құрып, сол объектінің sendData функциясын пайдалану жеткілікті.

```
private ConnectedThred MyThred = null;
MyThred.sendData(edtSignal.getText().toString());
```

Қорытынды. Қорыта келе, бұл мақалада Arduino платасына HC-05 Bluetooth модулін қосу арқылы Android-қосымшалармен деректер алмасуға арналған Java программасын құру принциптерін қарастырылды. Жалпы, сымсыз байланыс технологиялары бүгінгі таңда көптеген салаларда кең қолданыс табуда. Ал, бұл мақала сымсыз байланыс құралдары арқылы басқаруға кіріспе ретінде жарияланды.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Менщиков Юрий. Arduino «на палцах». Минск, 2017.

[2] Алехин, В.А. Микроконтроллеры PIC: основы программирования и моделирования в интерактивных средах MPLAB IDE, mikroC, TINA, Proteus.- 2016. - 248 с.

[3] Белов, А.В. Программирование микроконтроллеров для начинающих и не только. - СПб.: Наука и техника, 2016. - 352 с.

[4] Белов, А.В. Микроконтроллеры AVR: от азов программирования до создания практических устройств. - СПб.: Наука и техника, 2016. - 544 с.
[5] Бич, М. Микроконтроллеры семейства XC166. Вводный курс разработчика. - М.: ДМК, 2016. - 200 с.
[6] Голиков, Д.В. Scratch и Arduino. 18 игровых проектов для юных программистов микроконтроллеров. - СПб.: BHV, 2018. - 160 с.
[7] Евстифеев, А.В. Микроконтроллеры AVR семейства Classic фирмы ATMEL. - М.: ДМК, 2015. - 286 с.
[8] Евстифеев, А.В. Микроконтроллеры AVR семейства Tiny фирмы ATMEL. Руководство пользователя. - М.: ДМК, 2015. - 426 с.
[9] Евстифеев, А.В. Микроконтроллеры AVR семейств Mega. Руководство пользователя. - М.: ДМК, 2015. - 588 с.
[10] П.Дейтел, Х.Дейтел, Э.Дейтел, М.Моргано. Android для программистов: создаём приложения. — СПб.: Питер, 2013. — 560 с.: ил.
[11] Донн Фелкер. Android: разработка приложений для чайников. пер. с англ. — М. : ООО “И.Д. Вильямс”, 2012. — 336 с.: ил.
[12] Сатия Коматинени, Дэйв Маклин. Android 4 для профессионалов. Создание приложений для планшетных компьютеров и смартфонов. пер. с англ. — М. : ООО “И.Д. Вильямс”, 2012. — 880 с.: ил.

Кошкинбаева М.Ж., Сайдирасулов С.С., Кошкинбаев С.Ж. Дуйсенов Н.Ж.

Дистанционное управление платы Arduino с помощью Bluetooth модуля

Резюме В статье приведены основные понятия мобильного программирование по операционной системе Android в среде Android Studio.

Ключевые слова: Робототехника, Arduino, дистанционное управление, модуль Bluetooth, мобильное приложение, обмен данными, программирование, C ++, Android Studio, язык Java.

Koshkinbayeva M.Zh., Saidirassulov S.S., Koshkinbayev S.Zh., Duysenov N.Zh.

Remote control of the Arduino board using a Bluetooth module

Summary The article presents the basic concepts of mobile programming on the Android operating system in the Android Studio environment.

Keywords: Robotics, Arduino, Remote Control, Bluetooth module, Mobile App, Data Exchange, Programming, C++, Android Studio, Java Language.

УДК 519.63

L.M. Tukenova

TWO-LAYER ITERATIVE METHOD FOR PROBLEMS WITH A BHARMONIC OPERATOR

Abstract. The article deals with current issues of the two-layer iterative procedure for solving problems with the biharmonic equation. A priori estimates and prove a lemma on the convergence of the solution of the problem of Chebyshev equivalence.

Keywords: biharmonic operator, convergence, coefficient, equations, the method of fictitious domains.

Л.М. Тукенова
(Университет «Нархоз», Алматы, Республика Казахстан, lyailya.tukenova@narxoz.kz)

ДВУХСЛОЙНЫЙ ИТЕРАЦИОННЫЙ МЕТОД ДЛЯ ЗАДАЧ С БИГАРМОНИЧЕСКИМ ОПЕРАТОРОМ

Аннотация. В статье рассматриваются актуальные вопросы решения двухслойного итерационного метода для задач с бигармоническими уравнениями. Получены априорные оценки и доказывается лемма сходимости решения задачи методом эквивалентности Чебышева. Ключевые слова: бигармонический оператор, сходимость, коэффициент, уравнения, метод фиктивных областей.

Ключевые слова: бигармонический оператор, коэффициент сходимости, метод фиктивных областей.

Постановка задачи. Рассмотрим задачу о поперечном изгибе тонкой пластины с зажатым краем для бигармонического уравнения:

$$k\Delta\Delta u = f(x), \qquad x \in D_0 \subset R^2 \tag{1}$$

$$u|_\gamma = \left.\frac{\partial u}{\partial n}\right|_\gamma = 0 \tag{1}$$

где $\gamma = \partial D_0$ - граница области D_0.

Вспомогательная задача для (1), (2) по методу фиктивных областей строится следующим образом

$$\frac{\partial^2}{\partial x_1^2}\left(a^\varepsilon \frac{\partial^2 u^\varepsilon}{\partial x_1^2}\right) + 2\frac{\partial^2}{\partial x_1 \partial x_2}\left(a^\varepsilon \frac{\partial^2 u^\varepsilon}{\partial x_1 \partial x_2}\right) + \tag{3}$$

$$\frac{\partial^2}{\partial x_2^2}\left(a^\varepsilon \frac{\partial^2 u^\varepsilon}{\partial x_2^2}\right) + C^\varepsilon u^\varepsilon = f^\varepsilon(x), \qquad x \in D = D_0 + D_1$$

$$u^\varepsilon|_\Gamma = \left.\frac{\partial u^\varepsilon}{\partial N}\right|_\Gamma = 0, \qquad \Gamma = \partial D, \tag{4}$$

т.е. на границе Γ ставятся однородные условия Дирихле, а на границе γ ставятся следующие однородные граничные условия сопряжения

$$[u^\varepsilon]|_\gamma = \left[\frac{\partial u^\varepsilon}{\partial n}\right]_\gamma = 0, \tag{5}$$

$$\left[a^\varepsilon \frac{\partial^2 u^\varepsilon}{\partial n^2}\right]_\gamma = \left[a^\varepsilon\left(\frac{\partial^3 u^\varepsilon}{\partial n^3} + 2\frac{\partial^3 u^\varepsilon}{\partial n \partial s^2}\right)\right]_\gamma = 0,$$

где коэффициенты и правая часть уравнения (3) определяются следующим образом

$$a^\varepsilon(x),\ f^\varepsilon(x),\ c^\varepsilon(x) = \begin{cases} k, & f(x), & 0, \\ & & c = 0 \text{ или } 1 \\ \varepsilon^\alpha, & 0, & \dfrac{1}{\varepsilon^\beta} c, \end{cases} \tag{6}$$

Решение вспомогательной задачи (3)-(6) при $\alpha < 0,\ c = 0$ либо $\alpha = 0,\ c = 1$ и достаточно малом ε близко к решению задачи (1), (2).

По поводу построения вспомогательной задачи (1)-(6) и доказательства оценок близости u^ε и u приводятся в [1 , 2].

Решение разностного аналога вспомогательной задачи сводится к решению систем линейных алгебраических уравнений с большим числом неизвестных, возрастающих при измельчении шага сетки h. Применение итерационных методов усложняются еще тем, что обусловленность матрицы системы уравнения наряду с шагом сетки h, зависит так же от значения коэффициентов задачи в

фиктивной области, т.е. от ε. Поэтому нужно попытаться построить итерационные схемы, скорость сходимости которых не зависело бы от малого параметра фиктивной области ε.

Разностный аналог вспомогательной задачи (3)-(6) запишем в операторном виде

$$A^{\varepsilon h} u^{\varepsilon h} = f^{\varepsilon h} \tag{7}$$

где $A^{\varepsilon h}$ - линейный, самосопряженный оператор действующий в конечномерном гильбертовом пространстве H сеточных функций равных нулю на Γ^h - сеточной границе области $D = D_0 + D_1$. Здесь и далее подразумевается, что D - единичный квадрат, ω - равномерная сетка в D с шагом h по x_1 и x_2, ω_0, ω_1 - узлы сеток, лежащих в D_0 и D_1 соответственно.

В H введено скалярное произведение

$$(u, v)_\omega = \sum_{x \in \omega} u_{ij} v_{ij} h^2, \qquad x = (ih, jh) \in \omega,$$

при этом

$$(A^\varepsilon u, u) = k \| u \|_{2,\omega_0} + \varepsilon^\alpha \| u \|_{2,\omega_1} + \frac{c}{\varepsilon^\beta} \| u \|^2 \omega_1,$$

где

$$\| u \|^2_{\omega_1} = (u,u)_{\omega_1}, \quad \| u \|^2_{2,\omega_0} = \sum_{x \in \omega_0} (u^2_{\overline{x_1} x_1} + u_{\overline{x_1}\,\overline{x_2}} +$$

$$+ u^2_{x_1 x_2} + u^2_{\overline{x_2} x_2}) h^2$$

Продолжение исходной задачи в фиктивную область при $\alpha = 0,\ c = 1,\ \beta = 1$ в (6) называется продолжением по младшим коэффициентам. В этом случае вопрос построения итерационных схем скорость сходимости которых не зависит от ε упирается к коэффициентам энергетической эквивалентности двух операторов.

При продолжении по младшим коэффициентам (7) примет вид

$$\left(A + \frac{1}{\varepsilon} p \right) u = f, \tag{8}$$

где А – самосопряженный оператор, а p - какой-либо проектор на фиктивную сеточную область ω_1.

ЛЕММА 1. Если граница самосопряженного оператора A равны γ_1 и γ_2, то диагональный оператор

$$D^\varepsilon = E + \frac{1}{\varepsilon \gamma_1} p \tag{9}$$

эквивалентен оператору $A + \frac{1}{\varepsilon} p$ с постоянными энергетической эквивалентности не зависящими от ε.

Доказательство. Так как γ_1, γ_2 граница оператора A то имеем

$$\gamma_1 (x, x) \le (Ax, x) \le \gamma_2 (x, x) \tag{10}$$

Запишем очевидное неравенство для проектора p из (1.1.8)

$$\frac{\gamma_1}{\gamma_1}\frac{1}{\varepsilon}p \le \frac{1}{\varepsilon}p \le \frac{\gamma_2}{\gamma_1}\frac{1}{\varepsilon}p \tag{11}$$

Далее складывая (10) и (11) получим, что

$$\gamma_1\left(E+\frac{1}{\varepsilon\gamma_1}p\right) \le A+\frac{1}{\varepsilon}p \le \gamma_2\left(E+\frac{1}{\varepsilon\gamma_1}p\right) \tag{12}$$

так как E, p диагональные операторы, то оператор

$D^{\varepsilon} = E+\frac{1}{\varepsilon\gamma_1}p$ является диагональным эквивалентным энергетически оператору $A+\frac{1}{\varepsilon}p$

с постоянными независящими от ε .Лемма 1 доказана.

Для приближенного решения (7) рассмотрим схему

$$D^{\varepsilon}\frac{y^{k+1}-y^{k}}{\tau_{k+1}}+\left(A^{h}+\frac{1}{\varepsilon}p\right)y^{k} = f^{\varepsilon h}, \quad k=0,1,\ldots, y_0 \in H \tag{13}$$

где оператор D^{ε} из (9).

Из основной теоремы о стационарных итерационных схемах [3], следует, что для (13) при $D^{\varepsilon} = E+\frac{1}{\varepsilon}p$ и

$$\tau_k = \tau_0/(1+\rho_0\mu_k), \quad \mu_k \in m_k = \left\{-\cos\frac{2i-1}{2n}\pi, \quad i=\overline{1,n}\right\}$$

верна оценка

$$\| y^k - u\|_B \le q_n \| y^0 - u\|_B \tag{14}$$

где u - решение (1.1.7), $B = A+\frac{1}{\varepsilon}p$ или $E+\frac{1}{\varepsilon}p$,

$$q_n = \frac{2\rho_1^n}{1+\rho_1^{2n}}, \quad \tau_0 = \frac{2}{\gamma_1+\gamma_2}, \quad \rho_1 = \frac{1-\sqrt{\xi}}{1+\sqrt{\xi}}, \quad \xi = \frac{\gamma_1}{\gamma_2}$$

Для гарантии устойчивости схемы (13) в качестве итерационных параметров следует взять оптимальный чебышевский набор параметров в порядке установленном в [4].

При $\alpha > 0, \quad c = 0$ в (6) называется продолжением исходной задачи в фиктивную область по старшим коэффициентам.

Введем в квадрате $[0,1]\times[0,1]$ сетку с полуцелыми точками

$$\tilde{\omega}_h = \left\{x_{ij} = (x_1^i, x_2^j = ((i-1/2)h, (j-/2)h), \quad i, j = \overline{0, N}, \quad h = \frac{1}{N-1}\right\}.$$

. На множестве сеточных функций определенных на сетке $\tilde{\omega}_h$ и равных нулю в точках при $i-0,1, N-1, N$ или $j=0,1, N-1, N$, рассмотрим оператор

$$A^{\varepsilon h} = A_{11} + 2A_{12} + A_{22} \tag{15}$$

где

$$A_{11}y = (a^{\varepsilon} y_{\bar{x}_1 x_1})_{\bar{x}_1, x_1}, \quad A_{22}y = (a^{\varepsilon} y_{\bar{x}_2 x_2})_{\bar{x}_2, x_2},$$

$$A_{12}y = \frac{1}{2}((a^{\varepsilon} y_{\bar{x}_1 \bar{x}_2})_{x_1, x_2} + (a^{\varepsilon} y_{x_1 x_2})_{\bar{x}_1, \bar{x}_2})$$

Коэффициенты операторов определены следующим образом:

$$a_{ij} = \frac{1}{h^2} \int_{x_1^j - \frac{h}{2}}^{x_1^j + \frac{h}{2}} \int_{x_2^j - \frac{h}{2}}^{x_2^j + \frac{h}{2}} a^{\varepsilon}(x_1, x_2)\, dx_1\, dx_2, \qquad i, j = \overline{1, N-1} \tag{16}$$

Пусть x_0 такое, что $x_1^0 = Mh,\ x_2^0 \overline{M}h$, где $M, \overline{M}$ - целые. Для $1 \le i \le M$ и $1 \le j \le \overline{M}$ по условию $0 < C_0 \le a_{ij} \le C_1$, а для остальных i, j $a_{ij} = \varepsilon^{\alpha}$, т.е. начиная с $i = M+1$ и для $1 \le j \le N-1$ или начиная с $j = \overline{M}+1$ и для $1 \le i \le N-1$.

Заключение. Теория численных методов решения эллиптических уравнений четвертого порядка разработаны в значительно меньшей степени, чем для уравнений второго порядка. Для наиболее интересных задач, которые не допускают расщепления на две самостоятельные эллиптические задачи для уравнений второго порядка используются итерационные методы введения малого параметра в граничные условия. Это позволяет рассматривать расщепленные задачи второго порядка и последующего решения расщепленных задач на каждой итерации. Таким образом, для рассматриваемой задачи в нерегулярных областях применили метод фиктивных областей.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Бугров А.Н. Метод фиктивных областей в задаче о поперечном изгибе тонкой пластины //В сб.: Численные методы механики сплошной среды. Новосибирск, 1997, т. 8, № 4, С.45-58. – В надзаг.: Сиб. отд-ние АН СССР, ВЦ, ИТПМ.

[2] Аманжолова Н.И., Тукенова Л.М.О существовании обобщенного решения модели неоднородной жидкости а магнитном поле. //Труды XIМеждународной Азиатской школы-семинара: Проблемы оптимизации сложных систем, 2015, С.716-729.

[3] Смагулов Ш. Метод фиктивных областей для краевой задачи уравнений Навье-Стокса: Препринт № 68. – Новосибирск, 1979, 22 с.

[4] Бугров А.Н., Коновалов А.Н., Щербак В.А. Метод фиктивных областей в плоских статических задачах теории упругости //Численные методы махники сплошной среды. Новосибирск, 1974, т. 5, № 1, С.20-29. – В надзаг.: Сиб. отд-ние АН СССР, ВЦ.

[5] Самарский А.А., Николаев Е.С. Методы решения сеточных уравнений. –М.: Наука, 1978. – 590 с.

Тукенова Л.М.

Бигармоникалық оператор есебінің екі қабатты итерациялық әдісі

Түйіндеме. Бұл жұмыста бигармоникалық теңдеуллер есебін шешудің екіқабатты итерациялық әдісінің өзекті мәселелері қарастырылған. Чебышев эквивалент әдісі бойынша жинақтау есебіне лемма дәлелденген және жинақтылықтың жылдамдығын бағалауы көрсетілген.

Түйін сөздер: бигармоникалық оператор, жинақтылық, коэффициент, теңдеу, жалған облыс әдісі.

УДК 007.52.004.8

V. A. Lakhno[1], K. T. Sauanova[2], S. A. Adilzhanova[3], A. N. Semyatova[4]
([1]National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine, Kiev, Ukraine
[2]Almaty University of Power Engineering and Telecommunications named after G. Daukeev, Almaty, Kazakhstan
[3,4]Al-farabi kazakh national university, Almaty, Kazakhstan
E-mail: valss21@ukr.net)

APPLICATION OF A GENETIC ALGORITHM IN DYNAMIC CONTROL PROBLEMS OF CYBER SECURITY RESOURCES

Abstract The article considers the possibility of modifying the genetic algorithm (GA) to address the issues of selection, optimization and dynamic configuration management of information security tools (IMS) for the security circuit of information and communication systems (ICS). The scientific novelty of the work is that it is recommended to use the total cost of information loss risks, as well as cost indicators for each class of information security systems as a criterion for optimizing the composition of the information security system in GA. The genetic algorithm is considered as a variation of the problem associated with multi-choice in optimizing the choice of information security information and the dynamic management of cybersecurity resources. In this concept, the optimization of the placement of the information security system along the protective circuit of the ACS is considered as a modification of the problem of the combination backpack. The proposed approach allows not only to quickly calculate the different versions of hardware and software information systems and their combinations for CMS, but also to dynamically manage the proposed algorithm with existing models and algorithms for optimizing the composition of CSR cybersecurity chains and cybersecurity resources of various information objects. It is possible that such a combination of models and algorithms will allow to quickly restore the CSR protection by adjusting the profiles according to the new threats and classes of cyber attacks.

Keywords: decision support system, information security tools, multi-objective optimization, backpack problem, genetic algorithm.

В. А. Лахно[1], К. Т. Сауанова[2], С. А. Адилжанова[3], А. Н. Семятова[4]
([1]Украинаның ұлттық биоресурстар және табиғатты пайдалану университеті, Киев, Украина
[2] Ғ.Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы, Қазақстан
[3,4] әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, Алматы, Қазақстан
E-mail: valss21@ukr.net

ГЕНЕТИКАЛЫҚ АЛГОРИТМДІ КИБЕР ҚАУІПСІЗДІК РЕСУРСТАРЫНЫҢ ДИНАМИКАЛЫҚ БАҚЫЛАУ ЕСЕПТЕРІНДЕ ҚОЛДАНУ

Түйіндеме. Мақалада ақпараттық-коммуникациялық жүйелердің (АКЖ) қауіпсіздік контуры үшін ақпараттық қауіпсіздік құралдарын (АҚҚ) таңдау, оңтайландыру және динамикалық конфигурация басқару мәселелерін шешу үшін генетикалық алгоритмді (ГА) өзгерту мүмкіндіктері қарастырылған. Жұмыстың ғылыми жаңалығы ГА-да ақпараттық қауіпсіздік жүйесінің құрамын оңтайландыру критерийі ретінде ақпараттың жоғалуынан болатын тәуекелдердің жалпы құнын, сондай-ақ ақпараттық қауіпсіздік жүйелерінің әр класы бойынша шығындар индикаторларын қолдану ұсынылатындығында. Ақпараттық қауіпсіздік ақпаратының құрамын таңдауды оңтайландыру және киберқауіпсіздік ресурстарын динамикалық басқару мәселелерін шешуде генетикалық алгоритм мульти таңдаумен байланысты проблеманың вариациясы ретінде қарастырылады. Бұл тұжырымдамада ақпараттық қауіпсіздік жүйесін АКЖ қорғаныс контуры бойына орналастыруды оңтайландыру комбинациялық рюкзак проблемасының модификациясы ретінде қарастырылады. Ұсынылып отырған тәсіл аппараттық және бағдарламалық қамтамасыздандырудың ақпараттық жүйелеріне арналған әртүрлі нұсқаларды және АКЖ үшін олардың комбинацияларын жылдам санауды жүзеге асыруға ғана емес, сонымен қатар ұсынылған алгоритмді қолданыстағы модельдермен және АКЖ киберқауіпсіздік тізбектерінің құрамын оңтайландыру алгоритмдерімен және әртүрлі ақпараттық объектілердің киберқауіпсіздік қорларын динамикалық басқарумен біріктіруге мүмкіндік береді. Мүмкін, модельдер мен алгоритмдердің мұндай тіркесімі жаңа қауіптер мен кибершабуылдардың кластарына сәйкес профильдерін реттей отырып, АКЖ қорғанысын тез қалпына келтіруге мүмкіндік береді.

Түйін сөздері: шешімдерді қолдау жүйесі, ақпараттық қауіпсіздік құралдары, мультиобъективті оңтайландыру, рюкзактар мәселесі, генетикалық алгоритм.

Кіріспе.

Әр түрлі ақпараттық-коммуникациялық жүйелерге (АКЖ) сәтті жүзеге асырылған кибершабуылдардың саны мен күрделілігі өскен сайын [1, 2], барлық АКЖ қорғаныс тізбектерінде ақпаратты қорғау және киберқауіпсіздік кешендерінің (КрҚ) құрамын құрудың сапалы жаңа процедураларына қажеттілік арта түседі. АКЖ -тің киберқауіпсіздік контурын қалыптастырудың тұрақты міндеті ақпараттық қауіпсіздік құралдары (АҚҚ) және КрҚ құрамын оңтайландыруға арналған көптеген зерттеулер туғызғанын ескеріңіз. Бұл зерттеулер, ең алдымен, мультикритериялы оңтайландыру мәселелерін шешуге байланысты сұрақтарға жауап беруге арналған, олар келесідей қасиеттерге ие: жеке ақпараттық қауіпсіздік жүйелерін қолданудың рұқсат етілген аймағын күрделі конфигурациялау; қарастырылатын функциялардың көп экстремалдылығы; функцияларды алгоритмдік тағайындау және т.б. Сонымен қатар, тиімді көп тізбекті КрҚ жүйелерін құрудың нақты мәселелерінде [3, 4] шешімдерді бір критерий бойынша бағалау сирек қабылданады. Сондықтан, мұндай проблемаларда шешім қабылдайтын тұлғаға (ДМ) ақпарат қауіпсіздігі туралы ақпаратты АКЖ сәйкес КрҚ контурларына сәйкес объективті таңдауды ұсыну үшін тек Парето-оңтайлы шешімдерді табу ғана емес, сонымен қатар алынған нұсқалардың жиынтығына жуықтау маңызды. АКЖ -ге деструктивті әсер етудің көбеюі жағдайында көп тізбекті ақпараттық қауіпсіздік жүйелерін құрудың жоғарыда сипатталған мәселелерін шешу классикалық оңтайландыру процедураларын ғана емес, сонымен қатар көптеген күрделі мәселелерді шешуде тиімділігін дәлелдеген генетикалық алгоритмдерді (ГА) әмбебап әдістерді қолдануды талап етеді [5, 6].

ГА тиімділігі олардың параметрлерін мұқият баптау және бақылау арқылы анықталады. Бұл ГА-ны АҚҚ контуры бойынша АКЖ тиімділігін кәдімгі инженерлік есептеулерде қолдануды біршама қиындатады. Алайда, егер АКЖ үшін ақпараттық қауіпсіздік жүйесінің құрамын таңдау бойынша дәстүрлі мультикритерийлерді оңтайландыру тапсырмасынан басқа, біз тәуекелдер шамасын, сондай-ақ белгілі бір активтерге (мәліметтер базасы, білім базалары, пошта, веб-сайт және т.б.) қатысты ақпараттың қауіпсіздік көрсеткіштерін қарастырсақ, ГА -ны қолдану өте орынды болады. Шешімді іздеу процедурасы шешімдерді қолдаудың интеллектуалды жүйелерінің (ШҚЖ) әлеуетін қолданған кезде тиімді бола алады, оның есептеу ядросы іс жүзінде ГА қолдануға негізделген.

Жоғарыда келтірілген дәлелдемелер эволюциялық алгоритмдер мен ШҚЖ есептеу ядросының модельдерін жетілдіруге бағытталған зерттеулердің өзектілігін алдын-ала анықтады, бұл АҚҚ КрҚ контуры бойында ақпараттық қауіпсіздік жүйесінің құрамын оңтайландыру.

Алдыңғы зерттеулерге шолу және талдау. Мульти критерийлерді оңтайландыру мәселелерін шешуде қолданылатын генетикалық алгоритмдер эволюциялық іздеу әдістерінің нұсқалары болып табылады [7]. Соңғы бірнеше жыл ішінде осы бағыттағы зерттеулерге көптеген еңбектер арналды. Мәселен, мысалы, [8] -де модель сипатталған, оған сәйкес АҚҚ элементтерінің популяциясы құрылады (особьтар), мұнда оңтайландыру мәселесінде әрбір особь мүмкін шешімдердің біріне сәйкес келеді. Жақсы шешімді табу үшін авторлар өздерінің мақсаттық функциясын қолданды. Жұмыста ұсынылған шешімдердің іс жүзінде қалай және қай жерде қолданылғаны көрсетілмеген.

Жұмыста [9, 10] екі топқа жатқызуға болатын ГА зерттелді. Бірінші топта екілік кодталған ГА зерттелді [10, 11]. Екінші топта, тиісінше, нақты кодтаумен [12, 13]. [12-16] еңбектерінде бірінші топта мүмкін болатын шешімдер жиынтығы бойынша шекті мәнді іздеудің жоғары тиімділігіне қол жеткізуге болатындығы көрсетілген.

Жұмыста [17-22] -де модификацияланған ГА –ді осындай мульти-критерийлік оңтайландыру мәселелерінде қолдану ерекшеліктері қарастырылды. Салыстырмалы фитнес функциясы бар ГА мен стандартты ГА арасындағы айырмашылық мынада: бұл жерде алгоритм жұмыс істеген кезде фитнес функциясы хромосоманы құрған АҚҚ тиімділіктерінің қосындысы емес, АҚҚ шекті сипаттамаларына коэффициенттер коэффициентінің жиынтығы болды немесе солай болды деп аталады - тиімділік коэффициенті. Мұндай ГА модификациясы негізінен стандартты ГА мен ашкөздік алгоритмінің дизъюнкциясы болып табылады.

Жұмыста [17, 20] еңбектерінде стандартты және модификацияланған ГА-лар оңтайландырудың күрделі мәселелерін шешуде жеткілікті тиімді екендігі көрсетілген [23] және әрі қарай зерттеу мен жетілдіруге перспективалы болып табылады.

Жоғарыда айтылғандардың барлығы әр түрлі ақпараттандыру объектілерінің АКЖ үшін ақпараттық қауіпсіздік жүйелері мен КрҚ таңдауды оңтайландыру мәселелерінде ШҚЖ есептеу ядросы үшін ГА -ді дамытуға бағытталған зерттеулердің өзектілігін алдын-ала анықтады.

Жұмыстың мақсаты мен міндеттері. Зерттеудің мақсаты - киберқауіпсіздік ресурстарын таңдау, оңтайландыру және динамикалық басқару процесінде шешімдерді қолдау жүйесінің есептеу ядросының генетикалық алгоритмін құру.

Мақаланың негізгі материалы.

АКЖ инфрақұрылымы КрҚ және ақпаратты қорғауды қамтамасыз ету тұрғысынан өте күрделі объект болып табылады.

Әдепкі бойынша АКЖ түйіндерінде стандартты ақпараттық қауіпсіздік жүйелері орнатылған [23]: антивирустар; брандмауэр; нысандары: 1) кіруді анықтау; 2) криптографиялық АЖ; 3) қол жетімділікті бақылау; 4) тұтастықты бақылау; 5) аутентификация және т.б.

Әрине, нақты АКЖ үшін тізімді жеткіліксіздікке байланысты толықтыруға немесе артық болғандықтан азайтуға болады.

АКЖ үшін оңтайлы конфигурацияны (бұдан әрі - жиынтық) таңдау процесінде (мысалы, антивирустар, брандмауэрлер, кіруді анықтау құралдары және т.б.) мульти селекция проблемасын шешу үшін ГА қолдану мүмкіндігін қарастырайық.

ГА тұрғысынан мәселені формализациялау.

Біз хромосома деп қорғаныс шараларының жиынтығын айтамыз (мысалы, қорғалатын объектідегі ақпараттық қауіпсіздік саясатын сақтау ережелері), оның ішінде ақпараттық қауіпсіздік туралы ақпарат. Жиын екілік сан ретінде кодталады [8, 9]. Егер санның екілік цифры бір (1) -ге тең болса, онда жиынтыққа сәйкес АҚҚ немесе сәйкес санымен ақпаратты қорғау шарасы енгізіледі. Сонда кодтың өзгеру диапазоны келесі түрде ұсынылуы мүмкін:

$$G = \left(d_0 d_1 ... d_{NC}\right)_2 = \left(0...2NC\right)_{10}, \tag{1}$$

мұндағы $NC-$ - оңтайлы жиынтыққа қосу үшін ықтимал қарастырылатын қолда бар ақпараттық қауіпсіздік жүйелері мен қорғаныс шаралары саны;

d_i- жиынтыққа ақпараттық қауіпсіздік жүйесін және / немесе қорғаныс шарасын қосу.

ГА термині бойынша популяция әртүрлі хромосомалары бар үлгілерден тұрады. Популяция мөлшері ондағы үлгілердің максималды санымен шектелген. Поппуляцияның әр данасын келесідей сипаттауға болады:

$$Ch = \{G, C, R\}, \tag{2}$$

мұндағы $G-$ популяциядағы үлгінің генетикалық коды; $C-$ ақпараттық қауіпсіздік және / немесе онымен байланысты қорғаныс шараларының құны; $R-$ таңдалған АҚҚ және / немесе тиісті қорғаныс шараларын (бұдан әрі - АҚҚ) ескере отырып, ақпарат жоғалтудың жалпы қаупі (немесе оның құпиялылығы, тұтастығы).

Алгоритмді құрудың алгоритмін өзгерту процесінде тәуекелді анықтау үшін келесі болжам қолданылады. Ақшалай мәндегі шығындардың абсолюттік мәні нақты АКЖ үшін элементтер тізбегіне байланысты - қауіп, осалдық, ақпараттық қауіпсіздік [2, 3]. Сондықтан тәуекелдер саны - бұл қауіптер мен активтердің тіркесімі:

$$R = TH \cdot M, \tag{3}$$

Мұндағы $TH-$ - қауіптер саны, $M-$ активтер саны.

Формула (3) бірнеше қауіптің үйлесуін, сондай-ақ АҚҚ арасындағы ішкі әсерді ескермейді. Сондықтан АКЖ үшін тәуекелдерді анықтаудың неғұрлым қолайлы тәсілі - бұл шабуыл профильдерін құрастыруға негізделген әдіс [3, 4]. Бұл әдіспен шабуыл профильдері әртүрлі қатерлердің жиынтығынан тұратын шабуылдар тізбегі ретінде қарастырылады [1, 4]. Онда тәуекелдердің санын келесі қатынастармен сипаттауға болады:

$$R = \left(2^{TH}\right)^{TA}, \tag{4}$$

мұндағы $TA-$ - шабуылдар саны.

Сондықтан шабуылдардың белгілі бір профилі үшін қауіптің мөлшерін сәтті шабуылдардан болатын жалпы шығынның мөлшері деп санауға болады.

Егер шабуыл кезінде тізбекті реакция болмаса, онда тәуекелдің жалпы мәні әрбір АКЖ активі үшін зиянның математикалық күтуі ретінде ұсынылуы мүмкін:

$$r = \sum P_{i,j} \cdot D_{i,j}, \quad i = \overline{1,TH},\ j = \overline{1,M}, \tag{5}$$

мұндағы $P_{i,j} - (j)$ активі үшін (i) қатерінен туындаған АКЖ ақпараттық қауіпсіздігі оқиғасының ықтималдығы; $D_{i,j}$ – оқиғаға байланысты залалдың мөлшері (ақшалай эквивалент түрде алынған).

Хромосоманы (Ch) матрица түрінде көрсетуге болады. Содан кейін, матрицаның жолдары орналастыру нүктелерін, сәйкесінше, бағандарды - белгілі бір ақпараттық қауіпсіздік құралдарын қамтитын құралдар кластарын (мысалы, қарастырылып отырған антивирустық бағдарламалардың барлық нұсқалары - Avast, Avira, AVG, Bitdefender және басқаларын) антивирустық бағдарламалық жасақтама классына жатқызуға болады.). Матрицалық элемент g_{ij} - i түйінінде орналасқан j кластан ақпараттық қауіпсіздік құралдарының санын көрсетеді. Егер $g_{ij} = 0$ болса, онда i түйінінде j класынан ешқандай құрал қолданылмайды деп есептейміз, мысалы, брандмауэрде антивирустық бағдарлама қолданылмайды.

ГА хромосомасының (Ch) түзілу схемасы 1-кестеде келтірілген.

Кесте 1. **Хромосома түзілу схемасы**

Классы контрмер / Узлы сети	N_1	N_2	…	N_{NC}
K_1	g_{11}	g_{12}	…	g_{1NC}
K_2	g_{21}	g_{22}	…	g_{2NC}
…	…	…	…	…
K_{KC}	g_{KC1}	g_{KC2}	…	$g_{KC,NC}$

Хромосоманы бейнелеудің осы форматында және шешілетін мәселе аясында біз K_{KC} және N_{NC} сәйкесінше түйіндегі АКЖ және АҚҚ түйіндерінің саны деп есептейміз.

Тәуекелді (R) есептеу үшін келесі модельді қолданайық.

Біз генетикалық кодқа сәйкес әр тасымалдаушы үшін сәйкес АҚҚ таңдаймыз.

ГА -ға $-U$. утилиталық функцияны енгізейік, бұл функция жиынтықта таңдалған ақпараттық қауіпсіздік туралы ақпараттың тиімділігін бағалау үшін қажет. Таңдалған АҚҚ шабуыл профиліне сәйкес келуі керек екенін ескеріңіз. Ақыр соңында, мысалы, функциясы шектеулі ақысыз антивирустық бағдарламалық жасақтама (бағдарламалық жасақтама) DoD / DDoS шабуылдарымен күресу үшін мүлдем пайдасыз екендігі анық және тек АКЖ үшін қауіпсіздік саясатын сақтау туралы нұсқаулар инсайдерден қорғамайды.

Содан кейін утилита функциясын (U) келесідей ұсынуға болады:

$$U(Ch) = R_0 - Ch.R, \tag{6}$$

мұндағы $Ch -$ АҚҚ жиынының данасы; $R_0 -$ ақпараттың жоғалуына байланысты тәуекелдердің шамасы, егер ақпараттық қауіпсіздік құралдарының тиісті жиынтығы қолданылмаса; $Ch.R -$ ақпараттық қауіпсіздік жүйелерінің тиісті жиынтығын ескере отырып, тәуекелдердің шамасын (көшірме) $Ch.G$. көрсетеді.

Алайда, АКЖ -ті шабуылдардан қорғаудың қол жеткізілген тиімділігі сәйкесінше АҚҚ -қа қосымша шығындарды талап етеді. Келесі коэффициентті қолдана отырып, шығындардың ақпараттық қауіпсіздікке әсерін ескерейік:

$$U(Ch) = (R_0 - Ch.R) \big/ Ch.C, \tag{7}$$

мұндағы $Ch.C -$ ақпараттық қауіпсіздік жүйелерінің жиынтығы.

Коэффициент (7) әрбір салынған құн бірлігі үшін ақпаратты жоғалту қаупін қалай азайтуға (немесе арттыруға) болатындығын көрсетеді.

Одан кейін, алынған өрнектерді ГА -да қалай қолдануға болатынын қарастырамыз. Жоғары деңгейлі бағдарламалау тілдерінің синтаксисінде кроссовер, мутация, таңдау функциялары келесідей болады.

Кроссовер функциясы - жаңа медианы құру. ГА -ға негізделген ШҚЖ бағдарламалық қамтамасыздандыру процесінде өтудің екі түрі қарастырылды. Бір нүктелі және n нүктелі қиылысты пайдалану мүмкіндіктері талданды. Осы екі түрді таңдау келесі ойларға байланысты. Бір нүктеден өтуге негізделген стандартты тәсіл көптеген мәселелер үшін қолайлы, онда ГА көмегімен шешім іздеген жөн. Алайда, АКЖ түйіндері үшін ақпараттық қауіпсіздік жүйесін көп таңдау мәселесі үшін стандартты ГА сәтсіз болып шығады. Бұл хромосома біртұтас бөлінбейтін құрылым болмайтындығына байланысты. Бұл мәселені тұжырымдау кезінде хромосоманы ыдырау процедурасын қажет ететін жүйе ретінде түсіндіруге болады. Ыдырау хромосоманы бөліктерге бөлуге мүмкіндік береді және әр бөлімде АКЖ түйіндерінің өз класы болады.

Әр жұп үшін ата-ананың бойындағы қасиеттерді бойына сіңіретін жаңа дананы (PA) құрайық.

$$\begin{aligned} &func\ K(PA) := foreach\ Ch(X)\ from\ PA\ and \\ &foreach\ Ch(Y)\ from\ PA\ where\ Ch(X) != \\ &Ch(Y)\ do\ R.add(\{G : xor(Ch(Xi).G, Ch(Xj).G), C :, R :\}) \\ &return\ R.add(PA) \end{aligned} \tag{8}$$

Бұдан әрі мутация функциясын қарастырыңыз, яғни. генетикалық кодтың өзгеруі. Мутацияның екі түрі қарастырылды. Бұл келесі болжамдарға байланысты: 1) тұрақты мутация ГА бағдарламалық жасақтамаларының көпшілігінде қолданылады; 2) біздің тапсырмамыздың айнымалылары көп икемділікті қажет етеді, ал біздің міндетіміз үшін ГА-ның табысты жұмысының мутацияға тәуелділігі қиылысқанға қарағанда көбірек; 3) 2-болжам КрҚ АКЖ контурын қалыптастырумен байланысты мәселелерді шешудің объективті ерекшеліктері бар екендігімен байланысты. Бұл хромосомалардың үлкен мөлшеріне, сондай-ақ шектеулердің болуына әкелді.

Сондықтан, алгоритмнің алғашқы кезеңдерінде кездейсоқтық элементтерімен сипатталатын айнымалы мутация рюкзактың оңтайлы құрамын табу тұрғысынан қолайлы болады.

Есептеу эксперименттері барысында мутациялардың екі түрі қарастырылды. Бірінші түрі - тұрақты мутация. Бұл жағдайда хромосомадағы әр позиция 1% ықтималдықпен төңкерілетін болады. Екіншісі - өзгермелі мутация. Бұл жағдайда мутация ықтималдығы ГА-ның ағымдағы қажеттіліктеріне байланысты болады. Мутация деңгейі 1-6% аралығында болады.

Салыстырмалы фитнес функциясы бар қарастырылған ГА -да фитнес функциясы шын мәнінде хромосоманы құрайтын АҚҚ тиімділігінің қосындысы қолданылған жоқ, бірақ тиімділік коэффициенттерінің немесе сыныпқа кіретін АҚҚ интегралдық индекстерінің қосындысы пайдаланылды.

Ол үшін хромосомадағы кездейсоқ екі бинарлы цифрды аударамыз:

$$\begin{aligned} &func\ M(PA) := foreach\ Ch(X)\ from\ PA\ do\ Ch(X).G = \\ &= xor(Ch(X).G, 1 << rand(0, NC)). \end{aligned} \tag{9}$$

Содан кейін таңдау функциясы, яғни. ең жақсы ақпарат құралын келесі жолмен ұсынуға болады:

$$func\ S(PA) := return\ PA.sort(\ ).slice(1, K).$$

Жазбаны азайту және популяцияны азайту үшін біз коммуналдық қызметке қатысты ең үлкен нәтиже беретін тасымалдаушыларды ғана қалдырамыз (U).

Таңдауды қолданбас бұрын, $Ch(X).C$ және $Ch(X).R$-ді тұрғындар үшін алдын-ала есептеп шығарамыз. [6, 7] сәйкес, алғашқы жиынтықта кем дегенде екі үлгі бар деп ұйғарылады. Сонда ГА -дағы әр дәуір [7,8] жоғарыда қарастырылған негізгі функцияларды дәйекті қолданудан тұрады. Тиісінше, біз мынаны аламыз:

$$func\ E(\ ) := ((PA = K(PA), M(PA)), (P = S(PA))). \quad (10)$$

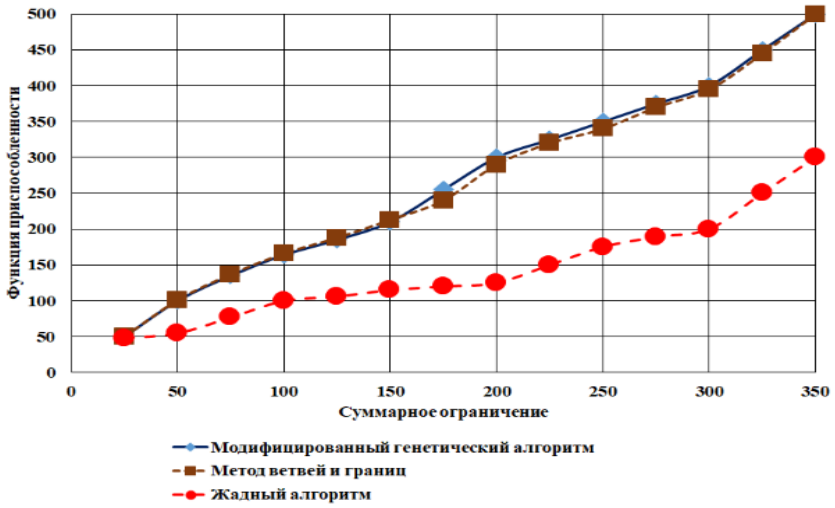
Мақалада қарастырылған ГА -ға жасалған нақтылау ақпараттық қауіпсіздік жүйесін АКЖ түйіндерінде орналастырудың мультитеритриалық оңтайландыру процесінде ШҚЖ есептеу ядросы үшін негіз болды [23]. ШҚЖ жұмысының бірінші кезеңінде иерархияларды талдау әдісін (Т.Саати әдісі) немесе басқа сараптамалық әдісті қолданып, АҚЖ контуры үшін ақпараттық қауіпсіздік туралы ақпарат жиынтығы қалыптасады.

Әдетте, бұл жиынтық қосымша функционалдылыққа ие болғандықтан және оның құны өте маңызды инфрақұрылымға жатпайтын кәсіпорынның әдеттегі АКЖ үшін айтарлықтай жоғары болады, сондықтан біз ГА -ны мульти селекция мәселесін шешу үшін қолданамыз, яғни. біз рюкзак мәселесін шешеміз.АКЖ қорғанысты қажет ететін өте көп түйіндерден тұратын болғандықтан, іс жүзінде біз бірнеше рюкзактар (АКЖ түйіндері) үшін әр рюкзакқа қосылатын элементтер тізімін (АҚҚ) таңдау қажет болатын көп таңдау мәселесін шешу туралы айтып отырмыз. Сонымен қатар, пәндерді таңдаудың негізгі критерийлері интегралдық көрсеткіш (ИнК) және ақпараттық қауіпсіздік құны болып табылады.

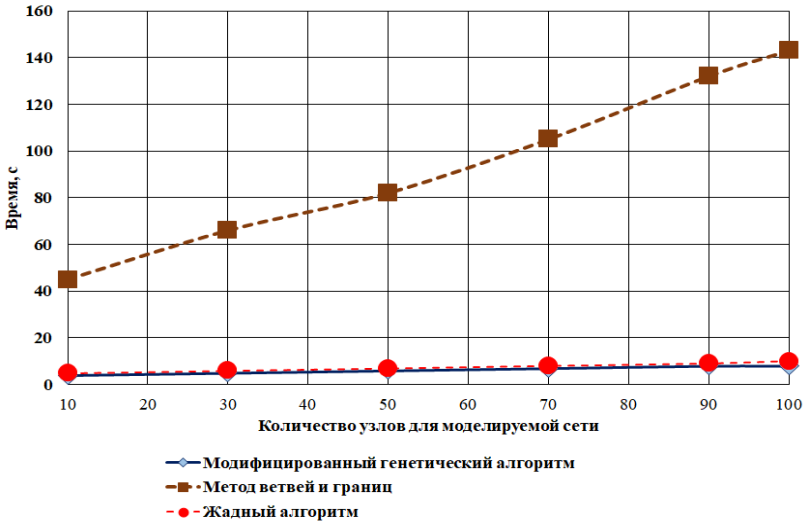
Сапа индексі немесе белгілі бір ақпараттық қауіпсіздік жүйесі үшін қалаған мақсаттарға қол жеткізу дәрежесі деп аталатын АҚҚ ИнК ретінде қабылданады [1]. ИнК сонымен қатар белгілі бір ақпараттық қауіпсіздік жүйесінің маңызды сипаттамаларының сапасының жалпыланған индикаторы ретінде түсіндірілуі мүмкін. Сонымен бірге, ИнК ақпараттық қауіпсіздік жүйесі параметрлерінің таңдалған белгілі бір индикаторлар кеңістігіндегі идеалды сипаттамаларға жақындық дәрежесі ретінде есептеледі деп есептейміз [1].

Ақпараттық қауіпсіздік жүйесін АҚҚ түйіндеріне орналастырудың көп өлшемді оңтайландыру алгоритмі мен ШҚЖ сәйкестігін тексеру үшін сәйкес есептеу эксперименттері жүргізілді, 1, 2.-суретті қараңыз.

Кездейсоқ құрылған ШҚЖ жиынтықтары үшін есептеу тәжірибелері жүргізілді. Өзгертілген ГА тиімділігі, тармақталған және байланысқан әдіс және ашкөздік алгоритмі салыстырылды.



1-сурет. ШҚЖ-де қолданылатын алгоритмдердің тиімділігін салыстыратын есептеу эксперименттерінің нәтижелері



2-сурет. Алгоритмдердің жұмыс уақытын салыстыратын есептеу эксперименттерінің нәтижелері

Есептеу эксперименттері кезінде ГА жылдамдықпен қатар жоғары тиімділікпен ерекшеленетіндігі анықталды. ГА-ны пайдаланып есепті шешуге кететін уақыт салалық және байланысқан әдіс көрсеткіштерімен салыстырғанда шамамен 16–25 есе аз екендігі анықталды. Ашкөздік алгоритмі қойылған шектеулер мен айнымалылар санын ескере отырып, мультитриториалды оңтайландыру мәселесін шешуге бейімделу тұрғысынан ГА -дан да, тармақталған-тәуелді әдістен де айтарлықтай кем.

Қорытындылар

Осылайша, мақалада генетикалық алгоритмді (ГА) моделдеу мүмкіндігі, ақпараттық қауіпсіздік құралдары (АҚҚ) үшін конфигурациялау опцияларын таңдау және оңтайландыру, ақпараттық-коммуникациялық жүйелер үшін киберқауіпсіздік ресурстарын динамикалық басқарумен байланысты мәселелерді шешу мүмкіндігі қарастырылған. Жұмыстың ғылыми жаңалығы ГА -да ақпараттық қауіпсіздік жүйесінің құрамын оңтайландыру критерийі ретінде ақпараттың жоғалуынан болатын тәуекелдердің жалпы құнын, сондай-ақ ақпараттық қауіпсіздік жүйелерінің әр класы бойынша шығындар индикаторларын қолдану ұсынылатындығында. Ақпараттық жүйенің АКЖ үшін құрамын таңдауды оңтайландыру мәселесіндегі генетикалық алгоритм мульти таңдауға байланысты есептің вариациясы ретінде қарастырылады. Бұл тұжырымдамада ақпараттық қауіпсіздік жүйесін АКЖ қорғаныс контуры бойына орналастыруды оңтайландыру комбинациялық рюкзак проблемасының модификациясы ретінде қарастырылады. Зерттеудің практикалық мәні ұсынылған ГА модификациясы негізінде шешімдерді қолдау жүйесін енгізу болып табылады.

ӘДЕБИЕТТЕР:

[1] Лахно В.А, Ахметов Б.С., Картбаев Т.С., Досжанова А.А., Маликова Ф.У. Модель и алгоритм выявления шпионских программ в информационных системах. Збірник тексти наукових матеріалів IX міжнародної науково-технічної конференції «ITSec: Безпека інформаційних технологій». 22-27 березня 2019 р. – С. 51-53

[2] Ахметов Б.С., Алмасов Н.Ж. Развитие технических средств и систем безопасности в современных условиях. Материалы научной конференции ИИВТ КН МОН РК «Инновационные IT и Smart-технологии», посвященной 70-летнему юбилею профессора Утепбергенова И.Т.– С. 86-91

[3] Ахметов Б.С., Бодесова Айдана, Данин Роман Определения причины обрушения строительных конструкций. Материалы научной конференции ИИВТ КН МОН РК «Инновационные IT и Smart-технологии», посвященной 70-летнему юбилею профессора Утепбергенова И.Т.– С. 91-95

[4] Ахметов Б.С., Лахно В.А., Касаткин Д.Ю., Блозва А.И. Модель для системы поддержки принятия решений по инвестированию в технологии smart city. Материалы научной конференции ИИВТ КН МОН РК «Инновационные IT и Smart-технологии», посвященной 70-летнему юбилею профессора Утепбергенова И.Т. – С. 96-98

[5] Ахметов Б.С., Лахно В.А., Малюков В.П., Касаткин Д.Ю. Система поддержки принятия решения о инвестировании в smart city в условиях неполной информации. Материалы научной конференции ИИВТ КН

МОН РК «Инновационные IT и Smart-технологии», посвященной 70-летнему юбилею профессора Утепбергенова И.Т. – С. 99-101

[6] Жаутиков Б.А., Ахметов Б.С., Яворский В.В., Чванова А.О. Корпоративная система университета на основе онтологических описаний. Материалы научной конференции ИИВТ КН МОН РК «Инновационные IT и Smart-технологии», посвященной 70-летнему юбилею профессора Утепбергенова И.Т. – С. 127-131

[7] B. Akhmetov, S. Gnatyuk, T. Okhrimenko, V.V. Kinzeryavyy, Kh. Yubuzova Experimental research of the corrective ability of interferrence stable reed-solomon codes over the gf(32)galuis field at transfering information on a deterministic quantum and christochological code. Вестник КазНИТУ, - 2019, №2. – С. 61-69

[8] Б. С. Ахметов, В. А. Лахно, А. К. Абуова Интеллектуальные технологии для анализа чрезвычайных ситуаций на железнодорожном транспорте. Вестник ПГУ, Серия энергетическая. № 1. 2019. – С. 43-51

[9] Б. С. Ахметов, В. А. Лахно, Г. Т. Еркелдесова Автоматизация и диспетчеризация движения высокоскоростного транспорта в условиях временных ограничений. Вестник ПГУ, Серия энергетическая. № 1. 2019. – С. 52-60

[10] Б. С. Ахметов, В. А. Лахно, А. О. Оралбекова Средства и методы неразрушающего контроля, диагностирования и детектирования состояния систем высокоскоростного железнодорожного транспорта. Вестник ПГУ, Серия энергетическая. № 1. 2019. – С. 61-71

Лахно В.А., Сауанова К.Т., Адилжанова С.А., Семятова А.Н.

Применение генетического алгоритма в задачах динамического управления ресурсами кибербезопасности

Резюме. В статье рассматривается возможность модификации генетического алгоритма (ГА) для решения задач выбора, оптимизации и управления динамической конфигурацией средств защиты информации (ИИС) для цепи защиты информационно-коммуникационных систем (ИКС). Научная новизна работы заключается в том, что ГА рекомендует использовать суммарную стоимость рисков потери информации, а также показатели затрат для каждого класса систем защиты информации в качестве критерия оптимизации состава системы защиты информации. Генетический алгоритм рассматривается как разновидность проблемы, связанной с множественным выбором при оптимизации выбора информации по информационной безопасности и динамического управления ресурсами кибербезопасности. В данной концепции оптимизация размещения системы защиты информации по цепи защиты САУ рассматривается как модификация задачи комбинированного рюкзака. Предлагаемый подход позволяет не только быстро рассчитывать различные версии программно-аппаратных информационных систем и их комбинаций для CMS, но и динамически управлять предложенным алгоритмом с существующими моделями и алгоритмами для оптимизации состава цепочек кибербезопасности CSR и ресурсов кибербезопасности различных информационных объектов. Не исключено, что такое сочетание моделей и алгоритмов позволит быстро восстановить защиту CSR, настроив профили в соответствии с новыми угрозами и классами кибератак.

Ключевые слова: система поддержки принятия решений, средства защиты информации, многокритериальная оптимизация, задача рюкзака, генетический алгоритм.

УДК 519.21

E.N. Akanbay, Z.I. Suleimenova, S.K. Tapeeva
(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan.
E-mail: 1) akanbay.yerkebulan@gmail.com 2) suleymenova2474@gmail.com
3) tapeevasamal77@gmail.com)

ASYMPTOTIC NORMALITY OF THE SOLUTION OF A PARABOLIC EQUATION WITH RANDOM RAPIDLY OSCILLATING COEFFICIENTS

Abstract. In this paper, we study the probabilistic asymptotic behavior of the solution of the Cauchy problem for a random parabolic equation with fast-oscillating random homogeneous coefficients. Using the method of random substitution of time and properties of Brownian local time, the main result on the asymptotic normality (with zero mathematical expectation and finite variance) of a suitably normalized solution of the equation under consideration is obtained. An explicit form of the limiting finite variance is obtained in terms of the solution of the Brownian local time equation.

Keywords: Random operator, random equation with rapidly oscillating coefficients, averaged operator, averaged equation, random time substitution, Brownian local time, asymptotic normality.

Е.Н Аканбай., З.И Сулейменова., С.К. Тапеева
(Казахский национальный университет им. Аль-Фараби,
Республика Казахстан, Алматы. suleymenova2474@gmail.com)

АСИМПТОТИЧЕСКАЯ НОРМАЛЬНОСТЬ РЕШЕНИЯ ПАРАБОЛИЧЕСКОГО УРАВНЕНИЯ СО СЛУЧАЙНЫМИ БЫСТРО ОСЦИЛЛИРУЮЩИМИ КОЭФФИЦИЕНТАМИ

Аннотация В работе исследовано вероятностное асимптотическое поведение решения задачи Коши для случайного параболического уравнения с быстро осцилирующими случайными однородными коэффициентами. Используя метод случайного замены времени и свойств броуновского локального времени получен основной результат об асимптотической нормальности (с нулевым математическим ожиданием и конечной дисперсией) нормированного подходящим образом решения рассматриваемого уравнения. Получен явный вид предельной конечной дисперсии в терминах связанной с решением уравнения броуновского локального времени.

Ключевые слова: Случайный оператор, случайное уравнение с быстро осциллирующими коэффициентами, усредненный оператор, усредненное уравнение, случайная замена времени, броуновское локальное время, асимптотическая нормальность.

Введение.

Уравнения в частных производных с быстро осциллирующими коэффициентами описывают физические процессы, протекающие в неоднородных средах с развитой микроструктурой. Вместе с тем, изучение таких объектов естественно связано с анализом эффектов, типичных для теории вероятностей.

В связи с этим актуальными являются вопросы применимости к уравнениям в частных производных со случайными быстро осциллирующими коэффициентами принципа усреднения, т.е. доказательства существования соответствующих к исходным уравнениям усредненных (с неслучайными коэффициентами) уравнений. В ситуациях, когда наблюдается усреднение, рассматриваемая задача со случайными коэффициентами в том или ином смысле приближаются решениями соответствущих усредненных уравнений при малых значениях характерного масштаба пространственной или временной неоднородности.

В данной работе мы исследуем асимптотику при $\varepsilon \downarrow 0$ ($\varepsilon > 0$ и $\varepsilon \to 0$) решения задачи Коши

$$b(x/\varepsilon)\frac{\partial}{\partial t}u_\varepsilon(t,x) = \frac{\partial}{\partial x}\left(a(x/\varepsilon)\frac{\partial}{\partial t}u_\varepsilon(t,x)\right), \tag{0.1}$$

$$u_\varepsilon(0,x) = f(x),$$

где $t \geq 0$, $x \in R^1$, $f(x)$ – гладкая неслучайная функция, а случайные быстро осцилирующие коэффициенты $a(x,\omega)$, $b(x,\omega)$ – однородные случайные поля на некотором вероятностном пространстве (Ω, F, P).

Предполагается также, что реализации случайных полей достаточно гладки, и, таким образом, реализации решения являются классическими решениями задачи (0.1). Кроме того, предположим, что существует постоянная $c > 0$ такая, что с вероятностью 1 случайные коэффициенты $a(y,\omega)$, $b(y,\omega)$ на всей прямой удовлетворяют условию

$$0 < \frac{1}{c} \leq a(y,\omega), b(y,\omega) \leq c\,, \quad x \in R^1, \quad \omega \in \Omega. \tag{0.1*}$$

Нашей целью в данной работе является доказательство осредняемости решения задачи (0.1), т.е. осредняемости случайного оператора

$$H_\varepsilon(\omega) = \left(b(x/\varepsilon)\right)^{-1}\frac{\partial}{\partial x}.$$

По другому говоря, мы докажем существования осредненного (неслучайного) оператора $\bar{H}$ такого, что решение $u_\varepsilon(t,x)$ уравнения (0.1) сходится по распределению (слабо) к (неслучайному) решению $\bar{u}(t,x)$ усредненного уравнения

$$\frac{\partial}{\partial t}\bar{u}(t,x) = \bar{H}\,\bar{u}(t,x), \qquad \bar{u}(0,x) = f(x).$$

Более того, мы докажем, что нормированная разность

$$u_\varepsilon^*(t,x) = \varepsilon^{-\frac{1}{2}}\big(u_\varepsilon(t,x) - \bar{u}(t,x)\big)$$

асимптотически нормальна при $\varepsilon \downarrow 0$ и укажем явный вид параметров предельного нормального распределения в терминах связанного с решением рассматриваемой задачи броуновского локального времени.

Методы.

В §1, с помощью подходящей случайной замены пространственной координаты, показывается, что задачу (0.1) можно свести к решению задачи более простого вида, т.е. к задаче

$$\frac{\partial}{\partial t}u_\varepsilon(t,x) = \frac{1}{2a(x/\varepsilon)}\frac{\partial^2}{\partial x^2}u_\varepsilon(t,x)\,, \qquad u_\varepsilon(0,x) = f(x), \tag{0.2}$$

где $t \geq 0, \quad x \in R^1$, неслучайное начальное условие $f(x)$ и случайное поле $a(x) = a(x,\omega) -$ удовлетворяют условиям задачи (0.1).

Далее, в § 2, с помощью случайной замены времени

$$\tau_\varepsilon(t) = \int_0^t a(W(s)/\varepsilon)ds, \tag{0.3}$$

где $W(s)$ – стандартный винеровский процесс с инфинитезимальным оператором [1]

$$A = \frac{1}{2}\cdot\frac{d^2}{dx^2},$$

строится новый процесс $x_\varepsilon(t)$, инфинитезимальным оператором которого является стоящий в правой части уравнения (0.2) случайный оператор

$$A_\varepsilon = \frac{1}{2}\cdot\frac{1}{a(x/\varepsilon)}\frac{\partial^2}{\partial x^2}\,. \tag{0.4}$$

Изучение асимптотического поведения решения $u_\varepsilon(t,x)$ задачи (0.2) при $\varepsilon \downarrow 0$ проводится с привлечением оператора Грина решения $u_\varepsilon(t,x)$ и представления этого решения с помощью формулы Каца– Фейнмана. Наконец, переход к новой случайной временной переменной $\tau_\varepsilon(t)$ по формуле (0.3) и применение свойств броуновского локального времени $\check{t}(t,x)$ (свойства $\check{t}(t,x)$ см. в [2]) позволяют доказать утверждение об асимптотической нормальности подходяшим образом нормированной функции

$$u_\varepsilon^*(t,x) = \varepsilon^{-\frac{1}{2}}\big(u_\varepsilon(t,x) - \bar{u}(t,x)\big) \tag{0.5}$$

при $\varepsilon \downarrow 0$, где $\bar{u}(t,x) -$ решение усредненного (неслучайного) уравнения (ниже и всюду в дальнейшем в этой работе угловые скобки $\langle\ldots\rangle$ означают усреднение (взятие математического ожидания) по полю $a(x,\omega)$: $\langle a\rangle = Ma(x,\omega)$):

$$\frac{\partial\bar{u}(t,x)}{\partial t} = \frac{1}{2\langle a\rangle}\frac{\partial^2\bar{u}(t,x)}{\partial x^2}\,, \quad \bar{u}(0,x) = f(x). \tag{0.6}$$

При этом получены явные выражения для параметров предельного при $\varepsilon \downarrow 0$ распределения $u_\varepsilon^*(t,x)$ (значит и предельного при $\varepsilon \downarrow 0$ распределения $u_\varepsilon(t,x)$) в терминах броуновского локального времени $\check{t}(t,x)$.

§1. Результаты

1.1. Случайная замена пространственной координаты

В (0.1) перейдем к новой быстроосциллирующей пространственной координате с помощью случайной замены

$$\varphi(x) = \hat{a}\int_0^x \frac{dz}{a(z/\varepsilon)}, \tag{1.1}$$

где $\hat{a} > 0$ - некоторая постоянная.

Тогда $\varphi'(x) = \frac{1}{a(x/\varepsilon)} > 0$, поэтому существует обратная функция $\varphi^{-1}(x)$: если $\varphi(x) = y$, то $x = \varphi^{-1}(y)$.

Теперь в (0.1) сделаем (случайную) замену переменной $x = \varphi^{-1}(y)$ и введем обозначения:

$$u_\varepsilon(t,x) = u_\varepsilon\left(t,\varphi^{-1}(y)\right) = \tilde{u}_\varepsilon(t,y),\ a(x/\varepsilon) = a(\varphi^{-1}(y)/\varepsilon) = \tilde{a}(y/\varepsilon),$$
$$b(x/\varepsilon) = b(\varphi^{-1}(y)/\varepsilon) = \tilde{b}(y/\varepsilon),\ f(x) = f\left(\varphi^{-1}(y)\right) = \tilde{f}(y).$$

Далее, заметив, что

$$\frac{\partial u_\varepsilon(t,x)}{\partial x} = \frac{\partial \tilde{u}_\varepsilon(t,y)}{\partial y}\cdot\frac{\hat{a}}{\tilde{a}(y/\varepsilon)}$$
$$\frac{\partial}{\partial x}\left(a(x/\varepsilon)\frac{\partial u_\varepsilon(t,x)}{\partial x}\right) = \frac{(\hat{a})^2}{\tilde{a}(y/\varepsilon)}\frac{\partial^2 \tilde{u}_\varepsilon(t,y)}{\partial y^2}$$

можем переписать задачу (0.1) в виде

$$\tilde{b}(y/\varepsilon)\frac{\partial u_\varepsilon(t,y)}{\partial t} = \frac{(\hat{a})^2}{\tilde{a}(y/\varepsilon)}\frac{\partial^2 \tilde{u}_\varepsilon(t,y)}{\partial y^2},\quad \tilde{u}_\varepsilon(0,y) = \tilde{f}(y). \tag{1.2}$$

Отметим также, что если $T_\varepsilon(x) = x/\varepsilon$, то

$$\varphi(x) = x\hat{a}\cdot\frac{1}{T_\varepsilon(x)}\int_0^{T_\varepsilon(x)}\frac{1}{a(z)}dz \to x\ \ (\varepsilon \to 0)$$

с вероятностью единица (см. например, [3]), если постоянная $\hat{a} = (\langle a^{-1}\rangle)^{-1}$.

Из сказанного следует, что задача об усреднении уравнения (0.1) при сделанных выше предположениях сводится к задаче об усреднении уравнения

$$\frac{\partial u_\varepsilon(t,x)}{\partial t} = \frac{1}{2a(x/\varepsilon)}\frac{\partial^2 u_\varepsilon(t,x)}{\partial x^2},\quad u_\varepsilon(0,x) = f(x), \tag{1.3}$$

при тех же условиях (как и в задаче (0.1)) на начальную функцию $f(x)$ и на случайный быстро осциллирующий коэффициент $a(x/\varepsilon)$ (мы здесь заново переобозначили пространственную переменную, коэффициенты и начальное условие задачи (1.2)).

Таким образом, решение задачи об усреднении уравнения (0.1) сводится к задаче усреднения уравнения (0.2).

1.2. Оператор Грина решения уравнения (0.2) и случайная замена времени

Рассмотрим оператор Грина решения $u_\varepsilon(t,x)$ уравнения (1.3)

$$G_\alpha f(x) = \int_0^\infty e^{-\alpha s}u_\varepsilon(s,x)ds, \tag{2.1}$$

где параметр $\alpha > 0$.

Если обозначим через $x_\varepsilon(t)$ процесс с инфинитезимальным (производящим) оператором (0.4), то, по формуле Каца – Фейнмана решение

$u_\varepsilon(s,x)$ задачи (1.3) можно записывать в виде

$$u_\varepsilon(s,x) = M_x^{(\varepsilon)} f(x_\varepsilon(s)), \tag{2.2}$$

где знак $M_x^{(\varepsilon)}$ означает усреднение (взятие условного математического ожидания) по всем, выходящим в начальный момент $s = 0$ из точки x ($x_\varepsilon(0) = x$) траекториям процесса $x_\varepsilon(s)$.

Следуя давно известным идеям случайной замены времени (см. например, [5]) покажем, что таким процессом является процесс

$$x_\varepsilon(t) = W(\tau_\varepsilon^{-1}(t)), \tag{2.3}$$

где $\tau_\varepsilon^{-1}(t)-$ обратная к определенной формулой (0.3) случайной времени $\tau_\varepsilon(t)$ функция (существование $\tau_\varepsilon^{-1}(t)$ вытекает из того, что $\tau_\varepsilon'(t) = a(W(s)/\varepsilon) > 0$), а $W(t)-$стандартный винеровский процесс (броуновское движение).

Действительно, по определению инфинитезимального оператора A_ε процесса $x_\varepsilon(t)$, для любой функции $g(x)$, ограниченной и равномерно непрерывной вместе с производными первых двух порядков ($g(x) \in C^{(2)}_{\text{равн}}$), имеем

$$A_\varepsilon g(x) = \lim_{t \downarrow 0} \frac{M_x^{(\varepsilon)} g(x_\varepsilon(t)) - g(x)}{t} == \lim_{t \downarrow 0} \frac{M_x^{(\varepsilon)} W(\tau_\varepsilon^{-1}(t)) - g(x)}{t} = \lim_{\tau_\varepsilon(s) \downarrow 0} \frac{M_x g(W(s)) - g(x)}{\tau_\varepsilon(s)} =$$

$$= \lim_{s \downarrow 0} M_x \left[\frac{g(W(s)) - g(x)}{s} \cdot \frac{s}{\tau_\varepsilon(s)} \right] = \frac{1}{\tau_\varepsilon'(0)} \cdot \frac{1}{2} \frac{d^2}{dx^2} g(x) =$$

$$= \frac{1}{2a(x/\varepsilon)} \cdot \frac{d^2}{dx^2} g(x). \tag{2.4}$$

В (2.4) (и всюду в дальнейшем) знак условного математического ожидания M_x относится к стандартному винеровскому процессу $W(t)$, т.е. M_x означает взятие условного математического ожидания по всем, выходящим в начальный момент $t = 0$ из точки x, траекториям винеровского процесса $W(t)$ $(W(0) = x)$.

Выше мы при вычислении предела сначала произвели случайную замену времени $s = \tau_\varepsilon(t)$, после воспользовались тем, что если $s \downarrow 0$, то $\tau_\varepsilon(s) \downarrow 0$ и наоборот, а также тем, что инфинитезимальным оператором стандартного винеровского процесса является оператор $A = \frac{1}{2} \cdot \frac{d^2}{dx^2}$ и $\tau_\varepsilon'(0) = a(x/\varepsilon)$.

Соотношение (2.4) показывает, что инфинитезимальным оператором процесса $x_\varepsilon(t)$ действительно является определенный формулой (0.4) оператор A_ε.

Подставляем теперь (2.2) в (2.1), после переходим к новой переменной интегрирования $\tau_\varepsilon(t)$ по формуле (0.3). После, представив $\tau_\varepsilon(t)$ в виде

$$\tau_\varepsilon(t) = \int_0^t a(W(s)/\varepsilon) ds = \langle a \rangle t + \int_0^t (a(W(s)/\varepsilon) - \langle a \rangle) ds,$$

и введя обозначение

$$Y_\varepsilon(t) = \varepsilon^{-\frac{1}{2}} \int_0^t (a(W(s)/\varepsilon) - \langle a \rangle) ds, \tag{2.4}$$

получим, что оператор Грина $G_\alpha f(x)$ уравнения (1.3) можно будет записывать в виде:

$$G_\alpha f(x) = \int_0^\infty M_x^{(\varepsilon)}\left(e^{-\alpha s} f(x_\varepsilon(s))\right) ds = \int_0^\infty M_x\left[e^{-\alpha \tau_\varepsilon(t)} f\left(W(t)\right) a(W(t)/\varepsilon)\right] dt =$$

$$= \int_0^\infty e^{-\alpha\langle a\rangle t} M_x\left[e^{-\sqrt{\varepsilon} Y_\varepsilon(t)} f\left(W(t)\right)\left(a(W(t)/\varepsilon) - \langle a\rangle\right)\right] dt +$$

$$+ \int_0^\infty e^{-\alpha\langle a\rangle t} M_x\left(e^{-\sqrt{\varepsilon} Y_\varepsilon(t)} f\left(W(t)\right)\right) dt = G_\alpha^{(0)} f(x) + G_\alpha^{(1)} f(x),$$

где

$$G_\alpha^{(0)} f(x) = \int_0^\infty \langle a\rangle\, e^{-\alpha\langle a\rangle t} M_x\left(e^{-\sqrt{\varepsilon} Y_\varepsilon(t)} f\left(W(t)\right)\right) dt, \quad (2.5)$$

$$G_\alpha^{(1)} f(x) = \int_0^\infty e^{-\alpha\langle a\rangle t} M_x\left[e^{-\sqrt{\varepsilon} Y_\varepsilon(t)} f\left(W(t)\right)\left(a(W(t)/\varepsilon) - \langle a\rangle\right)\right] dt. \quad (2.6)$$

Далее заметим, что

$$M_x\left(e^{-\sqrt{\varepsilon} Y_\varepsilon(t)} f\left(W(t)\right)\right) = M\left(e^{-\sqrt{\varepsilon} Y_\varepsilon(t,x)} f(W(t) + x)\right),$$

где введено обозначение

$$Y_\varepsilon(t,x) = \varepsilon^{-\frac{1}{2}} \int_0^t \left[a\left((W(s) + x)/\varepsilon\right) - \langle a\rangle\right] ds. \quad (2.4^*)$$

Изучим более подробно этот процесс. Для этого нам удобно будет воспользоваться свойствами броуновского локального времени $\check{t}(t,x)$ (подробности см. в [2]). Напомним определение $\check{t}(t,x)$ и некоторых нужных нам его свойств.

По определению, для всех $t \geq 0$ и $x \in R^1$, с вероятностью единица

$$\check{t}(t,x) = \lim_{\delta \downarrow 0} \frac{1}{\delta} \int_0^t \chi_{(x,x+\delta)}(W(s)) ds = \lim_{\delta \downarrow 0} \frac{mes\{s : x \leq W(s) < x+\delta,\ s \leq t\}}{\delta}, \quad (2.7)$$

где $\chi_B(y)$ – индикатор множества B: $\chi_B(y) = 1,\ y \in B;\ \chi_B(y) = 0,\ y \notin B.$

По своему смыслу $\check{t}(t,x)$ есть мера Лебега времени, которое броуновская (винеровская) траектория проводит в точке x за время t.

Известно (см. [2] и соответствующую литературную ссылку из [2]), что при каждом x процесс $\check{t}(t,x)$, как процесс по параметру t, не убывает и для любой локально интегрируемой функции $h(x)$ **с вероятностью единица** для любого $t \geq 0$ выполняется равенство

$$\int_0^t h\left(W(s)\right) ds = \int_{-\infty}^{+\infty} h(x) \check{t}(t,x)\, dx. \quad (2.8)$$

С помощью равенства (2.8) процесс $Y_\varepsilon(t,x)$ можем представить в виде

$$Y_\varepsilon(t,x) = \varepsilon^{-\frac{1}{2}} \int_{-\infty}^{+\infty} [a(y/\varepsilon) - \langle a\rangle] M_x \check{t}(t,y) dy =$$

$$= \varepsilon^{-\frac{1}{2}} \int_{-\infty}^{+\infty} \varepsilon [a(y) - \langle a\rangle]\, \check{t}(t, \varepsilon y + x) dy = \varepsilon^{\frac{1}{2}} \int_{-\infty}^{+\infty} \check{t}(t, \varepsilon y + x) dF(y), \quad (2.9)$$

где функция

$$F(y) = -\int_y^\infty (a(z) - \langle a\rangle) dz, \quad y > 0,$$

$$F(y) = \int_{-\infty}^y (a(z) - \langle a\rangle) dz, \quad y < 0.$$

Функция (случайное поле) $F(y)$ имеет ограниченную вариацию, $F(+\infty) = F(-\infty) = 0$. Существование же интеграла

$$\int_{-\infty}^{+\infty}(a(y)-\langle a\rangle)dy$$

в среднеквадратичном смысле (или с вероятностью единица) вытекает из условия (см. [1], [6])

$$\int_{-\infty}^{+\infty}\int_{-\infty}^{+\infty}K_{aa}(y_1-y_2)\,dy_1\,dy_2<\infty \tag{2.9}$$

где $K_{aa}(y_1,y_2)$ - корреляционная функция случайного однородного поля $a(y,\omega)$.

Таким образом, для процесса $Y_\varepsilon(t,x)$ выполняются все условия теоремы 3.1. из [2] ([2], стр. 30, или см. [7]). Эта теорема позволяет нам утверждать, что при $\varepsilon\downarrow 0$ имеет место сходимость по распределению

$$Y_\varepsilon(t,x)\to d\cdot W_x\big(\check{t}(t,x)\big), \tag{2.10}$$

где $\check{t}(t,x)$ – броуновское локальное время, d – определенная формулой

$$d=\Big(4\int_{-\infty}^{+\infty}F^2(x)dy\Big)^{\frac{1}{2}} \tag{2.11}$$

постоянная, а $W_x(s), s\geq 0,\quad x\in R^1,$ - семейство независимых стандартных винеровских процессов с $W_x(0)=x\,, MW_x(s)=0,\ MW_x^2(s)=s$, причем это семейство не зависит от $W(s)$.

Для дальнейших наших исследований нам нужно будет введение следующих $\sigma-$алгебр (сигма – алгебр):

$$F_{=t}=\sigma\{W(t)\}=\{W(t)\in B, B\in\beta(R)\},$$
$$F_{\leq t}=\sigma\big\{\{W(s)\in B\}, s\leq t, B\in\beta(R)\big\}.$$

где $\beta(R)-$ **борелевская** $\sigma-$алгебра на прямой. По смыслу, $F_{=t}$ –порожденная процессом (случайной величиной) $W(t)$ в момент времени t $\sigma-$ **алгебра,** , а $F_{\leq t}$– порожденная событиями $\{W(s)\in B\}, s\leq t,$ $B\in\beta(R)$ **наименьшая** $\sigma-$ **алгебра** . Очевидно, что $F_{=t}$ является под $\sigma-$алгеброй $F_{\leq t}$.

Покажем, что $W(t)$ и $Y_\varepsilon(t,x),$ значить и $e^{-\sqrt{\varepsilon}Y_\varepsilon(t,x)}$, являются независимыми (как случайные величины).

Действительно, по свойствам условного математического ожидания относительно $\sigma-$алгебр

$$M(Y_\varepsilon(t,x)/F_{=t})=MY_\varepsilon(t,x),$$
$$M[Y_\varepsilon(t,x)f(W(t)+x)]=M[M(Y_\varepsilon(t,x)f(W(t)+x)/F_{=t})]=$$
$$=M[f(W(t)+x)M(Y_\varepsilon(t,x)/F_{=t})]=Mf(W(t)+x)\cdot MY_\varepsilon(t,x).$$

Вместе с тем, по формуле Каца – Фейнмана (или см. [1]), что функция

$$u(t,x)=M_xf\big(W(t)\big)=Mf(W(t)+x)$$

является решением уравнения

$$\frac{\partial u(t,x)}{\partial t}=\frac{1}{2}\frac{\partial^2u(t,x)}{\partial x^2},\quad u(0,x)=f(x). \tag{2.12}$$

Легко проверяется также, что функция $\bar{u}(t,x)=u(t/\langle a\rangle,x)$ является решением усредненного уравнения

$$\frac{\partial\bar{u}(t,x)}{\partial t}=\frac{1}{2\langle a\rangle}\frac{\partial^2\bar{u}(t,x)}{\partial x^2},\quad \bar{u}(0,x)=f(x). \tag{2.13}$$

Учитывая вышесказанные, мы можем записывать $G_\alpha^{(0)}f(x)$ в виде

$$G_\alpha^{(0)} f(x) = \int_0^\infty e^{-\alpha s}\bar{u}(s,x)ds - \sqrt{\varepsilon}\int_0^\infty e^{-\alpha s}Y_\varepsilon(s/\langle a\rangle, x)\bar{u}(s,x)ds + o\left(\sqrt{\varepsilon}\right). \quad (2.14)$$

Проанализируем теперь $G_\alpha^{(1)} f(x)$.

Воспользовавшись независимостью $W(t)$ и $e^{-\sqrt{\varepsilon}Y_\varepsilon(t,x)}$, можем написать:

$$G_\alpha^{(1)} f(x) = \int_0^\infty e^{-\alpha\langle a\rangle t} M e^{-\sqrt{\varepsilon}Y_\varepsilon(t,x)} M_x[f(W(t))(a(W(t)/\varepsilon) - \langle a\rangle)]dt.$$

Заметим, что

$$M e^{-\sqrt{\varepsilon}Y_\varepsilon(t,x)} = e^{\frac{1}{2}\sigma^2_{Y_\varepsilon}(t,x)\cdot\varepsilon},$$

где $\sigma^2_{Y_\varepsilon}(t,x)$ – дисперсия процесса $Y_\varepsilon(t,x)$: $\sigma^2_{Y_\varepsilon}(t,x) = DY_\varepsilon(t,x)$.

Кроме того, обозначив через $p(t,x,y)$ фундаментальное решение уравнения (2.12), имеем

$$M_x[f(W(t))(a(W(t)/\varepsilon) - \langle a\rangle)] = \varepsilon M_x\left[f(W(t))\left(\varepsilon^{-1}(a(W(t)/\varepsilon) - \langle a\rangle)\right)\right] =$$
$$= \varepsilon\int_{-\infty}^{+\infty} f(y+x)\varepsilon^{-1}(a((y+x)/\varepsilon) - \langle a\rangle)p(t,0,y)dy \to$$
$$\to \varepsilon\int_{-\infty}^{+\infty} f(y)\xi_a(y)p(t,x,y)dy$$

при $\varepsilon \downarrow 0$, потому что для любого фиксированного y при $\varepsilon \downarrow 0$ поле $\varepsilon^{-1}[a(y/\varepsilon) - \langle a\rangle]$ слабо сходится к некоторому $\xi_a(y)$:

$$\varepsilon^{-1}[a(y/\varepsilon) - \langle a\rangle] \to \xi_a(y) \ (\varepsilon \downarrow 0).$$

Сказанное позволяет нам представить $G_\alpha^{(1)} f(x)$ в виде

$$G_\alpha^{(1)} f(x) = \int_0^\infty e^{-\alpha s}\left(\varepsilon\int_{-\infty}^{+\infty} g(s,x,y)dy\right)dt,$$

причем (зависящий от s и x) внутренний интеграл ограничен некоторой константой. Это значит, что $G_\alpha^{(1)} f(x)$ при $\varepsilon \downarrow 0$ будет порядка ε, т.е. $G_\alpha^{(1)} f(x) = o\left(\sqrt{\varepsilon}\right)$ при $\varepsilon \downarrow 0$.

Подставляя теперь найденные выражения в (2.5) и переходя к обратному преобразованию, получим:

$$u_\varepsilon^*(t,x) = \varepsilon^{-\frac{1}{2}}(u_\varepsilon(t,x) - \bar{u}(t,x)) = Y_\varepsilon(t/\langle a\rangle, x)u(t/\langle a\rangle, x) + o\left(\sqrt{\varepsilon}\right),$$

или, по другому, можем утверждать, что нормированное решение $u_\varepsilon^*(t,x) = \varepsilon^{-\frac{1}{2}}(u_\varepsilon(t,x) - \bar{u}(t,x))$ асимптотически нормальна с нулевым средним и дисперсией $\sigma^2_{Y_\varepsilon}\bar{u}^2(t,x)$.

Сформулируем теперь вкратце полученный в данной работе основной результат.

В данной работе исследовано вероятностное асимптотическое поведение при $\varepsilon \downarrow 0$ решения задачи (0.1) в предположении, что быстро осцилирующий случайный однородный коэффициент удовлетворяет нужным свойствам существования и гладкости решения. В §1 задача (0.1) сведена к решению аналогичной, но более простой, задачи (0.2). Далее изучен оператор Грина решения (0.2), при этом примененяя метод случайной замены времени и свойств броуновского локального времени получен основной результат об осредняемости оператора правой части уравнения (0.2), или, по другому говоря, доказана асимптотичекая нормальность (с нулевым математическим ожиданием и конечной дисперсией) нормированного подходящим образом решения уравнения (0.2). При этом получен явный вид предельной конечной дисперсии в терминах связанной с решением уравнения (0.2) броуновского локального времени.

Обсуждение.

Полученные нами результаты согласуются и подтверждают результатов работ [4], [8], [9].

Например, в хорошо известной работе [9], когда коэффициенты являются однородными случайными полями (с помощью введения специальных, так называемых гармонических координат), показано, что усредненным оператором правой части уравнения (0.1) является оператор

$$\bar{H} = (\langle a^{-1} \rangle)^{-1} \frac{\partial^2}{\partial x^2}.$$

Этот результат в данной работе подтвержден нами другими методами.

Отметим также, что в работе [4] рассмотрена аналогичная (0.1) задача для волнового уравнения:

$$b(x/\varepsilon)\frac{\partial^2 u_\varepsilon(t,x)}{\partial t^2} = \frac{\partial}{\partial x}\left(a(x/\varepsilon)\frac{\partial u_\varepsilon(t,x)}{\partial x}\right), \tag{2.15}$$

$$u_\varepsilon(0,x) = f(x), \quad \left.\frac{\partial u_\varepsilon(t,x)}{\partial t}\right|_{t=0} = h(x).$$

При этом предполагается, что коэффициенты $\bar{K}(y) = \{a(y,\omega), b(y,\omega)\}$ удовлетворяют всем условиям нашей задачи (0.1). Кроме того, они дополнительно являются также m – зависимыми (т.е. для всех $y_1, \dots, y_n$, $|y_i - y_j| > m$, $\bar{K}(y_i)$ и $\bar{K}(y_j)$ - независимые случайные поля).

Далее, обозначив через $u_\varepsilon(t,x)$ решение волнового уравнения (2.15), через $\bar{u}(t,x)$ – решение соответствующего осредненного уравнения

$$\langle b \rangle \frac{\partial^2 \bar{u}(t,x)}{\partial t^2} = (\langle a^{-1} \rangle)^{-1} \frac{\partial^2 \bar{u}(t,x)}{\partial x^2}, \ \bar{u}(0,x) = f(x), \ \left.\frac{\partial \bar{u}(t,x)}{\partial t}\right|_{t=0} = h(x),$$

и определив для гладкой неслучайной финитной функции $\Phi(t,x)$ произведение $(F(t,x), \Phi(t,x))$ соотношением

$$(F(t,x), \Phi(t,x)) = \int_0^\infty \int_{-\infty}^{+\infty} F(t,x)\Phi(t,x)dtdx,$$

в [4] получен следующий основной результат: при $\varepsilon \downarrow 0$

$$(u_\varepsilon^*(t,x), \Phi(t,x)) = \varepsilon^{-\frac{1}{2}}(u_\varepsilon(t,x) - \bar{u}(t,x), \Phi(t,x))$$

асимптотически нормальна с нулевым математическим ожиданием и конечной дисперсией. Отметим, что при этом не был указан явный вид формулы вычисления предельной дисперсии.

В дальнейшем, в работе [8], с помощью известной, связывающей решения задач (2.15) и (0.2) формулы, результаты работы [4] перенесены на случай уравнения (0.2). Но при этом, в отличие от [4], здесь уже была указана явная формула для вычисления предельной дисперсии.

В данной нашей работе, в отличие от вышеназванных работ, мы не предполагаем m – зависимости коэффициентов рассматриваемых уравнений. Кроме того, мы в основном опираемся на метод случайной замены времени и на некоторые тонкие свойства броуновского локального времени. Вообще следует сказать, что к настоящему времени хорошо известны много фундаментальных результатов о локальных временах не только броуновского движения, но и других более общих, в частности для широкого класса марковских, процессов. Некоторые представления об этих и других результатах можно получить, например, ознакомившись работами [10- 15]. По нашему мнению, одним из основных направлений распространения наших результатов является рассмотрение задач с операторами, связанными с отличными от броуновского движения процессами и локальными временами.

ЛИТЕРАТУРА

[1] А.Д.Вентцель. Курс теории случайных процессов – М.: Наука. Физматлит, 1996. - 400 стр.

[2] A.N.Borodin, “Brownian local time”, *Russian Math. Surveys*, 44:2 (1989), 1–51.

[3] В.Ф.Гапошкин. Критерии усиленного закона больших чисел для классов стационарных в широком смысле процессов и однородных случайных полей. – Теория вероятн. И ее примен., 1977, т.22, №2, с. 295-319.

[4] В.В.Юринский. О распространении волн в одномерной случайной среде.- МИ СО АН СССР, препрринт № 9. – Новосибирск, 1982.

[5] Е.Б.Дынкин. Марковские процессы. – М.: Физматлит, 1963. – 860 стр.

[6] H.Cramer M.R.Leadbetter. Stationary and Related Stochastic Processes – John Wiley, 1967.

[7] A.N.Borodin. On the character of convergence tu Brownian Local time.1// Th. Rel.Fields. – 1986. – V.72, №2. – P. 231-250.

[7] Аканбай (Аканбаев) Н. Об оценке остаточного члена в теореме осреднения для случайных параболических уравнений – Изв. АН Каз ССР, сер. Физ.-мат., 1985, №5. – с. 11 – 15.

[8] S.M.Kozlov, “Averaging of random operators”, *Math. USSR-Sb.*, **37**:2 (1980), 167–180

[9] A.N.Borodin, “Hyperbolic Ornstein–Uhlenbeck process”, *J. Math. Sci. (N. Y.)*, **219**:5 (2016), 631–638

[10] A.N.Borodin, “Distributions of functionals of switching diffusions”, *J. Math. Sci. (N. Y.)*, **229**:6 (2018), 632–650

[11] A.N.Borodin, “On distributions of integral functionals of diffusions stopped at inverse range time”, *J. Math. Sci. (N. Y.)*, **229**:6 (2018), 626–631

[12] A.N.Borodin, “Distributions of functionals of diffusions with jumps stopped at random moments”, *J. Math. Sci. (N. Y.)*, **206**:2 (2015), 115–126

[13] M.Grabchak, S.A.Molchanov, “Limit theorems for random exponentials: the bounded support case”, *Theory Probab. Appl.*, **63**:4 (2019), 634–647

[14] Dan Han, Yulia Makarova, Stanislav Molchanov, Elena Yarovaya, “Branching random walks with immigration”, *Lecture Notes in Comput. Sci.*, **10684** (2017), 401–408

Е.Н. Аканбай., З.И. Сулейменова., С.К. Тапеева

Асимптотическая нормальность решения параболического уравнения со случайными быстро осциллирующими коэффициентами

Резюме. Берілген жұмыста кездейсоқ біртекті жылдам осциллияцияланатын коэффициентті кездейсоқ параболалық теңдеу үшін Коши есебі шешімінің ықтималдықтық асимптотикалық беталысы зерттелген. Уақытты кездейсоқ ауыстыру әдісін және локал броундық уақыт қасиеттерін пайдалана отырып қажетті түрде нормаландырылған шешімнің (математикалық күтімі нөлге тең және дисперсиясы ақырлы болатын) асимптотикалық нормал шешім болатыны туралы негізгі нәтиже дәлелденген. Шектік ақырлы дисперсияның теңдеу шешімімен байланысты броундық локал уақыт терминінде жазылған айқын түрі алынған.

Кілт сөздер: Кездейсоқ оператор, жылдам осциллияцияланатын коэффициентті кездейсоқ теңдеу, орталандырылған оператор, орталандырылған теңдеу, уақытты кездейсоқ ауыстыру, броундық локал уақыт, асимптотикалық нормалдылық.

УДК 532.517.4

I.Berezovskaya, M. Ryspayeva, O.Vorobyova, M. Tomochakov
(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
E-mail: Yryna.Berezovskaya@kaznu.kz)

NUMERICAL INVESTIGATION OF HEAT AND MASS TRANSFER PROCESSES IN INTERNAL COMBUSTION CHAMBERS BY COMPUTER SIMULATION

Summary. This work presents the results of a numerical investigation on the combustion of 6 mg tetradecane ($C_{14}H_{30}$) in a model cylindrical internal combustion chamber. The research was carried out by the method of computer simulation with the OpenFOAM software package. The calculation was carried out at different grid values (25x25x80 and 40x40x100) to determine the effect of the grid size on the distribution of parameters and results. The work presents the diagram of pressure, diagrams of the maximum concentrations of carbon dioxide and water vapor. According to the research results, the maximum value of the concentration of carbon dioxide at the outlet did not exceed 0.19 g / g along the height of the chamber.

Key words: computer modeling, liquid fuel combustion, tetradecane, OpenFOAM, turbulent heat and mass transfer.

И.Э. Березовская, М.Ж. Рыспаева, О.Д. Воробьёва, М.М. Томочаков
(Казахский Национальный Университет имени аль-Фараби, Алматы, Республика Казахстан

E-mail:Yryna.Berezovskaya@kaznu.kz)

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОСА В КАМЕРАХ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ МЕТОДОМ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Аннотация. В работе представлены результаты численного исследования горения 6 мг тетрадекана ($C_{14}H_{30}$) в модельной цилиндрической камере внутреннего сгорания. Исследование проводилось методом компьютерного моделирования в программном пакете OpenFOAM. Расчет произведен при различных значениях сетки (25x25x80 и 40x40x100), чтобы определить влияние размера сетки на распределение параметров и результатов. В работе представлены графики давления, максимальных концентраций углекислого газа и водяного пара. По результатам исследования максимальное значение концентрации образования углекислого газа на выходе не превышало 0,19 г / г по высоте камеры.

Ключевые слова: компьютерное моделирование, сжигание жидкого топлива, тетрадекан, OpenFOAM, турбулентный тепломассообмен.

ВВЕДЕНИЕ

Исходя из последних сведений [1], активный экономический рост многих стран обуславливает повышение спроса на энергетические ресурсы и, как следствие, приводит к истощению запасов традиционных видов топлива. Поэтому перед многими странами стоит задача о нахождении возможного экономичного применения и экологичного сжигания топлива.

Из-за сложности нахождения аналитического решения для физических процессов динамики сплошных сред, применяют методы CFD (Computational Fluid Dynamic). Другое преимущество, как показали авторы [2-3], данного моделирования заключается в том, что оно позволяет исследовать концептуальные установки и режимы сгорания задолго до создания прототипов. Моделирование также может быть полезно для исследования параметров, где они обеспечивают более дешевую альтернативу, чем крупномасштабные.

Относительно недавно для исследований и анализа газодинамики и теплофизических процессов стали эффективны методы численного моделирования с использованием разнообразных физических моделей. К примеру, в работах [4-8], модели с хорошей сходимостью предсказывают любые режимы теплопереноса, реагирующие ламинарные и турбулентные течения, химические реакции и другие явления. И все это благодаря гибкому построению и наложения сетки на геометрию модели, включая движущиеся части. Как было отмечено [9], от качества построения сетки зависят качество и сходимость решения, точность и скорость получения конечных результатов расчета [9].

Горение жидких, газообразных и твердых топлив сопровождается сложными взаимосвязанными процессами и явлениями. К ним относятся конвективные переносы тепла, массы и импульса, цепные химические реакции, многофазность, излучение, турбулентность, молекулярный перенос, воспламенение и испарение. Учет всех сопутствующих процессов усложняет задачу и требует детально изучить сам процесс горения. Особо важен процесс турбулентности, рассмотренный авторами [10-12], так как приближен к реальному процессу тепломассопереноса.

В работе [13], при моделировании наибольшую проблему представляет наложение расчетной сетки на вычислительные контрольные объемы среды, в которых производится симуляция реальных процессов тепломассопереноса. Необходимо учитывать взаимную конфигурацию узлов сетки на криволинейных участках моделей сложной формы, а также шаг между ними. Размер сетки влияет на ее чувствительность к флуктуациям параметров горения. Поэтому сетка может стать источником шумов и повлиять на конечные результаты исследования [13].

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ЧИСЛЕННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОСА

В данной работе вычислительный эксперимент заключался в исследовании процесса горения топлива в модельной цилиндрической камере сгорания высотой 0,15 м и радиусом основания 0,02 м, имитирующей двигатель внутреннего сгорания.

Температура в камере сгорания составляет 800 К, начальное давление в камере 5 МПа. В центре нижнего основания камеры расположено сопло инжектора, размером 0,19 мм, через которое за 1,25 миллисекунды в камеру поступает топливо массой 6 мг. Вид исследуемого топлива – тетрадекан ($C_{14}H_{30}$), его температура на момент впрыска равна 320 К.

Тетрадекан — ациклический углеводород (алкан) линейного строения, содержащий только одиночные связи, $T_{пл}$=278,95 К, $T_{кип}$=526,67 К, $T_{всп}$=376,15 К, плотность в жидком состоянии 0.762 г/см³ (при 293.15 К, относительно воды при 277,15 К). Может использоваться как самостоятельное топливо или выступать как компонент для дизельного топлива [14-15].

Проводя исследование для двух значений сетки 25x25x80 и 40x40x100, мы ставили цель узнать, как повлияет размер сетки на характеристики процессов турбулентного тепломассопереноса. Так как моделирование распыления более чувствительно к сетке, чем другие модели CFD, то увеличение количества ячеек может изменить качество моделирования.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

На рис. 1 изображено давление по высоте камеры с течением 1,5 миллисекунды. В начальный период времени 0,5 мс (рис. 1а) максимумы давления находятся в нижней части камеры на высоте 0,01 м, т.к. произошел впрыск топлива. Далее происходит превращение топлива в газовую фазу и его воспламенение, а также последующее сгорание, поэтому пики образуются на высоте цилиндра 0,12 м в момент t = 2 мс (рис. 1б).

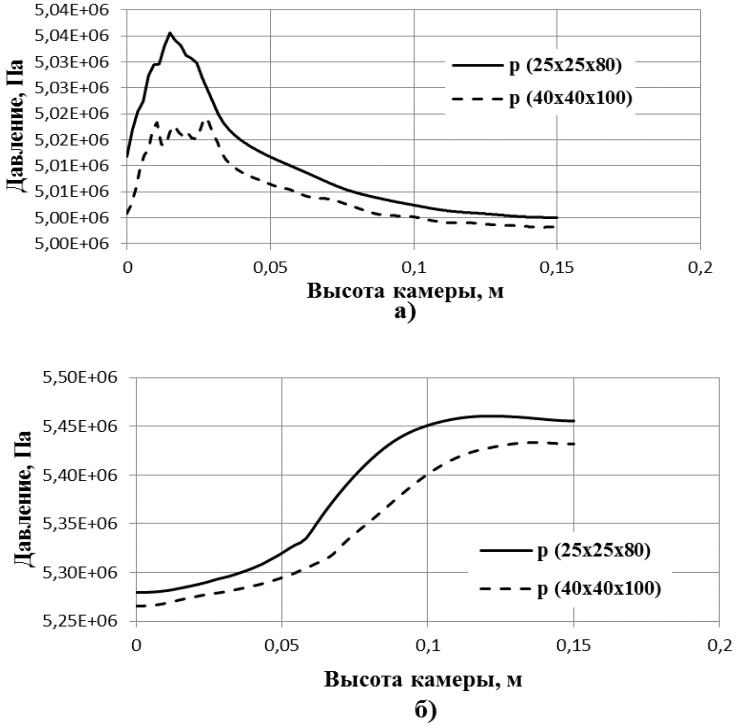


Рис. 1. Давление по высоте камеры:
а) за время t= 0,5 мс, б) за время t= 2 мс

Как было показано, численные значения полученных данных для сеток 40x40x100 и 25x25x80 очень близки, а затраченное время сильно разнится. С увеличением числа узлов в сетке растет и компьютерное время обработки данных в каждой контрольной ячейке модели. Однако, с другой стороны, дальнейшее увеличение количества ячеек сетки приведет к наложению данных соседних узлов, что может выдавать большую погрешность результатов. Поэтому можно сделать следующий вывод, что размер сетки практически не влияет на качество получаемой информации. Следовательно дальнейшие результаты представлены для сетки 25x25x80.

При моделировании сжигания жидкого топлива очень важно знать какие продукты реакции образуются и соответсвуют ли они нормам. В момент активного горения топлива (t = 2 мс) происходит окисление топлива и интенсификация образования углекислого газа до 0,19 г/г и паров воды до 0,08 г/г (рис. 2).

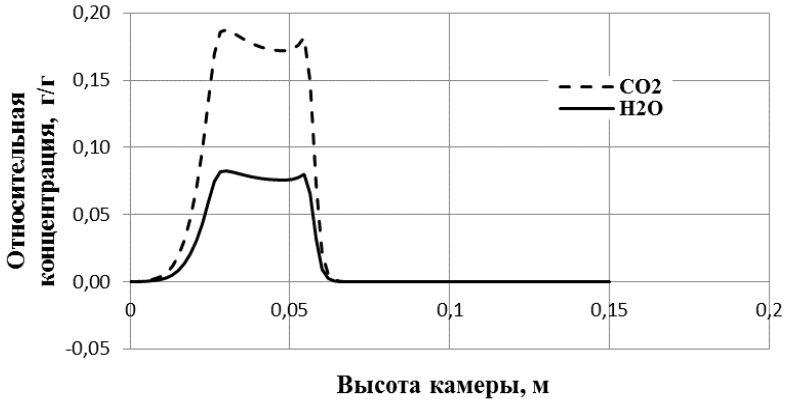


Рис. 2. Относительная концентрация продуктов сгорания по высоте камеры за время t= 2 мс

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Постоянное стремление к созданию все более эффективных двигателей внутреннего сгорания с низким уровнем выбросов привело к значительным исследованиям в области процесса сгорания жидкого и газообразного топлива.

Так активное перемешивание топлива с воздухом приводит к более однородной смеси и полному сгоранию топлива с максимальным тепловыделением и минимальным уровнем выбросов. Кроме того, движение жидкости внутри цилиндра является турбулентным, неустойчивым как в пространстве, так и во времени.

После проведенного исследования процесса тепломассопереноса при горении тетрадекана с использованием программного комплекса OpenFOAM, при различных значениях сетки (25x25x80 и 40x40x100), можно подвести итоги:

1) Большая сетка (40x40x100) чуть точнее представляет флуктуации параметров, но на полное решение затрачивается больше компьютерного времени. Дальнейшее увеличение сетки может стать источником погрешности. Поэтому для качественного анализа достаточно взять сетку меньшего размера. Либо оптимизировать решатель для химического механизма, чтобы сократить вычислительное время без потери точности.

2) Получены графики давлений по высоте камеры для двух значений сеток в момент впрыска и воспламенения топлива, графики концентраций продуктов сгорания (углекислого газа и паров воды) относительно параметров камеры.

3) В процессе исследования в момент сгорания большей части топлива (t = 2 мс) выделились масимальные концентрации углекислого газа 0.19 г/г и воды 0.082 г/г.

ЛИТЕРАТУРА

[1] International Energy Outlook 2019 key takeaway. P.114-122

[2] Пахомов М.А., Терехов В.И. Структура течения и турбулентный тепломассоперенос в лобовой точке импактной импульсной газокапельной струи // ТВТ, 2014, том 52, выпуск 4, 588–596

[3] 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

[4] Аскарова А. С., Болегенова С. А., Болегенова Сымбат А., Максимов В. Ю., Бекетаева М. Т., Моделирование тепломассопереноса в высокотемпературных реагирующих потоках при наличии горения // ТВТ, 2018, том 56, выпуск 5, 768– 774

[5] Veeranjaneyulu1 K., Venkateswar Rao T. A review on diesel injectors modeling, spray and cavitation // International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development (IJMPERD) ISSN (P): 2249-6890; ISSN (E): 2249-8001 Vol. 8, Issue 3. – Jun 2018. – p. 707-716

[6] Helge von Helldorff, Gerald J Micklow Gaseous and Liquid Jet Direct Injection Simulations Using KIVA-3V // Journal of Multidisciplinary Engineering Science and Technology (JMEST) ISSN: 2458-9403 Vol. 6 Issue 1,– Jan 2019 . – p. 9424-9432

[7] Qiong L., Gomez F., Perez J.M. Instability and sensitivity analysis of flows using OpenFOAM // Chinese Journal of Aeronautics ,– 2016 . – p. 316-325

[8] Nygren A. Modeling of Spray Formation and Development in OpenFOAM with Application to Diesel and Alcohol Fuels // Department of Mechanics and Maritime Sciences Chalmers university of technology, Göteborg, Sweden – 2018 . – p. 32

[9] Воробьёва О.Д. Исследование процессов турбулентного тепломассопереноса методом 3d-моделирования. // Матер. Международной научной конференции студентов и молодых ученых «ФАРАБИ ӘЛЕМІ». 2019. С. 109

[10] 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// Вестник КазНИТУ № 1(131). – 2019. С. 521-529

[11] Askarova A.S., Bolegenova S.A., Berezovskaya I.E., Laptev V., Vorobieva O.D., Zhanzhienov A.E., Karymsakova L.I., Iliyeva M.M. Investigation of turbulent heat and mass transfer in combustion of the liquid fuel // Recent Contribution to Physics № 2(69). – 2019. P. 125-133

[12] Аскарова А.С., Болегенова С.А., Максимов В.Ю. Численное моделирование тепломассопереноса при наличии физико-химических процессов // Проблемы современной науки №7-3, Центр научного знания "Логос" (Ставрополь), - 2013. С. 11-18

[13] Лукачёв С. В., Бирюк В. В., Горшкалёв А. А. Использование AnsysFluent для исследования газодинамических и тепловых процессов в малоразмерном двухтактном ДВС // Наука и Образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. № 12, 2014. С. 128–136

[14] Справочник химика т.2 / Под ред. Никольского Б.П., Рабиновича В.А., Л.-М.: Химия, 1964 стр. 968-969.

[15] Askarova A., Bolegenova S., Gorokhovski M., Ospanova Sh. Numerical study of the influence of the spray velocity on the tetradecane's combustion // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, physico-mathematical series – №3 (295). - 2014. С. 32-37

И.Э. Березовская, М.Ж. Рыспаева, О.Д. Воробьёва, М.М. Томочаков

Компьютерлік модельдеу әдісімен ішкі жану камераларында жылу және масса тасымалы процесстерін сандық зерттеу

Түйіндеме. Модельді цилиндрлік ішкі жану камерасында 6 мг тетрадеканның ($C_{14}H_{30}$) жануын сандық зерттеуі нәтижелері осы жұмыста ұсынылған. OpenFOAM бағдарламалық жасақтама көмегімен компьютерлік модельдеу әдісімен зерттеуі жасалған. Параметрлердің таратуға тордың мөлшерін әсері анықтау үшін әртүрлі тордың мәндеріне (25x25x80 және 40x40x100) есеп жасалған. Жұмыста қысымның графигі, көмірқышқыл газы мен су буының максималды концентрациясының графиктері келтірілген. Зерттеу нәтижелері бойынша көміртегі диоксиді концентрациясының максималды мәні камераның биіктігі бойынша 0,19 г / г аспады.

Түйін сөздер: компьютерлік модельдеу, сұйық отынның жануы, тетрадекан, OpenFOAM, турбулентті жылу және масса тасымалы.

B. Yerekesh, A. Zhakyp, U. Kurakbay
(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan.
E-mail: erekeshova2@bk.ru)

DEVELOPMENT OF PRINCIPAL SCHEME OF PROCESSING AND PROCESSING OF SIGNAL SENSORS

Abstract. This article is devoted to the development of a schematic model of the board for receiving and processing sensor signals, practical error checking. Nowadays, the development of schematic models of sensor signal reception and processing boards is fast and efficient for the development of sensor types and their research.

Key words: gas sensors, nanostructures, porous silicon, sensor, Arduino Nano Platinum, LabVIEW environment, NiElvisII platform

Б.А. Ерекеш, А.Т. Жақып, Ұ.С. Құрақбай
(әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан.
E-mail: erekeshova2@bk.ru)

СЕНСОР СИГНАЛДАРЫН ҚАБЫЛДАУ ЖӘНЕ ӨҢДЕУ ПЛАТАСЫНЫҢ СХЕМОТЕХНИКАЛЫҚ МОДЕЛІН ЖАСАУ

Аңдатпа. Бұл мақала сенсор сигналдарын қабылдау және өңдеу платасының схемотехникалық моделін жасауға, тәжірибелік тұрғыда қателікке тексеруге арналған. Қазіргі таңда сенсор сигналдарын қабылдау және өңдеу платаларының схемотехникалық моделін жасау сенсор түрлерін жасап шығаруға, зерттеу жұмыстарын жасауға жылдам әрі тиімді болып табылады.

Кілт сөздер: газ сенсорлары, наноқұрылым, кеуекті кремний, датчик, Arduino Nano платасы, LabVIEW ортасы, NiElvisII платформасы.

Кіріспе. Химиялық сенсорлар заттар қоспасындағы химиялық компоненттің концентрациясына талдау жүргізуге мүмкіндік береді және заманауи Аналитикалық химияның дамуын анықтайтын құрылғылар қатарына жатады.

Сенсорлық технологиялардың аспаптық талдаудың дәстүрлі тәсілдерінен негізгі айырмашылығы олардың нақты уақыт ауқымында және қосымша ең аз сынама дайындаумен сапалық немесе сандық талдау жүргізуге мүмкіндік беретін соңғы өнім – сенсорды алуға бағдарлануы болып табылады.

Газ сенсорлары химиялық сенсорлар нұсқаларының бірі ретінде қарастырылады, онда аналитикалық сигналдың қалыптасуын қамтамасыз ететін сезімтал қабат ретінде каталитикалық және жартылай өткізгіш материалдарды қолданады.

Соңғы екі онжылдықта қоршаған ортада ластаушы заттардың өте аз концентрациясын өлшеуге мүмкіндік беретін сенсорлардың жаңа түрлерін әзірлеуге үлкен көңіл бөлінеді.

Газдық сенсорды дайындау үшін негіз ретінде наноксидті алюмоксидті төсеніштерді тікелей таңдау оның сезімтал қабатының меншікті бетін арттыруға мүмкіндік беретін әдістердің осы тобына жатқызуға болады.

Екінші топ сенсордың нано-құрылымдалған сезімтал қабатын қалыптастыру кезінде қолданылатын әдістерді біріктіреді. Оған сезімтал қабатты жасау үшін наноматериалдар мен наноқұрылымдарды пайдаланатын әдістер, сондай-ақ оны төсеніш бетіне вакуумдық тұндыру әдістері жатады .

Қазіргі таңда сенсор сигналдарын қабылдау және өңдеу платаларының схемотехникалық моделін жасау сенсор түрлерін жасап шығаруға, зерттеу жұмыстарын жасауға жылдам әрі тиімді болып табылады.

ЗЕРТТЕУ НЫСАНЫ МЕН ӘДІСТЕРІ

MQ-3 жартылай өткізгіш құрылғыларға жатады. Сенсор жұмысының принципі анықталған газдың молекулаларымен байланыста болатын Sn02 қалайы қос тотығының жұқа пленкалы қабатының кедергісінің өзгеруіне негізделген. Сенсордың сезімтал элементі Al2O3 жабындысы бар керамикалық түтіктен және оған қойылған қалайы диоксидінің сезімтал қабатынан тұрады. Түтіктің ішінде сезімтал қабатты анықтаған газға реакция бастайтын температура қыздыратын қыздырғыш элемент өтеді. Түрлі газдарға сезімталдығы сезімтал қабаттағы қоспалардың құрамын өзгерту арқылы қол жеткізіледі.

MQ-3 сенсоры (1-сурет) этил спиртінің буларын анықтауға және бензин буларына сезімтал. Алкогольді буды анықтайтын жобаларға, экстракция кезінде алкогольді анықтауға арналған.

Аналогты-сандық модуль газ анализаторы сезімтал газдардың мазмұны туралы деректер алуға мүмкіндік береді және шекті мәнді асып түсіру / азайту туралы сандық сигнал беретін құрылғылармен тікелей жұмыс істеуге мүмкіндік береді. Ол датчикті нақты жобаның қажеттілігіне сай реттеуге мүмкіндік беретін сезімталдықты бақылауға ие. Модульде екі светодиоды бар: бірінші (қызыл) - қуат көрсеткіші, екінші (жасыл) - шекті мәннің жоғары / төмен көрсеткіші.



1-сурет. MQ-3 датчигі

Техникалық сипаттамалары:
Қуат көзі: 5 В
Өлшеу диапазоны: 0,05 - 10 мг / л
Ағымдағы тұтыну: 160 мА
Қосылу уақытын жылыту: 1 мин.

Arduino Nano - бұл ATmega328P чипте жұмыс істейтін және ықшам құрылғыларды жасауға ең қолайлы минималды өлшемдері бар тақталар. Arduino Nano - ATmega328P чипте жұмыс істейтін Arduino Uno аналогы, бірақ Uno-дан (53 х 69 мм) 2-2,5 есе аз формасымен ерекшеленеді. Arduino Nano көлемі: 19 х 43 мм. Мұндай миниатюралық платаның айырмашылығы сыртқы электрмен жабдықтауға арналған ұяшықтың жоқтығына байланысты, ал орнына орнына штангаға оңай қосыла аласыз. Плата USB-Serial түрлендіру үшін FTDI FT232RL чипін пайдаланады және стандартты емес, Arduino-мен байланыс жасау үшін шағын-USB кабелін пайдаланады. Әртүрлі құрылғылармен байланыс UART, I2C және SPI интерфейстерімен қамтамасыз етіледі.

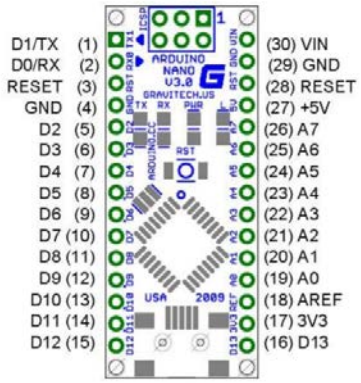
Arduino Nano әртүрлі қуат көздерімен жұмыс істей алады, оны Mini-B USB компьютері арқылы немесе әдеттегі реттелмеген 6-20 вольт (30 шт.) немесе реттелетін 5 вольт (27-түйме) арқылы қосуға болады. Плата жоғары кернеумен қуатты автоматты түрде таңдайды:

1.Компьютерге қосылған mini-USB немесе microUSB арқылы;

2.Кернеуі 6-20 В сыртқы қуат көзі арқылы.

Сыртқы қуат 5V кернеуі бар LM1117IMPX-5.0 арқасында тұрақтандырылған. Қосылым USB арқылы жасалған кезде, Шотки диодты пайдаланылады.

Arduino Nano пиндері төмендегі 3-суретте көрсетілгендей жасалған:



3-сурет. Arduino Nano платасының схемасы

1 - TX (UART жіберу) немесе D0 порт;
2 - RX (UART қабылдау) немесе D1 порты;
3,28 - қалпына келтіру (RESET);
4,29 - жер;
5 ... 16 - порттар D3 ... D13;
17-3,3 В кернеуі;
18 - ADC-дің эталондық кернеуі;
19 ... 26 - ADC A0 ... A7 арналарының 8 түрі;
27 - 5,0 В кернеуі;
30 - plus қуат беру модулі 2-20 V.

НӘТИЖЕЛЕР МЕН ОЛАРДЫ ТАЛДАУ

Сенсор сигналын қабылдау және өңдеу платасының схемотехникалық моделін алу үшін MQ-3 этил спирті датчигін, Arduino Nano платасы, LabView виртуалды ортасы және NI ELVIS II платформасы қолданылды.

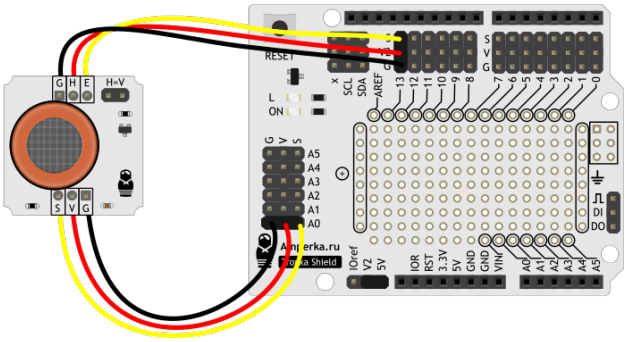
NiElvisII – бұл пратикалық, интерактивті және көп бейінді қолданысқа арналған 12 кіріктірілген құрылғылардан тұратын платформа. Бұл мультиметр, индуктивтілікті өлшеу, стандартты функциялар генераторы, кернеу, тоқ, кедергі өлшеу, диодты өлшеулер, сыйымдылықты өлшеу және модуляция, осциллограф анализаторы, динамикалық сигнал анализаторы, екіөткізгіштікті және үшөткізгішті тоқ пен кернеу анализаторы, толық кедергі анализаторы.

NiElvisII платформасы толығымен LabVIEW программалау ортасына бағытталады.

LabVIEW «виртуалды» құралдар нақты өлшеу функцияларын орындайтын зертханалық орта болып табылады.

MQ-3 этил спирті датчигін қолдану үшін оны Arduino Nano платасына жалғап, Arduino ортасында программасы жазылды. Ол үшін датчикті және платаны байланыстыруға арналған арнайы TroykaMQ кітапханасын орнатылды.

Кітапхана деректер кестесінен сызбалық және логарифмдік жуықтау арқылы табылған әрбір газға арналған ppm мәндерін іздеу үшін коэффициенттерді пайдаланады.

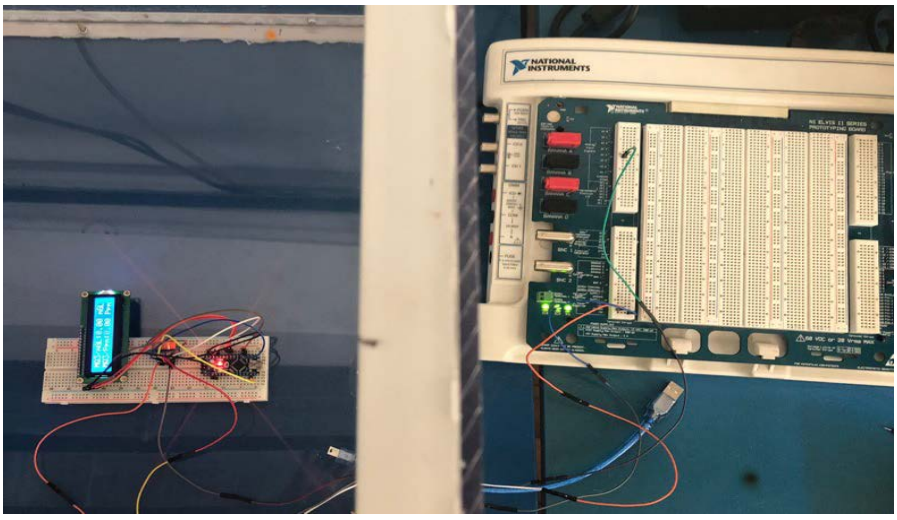


4-сурет. MQ-3 этил спирті датчигі мен Arduino Nano платасының жалғану схемасы

Датчиктің Arduino ортасындағы программасы

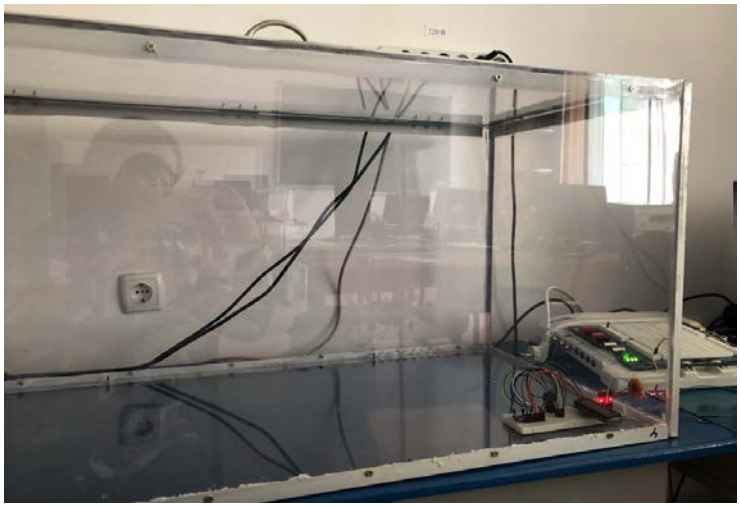
```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,20,4);
#include <TroykaMQ.h>
 //Датчик жалғанған пин атауы
#define PIN_MQ3 A0
//Датчикті қыздырғыш жалғанған пин атауы
#define PIN_MQ3_HEATER 11
// Датчикпен жұмыс жасау объектісін жасаймыз
// және оған шығыс сигнал мен қыздырғыш пинінің нөмірін береміз
MQ3 mq3(PIN_MQ3, PIN_MQ3_HEATER);
void setup()
{
lcd.init(); // initialize the lcd
lcd.init();
lcd.backlight();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("YEREKESH BEKZAT");
lcd.setCursor(1,1);
lcd.print("Alcohol sensor");
delay(3000);
lcd.clear();
// тізбектелген портты ашамыз
Serial.begin(9600);
// қыздырғышты қосамыз
mq3.heaterPwrHigh();
Serial.println("Heated sensor");
}
void loop()
{
if (!mq3.isCalibrated() && mq3.heatingCompleted()) {
// таза ауада датчик калибровкасын жасаймыз
mq3.calibrate(6.3);
// таза ауадағы датчик көрсеткішін serial-портына жібереміз
Serial.print("Ro = ");
```

```
Serial.println(mq3.getRo());
}
if (mq3.isCalibrated() && mq3.heatingCompleted()) {
// датчиктің ағымдағы кедергісін таза ауа кезіндегі кедергіге қатынасын шығарамыз (Rs/Ro)
Serial.print("Ratio: ");
Serial.print(mq3.readRatio());
// этил спирті көрсеткіштерін аламыз
Serial.print(" Alcohol: ");
Serial.print(mq3.readAlcoholMgL());
Serial.print(" mG/L ");
Serial.print(mq3.readAlcoholPpm());
Serial.println(" ppm ");
delay(100);
}
lcd.backlight();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("MQ3/mGL: ");
lcd.setCursor(8,0);
lcd.print(mq3.readAlcoholMgL()*1.00);
lcd.setCursor(13,0);
lcd.print("mGL");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("MQ3/Ppm: ");
lcd.setCursor(8,1);
lcd.print(mq3.readAlcoholPpm()*1.00);
lcd.setCursor(13,1);
lcd.print("Ppm");
//Serial.println(analogRead(0));
}
```



6-сурет. ¼ м3 герметикалық камера ішіне салынған схема мен NI ElvisII платформасын жалғау

Этил спирті датчигі жиналған соң , датчикті концентрацияны қадағалау үшін ¼ $м^3$ герметикалық камерасына салынды. Алдымен таза ауа кезіндегі көрсеткіштер , содан соң шприц арқылы 1,2,3,5 мл этил спиртін герметикалық камераға жіберіп сәйкесінше нәтижелері алынды.Содан соң жинаған схеманы NiElvisII платформасына жалғап ,LabVIEW арқылы ток мәндерін жазып алдық. Ол үшін DAQ интерфейсі қолданылды.



7-сурет. 1/4 м3 герметикалық камера

Алынған нәтижелер бойынша есептеулер жүргізілді.
I_0=0.042mA
$I_{1.max}$=0.03227mA
$I_{2.max}$=0.03209mA
$I_{3.max}$=0.030865mA
$I_{5.max}$=0.030741mA
Этил спирті (C_2H_5OH)
$M_{эс}$=46.069 г/моль
$\rho_{эс}$=789кг/м^3

$$\frac{\rho_{эс} * V_{эс}}{M_{эс}} = \frac{N_{эс}}{N_A}$$

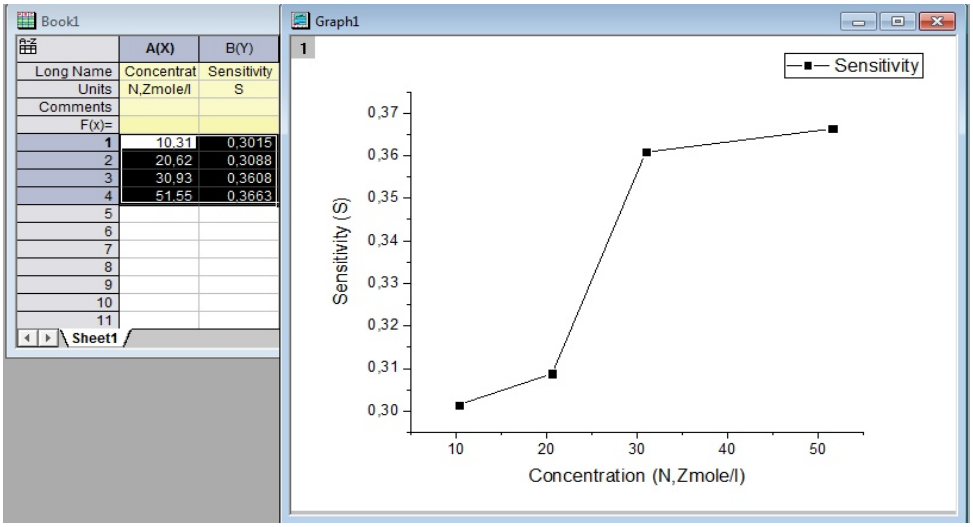
$$N_{эс} = \frac{\rho_{эс} * V_{эс} * N_A}{M_{эс}}$$

1. $N_{эс}=\frac{6{,}02*10^{23}*789*1}{46{,}069}$=1,031*10^{22};
2. $N_{эс}=\frac{6{,}02*10^{23}*789*2}{46{,}069}$= 2,062*10^{22};
3. $N_{эс}=\frac{6{,}02*10^{23}*789*3}{46{,}069}$= 3,093*10^{22};
4. $N_{эс}=\frac{6{,}02*10^{23}*789*5}{46{,}069}$= 5,155*10^{22};

$$S = \frac{I_0 - I_{max}}{I_{max}}$$

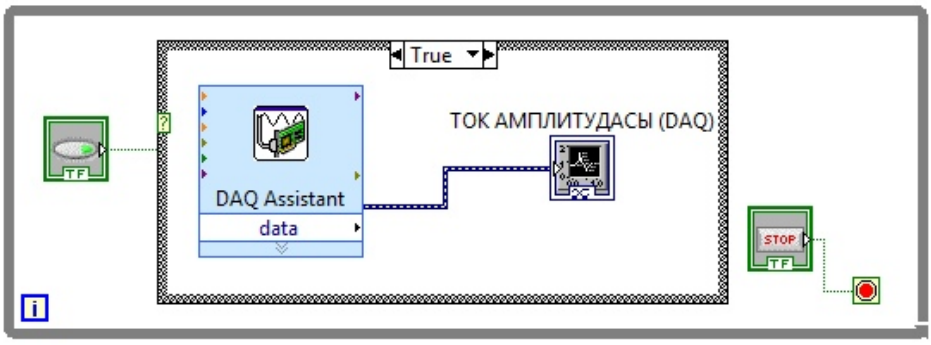
1. S = $\frac{0.042-0.03227}{0.03209}$ = 0.3015;
2. S = $\frac{0.042-0.03209}{0.03209}$ = 0.3088 ;
3. S = $\frac{0.042-0.030865}{0.03209}$ = 0.3608 ;
4. S = $\frac{0.042-0.03074}{0.03209}$ = 0.3663;

Есептеу нәтижелері бойынша OriginPro8 ортасында сезімталдықтың концентрацияға тәуелділік графигі тұрғызылды. График бойынша концентрация артқан сайын сенсор сезімталдығының артып отырғаны байқалады.

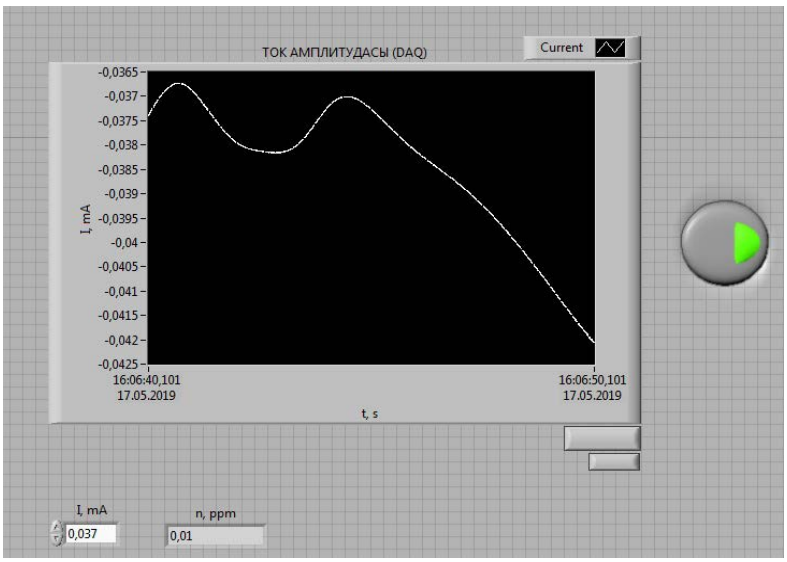


8-сурет. OriginPro8 ортасында тұрғызылған график

Содан соң газ сезгіш сенсорымның қателігін тексеру мақсатында датчикке этил спиртін жақындата отырып датчиктен көрсеткен мәндер мен сол мәндер кезіндегі ток мәндерін жазып алып, белгілі бір ppm мәніндегі токты LabView ортасында жиналған виртуалды құрылғы арқылы жазып тексерілді.

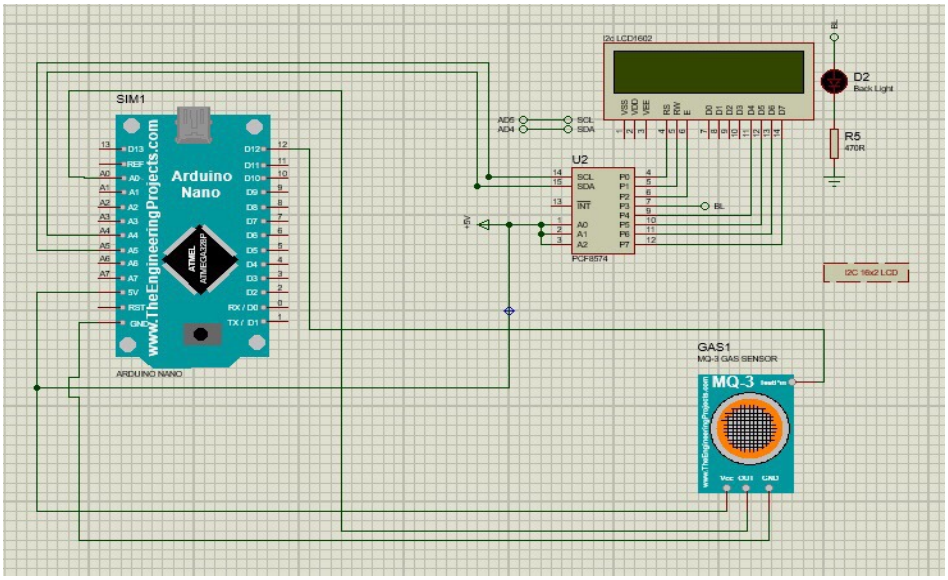


9-сурет. LabView программалау ортасында жиналған схема



10-сурет. LabView ортасында MQ-3 датчигінің ток мәнін бақылау.

Жасалған спирт сезгіш датчигін Proteus моделдеу ортасында моделдеу жасалды. Proteus-электронды құрылғыларды жобалау және күйіне келтіру үшін әр түрлі микроконтроллерлерінің негізінде жасалған модельдеу ортасы.



11-сурет. Proteus ортасында жиналған схеманы моделдеу.

Тексеру нәтижесінде зерттеліп отырған датчиктің қателігі жоқ екенін, концентрация артқан сайын ток мәнінің артып отыратынын байқалады.

ҚОРЫТЫНДЫ

Бұл мақалада құрылғылар туралы жалпы мәліметтер жиналды. Газдарды анықтауға арналған сенсорлы технологиялар жайындағы еңбектерді қарастырып, қысқаша шолу жасалды. Сонымен қатар наноқұрылымға және наносезгіш қабатқа негізделген сенсорларға талдау жасадым. Газ сенсорларын дайындау кезінде кремний немесе диэлектрлік төсеніштердің бетінде нано кеуекті жоғары ретсіз диэлектрлік қабаттарды қалыптастырусенсорлардың сезгіштігін арттыруға мүмкіндік береді. Сол себепті параметрлері анықталған кремний наноқұрылымдарын практикалық қолдану көптеген жұмыстардың мақсатын айқындады десек болады.

Сонымен қатар сенсор сигналдарын қабылдау және өңдеу платаларының схемотехникалық моделін жасауда қолданылған құрылғылар мен программалық жабдықтаржайындағы еңбектер қарастырылып, қысқаша шолу жасалды. Arduino Nano платформасы , MQ-3 этил спирті датчигі, LabView программалау ортасының мүмкіндіктері мен сипаттамалары қарастырылды. Arduino программалау ортасында Arduino Nano платформасының көмегімен код жазып газ сенсорының өлшеу мәндерін анықтадым.Этил спиртінің әртүрлі көлемдегі әсер етуі кезіндегі параметрлердің өзгеретінін бақылау арқылы датчик көрсеткіштері байқалды. Датчикке әсер еткен әр көлемдегі спирттің параметрлері өлшеу кезінде әртүрлі өзгерді. Мысалы, сезгіштікті есептеу кезінде жіберілген спирттің концентрациясы артқан сайын сезгіштіктің артып отқанын байқауға болады. Алынған нәтижелерді OriginPro8 программасында өңдеп, алынған графиктерге талдау жасалды. LabView программалау ортасында схема жинап, DAQ блогының көмегімен қателікке тексерілді. Proteus программасының көмегімен жасалған сенсор сигналдарын қабылдау және өңдеу платасының моделі жасалды.

Қорытындылай келе, MQ-3 этил спирті датчигін зерттей отырып, сезгіштігін анықтап, қателікке тексерілді. Сенсор сигналдарын қабылдау және өңдеу платаларының схемотехникалық моделін жасап, зерттеу жұмыстарына тиімді екенін, қазіргі уақыттағы актуалды мәселе екеніне көз жеткізілді.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] L. M. Dorozhkin and I. A. Rozanov, Acoustic wave chemical sensors for gases, Journal of Analytical Chemistry, Vol. 56, No. 5, 2001, pp. 399–416.

[2] T. Hübert, L. Boon-Brett, G. Black, and U. Banach, Hydrogen sensors – A review, Sensors and Actuators B: Chemical, Vol. 157, No. 2, October 2011, pp. 329–352.

[3] Yunusa Z., Hamidon M.N., Kaiser A., Awang Z. Gas Sensors: A Review // Sensors & Transducers. – 2014. – Vol. 168. – P. 61 – 75.

[4] Ghim Wei Ho. Gas Sensor with Nanostructured Oxide Semiconductor Materials // Science of Advanced Materials. – 2011. – Vol.3. – P. 150–168.

[5] Miller Derek R., Akbar Sheikh A., Morris Patricia A. Nanoscale metal oxide-based heterojunctions for gas sensing: A review // Sensors and Actuators B. – 2014. – Vol. 204. – P. 250–272.

[6] Wang Hai Yan, Wang Yong Qiang, Hu Qing Fei, Li Xin Jian. Capacitive humidity sensing properties of SiC nanowires grown on silicon nanoporous pillar array // Sensors and Actuators B. – 2012. – Vol. 166–167. – P. 451–456.

[7] HarrazFarid A., Ismail Adel A., BouzidHoucine, Al-Sayari S.A., Al-Hajry A., Al-Assiri M.S. A capacitive chemical sensor based on porous silicon for detection of polar and non-polar organic solvents // Applied Surface Science. – 2014. – Vol. 307. – P. 704–711.

Ерекеш Б.А., Жакып А.Т., Куракбай У.С.

Разработка принципиальной схемы приема и обработки сигналов датчиков

Резюме. Данная статья посвящена разработке принципиальной модели платы для приема и обработки сигналов датчиков, практической проверке ошибок. В настоящее время разработка схематических моделей плат для приема и обработки сигналов датчиков является быстрой и эффективной для разработки типов датчиков и их исследований.

Ключевые слова: газовые сенсоры, наноструктуры, пористый кремний, сенсор, платы Arduino Nano, среда LabVIEW, платформа NiElvisII.

УДК: 00.004.522

Zh.Yessengaliyeva, A. Kabatova
(Eurasian national university, Nur-Sultan, Kazakhstan)
E-mail: jannayess@gmail.com, akma_k@bk.ru

STUDY OF METHODS AND ALGORITHMS FOR VOICE SPEECH RECOGNITION

Adstract. The article reviews the bibliography of scientists in the field of voice recognition. The basic terms and definitions on the research topic are considered. The methods of hidden Markov models and neural networks used in voice recognition systems are studied. An experiment was conducted with speech recognition software in Python.

Keywords: speech recognition, hidden Markov models, neural networks, classification of speech recognition approaches, Python libraries.

Ж.С.Есенгалиева, А.Ж.Кабатова
(Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева,
г. Нур-Султан, Казахстан. E-mail: jannayess@gmail.com, akma_k@bk.ru)

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ И АЛГОРИТМОВ РАСПОЗНАВАНИЯ ГОЛОСОВОЙ РЕЧИ

Аннотация. В статье проведен обзор библиографии ученых в области распознавания голосовой речи. Рассмотрены основные термины и определения по теме исследования. Изучены методы скрытых марковских моделей и нейронных сетей, применяемых в системах распознавания голосовой речи. Проведен эксперимент с программным обеспечением по распознаванию речи в среде Python.

Ключевые слова: распознавание речи, скрытые марковские модели, нейронные сети, классификация подходов распознавания речи, библиотеки Python.

Введение. Достижения в области голосовых интерфейсов распознавания речи проникают во все сферы человеческой деятельности. В настоящее время голосовые интерфейсы встроены в персональные компьютеры, интернет-браузеры, в системы реального времени, всевозможные гаджеты. Они позволяют управлять ситуацией, принимать решения, проводить поиск необходимой информации, извлекать нужные данные и т.д. При этом следует отметить, голосовые команды

воспринимаются на таких языках как английский, русский, турецкий, испанский, китайский, японский, немецкий.

Исследования в области голосового распознавания речи на казахском языке проводятся отечественными учеными, решают базовые проблемы, вопросы автоматического дикторо-независимого распознавания слитной казахской речи по определенной словарной базе в условиях шумов [1].

Актуальность исследования и разработки методов, моделей и программного обеспечения распознавания тематики из голосовой казахской речи обусловлена ведением мониторинга образовательной деятельности по определенному направлению подготовки кадров в высших учебных заведениях, их применении в научных исследованиях, а также для аудитории с инклюзивными методами обучения.

История распознавания голосовой речи начинается с 1952 года, когда впервые система была способна распознать произнесенные цифры. Периодически презентовались распознающие устройства, имеющие возможность выполнять те или иные действия по определенному командно-фразовому набору. В современном мире программное обеспечение по распознаванию речи обладает мощными функциями, способными взаимодействовать с несколькими приложениями.

В исследованиях области автоматического распознавания голосовой речи можно отметить работу Ж.А.Есенбаева [1], в которой автором предложен метод распознавания системы фонетического распознавания английской речи и распознавания слитной казахской речи с качеством распознавания до 20%, а также метод извлечения акустических параметров, устойчивых к шумам, качество распознавания до 30%.

В работах автора Турдалыулы М. [2] с использованием акустического и текстового корпусов впервые разработана языковая модель слитной речи казахского языка на базе глубоких рекуррентных нейросетевых моделей. Предложены программные средства, входящие в систему распознавания слитной речи при произношении на казахском языке, которые позволяют использовать акустические и языковые модели, созданные с помощью представленных алгоритмов. Программный комплекс осуществлен на основе архитектуры клиент-сервер и мобильного приложения, работающего в системах Android и iOS.

Т. Мусабаев осуществил алгоритмическую и программную реализацию системы для автоматической параметризации речевых сигналов с целью формирования цифрового голосового портрета (образа) личности по исходной записи речевого сигнала определенного диктора. Разработал информационную систему для автоматической идентификации диктора по голосу с применением цифрового голосового портрета личности и для автоматического распознавания речевых сигналов на основе цифрового голосового портрета личности [3].

В исследованиях ученого М. Гусева статистическая модель длительностей звуков русской речи, показали увеличение точности распознавания на 1,4-5,6 % [4]. Разработанный метод и программные средства автоматизации аннотирования речевых баз данных, сокращающие долю ручного труда по обработке и анализу исходных звуковых данных сократили вероятность ошибочного распознавания на 18—41% [4].

В материалах И. Меденникова [5] представлены методы, алгоритмы системы распознавания русской телефонной спонтанной речи, обеспечивающей точность распознавания по сравнению с существующими аналогами по быстродействию на 18,1–21,0% абсолютных и 34,7–45,3% относительных пословных ошибок распознавания.

Балакшин П.В. представил классификацию систем распознавания речи по ряду признаков в нескольких временных срезах [6], рассчитал трудоёмкость алгоритмов на основе скрытых марковских моделей. Автором разработана модель распознавания речи, использующая:

· модифицированный алгоритма Витерби;

· ограниченный речевой словарь с возможностью модификации;

· перплексию из трёх слов с возможностью модификации.

Представлены экспериментальные оценки по времени работы системы, загрузке процессора и точности распознаваемой информации. Точность распознавания речи повышена на 2–5%. Получены значения основных метрик оценки эффективности телефонных служб поддержки клиентов.

В работе П.А. Парамонова [7] рассмотрен метод предварительной обработки и выделения признаков речевого сигнала, основанный на нахождении мел-кепстральных коэффициентов, также в качестве метода распознавания речи, выбран аппарат скрытых марковских моделей. Разработан

программный комплекс, позволяющий создавать речевые базы и включающий программные модели предложенных реализаций распознавания речи в осцилляторной среде. Сформирована речевая база русских слов, используемая для обучения и тестирования предложенной системы распознавания.

Разработанный программный модуль в трудах А.Н.Савина [8] позволяет эффективно подготавливать необходимые исходные данные на основе кодирования признаков звукового сигнала, использующего линейные предсказания, строить скрытые марковские модели отдельных слов и проводить их обучение с помощью алгоритма Баума – Велша. Построенные модели слов предполагается использовать в интеллектуальных системах управления различными объектами.

Предложенный С. Гребновым метод [9] распознавания речевых команд, обеспечивающий расширяемость словаря команд и улучшение качества распознавания за счет поэтапного использования алгоритмов распознавания слитной речи и ключевых слов, применяемых к разным частям команды.

Ученым М.В. Сагациян [10] разработан алгоритм bagging-коллектива на основе персептронов Розенблатта с обучением для решения задачи дикторо-независимого распознавания русскоязычных речевых сигналов. Разработана модификация коллективного нейросетевого алгоритма, позволяющая решать задачу дикторо-независимого распознавания русскоязычных речевых сигналов для большего размера словаря. Разработана научно-исследовательская программа, с помощью которой можно проводить анализ алгоритмов дикторо-независимого распознавания русскоязычных речевых сигналов, путем математического моделирования данных алгоритмов обучающих и тестирующих на речевых базах «КРИПТОН-01» и «КРИПТОН-02».

В статье автора Х. Собарас предложен пользовательский интерфейс, с настройкой параметров форматирования и эргономичной визуализации. Оптимальные настройки индивидуальны для каждого пользователя. Например, темный фон лучше подходит для многих слабовидящих людей. Предложена новая система, состоящая из микрофона с распознаванием голоса и алгоритма оптимизации для обучения. Пользователь читает вслух текст, отображаемый через пользовательский интерфейс, а сигналы адаптации обратной связи являются критериями качества чтения [11].

В трудах Жен Ли [12] решены проблемы утомительного нажатия клавиш и плохого взаимодействия в существующей системе взамен на голосовое обслуживание информации в сельском хозяйстве. Предложенный метод упрощает процесс запроса и улучшает взаимодействие с клиентами, объединяя систему распознавания речи и голосового обслуживания. Основанная на модульной конструкции, система представляет механизм распознавания речи по ключевым словам и состоит из аналоговой голосовой карты, модуля доступа, модуля обработки, модуля предварительной обработки речи, модуля распознавания речи и модуля данных [12]. С применением данной технологии достигнут значительный прогресс в развитии системы голосового обслуживания в сельском хозяйстве Китая. Однако современные системы по-прежнему имеют проблемы, такие как постоянный поток информации, сложные операции и слабое взаимодействие.

Таким образом, тема исследования достаточно изучена, актуальна и требует рассмотрения классификации систем распознавания речи, методов и алгоритмов с целью дальнейшего создания акустических моделей с практическим применением.

Методы и системы распознавания речи. Научные работы, посвященные распознаванию речи, а именно классификации существующих подходов распознавания речи, рассматривают принципы построения таких систем на основе аспектов, приведенных ниже.

Словарь. Свойством словаря системы распознавания речи является его размер, от которого прямо пропорционально зависит частота соответствия и несоответствия распознаваемых структурных единиц. При этом существуют малые словарные базы порядка 100 - 1000 слов, большие словарные базы порядка 5000 и более слов, структурных единиц [1,13]. В случае применение слов омонимов следует учитывать аспекты семантического анализа распознавания речи.

Дикторозависимость. Существующие системы распознавания речи подразделяют на дикторо-зависимые и дикторо-независимые. Первые ориентированы на работу с одним диктором, вторые, исходя из определения, на произвольный голосовой поток. Создание дикторо-независимой системы является наиболее трудоемкой задачей, так как требует применения соответствующих знаний и методов по распознаванию произвольного голосового потока [1,13].

Тип распознаваемой речи. Раздельная речь в соответствующих системах означает распознавание слов, отделенных друг от друга определенным промежутком. Слитная речь, в данном

случае, предполагает транслирование из голосового потока предложений без определенных промежутков между словами в текст [13].

Элементы систем распознавания речи. Слова, фонемы, слоги, фразы, шаблоны являются структурными элементами систем распознавания речи.

Методы определения структурных элементов. В основе создания систем распознавания речи в целях выделения структурных элементов из голосового потока используются анализ Фурье, вейвлет-анализ, кепстральный анализ [1,13].

Алгоритмы систем распознавания речи. После определения структурных элементов из голосовой речи осуществляется сопоставимость с элементами словаря с помощью алгоритмов распознавания. Скрытые марковские модели являются широко распространенным примером в данной области исследования. Структура модели: Каждое состояние имеет вероятностное распределение среди всех возможных выходных значений. Поэтому последовательность символов, сгенерированная модель, даёт информацию о последовательности состояний. Диаграмма, представленная ниже, показывает общую структуру скрытой марковской модели. Овалы представляют собой переменные со случайным значением. Случайная переменная *x(t)* представляет собой значение скрытой переменной в момент времени *t*. Случайная переменная *y(t)* — это значение наблюдаемой переменной в момент времени *c*. Стрелки на диаграмме символизируют условные зависимости. Из диаграммы становится ясно, что значение скрытой переменной *x(t)* (в момент времени *t*) зависит только от значения скрытой переменной *x(t-1)* (в момент *t-1*). Это называется свойством Маркова. Хотя в то же время значение наблюдаемой переменной *y(t)* зависит только от значения скрытой переменной *x(t)* (обе в момент времени *t*)[14].

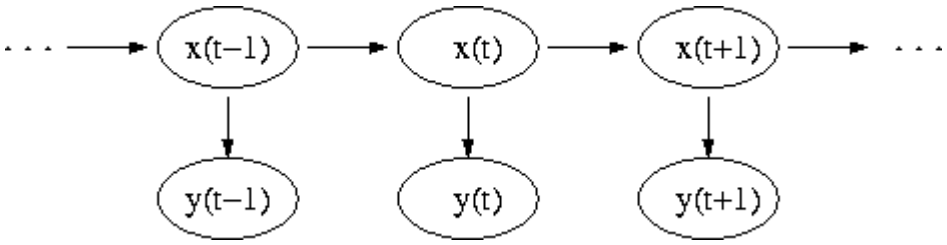


Рис.1. Диаграмма Скрытой марковской модели

Вероятность увидеть последовательность *Y=y(0), y(1),…, y(L-1)* длины *L* равна

$$P(Y) = \sum_{X} P(Y \vee X) P(X)$$

Эвристические методы в распознавании, исходя из названия, основаны на интуитивном подходе, предшествующем опыте, на получении результатов аналогичных исследований. Шахматная игра является в целом ярким примером эвристического подхода, где заведомо неизвестна стратегия применения приемов и методов, приводящих к успешному результату. Использование персептрона относят к эвристическим методам в распознавании [15].

На основе нейронных сетей создаются обучаемые и самообучающиеся системы распознавания речи. Такие системы базируются в построении топологии нейронных сетей, возможности контроля своих действий с последующей коррекцией, возможности накопления знаний об объектах рабочей области, автономности системы. В сравнении с классическим программированием, когда алгоритм решения задачи определенно задан, нейронные сети позволяют динамически изменять алгоритм простым изменением архитектуры. Поэтому использование нейронных сетей в задаче распознавания речи наиболее перспективно.

Нейронная сеть - это модель, используемая для оценки неизвестной функции $f(x): Rd1 \rightarrow Rd2$, зависящей от большого числа параметров. Сеть состоит из набора взаимодействующих нейронов. Связи между ними имеют численные веса, которые могут быть пересчитаны (обучены) для лучшего соответствия заданным входным данным. Такая модель основана на базовых принципах работы человеческого мозга[16].

Примерный вид нейронной сети предствлен на рис.2:

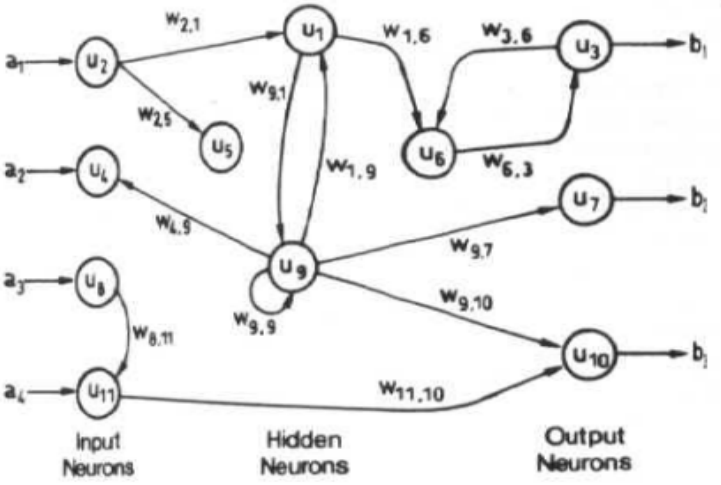


Рис.2. Нейронная сеть в общем виде

Здесь сеть принимает на вход вектор *(a_1, a_2, a_3, a_4)* и выдает результат (b_1, b_2, b_3). Структура нейронной сети - это последовательность слоев, с весами $w_{i,j}$ между *i*-м нейроном 1 слоя и *j*-м нейроном 2-го (при этом не обязательно соединять все пары нейронов). Таким образом, если $u_i^{(k)}$- выход *i*-го нейрона *k*-го слоя, то на вход к *j*-му нейрону *k+1*-го слоя подается $\sum_i w_{ij}^{(k)} \cdot u_i^{(k)}$. Все средние слои называются скрытыми. Выход нейрона определяется активационной функцией, применяемой ко входу. Например, сигмоидная $\sigma(z) = \frac{1}{1+e^{-z}}$, пороговая $\phi(z) = max(0, z)$, гиперболический тангенс $\varphi(z) = \frac{2}{1+e^{-2z}} - 1$, $f(x) = max(x, 0)$ или тождественная функция $\varphi(z) = z$ [16].

Результаты. Распознавание речи имеет различные полезные приложения в области взаимодействия человека с компьютером и автоматической транскрипции речевых данных. В качестве примера проведем эксперимент, способный распознавать речь в режиме реального времени с микрофона в Python 3.6. Для распознавания голосовой речи использованы два модуля SpeechRecognition (API сервис Google) и PyAudio (библиотека обработки аудиовхода, полученного через микрофон). Нужные пакеты загружены с официального сайта https://pypi.org [17].

Прежде чем начать работу, нужно установить загруженные библиотеки через утилиту pip в командной строке cmd: *pip install SpeechRecognition, pip install PyAudio.*

После установки модулей запустим оболочку Python и создаем новый проект, далее сохраняем (speech_example.py). Первым шагом является подключение модуля: *import speech_recognition as sr*.

Далее для преобразования речи в текст нам нужен класс Recognizer из модуля speech_recognition:

rec = sr.Recognizer().

Чтобы захватить звук с микрофона создаем объект класса Microphone модуля Speach_Recognition:

microphone = sr.Microphone()

print('Говорите, пожалуйста').

Следующим шагом является захват звука с микрофона. Для этого вызываем метод listen() класса Recognizer(). Метод listen() также возвращает объект speech_recognition. AudioData, который затем может быть передан методу recognize_google().

```
try:
//бесконечный цикл
while True:
with microphone as source:
//уменьшение шума методом djust_for_ambient_noise().
rec.adjust_for_ambient_noise(source)
```

audio = rec.listen(source)
//Обработка звука на сервере, и возврат результата
task=rec.recognize_google(audio, language="ru_Ru")
task=task.lower()
print(format(task))
except sr.UnknownValueError:
print('Сервис google не отвечает')

Если метод recognize_google() не сопоставляет произнесенные слова, с любым из слов в своем хранилище, выдается исключение. В таком случае лучшим подходом является использование блока try при вызове метода recognize_google(). Чтобы такого не случилось весь код вместе циклом поместим в обработчик ошибок try — except [17].

Запускаем программу и получаем следующие результаты:

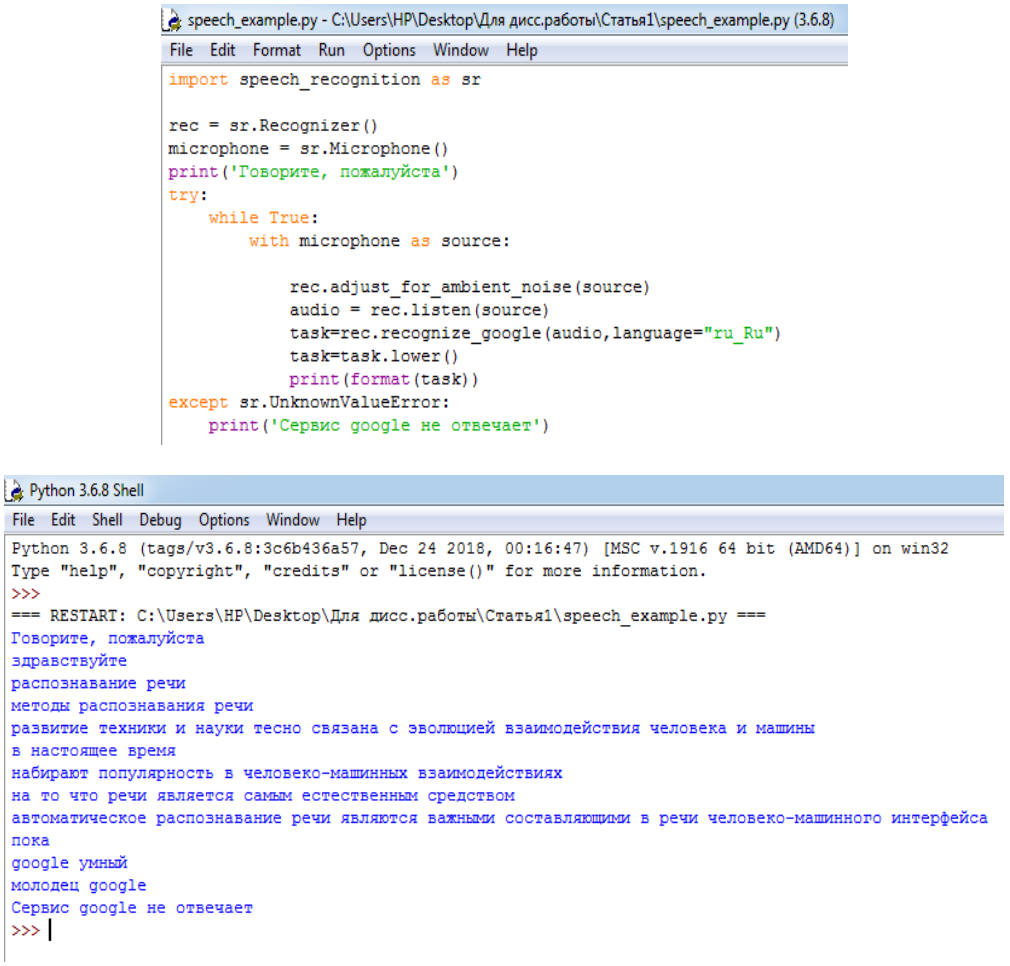


Рис.3. Запуск программы на Python

Таким образом, нами изучен теоретический и практический аспекты по распознаванию голосовой речи посредством программного обеспечения.

Обсуждение. В данной работе проведен широкий обзор библиографии видных ученых в области распознавания голосовой речи на казахском, русском, английском языках. Рассмотрены основные термины и определения по теме исследования. Изучены методы скрытых марковских моделей и нейронных сетей, применяемых в системах распознавания голосовой речи. Проведен эксперимент по распознаванию речи в среде Python через библиотеку speech_recognition, где источником звука является живой микрофон. В перспективе рассматриваем создание акустических моделей для системы распознавания казахской речи.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Есенбаев Ж.А. Распознавание казахской речи по определенной словарной базе в условиях шумов: диссертация ... доктора PhD. - Астана: ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, 2014. - С.175.

[2] Тұрдалыұлы М. Сквозное распознавание слитной речи с использованием глубоких рекуррентных нейросетевых моделей: диссертация ... доктора PhD. - Алматы: Казахский национальный университет имени аль-Фараби, 2019. - С.89.

[3] Мусабаев Т.Р. Разработка технологии автоматического формирования, анализи и обработки цифрового голосового образа личности. - Алматы: Казахский национальный университет имени аль-Фараби, 2018. - С.113.

[4] Гусев М.Н. Методы и модели распознавания русской речи в информационных системах. Автореферат диссертации … доктора технических наук. - Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. М.А.Бонч-Бруевича, 2014.

[5] Меденников И.П. Методы, алгоритмы и программные средства распознавания русской телефонной спонтанной речи. Диссертация ... кандидата технических наук. - Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет, 2016.

[6] Балакшин П.В. Алгоритмические и программные средства распознавания речи на основе скрытых марковских моделей для телефонных служб поддержки клиентов. Диссертация… кандидата технических наук. - Санкт-Петербург, 2014.

[7] Парамонов П.А. Методы, алгоритмы и устройства распознавания речи в ассоиативной осцилляторной среде. Диссертация… кандидата технических наук. - Москва, 2015.

[8] Савин А.Н., Тимофеева Н.Е., Гераськин А.С., Мавлютова Ю.А. Разработка системы распознавания речи на основе скрытых марковских моделей отдельных слов // Саратов: Сарат. ун-т. - 2017. - т. 17. - №4.

[9] Гребнов С.В. Разработка эффективных методов и комплексов программ распознавания речи в системах человеко-машинного взаимодействия. Автореферат диссертация …. кандидата технических наук. - Иваново: Ивановский государственный энергетический университет имени В.И.Ленина, 2011.

[10] Сагациян М.В. Разработка и исследование коллективных нейросетевых алгоритмов дикторонезависимого распознавания речевых сигналов диссертация ... кандидата технических наук. - Владимир: Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова, 2015.

[11] Soubaras H. (2020) Voice Recognition Based System to Adapt Automatically the Readability Parameters of a User Interface // In: Bi Y., Bhatia R., Kapoor S. (eds) Intelligent Systems and Applications. IntelliSys. - 2019. Advances in Intelligent Systems and Computing. - vol 1038. Springer, Cham.

[12] Z. Li, W. Gao, L. Yu, Y. Yang, G. Mou and M. Wang. Design of voice service system for agricultural keywords recognition // World Automation Congress, Kobe. - 2010. - pp. 477-482.

[13] Федосин С.А., Еремин А.Ю. Классификация систем распознавания речи // Саранск: Мордовский ГУ им. Н.П. Огарева. - 2009. - С.3.

[14] Википедия: https://ru.wikipedia.org/wiki/ Скрытая марковская модель (СММ). Дата обращения: 9.04.2020.

[15] Ивахненко А.Г. Системы эвристической самоорганизации в технической кибернетике // Киев: Техника. - 1971. - С. 364-367.

[16] Савченков П.А. Автоматическое распознавание речи на основе визуальной информации // Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский Государственный Университет. - 2016. – С.39.

[17] https://stackabuse.com/introduction-to-speech-recognition-with-python/ Introduction to Speech Recognition with Python. Дата обращения: 9.04.2020.

Ж.С.Есенгалиева, А.Кабатова

Дауыстық сөйлеуді танудың алгоритмдері мен әдістерін зерттеу

Түйіндеме. Мақалада дауыстық сөйлеуді тану саласындағы ғалымдардың библиографиясына шолу жасалды. Зерттеу тақырыбы бойынша негізгі терминдер мен анықтамалар қарастырылды. Дауыстық сөйлеуді тану жүйесінде қолданылатын жасырын маркалық модельдер мен нейрондық желілердің әдістері зерттелді. Python ортасында сөйлеуді тану бойынша бағдарламалық қамтамасыз етумен эксперимент жүргізілді.

Түйін сөздер: сөйлеуді тану, Марковтың жасырын үлгілері, нейрондық желілер, сөйлеуді тану тәсілдерінің классификациясы, Python кітапханалары.

УДК 004.056

N.M.Iskakova, B.K.Abduraimova, L.M.Tukenova
(L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan,
Kazakhstan, e-mail: nazgul@tamur.kz,
Narxoz University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: lyailya.tukenova@narxoz.kz)

USE OF THE THREE-TIER «CLIENT-SERVER» ARCHITECTURE IN MODERN INFORMATION SYSTEMS

Abstract. The concept of a three-tier architecture of client-server technology for building information systems is considered. The implementation of the discussed architecture is presented on the example of our own software development. The prospects of using architecture in the modern conditions of information technology development are discussed.

Key words: three-tier architecture, client-server technology, application server, database server, database management system.

Н.М.Искакова, Б.К.Абдураимова, Л.М.Тукенова
(E-mail:nazgul@tamur.kz. Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан,
Нархоз университеті, Алматы, Қазақстан, lyailya.tukenova@narxoz.kz)

ҮШ ДЕҢГЕЙЛІ «КЛИЕНТ-СЕРВЕР» АРХИТЕКТУРАСЫН ҚАЗІРГІ АҚПАРАТ ЖҮЙЕЛЕРІНДЕ ПАЙДАЛАНУ

Аңдатпа. Ақпараттық жүйелерді құруға арналған клиент-сервер технологиясының үш деңгейлі архитектурасының тұжырымдамасы қарастырылған. Талқыланған архитектураны енгізу осы меншікті бағдарламалық жасақтама пакетінде ұсынылған. Ақпараттық технологияларды дамытудың қазіргі заманғы жағдайында осы архитектураны қолданудың болашағы талқыланады.

Түйінді сөздер: үш деңгейлі архитектура, клиент-сервер технологиясы, қосымшалар сервері, деректер базасы сервері, деректер базасын басқару жүйесі.

Кіріспе

Қазіргі уақытта есептеу есептерінің күрделілігінің кеңеюіне байланысты, ақпарат көлемінің өсуіне, планшеттік дербес компьютерлерді, смартфондарды және мобильді гаджеттердің басқа түрлерін тәжірибеге кеңінен енгізуге байланысты және бұлармен байланысқан компьютерлік желілермен есептеу ресурстарына қашықтан қол жеткізу технологиялары- бұлттық технологиялардың қарқынды өсуіне байланысты, мәліметтер базасын басқару жүйелерін қоса алғанда, әртүрлі бағдарламалық жасақтама жүйелерін құру кезінде өзекті болып табылатын үш деңгейлі немесе үш деңгейлі архитектураны қолдану болып табылады, ол бағдарламалық жасақтама пакетінде үш компоненттің болуын болжайды: қолданушы қосымшасы (клиент), қолданба сервері (оған клиент қосымшасы қосылған) және мәліметтер базасының сервері (бағдарлама сервері жұмыс істейтін).

Мақалада осы архитектуралық модельді құру принциптері талқыланады, оны дәстүрлі клиент-сервер немесе файл-сервер архитектураларымен салыстырады, оны қолдану салалары мен одан әрі дамытудың мүмкін бағыттары талқыланады, сонымен қатар бағдарламалық пакетте үш деңгейлі архитектураны сәтті практикалық іске асырудың мысалы келтірілген. Жұмыстың мақсаты үш деңгейлі архитектураның артықшылықтарын көрсету және әр түрлі бағдарламалық өнімдерді жасауда осы технологияны кеңінен қолдану болып табылады.

Деректерге көп қолданушылық қол жеткізудің архитектуралық шешімдері

Ақпараттық технологиялардың дамуымен бірнеше пайдаланушының бір ақпараттық массивіне (деректер базасына) бір уақытта қол жеткізу қажеттілігі тез пайда болды. Міне, осылайша көп қолданушы немесе үлестірілген мәліметтер базасын басқару жүйелері (ДББЖ) тұжырымдамасы пайда болды. Хронологиялық тұрғыдан орталықтандырылған архитектура деректермен жұмыс істеудің алғашқы көп қолданушы технологиясы болды. Осы технологияны қолданғанда мәліметтер базасы, ДББЖ және қолданбалы бағдарлама (клиенттік қосымша) бір компьютерде орналасады [1]. Бұл жағдайда көп қолданушының жұмыс режимі не есептеу ресурстарын пайдаланушылар арасында бөлу арқылы, не осы ресурстарға клиенттік қосымшалардың кіру уақытын бөлу арқылы қамтамасыз

етіледі. Бұл архитектураның айқын кемшілігі - пайдаланушылар санының артуымен жүйенің өнімділігінің айтарлықтай төмендеуі [2]. Компьютерлік желілердің дамуы және дербес компьютерлердің жаппай енгізілуі архитектураның «файлдық сервер» деп аталатын жаңа түрінің пайда болуына мүмкіндік берді.

Компьютерлік желідегі ынтымақтастықты ұйымдастырудың бұл технологиясы тек компьютерлердің бірін тек енгізу-шығару және деректерді сақтау тапсырмаларға бөлуді көздейді. Бағдарламалық жасақтаманың осындай ұйымдастырылуымен қолданушылардың клиенттік қосымшалары барлық қажетті деректерді өңдеуді дербес орындайды, ал серверлік компьютердің ресурстары ақпаратты бөлек файл түрінде сақтау үшін қолданылады [2, 3]. Бұл архитектураның елеулі кемшілігі - файлға бір уақытта мүмкін болатын кіру сеанстарының физикалық шектеулеріне байланысты жүйенің жұмысының төмендеуінсіз мәліметтер қорымен бір уақытта жұмыс істей алатын клиенттердің аздығы. Сондай-ақ, бұл архитектураның кемшіліктеріне оның төмен сенімділігі мен қауіпсіздігі жатады [3].

Екі деңгейлі архитектура

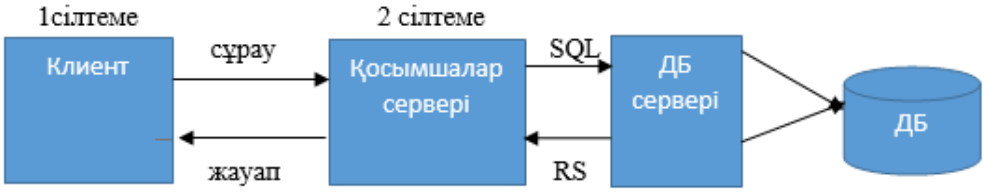
Заманауи желілік технологияларға негізделген кез-келген желіде (тіпті бір деңгейлі) көбінесе екі деңгейлі архитектураға негізделген клиент-сервер өзара әрекеттесуінің элементтері бар. Ол екі деңгейлі (2 деңгейлі) деп аталады, өйткені екі түйін (клиент және сервер) арасында үш негізгі компонентті бөлу қажет.



1-сурет. Екі деңгейлі клиент-сервер архитектурасы.

Екі деңгейлі архитектура клиент-серверлік жүйелерде қолданылады, мұнда сервер тек өзінің ресурстарын қолдана отырып, клиенттің сұраныстарына тікелей және толық жауап береді.

Үш деңгейлі архитектура



2 –сурет. Үш деңгейлі клиент-сервер архитектурасы.

Бүгінгі күні клиент-сервер технологиясы іс жүзінде деректермен жұмыс істеудің стандарты болып табылады және ДББЖ айтарлықтай мөлшерде жүзеге асырылды. Үш деңгейлі (үш деңгейлі, кейде бірнеше деңгейлі немесе көп деңгейлі) архитектура жүйеде үш негізгі компоненттердің болуын білдіреді:

- пайдаланушы сұраныстарын келесі деңгейге беру және осы деңгейден алынған нәтижелерді ұсыну арқылы қолданушымен интерфейсті қамтамасыз ететін клиент деңгейі;
- бұрын клиенттік қосымшалардың құрамына кіретін барлық іскери логиканы іске асыратын қосымшалар серверінің деңгейі;
- деректерді сақтауды, қосымшалар серверінің сұранысы бойынша қажетті ақпаратты алуды және осы деректерді өңдеуге жіберуді қамтамасыз ететін деректер қабаты (мәліметтер базасының сервері). Бұл деңгейге тек қолданбалы сервер деңгейінен қол жеткізуге болады [8].

Төмендегі 1-кетеде екі және үш деңгелі архитектуралардың салыстырмалы кестесі көрсетілген.

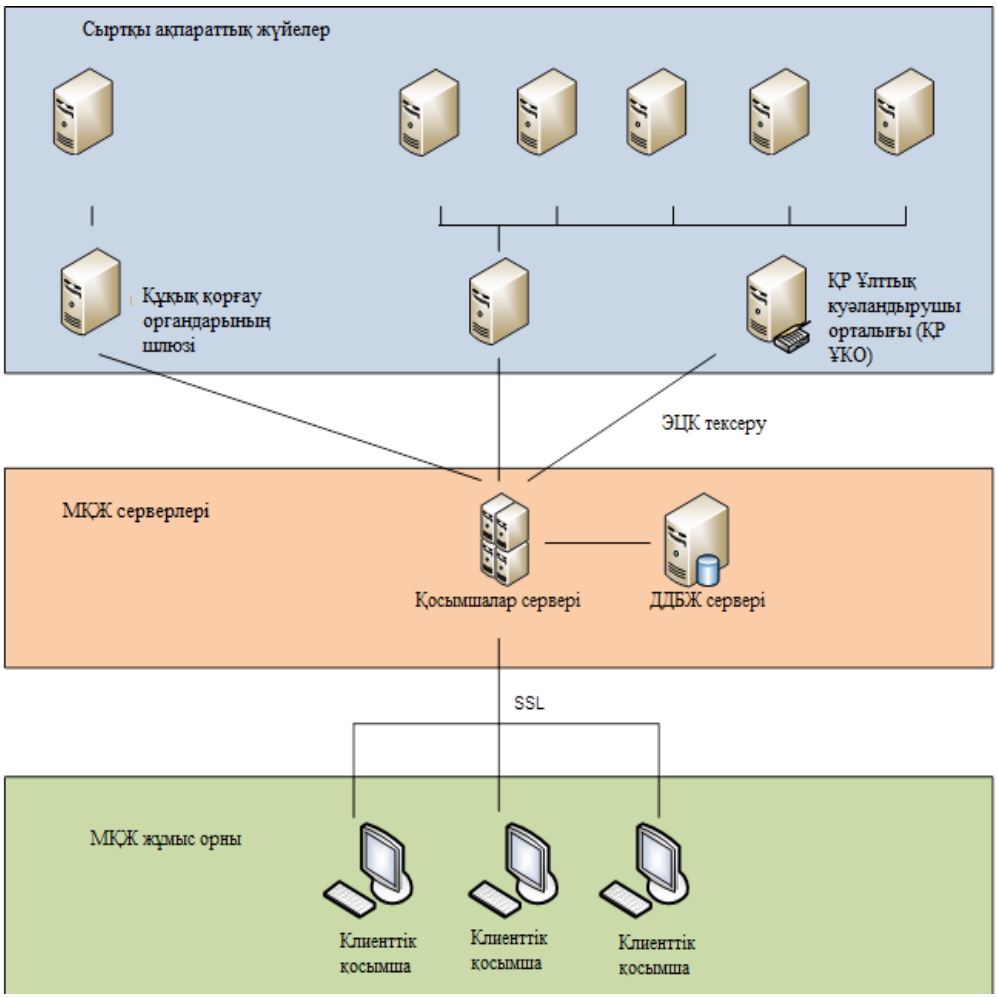
Архитектура	Артықшылықтары	Кемшіліктері
Екі деңгейлі	• қолданбалы функцияларды орталықтандырылған басқару; • жүйені иелену құнын (TOC, меншіктің жалпы құны) сатып алу емес, серверді жалға алу арқылы азайту; • желілік трафиктің едәуір төмендеуі (өйткені SQL сұраулары берілмейді, бірақ сақталған процедураларға шақырулар).	• Масштабтау жеткі -ліксіз; • жоғары деңгейлі тілдермен салыстырғанда сақталған процедураларды әзірлеудің шектеулі құралдары.
Үш деңгейлі	• икемділік пен масштабталудың жоғары дәрежесі; • жоғары қауіпсіздік (өйткені әр қызметке немесе деңгейге қорғанысты анықтауға болады); • жоғары өнімділік (өйткені тапсырмалар серверлер арасында бөлінеді); • конфигурациялану; • жоғары сенімділік; • терминалдар мен қосымшалар сервері арасындағы арнаның (желінің) жылдамдығына төмен талаптар.	• күрделі архитектура; • қосымша жасаудың күрделілігі; • орналастыру және басқару қиынырақ; • қолданбалы серверлерге және мәліметтер базасының серверлеріне жоғары өнімділік талаптары, демек, серверлік аппараттық құралдардың жоғары құны; • мәліметтер базасы сервері мен қолданбалы серверлері арасындағы арнаның (желінің) жылдамдығына жоғары талаптар.

1-кесте. Архитектураларды салыстру кестесі.

Нәтижелер

Деректер базасымен жұмыс істеуге арналған бірнеше қолданушыға арналған бағдарламалық жасақтама жүйесін құрудың үш деңгейлі архитектурасын біз мемлекеттік қызметтер үшін бағдарламалық қамтамасыз ету тапсырмасын орындау барысында сәтті қолдандық. Бағдарламалық жасақтама - бұл орталықтандырылған деректерді сақтайтын бірыңғай интеграцияланған жүйе. Жүйенің физикалық топологиясы «жұлдыз» болып табылады, оның ортасында қолданбалы сервер және орталықтандырылған мәліметтер базасы бар ДҚБЖ сервері орналасады. Жүйенің жалпы архитектурасы 3-суретте көрсетілген. Қауіпсіздікті қамтамасыз ету мақсатында мемлекеттік қызметтердің негізгі серверлері ішкі демилитаризацияланған аймақта орналасқан. Сыртқы ақпараттық жүйелермен өзара әрекеттесу «электрондық үкімет» шлюзі (бұдан әрі - ЭҮШ) арқылы жүзеге асырылады. Пайдаланушының жұмыс станциялары мемлекеттік қызметтер көрсету қосымшасының серверіне веб-шолғыштар арқылы қосылады. Бағдарламаны үш деңгейлі архитектурада құру (клиент - қолданбалы сервер - ДҚБЖ) бүкіл инфрақұрылымның күйін жедел бақылауға, жекелеген элементтер істен шыққан жағдайда қалпына келтіру үдерісін басқаруға, сыни жағдайларды болжауға, жүйенің қауіпсіздік деңгейін жоғарылатуға және жұмыстың еңбек сыйымдылығын төмендетуге мүмкіндік береді. Осындай архитектураның көмегімен жүйенің барлық іскери логикасы қолданбалы серверде шоғырланатын болады және деректерді сақтау және басқару орталықтандырылған қоймаға бағытталған.

Java EE 5 платформасында енгізілген қосымшалар сервері қолданылады. J2EE сервері ретінде JBoss Application Server 7.2 ашық бастапқы коды бар ірі кәсіпорын деңгейіндегі кең таралған қосымшалар сервері қолданылады. Бағдарлама серверінің қолданбалы бағдарламалық интерфейсі (API) барлық ұсынылған қызметтермен жұмыс істеу үшін барлық қажетті функцияларды қамтиды. Клиенттің жұмыс станциясы мен ДББЖ серверінің өзара әрекеттесуінің үш деңгейлі архитектурасы әр түрлі ДББЖ типтерін қосу мүмкіндігіне алып келеді, сонымен қатар қолданбалы серверде іскери логиканың шоғырлануын қамтамасыз етеді. OR3 қолданбалы сервері жұқа Java клиентін немесе веб-шолғышты пайдаланып, жүйемен жұмыс істеу мүмкіндігін ұсынады. Веб-клиенттің функционалдығы қосымшалар серверінде веб-қосымша ретінде жүзеге асырылады, бұл пайдаланушыға жұмыс станциясына арнайы бағдарламалық жасақтаманы орнатпай-ақ жүйемен жұмыс істеуге мүмкіндік береді.

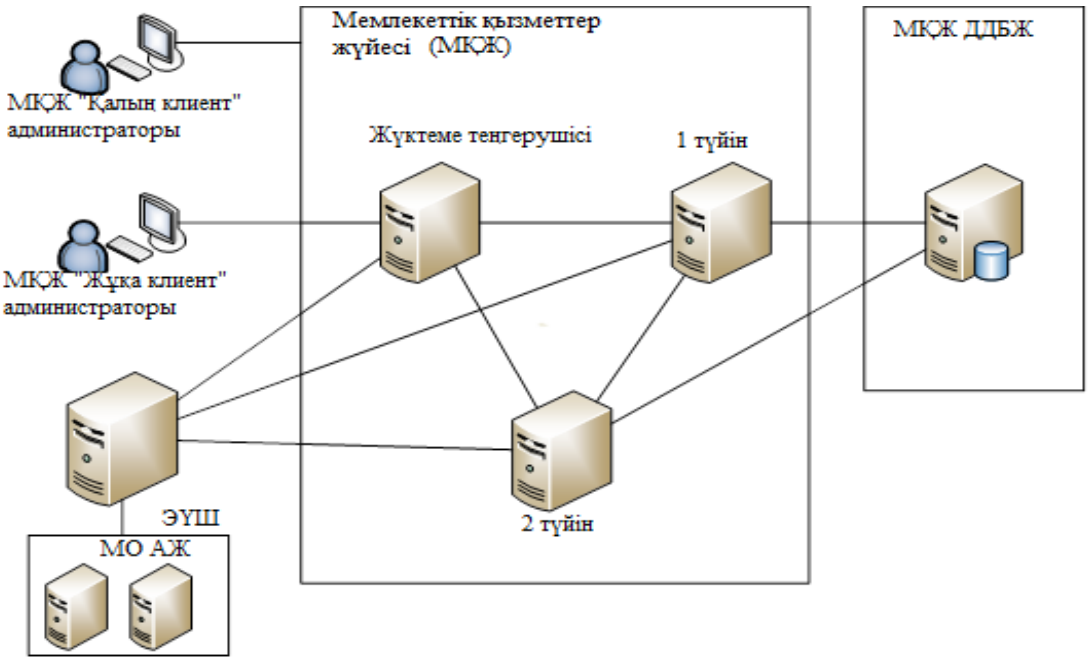


3-сурет. Жүйенің жалпы архитектурасы.

Жүйелік архитектураны дамыту

Жүйелік архитектураны дамытудың бір бағыты - жүйенің түйіндері арасында қолданбалы тапсырмаларды бөлуге мүмкіндік беретін кластерлік технологияны қолдану арқылы ақауларға төзімділік пен жүйенің өнімділігін арттыру болып табылады. Кластерлік түйіндер қолданбалы серверлер және / немесе мәліметтер базасының серверлері болуы мүмкін. Кластерлеудің арқасында мұндай жұмыс схемасы, егер серверлердің біреуі істен шықса, тапсырмаларды кластердің басқа түйіндері арасында дұрыс жұмыс істейтін қайта бөлу кезінде қол жеткізіледі. Бұл жағдайда ең маңызды міндеттердің бірі - істен шыққан жағдайда жүйенің қалпына келуінің минималды уақытын қамтамасыз ету, өйткені жүйенің ақауларға төзімділігі жоспарланбаған тоқтап қалу уақытын барынша азайту үшін қажет. Кластерлік жүйенің жылдамдығы түйіндер мен олардың арасындағы байланыстың жылдамдығымен анықталады. 5-суретте 2 қосымша серверлер кластері мысалында жүйенің архитектурасын көрсетеді.

Сыртқы жүйелер мен жүйе пайдаланушылары «Web-клиент» арқылы жүйеге хабарласқан кезде кіріс сұраныстар жүйе теңгерімшісіне жіберіледі, ол хабарламаларды қосымшалар серверлеріне жібереді, әрі қарай жүйе мәліметтер базасына қол жеткізе алады. Сыртқы жүйелер үшін шығыс хабарламалар тікелей бағдарлама сервері хостынан жіберіледі. «Қалың клиент» арқылы жүйе пайдаланушыларының жұмыс процесінде сұраныстарды беру және қабылдау тікелей жүйе қосымшалар серверінің түйінінен жүзеге асырылады. Кластерлік серверлердің жүктемесін біркелкі бөлу үшін пайдаланушы сессиясының деректерін үздіксіз қайталау және Жүйелік ағындардың күйлерін жаңарту жүзеге асырылады.



4-сурет. 2 қосымша серверлер кластері мысалында жүйенің архитектурасы.

Қорытынды

Үш деңгейлі архитектура жұмыс істеуге жарамды және тиімді табысты қолданылатын ақпараттық жүйелерді жүзеге асыруға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, ақпаратты өңдеудің көп деңгейлі архитектурасы түрінде үш деңгейлі технологияны одан әрі жалғастыру оның мүмкіндіктерін, оның ішінде бұлтты технологиялар шеңберінде айтарлықтай кеңейтуге көмектеседі.

Осылайша, деректерді өңдеудің үш деңгейлі технологиясы барлық заманауи талаптарға жауап беріп қана қоймай, сонымен бірге дамудың айтарлықтай мүмкіндіктеріне ие, бұл көп деңгейлі архитектура қазіргі заманғы ақпаратты өңдеу технологиялары саласында болашағы зор екендігі туралы қорытынды жасауға мүмкіндік береді.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Е.А.Исаев, П.А.Тарасов, В.В.Карнилов, Г.В. Детков. Использование трехзвенной архитектуры "клиент-сервер" в современных системах обработки информации. Межрегиональное общественное учреждение "Институт инженерной физики", 2015, 39 -40 с.

[2] Кренке Д. Теория и практика построения баз данных. 8-е изд. СПб.: Питер, 2003.

[3] Бэгг К., Конноли Т., Страчан А. Базы данных: проектирование, реализация и сопровождение.Теория и практика. 2-е изд. М.: Вильямс, 2000.

[4] Дейт К. Дж. Введение в системы баз данных. 8-е изд. М.: Вильямс, 2005.

[5] Карпова Т. Базы данных. Модели, разработка,реализация. СПб.: Питер, 2001.

[6] Microsoft Developer Network – Chapter 5: Layered Application Guidelines. http://msdn.microsoft.com/.

[7] Воронин В.В., Семченко П.Н. Концепция клиент – серверной среды динамических экспертных систем // Интеллектуальные системы, 2010. №3. С. 95-100.

[8] Компоненты сетевого приложения. Клиент-серверное взаимодей- ствие и роли серверов. Учебно-методические материалы для студентов кафедры асоиу . http://www.4stud.info/networking/lecture5.html.

Искакова Н.М., Абдураимова Б.К., Тукенова Л.М.

Использование трехуровневой архитектуры «клиент-сервер» в современных информационных системах

Аннотация. В этой статье рассматривается концепция трехуровневой архитектуры клиент-серверной технологии для создания информационных систем. Внедрение обсуждаемой архитектуры предлагается на примере собственной разработки программного обеспечения. Обсуждаются перспективы использования трехуровневой архитектуры в современных условиях развития информационных технологий.

Ключевые слова: трехуровневая архитектура, технология «клиент-сервер», сервер приложений, сервер баз данных, система управления базами данных.

УДК 519.635

A.A. Tashev, R.K. Kazykhan
(Kazakh national University named after al-Farabi, Almaty, Kazakhstan,
e-mail: azattash@mail.ru, rysgulkazykhan@gmail.com)

CONSTRUCTION OF A LINEAR INTERPOLATION POLYNOMA FOR THE THREE-DIMENSIONAL CASE

Annotation: Finite element method is a numerical method solutions of differential equations, found in physics and technology. The emergence of this method associated with solving problems of space research. It was first published in the work of Turner, Cluj, Martin and Topp. This work contributed to the emergence of other works; a number of articles have been published with examples of the finite element method to the problems of construction mechanics of continuous media. The main idea behind the finite element method is that any continuous quantity such,like temperature pressure and displacement, can be approximated by a discrete model, which is built into a set of piece-continuous functions defined on a finite number of subdomains.

Keywords: Finite element, fluid, pipe, motion, compression, lubrication, system, vibration, equilibrium, continuous value, discrete model, cross section, node.

А.А. Ташев, Р.К. Казыхан
(Казахский национальный Университет имени Аль-Фараби, Алматы, Казахстан,
e-mail: azattash@mail.ru, rysgulkazykhan@gmail.com)

ПОСТРОЕНИЕ ЛИНЕЙНОГО ИНТЕРПОЛЯЦИОННОГО ПОЛИНОМА ДЛЯ ТРЕХМЕРНОГО СЛУЧАЯ

Аннотация: Метод конечных элементов является численным методом решения дифференциальных уравнений, встречающихся в физике и технике. Возникновение этого метода связано с решением задач космических исследований. Впервые он был опубликован в работе Тернера, Клужа, Мартина и Топпа. Эта работа способствовала появлению других работ; был опубликован ряд статьей с примерениями метода конечных элементов к задачам стройтельной механики сплошных сред.

Основная идея метода конечных элементов состоит в том, что любую непрерывную величину, такую, как температура, давление и перемещение, можно аппроксимировать дискретной моделью, которая строится на множество кусочек- непрерывных функций, определенных на конечном числе подобластей.

Ключевые слова: Конечный элемент, жидкость, труба, движение, сжатие, смазка, система, колебание, равновесие, непрерывная величина, дискретная модель, поперечное сечение, узел.

Введение: В общем случае непрерывная величина заранее неизвестна и нужно определить значение этой величины в некоторых внутренних точках области. Дискретную модель, однако, очень легко построить, если сначала предположить, что числовые значение этой величины в каждой внутренней точке области известны. После этого можно перейти к общему случаю [1,2]. Итак, при построении дискретной модели непрерывной величины поступают следующим образом:

1. В рассматриваемой области фиксируется конечное число точек. Эти точки называются узловыми точками или просто узлами.

2. Значение непрерывной величины в каждой узловой точке считается переменной, которая должна быть определена.

3. Область определения непрерыной величины разбивается на конечное число подоблостей, называемых элементами. Эти элементы имееют общие узловые точки и в совокупности аппроксимируют форму областей.

4. Непрерывная величина аппроксимируется на каждом элементе полиномом, который определяется с помощью узловых значений этой величины. Для каждого элемента определяется свой полином, но полиномы подбираются таким образом, что бы сохранялась непрерывность величины вдоль границ элемента.

Метод конечных элементов основан на идее аппроксимации непрерывной функции дискретной моделью, которая строится на множестве кусочно- непрерывных функци, определенных на конечном числе подобластей, называемых элементами. В качестве функции элемента чаще всего применяктся

полином. Порядок полинома зависит от числа используемых в каждом узле элемента данных о непрерывной функции.[3,4]

Одномерный симплекс- элемент представляет собой прямолинейный отрезок длины L с двумя узлами, по одному на каждом конце отрезка.[5,6].

$$T = \varphi_1 T_1 + \varphi_2 T_2$$

$$\varphi_1 = \frac{x_2 - x}{L} \qquad \varphi_2 = \frac{x - x_1}{L}$$

Двумерный симплекс- элемент это треугольник с прямолинейными сторонами и тремя узлами, по одному каждой вершине необходима логическая нумерация узлов элемента.[7].

$$T = \varphi_1 T_1 + \varphi_2 T_2 + \varphi_3 T_3$$

$$\varphi_1 = \frac{1}{2A}(a_1 + b_1 x + c_1 y)$$

$$\begin{cases} a_1 = x_2 y_3 - x_3 y_2 \\ b_1 = y_2 - y_3 \\ c_1 = x_3 - x_2 \end{cases}$$

$$\varphi_2 = \frac{1}{2A}(a_2 + b_2 x + c_2 y)$$

$$\begin{cases} a_2 = x_3 y_1 - y_3 y_1 \\ b_2 = y_3 - y_1 \\ c_2 = x_1 - x_3 \end{cases}$$

$$\varphi_3 = \frac{1}{2A}(a_3 + b_3 x + c_3 y)$$

$$\begin{cases} a_3 = x_1 y_2 - x_2 y_1 \\ b_3 = y_1 - y_2 \\ c_3 = x_2 - x_1 \end{cases}$$

$$2A = \begin{vmatrix} 1 & x_1 & y_1 \\ 1 & x_2 & y_2 \\ 1 & x_3 & y_3 \end{vmatrix}$$

Мы рассмотрим трехмерный симплекс-элемент [8].

$$T = \varphi_1 T_1 + \varphi_2 T_2 + \varphi_3 T_3 + \varphi_4 T_4$$

Рассмотрим трехмерную функцию T(x, y, z), значение которой задано в угловых точках параллелепипеда [9,10]. (1,2,…8) (1-T, 2-T,…8-T) (Рис. 1)

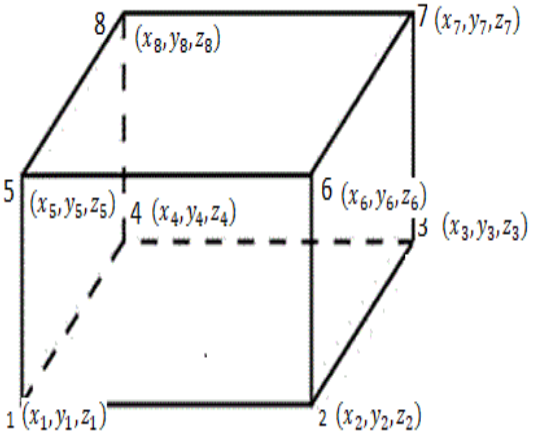


Рис. 1. параллепипед

Если длина параллелепипеда по оси $x \to 2a$, по оси $y \to 2b$, а по оси $z \to 2c$ тогда координаты угловых точек относительно центра параллелепипеда будет равна [11].

1- (-a; в; -c)= (x_1, y_1, z_1)
2- (a; в; -c)= (x_2, y_2, z_2)
3- (a; -в; -c)= (x_3, y_3, z_3)
4- (-a; -в; -c)= (x_4, y_4, z_4)
5- (-a; в; c)= (x_5, y_5, z_5)
6- (a; в; c)= (x_6, y_6, z_6)
7- (a; -в; c)= (x_7, y_7, z_7)
8-(-a; -в; c) = (x_8, y_8, z_8)

Значение функции T(x, y, z) произвольной точке (x, y, z) внутри параллелепипеда аппроксимируем так [12,13]:

$$T(x,y,z) = \lambda_1 + \lambda_2 x_1 + \lambda_3 y_1 + \lambda_4 z_1 + \lambda_5 x_1 y_1 + \lambda_6 x_1 z_1 + \lambda_7 y_1 z_1 + \lambda_8 x_1 y_1 z_1 \quad (1)$$

Для определения констант Λ_i(i=1; 8) составим следующую систему управлений [14]:

$$\begin{gathered} T_1 = T(x_1, y_1, z_1);\ T_2 = T(x_2, y_2, z_2);\ T_3 = T(x_3, y_3, z_3); \\ T_4 = T(x_4, y_4, z_4);\ T_5 = T(x_5, y_5, z_5);\ T_6 = T(x_6, y_6, z_6); \\ T_7 = T(x_7, y_7, z_7);\ T_8 = T(x_8, y_8, z_8); \end{gathered} \quad (2)$$

Подставляя значения аргументов получим систему уравнении:

$$\begin{cases} \lambda_1 + \lambda_2 x_1 + \lambda_3 y_1 + \lambda_4 z_1 + \lambda_5 x_1 y_1 + \lambda_6 x_1 z_1 + \lambda_7 y_1 z_1 + \lambda_8 x_1 y_1 z_1 = T_1 \\ \lambda_1 + \lambda_2 x_2 + \lambda_3 y_2 + \lambda_4 z_2 + \lambda_5 x_2 y_2 + \lambda_6 x_2 z_2 + \lambda_7 y_2 z_2 + \lambda_8 x_2 y_2 z_2 = T_2 \\ \lambda_1 + \lambda_2 x_3 + \lambda_3 y_3 + \lambda_4 z_3 + \lambda_5 x_3 y_3 + \lambda_6 x_3 z_3 + \lambda_7 y_3 z_3 + \lambda_8 x_3 y_3 z_3 = T_3 \\ \lambda_1 + \lambda_2 x_4 + \lambda_3 y_4 + \lambda_4 z_4 + \lambda_5 x_4 y_4 + \lambda_6 x_4 z_4 + \lambda_7 y_4 z_4 + \lambda_8 x_4 y_4 z_4 = T_4 \\ \lambda_1 + \lambda_2 x_5 + \lambda_3 y_5 + \lambda_4 z_5 + \lambda_5 x_5 y_5 + \lambda_6 x_5 z_5 + \lambda_7 y_5 z_5 + \lambda_8 x_5 y_5 z_5 = T_5 \\ \lambda_1 + \lambda_2 x_6 + \lambda_3 y_6 + \lambda_4 z_6 + \lambda_5 x_6 y_6 + \lambda_6 x_6 z_6 + \lambda_7 y_6 z_6 + \lambda_8 x_6 y_6 z_6 = T_6 \\ \lambda_1 + \lambda_2 x_7 + \lambda_3 y_7 + \lambda_4 z_7 + \lambda_5 x_7 y_7 + \lambda_6 x_7 z_7 + \lambda_7 y_7 z_7 + \lambda_8 x_7 y_7 z_7 = T_7 \\ \lambda_1 + \lambda_2 x_8 + \lambda_3 y_8 + \lambda_4 z_8 + \lambda_5 x_8 y_8 + \lambda_6 x_8 z_8 + \lambda_7 y_8 z_8 + \lambda_8 x_8 y_8 z_8 = T_8 \end{cases} \quad (3)$$

Решая эту систему линейных уравнений получим значения коэффицентов $\lambda_1, \lambda_2 \ldots \lambda_8$

$$\begin{cases} \Lambda_1 = \frac{T_8+T_7+T_6+T_5+T_4+T_3+T_2+T_1}{8} \\ \Lambda_2 = \frac{-T_8+T_7+T_6-T_5-T_4+T_3+T_2-T_1}{8a} \\ \Lambda_3 = \frac{-T_8-T_7+T_6+T_5-T_4-T_3+T_2+T_1}{8b} \\ \Lambda_4 = \frac{T_8+T_7+T_6+T_5-T_4-T_3-T_2-T_1}{8c} \\ \Lambda_5 = \frac{T_8+T_7+T_6+T_5+T_4+T_3+T_2+T_1}{8ab} \\ \Lambda_6 = \frac{T_8-T_7+T_6-T_5+T_4-T_3+T_2-T_1}{8ac} \\ \Lambda_7 = \frac{-T_8-T_7+T_6+T_5+T_4+T_3-T_2-T_1}{8bc} \\ \Lambda_8 = \frac{T_8-T_7+T_6-T_5-T_4+T_3-T_2+T_1}{8abc} \end{cases} \quad (4)$$

(7) подставляя эти значение в уравнение (2) получим [15]:

T(x, y, z)=

$$\varphi_1(x,y,z) * T_1 + \varphi_2(x,y,z) * T_2 + \varphi_3(x,y,z) * T_3 + \varphi_4 T_4 + \varphi_5(x,y,z) * T_5 + \varphi_6(x,y,z) * T_6 + \varphi_7(x,y,z) * T_7 + \varphi_8(x,y,z) * T_8 \quad ;$$

-a ≤ x ≤a; -b ≤x ≤b; -c ≤ x≤ c;

Здесь φ_i(i= 1, 8) определяются следующим образом:

$$\varphi_1(x,y,z)=\left(\frac{1}{8}-\frac{x}{8a}+\frac{y}{8b}-\frac{z}{8c}-\frac{xy}{8ab}+\frac{xz}{8ac}-\frac{yz}{8bc}+\frac{xyz}{8abc}\right);$$
$$\varphi_2(x,y,z)=\left(\frac{1}{8}+\frac{x}{8a}+\frac{y}{8b}-\frac{z}{8c}+\frac{xy}{8ab}-\frac{xz}{8ac}-\frac{yz}{8bc}-\frac{xyz}{8abc}\right);$$
$$\varphi_3(x,y,z)=\left(\frac{1}{8}+\frac{x}{8a}-\frac{y}{8b}-\frac{z}{8c}-\frac{xy}{8ab}-\frac{xz}{8ac}+\frac{yz}{8bc}+\frac{xyz}{8abc}\right);$$
$$\varphi_4(x,y,z)=\left(\frac{1}{8}-\frac{x}{8a}-\frac{y}{8b}-\frac{z}{8c}+\frac{xy}{8ab}+\frac{xz}{8ac}+\frac{yz}{8bc}-\frac{xyz}{8abc}\right);\quad(5)$$
$$\varphi_5(x,y,z)=\left(\frac{1}{8}-\frac{x}{8a}+\frac{y}{8b}+\frac{z}{8c}-\frac{xy}{8ab}-\frac{xz}{8ac}+\frac{yz}{8bc}-\frac{xyz}{8abc}\right);$$
$$\varphi_6(x,y,z)=\left(\frac{1}{8}+\frac{x}{8a}+\frac{y}{8b}+\frac{z}{8c}+\frac{xy}{8ab}+\frac{xz}{8ac}+\frac{yz}{8bc}+\frac{xyz}{8abc}\right);$$
$$\varphi_7(x,y,z)=\left(\frac{1}{8}+\frac{x}{8a}-\frac{y}{8b}+\frac{z}{8c}-\frac{xy}{8ab}+\frac{xz}{8ac}-\frac{yz}{8bc}-\frac{xyz}{8abc}\right);$$
$$\varphi_8(x,y,z)=\left(\frac{1}{8}-\frac{x}{8a}-\frac{y}{8b}+\frac{z}{8c}+\frac{xy}{8ab}-\frac{xz}{8ac}-\frac{yz}{8bc}+\frac{xyz}{8abc}\right);$$

Здесь $-a \le x \le a$; $-b \le y \le b$; $-c \le z \le c$.

Значение функций $\varphi_i(x, y, z)$ (i=1,8) в угловых точках параллелепипеда определяем так:

$\varphi_1(x_1, y_1, z_1)= 1;\ \varphi_1(x_1, y_1, z_1)= \varphi_1(x_2, y_2, z_2)= \varphi_1(x_3, y_3, z_3)= \varphi_1(x_4, y_4, z_4)= \varphi_1(x_5, y_5, z_5)= \varphi_1(x_6, y_6, z_6)= \varphi_1(x_7, y_7, z_7)= \varphi_1(x_8, y_8, z_8)=0$

$\varphi_2(x_2, y_2, z_2)= 1;\ \varphi_2(x_1, y_1, z_1)= \varphi_2(x_2, y_2, z_2)= \varphi_2(x_3, y_3, z_3)= \varphi_2(x_4, y_4, z_4)= \varphi_2(x_5, y_5, z_5)= \varphi_2(x_6, y_6, z_6)= \varphi_2(x_7, y_7, z_7)= \varphi_2(x_8, y_8, z_8)=0$

$\varphi_3(x_3, y_3, z_3)= 1;\ \varphi_3(x_1, y_1, z_1)= \varphi_3(x_2, y_2, z_2)= \varphi_3(x_3, y_3, z_3)= \varphi_3(x_4, y_4, z_4)= \varphi_3(x_5, y_5, z_5)= \varphi_3(x_6, y_6, z_6)= \varphi_3(x_7, y_7, z_7)= \varphi_3(x_8, y_8, z_8)=0$

$\varphi_4(x_4, y_4, z_4)= 1;\ \varphi_4(x_1, y_1, z_1)= \varphi_4(x_2, y_2, z_2)= \varphi_4(x_3, y_3, z_3)= \varphi_4(x_4, y_4, z_4)= \varphi_4(x_5, y_5, z_5)= \varphi_4(x_6, y_6, z_6)= \varphi_4(x_7, y_7, z_7)= \varphi_4(x_8, y_8, z_8)=0$

$\varphi_5(x_5, y_5, z_5)= 1;\ \varphi_5(x_1, y_1, z_1)= \varphi_5(x_2, y_2, z_2)= \varphi_5(x_3, y_3, z_3)= \varphi_5(x_4, y_4, z_4)= \varphi_5(x_5, y_5, z_5)= \varphi_5(x_6, y_6, z_6)= \varphi_5(x_7, y_7, z_7)= \varphi_5(x_8, y_8, z_8)=0$

$\varphi_6(x_6, y_6, z_6)= 1;\ \varphi_6(x_1, y_1, z_1)= \varphi_6(x_2, y_2, z_2)= \varphi_6(x_3, y_3, z_3)= \varphi_6(x_4, y_4, z_4)= \varphi_6(x_5, y_5, z_5)= \varphi_6(x_6, y_6, z_6)= \varphi_6(x_7, y_7, z_7)= \varphi_6(x_8, y_8, z_8)=0$

$\varphi_7(x_7, y_7, z_7)= 1;\ \varphi_7(x_1, y_1, z_1)= \varphi_7(x_2, y_2, z_2)= \varphi_7(x_3, y_3, z_3)= \varphi_7(x_4, y_4, z_4)= \varphi_7(x_5, y_5, z_5)= \varphi_7(x_6, y_6, z_6)= \varphi_7(x_7, y_7, z_7)= \varphi_7(x_8, y_8, z_8)=0$

$\varphi_8(x_8, y_8, z_8)= 1;\ \varphi_8(x_1, y_1, z_1)= \varphi_8(x_2, y_2, z_2)= \varphi_8(x_3, y_3, z_3)= \varphi_8(x_4, y_4, z_4)= \varphi_8(x_5, y_5, z_5)= \varphi_8(x_6, y_6, z_6)= \varphi_8(x_7, y_7, z_7)= \varphi_8(x_8, y_8, z_8)=0$

Заключение: Результаты данной работы могут быть использованы для определения закона распределения температуры в трехмерных стержнях виде параллелепипеда.

ЛИТЕРАТУРЫ:

[1] Ларри Дж. Сегерлинд. Прикладной конечно-элементный анализ. - Джон Уилли и Сыновья, Inc. Нью-Йорк / Лондон / Сидней / Торонто, 1976.- 392 с.

[2] Carslaw H.S., Jaeger J.C. Теплопроводность в твердых телах. Издательство Оксфордского университета, Лондон, 1986 - 526 с.

[3] Тимошенко С., Гудиер Дж. Н. Теория упругости. МакГроу-Хилл. Книга. Компания. Inc., 1987. - 567 с.

[4] Зенкевич О.С. Метод в инженерных науках. Butterworth-Heinemann. - Оксфорд-Окленд-Бостон-Йоханнесбург-Мельбурн-Нью-Дели, 2000. - 690 с.

[5] Станкевич И.В. Математическое моделирование температурного состояния пространственных стержневых конструкций. Нестационарные и нелинейные задачи. Инженерный журнал: наука и инновации, 2013, вып. 8.

[6] Айнола Л.Я. Вариационные принципы для нестационарных задач теплопроводности. ИФЖ, 1967, тЛ2, № 4, с.465.

[7] Дударев Ю.И., Кашин А.П., Лозбин В.Й., Максимов М.S. Об одном приближенном методе решения задач нестационарной теплопроводности для многослойных систем. ЙФЖ, 1981, т.40, 1 5, с.926-927.

[8] Кирсанов Е.Г., Ройзен Л.И. Нестационарная теплопроводность в слоистых телах. ТВТ, 1989, i.27, Ш I, с.194.

[9] Пшеничников Ю.А. Асимптотическое решение нестационарною уравнения теплопроводности при зависимости коэффициентов переноса от температуры. ИФ1, 1979, т.36, № 6, с.1120.

[10] Гинзгеймер С.А., Гладышев Ю.А. К вопросу об использовании метода Фурье для решения нестационарного уравнения теплопроводности на геометрическом графе //Известия Тульского

государственного университета. Дифференциальные уравнения и прикладные задачи. В.1, Тула, ТулГУ, 2006, - С.76-91.

[11] Дударев Ю.И., Максимов М.З. Метод расчета нестационарного температурного поля энергетических установок летательных аппаратов. Тезисы 3 Всесоюзной научно-технической конференции МАИ (4-6.02.86), Оф 3296, М., 1985, МБ 673/2с, с.165.

[12] Арчаков А.В., Гутенмахер Л.1. О моделировании задач нестационарной теплопроводности с нелинейной мощностью внутренних источников. ИФ1, 1975, т.28, fe 4.

[13] Vasilevskii K. K. Nonstationary Heating of a Conical Rod. Inzhenerno-Fizicheskii Zhurnal, Vol. 11, No. 6, pp. 725-729, 1966

[14] M.D. Greenberg. Foundations of Applied Mathematics, Prentice-Hall Inc.,EnglewoodCliffs,New Jersey, 1978.

[15]M.E. Gurtin. An Introduction to Continuum Mechanics. Academic Press, New York, 1981.

А.А. Ташев, Р.Қ. Қазыхан

Үш өлшемді іс бойынша сызықтық интерполяциялық полиномның құрылысы

Түйіндеме: Жалған аймақтар әдісі - физика мен техникада кездесетін дифференциалдық теңдеулерді шешудің сандық әдісі. Бұл әдістің пайда болуы ғарышты зерттеу мәселелерін шешумен байланысты. Ол алғаш рет Тернер, Клуж, Мартин және Топптың еңбектерінде жарияланды. Бұл жұмыс басқа жұмыстардың пайда болуына ықпал етті; үздіксіз тасымалдаушылардың құрылымдық механикасы мәселелеріне ақырғы элементтер әдісі мысалдары келтірілген бірқатар мақалалар жарық көрді.

Шекті элементтер әдісінің негізгі идеясы: температура, қысым және орын ауыстыру сияқты кез-келген үздіксіз шаманы, соңғы домендердің шектеулі санында анықталған үзіліссіз функциялар жиынтығына құрылған дискретті модель бойынша жуықтауға болады.

Түйін сөздер: ақырлы элемент, сұйықтық, құбыр, қозғалыс, сығылу, майлау, жүйе, діріл, тепе-теңдік, үздіксіз мән, дискретті модель, көлденең қимасы, түйін.

УДК 004.65.004.75

Kerimbay E.T, Uskenbayeva R.K, Bektemyssova G.U.
(International Information Technology University, Almaty, Kazakhstan,
e-mail: kerimbay3@gmail.com, g.bektemisova@edu.iitu.kz)

DEVELOPMENT OF A MODULE FOR REGISTRATION AND SEARCH OF CITIZENS

Abstract. We consider the problem of external and internal immigration of the population of the Republic of Kazakhstan. For this, we are developing an intelligent information system for analyzing immigration data in real time. To date, we have developed a model of the structure of an intelligent system, identified the modules of the system and their purpose, and the basic requirements for the system. This article discusses the development of a module for registration and search for immigration of citizens.

Key words: registration, portal, team feed, mixing, citizen, data processing, personal data

[1] Е.Т.Керимбай, [2]Р.К. Ускенбаева, [3]Г.У. Бектемысова
([1]Международный университет информационных технологий,
Алматы, Республика Казахстан. kerimbay3@gmail.com. g.bektemisova@iitu.kz)

РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ РЕГИСТРАЦИИ И ПОИСКА ГРАЖДАН

Аннотация. Мы рассматриваем проблему внешней и внутренней иммиграции населения Республики Казахстан. Для этого нами разрабатывается интеллектуальная информационная система для анализа данных об иммиграции, в реальном времени. На сегодняшний день нами разработана модель структуры интеллектуальной системы, определены модули системы и их назначения, и основные требования к системе. В данной статье рассматривается разработка модуля регистрации и поиска иммиграции граждан.

Ключевые слова: регистрация, портал, ленте команд, сведение, гражданин, обработка данных, персональные данные.

Введение

Наши аналитические исследования показали что, сегодняшний день получение статистических данных в реальном времени по внешней и внутренней иммиграции по Республике Казахстан является невозможным. По результатам исследования мы выяснили, что данные полученные о иммиграции

населения большинство случаях берутся от разных государственных огранов и иногда могут оказаться в разных форматах, а также в некоторых случаях интегрируются вручню, в связи с этим в полученных статистических данных существует некоторые искажения.

Точная информация о внешней и внутренней иммиграции дают возможность экономического планирования и анализ на спрос рабочих мест и т.п.. Для быстрого реагирования на движения населения у государства в данный момент не имеется единой информационной системы, которое могла бы показать изменение ситуации в реальном времени [1-3]. В связи с этим нами было решено разработать интеллектуальную информационную систему для анализа по иммирации населения Республики Казахстан с использованием «больших данных».

На сегодняшний день нами разработана модель структуры интеллектуальной системы, определены модули системы. Модуль «Ввод сведений о регистрации граждан РК», Модуль «Ввод сведений о снятии с регистрации», Модуль «Ввод сведений о гражданине» и Модуль «Ввод сведений об объекте недвижимости» их назначения и основные требования к системе [4-5]. В данной статье мы будем останавливаться как разрабатывался следующий модуль Системы.

1 Страница «О портале»

Данная страница является статичной рисунок 1, и содержит следующую информацию: «Интеллектуальная информационная система «Единое хранилище данных» предназначена для формирования и ведения в реальном режиме времени данных о регистрации местожительства граждан Республики Казахстан, а также предоставление этих данных заинтересованным государственным органам, учреждениям, физическим и юридическим лицам».

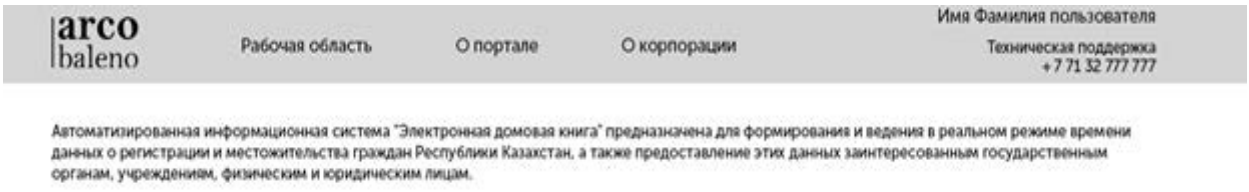


Рис. 1. О портале

2 Страница «О корпорации»

Данная страница должна быть статичной рисунок 2, и содержать следующую информацию: «Государственная корпорация интегрирует все центры обслуживания населения в единую систему. Казахстанские граждане будут получать все государственные услуги в одном месте.

В целях реализации Плана нации 17 ноября 2015 года был принят Закон Республики Казахстан №408-V «О внесении изменений и дополнений в некоторые законодательные акты по вопросам оказания государственных услуг», в соответствии с которым были внесены изменения и дополнения в ряд законодательных актов Республики Казахстан, в том числе в Закон Республики Казахстан «О государственных услугах» в части осуществления деятельности в сфере оказания государственных услуг физическим и (или) юридическим лицам по принципу «одного окна», регистрации залогов движимого имущества, не подлежащего обязательной государственной регистрации физических и юридических лиц, технического обследования зданий, сооружений и (или) их составляющих, ведения государственного земельного кадастра, пенсионного и социального обеспечения Государственной корпорацией».

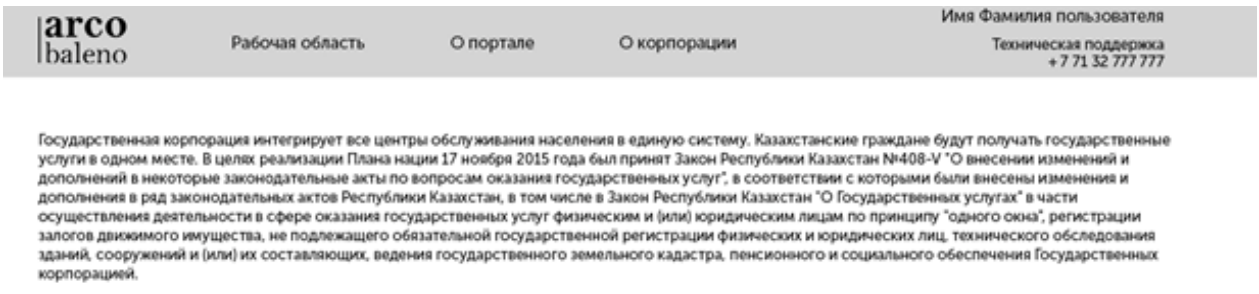


Рис. 2. О корпорации

3 Общие требования к ленте команд рабочей области оператора

Лента команд Рабочей области предназначен для ввода данных о регистрации, об объекте недвижимости, персональные данные и данные о снятии с регистрации гражданина. В пилотном проекте будут рассмотрены граждане Республики Казахстан, которые инициируют процессы постоянной и временной регистрации, либо снятие с регистрации в г. Нур-Султан [6].

Лента команд рабочей области оператора, рисунок 6 – 2 блок, содержит следующие кнопки:

1) «Ввод сведений о регистрации гражданина» – команда должна открывать форму в диалоговом окне для ввода сведений о регистрации.

2) «Ввод сведений о снятии с регистрации» – при наведении на команду должны выпадать четыре дополнительные команды «по заявлению собственника», это описана в пунктах Снятие.

3) «Ввод сведений о гражданине» – по умолчанию команда должна быть заблокирована, если по «ИИН» (далее - индивидуальный идентификационный номер) гражданина при осуществлении поиска, во Вкладке для поиска граждан и объектов недвижимости нет сведений, то команда должна разблокироваться. Данная команда должна открывать окно для ввода персональных данных о гражданине на основе заполненного опросника;

4) «Ввод сведений об объекте недвижимости» – по умолчанию команда должна быть заблокирована, условия при котором данная кнопка должна быть разблокирована описаны подробнее в п. требования к функции «Ввод сведений об ОН».

Требования к поиску

Поиск должен располагаться под Лентой команд. Для удобства просмотра информации поиск должен состоять из двух вкладок для поиска по гражданину и объекту недвижимости:

1) Сведения о гражданине;
2) Сведения об объекте недвижимости.

Поиск по гражданам

Поиск по гражданину должен вестись только по ИИН. По умолчанию снизу поиска должна отображаться Таблица данных, которая должна содержать актуальную информацию о гражданах, над которыми оператор работал (вводил новые данные, изменял старые данные, регистрировал, снимал с регистрации) в последний раз. При этом самые последние (данные о гражданине, над которым оператор работал в последний раз, т.е. вводил новые данные, изменял старые данные, регистрировал, снимал с регистрации) должны идти первыми в данной таблице см. рисунок 3. Описание полей описана в таблице 1. В данной таблице отображаются актуальные данные по уникальному ИИН, т.е. по одному гражданину одна запись.

Таблица 1. **Описание полей Таблиц данных о гражданах**

№	Название столбцов	Возвращаемое значение
1.	Дата и время ввода данных	Дата и время ввода данных
2.	ИИН	ИИН гражданина из Реестр «Физические лица»
3.	Фамилия	Фамилия гражданина из Реестр «Физические лица»
4.	Имя	Соответствие Имени гражданина по ИИН из Реестр «Физические лица»
5.	Отчество	Соответствие Отчества гражданина по ИИН из Реестр «Физические лица»
6.	Дата рождения	Дата рождения гражданина из Реестр «Физические лица»
7.	Мобильный телефон	Контактный телефон гражданина из Реестр «Физические лица»
8.	E-mail.	Указанная почта гражданина из Реестр «Физические лица»

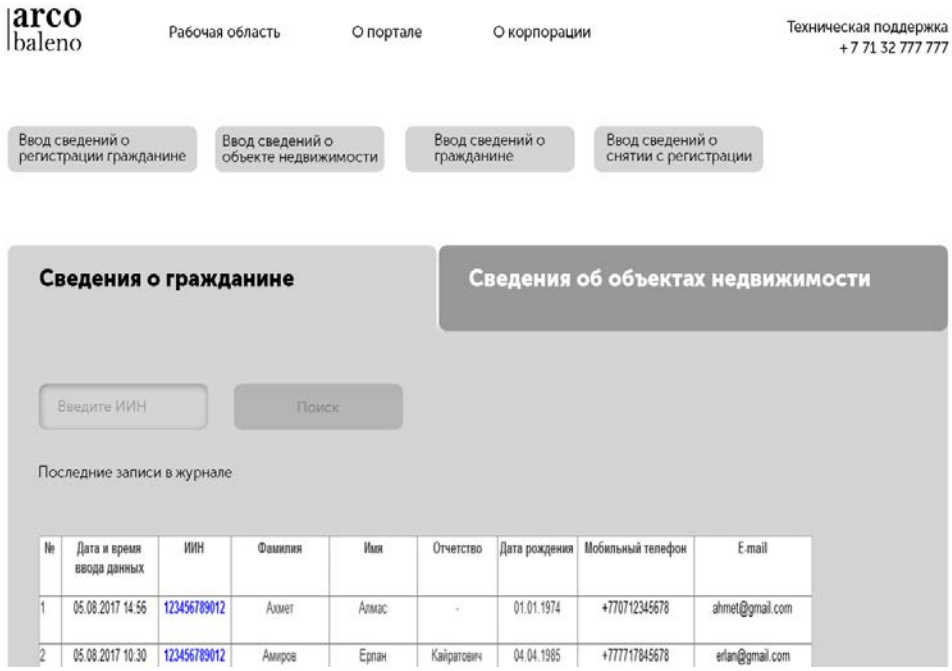


Рис. 1. Поиск по ИИН

При вводе ИИН, должна быть подсказка с уменьшением количества вводимых символов в строке. Подсказка должна быть в виде 12 пробелов, при вводе каждой цифры количество пробелов должно уменьшаться на одно рисунок 4.



Рис. 2. Уменьшение количества вводимых символов

Также Система не должна давать возможность вводить символы, кроме цифр. Оператор должен ввести полный ИИН гражданина и нажать на кнопку «Enter» или на кнопку «Поиск». Если ИИН не введен или количество символов заданного ИИН меньше 12, то система должна ввести следующее сообщение: «ИИН должен состоять из 12 цифр».

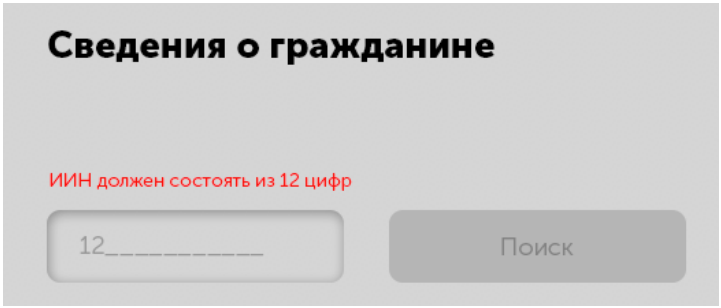


Рис. 3. Сообщение при поиске по ИИН

Система в Таблице данных вместо последних измененных данных должна отобразить результаты поиска рисунок 6.

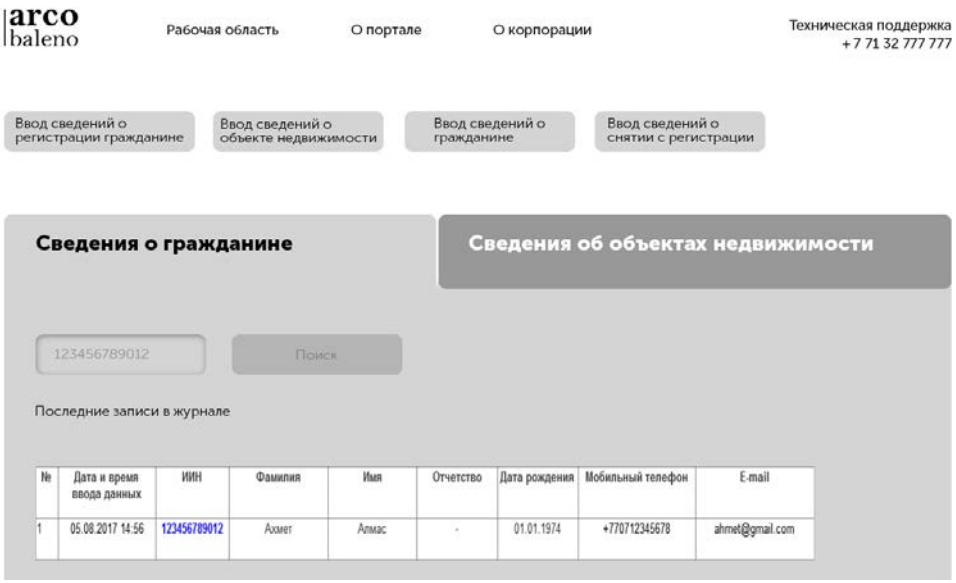


Рис. 4. Результат поиска по ИИН гражданина

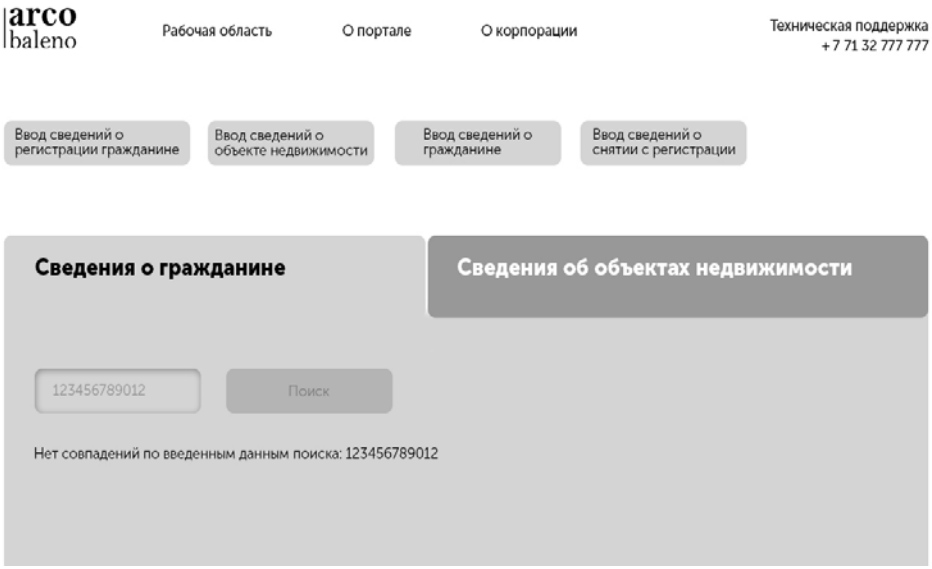


Рис. 5. Результат поиска при отсутствий данных в БД

В случае если по введенному ИИН нет записи в БД, то Система должна выдать «Нет сведений по введенным данным поиска: [значение ИИН введенного при поиске]» и неактивная кнопка «Ввод сведений о гражданине» Ленты команд должна стать активной для ввода сведений о гражданине рисунок 7.

Если Система нашла соответствие по введенному ИИН, то у оператора должна быть возможность по нажатию на строку открыть форму в модальном окне, с данными соответствующего гражданина [7-8].

Просмотр и редактирование по существующему ИИН

Если пользователь нажал на найденный результат (строку), система должна открыть актуальные данные в модальном окне, в режиме просмотра рисунок 8.

Система должна отобразить две вкладки:

1) «Персональные данные» содержит ранее введенную по гражданину информацию в режиме чтения. При повторном обращении гражданина в ЦОН, пользователь может сверить полученные документы и заполненный Опросник, и внести изменения в соответствующие Блоки вкладки рисунок 8.

2) «Сведения о регистрации места жительства» содержит информацию о регистрации гражданина по объектам недвижимости. История о регистрации собирается из введенных данных согласно пункту требования к модулю «Ввод сведений о регистрации граждан РК».

3 Выводы

В этой статье было рассморено разработка модуля системы регистрации и поиска граждан. Этот модуль является одним из важных для разрабатываемой системы, так как для дальнейшей обработки и анализа двнных небходимы полные данные, для определения ведущих признаков в исследовании. В данном модуле описаны «Процесс ввода данных по регистрации гражданина РК», Процесс ввода данных по снятию с регистрации гражданина и Процесс ввода данных по дополнительной информации о собственнике и гражданине. А так же разработаны, требования к профилю пользователя, требования к поиску, требования к модулю «Ввод сведений о регистрации граждан РК.

В дальнейшем будут разработаны модули хранения сведений в Реестрах и в Журналах изменений.

ЛИТЕРАТУРА

[1] А.Жусупова, «https://kursiv.kz/news/obschestvo/2019-02/kazakhstancy-prodolzhayut-pokidat-rodinu-kolichestvo-emigrantov-iz,».

[2] К. Бейсебаев, «https://kursiv.kz/news/obschestvo/2019-02/kazakhstancy-prodolzhayut-pokidat-rodinu-kolichestvo-emigrantov-iz,» 2019.

[3] Е. Токтаров, «https://kursiv.kz/news/tendencii-i-issledovaniya/2018-08/migraciya-kak-ugroza-ekonomicheskoy-bezopasnosti-pochemu,» 2018.

[4] G. Hulten, M. Norgaard. Building Intelligent Systems, Building Intelligent Systems: A Guide to Machine Learning Engineering 1st ed. Edition. 2018.

[5] G. Hulten. Building Intelligent Systems: An Introduction to Machine Learning Engineering. ISBN: 978-1-4842-3933-9, January 2019

[6] Ускенбаева Р.К. Керимбай Е. и др. Актуальность разработки интеллектуальной информационной системы, Вестник КВТУ, 2(53), стр. 99-103, 2020

[7] Uskenbaeva R.K, Bektemyssova G.U., Kerimbay E. etc. Intelligent Analytical Data System, In 13th International Conference on Information Systems and Grid Technologies, pp. 289–294, 2020.

[8] Ускенбаева Р.К. Керимбай Е. и др. Разработка модулей интеллектуально-информационной системы. Сборник XXII республиканской научной конференции студентов и молодых ученых «Научное творчество: научно-исследовательская практика и приоритетные направления», 23 апреля 2020 г. С. 120-125.

Керімбай Е.Т., Өскенбаева Р.Қ., Бектемысова Г.У.

Азаматтарды тіркеу және іздеу модулін дамыту

Түйіндеме. Біз Қазақстан Республикасы халқының сыртқы және ішкі иммиграциясы мәселесін қарастырамыз. Ол үшін біз иммиграциялық деректерді нақты уақыт режимінде талдауға арналған интеллектуалды ақпараттық жүйені әзірлейміз. Бүгінгі күні біз интеллектуалды жүйе құрылымының моделін жасадық, жүйенің модульдерін және олардың мақсаттарын, жүйеге қойылатын негізгі талаптарды анықтадық. Бұл мақалада азаматтардың көші-қонын тіркеу және іздеу модулін әзірлеу туралы айтылады.

Кілт сөздер: тіркеу, портал, командалық лента, араластыру, азамат, мәліметтерді өңдеу, жеке деректер.

УДК 625.42

A. Nurlanbek, A. Toigozhinova, Zh. Kaliyev, K. Doshtaev, A. Nauryzbaeva
(Kazakh Academy of transport and communication named after M. Tynyshpaev,
Almaty, Kazakhstan. E-mail: aika9008@mail.ru)

ALGORITHMS FOR CONTROLLING TRAIN TRAFFIC ON THE METRO LINE

Abstract. Metropolitan is the most convenient and perspective in large cities. The length of the metropolitan of Almaty was 8,6 km in 2011, in 2015 11,34 km. With the increase in the number of passengers, the task of effective organization of train traffic on the metropolitan line is actual. This problem can be solved using control algorithms. The article deals with graph, interval and graph-interval algorithms for controlling train traffic on the metropolitan line. In

the case of a number of faults on metropolitan lines, it's necessary to enter temporary speed limits. To account for the speed limit, centralized control algorithms use the first and second time characteristics of line crossings.

Algorithms for controlling the movement of trains on the metropolitan line are graph-based, interval-based and graph-interval-based. When using graph-based algorithm, the difference between the planned and actual astronomical times of arrival and departure of trains from the station is determined for each train, and control actions are developed to parry these deviations. Interval-based algorithm for controlling train movement on the metropolitan line form the control based on information about the deviation of the specified and actual traffic intervals. Graph-interval-based algorithms for train traffic control implements the advantages of the component algorithms and additionally allows you take into account the time when the platform is unoccupied when choosing a control.

Keywords: automation, control algorithms, metropolitan, first time characteristic, second time characteristic.

А.Д. Нұрланбек, А.Ж. Тойгожинова, Ж.Ж. Калиев, К.Ж. Доштаев, А.И. Наурызбаева
(Казахская академия транспорта и коммуникаций имени М.Тынышпаева,
г. Алматы, Казахстан. E-mail: aika9008@mail.ru)

АЛГОРИТМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ПОЕЗДОВ НА ЛИНИИ МЕТРОПОЛИТЕНА

Аннотация. Метрополитен является наиболее удобным и перспективным транспортом больших городов. С увеличением количества пассажиров является актуальной задача эффективной организации движения поездов на линии метрополитена. Данную задачу можно решить с помощью алгоритмов управления. В статье рассмотрены графиковые, интервальные, графико-интервальные алгоритмы управления движением поездов на линии метрополитена. В случае ряда неисправностей на линиях метрополитена возникает необходимость ввода временных ограничений скорости. Для учета ограничения скорости в алгоритмах централизованного управления используются первые и вторые временные характеристики перегонов линии.

Ключевые слова: автоматизация, алгоритмы управления, метрополитен, первая временная характеристика, вторая временная характеристика.

Метрополитены быстро развиваются по всему миру благодаря своей высокой надежностью и большой пропускной способности. В 2011 году протяженность метрополитена города Алматы составляла 8,6 км, в 2015 году 11,34 км. Несмотря на то, что метро является одним из самых энергоэффективных транспортных средств, эксплуатационный пробег и большой объем движения делают общее энергопотребление метрополитенов значительным [4]. Весь метрополитен, с точки зрения организации движения, подразделяется на самостоятельные линии. Линия- это совокупность станций, в том числе и с путевым развитием, соединенных главными путями, по которым может осуществляться пассажирское движение между пунктами оборота на конечных станциях без высадки пассажиров и перехода на неглавные станционные пути; в пунктах оборота осуществляет переход поездов с одного главного пути на другой. В таблице 1 представлены характеристики метрополитена города Алматы.

Таблица 1. **Характеристики метрополитена г. Алматы**

Тара моторного вагона с кабиной машиниста	36 т.
Тара промежуточного моторного вагона	35,2 т.
Максимальная эксплуатационная скорость	Не менее 80км/час
Ускорение при повышении скорости	1,1 м/с^2
Замедление при аварийном торможении	1,3 м/с^2
Тип тормоза	Дисковый фрикционный
Основной тормоз	Реостатно-рекуперативная
Тип тягового электродвигателя	Асинхронный двигатель с коротко-замкнутым ротором, 3 фазный, четырёх-полюсный
Длительная мощность	120 кВТ, 550 В, 156 А, 2060 об/мин
Часовая мощность	140 кВТ, 550 В, 182 А, 2055 об/мин

Системы автоматического управления поездом (САУ П) предназначены для автоматизации процесса управления ведением поезда, включая пуск и разгон, выбор режима ведения на перегонах, торможение у платформ, с целью повышения точности выполнения графика движения поездов

метрополитена. САУ П являются составной частью комплексной автоматизированной системы управления движением поездов (АСУ ДП) и взаимосвязаны с системами обеспечения безопасности движения (СОБД) и устройствами внутренней поездной автоматики.

Для оценки качества и эффективности управления САУ П используют следующие показатели:

максимальное отклонение от графика движения

$$max\Delta T = max\left|t_j^{г}[n] - t_j^{ф}[n]\right| \quad (1)$$

где $t_j^{г}[n]$- время движения по графику *n*-го поезда в *j*-й контрольной точке; $t_j^{ф}[n]$- фактическое время движения *n*-го поезда в *j*-й контрольной точке.

среднее отклонение от графика движения:

$$\Delta\bar{T} = \frac{1}{Mk}\sum_{n=1}^{M}\sum_{j=1}^{k}\Delta T_j[n] \quad (2)$$

где $\Delta T_j[n]$- отклонение от графика *n*-го поезда в *j*-й контрольной точке; *k*- число контрольных точек, в которых производится сравнение фактического времени хода с программным графиком; *M*- число поездов.

среднее квадратичное отклонение от графика движения поездов

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{Mk}\sum_{n=1}^{M}\sum_{j=1}^{k}\left(\Delta T_j[n] - \Delta\bar{T}\right)^2} \quad (3)$$

Важным показателем эффективности внедрения САУ П является экономия электроэнергии. Системы автоматического управления движением поездов делятся на одноконтурные и двухконтурные [2].

Алгоритмы управления движением поездов на линии метрополитена бывают графиковые, интервальные, графико-интервальные (рисунок 1).

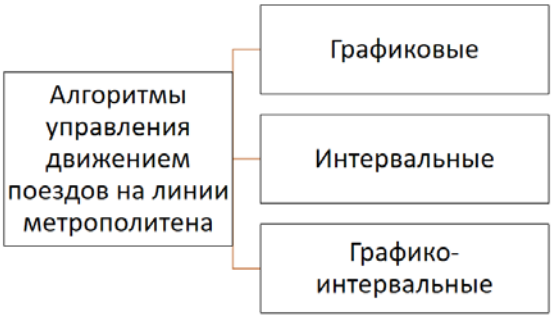


Рис. 1. Классификация алгоритмов управления движением поездов

При использовании графиковых алгоритмов определяется для каждого поезда разность плановых и фактических астрономических времен прибытия и отправления поездов со станции и вырабатываются управляющие воздействия, парирующие эти отклонения. Возможны различные варианты построения графиковых алгоритмов: с использованием ресурсов времени хода по перегону и стоянки при первоочередности первого вида ресурса, при первоочередности второго вида ресурса, с использованием ресурсов времени хода и неизменной длительности стоянки. Достоинством графиковых алгоритмов является организация движения по предварительно составленному графику, на основании которого планируется работа различных служб метрополитена. Их недостатком является трудности управление движением поездов при больших сбоях [1,5].

Интервальные алгоритмы управления движением поездом на линии метрополитена формируют управление на основе информации об отклонении заданных и фактических интервалов движения. Интервальные алгоритмы делятся на алгоритмы с первоочередным использованием ресурса длительности стоянки, с неизменной длительностью стоянки, с первоочередным использованием ресурса хода. К недостатку интервальных алгоритмов относится отсутствие привязки формируемого

графика движения к астрономическому времени, что затрудняет планирование работы ряда служб метрополитена.

Графико-интервальные алгоритмы управления движением поездов реализует достоинства составляющих алгоритмов и дополнительно позволяет учитывать время незанятости платформы при выборе управления.

В общем случае:

$$\Delta T_{cj}^{y}[n] = L_1\{\Delta T_{nj}[n], \Delta T_{cj}^{y}[n-1], \Delta T_{cj}^{y}[n-2], \ldots, \Delta T_{cj}^{y}[n-m]\} \quad (4)$$

$$\Delta T_{xj}^{y}[n] = L_2\{\Delta T_{uoj}[n], \Delta T_{xj}^{y}[n-1], \Delta T_{xj}^{y}[n-2], \ldots, \Delta T_{xj}^{y}[n-1]\} \quad (5)$$

где L_1 и L_2 - операторы, m и l – число впереди идущих поездов, учитываемых при формировании управлений изменения длительностей стоянок и времен хода; $\Delta T_{cj}^{y}[n]$ – задание на изменение длительности стоянки; $\Delta T_{unj}[n] = T_{unj}^{\phi}[n] - T_{unj}^{r}[n]$ – отклонение длительности интервала по прибытию n-го поезда на j-ю станцию; $\Delta T_{uoj}[n] = T_{uoj}^{\phi}[n] - T_{uoj}^{r}[n]$ –отклонение интервала по отправлению n-го поезда с j-й станции; $T_{unj}^{\phi}[n]$, $T_{unj}^{r}[n]$, $T_{uoj}^{\phi}[n]$, $T_{uoj}^{r}[n]$- фактические и графиковые интервалы по прибытию и отправлению n-го поезда на j-й станции.

Пропускная способность является одной из важнейших характеристик метрополитена. Пропускная способность линии метрополитена по условиям безопасности обычно определяется подходом к лимитирующей станции. Основной оценкой пропускной способности является минимальный интервал между уходящим со станции и прибывающим поездами. Выражение для определения интервала между этими поездами имеет вид [2]:

$$T_{и} = T_2(S = l_{сост}) - T_1(S = 0) + T_{ст} \quad (6)$$

где $T_2(S = l_{сост})$ – момент остановки второго прибывающего поезда у рейки станции; $T_1(S = 0)$ – момент отправления первого уходящего со станции поезда; $T_{ст}$ – длительность стоянки поезда на станции; S- координата пути; $l_{сост}$ – длина состава. Величина $T_{имin}$ определяется алгоритмом работы системы обеспечения безопасности движения.

В случае ряда неисправностей на линиях метрополитена возникает необходимость ввода временных ограничений скорости. Для учета ограничения скорости в алгоритмах централизованного управления используются первые и вторые временные характеристики перегонов линии.

Первой временной характеристикой перегона называется зависимость:

$$T_{uoj}^{min}[n+1] = f\{T_{xj}[n], T_{c(j+1)}[n]\} \quad (7)$$

Первая временная характеристика позволяет рационально выбирать параметры планового графика движения поездов (рисунок 2).

Вторая временной характеристикой перегона называется зависимость [6]:

$$T_{uoj}^{min}[n+1] = \varphi\{V_{допj}[n], T_{c(j+1)}[n]\} \quad (8)$$

где $V_{допj}$ – допустимая скорость движения по j-му перегону.

Модели объектов управления можно разделить на два класса: физические и математические. Под математической моделью объекта управления понимается система уравнения в виде алгебраических или дифференциальных уравнений, неравенств, логических условий, операторов и т.д., отражающих сущность явлений, протекающих в объекте, которые с помощью определенного алгоритма позволяют прогнозировать поведение вектора состояния объекта $\overline{x}$ при изменении входных неуправляемых $\overline{Y}$ и управляющих $\overline{U}$ переменных. Как следует из этого определения, важнейшим свойством математической модели является ее содержательность, т.е. способность отражать наиболее существенные стороны изучаемого объекта. При математическом моделировании

объектов управления составляют математическую модель, находят ее решения и проверяют адекватность модели изучаемому процессу [7]. Основой для реализации различных систем в составе автоматизированной системе управления движением поездов метрополитена (АСУ ДПМ) являются математические модели систем линии метрополитена.

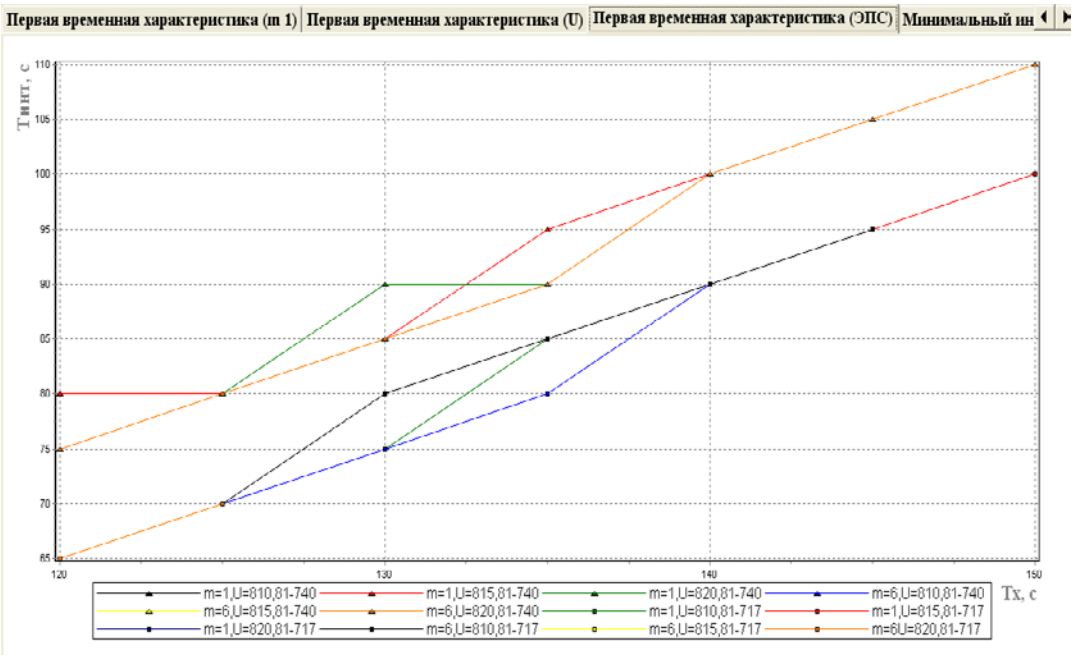


Рис. 2. Пример первой временной характеристики

Алгоритм моделирования движения электроподвижного состава с асинхронным тяговым двигателем в режиме следящего рекуперативно-реостатного торможения отличается от других алгоритмов, что расходуемой является механическая мощность, а полезной – электрическая мощность для текущей скорости с учетом перехода на электропневматическое торможение при снижении скорости до заданного уровня [8].

Вывод. Алгоритм, использующий первые и вторые временные характеристики, является эффективным алгоритмом и может применяться в системах централизованного управления при введении скоростных ограничений на всем перегоне линии метрополитена.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Баранов Л.А., Балакина Е.П., Воробьева Л.Н. Алгоритмы для поездов метрополитена. - М.: Мир транспорта, 2007 г., 104- 113 с.

[2] Баранов Л.А., Головичер Я.М., Ерофеев Е.В., Максимов В.М. Микропроцессорные системы автоведения электроподвижного состава. -М.: Транспорт, 1990,- 272 с.

[3] P. Vorobiev, L.Baranov, E. Balakina, L. Loginova. Automatic Train Control Algorithms with Regulation Restrictions Adaptive to System State Changes. International Journal of Engineering Research & Science, 2016. Vol 2. p. 85-96.

[4] Yuhe Zhou, Yun Bai, Jiajie Li, Baohua Mao, Tang Li. Integrated Optimization on Train Control and Timetable to Minimize Net Energy Consumption of Metro Lines. Journal of Advanced Transportation, 2018. 1-19 p.

[5] Зивер А.С., Воробьева Л.Н. Система централизованного управления движением поездов линии метрополитена при введении скоростных ограничений. Девятая научно-практическая конференция «Безопасность движения поездов». - М.: МИИТ, 2008. – 41 с.

[6] Никишенко Ю.А., Воробьева Л.Н. Временные характеристики перегонов Московского метрополитена. Всероссийская научно-практическая конференция «Неделя науки - 2007» М.: МИИТ, 2007. – 30 с.

[7] Адамбаев М.Д. Теория автоматического управления. Методы идентификации промышленных объектов управления. Учебное пособие. - Алматы: КазНТУ, 2004 г., 180 с.

[8] Мелешин И., Калиев Ж.Ж., Шабданов Д.Т. Модули и алгоритмы автоведения. М.: Мир транспорта, 2010. – 138-144 с.

Метрополитен жолындағы поездар қозғалысын басқару алгоритмдері

Түйіндеме. Метрополитен үлкен қалалардың ең ыңғайлы да перспективті көлік түрі болып саналады. Жолаушылар санының күн сайын ұлғаюы метрополитен жолындағы поездар қозғалысын тиімді ұйымдастыруын өзекті етеді. Берілген тапсырманы басқару алгоритмдері көмегімен шешуге болады. Мақалада метрополитен жолындағы поездар қозғалысын басқаруға арналған графиктік, интервалды, графиктік-интервалды алгоритмдер қарастырылды. Метрополитен жолындағы біршама ақаулықтар пайда болғанда жылдамдықтың уақытша шектеуліктерін енгізу қажеттілігі туындайды. Орталықтандырылған басқару алгоритмдеріндегі жылдамдықтар шектеулерін тіркеу мақсатында желі аралықтарының бірінші және екінші уақытша сипаттамалары қолданылады.

Түйін сөздер: автоматтандыру, басқару алгоритмдері, метрополитен, бірінші уақытша сипаттама, екінші уақытша сипаттама.

МРНТИ 06.81.23 (14.25.07)

A. Savchenko, Zh.Omirbekova
(Creative Team LLP, Kazakhstan
Corresponding author's e-mail: zhanomir@gmail.com)

DEVELOPMENT OF AN ADAPTIVE ALGORITHM USING AN EXPERT MODEL TO ADAPT THE MATERIAL TO THE USER'S KNOWLEDGE

Abstract: This article is devoted to the development of an adaptive learning algorithm and consists of four parts. The introduction is devoted to the problem of forced distance learning. The second part describes the custom modeling technique. The third part describes the role of the user model in intelligent learning systems. The basic machine learning methods are presented and can be applied to analyze patterns in these patterns, and these patterns can later be integrated with a custom model. The fourth part examines the adaptive learning system and its expert assessment, as well as approaches to applying the model.

The relevance of the problem under consideration in the context of the massive use of digital technologies is becoming an important tool for expanding access to educational resources. Trends in adaptive education systems will help transform the education system by helping students learn more effectively.

Key words: adaptive learning, work algorithms, learning efficiency, general education, assessment, fuzzy logic

The work was supported by the program-targeted funding projects of the Ministry of Education and Scienceof Republic of Kazakhstan BR05236699

А.С. Савченко[1], Ж.Ж. Омирбекова[2,3]
([1]Creative Team LLP, Нур-Султан, Казахстан
[2]Satbayev University, Алматы, Казахстан email: zh.omirbekova@satbayev.university)

РАЗРАБОТКА АДАПТИВНОГО АЛГОРИТМА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭКСПЕРТНОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ АДАПТАЦИИ МАТЕРИАЛА К ЗНАНИЯМ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

Аннотация: Данная статья посвящена разработке адаптивного алгоритма обучения и состоит четырех частей. Введение посвящена проблеме вынужденного дистанционного обучения. Во второй части описывается методика пользовательского моделирования. В третей части приведена роль модели пользователя в интеллектуальных системах обучения. Приведены основные методы машинного обучения можно применять для анализа закономерности в этих паттернах, и эти закономерности позже могут быть интегрированы с пользовательской моделью. В четвертой части рассматриваются система адаптивного обучения и ее экспертная оценка, также подходы применения модели.

Актуальность рассматриваемой проблемы в условиях массового использования цифровых технологии становятся важным инструментом для расширения доступа к образовательным ресурсам. Тенденции адаптивных образовательных систем помогут трансформировать систему образования, помогая ученикам учиться более эффективно.

Ключевые слова: адаптивное обучение, алгоритмы работы, эффективность обучения, общее образование, оценка, нечетка логика

Введение

За время (особенно в период с марта по июнь 2020 года) пандемии коронавируса SARS-CoV-2 (Covid-19) ускорило развитие электронного обучения и внедрение информационных технологий и онлайн-инструментов ИТ. для образовательных процессов с целью продолжения обучения, которое из-за пандемии не проводится в школах и университетах и было заменено дистанционной формой, осуществляемой через Интернет в режиме онлайн, в формуле видеоконференций и платформ электронного обучения. Продолжающийся технический прогресс может также привести к внедрению технологий Индустрии 4.0, включая технологии машинного обучения и искусственного интеллекта, в конкретные элементы реализуемых образовательных процессов, например в форме электронного обучения в будущем. К сожалению, многие школы и колледжи, университеты были готовы не полной мере на первых этапах были использованы социальные сети, мессенджеры для проведения занятий, также используют следующие приложения: MsTeams, ZOOM, Webex Cisco. В ситуации, когда школы не могут проводить традиционные очные занятия, онлайн-курсы электронного обучения могут идеально заменить традиционные занятия. Однако далеко не все виды дидактической деятельности могут быть полностью реализованы дистанционно, учитывая выполнение конкретных дидактических и познавательных целей, а также совершенствование навыков. Однако в предыдущие годы только некоторые занятия и только в некоторых школах и университетах проводились удаленно в рамках электронного обучения онлайн. Однако из-за нынешней пандемии электронное обучение распространилось и стало стандартом во многих странах. До сих пор электронное обучение обычно не использовалось для замены всего учебного процесса в школах и университетах. Только текущая пандемия коронавируса SARS-CoV-2 привела к тому, что по причинам антипандемической безопасности ограничила масштабы и темпы развития эпидемии, классное обучение в школах и университетах было приостановлено и заменено электронным обучением во многих странах. страны. Из-за приостановки аудиторных занятий в школах и университетах занятия проводятся удаленно, через различные новые Интернет-СМИ, через определенные формы электронного обучения. При проведении дидактического процесса посредством электронного обучения обычно использовались существующие до сих пор ИТ-решения и Интернет-платформы, а также были запущены новые дополнительные инструменты, например сервисы обмена мгновенными сообщениями для проведения онлайн-занятий в режиме реального времени. Однако зачастую эти системы не подготовлены к реализации всего учебного процесса, т.е., включая тесты и экзамены. Кроме того, некоторые предметы до сих пор заканчивались устными экзаменами, которые теперь можно проводить удаленно с помощью обмена мгновенными сообщениями (с включенными микрофоном и веб-камерой) в реальном времени. К сожалению, это не та форма сдачи экзамена, которая традиционно проводилась в университетах. Помимо этого, также проводятся письменные экзамены, даже если они проводятся через определенные платформы электронного обучения в режиме реального времени, но нет полного контроля студентов и студентов, чтобы оценить, решают ли они задачи самостоятельно во время их решения и завершение теста. В связи с текущей пандемией коронавируса SARS-CoV-2 удаленная форма обучения, которая сейчас широко распространена во многих странах, теперь используется в качестве временной замены. Интернет-классы или занятия в мессенджерах во многих отношениях не являются хорошим решением в долгосрочной перспективе, потому что только некоторые типы дидактических занятий и некоторые предметы можно было преподавать в основном или исключительно дистанционно. Электронная форма дидактических классов может играть дополнительную роль по сравнению с традиционными стационарными дидактическими классами в школах.

Вместо того, чтобы предлагать единый пакет обучения для одного курса, создатели и поставщики образовательного контента могут адаптировать пакеты обучения к различным потребностям. Быстрая оценка, которую может выполнить любой учитель или наставник, должен определить стили обучения, присутствующие в любой конкретной траектории курса и классе.

Имея под рукой эту информацию, учителя могут использовать программное обеспечение для управления образованием, чтобы реализовать ряд вариантов для различных стилей обучения в каждом классе. Ученикам может быть предоставлен ряд вариантов, от традиционного обучения под руководством инструктора до взаимодействия с видео, викторинами, упражнениями, учебными сессиями и программными программами на планшете, телефоне или компьютере.

Несмотря на опасения по поводу стоимости, при наличии необходимых ресурсов создание ряда учебных программ не требует больших затрат, чем подготовка традиционных материалов и форм обучения. Учителям также не нужно беспокоиться об адаптивном обучении, которое возьмет на себя

основные элементы курсе. На рисунке 1 представлена вариативность адаптивного обучения. Вместо этого адаптивные элементы могут быть факультативными, или сначала может быть проведено базовое обучение, после чего следует период урока, когда разные учащиеся подходят к учебе разными способами, в зависимости от того, что им нужно и как они учатся.

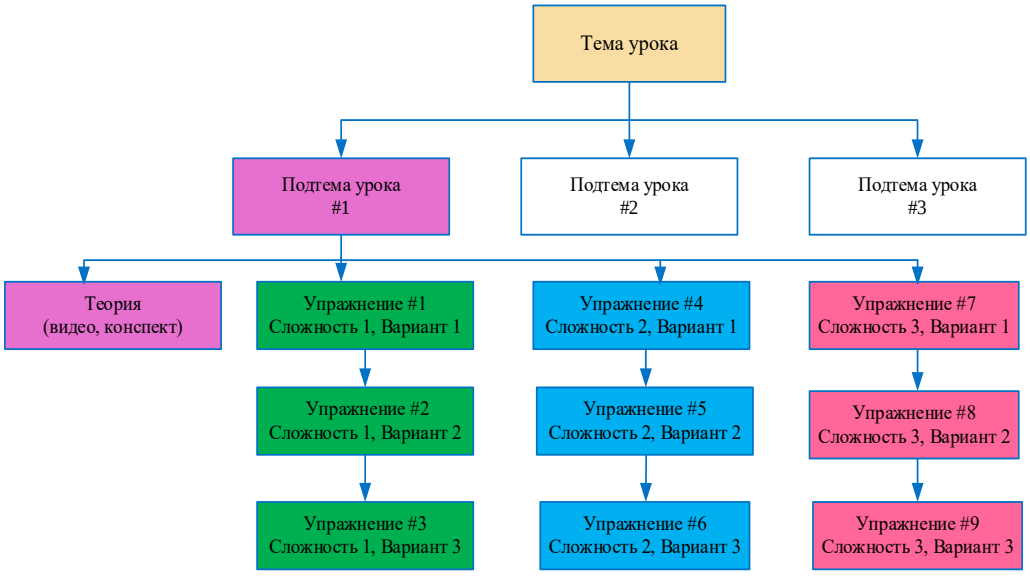


Рис. 1. Дифференциация и вариативность

Однако следует отметить, что адаптивное обучение не всегда может быть легко связано с каждым курсом, дисциплиной и предметной областью. Педагоги всегда должны выносить суждения, частично учитывая потребности и стиль студентов, которых они ожидают от нового набора, а также требования курса и ожидаемые результаты обучения.

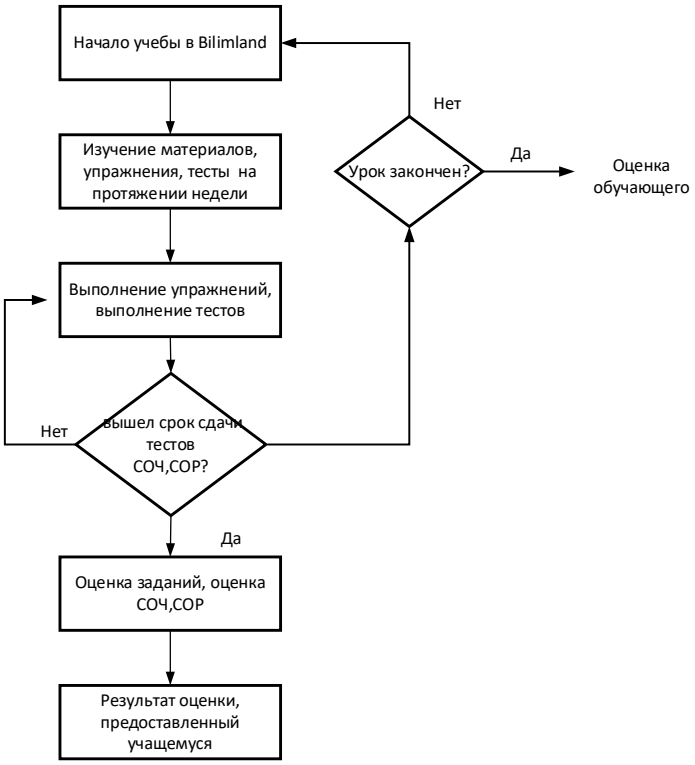


Рис. 2. Процесс online обучения

Материал online курса состоит из уроков видео, упражнений, заданий. и т.д., которые делятся еженедельно (как правило). В начале недели все учебный материал на текущую неделю открывается для учащегося. Часы ученика видео занятий, упражнений, обсуждение в дискуссионном форуме выполнять задания и т. д., по истечении крайнего срока задания учащихся проходят процедуру оценки. Процедура оценки — это в основном экспертная оценка. Такую же процедуру повторяют в течение следующей недели до окончания курса обучения.

Система адаптивного обучения

Для эффективного освоения online курса, необходимо чтобы система имела возможность выдавать рекомендации, подсказки, отзывы, и обратную связь, также выдавать рекомендации по выполнению некоторых задач на основе его / ее обучения.

Чтобы добиться такой адаптации, система должна понимать уровни понимания и знаний

Решения по алгоритму адаптации, которые основаны на различных характеристиках пользователей, взаимодействующих с системой [1]. Данные характеристики вместе создают модель пользователя в системе. Они включают интересы пользователя, индивидуальные особенности пользователя, его эффективность и т. д. Используя все данные о пользователе, система должна построить модель учащегося (модель пользователя), которая представляет конкретного учащегося в системе. Приведенная модель должна обновляться в процессе взаимодействия между учащимся и системой.

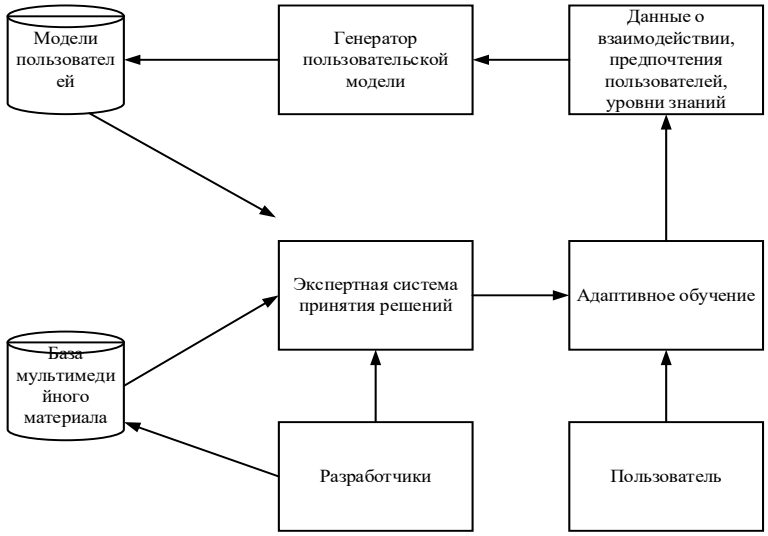


Рис. 3. Компоненты адаптивной системы

Представление знаний также называется представлением домена. Приспособление во многом зависит от как знания предметной области представлены в система ". Представление знаний зависит от модели учащегося. т.е. у каждого метода моделирования учащегося может быть свой способ представления знание. также дает математическая формулировка представления предметной области (знаний), которое используется для построения адаптивной системы.

Адаптивные системы хранят два типа информации, относящейся к каждому пользователю, а именно профиль пользователя/профиль учащегося и модель пользователя/модель учащегося. Эти два термина, по-видимому, одинаковы, но на практике оба существенно отличаются. [6] Разница в количестве информации, которой они обладают. Профиль пользователя обычно содержит личную информацию о пользователе. Личная информация содержит предпочтения, стиль обучения, интеллектуальные способности на основе экспертной оценки. Модель пользователя [11] напрямую связана со свойством адаптации в адаптивной системе обучения. Адаптация достигается с помощью трехэтапного процесса:

1. Сбор информации о пользователе;
2. Обработка информации для создания или обновления пользовательской модели;
3. Обеспечение адаптации с использованием пользовательской модели, обученного на основе интеллектуальной системы.

Роль модели пользователя в интеллектуальных системах обучения (ИСО)

Интеллектуальная система обучения, обычно представленная четырьмя компонентами, а именно:

1. Студенческий модуль,
2. Репетиторский модуль,
3. Экспертный модуль,
4. Интерфейсный модуль.

Из этих четырех компонентов первые три состоят из модели пользователя определенного типа. Модуль является наиболее важным компонентом для обеспечения адаптивной обратной связи. Модуль состоит из измерения знаний пользователя о материале, его предпочтений и характеристик. Модуль обучения представляет правила, которые дает адаптивная система человека-наставника, как восприятие [1]. Модуль обучения имеет следующие функции в ИСО.

– Представление предметных знаний.
– Диагностика знаний пользователя.
– Прогнозирование будущих действий.
– Развитие знаний

Целью пользовательской модели является развитие знаний пользователя. Развитие знаний осуществляется в четыре этапа, а именно: чему учить, как обучать и выполнять обучающие действия

Чему учить: для достижения этой цели обучающий модуль берет текущий уровень знаний о пользователе из студенческого модуля. С участием с помощью уровня знаний обучающий модуль может определить последовательность изучения предметной области для конкретного пользователя. Последовательность обучения состоит из различных задач и связанных модулей знаний, содержащих концепции, упражнения, тесты и т. д. Эта обучающая последовательность помогает пользователю найти правильный и эффективный путь в соответствии с его знаниями о предметной области. Эта обучающая последовательность может быть двух типов, а именно: последовательность низкого уровня и последовательность высокого уровня. Последовательность на низком уровне зависит только от модели пользователя, тогда как последовательность на высоком уровне зависит от знания предметной области наряду с моделью пользователя.

Как преподавать: для достижения этой цели модель ученика определяет стиль обучения и предпочтения в модуле обучения. С помощью данной информации, модуль обучения изменяет такие задачи, как уровень объяснения, типы примеров и т. д.

Осуществление обучающих действий: эта цель также выполняется после переноса знаний от модели студента к модулю обучения. В на этом этапе обучающий алгоритм может изменять некоторые обучающие действия в соответствии с моделью пользователя.

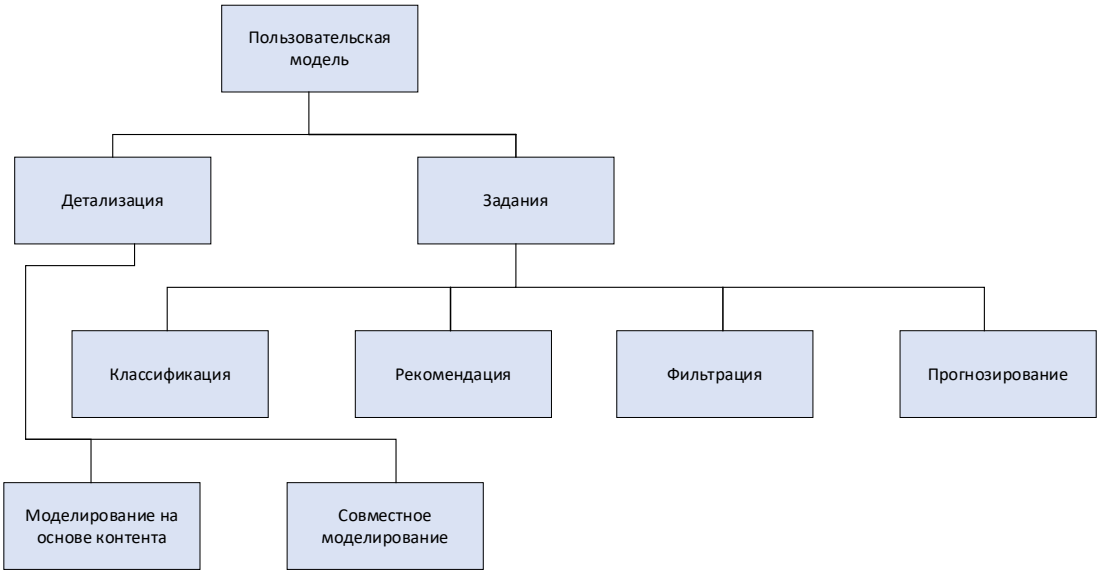


Рис. 4. Классификация пользовательских моделей

Методика пользовательского моделирования

Типичная адаптивная система делится на две части: серверную и клиентскую [1]. Серверная часть отвечает за создание модели пользователя на основе взаимодействия с пользователем и другой информации, хранящейся в системе, например, предпочтения пользователей. «Механизм принятия решений и персонализации» берет информацию из пользовательской модели и принимает решение об адаптации. Модуль генерации ПМ (пользовательской модели) отвечает за создание пользовательской модели из системы [3]. На рисунке 2 представлены различные компоненты адаптивной системы.

Основное внимание в обзоре литературы уделяется выявлению различных используемых методов ранее для моделирования пользователей. Ниже приведены некоторые типы пользовательского моделирования методы в адаптивных системах.

В большинстве методов моделирования пользователей, измерение уровня знаний пользователя может быть выполнено эффективно, но они упускают предположения о предпочтениях взаимодействия или модели поведения пользователь. Пользователь всегда оставляет какой-то шаблон при взаимодействии с гипермедийной системой. Методы машинного обучения можно применять для анализа закономерности в этих паттернах, и эти закономерности позже могут быть интегрированы с пользовательской моделью [9]. Такая система постепенно становится более эффективной по мере того, как он изучает интересы, привычки и предпочтения пользователей [12]. Машинное обучение используется для построения моделей пользователей, ориентированных на поведение. Различные усилия заставлены использовать методы машинного обучения для создания пользовательских моделей, которые можно используется в обучении, например [12] представляет уникальную технику моделирования, называемую функцией метод моделирования на основе, который может быть использован при обучении в обучающих системах.

Различные другие сложные методы, в которых используются концепции машинного обучения, также используемые в адаптивных системах, например [13] попытки использовать граф основанная обработке заранее определенных знаний и наблюдений в предметной области и выявлять некоторые конкретные закономерности. Также видно, что машинное обучение может использоваться для классификации пользователей [2] и распознавания планов.

Ограничением машинного обучения является потребность в большом количестве данных [12], например, потоки кликов и журналы поиска и т. д. Цель этого исследования – сделать интегрированную систему для адаптации bilimland, где этот тип набора данных будет доступен. В системе есть профиль пользователя и некоторые предположения знаний пользователя.

Ограничения традиционного подхода машинного обучения к пользовательскому моделированию можно преодолеть с помощью методов мягких вычислений. Нечеткая логика пример техники мягких вычислений, направленной на улавливание неоднозначности присутствует в реальной информации [1]. [4] дает введение в нечеткую логику. Нечеткая логика используется в большом количестве приложений, например [4] Наблюдается что нечеткая логика используется в системе рекомендаций для рекомендации продуктов на сайтах электронной коммерции. Пользовательское моделирование на основе нечеткой логики обычно моделирует стереотип, характеризующий пользователей, с помощью функций принадлежности и рекомендация достигается с помощью нечеткого оператора “AND”. Также отмечается что нечеткая логика также может использоваться для фильтрации задач [5]. Методы машинного обучения предназначены для создания правил и выводов из доступных данные.

Система не может обучаться, применяя только нечеткую логику. Нечеткая логика вместе с машинное обучение следует использовать, если системе необходимо узнать о пользовательских поведениях.

Результатами моделирования адаптивного обучения — это выявленный основной метод, который сосредоточен на измерении знания учащегося для конкретного концептуального модуля с корректировкой уровней сложности. Знания учащегося может быть представлен четырьмя кортежами для конкретного концептуального модуля, заданного множества как:

$$(D_{un}, D_{uk}, D_k, D_l) \quad (1)$$

Подробная информация по четырем параметрам представлена на таблице 1

Таблица 1. **Описание массива оценивания обучающего**

№	Наименование массива	Описание
1.	D_{un}	Незнание - уровень знаний, связанный с каждой концепцией модуля от 0% до 60%
2.	D_{uk}	Удовлетворительный- уровень знаний от 55% до 75%
3.	D_k	Знание - уровень знаний от 70% до 90%
4.	D_l	Изученный - уровень знаний от 85% до 100%

Эти четыре параметра в основном представляют собой четыре обучающего набора, основанные на уровне знаний для конкретной концепции. Пусть уровень знаний для данного понятие x.

$$\mu D_{un}(x)=\begin{cases}1, & x\le 55\\ 1-\frac{x-55}{5}, & 55<x<60\\ 0, & x\ge 60\end{cases}$$

$$\mu D_{uk}(x)=\begin{cases}\frac{x-55}{5}, & 55<x<60\\ 1, & 60\le x\le 70\\ 1-\frac{x-70}{5}, & 70\le x\le 75\\ 0, & x<55\end{cases}$$

$$\mu D_k(x)=\begin{cases}\frac{x-70}{5}, & 70<x<75\\ 1, & 75\le x\le 85\\ 1-\frac{x-85}{5}, & 85\le x\le 90\\ 0, & x\le 70\end{cases} \qquad (2)$$

$$\mu D_k(x)=\begin{cases}\frac{x-70}{5}, & 70<x<75\\ 1, & 75\le x\le 85\\ 1-\frac{x-85}{5}, & 85\le x\le 90\\ 0, & x\le 70\end{cases}$$

$$\mu D_L(x)=\begin{cases}\frac{x-85}{5}, & 85<x<90\\ 1, & 90\le x\le 100\\ 0, & x\le 85\\ 0 & \end{cases}$$

В качестве результате рассмотрим пример: если уровень знаний учащегося x рассчитывается как 89% для определенного модуля, разработанный с помощью адаптивного обучения, то значения всех четырех массивов задаются следующим образом:

$$(\mu D_{Un};\ \mu D_{UK};\ \mu D_K;\ \mu D_L) = (0;\ 0;\ 0{:}2;\ 0{:}8)$$

Вышеприведенное уравнение означает, что конкретная цель составляет 20%. известны и 80% изучили. Уровень знаний обучающегося рассчитывается с помощью викторин (вопрос-ответ тестов, ассоциативных тестов, повторов) и упражнений.

Инициализация системы относится к сбору исходных данных о пользователе, например предпочтения пользователей, стиль обучения, уровень знаний обо всех преподаваемых концепциях на неделе. Первоначальный параметр, на который мы ориентируемся, — это уровень знаний всех преподаваемых концепций. Этот уровень знаний можно получить, используя упражнения и викторины недели. Структура викторин и упражнений должны быть заранее определены, а структура такова, что каждый вопрос должен быть сопоставлен с заданной задачей данной цели. Количество целей также конечны для данного курса (занятия).

Между задачами существует иерархическая взаимосвязь. Итак, если ученик соответствует задаче нижнего уровня, задача верхнего уровня будет считаться выполненной. После того, как задачи конкретной цели достигнуты, уровень знаний цели рассчитывается как:

$$\text{Уровень знаний } (D_i) = \frac{\text{Число заданий, которые были достигнута за неделю } (D_{iw})}{\text{Общее число заданий курса } (D_{in})}$$

На рисунке 5. Приведен результат прогнозирования эффективности адаптивного обучения. Ошибка моделирования RMSE = 0.1.

После инициализации целевых узлов получаем четырехкратные значения всех концепции, относящиеся к конкретному занятию. Теперь нужно рекомендовать задачи, которые необходимо решить. Потребность в системе такова, что, учащийся должен быть в состоянии охватить все цели в минимальном количестве время.

Может быть много подходов к расстановке приоритетов целевого модуля для ученика. Некоторые из подходов приведены ниже:

Подход 1: после достижения цели все связанные у целей есть некоторые задачи в состоянии готовности. Мы можем выбрать следующий цель на основе удаленности задачи в состоянии готовности от последняя задача этой цели. Цель, имеющая минимум расстояние между последней задачей и задачей в состоянии готовности, будет выбрано для рекомендации.

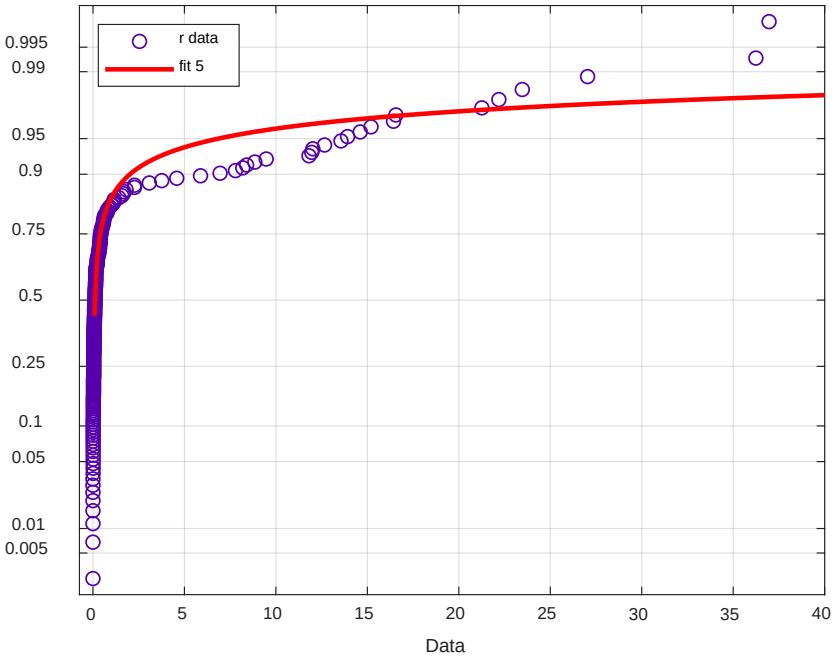


Рис. 5. Предиктивная модель обучения адаптивного обучения

Преимущество такого подхода:

у выбранной рекомендованной цели есть несколько задач, которые необходимо решить для завершения концептуального модуля. Ограничение: в этом случае мы не учитываем уровень знаний ученик. Если по функции принадлежности уровень знаний изучен, и эта цель имеет минимальное расстояние, тогда она будет выбираться по целям, которые находятся в известном состоянии.

Подход 2: после достижения цели следующая цель выбран таким образом, чтобы выбранный модуль имел максимальное количество задачи, которые могут переводить другие задачи в состояние готовности.

Преимущество этого подход заключается в том, что каждый раз, когда выбирается цель, которая влияет на другие целей в основном. Это ускоряет выполнение задач.

Подход 3: в обоих вышеупомянутых методах знания учащегося уровень не принимается во внимание. После первого шага четыре множества, связанные с каждой целью. Алгоритм приближает все цели от «незнания» к «неудовлетворительному», от «знания» затем к «изученному» постепенно. Если все цели известны, постарайтесь сделать все цели такими, какими они были.

Подход 4: в подходе 3 выбирается все цели, имеющие максимальный «незнание» уровень для конкретной концепции. Алгоритм может выбрать цели, которые находятся на «знание» уровне, а затем перейти к «неудовлетворительному» и постепенно к «незнанию» понижая уровни сложности. В этом случае «знание» и «неудовлетворительные знание» может облегчить задачу, находящуюся в «незнанию» состоянии понятно, если есть связь между целями.

ЛИТЕРАТУРА

[1] N. P. de Koch, Software engineering for adaptive hypermedia systems. PhD thesis, PhD Thesis, Verlag Uni-Druck, Munich, 2001.

[2] E. Fras-Martnez, G. Magoulas, S. Chen, and R. Macredie, \Recent soft computing approaches to user modeling in adaptive hypermedia," in Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems (P. Bra and W. Nejdl, eds.), vol. 3137 of Lecture Notes in Computer Science, pp. 104{114, Springer Berlin Heidelberg, 2004.

[3] V. A. Nguyen, \Constructing a bayesian belief network to generate learning path in adaptive hypermedia system," Computer Science and Cybernetics, vol. 24, no. 1, pp. 12{19, 2008. S. Gutierrez-Santos, J. Mayor-Berzal, C. Fernandez-Panadero, and C. D. Kloos, \Authoring of probabilistic sequencing in adaptive hypermedia with bayesian networks," vol. 16, pp. 2801

[4] C. Schmitt, D. Dengler, and M. Bauer, \Multivariate preference models and decision making with the maut machine," in User Modeling 2003 (P. Brusilovsky, A. Corbett, and F. Rosis, eds.), vol. 2702 of Lecture Notes in Computer Science, pp. 297{302, Springer Berlin Heidelberg, 2003.

[5] S. Vrettos and A. Stafylopatis, \A fuzzy rule-based agent for web retrieval-filtering," in Web Intelligence: Research and Development J. Beck and B. Woolf, \Using a learning agent with a student model," in Intelligent Tutoring Systems (B. Goettl, H. Halff, C. Redfield, and V. Shute, eds.), vol. 1452 of Lecture Notes in Computer Science, pp. 6.

[6] M. Ghazal, M. Yusof, and N. Zin, \Adaptive educational hypermedia system using cognitive style approach: Challenges and opportunities," in Electrical Engineering and Informatics (ICEEI), 2011 International Conference on, pp. 1

[7] Perrotta C., Williamson B. The social life of Learning Analytics: cluster analysis and the ‘performance’ of algorithmic education // Learning, Media and Technology. 2018. Т. 43. №. 1. P. 3–16.

[8] Johanes P., Lagerstrom L. Adaptive Learning: The Premise, Promise, and Pitfalls // Proceedings of the 124th ASEE Annual Conference and Exposition. 2017.

Данная статья разработана в рамках программой целевой финансирование проектов Министерства образования и науки Республики Казахстан BR05236699.

А.С. Савченко, Ж.Ж. Омирбекова

Материалды пайдаланушының біліміне бейімдеу үшін эксперттік модельді қолданып, адаптивті алгоритм құру

Түйіндеме: Бұл мақала адаптивті оқыту алгоритмін құруға арналған және төрт бөлімнен тұрады. Кіріспе мәжбүрлі қашықтықтан оқыту проблемасына арналған. Екінші бөлім тапсырыс бойынша модельдеу техникасын сипаттайды. Үшінші бөлім интеллектуалды оқыту жүйелеріндегі қолданушы моделінің рөлін сипаттайды. Машиналық оқытудың негізгі әдістері келтірілген және оларды осы үлгілердегі үлгілерді талдау үшін қолдануға болады, ал кейінірек бұл үлгілерді тапсырыс үлгісімен біріктіруге болады. Төртінші бөлімде адаптивті оқыту жүйесі және оның сараптамалық бағасы, сондай-ақ модельді қолдану тәсілдері қарастырылады.

Сандық технологияларды жаппай қолдану аясында қарастырылып отырған проблеманың өзектілігі білім беру ресурстарына қол жетімділікті кеңейтудің маңызды құралына айналуда. Адаптивті білім беру жүйесіндегі тенденциялар оқушыларға тиімді білім алуға көмектесу арқылы білім беру жүйесін өзгертуге көмектеседі.

Кілт сөздер: адаптивті оқыту, жұмыс алгоритмдері, оқытудың тиімділігі, жалпы білім беру, бағалау, түсініксіз логика

УДК 681.51: 628.8

B.Orazbayev, A.Temir, K.Orazbayeva, L.Kurmangaziyeva, R.Tuleuova
(L.N. Gumilev Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan
E-mail: batyr_o@mail.ru; temir_aslan@mail.ru; kulman_o@mail.ru; kurmangazieval@mail.ru
Tuleuova_79@mail.ru)

RESEARCH AND CONSTRUCTION OF MATHEMATICAL MODELS OF THE PROCESS OF THERMOCHEMICAL DEWATERING OF OIL EMULSIONS

Abstract. The results of the study and the construction of mathematical models of the process of thermochemical dehydration of oil emulsions are presented. A diagram of the process of thermochemical dehydration of oil emulsions is presented. As a result of processing laboratory research data, a table of summary data on the thermochemical dehydration of oil from the Sazankurak oil field was built. Graphical dependencies of the efficiency of the dehydration process are constructed depending on the reagent consumption, heating temperature and settling time. As a result of the approximation of the obtained dependences, one-factor mathematical models of the oil dehydration process using the thermochemical method in the form of polynomial equations are constructed. Using the method of sequential inclusion of regressors, the structure of a multivariate model of the dehydration process is identified in the form of a multiple regression equation.

Key words: mathematical model, dehydration, oil emulsion, thermochemical method, polynomial urination, structural identification.

Б.Б. Оразбаев[1], А.*. Темір [1], К.Н. Оразбаева[2], Л.Т. Курмангазиева[3], Р.У. Тулеуова[4]
([1]Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Казахстан, г.Нур-Султан,
[2]Казахский университет экономики, финансов и международной торговли, Казахстан, г. Нур-Султан,
[3]Атырауский государственный университет им. Х.Досмухамедова,
Казахстан, г.Атырау. batyr_o@mail.ru)

ИССЛЕДОВАНИЕ И ПОСТРОЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПРОЦЕССА ТЕРМОХИМИЧЕСКОГО ОБЕЗВОЖИВАНИЯ НЕФТЯНЫХ ЭМУЛЬСИЙ

Аннотация. Приведены результаты исследования, и построения математических моделей процесса термохимического обезвоживания нефтяных эмульсий Приведена схема процесса термохимического обезвоживания нефтяных эмульсий. В результате обработки данных лабораторных исследований построена таблица сводных данных термохимического обезвоживания нефти нефтяного месторождения «Сазанкурак». Построены графические зависимости эффективности процесса обезвоживания в зависимости от расхода реагента, температуры нагрева и времени отстаивания. В результате аппроксимации полученных зависимостей построены однофакторные математические модели процесса обезвоживания нефти термохимическим методом в виде полиномиальных уравнений. С применением метода последовательного включения регрессоров структура многофакторной модели процесса обезвоживания идентифицирована в виде множественного регрессионного уравнения.

Ключевые слова: математическая модель, обезвоживания, нефтяная эмульсия, термохимический метод, полиномиальное урвнение, структурная идентификация.

1. Введение. При подготовке, транспортировке и переработке нефти одним из важных и актуальных вопросов является эффективное управление режимами работы технологических объектов, в которых протекают процессы обезвоживания нефтяных эмульсии [1].

В процессе добычи нефти необходимо отделить из нефти, которая извлечена продуктивного пласта, от воды. Это в свою очередь позволяет:

- минимизировать нагрузку и затраты электроэнергии на насосное оборудование;
- защитить металлического оборудования от коррозии, которая возникает за счет растворённых в воде солей.

Актуальность исследования и решения проблем обезвоживания также определяется при реализации почти всех процессов добычи, транспортировки и переработки используются металлические технологическое оборудование, что подвергается к коррозии из-за воды и растворенных содей [2].

Таким образом, при подготовке нефти к транспортировке и переработке обязательно необходимо удалить воды и растворенных солей из добытой нефти, т.е. необходимо произвести технологических процессов обезвоживания и обессоливания [3]. Так как нефть извлекается из скважин в виде нефтяных эмульсий с пластовой водой, содержащейся попутных газов, солей, органических кислот и механических примесей процессы обезвоживания и обессоливания являются достаточно сложными технологическими операциями. Эмульсия обычно образуется в результате смешивания двух взаимонерастворимых жидкостей. При этом одна из жидкостей называется дисперсной фазой, которая распределяется в виде капель различных размеров в объёме другой жидкости, которая называется дисперсионной средой.

Процесс распыления воды на мелкие капли и рассеяния ее в несмешиваемой водой нефти называется процесс образования нефтяной эмульсии. Таким образом, нефтяная эмульсия получается в результате однородной смеси двух или более несмешивающихся между собой жидкостей. В составе эмульсии могут содержаться и твердые частицы. Процесс обезвоживания нефти, т.е. разделение эмульсий, предназначения для отделения воды от нефти [4].

Существуют механический, термический, химические и термохимический методы разделения нефтяной эмульсии [5]. В механическом методе нефть, имеющая меньше плотность, всплывает на поверхность, а вода, под действие силы тяжести оседает на дно отстойника, откуда уже отводится. В термическом методе нефть сначала нагревается, потом подвергается процессу гравитационного отстаивания. В химическом методе разделения нефтяной с применением химического реагента,

который называется деэмульгатором, разрушается бронирующие оболочки глобул эмульсии. В нашем случае рассматривается термохимический метод разделения нефтяной эмульсии, который сочетает термического, химического и механического методов. В этом методе повышение температуры позволяет усилить диффузионную активность деэмульгатора.

В настоящее время для обеспечения оперативного и оптимального управления режимами работы технологических объектов, в которых протекают процессы обезвоживания необходимо:

1. Произвести интеллектуализацию производства и перейти к цифровым технологиям [6];

2. Создание систем управления, например, на основе методов искусственного интеллекта, математического моделирования и оптимизации;

3. Совершенствование методов разделения нефтяной эмульсии и технологий подготовки нефти к транспортировке и переработке.

В данной работе исследованы и получены результаты по реализации второго действия, т.е. по разработке математических моделей процесса термохимического обезвоживания.

Для реализации методов разделения нефтяной эмульсии с целью эффективной подготовки нефти проводятся следующие действия:

- Воздействия на нефтяную эмульсию для разрушения бронирующих оболочек капель эмульсии;

- Проведения процесса коалесценции для укрупнения капель эмульсии;.

- С помощью центрифугирования или на использованием силы гравитации осаждать капель;

- Получение водной фазы, которая должна быть сплошной.

В термохимическом методе процесс разрушения водонефтяной эмульсии позволяет разрушить бронирующих оболочек капель эмульсии путем использования поверхностно-активных веществ (ПАВ), например деэмульгаторов, которые способны уменьшить поверхностное натяжение на границе раздела фаз [7, 8]. Эти вещества обеспечивают вытеснения собой эмульгирующие вещества.

Для обеспечения лучшего распределения деэмульгатора по объему эмульсии можно применить следующие методы [9, 10]:

- Метод подогрева эмульсии. При подогреве эмульсии снижается вязкость, что позволяет улучшить процесса диффузии молекул деэмульгатора между молекулами воды и углеводородов;

- Метод перемешивания. Данный метод позволяет увеличить вероятность сталкивания глобул воды. Перемешивания осуществляются с использованием смесителей, электрического поля или центробежных сил.

При применении термохимического метода процесс обезвоживания проводится путем подачи деэмульгатора в турбулентный поток. Деэмульгатор в поток подается перед аппаратом обезвоживания. В результате этого, на основе энергии потока, происходит естественное перемешивание.

Схема процесса термохимического обезвоживания нефтяных эмульсий приведена на рисунке 1 [9].

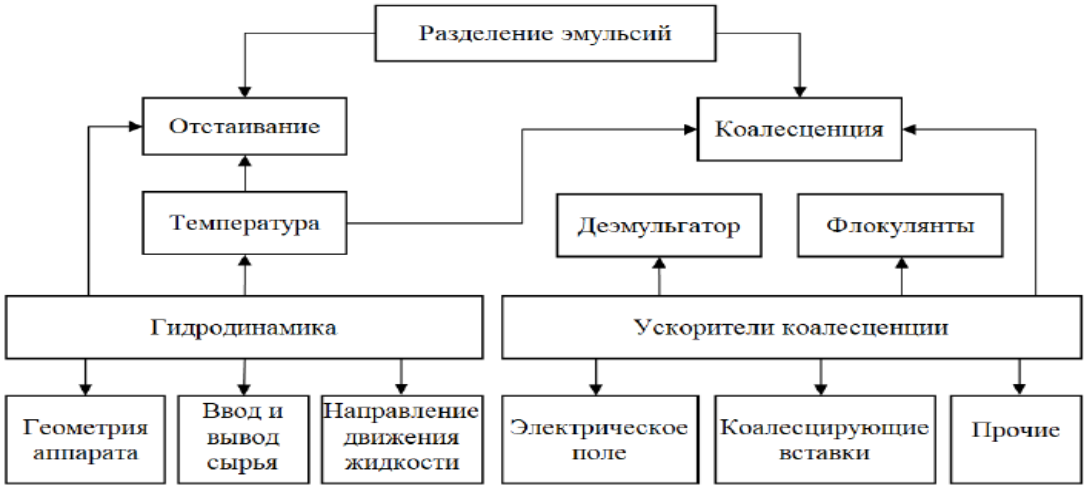


Рис. 1. Схема процесса термохимического обезвоживания нефти

Неионогенные ПАВ, которые состоят из окисей алкенов, являются самыми эффективными деэмульгаторами. Окиси алкенов, как известно, способны присоединиться к органическим веществам

с подвижным атомом водорода, что позволяет образоваться цепочки блоксополимеров. Деэмульгирующая активность регулируется путем изменения длины присоединяемой полиоксиэтиленовой части блоксополимера. Растворимость ПАВ в воде повышается в зависимости от длины гидрофильной части. Для уменьшения растворимости в воде, к блоксополимеру необходимо присоединить окись пропилена. Это приводит к увеличению гидрофобных свойств.

Физико-химические свойства нефти, размеры частиц дисперсной фазы и температура непосредственно влияют на устойчивость нефтяных эмульсий. Устойчивость эмульсии тем сильнее, чем выше плотность, вязкость нефти, чем меньше размеры частиц дисперсной фазы (капли) и ниже температура. Эмульсии, образованные на выходе из скважины, т.е. свежие, коротко временные эмульсии, разрушаются быстрее и намного легче, чем «старые» эмульсии. Это объясняется важность и актуальность первичного обезвоживания и обессоливания на место добычи, на промыслах.

Целью настоящей работы является исследование процессов подготовки нефти, обезвоживания нефтяных эмульсии термохимическими методами и построение математических моделей исследуемого процесса.

2. Постановка задачи и методы исследования. Для получения математического описания и разработки моделей процесса обезвоживания нефти необходимо описать основных методов разделения нефтяной эмульсии и выбрать наиболее эффективного метода. В качестве эффективного метода для обезвоживания казахстанских нефтей описать схему процесса термохимического обезвоживания нефтяных эмульсий.

Необходимо построить модель процесса обезвоживания, т.е. разделения нефтяной эмульсии, определить управляющие параметры. Разработанная модель должна быть адекватной и пригодна для работы в широком диапазоне параметров.

Для проведения исследования решаемой проблемы используются термохимический метод обезвоживания [11], методы системного анализа [12, 13], методы разработки математических моделей [14 – 16], а также методы искусственного интеллекта на основе нейронных сетей [17–19].

Для разработки математических моделей процесса обезвоживания нефти термохимическим методом в условиях нечеткости исходной информации, могут быть использованы дополнительная нечеткая информация, представляющая собою знания, опыт и суждение специалистов-экспертов предметной области, выраженная на естественном языке. При этом придется дополнительно использовать методов теории нечетких множеств [20].

3. Результаты исследования – модели процесса обезвоживания нефти. Известны различные подходы к моделированию объектов и процессов, например: регрессионное моделирование на основе полиномиальной регрессии; статистическое моделирование и нейросетевое моделирование.

С целью выбора наиболее подходящего метода моделирования следует проанализировать набор экспериментальных данных, на основе которых будет разработана модель. От вида и сложности зависимостей между входными и выходными величинами будет сделан вывод о необходимости применения того или иного метода моделирования.

Анализ источников данных. Данные получаемые при исследовании качества разделения нефтяных эмульсий являются важными для определения наиболее подходящих условий, при которых обезвоживания нефти на промыслах проходит быстрее.

На основании лабораторных испытаний промысловый отдел выдаёт рекомендации по компоновке технологической линии теплообменными аппаратами, сепараторами, их объеме и режиме работы, а также даёт прогноз о том, какая обводненность будет у добываемой жидкости при прохождении каждого этапа подготовки.

С целью построения системы управления процессом разделения нефтяной эмульсии как наиболее эффективные методы можно выбрать метод регрессионного моделирования или построить искусственную нейронную сеть, которую необходимо обучить на основе экспериментальных и статистических данных, собранных на промыслах [9].

В качестве основных исходных данных используем результаты термохимического обезвоживания нефти месторождения «Сазанкурак» Атырауской области I ступень при температуре 10°С, 20°С, 30°С, времени отстаивания 15, 30, 45, 60, 75 минут и расходе реагента 0, 20, 40, 80 г/т нефти для наиболее эффективного по результатам исследований деэмульгатора Рандем (продукция казахстанской фирмы «Рауан Налко»).

В таблицу 1 сведены сводные данные результатов термохимического обезвоживания нефти нефтяного месторождения «Сазанкурак», собранные на основе данных лабораторных исследований.

Лабораторные исследования и дальнейшее моделирование производится при условии, что эмульсия имеет вид «вода в нефти» и процесс разделения водонефтяной эмульсии происходит однообразно с одинаковой скоростью при любом процентном содержании воды от 0% до точки инверсии фаз (50–60%), когда эмульсия становится вида «нефть в воде».

Таблица 1. **Фрагмент сводной таблицы результатов термохимического обезвоживания нефти месторождения «Сазанкурак».**

Наименование реагента	Температура °С, *t*	Расход регента г/т нефти, *Q*	Отделилось воды, %, за время отстаивания, мин. *T*				
			15	30	45	60	75
Без реагента	-	0	0	0	0	0	0
Деэмульгатор «Рандем»	10	20	2.5	5.1	12.5	15.8	18.7
		40	5.0	11.0	23.4	32.5	35.8
		80	11.2	38.1	59.5	71.4	80.1
	20	20	5.1	19.5	24.7	30.2	35.8
		40	11.3	32.7	40.7	45.2	52.8
		80	15.0	63.1	77.8	80.1	84.5
	30	20	10.0	21.2	38.0	42.2	48.5
		40	35.2	50.3	63.7	69.8	70.8
		80	65.3	84.5	85.7	90.5	91.3

С целью определения эффективности разделения эмульсии вводим относительный параметр эффективности *E,* который меняется в интервале [0, 1] и удобно для расчета по формуле:

$$E = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \tag{1}$$

где E – доля воды, отделившейся после эксперимента при определенных параметрах; W_1, W_2 – содержание воды в нефти, соответственно в начале (W_1) и после (W_2) эксперимента.

Таким образом, относительный параметр эффективности разделения эмульсии (1) определяется в виде функции от Q – расхода деэмульгатора, t – температуры нагрева и T – времени отстаивания:

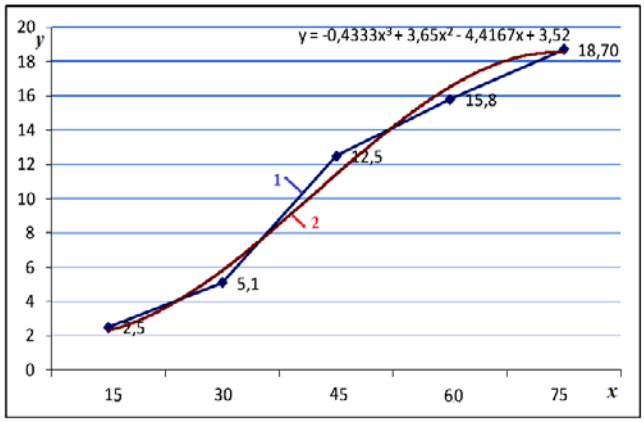
$$E = f(Q, t, T) \tag{2}$$

Тогда на основе экспериментальных данных лабораторных исследований, сводные данные которых приведены в таблице 1, можно построить график зависимости относительной эффективности разделения эмульсии (2), т.е. термохимического обезвоживания нефти месторождения «Сазанкурак» *E* от расхода деэмульгатора – Q, температуры нагрева – t и времени отстаивания – *T*.

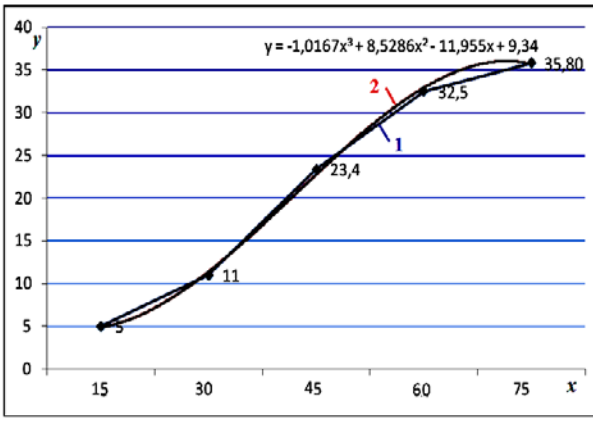
При анализе экспериментальных данных прослеживается прямая корреляция между расходом деэмульгатора и долей отделившейся воды, а также между температурой нагрева и долей отделившейся воды**.** Таким образом, модель процесса должна быть возрастающей в пределах рабочих значений параметров.

В качестве инструмента создания модели на основе экспериментальных данных технологического процесса применим методы регрессионного моделирования [21].

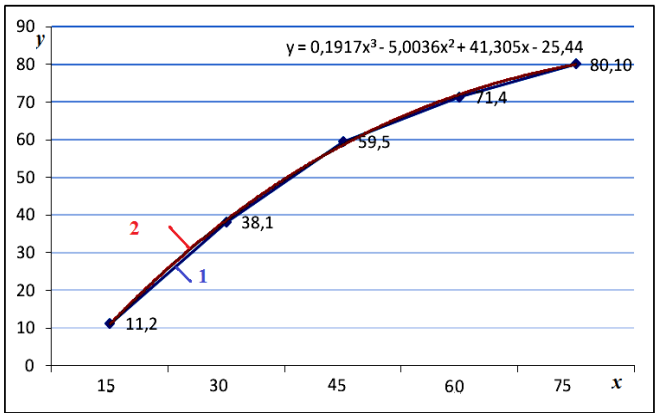
В результате построения графической зависимости эффективности разделения эмульсии от времени отстаивания получены следующие зависимости, полученные с помощью программы Regress и приведенные на рисунках 1 а, б, с.



а)



б)



с)

Рис. 1. Зависимость эффективности разделения эмульсии от времени отстаивания от 15 до 75 мин., при температуре 20 °С и при различных расходах реагента.
1-данные лабораторных исследований (синие линии); 2–модельные данные (красные линии).
а) при расходе регента 20 г/т нефти; б) при 40 г/т нефти; с) при 80 г/т нефти.

После аппроксимации этих зависимостей получены следующие полиномиальные уравнения, составляющие основу математических моделей процесса обезвоживания нефти термохимическим методом:

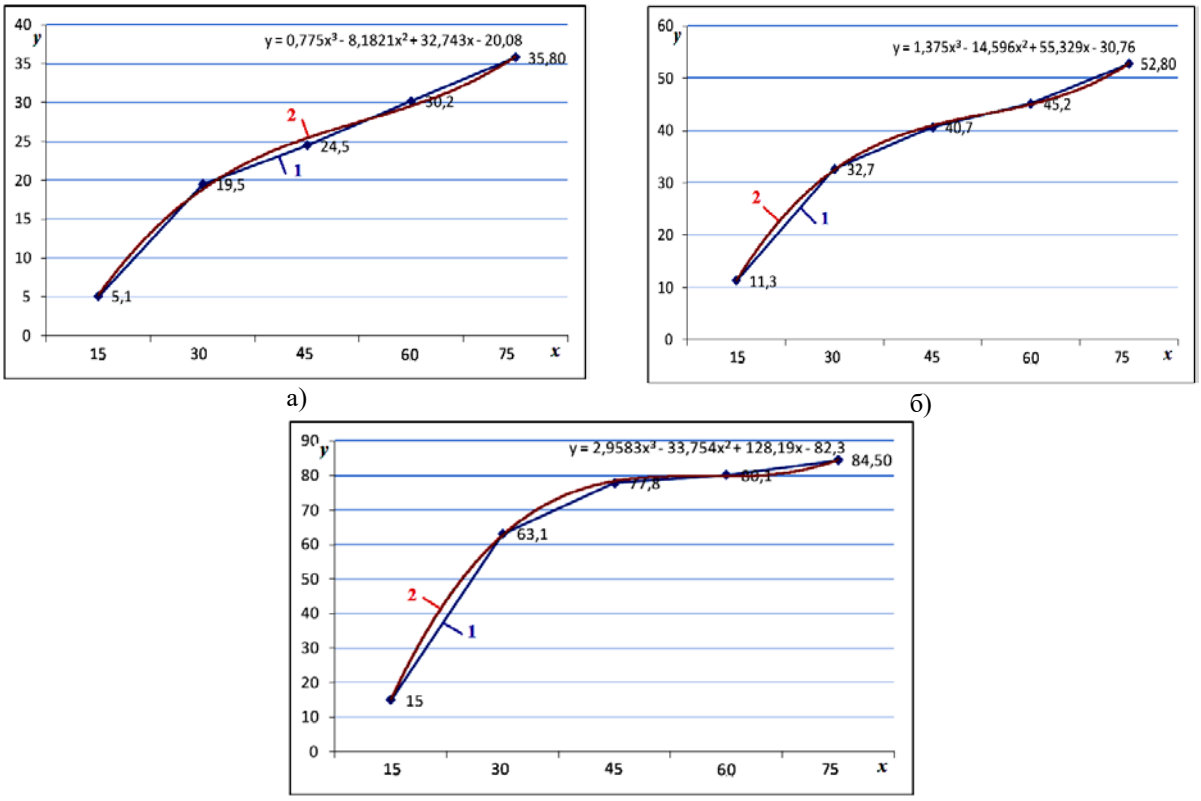
$$y = -0{,}4333x^3 + 3{,}65x^2 - 4{,}4167x + 3{,}52\,, \tag{3}$$

$$y = -0{,}0167x^3 + 8{,}5286x^2 - 11{,}955x + 9{,}34\,, \tag{4}$$

$$y = 0{,}1917x^3 - 5{,}0036x^2 + 41{,}305x - 25{,}44\,. \tag{5}$$

В построенных моделях (3)–(5): y – эффективность разделения нефтяной эмульсии, x –переменная, описывающая времени отстаивания.

В следующих рисунках 2 а, б, с представлены результатs построения графической зависимости эффективности разделения эмульсии от времени отстаивания при значениях 15, 30, 45, 60 и 75 мин.



а) б)

с)

Рис. 2. Зависимость эффективности разделения эмульсии при изменении времени отстаивания 15 до 75 мин., при температуре 10 °С и при различных расходах реагента.
1 - данные лабораторных исследований (синие линии); 2 – модельные данные (красные линии).
а) при расходе регента 20 г/т нефти; б) при 40 г/т нефти; с) при 80 г/т нефти.

В результате аппроксимации полученных зависимостей получены следующие регрессионные модели:

$$y = 0{,}775x^3 - 8{,}1821x^2 + 32{,}743x - 20{,}08\,; \quad (6)$$

$$y = 1{,}375x^3 - 14{,}596x^2 + 55{,}329x - 30{,}76\,; \quad (7)$$

$$y = 2{,}9583x^3 - 33{,}754x^2 + 128{,}19x - 82{,}3\,, \quad (8)$$

где y – эффективность разделения нефтяной эмульсии, x – время отстаивания.

Таким образом, модели для оценки эффективности разделения эмульсии в зависимости от времени отстаивания (3)–(5) и (6)–(8) построены для однофакторного случая. Для построения модели для многофакторного случая нами проведены дополнительные исследования на основе метода множественной регрессии с применением результатов активных экспериментов. При проведении активных экспериментов одновременно изменены значения следующих факторов: x_1 – расход реагента (деэмульгатора); x_2 – температура нагрева; x_3 – время отстаивания в допустимом диапазоне. Используя идею метода последовательного включения регрессоров и модифицированного метода наименьших квадратов [21, 22] идентифицированы структуры математических моделей процесса разделения нефтяной эмульсии в виде множественного регрессионного уравнения:

$$y = a_0 + \sum_{i=1}^{3} a_i x_i + \sum_{i=1}^{3}\sum_{k=i}^{3} a_{ik} x_i x_k\,. \quad (9)$$

где y – отделение воды в %, т.е. эффективность разделения эмульсии; x_i, x_k , $i=\overline{1,3}; k=\overline{i,3}$ – входные факторы, соответственно, расход реагента, температура нагрева и время отстаивания; a_0, a_i, a_{ik} – параметры (коэффициенты регресии) подлежащие в идентификации, соответственно: свободный член уравнения регрессии, линейные эффекты, эффекты квадратичного и парного взаимодействия. В настоящее время авторами проводятся идентификация параметров a_0, a_i, a_{ik} многофакторной регрессионной модели (9).

На основе результатов исследований приведенных в таблице 1 с применением системы MATLAB можно создать модели, которые позволяют определить:

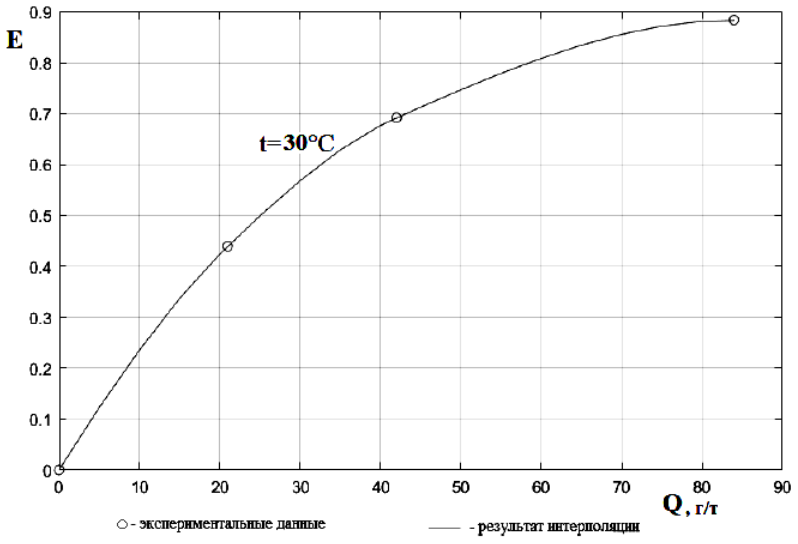
-долю отделившейся воды в зависимости от расхода деэмульгатора при фиксированной температуре и времени отстаивания, т.е. $E = f(Q)$, t и T – фиксированы;

- долю отделившейся воды от температуры при фиксированном расходе деэмульгатора и времени отстаивания, т.е. $E = f(t)$, при фиксированных *t, T*;

- долю отделившейся воды от времени отстаивания при фиксированном расходе деэмульгатора и температуре $E = f(T)$ при фиксированных *Q* и *T*;

Например, при фиксировании двух параметров *t, T,* т.е. температуры и времени отстаивания получается функция одного параметра – зависимость эффективности обезвоживания от дозировки реагента-деэмульгатора. В программном комплексе MATLAB для интерполяции сплайнами Эрмита используется функция *pchipinterp* из пакета Curve Fitting Toolbox, которая лучше всего справляется с интерполяцией данных в границе экспериментальных значений. При необходимости, на небольшом доверительном интервале с помощью *pchipinterp* можно проводить и экстраполяцию.

Таким образом, построенные модели позволяют оценить вклад каждой переменной в общий результат. На рисунке 3 приведен пример аппроксимации относительной эффективности процесса обезвоживания (*E*) в зависимости от расхода деэмульгатора (*Q)* при фиксированных значениях температуры t и времени отстаивания *T*.



кругами обозначены экспериментальные данные, а сплошной линией – график, полученный из аппроксимирующей модели.

Рис. 3. График после расширения набора данных по *Q* (*t*=30°C, *T*=75 мин.)

4. Обсуждение результатов. Как показывает полученные результаты позволяет определить, что качество модели термохимического процесса обезвоживания нефти определяется: минимальным значением стандартного отклонения непрерывной функции *E* по каждому параметру Q, t, T, т.е. $E = f(Q,t,T)$; неотрицательными значениями частных производных на всём диапазоне

моделирования $\frac{\partial E}{\partial Q} \geq 0; \frac{\partial E}{\partial t} \geq 0; \frac{\partial E}{\partial T} \geq 0$ и минимумом среднеквадратичной ошибки между исходным массивом данных и воспроизводимым моделью.

По результатам аппроксимации построенных графических зависимостей эффективности термохимического процесса обезвоживания – эффективности разделения эмульсии E от Q – расхода деэмульгатора «Рандем», t – температуры нагрева и T – времени отстаивания можно отметить, что полученных графических зависимостей можно более адекватно аппроксимацировать полиномиальными уравнениями 3-степени. Для построения многофакторных моделей процесса обезвоживания необходимо провести активных экспериментов на основе методов математического планирования экспериментов, которые позволяют собрать данных о значениях эффективности процесса при одновременном изменении нескольких факторов, влияющие на процесс, например расхода реагента, температуры нагрева и времени отстаивания. В результате идентифицируются структура математической модели процесса обезвоживания в виде нелинейных уравнений множественных регрессий.

5. Заключение. В работе исследованы проблемы процессов отделения воды от нефти, т.е. методы обезвоживания нефти для подготовки ее к транспортировке и переработке. Рассмотрены основные методы обезвоживания нефти, более подробно исследован и описан термохимический метод обезвоживания нефти, который является более эффективным и сочетает термического, химического и механического методов разделения нефтяной эмульсии. Приведена схема процесса термохимического обезвоживания нефтяных эмульсий. Для обеспечения оперативного и оптимального управления режимами работы технологических объектов, в которых протекают процессы обезвоживания, предлагается создать систему управления на основе методов математического моделирования и оптимизации. Описаны основные действия, проводимые для реализации методов разделения нефтяной эмульсии с целью эффективной подготовки нефти. Рассмотрены методы, применяемые для обеспечения лучшего распределения деэмульгатора по объему эмульсии при обезвоживании нефти.

Исследование вопросы разработки математических моделей процесса термохимического обезвоживания. Проведен анализ источников данных, которые являются важными для определения наиболее подходящих условий, при которых обезвоживания нефти на промыслах проходит быстрее. Для построения системы управления процессом разделения нефтяной эмульсии в качестве одного из эффективного метода выбран метод регрессионного моделирования. На основе данных лабораторных исследований построена таблица сводных данных результатов термохимического обезвоживания нефти нефтяного месторождения «Сазанкурак».

Предложена формула для расчета эффективности разделения эмульсии. На основе экспериментальных данных лабораторных исследований, построены графики зависимости эффективности процесса обезвоживания в зависимости от расхода реагента, температуры нагрева и времени отстаивания. Путем аппроксимации полученных зависимостей построены однофакторные математические модели процесса обезвоживания нефти термохимическим методом в виде полиномиальных уравнений. Для построения многофакторной модели проведены дополнительные исследования на основе метода активных экспериментов, одновременно меняя значения нескольких факторов, которые влияют на эффективность процесса обезвоживания. На основе идеи метода последовательного включения регрессоров структура многофакторной модели процесса обезвоживания идентифицирована в виде множественного регрессионного уравнения.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Байков Н.М. Сбор и промысловая подготовка нефти, газа и воды. -М.: Недра, 2-изд. 2015.

[2] Каспарьянц К.С, Петров А.А. Оценка эффективности различных методов обезвоживания и обессоливания нефти // Нефтяное хозяйство, 2018, № 3. –С. 33-47.

[3] Мищенко, И.Т. Эксплуатация скважин и добыча нефти из обводняющихся месторождений: Учеб. пособие. – М.: РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина. 2015. – 431 с.

[4] Зарипов А.Г., Шамов В.Д. Интенсификация процесса разрушения водонефтяных эмульсий // Нефтепромысловое дело, 2017. №5. –С. 22-35.

[5] Левченко Д.Н. Эмульсии нефти с водой и методы их разрушения. -М.: Химия, 2-изд. 2007. - 205с.

[6] Еремин, Н.А. Управление разработкой интеллектуальных месторождений нефти и газа: Учеб. пособие: в 2 кн. – Кн. 1. М.: РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина. 2011. –200 с.

[7] Рябов, В.Д. Химия нефти и газа: Учебное пособие. –М.: ИД «Форум», 2009. –336 с.

[8] Ben Mya O., Houga F., Chihouba B. Treatment of Algerian crude oil using REB09305 OS demulsifier // Egyptian Journal of Petroleum. 2017. V. 12. № 3. –P. 45-58.

[9] Артюшкин И.В. Нейросетевая система управления процессом термохимического обезвоживания нефтяных эмульсий. Автореф. дисс. на соискание уч. степени кандидата наук. –Самара, 2018, –28 с.

[10] Almojjly A., Johnson, D.L. Removal of oil from oil-water emulsion by hybrid coagulation/sand filter as pre-treatment // Journal of Water Process Engineering, 2018. V. 26, –P. 17–27.

[11] Каспарьянц К.С, Петров А.А. Оценка эффективности термохимического метода обезвоживания нефти // Нефтяное хозяйство. 2008. № 3. –С. 22–38.

[12] Pavlov S.Yu., Kulov N.N., Kerimov R.M. Improvement of Chemical Engineering Processes Using Systems Analysis // Theoretical Foundations of Chemical Engineering. –2016. –V. 53. – № 2. – P. 117–133.

[13] Оразбаев Б.Б., Курмангазиева Л.Т., Коданова Ш.К. Теория и методы системного анализа. –М.: Изд. дом РАЕ. 2017, 248 с.

[14] Оразбаев Б.Б. Методы моделирования и принятия решений для управления производством в нечеткой среде. -Астана:. ЕНУ им. Л.Н. Гумилева,2016. – 398 с.

[15] Путохин В.С. Математическое моделирование технологического процесса обезвоживания нефти на промыслах. В. Сб.: Нефть и газ. -М.: РУНГ им. Губкина. 2015. с. 47-58.

[16] Антипьев В.Н. О моделировании отстойной аппаратуры при обезвоживании нефти.// Нефтепромысловое дело. 2015, №10. –С. 13–27.

[17] Аксенов, С.В. Организация и использование нейронных сетей (методы и технологии). –Томск: 2006. –248 с.

[18] Артюшкин, И.В. Нейросетевое моделирование процесса разделения водонефтяной эмульсии на основе неполных экспериментальных данных // Вестник Самарск. гос. техн. ун-та. Сер.: Технические науки – Самара: СамГТУ. 2018. № 3 (59). – С. 7-17.

[19] Каплан Р. Основные концепции нейронных сетей. –М.: 2001. –320 с.

[20] Оразбаев Б.Б. Методы моделирования и принятия решений для управления производством в нечеткой среде. –Астана: Евразийский национальный университет имени. Л.Н. Гумилева, 2016. – 398 с.

[21] Валеев С.Г. Регрессивное моделирование при обработке наблюдений. –М.: Наука, 1991. –272 с.

[22] Дилигенская А.Н. Идентификация объектов управления. Учебное пособие. –Самара: СГТУ. 2009. –142 с.

Оразбаев Б.Б., Зинагабденова Д.Р., Оразбаева К.Н., Тулеуова Р.У., Ашим Ж.

Газды есептеу және балансын анықтау мәселелері мен оларды шешу тәсілдемелері

Түйіндеме. Газды есептеу мен оның балансын анықтау мәселелерін зерттеу нәтижелері келтірілген, газды есептеу сұрақтарын автоматтандырылған жүйелер көмегімен шешу және газ теңгерімсіздігін минимизациялау тәсілдемелері ұсынылған. Газды есептеуде теңгерімсіздіктің (дисбалан) пайда болуына себепкер болатын негізгі факторлар анықталған. Газды есептеуде теңгерімсіздік мәселесін тиімді шешу үшін, кен орнынан соңғы тұтынушыға дейін газ тасымалдау және тарату кешеніне бірыңғай көпдеңгейлі газ есептеу жүйесін ендіру ұсынылады. Газды бірыңғай есептеу жүйесінде шешілетін негізгі есептер сипатталған. Газды бірыңғай есептеу жүйесін құрудың негізгі принциптері анықталған: деңгейлер бойынша тораптық есеп; әр деңгейде шығынды өлшеудегі орташа қателікті иерархиялық төмендетуге негізделген өлшедің бірыңғай базасы; сонғы тұтынушылардағы жаппай есептеу; аймақтық компанияның барлық деңгейлеріндегі тұтыну жайында деректерді жинауды автоматтандыру және орталықтандыру және оларды автоматты өңдеу.

Кілттік сөздер: газды есептеу, газ балансы, теңгерімсіздік, газды есептеудің бірыңғай жүйесі, өлшеу ауытқуы, деректерді жинауды автоматтандыру.

УДК 004.415:658

G.K. Sagitova

(University "Narxoz", Almaty, Kazakhstan. e-mail: gulsim.sagitova@narxoz.kz)

CLUSTER ANALYSIS AS ANALYTICAL TOOL FOR MANAGEMENT DECISION MAKING

Abstract. The article discusses the developed mathematical model, algorithm and results of agglomerative clustering. The described methods are implemented in his software toolkit - a software application developed for a children's football school. As a result of the development, a system was obtained that minimizes problems with accounting for personnel and customers in a children's sports school, and will help speed up the registration of new players and teams.

Key words: analysis, clustering, cluster analysis, analytical system, automated information system, MS SQL Server

Г.К. Сагитова
(Университет «Нархоз», г.Алматы, Казахстан. e-mail: gulsim.sagitova@narxoz.kz)

КЛАСТЕРНЫЙ АНАЛИЗ КАК АНАЛИТИЧЕСКИЙ ИНСТРУМЕНТАРИЙ ДЛЯ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

Аннотация. В статье рассматриваются разработанная математическая модель, алгоритм и результаты агломеративной кластеризации. Описанные методы реализованы в его программном инструментарии – разработанном программном приложении для детской футбольной школы. В результате разработки получена система, которая минимизирует проблемы с учетом персонала и клиентов в детской спортивной школе, и поможет ускорить регистрацию новых игроков и команд.

Ключевые слова: анализ, кластеризация, кластерный анализ, аналитическая система, автоматизированная информационная система, MS SQL Server.

Введение. С развитием информационных систем роль аналитической обработки данных приобретает одно из важных направлений. Применение математических моделей и методов для обработки больших данных привело к необходимости создания новых программных приложений, к разработке новых алгоритмов для решения подобных задач и новых инструментарий, которые позволят более эффективно работать с существующими методами обработки данных.

Развитию теории принятия решений посвящены работы следующих ученых: Д. Канемана, А. Тверски, Н. Барберис, и др. [1,2].

Также вызывают интерес работы российских ученых и специалистов в области принятия решений – Ю. В. Вертаковой, И. А. Козьевой, Э. Н. Кузьбожева [3], В. М. Колпакова [4], А. С. Лифшица [5]. Они утверждают, что управленческое решение определяет программу деятельности организации.

Нельзя не согласиться с мнением автора Герасимова Б.Н. [6-8], который в своих трудах оценивает процесс принятия решений в повседневной деятельности организаций, как важнейшим этап, определяющий их будущее.

Для того чтобы наиболее оптимально и эффективно организовать процесс подготовки и принятия решений необходимо применение соответствующего методологического инструментария на каждом из этапов данного процесса. И особая роль здесь отводится начальному этапу не только процесса принятия решений, но и всей «эффективной» деятельности хозяйствующего субъекта — этапу анализа и соответствующему инструментарию — аналитическим методам (или методам анализа) [9].

Развитие средств обработки и хранения больших данных привело к развитию интереса и к новым методам анализа данных. В своей работе мы для этих целей применили кластерный анализ (Data clustering).

Кластерный анализ – совокупность методов многомерной классификации, целью которой является образование групп (кластеров) схожих между собой объектов. В отличие от традиционных группировок, рассматриваемых в общей теории статистики, кластерный анализ приводит к разбиению на группы с учетом всех сгруппированных признаков одновременно. Например, если наблюдаемый объект характеризуется двумя признаками X1 и X2, то при использовании методов кластерного анализа оба эти признака будут учитываться одновременно [10].

Методы кластерного анализа позволяют решать следующие задачи:

- проведение классификации объектов с учетом признаков, отражающих сущность, саму природу объектов;
- проверка выдвигаемых предположений о наличии некоторой структуры в изучаемой совокупности объектов, т.е. поиск существующей структуры;
- построение новых классификаций для слабо изученных явлений, когда необходимо установить наличие связей внутри совокупности и попытаться привнести в нее структуру.

Целью данного исследования является разработка автоматизированной системы, которая обеспечивает хранение информации о проводимых соревнованиях, в которые вовлечены члены команды. На основе полученных данных система определяет основной состав команды для предстоящего матча. Фундаментом для анализа являются данные, полученные агломерационным иерархическим методом кластерного анализа.

В нашей работе реляционная база данных является ключевым составляющим для разработанного программного обеспечения. Базой для построения корпоративной системы всегда является проект базы данных, на котором строится вся система. На этапе проектирования любой реляционной базы данных необходимо последовательно формировать инфологические, даталогические и физические модели данных.

Чтобы разработать программный инструмент, необходимо решить задачи создания и оценки проектных документов, их условно называют задачами синтеза и анализа. Задачи анализа включают в себя: оценку исследуемой предметной области; оценку подобных программных продуктов; выбор средств разработки и проектирования баз данных; выбор средств разработки и проектирования программного обеспечения; выбор формализованного аппарата для выявления основного состава команды на основе данных предыдущих игр. Задачи синтеза включают в себя: разработку базы данных; создание структуры программного обеспечения; выполнение программных алгоритмов; проверка на целостность и безопасность информации; интерпретация и прохождение теста программного продукта; создание технического задания [11].

Результаты. Разработанный программный инструмент должен помочь автоматически определять состав игроков, используя метод кластерного анализа. Таким образом, существует острая необходимость в современной автоматизированной информационной системе (АИС) с применением новых технологий.

Авторы использовали метод кластерного анализа, который разбивает всех членов команды на кластеры, опираясь на обобщенные сходства признаков. С помощью данного метода определили состав команды на соревнования. Целью применения кластерного анализа является группировка похожих объектов. В своем проекте мы использовали в роли метода кластерного анализа – метод ближайшего соседа. Входные данные: число игр в основной команде, число забитых голов и число подборов.

При работе с разработанной базой данных каждый пользователь имеет разные права доступа к ним. Это исключение не позволяет недееспособным пользователям удалять или обрабатывать информацию. Есть несколько групп пользователей:

- программист – полностью доступен для базы данных;
- конечный пользователь – тренеры, которые имеют право вводить, просматривать и обрабатывать данные в 9 таблицах базы данных;
- конечный пользователь – юристы имеют право вводить, просматривать и обрабатывать данные в 2 таблицах базы данных.

Во время создания модели базы данных была создана диаграмма ER для этого программного обеспечения. Фрагмент диаграммы показан на рисунке 1.

Информационно-логическая модель предметной области представлена в виде ER-диаграммы, созданной в соответствии с методикой Ричарда Баркера [13]. Согласно этому методу, объекты соответствуют прямоугольным блокам, в которых название структуры пишется заглавными буквами, а ее атрибуты пишутся строчными буквами. Линии, соединяющие блоки, соответствуют отношениям между субъектами. Разветвленный конец такой линии на одной стороне и другой конец на другой стороне относятся к типу «один для многих».

Каждый предмет должен быть идентифицирован. То есть каждый экземпляр субъекта должен иметь четкое и однозначное определение, позволяющее отличить его от других экземпляров (событий) того же субъекта [14]. Уникальный идентификатор может быть атрибутом, комбинацией атрибутов, комбинацией отношений или атрибутами и отношениями. На диаграмме атрибуты, составляющие уникальный идентификатор, обозначены знаком «#», а входные соединения, составляющие уникальный идентификатор, пересекаются.

Значение некоторых атрибутов может отсутствовать или быть недоступным в какой-то момент. В таких случаях буква «о» помещается перед именем атрибута на диаграмме, что означает, что атрибут является необязательным.

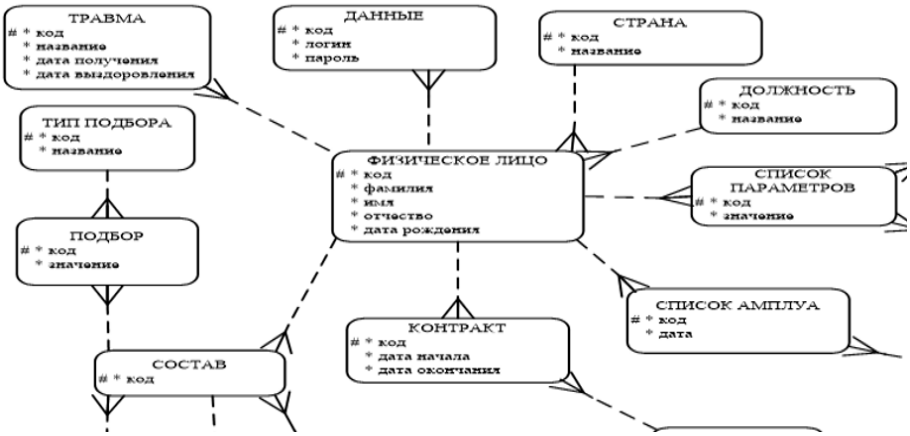


Рис. 1. Фрагмент ER-диаграммы информационно-логической модели

Атрибутам, значения которых всегда должны быть известны, предшествует знак «*».

Отношения – это отношения между двумя субъектами.

Каждое соединение имеет два конца, каждое из которых:

- имя;
- степень (мощность);
- признак обязательства.

Модель каталога разработанной системы базы данных показана на рисунке 2. На рисунке показано 23 таблицы, 10 из которых являются справочными, а 13 – базовыми. Все отношения между таблицами один к одному.

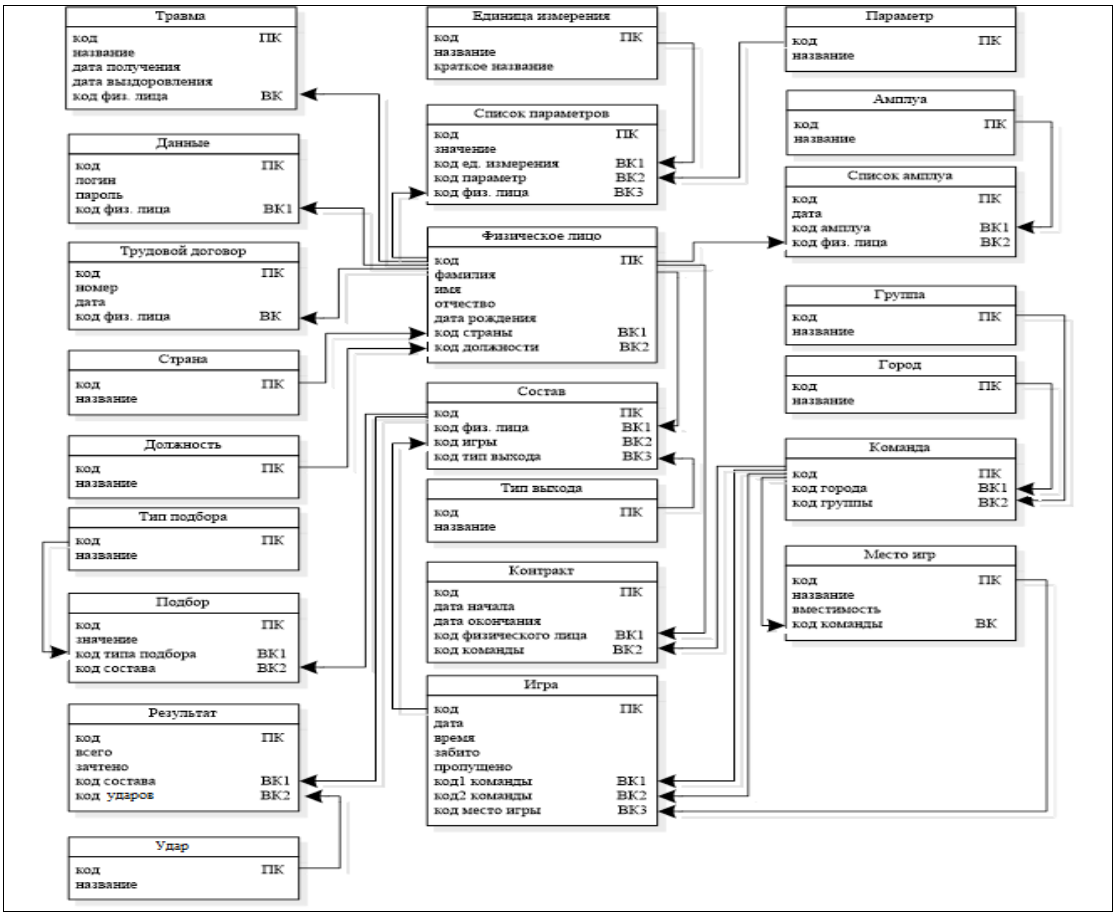


Рис. 2. Даталогическая модель базы данных

Даталогия – это модель, формируемая независимо от физического содержания и организации, которая показывает логическую взаимосвязь элементов данных.

В этом случае модель каталога данных (DLM) формируется на основе специфики работы конкретной предметной области. С учетом ее инфографической модели и конкретной разработки СУБД.

Основной задачей DLM является получение структуры данных, описанных на языке определенной математической модели, предназначенной для выбранной СУБД.

Трансформация общения 1:M. Отношение осуществляется путем копирования первичного ключа из реляционных отношений со стороны «один» в сторону «много», из основного отношения к подчиненному. Появляющийся новый атрибут получает уникальное имя по отношению к нему. Рекомендуется использовать имя таблицы, из которой вы копируете. Этот новый атрибут помечен как внешний ключ. Если на диаграмме ER требуется «множественное» соединение, то также требуется дополнительная функция внешнего ключа. В противном случае селективность внешнего ключа будет равна «mb». Если уникальность класса объектов в терминах «многие» определяется сложением, то внешний ключ должен быть частью первичного ключа, соответственно, это условие установлено.

Необходимо проверить данную полученную схему на соответствие ее нормальной форме Бойса-Кодда [15].

Сама нормализация реляционных таблиц означает последовательное преобразование этих таблиц в нормальную форму, т.е. в одну из канонических явлений, которые приняты в реляционной модели данных.

Существуют определенные требования к формированию, направленных на последовательное устранение «аномалий» в базе данных: необоснованное копирование хранимых данных или необоснованное усложнение алгоритмов базы данных.

Полученная схема не может быть восстановлена по следующим причинам:

- не все классы, специфичные для этой предметной области, разделены;
- отсутствие опыта проектирования;
- качественные и количественные характеристики не разделены должным образом между классами объектов.
- поэтому, после создания модели каталога, необходимо проанализировать закономерности взаимосвязей, полученных для соответствия стандартной форме Кодекса Бойса (NFBC).

Проанализируем соответствие полученной базы данных полученных схем реляционных отношений ООН.

Поскольку все признаки взаимосвязи являются атомарными и не имеются повторяющиеся группы, мы можем сказать, что достигли непосредственно первую нормальную форму (1NF).

В этих схемах использовались несоставные ключи, которая частичную зависимость делает невозможной, т. е. достигается вторая нормальная форма (2NF).

Полученные схемы отношений не имеют переходных зависимостей, которое дает подтверждение их соответствия к третьей нормальной форме (3NF).

В то же время каждый определяющий фактор в отношениях является потенциальным ключом к успеху ООН.

Обычно приведение коммуникационной схемы в нормальную форму Бойса-Кодда и полностью ее нормализация является достаточной.

Проверив адекватность схемы отношений НБС, мы сделали вывод о соответствии ООН схемы отношений.

Объекты и элементы управления Visual Studio составляют основу для создания пользовательского интерфейса, которые позволяют создавать нужные нам для ввода данных текстовые поля и таблицы.

Первая форма – это ядро нашей программы. Здесь мы размещаем две таблицы для отображения системного кейса и место для показа изображения ученика. Затем зарегистрируйте поля ввода текста.

Они нужны для отображения текущей ситуации и поиска их в таблицах. Чтобы подтвердить планирование тренировок, матчей, поиска, сортировки, нужно нажимать кнопки на элементах управления, при нажатии кнопки программа выполнит соответствующее действие. Вам также нужно поместить форму в меню, чтобы быстро переключаться между окнами. Вы должны видеть календарь в каждой системе. В правом верхнем углу основной формы установите календарь, чтобы учащийся мог использовать его для отслеживания текущего времени и дня, текущей недели и месяца. Основная форма разработанного программного приложения показана на рисунке 3.

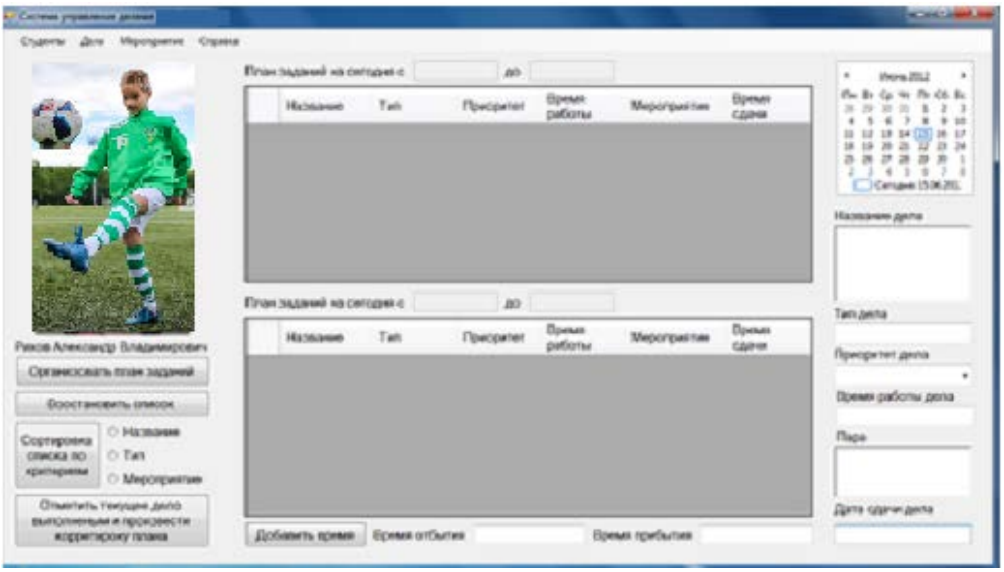


Рис. 3. Главное окно информационной системы

После регистрации в системе пользователь должен заполнить поля формы авторизации, которая открывается. После того, как система подтверждает, что студент зарегистрирован в базе данных, он может заново перейти в окно авторизации (Рисунок 4).

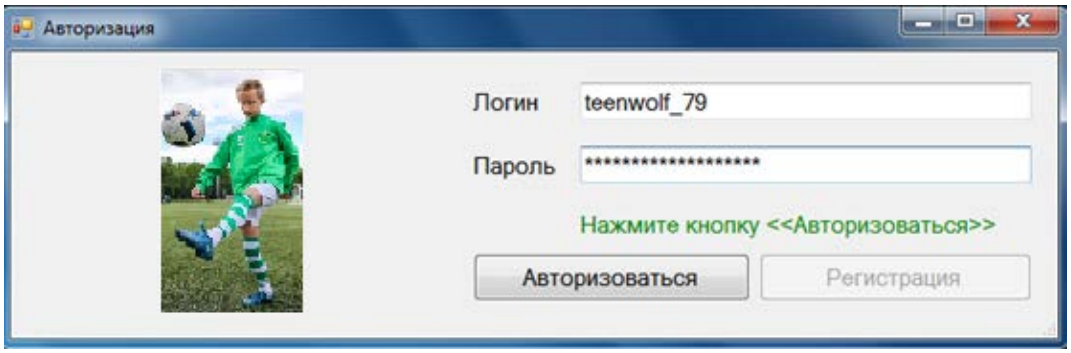


Рис. 4. Вход в систему зарегистрировавшегося студента

После завершения начальных операций пользователь должен добавить запланированные действия.

Если пользователь забывает информацию, представленную в анкете, он может вернуться в окно регистрации, перейти к соответствующей строке меню и выбрать нужный пункт. Необходимо отметить, что кнопка «Регистрация» будет неактивной и в полях ввода логина и пароля отображается код. Во время регистрации персональные идентификационные данные каждого нового студента шифруются, чтобы защитить сохраненные пользовательские данные от несанкционированного доступа (Рисунок 5).

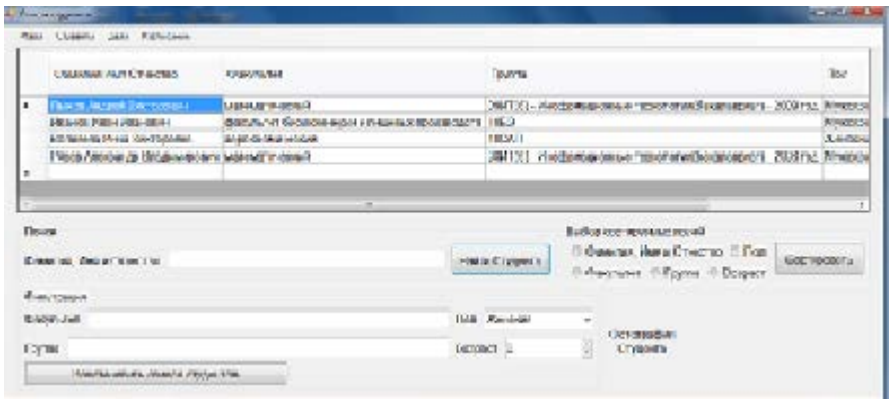


Рис. 5. Окно просмотра зарегистрировавшихся пользователей

Если студент желает видеть других пользователей, использующих информационную систему, то может перейти к окну со списком всех студентов (рисунок 5).

Это окно содержит таблицу со списком, в которой три области для поиска студента. Вы можете разместить фотографию студента в правом нижнем углу.

Первая область формы содержит поле для ввода имени обучающегося, текстовую ссылку и кнопку поиска. На рисунке 6 показано окно в котором можно проводить операцию поиска, зарегистрированных пользователей:

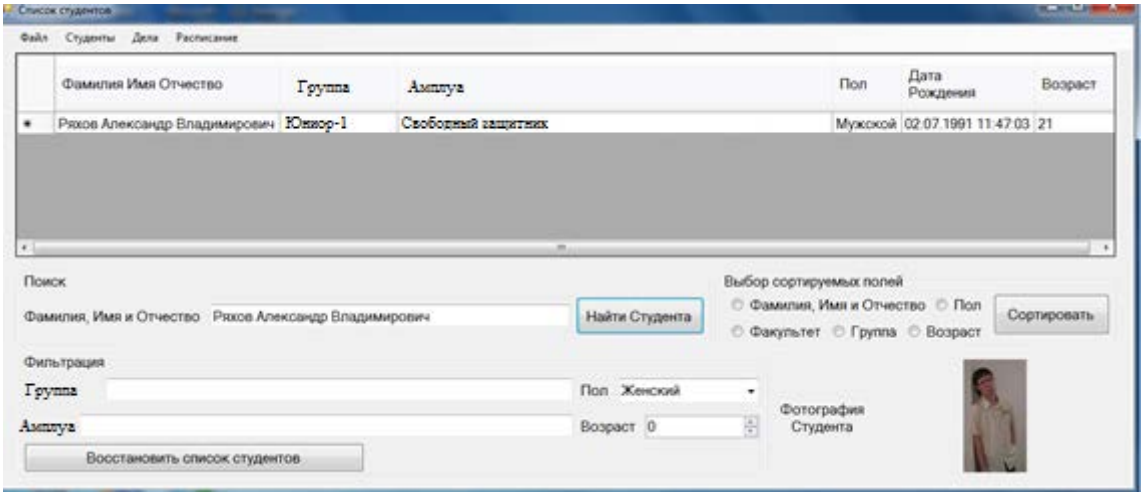


Рис. 6. Поиск зарегистрированных пользователей

Если пользователь желает увидеть список в определенном порядке по заданному критерию, то это выполняется во второй области окна. Здесь задаются следующие критерии: поле для выбора столбца, отсортированного по массиву, а также кнопка для вызова этого действия.

Обсуждение. В процессе работы над проектированием АИС было уделено внимание следующим задачам:

- исследование тематической области. Результатом данной задачи являются полученные входные данные для информационной системы;

- сравнение и оценка подобных программных приложений. В результате решения данной задачи выявили преимущества и недостатки исследованных подобных программных приложений. Это привело к решению создания собственного программного приложения;

- выбор математического аппарата на основе информации полученных от прошедших соревнований. В результате решения данной задачи определили основной состав членов команды, исходя из заданных условий (критерий);

- разработана и внедрена база данных. В результате решения данной задачи, используя заданную предметную область – БД внедрена MS SQL Server;

- выбор структуры и архитектуры ПО. В результате решения данной задачи выявлены функциональные соединения и сцепления;

- получение последовательности решения проблемы;

- проверка и отладка ПО;

- получение описания технического задания и методических указаний для администратора, программиста и пользователя ПО.

Разработанное и внедренное программное приложение соответствует функциональным требованиям, предъявляемым подобным системам. АИС отвечает требованиям надежности и выполняет все функции, которые возлагаются таким системам.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Канеман Д., Тверски А. Рациональный выбор, ценности и фреймы // Психологический журнал. - 2013. - Т. 24. - № 4. - С. 31-42.;

[2] Barberis N.C., Thirty years of prospect theory in economics: A review and assessment. // Journal of Economic Perspectives—Volume 27, Number 1—Winter 2013—Pages 173–196.

[3] Вертакова Ю. В. Управленческие решения: разработка и выбор: учеб. пособие / Ю. В. Вертакова, И. А. Козьева, Э. Н. Кузьбожев; под общ. Ред. Проф. Э. Н. Кузьбожева. — М.: КНОРУС, 2005. — 352

[4] Колпаков В. М. Теория и практика принятия управленческих решений. Учеб. пособие. — К.: МАУН, 2004. –504 с.

[5] Лифшиц А. С. Управленческие решения: учеб. пособие. — М.: КНОРУС, 2009. — 248 с.

[6] Герасимов Б.Н., Реинжиниринг процессов организации. - М.: Вузовский учебник, 2016. - 256 с. - Научная книга.

[7] Герасимов Б.Н. Исследование роли и места менеджмента в управленческой деятельности организации // Вестник Самарского государственного экономического университета. - 2016. - №1 (135). - С. 55-60.

[8] Герасимов Б.Н. Организационное поведение. - Самара: СГАУ, 2010. - 168 с.

[9] Кузнецова, Н. В. Анализ подготовки и принятия управленческих решений в практике: к вопросу выбора оптимального метода / Н. В. Кузнецова. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2016. — № 27 (131). — С. 425-433. — URL: https://moluch.ru/archive/131/36505/ (дата обращения: 05.10.2020).

[10] Миркин, Б. Г. Методы кластер-анализа для поддержки принятия решений. Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики». – М.: Изд. дом Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики», 2011. – 88с.

[11] Орлов, А.И. Организационно-экономическое моделирование: теория принятия решений. учебник / А.И. Орлов. - М.: КноРус, 2018. - 48 с.

[12] Мак-Локлин, М. Oracle Database 11g: Программирование на языке PL. М.: Лори, 2013. - 880 с.

[13] Советов, Б. Я. Базы данных: теория и практика [Текст]: учебник для бакалавров / Б. Я. Советов, В. В. Цехановский, В. Д. Чертовской.- 2-е изд. - Москва : Юрайт, 2014. - 463 с.: ил. - (Бакалавр. Базовый курс). - Прил.: с. 386-458. - Библиогр.: с. 459-460.

[14] Коннолли, Т. Базы данных. Проектирование, реализация и сопровождение. Теория и практика / Т. Коннолли. - М.: Вильямс И.Д., 2017. - 1440 с.

[15] Диго С.М. Базы данных. Проектирование и использование. Учебник. — М.: Финансы и статистика, 2005. — 592 с.

Сагитова Г.К.

Кластерлік талдау басқарушылық шешімдер қабылдауға арналған талдамалық құрал

Түйіндеме. Мақалада агломерациялық кластерлеудің әзірленген математикалық моделі, алгоритмі және нәтижелері қарастырылады. Сипатталған әдістер оның бағдарламалық құралында – балалар футбол мектебіне арналған бағдарламалық қосымша жүзеге асырылады. Даму нәтижесінде балалар спорт мектебіндегі қызметкерлер мен клиенттерді ескере отырып, проблемаларды азайтатын және жаңа ойыншылар мен командаларды тіркеуді тездетуге көмектесетін жүйе құрылды.

Түйінді сөздер: талдау, кластерлеу, кластерлік талдау, аналитикалық жүйе, автоматтандырылған ақпараттық жүйе, MS SQL Server.

УДК 004.056

[1]N. Seilova, [1]R. Ibrayev, [1]Zh. Adilov, [2]L. Gorlov, [1]R. Itemirov,
[1]I. Kiyshko, [2]Zh. Ospanov, M. Arapov
(Satbayev University, Almaty, Kazakhstan
Al-Fafabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
e-mail: n.seilova@satbayev.university)

PRINCIPLES OF SYNTHESIS OF A NONLINEAR NODE OF A BLOCK ENCRIPTION ALGORITHM

Abstract. This paper discusses approaches to the development of a nonlinear node for a block symmetric encryption algorithm, describes the main criteria of the cryptographic strength of nonlinear nodes and methods of their generation, and proposes a practical solution to the problem of generating a nonlinear node.

Key words: Encryption algorithm, block cipher, substitution block, boolean functions, cryptanalysis.

[1]Н.А. Сейлова, [1]Р.Б. Ибраев, [1]Ж.М. Адилов, [2]Л.В. Горлов,
[1]Р.С. Итемиров, [1]И.В. Кияшко, [2]Ж.Ж Оспанов, [1]М.К. Арапов
(Satbayev University, Алматы, Казахстан
Казахский национальный университет им. аль-Фараби,
Алматы, Казахстан. e-mail: n.seilova@satbayev.university)

ПРИНЦИПЫ СИНТЕЗА НЕЛИНЕЙНОГО УЗЛА АЛГОРИТМА БЛОЧНОГО ШИФРОВАНИЯ

Аннотация. В данной работе рассмотрены подходы к разработке узла нелинейного преобразования блочного алгоритма симметричного шифрования (далее – алгоритм шифрования), описаны основные критерии криптографической стойкости нелинейных узлов и методы их генерации, предложен практический вариант решения задачи генерации нелинейного узла.

Ключевые слова. Алгоритм шифрования, блочный шифр, блок подстановки, булевы функции, криптоанализ.

Введение

На этапе становления современной криптографии Клодом Шенноном сформулированы основные принципы надежности шифров, а именно принципы перемешивания (Confusion) и рассеивания (Diffusion) [1]. Как показала многолетняя практика, практическая стойкость блочных алгоритмов шифрования к наиболее эффективным атакам – дифференциальному и линейному криптоанализу – напрямую зависит от соответствующих характеристик нелинейных узлов алгоритма. Именно линейные и дифференциальные свойства раундового преобразования алгоритма шифрования оцениваются в первую очередь при расчёте его криптографической стойкости.

В другом своём издании Шеннон подчёркивает, что оптимальным методом построения надёжных криптографических алгоритмов является использование комбинации нескольких преобразований, каждое из которых достаточно просто для изучения [2].

Действительно, простота доказательства криптографической стойкости алгоритма шифрования как правило является одним из критериев при его разработке; так, при проведении конкурса AES его финалисты – алгоритм MARS и Twofish уступили победителю во многом из-за сложности архитектуры [3].

В подавляющем большинстве современных блочных алгоритмов шифрования нелинейный узел представлен в виде таблиц замен различной длины (от 4 до 8 бит на входе и выходе) [4], которые рассматриваются криптоаналитиками как векторные булевы функции.

Немаловажным условием для успешного внедрения алгоритма и получения одобрения со стороны научного сообщества является прозрачность методов генерации нелинейного узла алгоритма. Так, в принятом на данный момент в качестве стандарта РФ алгоритме шифрования «Кузнечик» таблицы замены вызывают серьёзные нарекания мировых экспертов по причине отсутствия исходных данных для их (якобы случайной) генерации, а также признаков наличия скрытой структуры [5][6].

Определения и свойства булевых функций

Определение 1. Булевой функцией от *n* переменных назовем функцию $f: F_2^n \to F_2$. Будем обозначать множество всех булевых функций от *n* переменных через $P_2(n)$, при этом $|P_2(n)| = 2^{2^n}$.

Определение 2. Векторной булевой функцией от *n* переменных назовем функцию $f: F_2^n \to F_2^m$. При этом векторную булеву функцию можно рассматривать как набор из координатных булевых функций.

Определение 3. Любую функцию $f: F_2^n \to F_2^m$ можно единственным образом записать в виде полинома Жегалкина или алгебраической нормальной формы (*далее – АНФ*): $F(x_1, x_2, \dots, x_n) = \bigoplus_{k=0}^{n} \bigoplus_{i_1, i_2, \dots i_k} a_{i_1, i_2, \dots i_k} x_{i_1, i_2, \dots i_k} \oplus a_0$, где $\{i_1, i_2, \dots, i_k\} \subseteq \{1, 2, \dots, n\}$ и $a_{i_1, i_2, \dots i_k} \in F_2^m$.

Определение 4. Алгебраической степенью *deg*(F) функции F назовем количество переменных в самом длинном слагаемом АНФ, при котором коэффициент не равен нулевому вектору. Функция степени не выше 1 называется аффинной. Если a_0 из АНФ равна 0, функция называется линейной.

Определение 5. Для каждого $y \in F_2^n$ коэффициентом Уолша-Адамара $W_f(y)$ булевой функции *f* от *n* переменных назовем величину, определяемую равенством $W_f(y) = \sum_{x \in F_2^n} (-1)^{f(x) \oplus (x,y)}$. Набор коэффициентов $W_f(y)$ по всем $y \in F_2^n$ называется спектром Уолша-Адамара булевой функции *f*.

Основные характеристики таблиц подстановки:

Размеры входного и выходного блока. Выбираются исходя из архитектуры алгоритма. Наиболее распространены подстановки с размерами входа и выхода 8 битов, что сочетает достаточную стойкость с небольшими требованиями к памяти и быстродействием на всех наиболее распространённых аппаратных и программных платформах.

1. **Устойчивость к дифференциальному анализу.** Дифференциальный криптоанализ – метод криптоанализа симметричных блочных шифров и других криптографических примитивов, основанный на изучении преобразования разностей между шифруемыми значениями на различных раундах шифрования. В качестве разности, как правило, применяется операция побитового суммирования по модулю 2.

Для оценки уязвимости блока подстановки к дифференциальному анализу используют метод построения таблицы разностей по формуле:

$$D_{b,d} = \#\{\forall a, b \in V_n, d \in V_m : S(a) \oplus S(a \oplus b) = d\},$$

где S(x) – операция подстановки двоичного вектора x в нелинейный блок замены, m – размер выхода подстановки, n – размер её входа.

Вероятность выполнения дифференциала на n-м раунде алгоритма вычисляется по формуле: $p = \prod_{i=1}^{n} \frac{\max(D_i)}{|S|}$ [7]. Обратная величина задаёт количество пар открытых-шифрованных текстов, необходимых для успешного криптоанализа.

2. **Устойчивость к линейному анализу.** Линейный анализ происходит в два шага. Первый – построение соотношений между открытым текстом, шифртекстом и ключом, которые справедливы с высокой вероятностью. Второй – использование этих соотношений вместе с известными парами открытый текст – шифртекст для получения битов ключа.

Для оценки устойчивости алгоритма к линейному криптоанализу строится таблица линейных аппроксимаций по формуле:

$L_{a,b} = \Sigma(-1)^{<a,x> \oplus <S(a),y>}$, $a,b,x,y \in V_n$

Максимальное по модулю значение таблицы линейных аппроксимаций аналогичным образом характеризует устойчивость нелинейного узла замены алгоритма шифрования к линейному анализу.

Вероятность выполнения линейной аппроксимации равна:

$P = \frac{1}{2} + 2^{n-1} \prod_{r-1}^{n} (p_r - \frac{1}{2})$ [8]

Вероятность атаки зависит от количества пар открытых-шифрованных текстов, которыми располагает криптоаналитик, через соотношение:

$$\int_{-2\sqrt{N}|p-\frac{1}{2}|}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-x^2/2} dx$$

Отсюда количество пар открытых-шифрованных текстов, необходимых для проведения атаки с вероятностью $\Phi(1) \approx 0.84$ равно:

$c = (P - \frac{1}{2})^{-2}$ [8]

Высокая нелинейность. Нелинейностью булевой функции f от n переменных называется величина N_f, равная расстоянию Хэмминга от f до множества A_n всех аффинных функций от n переменных.

Данную характеристику булевой функции можно рассчитать с помощью следующей формулы: $N_f = d(f, A_n) = 2^{n-1} - max_{c \in F_2^n} |W_f(c)|/2$

Из равенства Парсеваля можно получить следующую оценку сверху для значения нелинейности булевой функции: $N_f \leq 2^{n-1} - 2^{n/2-1}$

На практике чем выше значение нелинейности булевой функции, тем предпочтительнее ее использовать в алгоритмах блочного симметричного шифрования.

Алгебраическая степень. В алгоритмах блочного симметричного шифрования следует выбирать векторные булевы функции с достаточно большой степенью. Параметр deg(F) булевой функции должен быть большим. Это условие накладывается для того, чтобы система уравнений, связывающая биты ключа, открытый и шифрованный текст, построенная путем анализа структуры алгоритма шифрования – в том числе функции F, использующейся в качестве его нелинейного узла, – имела высокую степень. Чем выше степень системы, тем сложнее ее решить, а значит, определить ключ.

Иными словами, значение алгебраической степени в первую очередь определяет стойкость алгоритма блочного симметричного шифрования к аналитическим атакам.

Постановка задачи по генерации таблиц подстановки

В разрабатываемом алгоритме шифрования решено применить нелинейный узел в виде таблицы подстановки с 8-битным входом и выходом, что позволит оптимально реализовать его на всех распространённых процессорных архитектурах с минимальными требованиями по оперативной памяти.

Для устойчивости к дифференциальному анализу максимум дифференциальной таблицы должен составлять не более 4.

Для устойчивости к линейному анализу максимум абсолютных значений таблицы линейных аппроксимаций не должен превышать 32.

Отображение не должно содержать неподвижных элементов.

Степень полинома Жегалкина векторной булевой функции должен составлять 7.

Расстояние до класса аффинных функций – не менее 112.

Методы генерации таблиц подстановки

Существует несколько подходов генерации векторных булевых функций: перебор случайных подстановок и тестирование их характеристик; дискретные алгоритмы генерации функций с доказуемыми характеристиками; оптимизированные методы перебора (градиентный спуск, имитация отжига и т.п.). Отдельно стоит упомянуть методы генерации блоков подстановки «на лету» [14], то есть использование в алгоритме шифрования таблиц замен, зависящих от применяемого ключа шифрования, как это сделано, например, в финалисте AES алгоритме Twofish [15].

Генерация перебором малоэффективна и занимает длительное время. Экспериментальным путём установлено, что данным методом исключительно маловероятно получить булеву функцию с оптимальными характеристиками. Например, из 400000 таблиц подстановки ни одна не удовлетворяет вышеописанным требованиям по устойчивости к линейному и дифференциальному анализу.

Таблица 1. **Распределение максимумов таблиц дифференциалов.**

Макс.таб.диф.	8	10	12	14	16	18	20
К-во подстановок	7	158633	215701	24006	1571	78	4

Устойчивые к линейному анализу подстановки генерируются также с очень малой вероятностью. При анализе 400000 случайно сгенерированных подстановок выявлено лишь 636 с максимумом таблицы линейных аппроксимаций, меньшим 64.

Из миллиона случайно сгенерированных 8-битных таблиц подстановки ни одна не удовлетворяла вторичным критериям отбора, среди которых алгебраическая степень, корреляционная иммунность, расстояние до класса аффинных функций:

Таблица 2. **Некоторые свойства случайно сгенерированных подстановок.**

Свойство таблицы	0	1	2	3	4	5	6
Алг. степень	6951	55431	437687	499931	0	0	0
Корр. имм.	1000000	0	0	0	0	0	0
Расст. аф.	62382	499931	437687	0	0	0	0

В ходе эксперимента использован источник псевдослучайных данных на основе алгоритма шифрования «Магма» с ключами, взятыми из стандарта ГОСТ 34.12-2018.

Выработка собственного нелинейного узла блочного алгоритма

Для генерации нелинейного узла алгоритма шифрования был применён детерминированный алгоритм, предложенный К. Найберг в 1991 году [9]. Именно этим способом были сгенерированы таблицы подстановки (S-box) алгоритма AES.

Алгоритм включает в себя следующие шаги, выполняемые для всех возможных входных векторов подстановки [10]:

1. Взятие обратного значения в поле GF_{2^n}. Вектор 0 принимается самообратным и отображается в себя. Для проведения операции в поле необходим задающий её неприводимый многочлен P соответствующей степени.
2. Аффинная трансформация, представимая в качестве умножения на матрицу M или сдвига в линейном рекуррентном регистре;
3. Наложение маски X по модулю 2.

Таким образом, задача состоит в подборе таких P, M, X, при которых выполнятся критерии, установленные в разделе 4.

При заданном размере входа и выхода блока подстановки 8 бит справедливо следующее:

1. существует 30 неприводимых многочленов степени 8;
2. возможен выбор одной из 256 матриц заданного типа;
3. маска также может принять 256 различных значений.

Для осуществления генерации было разработано специализированное программное обеспечение на языке Си, производящее генерацию нелинейного узла требуемого размера и последующее его тестирование.

В результате генерации получена следующая подстановка (в шестнадцатеричном виде):

eb 89 db cb f3 f5 fb 90 e6 3d e5 2e e3 0b 56 e1
6c 12 80 28 ed 22 09 4a ee 27 9b 58 35 57 ef 94
29 c0 16 7c 5e 87 0a 7e e8 11 0e af 9a 84 3a 1a
69 71 8c bc d2 55 33 d1 85 75 b5 83 e9 50 54 ac
8a d6 7f 1f 14 4e 21 82 30 24 dd 9f 1b 32 20 a8
6a b0 97 62 19 d8 c8 0c 52 02 5c 43 03 95 13 81
ab 77 a6 f2 59 67 41 ec 76 98 b4 73 86 9c f7 cf
dc ba a4 fd c4 99 df ce ea 1c 36 bd 34 d7 49 64
5a 6f 74 01 a0 39 91 00 15 3f 38 b8 8f 26 5f f8
07 a3 0d da f0 e7 d0 d9 93 f6 06 47 0f a1 4b c5
2a ff 46 60 d5 1d 2f a9 92 17 72 8e 7a aa 18 6e
37 08 1e 63 31 c2 bf c6 9e 65 d4 3b 96 9d de 45
ca 2d a5 fe 4d b9 66 c3 b3 cc ad 61 be 7b 68 88
25 2b 53 5b 44 40 a7 a2 5d c9 51 ae e4 c7 f9 78
70 cd 42 4f 4c 3c e0 3e 7d b7 d3 b2 f1 8d 79 8b
6b e2 10 23 04 6d c1 fc 05 b6 f4 48 bb b1 2c fa

Выводы. Полученные характеристики:

1. Максимум таблицы линейных аппроксимаций: **32**.
2. Максимум дифференциальной таблицы: **4**.

3. Степень полинома Жегалкина: **7**.
4. Расстояние до класса аффинных функций: **112**.

Проводимые исследования выполнены в рамках финансируемого проекта № AP06851287 «Разработка алгоритма блочного симметричного шифрования».

ЛИТЕРАТУРА

[1] Шеннон К. Математическая теория криптографии (англ. A Mathematical Theory of Cryptography) // Bell System Technical Memo MM 45-110-02, 1945 г.

[2] Шеннон К. Теория связи в секретных системах (англ. Communication Theory of Secrecy Systems) // Bell System Technical Journal, 1949 г.

[3] Nechvatal J., Barker E., Bassham L., Burr W., Dworkin M., Foti J., Roback E. Report on the Development of the Advanced Encryption Standard (AES). // http://csrc.nist.gov — National Institute of Standards and Technology.

[4] Панасенко С. П. Алгоритмы шифрования. Специальный справочник // БХВ-Петербург, 2009 г.

[5] Léo Perrin. Partitions in the S-Box of Streebog and Kuznyechik // Cryptology ePrint Archive: Report 2019/092, 2019 г.

[6] Alex Biryukov, Léo Perrin and Aleksei Udovenko. The Secret Structure of the S-Box of Streebog, Kuznechik and Stribog // Cryptology ePrint Archive: Report 2015/812, 2015 г.

[7] Eli Biham and Adi Shamir. Differential Cryptanalysis of DES-like Cryptosystems // Journal of Cryptology volume 4, pages3–72, 1991.

[8] Mitsuru Matsui. Linear Cryptoanalysis method for DES cipher // EUROCRYPT 1993: Advances in Cryptology – EUROCRYPT ’93 pp 386-397.

[9] Kaisa Nyberg. Perfect nonlinear S-boxes // EUROCRYPT 1991: Advances in Cryptology – EUROCRYPT ’91 pp 378-386, 1991.

[10] Federal Information Processing Standards Publication 197. Advanced encryption standard (AES) // https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/FIPS/ NIST.FIPS.197.pdf, 2001.

[11] Л.В. Горлов, Р.Б. Ибраев. О некоторых методах к генерации таблиц замен блочных алгоритмов симметричного шифрования // Сатпаевские чтения-2020, том 2, стр. 365 – 367.

[12] Р.Б. Ибраев, Л.В. Горлов. Анализ криптографических свойств таблиц замен современных блочных алгоритмов симметричного шифрования. шифрования // Сатпаевские чтения-2020, том 2, стр. 372 – 374.

[13] Р.Б. Ибраев, Л.В. Горлов. Подходы к разработке собственного блочного алгоритма симметричного шифрования // Сатпаевские чтения-2020, том 2, стр. 368 – 372.

[14] Liam Keliher. Substitution-PermutationNetwork Cryptosystems Using Key-Dependent S-Boxes // Queen’s University, Canada, 1997.

[15] Bruce Schneier, John Kelsey, Doug Whiting, David Wagner, Chris Hall, Niels Ferguson. Twofish: A 128-Bit Block Cipher // https://www.schneier.com/wp-content/uploads/2016/02/paper-twofish-paper.pdf

Н.А. Сейлова, Р.Б. Ибраев, Ж.М. Адилов, Л.В. Горлов, Р.С. Итемиров, И.В. Кияшко, Ж.Ж Оспанов, М.К. Арапов

Блоктық шифрлау алгоритмінің сызықтық емес түйінінің синтез принциптері

Түйіндеме: Осы жұмыста блоктық симметриялық шифрлау алгоритмінің сызықтық емес түйінін әзірлеу әдістері қарастырылды (бұдан әрі – шифрлау алгоритмі), сызықтық емес түйіндердің криптографиялық тұрақтылығына критерийлер және оларды генерациялау әдістері келтірілген, сызықтық емес түйінді генерациялау есебі шешімінің практикалық нұсқасы ұсынылды.

Түйінді сөздер: Шифрлау алгоритмі, блоктық шифр, алмастыру блогы, бұльдық функциялар, криптоталдау.

УДК 004.9

Ye. Seitkulov, G. Ulyukova, M. Arapov
(Gumilyov Eurasian National University, Nu-Sultan, Kazakhstan
E-mail: seitkulov_y@enu.kz, yerzhan.seitkulov@gmail.com,
National Defense University, Kazakhstan)

METHODS FOR OUTSOURCING COMPUTATIONAL TRANSFORMATIONS IN ASYMMETRIC CRYPTOSYSTEMS

Annotation. The This article explores secure outsourcing protocols to speed up the computation of some asymmetric cryptographic transformations. The developed protocols and methods are especially relevant in the era of the Internet of Things, since small smart devices cannot independently perform complex cryptographic calculations. The essence of the problem of secure outsourcing of computationally complex cryptographic tasks is that the client cannot transfer all the data of the original computationally complex task to the server, since the task contains secret parameters. Therefore, the client first needs to transform his task into another computational task, where already secret information cannot be discovered. The resulting new computationally complex task is sent to the server for its solution. Then, the result of the server processing is passed back to the client. From this intermediate result, the client must independently be able to calculate the result of the initial computationally complex cryptographic problem in a time acceptable to him.

Keywords: cryptography, client-server interaction, secure outsourcing, fast computing.

Е.Н. Сейткулов[1], Г.Б. Улюкова[1] , М.К. Арапов[2]
([1]Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Нур-Султан.
[2]Национальнай университет обороны им. Первого Президента РК - Елбасы, Казахстан.
email: seitkulov_y@enu.kz)

МЕТОДЫ АУТСОРСИНГА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ В АСИММЕТРИЧНЫХ КРИПТОСИСТЕМАХ

Аннотация. В статье исследуются протоколы безопасного аутсорсинга для ускорения вычислений некоторых асимметрических криптографических преобразований. Разработанные протоколы и методы особенно актуальны в эпоху интернета вещей, так как маленькие смарт-устройства не могут самостоятельно осуществить сложные криптографические вычисления. Суть проблемы безопасного аутсорсинга вычислительно-сложных криптографических задач заключается в том, что клиент не может передать серверу все данные исходной вычислительно-сложной задачи, так как задача содержит секретные параметры. Поэтому, клиенту вначале нужно преобразовать свою задачу в другую вычислительную задачу, где уже секретная информация не может быть обнаружена. Полученная новая вычислительно-сложная задача отправляется на сервер для его решения. Затем, результат серверной обработки передается обратно клиенту. Из этого промежуточного результата клиент самостоятельно должен суметь вычислить результат исходной вычислительно-сложной криптографической задачи за приемлемое для него время.

Ключевые слова: криптография, клиент-серверное взаимодействие, безопасный аутсорсинг, быстрые вычисления.

В данной работе мы приведем два классических криптографических алгоритмов для передачи секретной информации между двумя субъектами, при этом покажем, как можно вычислительно-сложные части алгоритмов безопасно реализовать в аутсорсинге на сервере. Предполагается, что сервер имеет в наличии достаточные мощности для проведения вычислительных работ, которые ему заказывает клиент. Отметим, что работы в этом направлении ведутся давно, и разными специалистами и учеными [1-10] получены самые разные практические методы в вопросах ускорения вычислений через аутсорсинг.

В настоящей работе мы частично используем результаты работы [8] при описании прокола безопасного аутсорсинга.

Аутсорсинг криптосистемы без передачи ключей. Пусть субъекты A и B решили организовать между собой секретную переписку. Для этого необходимо выбрать достаточно большое простое число p. Субъекты A и B, независимо друг от друга, выбирают случайные натуральные числа a и b соответственно, которые взаимно просты с числом p-1.

Далее, субъект A находит число α из условия

$$a * \alpha = 1(mod\varphi(p)), 0 < \alpha < p - 1;$$

а субъект В находит число β из условия
$b * \beta = 1(mod\varphi(p)), 0 < \beta < p - 1.$

Здесь числа a и α являются секретными ключами субъекта А; b и β являются секретными ключами субъекта В.

Кроме того, теперь А и В выбирают случайные натуральные большие числа p_1 и p_2 соответственно, такие, что $p_1 < p$, $p_2 < p$, и независимо друг от друга единожды вычисляют числа

$$\text{Субъект А: } s_1 = (p_1^{-1})^a \, mod \, p$$

$$\text{Субъект В: } s_2 = (p_2^{-1})^b \, mod \, p$$

Предположим, что субъект А желает передать секретное сообщение m субъекту В. Для удобства можно считать, что 0 < m < p-1.

Тогда протокол передачи информации описывается следующим образом:

1) Субъект А вычисляет значение

$$m_1 = m^a mod\ (p), 0 < m_1 < p,$$

с помощью сервера, выполняя следующие шаги:

Шаг №1: А выбирает случайное натуральное число k и вычисляет:

$x_1 = m + kp$; а затем вычисляет произведение $x = x_1 p_1$.

Шаг №2: На своем смарт-устройстве субъект А генерирует случайным образом целые числа $d_1, d_2, \dots, d_m$, а также двоичный вектор $f = [f_1, f_2, \dots, f_m]$ такие, что $a = (f_1 d_1 + f_2 d_2 + \cdots + f_m d_m)(mod\, \varphi(p))$, где $1 \leq d_i < p$ и вес Хэмминга вектора *f*, то есть сумма $\sum_{i=1}^{m} f_i \leq C$, где *C* и *m* – целые числа, которые выбираются субъектом А. Далее, субъект А отправляет *p*, *x* и вектор $D = [d_1, d_2, \dots, d_m]$ серверу.

Шаг №3: Сервер вычисляет $z_i = x^{d_i} mod\, p$ и возвращает субъекту А целочисленный вектор $Z = [z_1, z_2, \dots, z_m]$.

Шаг №4: Субъект А вычисляет значение $m_1 = (y_m s_1) mod\, p$ с помощью следующего алгоритма: $y_0 = 1;$

$for(i = 1; i \leq m; i++)$
{
$if\ f_i = 1, then$
$y_i = y_{i-1} z_i mod\, p;$
$if\ f_i = 0, then$
$y_i = y_{i-1};$
}
end.

Шаг №5: Субъект А отправляет сообщение m_1 субъекту В по открытому каналу.

2) Субъект В вычисляет значение

$$m_2 = {m_1}^b mod\ (p), 0 < m_2 < p,$$

с помощью сервера, выполняя следующие шаги:

Шаг №1: на своем смарт-устройстве субъект В генерирует случайным образом целые числа $d_1, d_2, \dots, d_m$, а также двоичный вектор $f = [f_1, f_2, \dots, f_m]$ такие, что $b = (f_1 d_1 + f_2 d_2 + \cdots + f_m d_m)(mod\, \varphi(p))$, где $1 \leq d_i < p$ и вес Хэмминга вектора *f*, то есть сумма $\sum_{i=1}^{m} f_i \leq C$, где *C* и *m* – целые числа, которые выбираются субъектом В. Далее, субъект В отправляет *p*, m_1 и вектор $D = [d_1, d_2, \dots, d_m]$ серверу.

Шаг №2: Сервер вычисляет $z_i = {m_1}^{d_i} mod\, p$ и возвращает субъекту В целочисленный вектор $Z = [z_1, z_2, \dots, z_m]$.

Шаг №3: Субъект В вычисляет значение $m_2 = y_m$ с помощью следующего алгоритма: $y_0 = 1;$
$for(i = 1; i \le m; i++)$
{
$if\ f_i = 1, then$
$y_i = y_{i-1} z_i mod\, p;$
$if\ f_i = 0, then$
$y_i = y_{i-1};$
}
end.

Шаг №4: Субъект В отправляет сообщение m_2 субъекту А по открытому каналу.

3) Субъект А вычисляет значение

$$m_3 = m_2{}^{\alpha} mod\ (p), 0 < m_3 < p,$$

с помощью сервера, выполняя следующие шаги:

Шаг №1: на своем смарт-устройстве субъект А генерирует случайным образом целые числа $d_1, d_2, \dots, d_m$, а также двоичный вектор $f = [f_1, f_2, \dots, f_m]$ такие, что $\alpha = (f_1 d_1 + f_2 d_2 + \cdots + f_m d_m)(mod\, \varphi(p))$, где $1 \le d_i < p$ и вес Хэмминга вектора *f*, то есть сумма $\sum_{i=1}^{m} f_i \le C$, где *C* и *m* – целые числа, которые выбираются субъектом А. Далее, субъект А отправляет *p*, m_2 и вектор $D = [d_1, d_2, \dots, d_m]$ серверу.

Шаг №2: Сервер вычисляет $z_i = m_2{}^{d_i} mod\, p$ и возвращает субъекту А целочисленный вектор $Z = [z_1, z_2, \dots, z_m]$.

Шаг №3: Субъект А вычисляет значение $m_3 = y_m$ с помощью следующего алгоритма: $y_0 = 1;$
$for(i = 1; i \le m; i++)$
{
$if\ f_i = 1, then$
$y_i = y_{i-1} z_i mod\, p;$
$if\ f_i = 0, then$
$y_i = y_{i-1};$
}
end.

Шаг №4: Субъект А отправляет сообщение m_3 субъекту В по открытому каналу.

4) Субъект В вычисляет значение

$$m_4 = m_3{}^{\beta} mod\ (p), 0 < m_4 < p,$$

с помощью сервера, выполняя следующие шаги:

Шаг №1: на своем смарт-устройстве субъект В генерирует случайным образом целые числа $d_1, d_2, \dots, d_m$, а также двоичный вектор $f = [f_1, f_2, \dots, f_m]$ такие, что $\beta = (f_1 d_1 + f_2 d_2 + \cdots + f_m d_m)(mod\, \varphi(p))$, где $1 \le d_i < p$ и вес Хэмминга вектора *f*, то есть сумма $\sum_{i=1}^{m} f_i \le C$, где *C* и *m* – целые числа, которые выбираются субъектом А. Далее, субъект А отправляет *p*, m_3 и вектор $D = [d_1, d_2, \dots, d_m]$ серверу.

Шаг №2: Сервер вычисляет $z_i = m_3{}^{d_i} mod\, p$ и возвращает субъекту В целочисленный вектор $Z = [z_1, z_2, \dots, z_m]$.

Шаг №3: Субъект В вычисляет значение $m_4 = y_m$ с помощью следующего алгоритма: $y_0 = 1;$
$for(i = 1; i \le m; i++)$
{

$if\ f_i = 1, then$
$y_i = y_{i-1} z_i mod\, p;$
$if\ f_i = 0, then$
$y_i = y_{i-1};$
}
end.

Шаг №4: Субъект В получает исходное секретное сообщение от субъекта А, так как $m_4 = m$.

Аутсорсинг криптосистемы с открытым ключом.

Пусть субъекты А и В решили организовать между собой секретную переписку. Для этой цели каждый из них, независимо друг от друга, выбирают достаточно большие простые числа: p_1, p_2 и q_1, q_2. Далее, оба субъекта вычисляют самостоятельно произведения $p = p_1 p_2$ и $q = q_1 q_2$. Каждый из субъектов А и В независимо друг от друга выбирает случайное натуральное число a и b, и взаимно простые с числами $\varphi(p)$ и $\varphi(q)$ соответсвенно.

Далее, субъект А находит число α из условия

$$a * \alpha = 1 (mod \varphi(p)), 0 < \alpha < \varphi(p);$$

субъект В находит число β из условия
$b * \beta = 1 (mod \varphi(q)), 0 < \beta < \varphi(q).$

Здесь числа a и b являются открытыми ключами субъектов А и В соответственно; α и β являются секретными ключами субъектов А и В соответственно.

Кроме того, теперь А и В выбирают случайные натуральные большие числа l и v соответственно, такие, что $(l, q) = 1,\ (v, p) = 1,\ l < q,\ v < p$, и независимо друг от друга единожды вычисляют числа, предназначенные для переписки (не сеансовые) только между субъектами А и В:

Субъект А: $s_1 = (l^{-1})^b\, mod\, q$

Субъект В: $s_2 = (v^{-1})^a\, mod\, p$

Предположим, что субъект А желает передать секретное сеансовое сообщение m субъекту В. Для удобства можно считать, что 0 < m < q.

Тогда протокол передачи информации описывается следующим образом:

Субъект А вычисляет значение

$$m_1 = m^b mod\, (q), 0 < m_1 < q,$$

с помощью сервера, выполняя следующие шаги:

Шаг №1: выбирает случайное натуральное число k и вычисляет

$x_1 = m + kq$; а затем вычисляет произведение $x = x_1 l$.

Шаг №2: Субъект А отправляет *q*, *x* и b серверу.

Шаг №3: Сервер вычисляет $z = x^b mod\, (q)$ и возвращает субъекту А число z.

Шаг №4: Субъект А отправляет результат вычисления $m_1 = z s_1 mod\, q$ субъекту В по открытому каналу.

1) Субъект В вычисляет значение

$$m_2 = m_1{}^{\beta} mod\, (q), 0 < m_2 < q,$$

с помощью сервера, выполняя следующие шаги:

Шаг №1: на своем смарт-устройстве субъект В генерирует случайным образом целые числа $d_1, d_2, \dots, d_m$, а также двоичный вектор $f = [f_1, f_2, \dots, f_m]$ такие, что $\beta = (f_1 d_1 + f_2 d_2 + \cdots + f_m d_m)(mod\, \varphi(q))$, где $1 \le d_i < q$ и вес Хэмминга вектора *f*, то есть сумма

$\sum_{i=1}^{m} f_i \leq C$, где C и m – целые числа, которые выбираются субъектом В. Далее, субъект В отправляет q, m_1 и вектор $D = [d_1, d_2, \ldots, d_m]$ серверу.

Шаг №2: Сервер вычисляет $z_i = {m_1}^{d_i} mod\, q$ и возвращает субъекту В целочисленный вектор $Z = [z_1, z_2, \ldots, z_m]$.

Шаг №3: Субъект В вычисляет значение $m_2 = y_m$ с помощью следующего алгоритма: $y_0 = 1;$

$for(i = 1; i \leq m; i++)$

{

$if\ f_i = 1, then$

$y_i = y_{i-1} z_i mod\, q;$

$if\ f_i = 0, then$

$y_i = y_{i-1};$

}

end.

Шаг №4: Субъект В получает исходное секретное сообщение от субъекта А, так как $m_2 = m$.

Информация о поддержка. Данная работа выполнена при финансовой поддержке грантового финансирования МЦРИАП, № AP06850817.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Seitkulov Ye. New methods of secure outsourcing of scientific computations // The Journal of Supercomputing, Springer US, Print ISSN 0920-8542, Volume 65, Issue 1, 2013, pp 469-482.

[2] Jianhua Yu, Xueli Wang, Wei Gao Improvement and applications of secure outsourcing of scientific computations // Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing, December 2015, Volume 6, Issue 6, pp. 763–772.

[3] Xing Hu, Chunming Tang Secure outsourced computation of the characteristic polynomial and eigenvalues of matrix // Journal of Cloud Computing, Springer Berlin Heidelberg, 4:7 DOI 10.1186/s13677-015-0033-9, 2015, ISSN 2192-113X, online https://eprint.iacr.org/2014/442.pdf

[4] Cong Wang, Kui Ren, Jia Wang Secure Optimization Computation Outsourcing in Cloud Computing: A Case Study of Linear Programming // IEEE Transactions on Computers, Volume: 65, Issue 1, Jan. 1 2016, pp. 216 – 229.

[5] Vyas R., Singh A., Singh J., Soni G., Purushothama B.R.: Design of an efficient verification scheme for correctness of outsourced computations in cloud computing // Security in Computing and Communications, Springer, 2015, vol. 536, pp. 66–77.

[6] Atallah M., Frikken K. Securely outsourcing linear algebra computations // In: Proceedings of ASIACCS. New York, 2010, pp 48–59.

[7] Benjamin D., Atallah M. Private and cheating-free outsourcing of algebraic computations // Proceedings of 6th conference on privacy, security, and trust (PST), 2008, pp 240–245.

[8] Tsutomu Matsumoto, Koki Kato, Hideki Imai Speeding Up Secret Computations with Insecure Auxiliary Devices // CRYPTO 1988: Advances in Cryptology — CRYPTO' 88, pp. 497-506.

[9] Thierry Mefenza, Damien Vergnaud Cryptanalysis of Server-Aided RSA Protocols with Private-Key Splitting // Published 2018 online: https://www.di.ens.fr/~mefenza/Cryptanalysis%20of%20Server-Aided%20RSA.pdf

[10] Kai Zhou, M. H. Afifi, Jian Ren ExpSOS: Secure and Verifiable Outsourcing of Exponentiation Operations for Mobile Cloud Computing // IEEE Transactions on Information Forensics and Security, Volume 12 , Issue 11, Nov. 2017, pp. 2518 – 2531.

Е.Н. Сейткулов, Г.Б.Улюкова, М.К. Арапов

Асимметриялық криптожүйелердегі есептеу түрлендірулерін аутсорсинг тәсілдері

Түйіндеме. Бұл мақалада кейбір асимметриялық криптографиялық түрленулерді есептеуді жеделдету үшін аутсорсингтің қауіпсіз протоколдары қарастырылған. Әзірленген протоколдар мен әдістер Интернеттің заттар дәуірінде әсіресе өзекті болып табылады, өйткені шағын ақылды құрылғылар күрделі криптографиялық есептеулерді өз бетінше орындай алмайды. Есептеуіштік күрделі криптографиялық тапсырмаларды қауіпсіз аутсорсинг мәселесінің мәні мынада: клиент бастапқы есептеулердің барлық деректерін серверге бере алмайды,

өйткені тапсырмада құпия параметрлер бар. Сондықтан, клиентке алдымен өз міндетін басқа есептік тапсырмаға айналдыру қажет, ондағы құпия ақпаратты табу мүмкін емес. Алынған жаңа есептеуіш күрделі тапсырма оны шешу үшін серверге жіберіледі. Содан кейін, серверді өңдеу нәтижесі клиентке қайта жіберіледі. Осы аралық нәтижеден клиент өзі үшін қолайлы уақытта бастапқы есептеу күрделі криптографиялық есептің нәтижесін есептей білуі керек.

Түйін сөздер: криптография, клиент-сервердің өзара әрекеті, қауіпсіз аутсорсинг, жылдам есептеу.

ӘОЖ: 004.9

Zh.Avkurova, B.Abduraimova, S.Gnatyuk, A.Gizun
(L.N.Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan)
E-mail: zhadyra.avkurova.83@mail.ru
(National Aviation University, Kyiv, Ukraine)

ANALYSIS OF MODERN ATTACK DETECTION SYSTEMS BASED ON VIRTUAL BAIT TECHNOLOGIES

Annotation. An effective implementation of modern IDS / IPS systems must distinguish between mainstream client traffic and intrusion attempts, while simultaneously overcoming ICS bandwidth, latency, and security issues. The provision of this concept is effectively implemented with the help of systems based on virtual honeypots, which can be used to predict and provide information and analytical support for decision-making processes for ensuring the state's information security. The appearance of such baits is caused by the need for the defensive side to "play ahead", since the offender is almost always "one step ahead".

Ж.С.Авкурова[1], Б.К.Абдураимова[1], С.А.Гнатюк[2], А.И.Гизун[2]
([1]Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан.
[2]Ұлттық авиация университеті, Киев, *Украина*.
E-mail: zhadyra.avkurova.83@mail.ru)

ВИРТУАЛДЫ ҚАБАҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР НЕГІЗІНДЕ ҚАЗІРГІ ШАБУЫЛДАРДЫ АНЫҚТАУ ЖҮЙЕЛЕРІНЕ ТАЛДАУ

Аңдатпа. Қазіргі заманғы IDS / IPS жүйелерін тиімді енгізу клиенттің негізгі трафигі мен кіру әрекеттерін ажырата отырып, сонымен бірге ICS өткізу қабілеттілігін, кідірісті және қауіпсіздік мәселелерін бір уақытта шешу. Бұл тұжырымдаманың ережелері мемлекеттің АЖ-н қамтамасыз ету үшін шешім қабылдау процестерін болжау және ақпараттық-талдамалық қамтамасыз ету үшін қолданыла алатын виртуалды бал ұяларына негізделген жүйелердің көмегімен тиімді жүзеге асырылады. Мұндай жемдердің пайда болуы қорғаныс тарапының «алда ойнауы» қажеттілігінен туындайды, өйткені қылмыскер әрдайым «бір адым алға» шығады.

Кіріспе. Ақпараттық технологиялардың қарқынды дамуы адам қызметінің, қоғамның және мемлекеттің барлық салаларына оң әсерін тигізеді, бірақ ол көбінесе мемлекеттің ақпараттық қауіпсіздігі (АЖ) жағдайына кері әсер ететін көптеген бақыланбайтын ішкі және сыртқы қатерлерді тудырады. Мемлекеттің ақпараттық жүйелерінің тиімділігін арттыру көбінесе олардың қауіпсіздігін басқару мүмкіндіктеріне байланысты. Бүгінгі күні халықаралық қауымдастық ақпараттық қауіпсіздікті басқару жүйелерін және олардың жекелеген компоненттерін стандарттау бойынша айтарлықтай жұмыс жүргізді (бұл жұмыстың нәтижесі ISO 27k стандарттарының сериясы болып табылады).

Мақаланың мақсаты теориялық және практикалық базаның қазіргі даму жағдайын зерттеу болып табылады, виртуалды алдау негізінде ICS-ге енуді анықтау үшін қолданылады.

Қазіргі заманғы виртуалды бал жүйелері

Ұзақ уақыт бойы «шабуыл-қорғаныс» қарсыласуында қадамдық стратегияның бір түрі қолданылды - шабуылдаушылар қорғаныстың бір «саңылауын» қолданып, ақыры оны жауып тастады, басқасын іздеді - ол кейінірек жабылды және т.б. Ойын қалаған уақытқа дейін созылатын

шахмат ойынының осындай аналогы қорғаныстан уақыт пен ресурстардың орасан зор қаражатын қажет етеді, әсіресе шабуылдаушы әрдайым дерлік қорғаныс шараларына жауап беруге мүмкіндігі бар. Осыған қарамастан, қорғаушы тарап «ескерту үшін ойнауы» керек, сол арқылы кіру қаупін барынша азайтады. Іс жүзінде мұндай функциялар CERT / CSIRT деп аталатын орталықтарға жүктелген (жауап беру / ақпараттық қауіпсіздік оқиғаларын тергеу). Мұндай орталықтарда ақпараттық қауіпсіздік инциденттерін басқару үшін шешім қабылдау процестерін болжау және ақпараттық-талдамалық қамтамасыз ету құралдары қолданылады. Бұл оқиғаларды тиімді басқаруды жүзеге асыру үшін CERT / CSIRT виртуалды алдау (тұзақ) деп аталатын жүйелерді қолдана алады - ұяшық жүйелері (ағылшын тілінен аударғанда - «бал құмыра»). Олардың жұмысының мақсаты - зиянкестер шабуылдау немесе сканерлеу, соңғысының стратегиясын зерттеу, олардың нақты қауіпсіздік объектілеріне шабуыл жасауға болатын құралдарының ауқымын анықтау. Виртуалды алдауды іске асыру әдісі түбегейлі емес - ол арнайы орналастырылған интегралды желі немесе басты және бірінші кезектегі міндет бұзушының қызығушылығы (назарын аудару) болып табылатын желілік қызметтің жалғыз эмуляциясы болуы мүмкін [1].

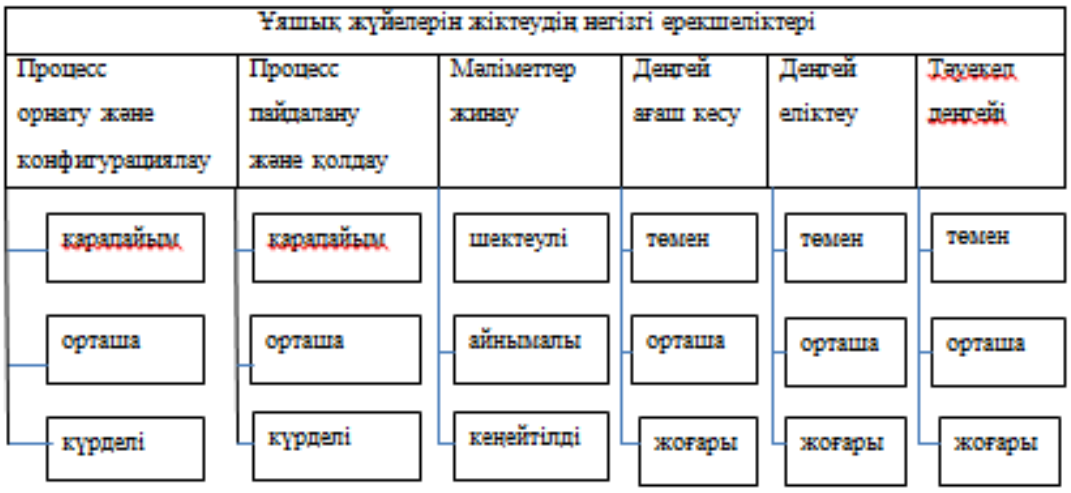
Honeypot - бұл ең алдымен хакерлік жүйені құрудың тұжырымдамасы. Мұндай жүйе арнайы бағдарламалық жасақтамамен (бағдарламалық жасақтамамен) немесе конфигурация ерекшеліктерімен емес, оны құру мен орналастырудың мақсатымен анықталады. Жоғарыда атап өткеніміздей, бұл мақсат енуді анықтау және кейінгі шабуылдарды талдау болып табылады. Honeypot ұяшықтары бір қызметті имитациялаудан жүйелер мен желілерді имитациялауға дейін әр түрлі формада болуы мүмкін. Осал болуына байланысты бұл жүйелер өндірістік ақпараттық-коммуникациялық жүйелер (ББЖ) болмауы керек, бірақ ұқсастықтары бойынша шабуылдаушыларды тартуы керек. Ғылыми зерттеудің осы бағытының өзектілігін және ғылыми әдебиеттерде виртуалды алдау жүйелерінің классификацияларының жоқтығын ескере отырып, біз бал потенциалы технологиясына негізделген қолданыстағы жүйелерді және олардың жіктелуі индекативті принципке сәйкес.

Бал ұяларын жүйелеуге арналған мүмкіндіктерді іздеу. Виртуалды тұзақ шабуылдаушыға көрінетін және қол жетімді болуы керек - бұл оның артықшылығы, әйтпесе пайдалы ақпарат алынбайды. Екінші жағынан, балдың балапанының енуі қауіпсіз ICS-ге әсер етпейді. Қажетті ақпаратты алу үшін пассивті тыңдаудың және тіркеудің әр түрлі технологиялары қолданылады. Бал ұяларының келесі екі тобын атап өту керек (жұмыс істеу мақсаты тұрғысынан) [2, 13]:

Honey бал аралықтарын өндіру - пайдалану оңай, шектеулі ақпараттарды ғана жинақтайды және оларды негізінен ірі компаниялар мен коммерциялық ұйымдар пайдаланады.

Honey бал аралықтарын зерттеу - орналастыру және сақтау, барлық ақпаратты егжей-тегжейлі жинау және оларды әскери немесе үкіметтік ғылыми ұйымдар негізінен пайдалану әлдеқайда қиын.

Бал ұясының қалай жасалатыны, ол оны орындауға арналған міндеттерге байланысты. Егер шабуылдаушылардың мінез-құлқының мотивтерін, олардың шабуыл тәсілдері мен құралдарын зерттеу қажет болса, онда шабуылдаушыға оның өзара әрекеттесетін толыққанды операциялық жүйесін қамтамасыз ететін күрделі бал ұясын құру қажет, бұл тіркеудің жоғары деңгейін қамтамасыз етеді. Егер жүйені сканерлеу сияқты рұқсат етілмеген әрекеттерді анықтау қажет болса, онда бұл мақсаттар үшін шабуылдаушымен өзара әрекеттесу командаларын ғана жазып, қызметтердің минималды мүмкіндіктері мен операцияларын имитациялайтын қарапайым бал ұясын құруға болады [3-5]. Егер тапсырма талдауға арналған желілік құртты анықтау болса, онда оның белсенділік элементтерін жинай отырып, құртпен өзара әрекеттесетін икемді бал ұясын құру қажет. Бұл мысалдар бал ұяларының жүйелерінің сараланған функционалдығын көрсетеді, сонымен қатар оларды жіктеуге болатын ерекшеліктерді көрсетеді (1-сурет).



1-сурет. Бал ұяшықтары жүйелерінің классификациясының негізгі ерекшеліктері

Back Officer Friendly (бұдан әрі - BOF) - бұл бал ұясының қарапайым нұсқаларының бірі, оның алғашқы нұсқасын 1998 жылы М.Ранум жасаған. BOF жүйесі функционалды түрде қарапайым және тәжірибесіз қолданушылар үшін қарапайым[6]. BOF құралы UNIX-те де, Windows платформаларында да, мысалы, FTP, SMTP, IMAP, POP3, HTTP, TELNET, сондай-ақ компьютерлерді қашықтықтан басқаруға арналған Back Orifice трояндық қызметін модельдеу мүмкіндігімен жұмыс істей алады. BOF жүйесінде оның жұмысына қатысты егжей-тегжейлі параметрлер жоқ, сондықтан оны пайдалану өте оңай. BOF құралының басты артықшылықтарының бірі - оның бағасы, яғни ол тегін. BOF жүйесі қызметтердің егжей-тегжейлі имитациясын жасамайды - байланыс орнатылғаннан кейін BOF қызметі жоқ екендігі туралы хабарламаны көрсетеді және қысқа уақыттан кейін қосылымды тоқтатады. BOF мақсаты - оқиғаларды бақылау және байланыс хаттамасын жүргізу.

Spectre - бұл NetSec жасаған және қолдайтын коммерциялық бал ұясы. Spectre тұжырымдамасы BOF-ке ұқсас - шабуылдаушыға нақты ОЖ қол жетімді емес. Бағдарлама жүйеде орнатылған және шабуылдаушы өзара әрекеттесе алатын қызметтер жиынтығын модельдейді. Шабуылдаушы Specter ұсынған функционалдылықпен шектеледі. Көрерменнің мүмкіндіктері кеңірек: бақылау 13 нақты және бір таңдамалы портта жүзеге асырылады. Көптеген порттарды жабу арқылы Spectre әртүрлі шабуылдарды анықтай алады. Екінші айырмашылық - Spectre, қызметтерді имитациялайтын басқа бал ұяшықтары сияқты, дегенмен, бұл қызметтердің жауаптары BOF-ке қарағанда әлдеқайда кіріктірілген реализмге ие. Мысалы, егер сіз HTTP модельдеу қызметіне қосылсаңыз, онда сіз шабуылдаушы байланыса алатын веб-парақтары бар нақты веб-серверді көресіз. Осылайша, шабуылдаушыға неғұрлым нақты деректер жасай отырып, қажетті мазмұнды қосу арқылы бұл беттерді өзгертуге болады. Бұл құралдың тағы бір ерекшелігі - қызметтерге еліктеу ғана емес, сонымен бірге шабуылдаушымен қосымша өзара әрекеттесуді қамтамасыз ету.

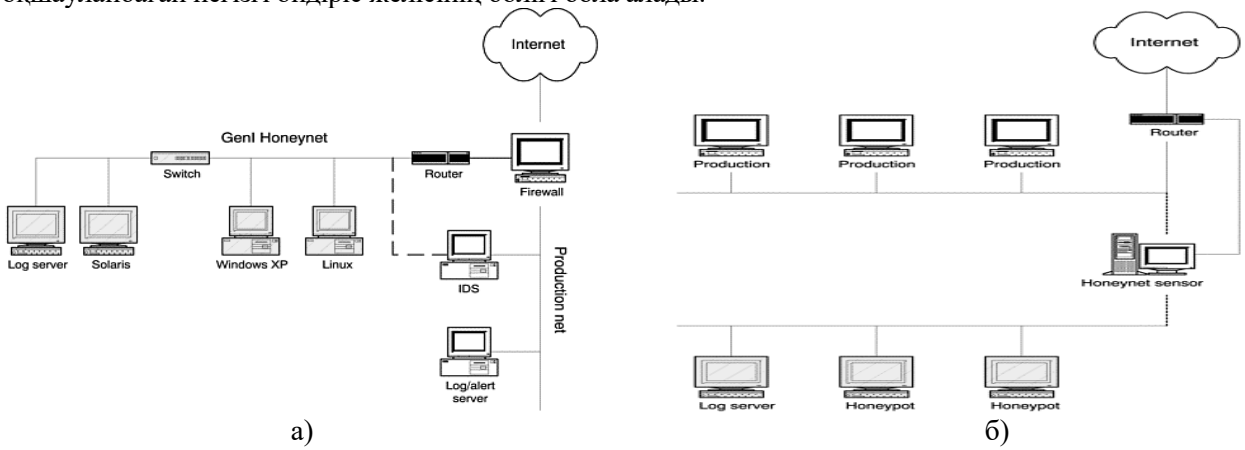
Орташа деңгейдегі ұяшықтар шабуылдаушыға төменгі деңгейдегі ұяшықтарға қарағанда көбірек өзара әрекеттесу мүмкіндіктерін ұсынады, бірақ сонымен бірге жоғары деңгейлі ұяшықтар сияқты функционалдығы аз. Олар белгілі бір нақты іс-әрекетке арналған, нақты реакцияны тудырады, ол сонымен бірге төменгі деңгейдегі виртуалды алдау шеңберінен шығады. Әдетте, орта деңгейдегі жемдерді орнату және орнату үшін төменгі деңгейлі жемдерге қарағанда көп уақыт пен күш жұмсалады. Осындай виртуалды бал потенциалын орналастыру және қолдау - бұл әлдеқайда күрделі процесс. Шабуылдаушыға өзара әрекеттесу үшін керемет мүмкіндік берілгендіктен, алдауды орналастыру қауіпсіздік ережелерін сақтауды талап етеді. Осыған қарамастан, орта деңгейдегі виртуалды алдамшы көбірек ақпарат жинайды. Қарапайым портты қарап шығудан айырмашылығы, олар зиянды кодты түсіруге, бұзушының әрекетін жазуға, жүйеге қол жеткізгеннен кейін оның әрекеттерін зерттеуге, тіпті бұзу құралдарын алуға мүмкіндік береді. Өзара іс-қимылдың кең деңгейі күрделенуді және тәуекелдің жоғарылауын талап етеді, бірақ бұл толығырақ ақпаратпен марапатталады. Орташа өзара әрекеттесетін бал ұяшықтарының мысалдары: Mwcollectd, Multipot, Nepenthes, Honeyd.

Honeyd - бұл Н.Провас жасаған және қолдайтын құрал. 2002 жылы сәуірде алғаш рет шығарылған Honeyd - UNIX платформалары үшін ашық қайнар көз ұяшығы. Honeyd шабуылдарды

немесе рұқсат етілмеген әрекеттерді анықтау үшін қолданылатын Honeypot өндірісі ретінде жасалған. Бұл ұяшықтың көзі ашық болғандықтан, өзінің ішкі конфигурациясының мүмкіндігі бар, мысалы, имитациялық қызметтерді қосу. Бұл берілген Honeypot кез-келген порт арқылы байланыса алады дегенді білдіреді. Honeyd барлық TCP порттарында белсенді; және имитациялық қызметтер шабуылдаушыны адастырып, оның әрекетін жинауға арналған. Honeyd Honeypot бірнеше жаңа тұжырымдамаларын ұсынады. Біріншіден, Honeypot-тың IP мекен-жайынан шыққан шабуылдар анықталмады (BOF және Spectre-ден айырмашылығы). Екіншіден, Honeyd ICS-ті түгелдей модельдеуге мүмкіндік береді: IP мекен-жайларын және оларға кескінделетін ОЖ-ны теңшеуге болады. Операциялық жүйелерге көбірек қолдау көрсетіледі - Unix негізіндегі маршрутизатор жүйелеріндегі Windows тәрізді барлық қондырғылардан [7]. Honeyd жүйені қолданбалы деңгейде ғана емес, IP стек деңгейінде де имитациялайды. Сонымен бірге, Honeypot табысты сәйкестендіру ықтималдығы күрт төмендейді. Сонымен, Хонейдтің шабуылдаушымен байланыс деңгейі жоғары, бұл оны орта деңгейдегі бал ұясына айналдырады [2, 8].

Жоғары деңгейдегі виртуалды ұяшықтар - бұл бал ұясының технологиясының озық үлгісі. Олар шабуыл туралы ауқымды ақпарат береді, бірақ сонымен бірге олар құрылыс және қызмет көрсету жағынан өте талапшыл, сонымен қатар жоғары қауіптілікке әкеледі. Жоғары деңгейлі бал ұяларының жұмысы - шабуылдаушыға ешнәрсе еліктелмейтін немесе шектелмейтін нақты амалдық жүйеге қол жеткізу. Олар сізге жаңа хакерлік құралдарды егжей-тегжейлі зерттеуге, жаңа ОЖ-ны немесе бағдарламалық қамтамасыз етудің осалдықтарын анықтауға және шабуылдаушылар арасындағы байланыс тәсілдерін зерттеуге мүмкіндік береді [9]. Көбінесе, жоғары деңгейлі алдау құралдары брандмауэр сияқты басқарылатын ортаға орналастырылады. Мұндай архитектураны орналастыру және сақтау өте қиын, әсіресе шабуылдаушы қадағалау мен бақылау туралы болжауға мәжбүр болмаса. Сондықтан, осындай брандмауэрді қажетті ережелер базасымен құру үшін көп жұмыс қажет [13]. Бақылаудың өте ауыр механизмінің арқасында, жоғары деңгейдегі бал бақшалары өте күрделі, уақытты қажет етеді және оларды баптау үшін көп күш жұмсайды. Оларды күтіп-ұстау, өз кезегінде, уақыт пен ресурстарға айтарлықтай қаражат жұмсауды қажет етеді, сүзу ережелері мен қолтаңбалар базасын жаңартуды, сондай-ақ виртуалды ұяшықтағы қызметті үнемі бақылауды қамтиды.

Gen II Honeynets. Gen II технологиясы 2002 жылы жасалған. Және алдыңғы кемшіліктерді жоюға бағытталған. II буын балларын орналастыру оңай, оларды табу қиынырақ [10]. Жоғарыда сипатталғандай, Gen I технологиясы брандмауэр көмегімен деректерді басқаруды жүзеге асырды, мүмкін шығыс байланыстардың санын шектеді. Салыстырмалы тиімділігіне қарамастан, бұл шешім «әсер алуға» мүмкіндік беретін икемді емес. II буын балдары бұл мәселені жалпы архитектураны өзгерту арқылы шешеді (1.1б-сурет). Бірінші үлкен сәйкессіздік - брандмауэр мен IDS функционалдығын біріктіретін жалғыз Honeynet сенсорының қолданылуы [9]. Екінші негізгі айырмашылық - бұл Honeynet сенсорының өзі, ол OSI екінші деңгейлі құрылғы болып табылады (көпірге ұқсас). Бұл енгізу детективтік маршруттау, құрылғылардың TTL және MAC адрестерін төмендету болмағандықтан анықтауды едәуір қиындатады [6]. Сипатталған қағидаттардың арқасында 2-ші ұрпақ бал арасы Gen I технологиясындағыдай оқшауланбаған негізгі өндіріс желісінің бөлігі бола алады.



1.1-сурет. Типтік бал:
а) 1 буын; б) 2-ші буын

Ұяшық технологиялары негізінде кіруді анықтау жүйелерін талдау

Интернет желісінің ауқымы мен қамтуының артуы, бұл желілік трафиктің үлкен көлемін қалыптастыруға әкеледі, компьютердің енуін анықтау қажеттілігін арттырады. Сонымен қатар, қолданыстағы әуе шабуылына қарсы қорғаныс жүйелері мен шабуылдаушыны анықтау және анықтау жүйелерін олардың өнімділігі мен тиімділігі тұрғысынан жетілдіруге қойылатын талаптар бар. Тиімді VOD енгізу өткізу қабілеттілігі, кідіріс және желінің қауіпсіздігі мәселелерін шешу кезінде клиенттің негізгі трафигі мен шабуылдардың әрекетін ажырата білуі керек. Бұл тұжырымдаманың ережелері гибридті деп аталатын жүйелерді қолдану арқылы тиімді жүзеге асырылады [11]. Соңғысына негізгі сенсор және қолтаңбаларды қалыптастыру үшін кіріс ақпарат көзі ретінде төмен деңгейлі виртуалды алдау кіреді; жоғары деңгей - оқшаулау мен кейінгі егжей-тегжейлі талдау ортасы ретінде; және кері байланыс механизмі ретінде желілік VDU. Кибершабуылдарды тиімді тоқтату қатарынан 4 қадамды қамтиды: 1) бірнеше деңгейлі датчиктерге шабуыл жасау; 2) анықталған шабуылдың қолтаңбасын қалыптастыру; 3) осы VDO қолтаңбасын қолдану және оны тарату; 4) Шабуыл механизмін одан әрі терең талдау. Мұндай жүйе осы компоненттердің барлығын қамтиды. Honeynet GenIII тұжырымдамасы [12] негізгі талдау ортасы ретінде қолданылады. Honeypot ұяшықтары Vmware ортасында виртуалды Windows машиналары ретінде жүзеге асырылады (олардың саны хост ОЖ-ның жұмысына байланысты).

Қорытынды

Осылайша, төмен өзара әрекеттесетін балдық Gen III Honeynets-қа дейінгі аралық технологияға негізделген жүйелерге талдау жүргізілді, оның нәтижесі оларды ерекшелік принципі бойынша жіктеу болды. Әрі қарайғы зерттеулер ақпараттық қауіпсіздік оқиғаларын басқару жүйелерінің тиімділігін арттыру үшін балға негізделген құралды жасауға қатысты болуы мүмкін.

Сондай-ақ, ұялы байланыс технологияларына негізделген қолданыстағы анықтау жүйелеріне шолу жасалды, сонымен бірге виртуалды алдау құралдары арқылы кіруді анықтау жүйелерінің қолтаңбаларын қалыптастыру әдістеріне салыстырмалы талдау жасалды, олар әрі қарай бұзушыны анықтау және анықтау, сондай-ақ сыпыру модельдерін әзірлеу кезінде қолданылады.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Wang S.S.K. Anomalous payload-based network intrusion detection / S.S.K. Wang // Proceedings of the 7th International Symposium on Recent Advances in Intrusion Detection. – Sophia Antipolis, 2004.

[2] Yegneswaran V. An architecture for generating semantic-aware signatures / V. Yegneswaran, J.T. Giffin, S.J. Paul Barford // Proceedings of the 14th USENIX Security Symposium, 2005. – P. 97-112.

[3] Технология Honeypot, Часть1: Назначение Honeypot. [Електр. ресурс]— Режим доступу: http://www.securitylab.ru/analytics/275420.php

[4] Технология Honeypot. Часть2: Классификация Honeypot. [Електр. ресурс]— Режим доступу: http://www.securitylab.ru/analytics/275775.php

[5] Технология Honeypot. Часть3: Обзор существующих Honeypot. [Електр. ресурс]— Режим доступу: http://www.securitylab.ru/contest/283103.php

[6] ГнатюкС.О. Сучасні системи віртуальних приманок на основі технології honeypot // С.О.Гнатюк, В.В.Волянська, С.В.Карпенко / Захист інформації. 2012. №3(56). – С.101-109.

[7] W. Fan, Z. Du, D. Fernández and V. A. Villagrá, "Enabling an Anatomic View to Investigate Honeypot Systems: A Survey," in IEEE Systems Journal, vol. 12, no. 4, pp. 3906-3919, Dec. 2018, doi: 10.1109/JSYST.2017.2762161.

[8] Grimes R. Honeypots for Windows / R. Grimes. — W. : APress, 2005. — P. 424.

[9] Spitzne L. Honeypots: Tracking Hackers / L. Spitzner. — NY : Addison-Wesley Professional, 2002. — 480 p.

[10] Provos N. Virtual Honeypots: From Botnet Tracking to Intrusion Detection. — NY : Addison-Wesley Professional, 2007. — 440 p.

[11] Deal R. Router Firewall Security / R. Deal. — SF. : Cisco Press, 2004. — P. 912.

[12] Balas E. Honeynet data analysis: A technique for correlating sebek and network data / E. Balas // Workshop on Information Assurance and Security US Military Academy, West Point, NY. — IEEE, 2004.

[13] Волянська В.В. Огляд систем виявлення вторгнень на основі honeypot-технологій // В.В. Волянська, А.І. Гізун, В.О. Гнатюк / Безпека інформації. - 2012. - №2 (18). – С. 75-79.

Ж.С. Авкурова, Б.К. Абдураимова, С.А. Гнатюк, А.И. Гизун

Анализ современных систем выявления атак на основе технологий виртуальных приманок

Аннотация. Эффективная реализация современных систем IDS / IPS должна отличать основной клиентский трафик от попыток вторжений, одновременно преодолевая проблемы пропускной способности, задержки и безопасности ИКС. Обеспечение указанной концепции эффективно реализуется с помощью систем, основанных на виртуальных приманках (honeypot), которые могут использоваться для прогнозирования и

информационно-аналитической поддержки процессов принятия решений по обеспечению ИБ государства. Появление таких приманок вызвана необходимостью защитной стороны «играть на опережение», поскольку нарушитель почти всегда находится «на шаг впереди».

УДК 338.24

T.T. Velyamov, A.A. Nurakhanova
(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
E-mail: fea_vel@mail.ru, nurakhanovaa@gmail.com)

THE COBB-DOUGLAS FUNCTION AS AN INTELLECTUAL SYSTEM FOR ASSESSING THE PRODUCTION POTENTIAL OF THE BUSINESS PROCESS

Abstract. The article discusses the process constructing of the Cobb- Douglas production function taking into account scientific and technical progress and assessment of its basic characteristics for the formation of a system of administrative decisions in a changing economic activity. The production function is considered in the article as an economic-statistical model, which expresses the ratio between the output (service) and the amount of resources - factors of production, which are mainly labor, capital and scientific and technical progress. The authors studied all the stages of construction and use of the production function in economic analysis of the state of the company and the formation of the company's growth trajectory. Constructed production function allows to decision maker to develop management solutions for the formation of the tactics and strategy of the company in a changing environment.

Keywords: production function, elasticity of labor and capital, the marginal product of labor and capital, marginal rate of substitution.

Т.Т. Велямов, А.А. Нұраханова
(Казахский Национальный Университет имени Аль-Фараби, Алматы, Казахстан
E-mail: fea_vel@mail.ru, nurakhanovaa@gmail.com)

ФУНКЦИЯ КОББА – ДУГЛАССА КАК ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПОТЕНЦИАЛА БИЗНЕС ПРОЦЕССА

Аннотация. В статье рассматриваются процессы построения производственной функции Кобба – Дугласа с учетом НТП и оценки основных ее характеристик для формирования системы управленческих решений в изменяющихся условиях хозяйственной деятельности компании. Производственная функция рассматривается в статье как экономико-статистическая модель, выражающая соотношение между выпуском (услугой) и объемами ресурсов – факторов производства, в качестве которых выступает труд, капитал и научно – технический прогресс. Авторами статьи исследуются все этапы построения и использования производственной функции в экономическом анализе состояния компании и формирования траектории роста компании. Построенная производственная функция позволяет лицу, принимающему решения (ЛПР) вырабатывать управленческие решения при формировании тактики и стратегии компании в изменяющихся условиях хозяйствования, генерируемых экономическими колебаниями.

Ключевые слова: производственная функция, эластичность по труду и капиталу, предельный продукт труда и капитала, предельная норма замещения.

Технология производства – это способ соединения экономических ресурсов для производства заданного объема товаров и услуг.

Критерием выбора той или иной технологии является эффективность производства. Различают два вида эффективности производства:

- Экономическая – отражает стоимостную зависимость между расходами фирмы на факторы производства (издержками) и ее доходами. Способ производства является экономически эффективным, если он обеспечивает минимальную альтернативную стоимость используемых в производстве ресурсов. Таким образом, выбор фирмой экономически эффективной технологии зависит от сложившихся на данный момент цен на рынке факторов производства.
- Технологическая – отражает зависимость между используемыми ресурсами и получаемой продукцией в натуральном выражении. Способ производства является технологически эффективным, если:

o Произведенный объем продукции является максимально возможным при данном объеме ресурсов;

o Не существует другого способа производства заданного объема продукции, при котором использовалось бы меньшее количество хотя бы одного фактора, а количество других факторов было бы прежним.

Иначе говоря, технологическая эффективность конкретного способа производства оценивается двояко:

- по максимуму выпуска при данной комбинации ресурсов;
- по минимуму количества ресурсов, необходимых для выпуска данного объема.

Уровень производства в общей экономике или среде фирмы описывается производственной функцией. В экономике производственная функция связывает физический результат производственного процесса с физическими затратами или факторами производства. Это математическая функция, которая связывает максимальный объем производства, который может быть получен из заданного количества ресурсов - как правило, капитала и рабочей силы. Следовательно, производственная функция описывает границу представляющую предел выхода, который можно получить из каждой возможной комбинации входов.

Особым классом систем стратегического управления и поддержки принятия решений являются системы, позволяющие динамическое моделирование процессов. При использовании методов динамического моделирования деятельность компании описывается в виде математической модели, в которой все бизнес-задачи и процессы представлены в виде системы взаимосвязанных расчетных показателей. В нашем случае производственная функция Кобба - Дугласа берет на себя роль интеллектуальной системы, в которой мы можем принимать решения по ее рассчитанным показателям. В нашей статье системы поддержки принятия решений относятся к третьему классу - это персонализированные системы, которые адаптируются к опыту пользователя. Они предназначены для решения типовых прикладных задач системного анализа и управления. Современные системы поддержки принятия решений - это системы, которые максимально адаптированы к решению задач повседневной управленческой деятельности, они представляют собой инструмент, призванный помочь лицам, принимающим решения (ЛПР) [1].

Технический прогресс позволяет фирмам производить большее количество продукции или качества продукции с теми же ресурсами или таким же количеством продукции и качества продукции с меньшими ресурсами. Подразумевается, что технологический прогресс может изменить соотношение капитала и рабочей силы в производстве, повышая производительность и снижая средние затраты на единицу продукции [2]. Во многих расчетах научно-технический прогресс не учитывается, и поэтому расчеты могут привести к неверным выводам. Актуальность статьи заключается в том, что, принимая во внимание научно-технический прогресс в развитии компании, можно принять решение об управлении компанией с помощью функции Кобба-Дугласа. В любой момент времени можно различить три функциональных входа в экономическую систему: природные ресурсы, средства производства и трудовые ресурсы. В статье в качестве факторов производств вступает капитал, труд и научно – технический прогресс.

Производственная функция - математическая модель управления производственно-технологического процесса.

Процесс принятия решения фирмой относительно способа производства осуществляется обычно в три этапа:

1 этап. Выявление доступных фирме способов производства.

2 этап. Определение из всех доступных нескольких технологически эффективных способов производства.

3 этап. Выбор из всех технологически эффективных способов одного экономически эффективного.

Отметим, что изменение цен на ресурсы и/или на продукцию фирмы, либо каких-либо других параметров рыночной конъюнктуры может сделать ранее выбранный способ производства неэффективным, и наоборот.

Первостепенная задача, которую решает производственная функция, это определение эффективности использования факторов производства и распределение полученных доходов между ними с учетом технологических проблем, которые могут возникнуть. Одной из основных проблем для экономических властей является выбор функциональных отношений между экономическими

затратами и стоимостью производства. В литературе обычно используются четыре разные производственные функции. В литературе очень часто используемыми производственными функциями являются линейная производственная функция, производственная функция Кобба-Дугласа (CD), производственная функция постоянной эластичности замещения (CES), производственная функция замещения переменной эластичности (VES), производственная функция Леонтьева и производственная функция Translog [3]. В этом исследовании мы использовали производственную функцию Кобба-Дугласа, чтобы установить модель влияния капиталовложений, рабочей силы и научно-техологический прогресса на экономический рост. Назначение производственной функции Кобба-Дугласа состоит в том, чтобы отражать технологическое соотношение объема труда и капитала, необходимое для производства того или иного товара в необходимом количестве [4].

В своем влиятельном вкладе в экономическую теорию Кобб и Дуглас (1928) представили производственную функцию, названную в их честь. С тех пор, функция Кобба-Дугласа (CD) была (и все еще) широко используется экономистами, потому что у нее есть преимущество алгебраической управляемости и обеспечения довольно хорошего приближения производственного процесса [5]. Его основное ограничение заключается в том, чтобы наложить произвольный уровень возможностей замены между входами. Чтобы преодолеть эту слабость, были предприняты важные усилия для разработки более общих классов производственной функции с последующим значительным увеличением сложности [6].

В экономике «производственная функция» описывает эмпирическую связь между указанным выходом и затратами. Производственная функция может использоваться для представления выпуска продукции для отдельной фирмы, отрасли или страны [7]. Производственная функция описывает отношение

$$y = f(x_1, x_2, ..., x_n) \tag{1}$$

Между совокупным выпуском продукта y и производственными затратами $x_1, ..., x_n$ которые могут включать труд, капитал, знания (человеческий капитал), потребление энергии, сырье, природные ресурсы (земля, вода, полезные ископаемые), научно-технологический прогресс и другие. Выход y и входы x_i предполагаются идентичными. Например, труд - это количество работников, неразличимое в производительном смысле [8].

Производство, не обеспечивающее максимально возможный объем выпуска при данном объеме ресурсов, считается неэффективным и, согласно одному из исходных принципов микроэкономики – принципу рациональности, рациональным предпринимателем не используется [9].

Функция Кобба-Дугласа имеет постоянную долю затрат на капитал и сильное совместное движение в производительности труда и производительности капитала [10]. Динамическая зависимость выпускаемой продукции от времени описывается производственной функцией с учетом научный технологический процесс Кобба-Дугласа вида:

$$Y = AK^{\alpha} L^{\beta} e^{\lambda t} \tag{2}$$

Где, Y — объем производства;

L — трудовые затраты (количество работающих);

K — финансовые ресурсы (капитал);

A — производственный коэффициент;

α и β – коэффициенты эластичности производственной функции:

α характеризует относительный прирост продукции на единицу прироста финансовых ресурсов при $L = const$,

β характеризует относительный прирост продукции на единицу прироста трудовых затрат при $K = const$.

$e^{\lambda t}$ — зависимость, отражающая временную тенденцию, обусловленную научно-техническим прогрессом;

Параметры α и β играют важную роль в расчете предполагаемого объема выпуска товаров по формуле Кобба-Дугласа. Эластичность факторов отражает то, как изменение их соотношения повлияет на физическое производство при прочих равных условиях. *Например,* если $\alpha = 0.45$, то увеличение на 1% использования трудовых ресурсов приведет к приблизительному росту объема выпуска товаров на 0.45%.

Возможны три варианта значений, принимаемых коэффициентами эластичности в рамках формулы [11]:

$\alpha + \beta = 1$, данное соотношение характеризует постоянную отдачу от масштаба, например, при росте затраченного труда и капитала на 100%, объем производства возрастет на те же 100%, то есть в два раза производственная функция является линейно однородной;

$\alpha + \beta > 1$, данное соотношение характеризует возрастающую отдачу от масштаба, например, при росте затраченного труда и капитала на 100%, объем производства возрастет, допустим, на 120%, то есть более чем в два раза;

$\alpha + \beta < 1$, данное соотношение характеризует уменьшающуюся отдачу от масштаба.

В условиях совершенной конкуренции и равенства эластичности труда и капитала коэффициенты α и β показывают доли каждого из факторов в общем объеме производства [12]. Производственная функция (2) представляет собой степенную регрессионную модель. Оценки параметров производственной функции - A, λ, α и β можно найти методом наименьших квадратов, лишь прибегнув предварительно к логарифмическому преобразованию. Прологарифмируем данную функцию (2):

$$\ln Y = LnA + \alpha \ln K + \beta \ln L + \lambda t \tag{3}$$

Производя замену переменных получим:

$$\ln Y = y;\ \ln K = x_1;\ \ln L = x_2;\ t = x_3;\ \ln A = a_0;\ \alpha = a_1;\ \beta = a_2;\ \lambda = a_3. \tag{4}$$

И получаем функцию вида:

$$y = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_3 x_3 \tag{5}$$

Метод наименьших квадратов требует, чтобы

$$f = \sum [(y - (a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_3 x_3)]^2 \to \min \tag{6}$$

Для получения нормальных уравнений необходимо последовательно прировнять нулю частные производные по неизвестным.

$$\begin{cases} \dfrac{\partial f}{\partial a_0} = 2[(a_0 + a_1 * x_1 + a_2 * x_2 + a_3 * x_3) - y] = 0 \\ \dfrac{\partial f}{\partial a_1} = 2[(a_0 + a_1 * x_1 + a_2 * x_2 + a_3 * x_3) - y] * x_1 = 0 \\ \dfrac{\partial f}{\partial a_2} = 2[(a_0 + a_1 * x_1 + a_2 * x_2 + a_3 * x_3) - y] * x_2 = 0 \\ \dfrac{\partial f}{\partial a_3} = 2[(a_0 + a_1 * x_1 + a_2 * x_2 + a_3 * x_3) - y] * x_3 = 0 \end{cases} \tag{7}$$

После элементарных преобразований получим систему уравнений:

$$\begin{cases} \sum y = n * a_0 + a_1 * \sum x_1 + a_2 * \sum x_2 + a_3 * \sum x_3 \\ \sum yx_1 = a_0 \sum x_1 + a_1 * \sum x_1^{\,2} + a_2 * \sum x_1 x_2 + a_3 * \sum x_1 x_3 \\ \sum yx_2 = a_0 \sum x_2 + a_1 * \sum x_1 x_2 + a_2 * \sum x_2^{\,2} + a_3 * \sum x_2 x_3 \\ \sum yx_3 = a_0 \sum x_3 + a_1 * \sum x_1 x_3 + a_2 * \sum x_2 x_3 + a_3 * \sum x_3^{\,2} \end{cases} \quad (8)$$

Результаты. Построим производственную функцию, определив параметры функции по реальным значениям инфокоммуникационной компании, заданным в таблице 1.

Таблица 1. Параметры функции по реальным значениям инфокоммуникационной компании

T	**K, млн $**	**L, чел.**	**Y, млн. у.е.**
1	11,4	830	1200
2	12,4	852	1217
3	12,9	878	1243
4	13,4	892	1301
5	13,9	917	1343
6	15	956	1378
7	15,7	966	1411
8	16,5	1003	1474
9	17,8	1098	1503
10	19,4	1117	1547

Прологарифмировав заданные значения, и получим систему линейных уравнений вида:

$$\begin{cases} 10a_0 + 26.845a_1 + 68.528a_2 + 55a_3 = 72.129; \\ 26.845a_0 + 72.321a_1 + 184.115a_2 + 152.198a_3 = 193.765; \\ 68.528a_0 + 184.115a_1 + 469.694a_2 + 379.599a_3 = 494.359; \\ 55a_0 + 152.198a_1 + 379.599a_2 + 385a_3 = 399.149. \end{cases} \quad (9)$$

В результате решения системы нормальных уравнений (9), получено:

$a_0 = -0.21;\ a_1 = 0.86;\ a_2 = 1.39;\ a_3 = 0.031.$

Следовательно, согласно введенным обозначениям имеем: $\ln A = -0.21$, то есть, $A = 0.81;$ $\alpha = 0.86;\ \beta = 1.39;\ \lambda = 0.031.$

Таким образом, искомая производственная функция выглядит следующим образом:

$$Y = 0.81K^{0.86}L^{1.39}e^{0.031t} \quad (10)$$

Мы получаем картину, показанную на рис. 1 производственной функции Кобба-Дугласа в уравнении (10).

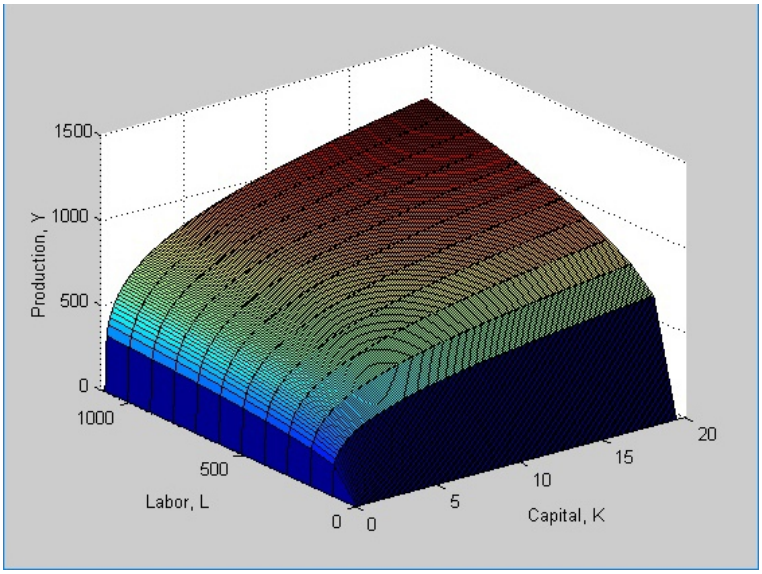


Рис. 1. Производственная функция Кобба - Дугласа для
$A = 0.81;\ \alpha = 0.86;\ \beta = 1.39;\ \lambda = 0.031.$

Приведенная производственная функция говорит о том, что производитель может заменять труд капитаном и капитал трудом, оставляя выпуск неизменным. Это позволяет построить изокванту (рис. 2). Построение изокванты по данным 10-го года при $A = 0.81;\ \alpha = 0.86;\ \beta = 1.39;\ \lambda = 0.031.$

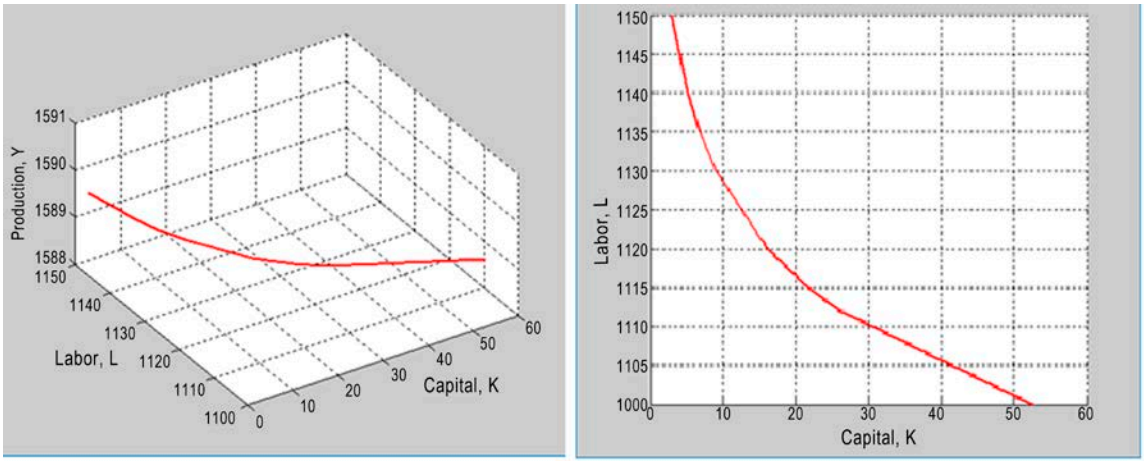


Рис. 2. Изокванта

Решим задачу оптимального использования факторов производства для инфокоммуникационной компании с помощью метода множителей Лагранжа и ИС. Исходные данные для решения задачи: оплата за труд $\omega = 18777\$$ ставка рефинансирования $r = 1.2$ величина оборотного капитала $z = 1226.804444 million\$$.

Используя в качестве целевой функции построенную производственную функцию, найдем оптимальное сочетание факторов производства, максимизирующую целевую функцию

$$Y = 0.81K^{0.86}L^{1.39}e^{0.031t} \to \max$$
$$\omega L + rK = z,\ \ L, K \geq 0.$$

Введем обозначения $L = x_2;\ \ K = x_1;\ r = \gamma_1;\ \omega = \gamma_2;$

Далее, составим функцию Лагранжа $f(x_1; x_2; \lambda) = 0.81x_1^{0.86}x_2^{1.39}e^{0.031t} + \lambda(z - \gamma_1 x_1 - \gamma_2 x_2)$

Определим частные производные по неизвестным и получим систему уравнений

$$\begin{cases} \dfrac{\partial f}{\partial x_1} = 0.81\alpha x_1^{\alpha-1} x_2^{\beta} e^{0.031t} - \lambda\gamma_1 = 0 \\ \dfrac{\partial f}{\partial x_2} = 0.81\beta x_1^{\alpha} x_2^{\beta-1} e^{0.031t} - \lambda\gamma_2 = 0 \\ \dfrac{\partial f}{\partial \lambda} = z - x_1\gamma_1 - x_2\gamma_2 = 0 \end{cases} \rightarrow K = \frac{z}{r(1+\frac{\beta}{\alpha})}, \quad L = \frac{z}{\omega(1+\frac{\alpha}{\beta})},$$

при которых целевая функция достигает своего максимального значения.

Оптимальные значение факторов производства, при которых целевая функция достигает, для приведенной статистики будет соответственно равны:

⇨ $K = 390.7568 mil.\$$

⇨ $L = 0.04$

Далее оценим основные характеристики производственного процесса, описываемого построенной функцией (10).

1. $\alpha = 0.86$ – означает, что если компания на 1% увеличит капитал, то объем выпуска возрастет на 0.86%, т.е. в среднем на 13.3042 млн. у.е. по отношению к базовому году.

2. $\beta = 1.39$ – означает, что если компания на 1% увеличит численность занятых, то выпуска возрастет на 1.39%, т.е. в среднем на 21.5033 у.е. по отношению к базовому году.

3. $\lambda = 0.031$ - характеризует НТП (норма технического прогресса в единицу времени) и означает, что объем выпуска может ежегодно возрасти на 0.031% без изменения К и L, т.е. на 0.47957 млн. у.е. по отношению к базовому году.

4. $A = 0.81$ производственный коэффициент, показывающий пропорциональность всех трех факторов производства и изменяется при изменении базовой технологии, как правило, через 30-40 лет, т.е. А устанавливает удельный вес труда, который измеряется как «численность работников», капитала, измеряемого в денежном выражении, и объема выпуска продукции, который может измеряется в натуральном или денежном выражении.

5. $MP_K = \dfrac{\partial Y}{\partial K} = \alpha A K^{\alpha-1} L^{\beta} = \alpha A K^{\alpha-1} L^{\beta} \dfrac{K}{K} = \alpha \dfrac{Y}{K}$.- предельный продукт капитала. Для производственной функции (10) $MP_K = 0.00007$ означает, что следующая единица привлеченного инвестиционного капитала в компанию может увеличить объем выпуска на 0.00007 млн. у.е.

6. $MP_L = \dfrac{\partial Y}{\partial L} = \beta A K^{\alpha} L^{\beta-1} = \beta A K^{\alpha} L^{\beta-1} \dfrac{L}{L} = \beta \dfrac{Y}{L}$ - предельный продукт труда (предельная производительность труда). Для производственной функции (10) $MP_L = 1.9234$ означает, что следующий принятий в компанию работник может увеличить объем выпуска на 1.9234 млн. у.е.

7. $MRTS = \dfrac{\beta}{\alpha}\dfrac{K}{L}$ - предельная норма замещения факторов производства. Для производственной функции (10) $MRTS = 0.028$ млн. у.е. потребуется для замены одной единицы труда, чтобы объем выпуска сохранить на прежнем уровне.

Таким образом, построенная производственная функция (10) и вычисленные ее характеристики позволяют ЛПР (лицо принимающее решение) сформировать и контролировать тактику и стратегию компании при экономических колебаниях на рынке в соответствии с ее целями и задачами.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Попов А. Л. Системы поддержки принятия решений. – М.: Екатеринбург: Уральский Государственный университет, 2008. – 80 с.

[2] Jeffrey G., Woods. The Effect of Technological Change on the Task Structure of Jobs and the Capital-Labor Trade-Off in US Production // Journal of the Knowledge Economy, Springer; Portland International Center for Management of Engineering and Technology (PICMET). – 2017. – Vol. 8(2). – P. 739-757.

[3] Cheng M., Han Y. Application of a new superposition CES production function model. Journal of Systems Science and Information. – 2017. – Vol. 5(5). – P. 462 – 472.

[4] Бектемирова Г.У. Механизм формирования инвестиционного портфеля АО «ЕНПФ»// Вестник Eurasian Law Academy named after D.A. Kunaev. – 2014.

[5] Frédéric R. The Cobb–Douglas function as a flexible function. A new perspective on homogeneous functions through the lens of output elasticities // Mathematical Social Sciences, Elsevier. – 2019. – Vol. 97. – P. 11 – 17.

[6] Mishra, S.K. A brief history of production functions // IUP J. Manage. Econ. – 2010. – Vol. 8(4). – P. 6-34.

[7] Apostolov M. Cobb–Douglas production function on FDI in Southeast Europe // Journal of Economic Structures, Springer, Pan-Pacific Association of Input-Output Studies (PAPAIOS). – 2016. – Vol. 5(1). – P. 1 – 28.

[8] Hritonenko N., Yatsenko Y. Mathematical Modeling in Economics, Ecology and the Environment. – 2nd edition. – Pub.: Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London, 1999. – 2013. – 296 p.

[9] Баркалов Н.Б. Производственные функции в моделях экономического роста. — М.: Изд-во Московского ун-та, 1981. — 128 с.

[10] Onalan, O., Basegmez, H. Estimation of economic growth using Grey Cobb-Douglas production function: an application for US economy // Journal of Business, Economics and Finance (JBEF). – 2018. – Vol. 7(2). – P. 178-190.

[11] Dong H., Zheng Y. Measuring Technological Progress of Smart Grid Based on Production Function Approach // Mathematical Problems in Engineering. – 2014. – Vol. 2014. – P. 1 – 9.

[12] Smirnov R., Kunpeng W. The Cobb-Douglas production function revisited // Papers 1910.06739. – 2019. – Vol. 2. – P. 1-13.

Т.Т. Велямов, А.А. Нұраханова

Кобб-Дуглас өндірістік функциясы ішкі басқару процесінің экономикалық-статистикалық үлгісі ретінде

Түйіндеме. Мақала Кобб-Дуглас өндірістік функцияның салу үдерісі назарға ғылыми-техникалық прогресті ескере отырып және оның негізгі ерекшеліктерін бағалау зерттеді. Өндірістік функциясы экономикалық-статистикалық модель ретінде мақалада қаралады, ол шығу (қызметі) және ресурстар- өндіріс факторлары арасындағы арақатынасы білдіреді. Авторлар мақалада экономикалық талдау және компанияның өсуі траекториясын қалыптастыру өндірістік функциясы салу және пайдаланудың барлық кезеңдерін зерттеді. Кірістірілген өңдеу функциясы тактикасы мен компанияның стратегиясын қалыптастыру үшін басқару шешімдерін әзірлеу туралы шешім қабылдау тұлға береді.

Түйінді сөздер: өндірістік функциясы, еңбек пен капиталдың икемділігі, шектік ауыстыру мөлшері.

Zh. Sarybayeva, K. Beisenbaeva, E. Dyachenko, A. Kalabaveva
(Kazakh Academy of transport and communications named after M. Tynyshpaev, Almaty
e-mail: 2402366@mail.ru, Beisenbaeva56@mail.ru, a.kalabaeva@list.ru)

TRANSFORMATION OPERATORS FOR DIFFERENTIAL EQUATIONS OF THE FOURTH ORDER WITH NONANALYTIC COEFFICIENTS

Abstract. In this paper, the exact form of the transformation operator for the fourth-order differential equation, given the non-analytical initial conditions of the coefficients, and some of their properties are studied. According to the ideas of the theory of generalized displacement operators, the transformation operator appeared. A general form of the transformation operator is defined for differential equations of non-analytical order of coefficients [1].

Keywords: coefficients are not analytical, differential equations, initial condition, transformation operator, approximation function, integral.

Сарыбаева Ж. М., Бейсенбаева К. А., Дьяченко Е.А., Калабаева А.Е.
(М. Тынышбаев атындағы Қазақ көлік және коммуникациялар академиясы, Алматы
e-mail: 2402366@mail.ru, Beisenbaeva56@mail.ru, a.kalabaeva@list.ru)

КОЭФФИЦИЕНТТЕРІ АНАЛИТИКАЛЫҚ ЕМЕС ТӨРТІНШІ РЕТТІ ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ТЕҢДЕУ ҮШІН ТҮРЛЕНДІРУ ОПЕРАТОРЫ

Андатпа. Бұл мақалада коэффициенттері аналитикалық емес бастапқы шарттары берілген төртінші ретті дифференциалдық теңдеу үшін түрлендіру операторының нақты түрі алынып, олардың кейбір қасиеттері зерттелген. Жалпыланған жылжыту операторлары теориясының идеялары бойынша түрлендіру операторы пайда болған. Коэффициенттері аналитикалық емес $n-$ші ретті дифференциалдық теңдеу үшін түрлендіру операторының жалпы түрі анықталған [1].

Кілттік сөздер: коэффициенттері аналитикалы емес, дифференциалдық теңдеу, бастапқы шарт, түрлендіру операторы, жуықтау функциясы, интеграл.

Коэффициенттері аналитикалы емес төртінші ретті дифференциалдық теңдеуді $[0,b]$ кесіндісінде қарастырайық

$$y^{(iv)}(x)+p_2(x)y''(x)+p_1(x)y'(x)+p_0(x)y(x)=\lambda y(x), \tag{1}$$

мұндағы $\lambda-$параметр, $p_k(x)\in C^k[0,b], \quad k=0,1,2,$ ал $y(x)$ белгісіз функция.

Айталық, белгісіз $y(x)$ функция қосымша келесі шарттарды қанағаттандырсын

$$y(0)=0,\ y'(0)=0,\ y''(0)=1,\ y'''(0)=0. \tag{2}$$

(2) шартын қанағаттандыратын (1) теңдеуінің шешімін қарапайым теңдеудің шешімі арқылы, яғни $p_0(x)=p_1(x)=p_2(x)=0$ болған кездегі

$$y^{(iv)}(x)=\lambda y(x) \tag{3}$$

теңдеуінің шешімі арқылы жазу.

Жоғарыда атап өткеніміздей, дифференциалдық теңдеудің реті $n>2$ болған жағдайда түрлендіру операторының келесі түрде болатыны [4] анықталған.

$$y(x,\lambda)=\int_0^x \psi_1(\xi,\lambda)S(x,\xi)d\xi+$$

$$+\sum_{k=1}^{\mu}\int_0^x d\xi\int_\xi^x [U_k(\xi,\tau-\xi,\lambda)+U_k(\tau-\xi,\xi,\lambda)]R(x,\xi,\tau)d\tau,$$

мұндағы $S(x,\xi)$ және $R(x,\xi,\tau)$ функциялары $\lambda-$параметрінен тәуелсіз функциялар.

Ол үшін алдымен (1) теңдеуін t айнымалысы үшін жазып, содан кейін $\psi_4(x-t,\lambda)$ функциясына көбейтіп, нөлден $x-$ке дейін t айнымалысы бойынша интегралдайық.

$$\int_0^x y^{(iv)}(t)\psi_4(x-t,\lambda)dt+\int_0^x y''(t)p_2(t)\psi_4(x-t,\lambda)dt+$$

$$+\int_0^x y'(t)p_1(t)\psi_4(x-t,\lambda)dt+\int_0^x y(t)p_0(t)\psi_4(x-t,\lambda)dt= \tag{4}$$

$$=\lambda\int_0^x y(t)\psi_4(x-t,\lambda)dt.$$

Осы (4) өрнегінің әрбір мүшесін бөліктеп интегралдап және $\psi_k(\xi,\lambda)$ функцияларының қасиеттерін ескерсек, онда келесі қатысты аламыз.

$$y(x,\lambda)=\psi_3(x,\lambda)-\int_0^x \psi_1(\tau,\lambda)d\tau\int_0^{x-\tau}T(x-\tau,t)y(t,\lambda)dt.$$

Егер $\psi_3(\xi,\lambda)$ ескерсек, онда соңғы теңдікті келесі түрде жазуға болады:

$$y(x,\lambda)=\int_0^x \frac{(x-\tau)}{1!}\psi_1(\tau,\lambda)d\tau-\int_0^x \psi_1(\tau,\lambda)d\tau\int_0^{x-\tau} T(x-\tau,t)y(t,\lambda)dt, \tag{5}$$

мұндағы $T(u,t)$ функциясы келесі теңдікпен анықталады

$$T(u,t)=\frac{(u-t)^2}{2!}\left(p_2''(t)-p_1'(t)+p_0(t)\right)-$$
$$-\frac{(u-t)}{1!}\left(2p_2'(t)-p_1(t)\right)+p_2(t)$$

Әдетте (5) теңдеуі үшін нөлінші жуықтау ретінде

$$h_0(x,\lambda)=\int_0^x \frac{(x-\tau)}{1!}\psi_1(\tau,\lambda)d\tau \tag{6}$$

функциясын, ал кейінгі жуықтауларды

$$h_{j+1}(x,\lambda)=(-1)^{j+1}\int_0^x \psi_1(\tau,\lambda)d\tau\int_0^{x-\tau} T(x-\tau,t)h_j(t,\lambda)dt,\qquad j\geq 0 \tag{7}$$

формуласымен анықтаған орынды. Белгілі бір заңдылық байқалғанша осы жуықтауларды (7) формуласымен есептейік.

Алдымен $h_1(x,\lambda)$ функциясынан бастайық

$$h_1(x,\lambda)=-\int_0^x \psi_1(\tau,\lambda)d\tau\int_0^{x-\tau} T(x-\tau,t)h_0(t,\lambda)dt=$$
$$=-\int_0^x \psi_1(\tau,\lambda)d\tau\int_0^{x-\tau} T(x-\tau,t)\int_0^t \psi_1(\xi,\lambda)B_0(t,\xi)d\xi dt,$$

мұндағы $B_0(t,\xi)=\frac{(t-\xi)}{1!}$.

Кейбір ықшамдаулардан кейін және қасиеттерін пайдалану арқылы және

$$\psi_1(\tau,\lambda)\psi_1(\xi,\lambda)=U_1(\tau,\xi,\lambda)+U_1(\xi,\tau,\lambda)+\frac{1}{4}\psi_1(\tau-\xi,\lambda)+\frac{1}{4}\psi_1(\tau+\xi,\lambda)$$

теңдігін ескерсек, $h_1(x,\lambda)$ функциясы келесі түрде жазыла алады.

$$h_1(x,\lambda)=-\int_0^x d\xi\int_\xi^x d\tau\left(U_1(\tau-\xi,\xi,\lambda)+U_1(\xi,\tau-\xi,\lambda)\right)A_1(x,\tau,\xi)-$$
$$-\int_0^x \psi_1(\xi,\lambda)B_1(x,\xi)d\xi, \tag{8}$$

мұндағы $A_1(x,\tau,\xi)=\int_\xi^{x-\tau+\xi} T(x-\tau+\xi,t)B_0(t,\xi)dt,$

$$B_1(x,\xi)=\frac{1}{4}\left\{\int_0^{(x-\xi)/2}d\tau\int_{\tau+\xi}^{x-\tau}T(x-\tau,t)B_0(t-\tau,\xi)dt+\right.$$

$$\left.+\int_0^{\xi}d\tau\int_{\xi-\tau}^{x-\tau}T(x-\tau,t)B_0(t+\tau,\xi)dt+\int_{\xi}^{(x+\xi)/2}d\tau\int_{\tau-\xi}^{x-\tau}T(x-\tau,t)B_0(t-\tau,-\xi)dt\right\}.$$

Енді $h_2(x,\lambda)$ жуықтауын есептейік. (7) формуласы бойынша $h_2(x,\lambda)$ келесі түрде анықталады

$$h_2(x,\lambda)=\int_0^x\psi_1(\tau,\lambda)d\tau\int_0^{x-\tau}T(x-\tau,t)h_1(t,\lambda)dt$$

немесе

$$h_2(x,\lambda)=-\int_0^x d\tau\int_0^{x-\tau}d\xi\int_{\xi}^{x-\tau}d\eta\left(U_1(\eta-\xi,\xi,\lambda)+U_1(\xi,\eta-\xi,\lambda)\right)\psi_1(\tau,\lambda)\bar{A}_1(x,\tau,\eta,\xi)-$$

$$-\int_0^x d\tau\int_0^{x-\tau}d\xi\psi_1(\tau,\lambda)\psi_1(\xi,\lambda)\int_{\xi}^{x-\tau}T(x-\tau,t)B_1(t,\xi)dt, \qquad (9)$$

мұндағы $\bar{A}_1(x,\tau,\eta,\xi)=\int_{\eta}^{x-\tau}T(x-\tau,t)A_1(t,\eta,\xi)dt,$

$h_2(x,\lambda)$ функциясының оң жағындағы қосылғыштардың әрқайсысын жеке-жеке есептейік, яғни $h_2=-I_1-I_2$

$\left(U_1(\eta-\xi,\xi,\lambda)+U_1(\xi,\eta-\xi,\lambda)\right)\psi_1(\tau,\lambda)$ функцияларының көбейтіндісі келесі түрде анықталатынын байқау қиын емес

$$\left(U_1(\eta-\xi,\xi,\lambda)+U_1(\xi,\eta-\xi,\lambda)\right)\psi_1(\tau,\lambda)=\frac{1}{16}\{\psi_1(\eta-\xi+\tau+i\xi)+$$
$$+\psi_1(\eta-\xi-\tau+i\xi)+\psi_1(\xi+\tau+i(\xi-\eta))+\psi_1(\xi-\tau+i(\xi-\eta))+$$
$$+\psi_1(\eta-\xi+\tau-i\xi)+\psi_1(\eta-\xi-\tau-i\xi)+\psi_1(\xi+\tau-i(\xi-\eta))+\psi_1(\xi-\tau-i(\xi-\eta))\} \qquad (10)$$

(10) теңдігіндегі мүшелерді аргументтерінің ұқсастығына қарай, яғни аргументтерінің нақты және жорамал бөліктері тең болған жағдайда, топтастырсақ, онда I_1 интегралы төрт интегралдың қосындысы арқылы анықталады.

$$I_1=\frac{1}{16}\{I_{11}+I_{12}+I_{13}+I_{14}\},$$

мұндағы

$$I_{11}=\int_0^x d\tau\int_0^{x-\tau}d\xi\int_{\xi}^{x-\tau}d\eta\left(\psi_1(\eta-\xi+\tau+i\xi,\lambda)+\psi_1(\eta-\xi+\tau-i\xi,\lambda)\right)\bar{A}_1(\tau,\eta,\xi),$$

$$I_{12}=\int_0^x d\tau\int_0^{x-\tau}d\xi\int_\xi^{x-\tau}d\eta\left(\psi_1(\eta-\xi-\tau+i\xi,\lambda)+\psi_1(\eta-\xi-\tau-i\xi,\lambda)\right)\bar{A}_1(\tau,\eta,\xi),$$

$$I_{13}=\int_0^x d\tau\int_0^{x-\tau}d\xi\int_\xi^{x-\tau}d\eta\left(\psi_1(\xi+\tau+i(\xi-\eta),\lambda)+\psi_1(\xi+\tau-i(\xi-\eta),\lambda)\right)\bar{A}_1(\tau,\eta,\xi),$$

$$I_{14}=\int_0^x d\tau\int_0^{x-\tau}d\xi\int_\xi^{x-\tau}d\eta\left(\psi_1(\xi-\tau+i(\xi-\eta),\lambda)+\psi_1(\xi-\tau-i(\xi-\eta),\lambda)\right)\bar{A}_1(\tau,\eta,\xi),$$

Осы жоғарыда көрсетілген интегралдардың әрқайсысындағы ψ_1 функциясының нақты бөлігін α арқылы, жорамал бөлігін β арқылы белгілеп, I_1 интегралын төмендегідей анықтауға болады.

$$I_1=\frac{1}{16}\int_0^x d\alpha\int_0^{x-\alpha}d\beta\Big(\psi_1(\alpha+i\beta,\lambda)+\psi_1(\alpha-i\beta,\lambda)\Big)\Bigg\{\int_0^\alpha d\tau\Big(\bar{A}_1(\tau,\alpha-\tau+\beta,\beta)+$$

$$+\bar{A}_1(\tau,\alpha-\tau+\beta,\alpha-\tau)\Big)+\int_\alpha^{(x-\beta+\alpha)/2}d\tau\Big(\bar{A}_1(\tau,\beta+\tau-\alpha,\beta)+\bar{A}_1(\tau,\beta+\tau-\alpha,\tau-\alpha)+$$

$$+\int_0^{(x-\beta-\alpha)/2}d\tau\Big(\bar{A}_1(\tau,\alpha+\beta+\tau,\beta)+\bar{A}_1(\tau,\alpha+\beta+\tau,\alpha+\tau)\Big)\Bigg\}$$

қасиеттерін және (9) теңдігін ескеріп I_1 интегралын ξ,τ айнымалылары арқылы жазсақ, келесі түрде болады

$$I_1=\frac{1}{4}\int_0^x d\xi\int_\xi^x\left(U_1(\tau-\xi,\xi,\lambda)+U_1(\xi,\tau-\xi,\lambda)\right)*$$

$$*\Bigg\{\int_0^{\tau-\xi}d\eta\int_{\tau-\eta}^{x-\eta}T(x-\eta,t)\left(A_1(t,\tau-\eta,\xi)+A_1(t,\tau-\eta,\tau-\eta-\xi)\right)dt+$$

$$+\int_0^{(x-\tau)/2}d\eta\int_{\tau+\eta}^{x-\eta}T(x-\eta,t)\left(A_1(t,\tau+\eta,\xi)+A_1(t,\tau+\eta,\tau+\eta-\xi)\right)dt+$$

$$+\int_{\tau-\xi}^{(x+\tau)/2-\xi}d\eta\int_{2\xi+\eta-\tau}^{x-\eta}T(x-\eta,t)\left(A_1(t,2\xi+\eta-\tau,\xi)+A_1(t,2\xi+\eta-\tau,\eta-\tau+\xi)\right)dt\Bigg\}d\tau$$

I_2 интегралы дәл $h_1(x,\lambda)$ функциясы сияқты есептеледі, сондықтан оны бірден жазуға болады.

$$I_2=\int_0^x d\tau\int_0^{x-\tau}d\xi\left(U_1(\tau,\xi,\lambda)+U_1(\xi,\tau,\lambda)\right)\int_\xi^{x-\tau}T(x-\tau,t)B_1(t,\xi)dt+$$

$$+\int_0^x\psi_1(\xi,\lambda)d\xi\frac{1}{4}\Bigg\{\int_0^{(x-\xi)/2}d\tau\int_{\tau+\xi}^{x-\tau}T(x-\tau,t)B_1(t,\tau+\xi)dt+$$

$$\int_\xi^{(x+\xi)/2}d\tau\int_{\tau-\xi}^{x-\tau}T(x-\tau,t)B_1(t,\tau-\xi)dt+\int_0^\xi d\tau\int_{\xi-\tau}^{x-\tau}T(x-\tau,t)B_1(t,\xi-\tau)dt\Bigg\}$$

Осы табылған I_1 және I_2 интегралын біріктірсек, $h_2(x,\lambda)$ функциясы анықталады.

$$h_2(x,\lambda)=-\int_0^x d\xi\int_\xi^x d\tau\big(U_1(\tau-\xi,\xi,\lambda)+U_1(\xi,\tau-\xi,\lambda)\big)A_2(x,\tau,\xi)-$$

$$-\int_0^x \psi_1(\xi,\lambda)B_2(x,\xi)d\xi,$$

мұндағы

$$A_2(x,\tau,\xi)=\frac{1}{4}\Bigg\{\int_0^{\tau-\xi}d\eta\int_{\tau-\eta}^{x-\eta}T(x-\eta,t)\big(A_1(t,\tau-\eta,\xi)+A_1(t,\tau-\eta,\tau-\eta-\xi)\big)dt+$$

$$+\int_0^{(x-\tau)/2}d\eta\int_{\tau+\eta}^{x-\eta}T(x-\eta,t)\big(A_1(t,\tau+\eta,\xi)+A_1(t,\tau+\eta,\tau+\eta-\xi)\big)dt+$$

$$+\int_{\tau-\xi}^{(x+\tau)/2-\xi}d\eta\int_{2\xi+\eta-\tau}^{x-\eta}T(x-\eta,t)\big(A_1(t,2\xi+\eta-\tau,\xi)+A_1(t,2\xi+\eta-\tau,\eta-\tau+\xi)\big)dt\Bigg\}+$$

$$+\int_\xi^{x-\tau+\xi}T(x-\tau+\xi,t)B_1(t,\xi)dt,\qquad x>\tau>\xi,$$

$$B_2(x,\xi)=\frac{1}{4}\Bigg\{\int_0^{(x-\xi)/2}d\tau\int_{\tau+\xi}^{x-\tau}T(x-\tau,t)B_1(t,\tau+\xi)dt+$$

$$+\int_\xi^{(x+\xi)/2}d\tau\int_{\tau-\xi}^{x-\tau}T(x-\tau,t)B_1(t,\tau-\xi)dt+\int_0^{\xi}d\tau\int_{\xi-\tau}^{x-\tau}T(x-\tau,t)B_1(t,\xi-\tau)dt\Bigg\},\quad x>\xi$$

Келесі $h_j(x,\lambda),\quad j\ge 2,$ жуықтау функциялары дәл осылай $h_2(x,\lambda)$ функциясы сияқты анықталады. Ондағы $A_j(x,\tau,\xi),\quad B_j(x,\xi)$ функциялары h_2 функциясымен қатнасындай болады. Сонымен біз мынадай теореманы қорытындылай аламыз.

Теорема. (1), (2) есебінің $y(x,\lambda)$ шешімі келесі түрде өрнектеледі

$$y(x,\lambda)=\int_0^x d\xi\int_\xi^x d\tau\big(U_1(\tau-\xi,\xi,\lambda)+U_1(\xi,\tau-\xi,\lambda)\big)A(x,\tau,\xi)+$$

$$+\int_0^x \psi_1(\xi,\lambda)B(x,\xi)d\xi,\qquad(11)$$

мұндағы

$$A(x,\tau,\xi)=\sum_{n=1}^{\infty}A_n(x,\tau,\xi),\qquad B(x,\xi)=\sum_{n=0}^{\infty}B_n(x,\xi).$$

Қорытынды

(11) формуласы (1) теңдеуі үшін түрлендіру операторы болып табылады оның практикалық бағыттығы болып табылады.. Бұл мақала теориялық сипатта жазылған және іргелі зерттеулер бағытына қатысты. Сонымен қатар математиканың дифференциалдық және интегралдық теңдеулер салаларында қолдану мүмкіндігі

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Кангужин Б.Е., Садыбеков М.А. Дифференциальные операторы на отрезке. Распределение собственных значений. Шымкент: Гылым, 1996, 270с.

[2] Закэрин А., Юсупов Ж. Дифференциалдық және интегралдық теңдеулер. Алматы қаласы, 1968ж.

[3] Леонтьев А.Ф. Последовательности полиномов из экспонент. М.: Наука, 1980. 384с.

[4] Кангужин Б.Е., Искакова У.А. Достаточное условие существования оператора преобразования // Вестник КазГУ. Сер. матем, 2000. N 1(20). С.48-54.

[5] Қазақ Энциклопедиясы, 11-том.

[6] Жас математиктерге арналған энциклопедиялық сөздік. Мәскеу қаласы,1989 ж.

Ж. М. Сарыбаева, К. А. Бейсенбаева, Е.А. Дьяченко, А.Е. Калабаева

Операторы преобразования для дифференциальных уравнений четвертого порядка с неаналитическими коэффициентами

Резюме. В статье изучается точный вид оператора преобразования для дифференциального уравнения четвертого порядка с учетом неаналитических начальных условий коэффициентов и некоторые их свойства. Согласно идеям теории операторов обобщенного смещения появился оператор преобразования. Общий вид оператора преобразования определен для дифференциальных уравнений неаналитического порядка коэффициентов [1].

Ключевые слова: неаналитические коэффициенты, дифференциальные уравнения, начальное условие, оператор преобразования, функция аппроксимации, интеграл.

УДК 336.71

T.T. Velyamov, A.A. Shilmagambetova
(al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan,
E-mail: fea_vel@mail.ru, shilmagambetova@gmail.com)

AN INTELLIGENT SYSTEM FOR MODELING AND MANAGING THE PROCESS OF ORGANIZING CASH AND SETTLEMENT TRANSACTIONS IN A COMMERCIAL BANK AS A QUEUING SYSTEM

Abstract. Currently, there is been observed a weak influence of price factors on banking competitiveness, since many banking facilities provide an extended range of identical services that does not differ from others by price. Consequently, the quality of customer service is a significant factor of banking competitiveness in the economic market. In order to plan the number of personnel, to evaluate the quality of customer service of the bank, the methods of queuing theory can be applied.

The article investigates the process of functioning of the operating room of a commercial bank, on the organization of cash and settlement operations, by assessing the main parameters of queuing systems and developing recommendations that improve the efficiency of the research object.

Keywords: queuing system (QS), service time, incoming flow, queuing, service channel.

The choice by a client of a commercial bank for settlement and cash services obliges the commercial bank to ensure high quality of the provision of settlement services, which must be performed in a timely, cost-effective and reliable manner. Since contacts with the bank on settlement and cash services are regular, depending on the quality of the bank's work, clients decide on the advisability of further cooperation with the bank. That is why the organization of settlement and cash services is the "calling card" of any bank.

Banks are constantly improving the quality of service to business entities and introducing the most modern technologies and methods of interaction with customers, increasing the efficiency of banking services.

Despite all the innovations in the organization of cash and settlement operations in the banking sector, the studies have shown that the clients of most commercial banks are faced with the need to stay in a waiting state. The theory of queuing is studying such situations [1]. Formalization of the process of functioning of the operating room of a commercial bank as a multi-channel closed queuing system allows you to reduce costs, improve the quality of customer service by developing recommendations to improve the efficiency of the operating room of a commercial bank [2].

Commercial banks offer a wide range of services, which, in fact, are of the same type and the cost of these services is almost the same, therefore, in the system of banking competition, price competition is not a source of growth in the bank's client base.

The results of the study showed that, for a client, the most important indicators of the quality of service in a bank, along with the competence of employees, are the speed of service and the absence of queues. The question regarding the speed of customer service and the absence of queues at the bank directly depends on the degree of efficiency of the queuing system operating in it.

When formalizing service tasks, it is quite natural to strive to construct the QS in such a way as to establish a reasonable compromise between the indicators associated with servicing requests and the completeness of using the system's capabilities [3]. Reducing customer waiting time in service systems is a common goal that aims to reduce the costs associated with staying in the system and increase customer satisfaction. This is usually achieved by increasing the number of service devices - workstations in the operating room [4]. However, each additional device requires certain material costs, while the idle time of the service device increases due to the lack of maintenance requirements, which is also a negative phenomenon. It is known that saving money and time is a major concern of every organization. Consequently, the bank again faces the question: how to achieve a certain level of service with minimal costs associated with the downtime of servicing devices [5].

Figure 1 shows the general model of the bank's QS. Requirements are received at the input of the system - bank clients performing settlement and cash transactions at random times. The servicing of clients by the bank's personnel - a service device - also lasts for a random time, which depends on many random reasons [6].

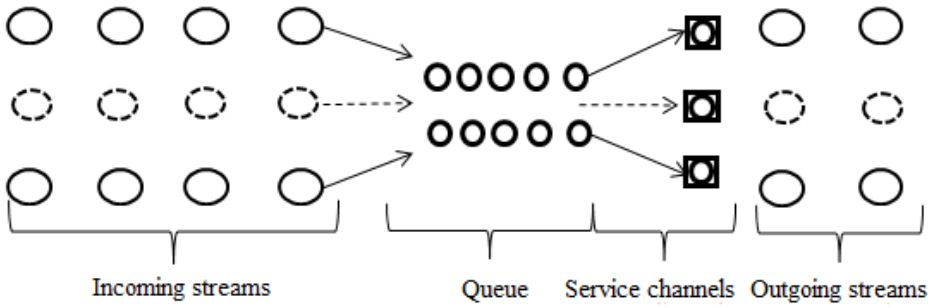


Fig. 1. Scheme of the queuing system

As a result of the observations, during the month, the actual number of customers generating a demand flow in the operating room of a commercial bank was measured 200 times with an interval of 15 minutes and, on this basis, the statistics presented in Table 1 were formed.

The calculations performed to establish the law of distribution of the incoming flow are shown in Table 1 and Figure 2.

Table 1. **Calculation of χ^2 - goodness of fit test for Poisson distribution**

Number of requests	Observed frequency f_0	Event probability	Theoretical frequency f_e	$(f_0 - f_e)^2 / f_e$
0	14	0.0550	11.0046	0.8153
1	31	0.1596	31.9135	0.0261
2	47	0.2314	46.2745	0.0114
3	41	0.2237	44.7320	0.3114
4	29	0.1622	32.4307	0.3629
5	21	0.0940	18.8098	0.2550
6	10	0.0455	9.0914	0.0908
7	5	0.0188	3.7664	0.4040
8	2	0.0068	1.3653	0.2950
Total	200		χ^2 agreement criterion	2.5720
Mathematical expectation		2.9		
Number of degrees of freedom		7		
Significance level	χ^2	0.05		
Critical value		14.0671		

Moreover, H_0 - the incoming flow obeys the Poisson distribution, H_1 - the incoming stream does not obey the Poisson distribution [7].

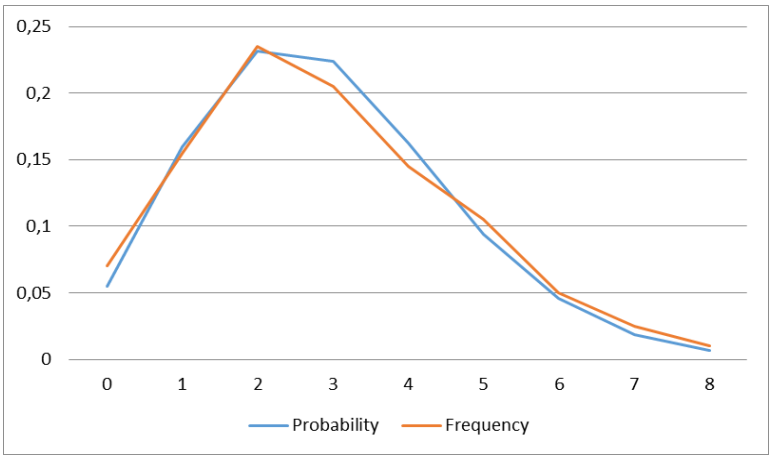


Fig. 2. Polygon of empirical frequencies and probabilities of events for the Poisson distribution

Since $\chi^2 = 2.572 < 14.067$, it follows that the hypothesis H_0 cannot be rejected. In other words, we have no reason to assert that the arrival of customers at the bank does not obey the Poisson distribution.

The incoming flow of customers is Poisson with intensity λ and the probability of occurrence of a customer for services in stationary conditions has a Poisson distribution with the parameter λt [8]:

$$p_k(t) = \frac{(\lambda t)^k}{k!} e^{-\lambda t}, \quad k = 0, 1, 2, ... \tag{1}$$

The Poisson distribution is the most random of all discrete distributions, since the ensemble $[k, p_k]$ has the maximum entropy [9]. It is so because due to the properties of non-aftereffect and ordinariness, all members of the flow of demands are independent and equally probable.

The service time of requests is a random variable, since the requests are not identical and the state and capabilities of the channels are not constant. The operating room of the bank is visited by 21 people per hour and, on average, the customer service time will be 11.76 minutes. The service time probability distribution is shown in Figure 3.

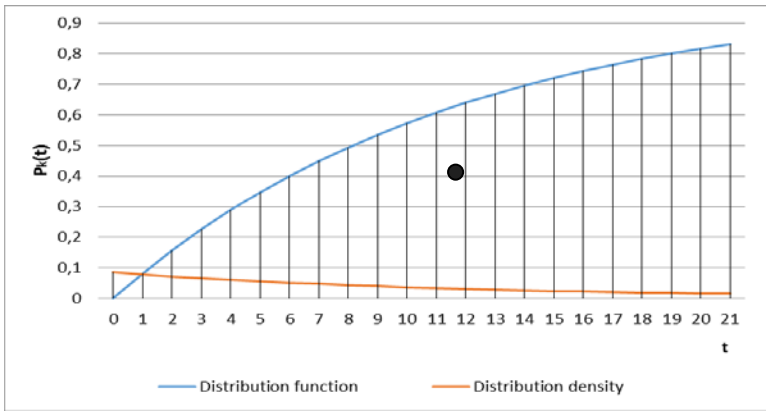


Fig. 3. Exponential distribution

The exponential distribution corresponds to the above Figure 3 graphs, since this is the only distribution with the «out of memory» property. First, the fact that the exponential function is a strictly decreasing function of t. This means that after a service request has arrived, the waiting time for the next

request is likely to be short. If X is a random variable representing the arrival times of customers with exponential distribution, then $(X \le t) = \sum_{k=1}^{\infty} P_k(t) = 1 - e^{-\mu t}$. In Figure 3 shows a graph of the probability that the service time X will be less than or equal to $t(P(X \le t))$, if the average service time is 11.76, then $\mu = 0.085$. For example, when $t = 11.76$, the probability that $P(X \le t) = 0.632$. In other words, more than 63% of the service time is less than the average service time. This compares to the normal distribution, where only 50% of the service time is less than the average. Another important property of exponential distribution is what is known as the memoryless property. The no memory property assumes that the time until the next arrival will never depend on how much time has passed. This makes sense for a model in which we measure ordinary behavior, because client actions are clearly independent of each other.

The mathematical expectation of the service time $M = [t]\int_0^{\infty} tp(t)dt = \mu\int_0^{\infty} te^{-\mu t}dt = 1/\mu,$ from which it follows μ is the service rate [10]. If the service time has an exponential distribution, then the incoming and outgoing flows are Poisson.

Real queuing systems, as a rule, consist of a large number of elements and have complex internal connections. The use of analytical models in such cases does not allow obtaining reliable results, and often for the construction and study of QS they switch to simulation models [11]. Modeling the process of organizing and managing the operation of the bank's operating room was carried out on the basis of the problem of analyzing a closed-loop queuing system in the following sequence: setting the problem, identifying the main features, relationships and quantitative laws, building and researching a mathematical model according to the methodology given in [12].

To determine the parameters of closed QS, an online calculator was developed, with the help of which the indicators of the efficiency of the functioning of the QS - the operating room of the bank were calculated:

- probability that there are n requirements in the system $P_n(t)$;
- the probability of idle service channel $P_0(t)$;
- average number of requests awaiting service or queue length N_{qu};
- average waiting time for a request in a queue T_{qu}.

The advantage of the developed online calculator is that after entering through the dialog box, the numerical values of the parameters of the functioning of the system are such as:

- the intensity of receipt and the intensity of servicing requests;
- number of service channels;
- the maximum number of requirements in the system;
- the utilization factor, we obtain the output data characterizing the state of the QS for each requirement and the utilization factor of the QS with a constant step, until it reaches one.

The investigated operating room of the bank consists of 5 service channels. The bank's queuing system is characterized by two main random variables, namely, the average intensity of a client's arrival at the bank's operating room and the average time of its service. To study the intensity of the input flow and assess the functioning of the operating room, statistical information was collected, reflecting the change in the intensity of the flow of clients during the day and by days of the week for ATFBank. The study was carried out for about 3 months. Settlements were made for the entire range of services provided by the staff of the bank's operating room for settlement and cash transactions: opening and maintaining a current account; acceptance of payment orders, deposit, other operations, issuing loans. And Table 2 provides information about the parameters of the incoming stream and the service time.

Table 2 shows that the receipt of applications in the period from 15:00 to 17:00 is greater than in other periods of the bank's work. Studies have shown that the intensity of the incoming flow depends on:

- the frequency of payments, since during the periods of payment of obligatory payments - taxes, utilities and credit repayment incoming, the flow of customers in the operating room increases sharply;
- temporary unevenness in the need for banking services during the day and week, since at the end of the working day and week, the intensity of the incoming flow of customers increases in comparison with other periods of the day and working week.

Table 2. **An incoming flow and service time**

Time interval	Average service time, minutes	Incoming stream	Utilization rate of QS
9:00-10:00	8.07	14	0.38
10:00-11:00	10.63	16	0.57
11:00-12:00	9.23	13	0.4
12:00-13:00	12.37	10	0.41
13:00-14:00	10.8	9	0.32
14:00-15:00	12.6	15	0.63
15:00-16:00	11.76	21	0.84
16:00-17:00	11.28	19	0.71
17:00-18:00	10.98	20	0.73

For example, in the period from 15:00 to 16:00 hours, approximately on average $\lambda = 21$ requests are received in the QS. Then the average time of servicing the request will be 11.76 minutes, that is, 0.20 hours.

It is required to find the output parameters of the QS with the number of service channels equal to 5.

The intensity of servicing requests is $\mu = \frac{1}{0.20} = 5(\frac{1}{hour})$, then the utilization rate of the QS is $\varphi = \frac{21}{5*5} = 0.84$.

The output data will be determined for each value of the utilization factor in the form of a table, for $0 < \varphi \le 1$. With an utilization factor $\varphi = 1$, the system will be 100% busy.

The decision-maker analyzing the obtained output parameters for assessing the state of the QS, given in Table 3 and Figure 4, makes managerial decisions to improve the efficiency of the QS functioning.

Table 3. **Calculation results**

Requests	P_0	N_{qu}	N_{free}	T_{qu}	P_n
6	0.0257	0.0108	2.2658	0.0008	0.0108
7	0.0139	0.0547	1.8293	0.0035	0.0069
8	0.0074	0.1605	1.4211	0.009	0.0049
9	0.0039	0.3589	1.0552	0.0182	0.0039
10	0.002	0.6762	0.7435	0.0318	0.0033
11	0.001	1.129	0.4937	0.0501	0.003
12	0.0004	1.7201	0.307	0.0733	0.0028
13	0.0002	2.4375	0.178	0.1011	0.0027
14	0.0001	3.2577	0.0959	0.1329	0.00265
15	0	4.1528	0.048	0.1677	0.00262
16	0	5.0966	0.0224	0.2048	0.0026
17	0	6.0689	0.0097	0.2432	0.0026
18	0	7.0563	0.004	0.2825	0.0026
19	0	8.0509	0.0015	0.3221	0.0026
20	0	9.0488	0.0005	0.362	0.0026
21	0	10.048	0.0002	0.4019	0.0026

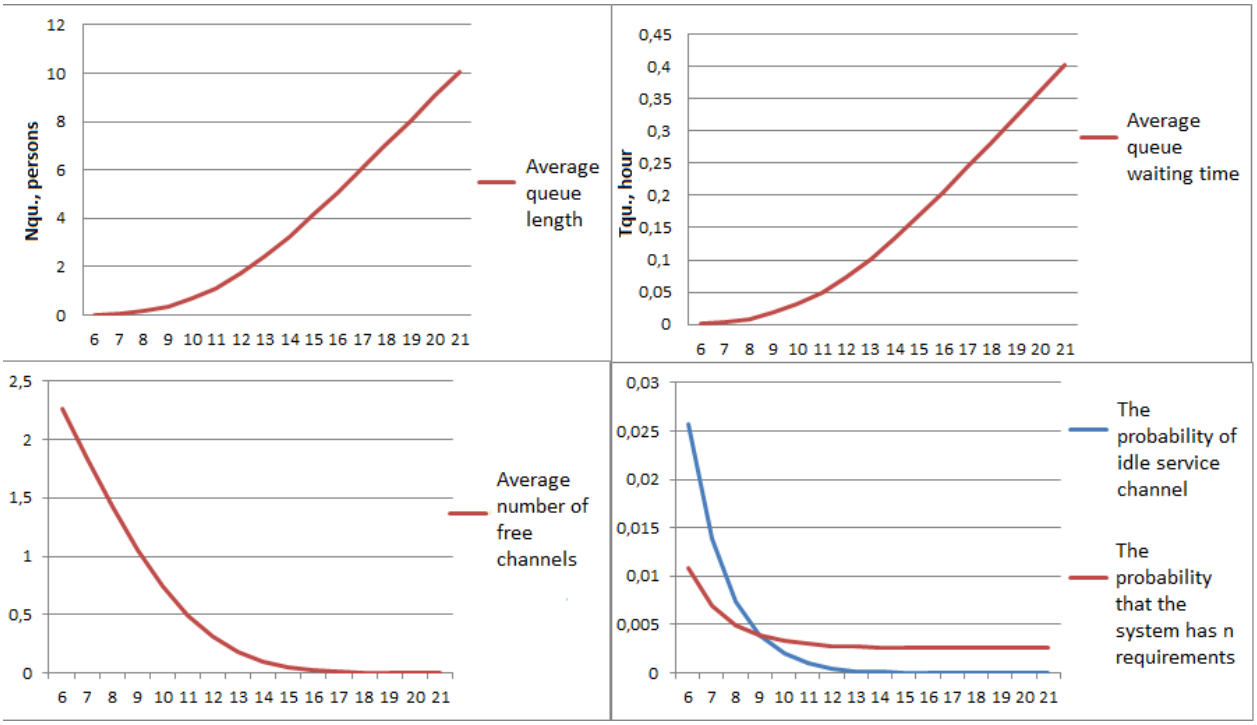


Fig. 4. Indicators of the effectiveness of QS

Based on the analysis of the calculation results, which are shown in Figure 4, we can conclude that in the third period the system does not cope well with the flow of applications. The average queue length is 10 people, while the average waiting time for a customer to start service is 24.11 minutes. To improve the quality of customer service, it is proposed to introduce a sixth service channel in the considered time period. And in the first and second periods of the day, the system is idle and the average number of free channels is 1.3 service channels.

The results of the analysis of the bank's current QS showed that, in general, the service channels work ineffectively, since the values of the indicators, which were calculated, differ from the normative ones either up or down. This suggests that when the channels are underused, the service channel is idle, and when the channels are reloaded, queues are formed, which in turn negatively affects the reputation of the bank, the work of employees, since due to large queues and work at an accelerated pace, they are forced to be under stress throughout the day. Also, because of the unwillingness to stand in queues, many clients leave the bank, and this affects the financial condition of the bank, since the bank incurs losses due to lost profits.

In the first case, it is necessary to reduce the number of service channels, thereby reducing the cost of maintaining unnecessary employees of the organization. In the second case, there is a need to increase the costs of the organization for the search and recruitment of new employees, but the economic effect obtained from servicing queuing customers will have a positive effect on the financial result [13]. The cost of maintaining service channels is directly proportional to the number of channels. With an increase in service channels, the waiting time for requests in the queue decreases. The optimal number of service channels will reduce the integral costs associated with the operation of the queuing system.

Thus, when analyzing the efficiency of the bank's operating room, the method of analyzing the effectiveness of the queuing system was used, with the help of which significant problems in the operation of the operating room were identified. Banks have been proven to bear the costs of equipment downtime and loss of profits due to customers giving up waiting.

REFERENCES

[1] Afanasyeva L.G., Grishunina S.A. Queueing Systems with Different Service Disciplines // Lobachevskii Journal of Mathematics. – 2017. – Vol. 38. –No. 5. - P. 864–869.

[2] Jiangtao Wang J., Wang Y., Zhang D., Wang L., Chen Ch., Lee J., He Y. Real-time and generic queue time estimation based on mobile crowdsensing // Frontiers of Computer Science. – 2017. – Vol. 11. –P. 49–60.

[3] Shchukina N.A. Simulation model as an element of management and evaluation of the efficiency of a bank branch // Innov: electronic scientific journal. - 2017. - No.1 (30).

[4] Hanukov G., Avinadav T., Chernonog T., Yechiali U. A multi-server queueing-inventory system with stock-dependent demand // IFAC PapersOnLine. – 2019. –Vol. 52. – No. 13. - P. 671–676.

[5] Cao P., Xie J. Optimal control of multiclass queueing system when customers can change types // Queueing Syst. -2016. – Vol. 82. - P. 285–313.

[6] Dutkova S., Achimsky K., Hostakova D. Simulation of Queuing System of Post Office // 13th International Scientific Conference on Sustainable, Modern and Safe Transport (TRANSCOM 2019), High Tatras, Novy Smokovec – Grand Hotel Bellevue, Slovak Republic, May 29-31, 2019. – №40. – P. 1037-1044.

[7] Gurtler, Nora & Henze, Norbert. Recent and classical goodness-of-fit tests for the Poisson distribution // Journal of Statistical Planning and Inference. – 2000. –Vol. 90. - 207-225 p.

[8] Kuznetsov I. N., Shumskaya A. A. Evaluation of steady state probabilities of the ●/ G /∞ queuing system for different input flow models // Cybernetics and Systems Analysis. - March, 2017. - Vol. 53. - No.2. – P. 269-279.

[9] Lozhkovsky A.G. Theory of queuing in telecommunications. - Odessa: ONAS named after A.S. Popov, 2012. - 112 p.

[10] Duplyakin V.M., Knyazheva Yu.V. The choice of the distribution law of the input flow of applications in modeling the queuing system of a commercial enterprise // Bulletin of the Samara State Aerospace University. - 2012. - No. 6 (37). – P. 102 – 111.

[11] Boyarshinova I.N., Ismagilov T.R., Potapova I.A. Modeling and optimization of the queuing system operation // Fundamental research. - 2015. - No. 91. - P. 9-13.

[12] Velyamov T.T. Modern methods of mathematical modeling: Textbook. - Almaty: Economy, 2017. - 289-345 p.

[13] Matveeva L.P. Assessment of the economic efficiency of investment institutions based on modeling their activities // Economics and Entrepreneurship. -2014. - No. 9. - 44-48 p.

Т.Т. Велямов, А.А. Шілмағамбетова

Интеллектуальная система для моделирования и управления процесса организации расчетно-кассовых операций в коммерческом банке как систему массового обслуживания

Резюме. В настоящее время, наблюдается слабое воздействие ценовых факторов на банковскую конкурентоспособность, так как многие банковские субъекты предоставляют ничем не выделяющийся среди других, большой выбор идентичных услуг по цене. Следовательно, важным факторам банковской конкурентоспособности на экономическом рынке является качество обслуживания клиентов. Для того, чтобы планировать количество персонала, оценивать качество клиентского обслуживания банка применяются методы теории массового обслуживания.

В статье исследован процесс функционирования операционного зала коммерческого банка, по организации расчетно-кассовых операций, с помощью оценки основных параметров систем массового обслуживания и разработки рекомендаций, позволяющие повысить эффективность функционирования объекта исследования.

Ключевые слова: система массового обслуживания (СМО), время обслуживания, входящий поток, пребывания в очереди, канал обслуживания.

Т.Т. Велямов, А.А. Шілмағамбетова

Кезек жүйесі ретінде коммерциялық банктегі есеп айырысу-кассалық операцияларды ұйымдастыру процесін модельдеуге және басқаруға арналған интеллектуалды жүйе

Түйіндеме. Қазіргі уақытта банктік бәсекеге қабілеттілікке баға факторларының әлсіз әсері байқалады, өйткені көптеген банк субъектілері басқалардан ерекшеленбейтін баға бойынша ұқсас қызметтердің үлкен таңдауын ұсынады. Демек, экономикалық нарықтағы банктік бәсекеге қабілеттіліктің маңызды факторы клиенттерге қызмет көрсету сапасы болып табылады. Қызметкерлер санын жоспарлау, клиенттерге қызмет көрсету сапасын бағалау үшін кезек теориясының әдістері қолданылады.

Мақалада коммерциялық банктің операциялық залының жұмыс істеу процесі, есеп айырысу-кассалық операцияларды ұйымдастыру, кезек жүйелерінің негізгі параметрлерін бағалау және зерттеу объектісінің тиімділігін арттыру үшін ұсыныстар әзірлеу қарастырылған.

Түйінді сөздер: кезек жүйесі (КЖ), қызмет көрсету уақыты, кіріс ағыны, кезекте тұру, қызмет көрсету арнасы.

N.K. Smailov[1,2], E.A. Orazbekov[1], A.A. Abdykadyrov[1] S.Zh. Koshkinbayev[1,2].,
A.O. Kabdoldina[2]., A.U. Malikova[2].,
([1]Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan,
[2]U.A.Dzholdasbekov Institute of Mechanics and mechanical Engineering Republic of Kazakhstan
e-mail: nur_aly.kz@mail.ru, askar58@mail.ru, sauke49@mail.ru)

INTRODUCTION OF WDM SYSTEMS BASED ON FIBER-OPTIC SENSORS DEPENDING ON THE WAVELENGTH

Annotation. Fiber optic transmission system (FOTS) uses Time Division Multiplexing (TDM) technologies, which include SDH, ATM, Ethernet. The use of new advances in TDM technology has increased the throughput of fiber-optic communication lines (FOCL) up to 40 Gbit / s. A further increase in the transmission rate within TDM is limited by the capabilities of the electronics, on the one hand, and dispersion distortion of the optical signal in the OB, on the other hand.

The technology to solve this problem is the technology of spectral multiplexing - WDM (Wavelength Division Multiplexing). To increase the throughput of a communication line in WDM systems, instead of increasing the transmission speed in a single optical channel (as in TDM), the number of channels (used wavelengths) is increased.

Keywords: wavelengths, wavelength division multiplexing, time division multiplexing, passive optical network.

Смайлов Н.К., Оразбеков Е.А., Абдыкадыров А.А., Көшкінбаев С.Ж.,
Кабдолдина А.О., Маликова Ф.У.
([1]Satbayev University, Алматы қаласы, Қазақстан Республикасы,
[2]Академик О.А. Жолдасбеков атындағы механики және машинатану институты,
Алматы қаласы, Қазақстан Республикасы, e-mail: nur_aly.kz@mail.ru)

WDM ЖҮЙЕЛЕРІН ТАЛШЫҚТЫ – ОПТИКАЛЫҚ СЕНСОРЛАР НЕГІЗІНДЕ РҰҚСАТ ЖЕЛІЛЕРІН ҚҰРУ ТОЛҚЫН ҰЗЫНДЫҚТАРЫНА БАЙЛАНЫСТЫ ЕНГІЗУ

Түйіндеме. Талшықты-оптикалық тарату жүйесі TDM (Time Division Multiplexing) уақытты бөлу мультиплекстеу SDH, ATM, Ethernet кіретін технологиясын қолданады. TDM технологиясындағы жаңа жетістіктерді пайдалану талшықты-оптикалық байланыс желілерінің өткізу қабілетін 40 Гбит / с дейін арттырды. TDM ішіндегі тарату жылдамдығының одан әрі артуы, бір жағынан, электрониканың мүмкіндіктерімен және екінші жағынан, оптикалық сигналдың дисперсиялық бұрмалануымен шектеледі.

Бұл мәселені шешудің технологиясы - спектрлік мультиплекстеу технологиясы - WDM (Wavelength Division Multiplexing). WDM жүйелеріндегі байланыс желісінің өткізу қабілеттілігін арттыру үшін бір оптикалық каналдағы (TDM сияқты) берілу жылдамдығын арттырудың орнына арналар саны (пайдаланылған толқын ұзындығы) көбейтіледі.

Түйін сөздер: толқын ұзындығы, толқын ұзындығы бойынша мультиплекстеу, уақыт бойынша мультиплекстеу, пассивті оптикалық желі

Кіріспе

Жыл сайын кең жолақты қол жетімділік қызметтерін тұтынушылардың саны тұрақты өсіп келе жатқаны белгілі. Талшықты оптикалық тарату жүйесінің элементтер базасы жетілдірілуде және оптикалық байланыс желілерінің, соның ішінде оптикалық қатынау желілерінің параметрлері жетілдірілуде. Жетілдіруді қажет ететін параметрлердің бірі - барлық аудандардағы өткізу қабілеттілігі.

Оптикалық қатынау желісінің, соның ішінде пассивті PON желілерінің өткізу қабілеттілігін арттырудың бір жолы - WDM технологияларын пайдалану. WDM әдісін қолдана отырып, оптикалық қатынау желісінің өткізу қабілеттілігін жақсартудың келесі артықшылықтары бар:

– қолданыстағы байланыс түйіндерін қайта құру байланыс пен техникалық қызмет көрсетуді үзбей, сонымен қатар жұмыс істеп тұрған жабдықты бөлшектеместен қосымша қондырғыларды орнату арқылы жүзеге асырылады;

– оптикалық қатынау желісінің жаңа қосылу учаскелерін жобалауды қажетті өткізу қабілеттілігін болжанған бағыттар бойынша жеңілдетеді;

Негізгі бөлім

CWDM және DWDM жабдықтарын оптикалық қол жеткізу желілерінде пайдалануға болады. Алайда Халықаралық электрбайланыс одағы тек CWDM технологиясын қол жетімділік желілерінде қолдануды ұсынды (G.983.1-G.983.7 ұсыныстары). Бұл CWDM жабдығының бірнеше артықшылықтарына байланысты:

– жабдықтың ықшам өлшемдері;

– қуатты аз тұтыну;

– мультимодты талшықтарды пайдалану мүмкіндігі;

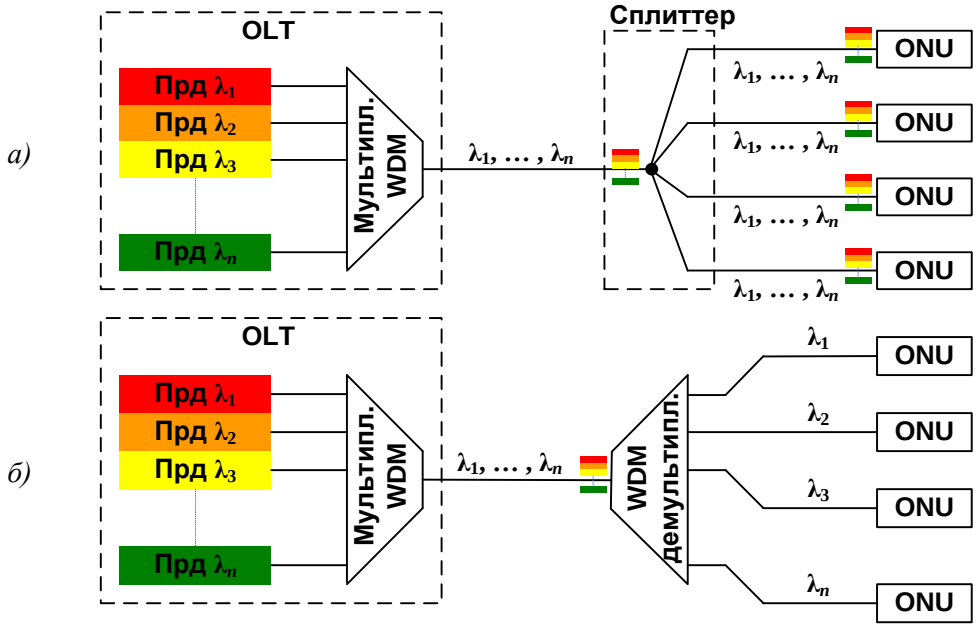
- төмен шығынды таратқыштарды, оптикалық арналарды бөлу құрылғыларын және мультиплексинг / демультиплексинг схемаларын қолдану арқылы желіні салу кезінде күрделі шығындарды азайту;

- электр қуатын үздіксіз қамтамасыз ету және қоршаған ортаға қажетті жағдай жасау үшін шығындарды азайту арқылы пайдалану шығындарын азайту.

Қол жетімділік желілерінде DWDM жабдығын пайдалану экономикалық тұрғыдан тиімсіз, өйткені оның құны өте жоғары, ал қол жеткізілген өткізу мүмкіндігі мамандардың болжамдары бойынша алдағы 5 жылда қазіргі заманғы қол жеткізу желілеріне сұраныс тудырмайды. Дегенмен, зерттеушілер мен әзірлеушілер оптикалық қол жеткізу желілерінде CWDM және DWDM технологияларын бөлісуге мүмкіндік беретін жабдықты жасауға күш салуда.

Пассивті оптикалық желілерді дамыту бағыттарының бірі - оларға WDM технологиясын енгізу және TDM-PON желілерінен WDM-PON желілеріне көшу. Айта кету керек, дәстүрлі пассивті оптикалық TDM-PON желілерінде WDM технологиясы да қолданылады. Бір оптикалық талшықтың дуплексті байланысын қамтамасыз ету үшін байланыс түйінінен абонентке бағыттау толқын ұзындығы 1490 нм, ал қарама-қарсы бағытта 1310 нм толқын ұзындығы бойынша жүзеге асырылады. Сонымен қатар, аналогты теледидарды тарату үшін үшінші толқын ұзындығы 1550 нм пайдалануға болады. Алайда, TDM-PON жүйелерінде барлық абоненттер бірдей толқын ұзындығын қолданады, ал әртүрлі абоненттерден сигналдарды бөлу уақытында жүзеге асырылады. Бұл абонент үшін деректерді беру жылдамдығының төмендеуіне әкеледі. Абонентте орналасқан жабдық кемінде 1,25 Гбит / с жылдамдықты қамтамасыз етсе де, оған деректерді станция станциясы ұсынған уақытта ғана жіберуге рұқсат етіледі, ал деректерді беру жылдамдығы айтарлықтай төмен. WDM-PON жүйесінде әр абонентке өзінің толқын ұзындығы беріледі. Сондықтан, әрбір абонент оған орнатылған жабдық қолдайтын берілу жылдамдығына ие бола алады.

осы бөлімнің ұзындығын арттыруға мүмкіндік береді.



WDM-PON ЖЕЛІСІНІҢ ҚҰРЫЛЫСЫНЫҢ НҰСҚАЛАРЫ

Суретте WDM-PON желісін құрудың екі нұсқасы көрсетілген, олар топтық сигналды абоненттер арасында бөлу әдісімен ерекшеленеді. Бұл үшін (a) суретте кәдімгі сплиттер (сплиттер) қолданылады, ал (b) суретте AWG негізіндегі құрылғыларға негізделген WDM демультиплексор қолданылады. Сплиттері бар схема (a-сурет) WDM технологиясын қолданыстағы PON желілерінде олардың инфрақұрылымын өзгертпестен енгізуге мүмкіндік береді.Бұл схемада толқын ұзындығын абоненттерге динамикалық түрде бөлуге болады, өйткені сплиттердің спектралды таңдауы жоқ.

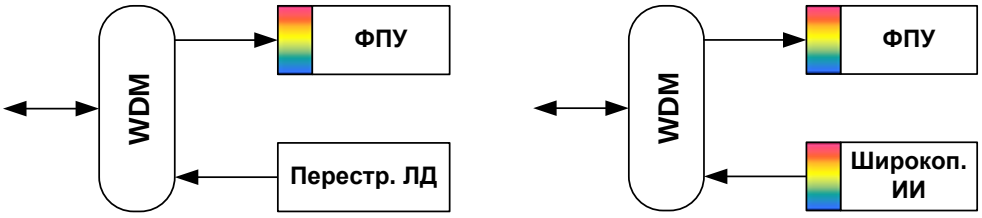
Демультиплексоры бар схемада (сурет (b) абоненттерге толқындардың ұзындығы статикалық түрде бөлінеді.Схеманың артықшылығы станция мен пайдаланушы жабдықтар арасындағы аймақтағы шығындардың аз болуы, өйткені қазіргі заманғы демультиплексорлардың кірістері жоғалуы бөлгіштерге қарағанда едәуір төмен, бұл Әрбір абонентке ұсынылған өткізу қабілетін кеңейтуге қосымша, WDM-PON жүйесінің артықшылықтары масштабталуды және таратылатын ақпаратты қорғаудың жоғары деңгейін (демультиплексормен схемада) ұсынады, өйткені әр абонент өзінің толқын ұзындығын алады. Логикалық желі топологиясы да жеңілдетілген. Әр толқын ұзындығы үшін OLT және ONT арасындағы байланыс нүкте-көп нүкте емес, нүкте-нүкте болып табылады, бұл әртүрлі абоненттерге әртүрлі жылдамдықты қамтамасыз етуге және деректердің әртүрлі хаттамаларын пайдалануға мүмкіндік береді.

WDM-PON жүйелерінің басты жетіспеушілігі, жақында олардың іске асырылуына және дамуына кедергі келтірді, дәстүрлі жүйелермен салыстырғанда олардың жоғары құны болды, өйткені мұндай желідегі абоненттік жабдық бірегей болуы керек - абонентке нақты толқын ұзындығын қолдау. Қазіргі жүйелерде бұл проблема «түссіз» ONU деп аталатын - белгілі бір толқын ұзындығына байланыспайтын әмбебап құрылғыларды енгізу арқылы шешіледі.

Түссіз ONU жағдайында жергілікті немесе қашықтан оптикалық байланыс операторын пайдалануға болады. Жергілікті генерация жағдайында оптикалық тасымалдаушы генератор ONU-да орналасқан. Қашықтағы буындарда ONU өзінің генераторына ие емес және OLT-ден келетін оптикалық тасымалдаушыны қолданады.

Жергілікті оптикалық тасымалдаушы генераторды қолданатын түссіз ONU екі жолмен жүзеге асырылуы мүмкін - реттелетін лазерді қолдану арқылы (a-сурет) және кең жолақты радиация көзі мен реттелетін фильтрді қолдану

(B) суретіндегі (ON) ONU схемасы таратқыш ретінде пайдаланылатын реттелетін лазерлі диодты, реттелетін фильтр фотодетекторын және жоғары және төмен ағыс сигналдарын біріктіретін / бөлетін WDM мультиплексор / демультиплексорды қамтиды. және когерентті сәулелендіруді қолдану салдарынан жоғары беріліс жылдамдығы. Мұндай ONU-да реттелетін лазерлерде жартылай өткізгіш оптикалық күшейткіш пен реттелетін сүзгіден тұратын құрылғылар қолданылады. Олар ені 20 нм диапазонында ± 1,75 ГГц дәлдігімен сәуле шығаруға мүмкіндік береді.

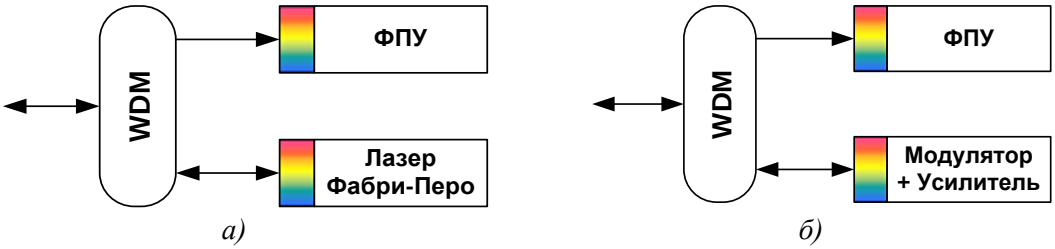


а) *б)*

Реттелетін лазерлік диодты (a) және кең жолақты сәуле көзін (b) қолдана отырып, «түссіз» onu

(B) суреттегі ONU схемасы реттелетін лазердің орнына реттелетін сүзгісі бар кең жолақты сәулелену көзін пайдаланатындығымен сипатталады. WDM демультиплексоры бар жүйелердегі мұндай ONU-дің артықшылығы - толқын ұзындығын дәл басқарусыз көздерді пайдалану мүмкіндігі, мысалы, суперлюминесцентті диодтар.

OLT-де орналасқан қашықтағы генераторды пайдаланатын «түссіз» ONU тізбектері суретте көрсетілген.



а) *б)*

Қашықтағы генераторды қолданатын «түссіз» ONU

(а) суреттегі нұсқада сәулелендіру көзі ретінде мультимодты Fabry-Perot лазері қолданылады. Қалаған оптикалық тасымалдаушыға сәйкес келетін тар диапазонды сигнал қашықтағы генератордан мультимодты лазер қуысына енгізіледі, бұл қуаттылық максималды болатын инжектордың толқын ұзындығына жақын толқын ұзындығында бір режимді сәуле шығаруға ауысады. Басқа режимдердің эмиссиясы тоқтатылады. Қарастырылған тізбектің артықшылығы оның қарапайымдылығы, төмен құны, салыстырмалы түрде жоғары модуляция жылдамдығын қамтамасыз ету мүмкіндігі, ал кемшіліктері - толқын ұзындығының шектеулі диапазоны, талап етілетін жоғары қуат және күмәнді тұрақтылық.

Бұл кемшіліктер ONU-да өзінің сәулелену көзі жоқ (b) суретте көрсетілген тізбектен ажыратылған. Қашықтағы генератордан алынған оптикалық тасымалдаушы жоғары тұрған деректермен модулденеді, қажет болған жағдайда күшейтіліп, қайтадан OLT-ге жіберіледі. Бұл схемада OLT толқындардың ұзындықтары қандай болатынын толық анықтайды, бұл OLT мен ONU арасындағы толқын ұзындығын бөлу хаттамасының қажеттілігін жояды. Модуляциялаушы сәулелену үшін ONU әдетте оптикалық сигналды модуляциялау мен күшейтуге мүмкіндік беретін шағылыстырғыш жартылай өткізгішті оптикалық күшейткішті (RSOA) пайдаланады. RSUA ONU жоғары шығынға ие, өйткені олар бір пакетте болады температураны тұрақтандыру жүйесімен. Қазіргі уақытта энергияны аз тұтынатын, кішірек өлшемдермен және температураны тұрақтандыруды қажет етпейтін арзан RSOA әзірленуде.

Барлық түссіз ONU тізбектерінің кейбір кемшіліктері бар. Беріліс екі бағытта да бірдей толқын ұзындығымен жүргізілетіндіктен, шу, әсіресе артқы рейльдің шашырауы және Мандельстам-Брилуанның шашырауы нәтижесінде пайда болатын ағынның бағыты бойынша жоғарылайды. Сонымен қатар, RSOA және басқа оптикалық модуляторлар радиациялық поляризацияға сезімтал. Жақын болашақта RSOA құрудың поляризацияға сезімталдығы аз болады деп күтілуде.

Қашықтағы генераторды қалаған толқын ұзындығымен сәулелену көздерінің жиынтығы ретінде немесе кең спектрлі сәулелену көзі ретінде жүзеге асыруға болады, оның спектрі содан кейін қалаған толқын ұзындығына жақын тар спектрлік диапазондарда «кесіледі», мысалы, AWG демультиплексоры немесе Bragg талшығын пайдалану арқылы. Кең жолақты радиация көзі ретінде оптикалық күшейткіштен күшейтілген стихиялық эмиссияны қолдануға болады.

Қорытынды

WDM жүйелеріндегі байланыс желісінің өткізу қабілеттілігін арттыру үшін бір оптикалық каналдағы (TDM сияқты) берілу жылдамдығын арттырудың орнына арналар саны (пайдаланылған толқын ұзындығы) көбейтіледі.

WDM технологиясының маңызды артықшылығы - дайындалған талшықты желілерді тығыздау үшін пайдалану мүмкіндігі. WDM пайдалану қолданыстағы инфрақұрылымдағы тасымалдау жүйелерінің бірнеше буынының жеткілікті өткізу қабілеттілігін қамтамасыз етуі керек.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Р.Р. Убайдуллаев. Волоконно-оптические сети. ЭКО-ТРЕНДЗ, Москва, 1998.

[2] Былина М.С., Глаголев С.Ф., Кочановский Л.Н., Пискунов В.В. Измерение параметров волоконно-оптических линейных трактов: Учебное пособие/СПб ГУТ.-СПб, 2002.

[3] Курицын С. А. Основы построения телекоммуникационных систем передачи: Учебное пособие. – СПб.: Информационный центр «Выбор», 2004.

[4] Алексеев Е.Б. Оптические сети доступа. Учебное пособие - М: ИПК при МТУ СИ, 2005.

[5] Матюхин А. Ю., Курицын С. А. Многоканальные системы передачи: Учебное пособие/СПб ГУТ. – СПб, 2013.

[6] Андрэ Жирар. Руководство по технологии и тестированию систем WDM. / Андрэ Жирар– М.: EXFO, 2001. / Пер. с англ. под ред. А.М. Бродниковского, Р.Р. Убайдуллаева, А.В. Шмалько. / Общая редакция А.В. Шмалько

[7] Аснис Л.Н. Технологии спектрального мультиплексирования для оптической связи: Учеб. пособие / Л.Н.Лисин, И.Ю. Денисюк – СПб; СПбГУ ИТМО, 2008.

[8] Волоконно-оптическая техника: Современное состояние и перспективы. – 2-е изд., перераб. и доп. /Сб. статей под ред. Дмитриева С.А. и Слепова Н.Н. – М.: ООО «Волоконно-оптическая техника», 2005.

[9] Наний О.Е. Основы технологии спектрального мультиплексирования каналов передачи (WDM). / LIGHTWAVE Russian edition №2 2004.

[10] Слепов Н. Особенности современной технологии WDM / Н.Слепов – ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес 6/2004.

Смайлов Н.К., Оразбеков Е.А., Абдыкадыров А.А., Көшкінбаев С.Ж., Кабдолдина А.О., Маликова Ф.У.

Внедрение систем WDM на основе волоконно – оптических датчиков в зависимости от длины волны

Резюме. Традиционно в волоконно-оптической системе передачи (ВОСП) используются технологии временного мультиплексирования TDM к которым относятся SDH, ATM, Ethernet. Использование новых достижений в технологии TDM позволило увеличить пропускную способность волоконно-оптических линий связи (ВОЛС) до 40 Гбит/с. Дальнейшее увеличение скорости передачи в рамках TDM ограничено возможностями электроники, с одной стороны, и дисперсионными искажениями оптического сигнала в ОВ, с другой стороны.

Технологией, позволяющей решить эту проблему, является технология спектрального мультиплексирования – WDM (Wavelength Division Multiplexing). Для повышения пропускной способности линии связи в системах WDM вместо увеличения скорости передачи в единственном оптическом канале (как в TDM) увеличивается число каналов (используемых длин волн).

Ключевые слова: длины волн, мультиплексирование с разделением по длине волны, мультиплексирование с разделением по времени, пассивная оптическая сеть.

УДК 519.21

К. Shakenov, A. Baiteliyeva
(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan,
E-mail: baiteliyevaaltyn@gmail.com)

NUMERICAL SOLUTION TO STEFAN'S PROBLEM FOR BUYER OPTION

Annotation. The problem of finding the rational price of American options for the optimal stopping moment in the diffusion stock markets is considered. An option is considered from the point of view of the buyer - the buyer option. The considered problem of finding rational values in the assumption that the buyer of the option chose the optimal moment of presenting the option, and determining at that moment the price of the share is reduced to the Stefan problem, or to the problem with a free border. The Stefan problem is solved numerically, the rational value of the standard American call option and the stock price at the optimal moment of option presentation are determined.

Keywords: ration price, buyer's option, optimal stopping time, diffusion stock market, Stefan problem.

К.К. Шакенов, А.А. Байтелиева
(Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Республика Казахстан)

ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ СТЕФАНА ДЛЯ ОПЦИОНА ПОКУПАТЕЛЯ

Аннотация. Рассматривается задача о нахождения рациональной цены опционов Американского типа за оптимальное время остановки на диффузионных рынках акций. Опцион рассматривается с точки зрения покупателя – опцион покупателя. Проблема определения рациональных значений рассматривается в предположении, что покупатель опциона выбрал оптимальный момент представления опциона, и определение в этот момент цены акции сводится к проблеме Стефана или к проблеме со свободной границей. Даются точные формулировки задачи Стефана для опционов покупателя и описываются качественные свойства соответствующих решений. Задача Стефана решается численно, рациональное значение стандартного варианта американского опциона кол и цена акций в оптимальный момент представления опциона считаются детерминированными.

Ключевые слова. Рациональные стоимость, опцион покупателя, оптимальное время остановки, диффузионный рынок акций, задача Стефана.

Введение. Следуя работе [1-2], мы дадим точные формулировки соответствующих задач Стефана для опционов покупателя и опишем качественные свойства соответствующих решений $Y^* = Y^*(t,x)$ и $x^* = x^*(t)$.

Опцион покупателя. Предположим, что $(B,\ S)$-рынок описывется соотношением

$$dB_t = rB_t dt, \quad B_0 > 0, \tag{1}$$

$$dS_t = S_t(\mu dt + \sigma\ dW_t), \quad S_0 > 0, \tag{2}$$

с $\mu = r,\ \ 0 \le t \le T$, и функция выплат в момент t имеет вид $f_t = e^{-\lambda t} g(S_t)$, где $\lambda \ge 0$ и $g(x) = (x-K)^+,\ \ x \in E = (0,\ \infty)$. Основные результаты, относящиеся к рассматриваемому опциону, состоит в следующем.

1) Рациональная стоимость $V^*(T,x),\ \ x = S_0$, такого дисконтированного опциона определяется формулой

$$V^*(T,x) = \sup_{\tau \in \mathrm{M}_0^T} \mathbf{E}_x e^{-\beta\tau} g(S_\tau), \tag{3}$$

где $\beta = \lambda + r$ и $\mathbf{E}_x$ – усреднение по исходной мартингальной мере в предположении $S_0 = x$.

1) Пусть для $t \in [0,T]$ и $x \in E$

$$Y^*(t,x) = \sup_{\tau \in \mathrm{M}_t^T} \mathbf{E}_{t,x} e^{-\beta(\tau - t)} g(S_\tau), \tag{4}$$

где $\mathbf{E}_{t,x}$ – усреднение по магтингальной мере в предположении $x = S_t$.

Функция $Y^* = Y^*(t,x)$ является наименьшей β-эксцессивной мажорантой функции $g(x)$.

2) Рациональная стоимость есть

$$V^*(T,x) = Y^*(0,x), \tag{5}$$

и рациональным моментом прекращения покупателем наблюдений с предъявлением опциона к исполнению является момент

$$\tau_T^* = \inf\{0 \le t \le T:\ Y^*(t,S_t) = g(S_t)\} \tag{6}$$

или, равносильно,

$$\tau_T^* = \inf\{0 \le t \le T:\ (t,S_t) \in D^T \cup \{(T,x):\ x \in E\}\}. \tag{7}$$

3) Область остановки D^T и продолжения наблюдений C^T являются односвязными и имеют следующую структуру:

$$D^T = \bigcup_{0 \le t < T} \{(t,x):\ Y^*(t,x) = g(x)\}, \tag{8}$$

$$C^T = \bigcup_{0 \le t < T} \{(t,x):\ Y^*(t,x) > g(x)\}. \tag{9}$$

4) Функция $Y^* = Y^*(t,x)$ на $[0,T)\times E$ принадлежит классу $C^{1,2}$.

При каждом фиксированном $x \in E$ функция $Y^*(\cdot, x)$ является невозрастающей по t; при каждом фиксированном $t \in [0,T)$ функция $Y^*(\cdot, x)$ является неубывающей и выпуклой вниз по x.

5) Пограничная функция $x^* = x^*(t)$ является невозрастающей на $[0,T)$, и множества C_t^T и D_t^T при $t < T$ имеют следующий вид:

$$C_t^T = \{x \in E:\ S_t < x^*(t)\},$$

$$D_t^T = \{x \in E:\ S_t \geq x^*(t)\}.$$

При $t = T$ множество $C_T^T = \varnothing$ и $D_T^T = E$.

Если $\lambda = 0$, то $x^*(t) = \infty,\ \ t < T$, что соответствует тому, что при каждом $t < T$

$$C_t^T = E, \quad D_t^T = \varnothing.$$

Иначе говоря, для всех $t < T$ наблюдения следует продолжать независимо от того, какие значения принимают цены S_t, что является следствием того, что процесс $\left(e^{-rt}(S_t - K)^+\right)_{t\geq 0}$ является субмартингалом, и по теореме Дуба об остановке для любого $\tau \in \mathrm{M}_0^T$

$$\mathbf{E}_x e^{-r\tau}(S_\tau - K)^+ \leq \mathbf{E}_x e^{-rT}(S_T - K)^+ .$$

Для случая дискретного времени также имеет место подобный результат, который интерпретируется следующим образом: стандартный опцион-колл Американского типа и Европейского типа «совпадают».

6) Функция $Y^* = Y^*(t,x),\ \ t \in [0,T],\ \ x \in E$, и пограничная функция $x^* = x^*(t),\ \ 0 \leq t < T$, является решением следующей «двухфазной» задачи Стефана, или задачи с подвижной (свободной) границей:

в области

$$C^T = \{(t,x):\ x < x^*(t),\ t \in [0,T)\}$$

$$-\frac{\partial Y^*(t,x)}{\partial t} + \beta Y^*(t,x) = \mathrm{L}Y^*(t,x); \tag{10}$$

в области $D^T \cup \{(T,x):\ x \in E\}$

$$Y^*(t,x) = g(x); \tag{11}$$

на границе $x^* = x^*(t),\ \ 0 \leq t < T$, раздела «двух фаз» выполнено условие Дирихле:

$$Y^*(t, x^*(t)) = g(x^*(t)); \tag{12}$$

и условие Неймана:

$$\left.\frac{\partial Y^*(t,x)}{\partial x}\right|_{x\uparrow x^*(t)} = \left.\frac{dg(x)}{dx}\right|_{x\downarrow x^*(t)}, \tag{13}$$

которое часто называют условием гладкого склеивания.

По поводу разрешимости задачи Стефана (10) – (13) и свойств граничной функции $x^* = x^*(t)$ смотрите [7], [8].

Методы численного решения. В области $C^T = \{(t,x):\ x < x^*(t),\ t \in [0,T)\}$ рассмотрим уравнение

$$-\frac{\partial Y^*(t,x)}{\partial t} + \beta Y^*(t,x) = \mathrm{L}Y^*(t,x), \tag{14}$$

где $\beta = \lambda + r$, $\mathrm{L}Y^*(t,x) = rx\frac{\partial Y^*(t,x)}{\partial x} + \frac{1}{2}\sigma^2 x^2 \frac{\partial^2 Y^*(t,x)}{\partial x^2}$ и в области $D^T \cup \{(T,x):\ x \in E\}$ рассмотрим

$$Y^*(t,x) = g(x) \tag{15}$$

на границе $x^* = x^*(t)$, $0 \le t < T$, раздела «двух фаз», выполнено условие Дирихле:

$$Y^*(t,x^*(t)) = g(x^*(t)); \tag{16}$$

и условие Неймана:

$$\left.\frac{\partial Y^*(t,x)}{\partial x}\right|_{x\uparrow x^*(t)} = \left.\frac{dg(x)}{dx}\right|_{x\downarrow x^*(t)}. \tag{17}$$

Дискретизируем фазовую область $C^T = \{(t,x):\ x < x^*(t),\ t \in [0,T)\}$ по t с шагом τ, $t_n = n\tau$, $n = 0, 1, \ldots, N$, $\tau = \frac{T}{N}$, по x с шагом h, $x_i = ih$, $i = 0, 1, \ldots$. Дискретизируем также область $D^T \cup \{(T,x):\ x \in E\}$. Опускаем индекс * над $Y^*(t,x)$. Аппроксимируем (14) неявной схемой и для дискретной области C_{ni}^T получаем разностное уравнение

$$\alpha_i Y_{i+1}^{n+1} + \beta_i Y_i^{n+1} + \gamma_i Y_{i-1}^{n+1} = -\frac{1}{\tau} Y_i^n, \tag{18}$$

где $\alpha_i = -\left(\frac{rx_i}{h} + \frac{\sigma^2 x_i^2}{2h^2}\right)$, $\beta_i = \left(\frac{rx_i}{h} + \frac{\sigma^2 x_i^2}{h^2} + \beta - \frac{1}{\tau}\right)$, $\gamma_i = -\frac{\sigma^2 x_i^2}{2h^2}$. В дискретной области D_{ni}^T запишем условие Дирихле (16):

$$Y_i^n = g_i \text{ или } Y^n(x_i^*) = g(x_i^*) \tag{19}$$

и условие Неймана (17):

$$\left.\frac{Y_{i+1}^n - Y_i^n}{h}\right|_{x_i = x_i^* + 0} = \left.\frac{g_{i+1} - g_i}{h}\right|_{x_i = x_i^* - 0}. \tag{20}$$

Пусть задано начальное условие $Y_i^0 = Y^0$, тогда (18) решаем методом прогонки. И (18) решаем так, чтобы на границе $(x^*)_i^n$, $0 \le n < N$, раздела «двух фаз», выполнялись условия (19) и (20). Каждый раз будем следить за тем, чтобы «фронт» $(x^*)_i^n$ определялся в узле сетки, если не так, то можем менять шаги τ и h. Таким образом, вычислим $Y^*(t,x)$ и $x^*(t)$. [5, 7, 8].

Вывод. В данной работе рассматривались особенности расчета цены опциона, цены акции и оптимальные моменты остановки (исполнения) на конечных интервалах времени. Изучена и решена проблема поиска рациональной цены опционов американского типа для оптимального времени остановки на диффузионном фондовом рынке. Опцион рассматривался с точки зрения покупателя -

опцион покупателя. Рассматриваемая задача решалась численно, сводя их к задаче Стефана. Основное уравнение аппроксимируется неявной схемой и решается методом прогонки.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Ширяев А.Н. Основы стохастической финансовой математики. Том 1. Факты. Модели. Москва: ФАЗИС, 1998. - 512 с.

[2] Ширяев А.Н. Основы стохастической финансовой математики. Том 2. Теория. Москва, ФАЗИС, 1998. - 544 с.

[3] van Moerbeke P. L. J. On optimal stopping and free boundary problems // Archive for Rational Mechanics and Analysis. 1976. V. 60. № 2. P. 101–148.

[4] Myneni R. The pricing of the American option // Annals of Applied Probability. 1992. V. 2. № 1. P. 1–23.

[5] Ширяев А.Н. Статистический последовательный анализ. Оптимальные правила остановки. Изд. 2. Переработанное. М.: Наука, 1976. - 272 с.

[6] Chow Y.S., Robbins H., Siegmund D. Great Expectations: The Theory of Optimal Stopping. Boston: Houghton Mifflin Comp., 1971. - 125 p.

[7] Мейрманов А.М. Задача Стефана. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1986. - 240 с

[8] Javierre-Perez E. Literature Study: Numerical methods for solving Stefan problems. Delft: Delft University of Technology, Report 03-16, 2003. 94 p.

[9] Бородин С.Л. Численные методы решения задачи Стефана. Физико-математическое моделирование. Нефть, газ, энергетика. 2015. Т. 1. № 1(1). С. 164 – 175.

Қ.Қ. Шакенов, А.А. Байтелиева

Сатып алушы опционы үшін стефан есебін сандық шешу

Түйіндеме. Диффузиялық қор нарықтарында тоқтаудың оңтайлы уақытына Американдық типтегі опциондардың ұтымды бағасын табу мәселесін қарастырамыз. Опцион сатып алушы тұрғысынан қарастырылады - сатып алушы опционы. Ары қарай қарастырылып отырған рационалды мәндерді анықтау есебі үшін опцион сатып алушы опционды ұсынатын оңтайлы уақыт моментін таңдады деп есептеп алып, осы моменттегі акциялар бағасын анықтау Стефан есебіне немесе еркін шекаралы есепке алып келеді. Стефан есебінің сатып алушы үшін нақты тұжырымдары келтірілген және сәйкес шешімдердің сапалық сипаттамалары берілген. Стефан есебі сандық шешіледі, американдық опцион колдың стандартты нұсқасының мәні мен акция бағасы опционды ұсынған оңтайлы уақытта детерминерленген деп есептеледі.

Түйінді сөздер: оңтайлы бағасы, сатып алушы опционы, тоқтаудың оңтайлы уақыты, диффузионды акциялар нарығы, Стефан есебі.

УДК 004.49

M. Ydyryshbayeva, B. Akhmetov, V. Lakhno
(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan,
e-mail: moldir.ydyryshbaeva@gmail.com)

DEVELOPMENT OF A DECISION SUPPORT SYSTEM FOR ANALYZING CYBER THREATS USING BAYESIAN NETWORKS

Abstract. The article based on the analysis of methods for constructing models of the attacker and cybernetic threats for information objects (OBI), the effectiveness of using the Bayesian network device in intelligent decision support systems for situations with poorly structured data on the types of threats to the OBI.

Implemented a Bayesian network (BN) for the computational core of the DSS. The network is designed to predict the development of cyber threats to the OBI and it's information and communication system (ICS). An example of the BN "Data Modification in an information system" is considered. The Bayesian network allows to operate on a set of random variables and determine the probability of a cybernetic threat to the ICS under given conditions.

Key words: decision support system, modeling and forecasting, cyber threat, Bayesian networks

Ыдырышбаева М.Б., Ахметов Б.С., Лахно В.А.
(Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,
e-mail: moldir.ydyryshbaeva@gmail.com)

БАЙЕС ЖЕЛІСІН ПАЙДАЛАНУ АРҚЫЛЫ КИБЕРҚАУІПТЕРДІ ТАЛДАУ БАРЫСЫНДА ШЕШІМ ҚАБЫЛДАУДЫ ҚОЛДАУ ЖҮЙЕСІН ӘЗІРЛЕУ

Түйіндеме. Мақала ақпараттандыру объектілері (АҚКе) үшін қаскүнемдер мен кибернетикалық қауіптердің модельдерін құру әдістеріне жүргізілген талдау негізінде АҚКе-де қауіптердің түрлері бойынша әлсіз құрылымдалған жағдайлар үшін шешім қабылдауды қолдаудың интеллектуалды жүйелерінде Байес желілерінің аппаратын қолдану тиімділігіне негізделген.

ШҚҚЖ есептеу ядросы үшін Байес желісі (БЖ) жүзеге асырылды. Желі АҚҚ және оның ақпараттық-коммуникациялық жүйесі (АКЖ) үшін кибернетикалық қауіптердің дамуын болжауға арналған. "Ақпараттық жүйедегі деректерді түрлендірудің" БЖ үлгісі қарастырылды. Байес желісі көптеген кездейсоқ айнымалылармен жұмыс істеуге және берілген жағдайларда АКЖ үшін кибернетикалық қауіптің іске асырылу ықтималдығын анықтауға мүмкіндік береді.

Кілттік сөздер: шешімдерді қабылдауды қолдау жүйесі, модельдеу және болжау, кибернетикалық қауіп, Байес желілері

Кіріспе

Ақпаратты қорғау құралдарының қазіргі заманғы жүйелерін (АҚҚ) жобалау және олардың қауіпсіздік саясатын құру оларды нақты деректермен қамтамасыз етуді талап етеді. АҚҚ саясатын құрудың негізгі қадамы ретінде ақпараттық және кибернетикалық қауіпсіздік тәуекелдерін (АҚ және КҚ) талдаудың алдындағы маңызды кезең бұзушылар мен қауіптердің моделін құру болып табылады. Келесі кезеңдерде қабылданатын шешімдер, сондай-ақ құрылған АҚҚ зиянкестердің шабуылдарына тұрақтылығы қатерлердің құрылған моделінің дұрыстығына байланысты. Ақпараттандыру объектілеріне (АҚКе) бағытталған шабуылдарды өткізу сценарийлерінің күрделілігінің өсуіне қарай ақпаратты қорғау және КҚ саласында шешімдер қабылдау барынша күрделене түседі. Осы мәселені шешу үшін АҚ және КҚ саласындағы талдаушыларға арнайы әдебиеттерде сирек кездесетін немесе жаңа ұғым ретінде кездесетін жаңа қауіптерді талдау үшін әлсіз құрылымдалған деректерді қарастыру қажет. Осындай жағдайдың мысалы ретінде XXI ғасырдың 2000-шы жылдарының басынан бастап тез дами бастаған «Smart City» деп аталатын компоненттерге шабуыл жасау жағдайларын еске түсіруге болады. Smart City-ге интеграцияланған бағдарламалық және аппараттық шешімдер Smart City инфрақұрылымында пайда болғаннан кейін бірден компьютерлік зиянкестер тарапынан кибершабуылдар объектілері болды [1]. Smart City инфрақұрылымында пайда болғаннан кейін Smart City-ге интеграцияланған бағдарламалық және аппараттық шешімдер компьютерлік зиянкестер тарапынан кибернетикалық шабуылға, әсіресе желілік шабуылға айналды [1]. Осыған ұқсас мысалдарды басқа салалардан табуға болады: медицина [2]; өнеркәсіп саласы [3]; банк секторы [4] және т. б. Мақсатты (таргеттелген) шабуылдарды жүргізу барысында хакерлер көбінесе бірегей зиянды бағдарламаларды және АҚКе-га ену тәсілдерін қолданады. АҚКе-ге заңсыз әсер ету күрделілігінің тұрақты өсуіне, атап айтқанда, ақпаратты қорғау жүйелерінің құрылымына кіретін интеграцияланған шешімдер қабылдауды қолдау жүйесінің модульдері (ШҚҚЖ) бар аномалиялар мен кибернетикалық шабуылдарды интеллектуалды тану жүйелерін пайдалана отырып қарсы тұруға болады. ШҚҚЖ архитектурасы деректерді интеллектуалды талдау жүйесін қамтамасыз етеді (Data Mining). АҚКе АҚҚ кешендеріне ШҚҚЖ қосу сарапшылардың шешім қабылдау тәжірибесі мен білімін және ШҚҚЖ есептеу әлеуетін біріктіре отырып, АҚКе қорғау жағдайының даму динамикасы заңдылықтарын анықтауға мүмкіндік береді.

АҚ және КҚ АҚКе кепілді қамтамасыз етудің күрделі жағдайларында шешім қабылдау процесі АҚҚ сарапшылармен белсенді өзара іс-қимылы жағдайында жүргізілетін болады. Компьютерлік технологияларсыз мұндай жұмыстар қиындықтар туырады. Қазіргі заманғы кешенді АҚҚ жобалаудың бастапқы проблемасы толық емес ақпаратпен нашар рәсімделген мәселелерге де жатқызылуы мүмкін. Мұндай міндеттерге айқын белгілермен сүйемелденбейтін ұзақ мақсатты кибершабуылдарды танумен байланысты жағдайлар да жатады.

Сондықтан, әлсіз құрылымдалған және формализациялауға қиын келетін есептерде ШҚҚЖ үшін модельдерді дамытуға арналған, сондай-ақ АҚКе зиянкестердің қауіптерін іске асыру ықтималдығын бағалау сапасын арттыруға арналған зерттеу тақырыбы өзекті болып табылады.

Әдебиеттерге шолу және талдау

Соңғы жылдары АҚҚе-де кибершабуылдар санының өсуі тиімді АҚҚ әзірлеуге қызығушылық тудыруда [1, 2]. Бұл саладағы зерттеулердің перспективті және жаңа бағыты АҚ және КҚ саласындағы әдістерді, модельдерді және ШҚҚЖ [5] бағдарламалық кешендерін және сараптамалық жүйелерді (СЖ) [6] дамыту бойынша жұмыстар болды.

[7, 8] жұмыстарда АҚ және КҚ есептерінде Data Mining технологиялары қарастырылған. Осы зерттеулерде басты назар АҚҚе КҚ қамтамасыз етумен байланысты жағдайдың заңдылықтарын анықтау міндетіне аударылған. Қарастырылған жұмыстар бағдарламалық қамтамасыз ету түрінде практикалық іске асырылмаған.

[9, 10] жұмыстарда АҚҚе КҚ есептерінде интеллектуалды модельдеу әдіснамасы талданды. Авторлар ұсынған әдіснама ақпаратты қорғаудың жеткіліксіз құрылымдалған жағдайларында (АҚ) талдау мен шешімдер қабылдауға арналған. Алайда бұл зерттеулер аппараттық немесе бағдарламалық іске асыруға жеткізілмеген.

КҚ есептерінде ШҚҚ және талдау киын, себебі жаңа шабуылдар кластары пайда болған кезде КҚ қамтамасыз ету есептері формализациялауға және құрылымдауға әлсіз болып табылады [11]. Бұл жағдайда КҚ АҚҚе күйінің параметрлері сапалық көрсеткіштермен ұсынылуы мүмкін және ол әрдайым орынды емес [12].

[13, 14] авторлардың пікірі бойынша, АҚҚе қорғалу дәрежесін талдау және таргеттелген кибершабуылдарға қарсы іс-қимыл жоспарын әзірлеу алдында негізгі қауіптерді анықтау кезеңі болуы тиіс. Авторлар тиісті ШҚҚЖ-сіз мұндай есептерді сапалы шешу өзекті мәселе екенін көрсетеді. Атап айтқанда, ШҚҚЖ АЖ және КҚ АҚҚе ұғымдық және функционалдық аспектілеріндегі қауіптер мен осалдықтардың әрқашан формалды емес байланысын сипаттау үшін қажет.

Бүгінгі күні АҚҚ синтездеу (құрылысының) есебін шешетін эмпирикалық және формальды әдістер әзірленді. Бұл ретте логика-ықтималдық көзқарастар [12], ойындар теориясы [15], математикалық бағдарламалау әдістері [14] және басқа тәсілдер [16-18] қолданылады.

АҚ саласындағы зерттеулердің қазіргі жағдайын талдау, бірінші кезекте, субъективті сараптамалық бағалаумен және әзірленген математикалық үлгілермен бірге жинақталған статистикалық және өзге де деректерді тиімді пайдаланумен байланысты кемшіліктердің бар екенін куәландырады. Дегенмен, әдістердің әр тобының артықшылықтарын біріктіретін тәсілдер әлі де жоқ. Іс жүзінде, АҚҚе үшін КҚ қауіптерін іске асыру ықтималдығын талдауда сараптамалық бағалау негізіндегі әдістер (Саати иерархиясын талдау әдісі, "Дельфи" келісілген бағалау әдісі, артықшылық критерийі) немесе статистикалық әдістер (уақытша қатарларды талдау) пайдаланылады. Әдістердің әрбір тобының өз артықшылықтары бар, алайда күрделі АҚҚе және олардың кешенді АҚҚ үшін сарапшының қате ықтималдығы артады, ал статистикалық деректер өзінің толық еместігіне немесе жеткіліксіз құрылымдалуына байланысты пайдалануға жарамсыз болуы мүмкін.

[19, 20] жұмыстарда АҚҚ құрудың көрсетілген аспектілері Байес желілеріне (БЖ) негізделген тәсілде ескерілуі мүмкін екендігі көрстіледі. Деректерді талдаудың қолданыстағы әдістерімен салыстырғанда, олар өз қорытындыларына көрнекті және интуитивті түсінікті түсініктеме береді. Сондықтан, Байес желілері логикалық интерпретацияны және есептің айнымалылары арасындағы қатынастар құрылымын өзгертуді көздейді. Сонымен қатар, айнымалылардың әртүрлі мәндерінің пайда болуының эмпирикалық жиіліктерінің бастапқы деректері ретінде пайдалану мүмкіндігі бар. Сондай-ақ, сарапшылардың субъективті бағалауын және априорлық ақпараты бар кибернетикалық шабуылдардың қандай да бір салдарларының математикалық ықтималдығы туралы теориялық түсініктерді ескеруге болады.

БЖ-ін граф түрінде ұсыну оны кибернетикалық қауіптерді іске асыру ықтималдығын бағалау есебін шешуде ыңғайлы құрал етеді (мысалы, АКЖ үшін АҚҚе).

Осылайша, қаралған жұмыстардағы пікірлерді ескере отырып, АҚҚе КҚ саласындағы ШҚҚЖ үшін іс жүзінде іске асырылатын шешімдер бойынша зерттеулерді жалғастыру қажет екені анық. Мұндай зерттеулер, көп кезеңді таргеттелген кибершабуылдарды іске асыру процестері тәрізді, ақпаратты қорғаудың күрделі құрылымдалған типтік емес есептерін (АҚ) шешуге бағытталуы тиіс.

Зерттеудің мақсаты мен міндеттері

Жұмыстың мақсаты Байес желілерін қолдануға негізделген тәсілді әзірлеу арқылы АҚҚе үшін қаскүнем қауіптерін іске асыру ықтималдығын бағалау сапасын арттыру болып табылады.

Мақсатқа жету үшін келесі міндеттерді шешу қажет:

- АКЖ үшін АҚҚе кибернетикалық қауіптерге қатысы бар айнымалыларды талдауды орындау;
- АҚҚе үшін кибернетикалық қауіптердің туындау ықтималдығын бағалау үшін Байес желісі түрінде ықтималдық моделін құру;
- Құрастырылған ықтимал модельдердің адекваттығын зерделеу үшін есептеу тәжірибелерін жүргізу, бұл модельдерді зерттеудің келесі кезеңдерінде DSS есептеу ядросын интеграциялауға және DSS үшін АҚҚе киберқауіпсіздігіне байланысты әлсіз құрылымдалған жағдайлар туралы мета-білімді сипаттау моделін әзірлеуге мүмкіндік береді.

Модельдер мен әдістер

ШҚҚЖ есептеу ядросы ықтималды модельдерге негізделген, олар деректер нашар құрылымдалған немесе статистикалық талдау үшін жеткіліксіз болған жағдайда процестерді сипаттауға қабілетті. Ықтималдық модельдерді қолдану негізінде шешілуі мүмкін есептер ықтималдық шығару процедураларын да қолдануы тиіс. АҚҚе АКЖ-де жүретін әр түрлі процестер өзіндік деректер тізбегін қалыптастырады. Сәйкесінше, бұл деректер реттілігі әрбір процестің өту сипаттамасында көрініс табуы керек.

Мысалы, АКЖ-га басып кіру процесі желілік трафик тізбектілігінің өзгеруінен, операциялық жүйенің ядросына жүйелік шақырулардың, сондай-ақ пайдаланушылардың мінез-құлық профильдерінің өзгеруінен көрінеді.

БЖ құру $a_i \epsilon V$ тапсырманы шешуге көмектесетін айнымалыларды анықтаудан басталады. Мұнда, $a_i \epsilon V$ айнымалы, бағытталған ациклдік графтың төбесі. Барлық айнымалылар жиынының арасынан мақсаттысын және олардың ықтимал мәндерін таңдаймыз. Келесі қадамда, тәжірибе мен қолда бар ақпарат негізінде сарапшылар көмегімен осы айнымалылардың мәндерінің априорлық ықтималдығын анықтаймыз $p(a_i)$. Содан кейін айнымалылардың себептік байланысын графиктің бағытталған қабырғалары түрінде сипаттап, айнымалы мәндерді есеп түйіндеріне орналастырамыз $\{a_i, a_j\} \epsilon E$. a_i төбесі үшін барлық ата-ана айнымалылары күйін $pa(a_i)$ арқылы белгілейміз. Граф айнымалылар жиыны үшін Марков шарттары қанағаттандырылады, соған сәйкес ата-аналардан басқа $pa(a_i)$ графтың әр айнымалысы a_i барлық айнымалыларға тәуелді болмайды.

Қарастырылып отырған БЖ-де $x_k \epsilon V$ мақсатты айнымалы ықтимал қауіптер болуы, олардың алдында АКЖ осал болуы мүмкін. Модельдегі барлық айнымалылар дискретті болып табылады. Әрбір айнымалы (немесе қауіп) бес мәннің бірін қабылдай алады, олардың әрқайсысы оны іске асыру ықтималдығына сәйкес келеді: *trivial, low, medium, high, critical* (аз, төмен, орташа, жоғары, критикалық).

БЖ-дегі қалған айнымалылар жиынтығы қауіпті анықтауға және оның ықтималдығын анықтауға мүмкіндік береді. Бұл айнымалылар АҚ (КҚ) қауіптерін жіктейтін немесе компьютерлік зиянкестердің әртүрлі түрлерін сипаттайтын категорияларға бөлінді:

1. АҚҚе АКЖ рұқсат етілмеген қолжетімділік (РЕҚ) мақсатында АҚҚе ақпараттық ресурстарының құпиялылығын $(p_confidentity)$, тұтастығын $(p_integrity)$ немесе қол жетімділігін $(p_availability)$ бұзу қарастырылады.

2. РЕҚ көзінің жағдайы $(n_network)$. Көз үш категоряға бөлінеді: сегмент ішіндегі, сегмент аралық, сыртқы.

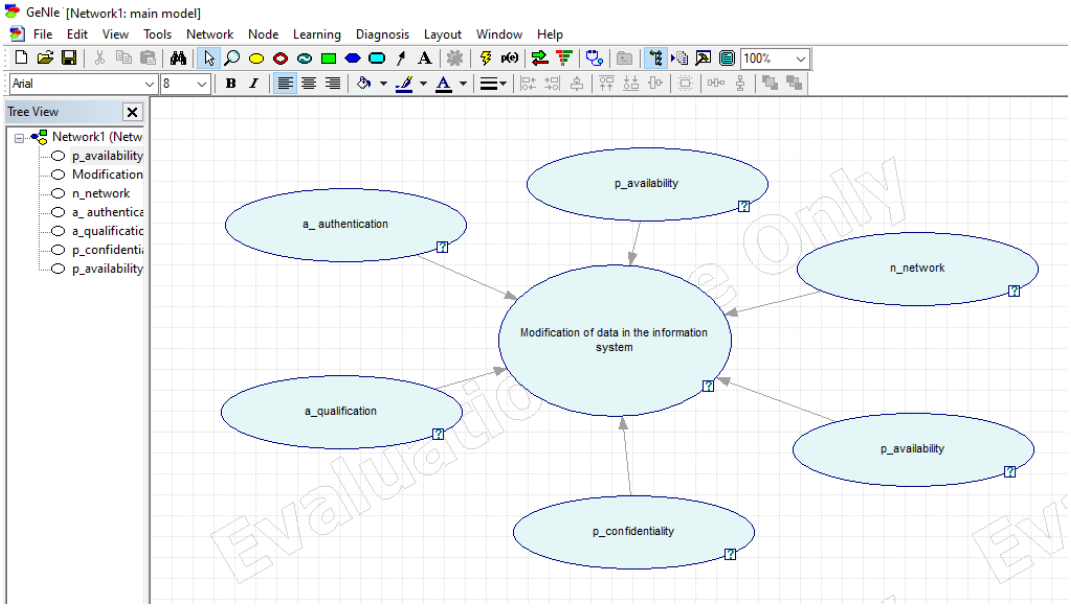
3. Қауіптерді жүзеге асыру үшін аутентификация қажеттілігі $(a_authentication)$.

4. Шабуылдаушы біліктілігі $(a_qualification)$: жоғары, орташа, төмен.

БЖ барлық айнымалыларды анықтай отырып, олардың арасындағы себеп-салдар байланысын сипаттау қажет. Қандай сипаттамалардың қандай қауіптерге әсер ететінін, сондай-ақ олар болған жағдайда сипаттамалардың өзара байланысын анықтау қажет.

Әрбір ұрпақ айнымалысы y_i, $b_1, \ldots, b_i \ldots, b_n$ ата-ана айнымалысымен, $p(y_i \mid b_1, \ldots, b_i \ldots, b_n)$ шартты ықтималдықтар кестесін құрады. Егер айнымалының ата-аталары болмаса, онда шартты ықтималдықтың орнына шартсыз $p(y_i)$ қолданылады.

Ата-ата және ұрпақ айнымалылары ретінде мақсатты айнымалылар x_k да қолданылады және сол тәрізді БЖ топологиясына тәуелсіз a_i айнымалылар сипаттамалар қолданылады.



1-сурет. Қауіптер үшін БЖ мысалы "Ақпараттық жүйедегі деректерді түрлендіру» (Редактор GeNIe Modeler)

Олардың арасындағы барлық айнымалы және себеп-салдарлық байланыстарды анықтағаннан кейін (1-сурет) ата-аналық айнымалылардың жиыны үшін айнымалылардың әр түрлі мәндерінің ықтималдығын анықтау қажет. Көрсетілген ықтималдылықты анықтаудың бірқатар әдістері бар, оның ішінде: сарапшы (білікті маманның ықтималдылықты тағайындауы); статистикалық (іске асырылған қауіптер туралы жинақталған мәліметтер негізінде желіні оқыту); математикалық (айнымалылар арасындағы формалды қатынастарды анықтау).

Бұл желіні құру кезінде бастапқы мәліметтерді алу үшін эмпирикалық және статистикалық тәсілдер қолданылды, алайда негізгі әдіс ретінде статистикалық әдіс ажыратылды [13]. Бұл жұмыста шартты ықтималдықтар кестесі математикалық күтуді максималдау алгоритмін (expected maximization) қолдану БС оқыту арқылы анықталды [21].

БЖ оқыту статистикалық деректер негізінде жүргізілді [17]. Оқытуды екі кезеңге бөлуге болады: желі параметрлерін және оның құрылымын оқыту.

Бекітілген құрылымы бар желі параметрлерін оқыту үшін ЕМ алгоритмі қолданылады (Expectation-maximization (EM) algorithm). Бұл алгоритмді қолданудың мақсаты параметрлердің мәндеріне қатысты сарапшының априорлық болжамдарын нақтылау болып табылады. Бұл жағдайда есеп АКС - $tr \epsilon TR$ үшін қауіптің неғұрлым жоғары деңгейін анықтауға дейін жетеді $a_1, \ldots, a_n \epsilon A$ белгілі факторлар жиынтығымен бұл қауіпті іске асыруға әкелуі мүмкін. Оны математикалық түрде төмендегідей өрнектеледі:

$$tr = \arg\max \mathrm{P}(TR \mid A_i) \quad (1)$$

ЭМ алгоритмі ықтималды модель параметрлерінің максималды сенімділігін бағалау үшін қолданылады және жаһандық экстремумға жетуге мүмкіндік береді. Бұл жағдайда негіз ретінде Байес формуласы (2) алынады. Бұл жанама ықтималдықтарға өту арқылы іздеу $P(TR \mid a_i)$ мәселесін шешуге мүмкіндік береді.

$$P(TR \mid A_i) = \frac{P(A_i|TR) \cdot P(TR)}{P(A_i)} \quad (2)$$

БЖ құрылымын оқыту алгоритмдері айнымалылар арасындағы шартты тәуелсіздікті іздеуді және графтың тиісті құрылымын таңдауды қарастырады.

1-кестеде ЕМ-алгоритмді қолдана отырып, желіні оқыту нәтижелері көрсетілген.

1-кесте. **«Ақпараттық жүйедегі деректерді түрлендіру» қауіптері үшін шартты ықтималдықтар кестесінің бөлігі, (ЕМ-алгоритм бойынша есептеу)**

Факторлар	*p_availability*	**Толық**					
	p_integrity	**Толық**					
	p_confidentiality	**Толық**					
	n_network	**Сегментаралық**					
	a_authentication	**Болмау**			**Әлсіз**		
	a_qualification	**Төмен**	**Орташа**	**Жоғары**	**Төмен**	**Орташа**	**Жоғары**
Қауіп деңгейі	*trivial*	0,00058	0,00058	0,02500	0,00741	0,00741	0,02500
	low	0,00058	0,00058	0,02500	0,00741	0,00741	0,02500
	medium	0,00058	0,00058	0,90000	0,00741	0,00741	0,90000
	high	0,99767	0,99767	0,02500	0,97037	0,97037	0,02500
	critical	0,00058	0,00058	0,02500	0,00741	0,00741	0,02500

Кестеден көрініп тұрғандай, кейбір жағдайлар тең ықтималды. Бұл есептеу эксперимент үшін статистикалық деректердің толық еместігін көрсетеді. Сонымен қатар, жоғарыда көрсетілген алгоритмдерді пайдалана отырып, қауіп-қатерлерді іске асыру ықтималдығын болжау үшін желі құрылымын оқыту жүргізілді.

Қорытынды

Ақпараттандыру объектісі үшін қаскүнемдер мен кибернетикалық қауіптер модельдерін құру әдістеріне жүргізілген талдау негізінде АҚҚе үшін қауіптер түрлері бойынша әлсіз құрылымдалған деректер жағдайында шешімдер қабылдауды қолдау жүйелері Байес желілерінің аппаратын қолдану тиімділігіне негізделген.

АҚҚе және оның ақпараттық-коммуникациялық жүйеде (АКЖ) қауіп-қатерлерді болжау барысында ШҚҚЖ есептеу ядросы үшін Байес желісі әзірленді. Байес желісі көптеген кездейсоқ айнымалылармен жұмыс істеуге және берілген жағдайларда кибернетикалық қауіптің іске асырылу ықтималдығын анықтауға мүмкіндік береді. Шабуылдарды болжаудың тиімділігін арттыру үшін қолда бар статистикалық деректер негізінде ЕМ-алгоритмі көмегімен желі параметрлерін оқыту жүргізілді. Сонымен қатар, үш түрлі алгоритмі бар желілік құрылымды бағалау негізінде балама желілер де құрылды.

Әзірленген үлгілердің тиімділігі бұрын оқытуда пайдаланылмаған сынақ үлгілерінде тексерілді. Алынған нәтижелер АКЖ үшін кибернетикалық қауіптерді танудың жоғары сапалы нәтижесін алу үшін ЕМ алгоритмін пайдаланудың орындылығын көрсетеді.

Жұмыстың одан әрі дамуы АҚҚе-де киберқауіптердің туындауына әсер ететін қосымша критерийлер мен факторларды енгізу арқылы модельді одан әрі кеңейтуді көздейді.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Al Hadidi, M., Ibrahim, Y. K., Lakhno, V., Korchenko, A., Tereshchuk, A., & Pereverzev, A. (2016). Intelligent systems for monitoring and recognition of cyber attacks on information and communication systems of transport. International Review on Computers and Software, 11(12), 1167–1177.

[2] Meng, W., Li, W., Wang, Y., & Au, M. H. (2020). Detecting insider attacks in medical cyber–physical networks based on behavioral profiling. Future Generation Computer Systems, 108, 1258–1266.

[3] Urbina, D. I., Giraldo, J. A., Cardenas, A. A., Tippenhauer, N. O., Valente, J., Faisal, M., ... & Sandberg, H. (2016, October). Limiting the impact of stealthy attacks on industrial control systems. In Proceedings of the 2016 ACM SIGSAC Conference on Computer and Communications Security (pp. 1092–1105).

[4] Lekha, K. C., & Prakasam, S. (2017, August). Data mining techniques in detecting and predicting cyber crimes in banking sector. In 2017 International Conference on Energy, Communication, Data Analytics and Soft Computing (ICECDS) (pp. 1639–1643). IEEE.

[5] Fielder, A., Panaousis, E., Malacaria, P., Hankin, C., Smeraldi, F. (2016). Decision support approaches for cyber security investment, Decision Support Systems, Vol. 86, P. 13–23.

[6] Atymtayeva, L., Kozhakhmet, K., Bortsova, G. (2014). Building a Knowledge Base for Expert System in Information Security, Chapter Soft Computing in Artificial Intelligence of the series Advances in Intelligent Systems and Computing, Vol. 270, P. 57–76.

[7] Gamal, M.M., Hasan, B., Hegazy, A.F. (2011). A Security Analysis Framework Powered by an Expert System, International Journal of Computer Science and Security (IJCSS), Vol. 4, No. 6, P. 505–527.

[8] Dua S., Du, X. (2016). Data Mining and Machine Learning in Cybersecurity, CRC press, p. 225.

[9] Buczak, A. L., Guven, E. (2016). A Survey of Data Mining and Machine Learning Methods for Cyber Security Intrusion Detection, IEEE Communications Surveys & Tutorials, Vol. 18, Iss. 2, P. 1153 – 1176.

[10] Larionov, I. P., Khorev, P.B. Problemy sozdaniya i osnovnye zadachi ekspertnoy sistemy podderzhki proektirovaniya kompleksnoy sistemy zashchity informatsii, Internet-zhurnal «NAUKOVYEDYENIYE», 2016, Tom 8, №2. available at: http://naukovedenie.ru/PDF/117TVN216.pdf. DOI: 10.15862/117TVN216

[11] Ben–Asher, N., Gonzalez, C. (2015). Effects of cyber security knowledge on attack detection, Computers in Human Behavior, Vol. 48, P. 51–61.

[12] Goztepe, K. (2012). Designing Fuzzy Rule Based Expert System for Cyber Security, International Journal of Information Security Science, Vol. 1, No 1, P.13–19.

[13] Gamal, M.M., Hasan, B., Hegazy, A.F. (2011). A Security Analysis Framework Powered by an Expert System, International Journal of Computer Science and Security (IJCSS), Vol. 4, No. 6, P. 505–527.

[14] Li-Yun Chang, Zne-Jung Lee (2013). Applying fuzzy expert system to information security risk Assessment – A case study on an attendance system, International Conference on Fuzzy Theory and Its Applications (iFUZZY) , P. 346 – 351.

[15] Kanatov, M., Atymtayeva, L., Yagaliyeva, B. (2014). Expert systems for information security management and audit, Implementation phase issues, Soft Computing and Intelligent Systems (SCIS), Joint 7th International Conference on and Advanced Intelligent Systems (ISIS), P. 896 – 900.

[16] Akhmetov, B. B., Lakhno, V. A., Akhmetov, B. S., & Malyukov, V. P. (2018). The choice of protection strategies during the bilinear quality game on cyber security financing. Bulletin of The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, (3), 6–14.

[17] Pan, S., Morris, T., Adhikari, U. (2015). Developing a Hybrid Intrusion Detection System Using Data Mining for Power Systems, IEEE Transactions on Smart Grid, Vol. 6, Iss. 6, P. 3104 – 3113.

[18] Lakhno, V., Kazmirchuk, S., Kovalenko, Y., Myrutenko, L., Zhmurko, T. (2016). Design of adaptive system of detection of cyber-attacks, based on the model of logical procedures and the coverage matrices of features, Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, No 3/9 (81), P. 30–38. DOI: 10.15587/1729-4061.2016.71769

[19] Louvieris, P., Clewley, N., Liu, X. (2013). Effects-based feature identification for network intrusion detection. Neurocomputing, Vol. 121, Iss. 9, pp. 265–273. DOI:10.1016/j.neucom.2013.04.038

[20] Xie, P., Li, J. H., Ou, X., Liu, P., & Levy, R. (2010, June). Using Bayesian networks for cyber security analysis. In 2010 IEEE/IFIP International Conference on Dependable Systems & Networks (DSN) (pp. 211-220). IEEE.

[21] Shin, J., Son, H., & Heo, G. (2015). Development of a cyber security risk model using Bayesian networks. Reliability Engineering & System Safety, 134, 208-217.

[22] David Heckerman A Tutorial on Learning With Bayesian Networks // Tecnical Report. – Redmond: Microsoft Research. – 1995. – 58 p.

Ыдырышбаева М.Б., Ахметов Б.С., Лахно В.А.

Разработка системы поддержки принятия решений в ходе анализа киберугроз с использованием байесовского сетей

Резюме. В статье на основе проведенного анализа методов построения моделей злоумышленника и кибернетических угроз для объектов информатизации (ОБИ), обоснована эффективность применения аппарата байесовских сетей в интеллектуальных системах поддержки принятия решений для ситуаций со слабо структурированными данными по типам угроз для ОБИ.

Реализована байесовская сеть (БС) для вычислительного ядра СППР. Сеть предназначена для прогнозирования развития кибернетических угроз для ОБИ и ее информационно-коммуникационной системы (ИКС). Рассмотрен пример БС «Модификация данных в информационной системе». Байесовская сеть позволяет оперировать множеством случайных переменных и определять вероятность реализации кибернетической угрозы для ИКС при заданных условиях.

Ключевые слова: система поддержки принятия решений, моделирование и прогнозирование, кибернетическая угроза, байесовские сети.

УДК 53.072; 53:681.3

T. Shmygaleva, A. Srazhdinova
(Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
E-mail: shmyg1953@mail.ru)

FEATURES OF CALCULATION OF CASCADE-PROBABILITY FUNCTIONS TAKING INTO ACCOUNT ENERGY LOSSES FOR ELECTRONS

Abstract. To describe the processes of interaction of particles with matter and the formation of radiation defects, it is necessary to choose a theoretical research method. At present, the cascade-probabilistic method is widely used to solve such problems, the essence of which is to obtain and further use the cascade-probabilistic functions (CWF). The obtained models make it possible to trace the entire process in dynamics and can later be used in industry to obtain materials with predetermined properties. Therefore, research in this direction is relevant. An algorithm for calculating the CWF with allowance for energy losses for electrons has been developed.

Key words: algorithm, calculation, approximation, cascade-probabilistic, function, electron.

Т.А. Шмыгалева, А.А. Сраждинова
(Казахский Национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан Алматы.
E-mail: shmyg1953@mail.ru)

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА КАСКАДНО-ВЕРОЯТНОСТНЫХ ФУНКЦИЙ С УЧЕТОМ ПОТЕРЬ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ЭЛЕКТРОНОВ

Аннотация. Для описания процессов взаимодействия частиц с веществом и образования радиационных дефектов необходимо выбрать теоретический метод исследования. В настоящее время для решения таких задач широко используется каскадно-вероятностный метод, суть которого заключается в получении и дальнейшем использовании каскадно-вероятностных функций (КВФ). Полученные модели позволяют проследить весь процесс в динамике и в дальнейшем могут быть использованы в промышленности для получения материалов с наперед заданными свойствами. Поэтому исследования в данном направлении являются актуальными. В работе разработан алгоритм расчета КВФ с учетом потерь энергии для электронов.

Ключевые слова: алгоритм, расчет, аппроксимация, каскадно-вероятностная, функция, электрон.

Введение. Моделирование радиационной повреждаемости твердых тел, облученных заряженными частицами, является одной из важных задач радиационной физики твердого тела [1,2]. Исследования в области действия излучения на физические свойства материалов представляют большой интерес, как для изучения строения твёрдого тела, так и для практического использования веществ с новыми свойствами, полученными в результате облучения [3,4].

При взаимодействии заряженных частиц с веществом образуются первично-выбитые атомы (ПВА), образующие далее вторично-выбитые, третично-выбитые атомы, в результате чего нарушается структура твердого тела и образуются радиационные дефекты [5-13]. При электронном облучении генерируются дефекты в виде пар Френкеля (вакансия, междоузельный атом). Основной характеристикой повреждаемого материала является энергетический спектр первично-выбитых атомов на различных глубинах облучаемого материала, знание которого дает возможность рассчитать количество образующихся дефектов, а также моделировать их распределения по глубине, размерам, т.е. можно достаточно эффективно проследить весь процесс в динамике, на любой глубине облучаемого материала. Для получения энергетических спектров ПВА необходимо получить КВФ с учетом потерь энергии для электронов, которая входит в выражение для спектров ПВА.

В данной работе разработан алгоритм расчета каскадно-вероятностных функций (КВФ) с учетом потерь энергии для электронов. Для расчета КВФ выполнен подбор аппроксимационного выражения и найдены коэффициенты аппроксимации для сечения взаимодействия. Проведены расчеты КВФ в зависимости от числа взаимодействий и глубины проникновения частиц. Изучены

особенности, возникающие при подборе аппроксимационных выражений и расчете КВФ. Работа выполнена в рамках каскадно-вероятностного метода.

Методика расчета. Каскадно-вероятностная функция имеет смысл вероятности того, что частица, генерированная на глубине h' достигнет глубины регистрации h после n-го числа соударений. КВФ с учетом потерь энергии для электронов имеет следующий вид:

$$\psi_n(h',h,E_0)=\frac{1}{n!\lambda_0{}^n}\left(\frac{E_o-kh'}{E_0-kh}\right)^l\exp\left(-\frac{h-h'}{\lambda_0}\right)*\left[(h-h')-\frac{\ln\left(\frac{E_0-kh'}{E_0-kh}\right)}{ak}\right]^n\,.\,, \qquad (1)$$

При взаимодействии излучений с веществом основными характеристиками являются дифференциальное и полное сечение взаимодействия. Для электронов оно рассчитывается по формуле Мак-Кинли-Фешбаха [14,15].

$$\sigma(E_1)=\frac{4\pi a_0^2\varepsilon_r^2z^2}{m_1^2c^4}\frac{1-\beta^2}{\beta^4}\left[\left(\frac{E_{2\max}}{E_d}-1\right)-\beta^2\ln\frac{E_{2\max}}{E_d}+\right.$$
$$\left.+\pi\alpha\beta\left\{2\left(\frac{E_{2\max}}{E_d}\right)^{1/2}-1\right\}\right]*10^{24}\,, \qquad (2)$$

где z - атомный номер среды, m_1c^2=0,511 МэВ - энергия покоя электрона, $\alpha=\frac{z}{137}$, β=*v*/*c*, *v* - скорость падающей частицы, c - скорость света, $E_{2\max}=2E_1\left(E_1+2m_1c^2\right)/m_2c^2$ - максимальная кинетическая энергия, которую получает атом, E_1 - кинетическая энергия налетающей частицы, в данном случае электрона, $m_2c^2=A*931{,}7$ - энергия покоя атома в МэВ, A - атомный вес.

Ионизационные потери энергии на 1 см $\left(\frac{dE}{dx}\right)$ или на 1 г/см^2 $\left(\frac{dE}{\rho dx}\right)$ называются тормозной способностью среды (ρ - плотность). Для электронов основой для расчета тормозных способностей является формула Бете-Блоха [16]:

$$\frac{dE}{dx}=f(E)=2\pi r_0^2m_1c^2zn_0\frac{(\varepsilon+1)^2}{\varepsilon(\varepsilon+2)}\left[\frac{\ln(m_1c^2)^2\varepsilon(\varepsilon+2)}{2J^2}+\frac{1}{(1+\varepsilon)^2}+\frac{1}{8}\left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon+1}\right)^2-\right.$$
$$\left.-\frac{\varepsilon+1}{(2\varepsilon+1)^2}\ln 2\right], \qquad (3)$$

где r_0 - классический радиус электрона, $\varepsilon=\frac{E_1}{m_1c^2}$, J - потенциал ионизации.

Используя формулу (3), находим глубины наблюдений электронов по формуле:

$$h=-\int_{E_0}^{E_0-\Delta E}\frac{dE}{f(E)}, \qquad (4)$$

где $f(E)=\frac{dE}{dx}$, ΔE - потери энергии на ионизацию и возбуждение на глубине h, E_0 – первоначальная энергия электрона.

Полученные кривые аппроксимируются следующим аналитическим выражением:

$$\sigma(h)=\sigma_0\left(1-\frac{1}{c-bh}\right), \tag{5}$$

где σ_0, $c=aE_0$, $b=ak$ - параметры аппроксимации.

Расчеты КВФ производились по формуле:

$$\psi_n(h',h,E_0)=\exp\left[-n\ln(\lambda_0)-\ln(n!)+\frac{1}{\lambda_0 ak}\ln\left(\frac{E_0-kh'}{E_0-kh}\right)-\frac{h-h'}{\lambda_0}+\right.$$
$$\left.+n\ln\left(h-h'-\frac{1}{ak}\ln\left(\frac{E_0-kh'}{E_0-kh}\right)\right)\right], \tag{6}$$

Результаты и их обсуждение. Все заряженные частицы (с E < 10 МэВ), двигаясь в веществе, теряют энергию, потеря которой, в основном, происходит следующими путями [15]:

1) потери на ионизацию и возбуждение электронных оболочек атомов среды;

2) радиационные потери.

Радиационные потери очень малы, поэтому учитываются только ионизационные потери, рассчитанные по формуле (3).

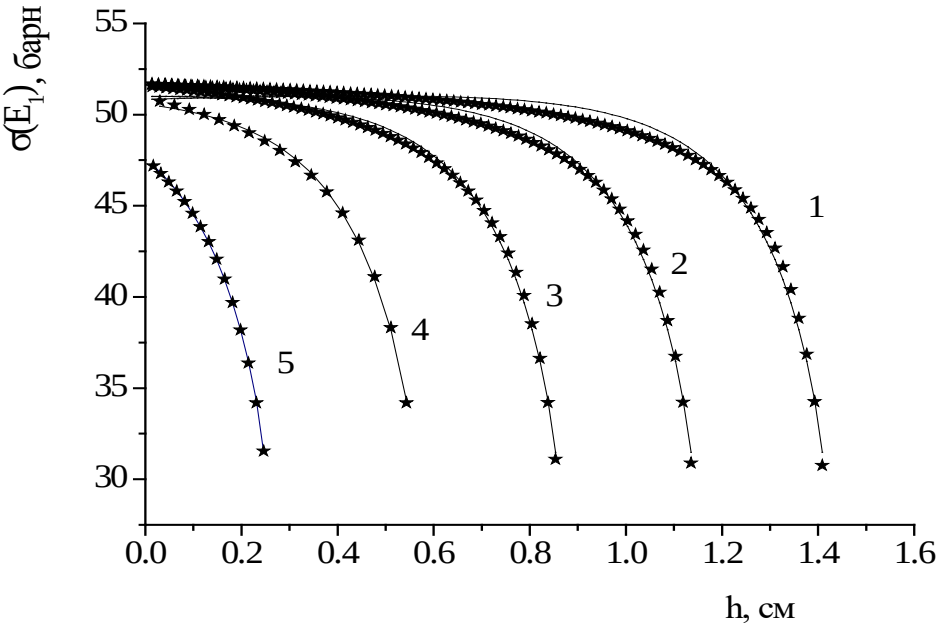


Рис. 1. Зависимость $\sigma(h)$ для электронов в Ti для различных E_0: 1-10; 2-8; 3-6; 4-4; 5-2 (МэВ)

Вычисленные по формуле (2) значения σ в зависимости от E_1, где $E_1=E_0-\Delta E$, имеют следующее поведение: для легких элементов кривые с уменьшением E_1 убывают: сначала постепенно, затем сильнее, резкое убывание начинается при малых энергиях, близких к пороговой. Для тяжелых элементов кривые медленно возрастают, достигая максимума, затем начинают медленно убывать и при малых энергиях, резко убывают.

Результаты расчетов показывают, что значения, найденные по формулам (2- 4), и аппроксимационные (5) согласуются весьма хорошо.

Теоретические корреляционные отношения для всех мишеней колеблются в интервале 0,8-0,9999. На рисунке 1 представлены зависимости $\sigma(h)$ для электронов в Ti при различных значениях E_0, крестики – значения, посчитанные по формуле, сплошные линии - аппроксимационные значения. Параметры аппроксимации приведены в таблице 1.

Таблица 1. **Аппроксимационные значения и теоретическое корреляционное отношение для электронов в Ti**

E_0, МэВ	σ_0	c	b	η
1	52.91	4.38	23.41	0.9999
2	56.06	6.61	17.5	0.9999
4	54.99	13.49	19.97	0.9996
6	53.65	24.66	26.35	0.998
8	52.89	38.06	31.75	0.99
10	52.65	43.98	29.48	0.99
20	51.55	111.04	40.28	0.98

Результаты аппроксимации показывают:

1) с увеличением E_0 теоретическое корреляционное отношение уменьшается;

2) с ростом атомного веса элемента кривые имеют резко выраженный максимум, усложняется подбор теоретической кривой и, следовательно, уменьшается теоретическое корреляционное отношение.

При расчете КВФ на ЭВМ возникают трудности, связанные с особенностями каскадно-вероятностных функций. В частности, при больших значениях числа столкновений *n*, отдельные члены КВ-функции не могут быть вычислены непосредственно и дают, как правило, переполнение. В связи, с чем используются специальные приемы, позволяющие устранить возникающие особенности и посчитать КВФ. При больших значениях *n* расчеты производились по формуле (6).

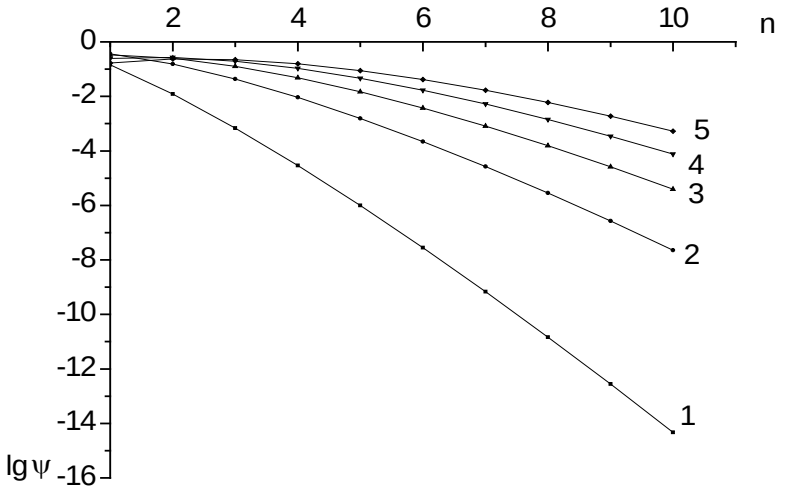


Рис. 2. Зависимость $\psi_n(h', h, E_0)$ для электронов в Al от числа взаимодействий при h=0,1; 0,5; 0,9; 1,3; 1,7(см); E_0=10 МэВ (1-5)

Результаты расчетов КВФ в зависимости от числа взаимодействий приведены на рисунке 2, в зависимости от глубины проникновения на рисунке 3. Результаты расчетов показывают, что КВФ для электронов в зависимости от h при малых E_0 возрастают при всех $n \geq 1$, а при $n=0$ убывают. С увеличением E_0 КВФ для электронов при малых h растут до некоторой глубины наблюдения, достигая максимума, затем начинают убывать. С ростом n и h максимум смещается вправо и затем начинается возрастание. Например, для Al, Ti при E_0=2 МэВ КВФ при $n=0$ убывают в зависимости от h, при $n \geq 1$ возрастают.

Возрастание (с достижением максимума) происходит у разных элементов при различных энергиях: у Al при E_0=8 МэВ и n=1,2; у Ti при E_0=4 МэВ и n=1. Выше указанных значений n при данных E_0 начинается возрастание. С увеличением первоначальной энергии E_0 число кривых с максимумом увеличивается. В зависимости от n при различных h КВФ ведут себя следующим образом: при малых значениях E_0 для всех h убывают, с увеличением E_0 при малых h также убывают, начиная с некоторых h КВФ возрастают, достигая максимума, затем убывают.

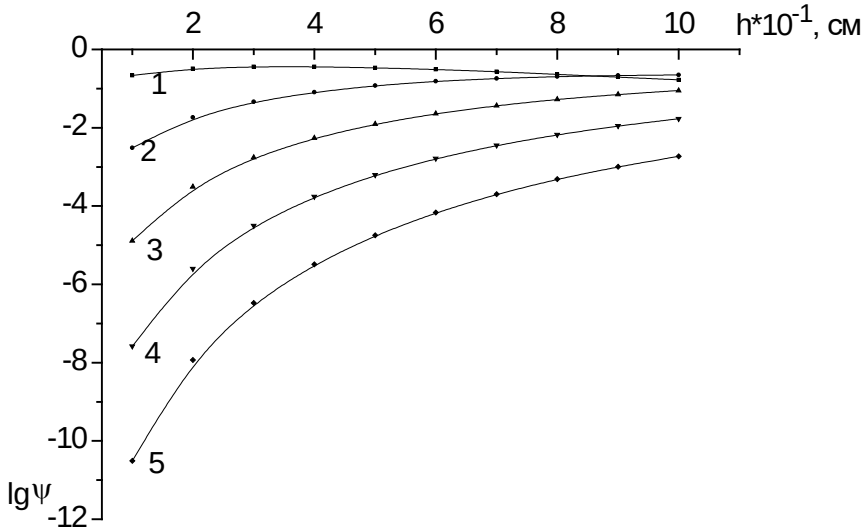


Рис. 3. Зависимость КВФ для электронов в титане в зависимости от глубины проникновения при n=1,3,5,7,9; E_0=8 МэВ (1-5)

Выводы. Таким образом, с использованием математических моделей каскадно-вероятностных функций с учетом потерь энергии для электронов, разработан алгоритм расчета КВФ. Подобраны аппроксимационные выражения для сечения взаимодействия и найдены коэффициенты аппроксимации. Проведены расчеты КВФ в зависимости от числа взаимодействий и глубины проникновения частиц. Используя полученные модели, можно получить выражения для спектров первично-выбитых атомов и концентрации радиационных дефектов в твердых телах, облученных электронами. Результаты полученных исследований могут быть использованы специалистами в области радиационной физики твердого тела, космофизики.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Dins J., Vinyard J. Radiation effects in solid bodies. — M.: Foreign literature, 1960. — 243 p.

[2]. Damask A., Dins J. Dot defects in metals. — M.: World, 1966. — 291 p.

[3]. Kodanova S.K., Ramazanov T.S., Issanova M.K., Golyatina R.I., Maiorov S.A Calculation of ion stopping in dense plasma by the Monte-Carlo method // Journal of Physics: Conference Series. — 2018. — Vol. 946. — No. 1. — P. 148-154.

[4]. Smyrnova K.V., Pogrebnjak A.D., Beresnev V.M., Kravchenko Y.O., Bondar, O.V. Microstructure and Physical — Mechanical Properties of (TiAlSiY)N Nanostructured Coatings Under Different Energy Conditions // Metals and Materials International. — 2018. — Vol. 24. — No. 2. — P. 241-439.

[5]. Komarov F.F. Nano and microstructuring of solids by swift heavy ions // Physics-Uspekhi. — 2017. — Vol. 187. — No. 5. — P. 465-504.

[6]. Komarov F.F., Zayats G.M., Komarov A.F., Michailov V.V., Komsta H. Simulation of radiation effects in SiO2/Si Structures // Acta Physica Polonica A. — 2015. — Vol. 3. — No. 1. — P. 854-860.

[7]. Komarov F., Uglov V., Vlasukova L., Zlotski S., Yuvchenko V.Drastic structure changes in pre-damaged GaAs crystals irradiated with swift heavy ions // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms. — 2015. — Vol. 360. — No. 4. — P. 150-155.

[8]. Mussakhanov D., Tulegenova A., Lisitsyn V. Effect of Annealing on the Luminescence of YAG:Ce and YAGG:Ce Ceramics Synthesized in a Radiation Field // Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics. — 2020. — Vol. 84. — No. 7. — P. 799-802.

[9]. Kupchishin A., Taipova B., Gerasimenko N. Effect of electronic irradiation on the properties of polyethyleneterephthalate films of various producers // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. — 2020. — Vol. 754. — No. 1.

[10]. E.G. Boos, A.A. Kupchishin, A.I. Kupchishin, E.V. Shmygalev, T.A. Shmygaleva. Cascade and probabilistic method, solution of radiation and physical tasks, Boltzmann's equations. Communication with Markov's chains. — Monograph. — Almaty: KazNPU after Abay, Scientific Research Institute for New Chemical Technologies and Materials under al-Farabi KazNU, 2015. — P. 388.

[11]. Anatoliy Kupchishin, Nataliy Voronova, Tat`yana Shmygaleva and Alexander Kupchishin Computer Simulation of Vacancy Clusters Distribution by Depth in Molybdenum Irradiated by Alpha Particles // Key Engineering Materials. — 2018. — Vol. 781. — P. 3-72.

[12]. A.I. Kupchishin, A.A. Kupchishin, T.A. Shmygaleva, C.A. Shafii Computer simulation of the energy spectra of PKA in materials irradiated by protons in the framework of the Cascade-Probabilistic method // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, — 2019. — Vol. 510. — P. 1-6.

[13]. Natalia A. Voronova, Anatoly I. Kupchishin, Alexander A. Kupchishin, Akmaral A. Kuatbayeva and Tat`yana A. Shmygaleva. Computer Modeling of Depth Distribution of Vacancy Nanoclusters in Ion-Irradiated Materials // Key Engineering Materials. — 2018. — Vol. 769. — P. 358-363.

[14]. Келли Б. Радиационное повреждение твердых тел. — М.: Атомиздат, 1970. — 239 с.

[15]. Mickinley W.A., Feshbash H. The Coulomb Scattering of relativistic electrons by nuclei // phys. Rev. — 1948. — Vol. 74. — P. 1759 - 1763.

[16]. Мухин К.Н. Введение в ядерную физику. — М.: Атомиздат, 1965. — 720 с.

Шмыгалева Т.А., Сраждинова А.А.

Электрондарға арналған каскадты-ықтимал функцияларды энергия шығынын ескере отырып есептеу ерекшеліктері

Түйіндеме. Бөлшектердің заттармен әрекеттесуі мен радиациялық ақаулардың пайда болуын сипаттау үшін теориялық зерттеу әдісін таңдау керек. Қазіргі кезде каскадтық-ықтималдық әдіс кеңінен қолданылады, оның мәні каскадтық-ықтималдық функцияларды (CWF) алу және одан әрі пайдалану болып табылады. Алынған модельдер бүкіл процесті динамикада бақылауға мүмкіндік береді және кейіннен өндірісте алдын-ала анықталған қасиеттері бар материалдарды алуға болады. Сондықтан бұл бағыттағы зерттеулер өзекті болып табылады. Электрондардың энергия шығынын ескере отырып, КЫФ есептеу алгоритмі жасалды.

Түйінді сөздер: алгоритм, есептеу, жуықтау, каскадтық-ықтималдық, функция, электрон.

• ХИМИКО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 622.234.42

Onika S. G.[1], Rysbekov K.B.[2], Aben E.Kh. [2], Bahmagambetova G.B.[2]
([1]Belarus National Technical University, Minsk, Belarus
[2]Institut of Geology, Petroleum and Mining Engineering, Satpayev University, Almaty, Kazakhstan
e-mail: onica54@mail.ru, k_rysbekov@satbayev.university, gulnarabb@mail.ru)

LEACHING RATE DEPENDENCE ON PRODUCTIVE SOLUTION TEMPERATURE

Abstract. Modern methods of heap leaching process intensification, which make it possible to increase efficiency of metal conversion into productive solution by means of mechanical activation, which will ensure metal extraction increase without additional leaching costs considered and analyzed. Mechanical activation of leaching solution - leads to increase of solution chemical activity after its treatment in activation plant. Leaching solution activation increases conversion of commercial component into liquid phase with simultaneous reduction of leaching time.

Keywords: heap leaching, intensification, gold-containing ore, solution activation, rheological properties of the solution, productive solution

Оника С. Г. [1], Рысбеков К.Б. [2], Абен Е.Х. [2], Бахмагамбетова Г.Б. [2],
([1]Беларусь ұлттық техникалық университетінің "Тау-кен жұмыстары"
кафедрасының меңгерушісі, Минск қаласы, Беларусь
[2]Satbayev University Геология, мұнай және тау-кен ісі институты)

Андатпа. Металдарды өнімді ерітіндіге айналдырудың тиімділігін арттыруға мүмкіндік беретін үймелеп сілтілеу процесін үдететін заманауи тәсілдер қарастырылып талданды. Сілтілеу ерітіндісін механикалық белсендіру ұсынылды, бұл сілтілеугі жұмсалатын қосымша шығындарсыз металл түсімін арттыруды қамтамасыз етеді. Сілтілеу ерітіндісін механикалық белсендіру кезінде, өнімді ерітіндідегі алтын мөлшерінің цианидтің температурасына және концентрациясына тәуелділігі алынды.

Негізгі сөздер: сілтілеу ерітіндісі, қарқындату, құрамында алтын бар кен, ерітіндінің белсенділігі, ерітіндінің реологиялық қасиеттері, өнімді ерітінді.

ЗАВИСИМОСТЬ СКОРОСТИ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРОДУКТИВНОГО РАСТВОРА

Аннотация. Рассмотрены и проанализированы современные способы интенсификации процесса кучного выщелачивания, позволяющие повысить эффективность перевода металлов в продуктивный раствор. Предложена механическая активация выщелачивающего раствора, что обеспечит повышение извлечения металла без дополнительных затрат на выщелачивание. Получены зависимости содержания золота в продуктивном растворе от температуры и концентрации цианида при механической активации выщелачивающего раствора.

Ключевые слова: кучное выщелачивание, интенсификация, золотосодержащая руда, активация раствора, реологические свойства раствора, продуктивный раствор

Введение. Многолетнее освоение месторождений полезных ископаемых привело к значительному истощению балансовых запасов руд и снижению их качества, а также накоплению больших объемов техногенных георесурсов: вскрышных пород, забалансовых руд, хвостов обогащения, рудничных и сточных вод, в то время как потребность промышленности в цветных металлах с каждым годом возрастает, что требует вовлечения в переработку бедных и труднообогатимых руд [1]. Одним из способов извлечения металлов из таких руд является кучное

выщелачивание [2]. Современная технология кучного выщелачивания металлов получила свое развитие в основном в последние полвека, хотя применение этого метода имеет давнюю историю. С конца 50-х годов кучное выщелачивание как кислыми, так и щелочными растворами практикуется в урановой отрасли. На практике выщелачивание измельченной рудной породы применялось давно, но только в прошлом столетии ученые попытались оптимизировать этот процесс [2-7].

Однако, несмотря на то, что с теоретической точки зрения метод выщелачивания очень прост в осуществлении, при его практическом применении возникает ряд проблем, связанных со следующими факторами: топографические и геоморфологические характеристики местности; химические, минералогические, структурные и физические характеристики породы; гранулометрический состав руды; способ закладки куч; технология выщелачивания и выделения ценных металлов из продуктивных растворов и др. [8]. По этим причинам извлечение ценных металлов методом кучного выщелачивания редко достигает 60 – 70 %, а процессы и способы его интенсификации весьма перспективны и актуальны.

Интенсификация добычи металла выщелачиванием – это проведение комплекса организационно-технических мероприятий, направленных на достижение наиболее быстрого и полного извлечения металла из руды. Мероприятия по интенсификации выщелачивания направлены на полную или частичную нейтрализацию причин, вызывающих снижение скорости выщелачивания. Опыт применения кучного выщелачивания металлов показывает, что главными причинами снижения скорости выщелачивания являются недостаточное снижение крупности руды при подготовке ее к выщелачиванию, кольматация пор и поверхности кусков руды продуктами ее разложения, каналирование потоков выщелачивающих растворов.

В настоящее время для интенсификации процесса выщелачивания применяются различные виды воздействия на руду (физические, механические, химические, биологические), большинство из которых направлены на ускорение перевода ценных компонентов из руды в продуктивный раствор.

Для повышения извлечения золота при кучном выщелачивании применяют бактериальное выщелачивание. Однако, эти процессы идут с участием различных микроорганизмов и, как правило, с низкой скоростью и потому не являются в достаточной степени эффективными. Кроме того, значительная стоимость микроорганизмов, а также продолжительность их жизни снижают конкурентоспособность данной технологии.

Еще одним способом повышения извлечения золота при выщелачивании является увеличение концентрации цианида, что приводит к повышению себестоимости выщелачивания [9,10,11].

Одним из факторов, интенсифицирующих процесс цианирования золотосодержащих руд любого типа, может быть температура выщелачивающего раствора, но в производственных условиях повысить температуру всего объема рабочего раствора очень сложно.

Исследования температурной зависимости условной константы скорости при относительно высоких скоростях кучного выщелачивания (КВ) золота показали, что $E_{акт}$ при 15–22 ◦С равна 60 кДж/моль, при 7–15 ◦С – 80 кДж/моль, что указывало на промежуточную область кинетики, когда на степень выщелачивания золота влияют разные формы физико-химической активации – из которых в настоящее время исследованы: на кислороживание растворов; реагентно-концентрационная; ионно-водородная.

Это далеко не полный перечень активации выщелачивания золота из рудного сырья [12].

Все вышеприведенные технологические решения для повышения извлечения золота требуют дополнительных материальных и трудовых затрат.

Как известно, процесс кучного выщелачивания является малозатратным, применяют данную технологию для бедных и забалансовых руд, поэтому методы интенсификации должны отличаться простотой и дешевизной.

Как показывают результаты ранее проведенных исследований, для повышения извлечения золота при выщелачивании необходимо повышение концентрации цианида, что приводит к повышению себестоимости выщелачивания. Поэтому, нами предлагается изменение реологических свойств рабочего раствора путем механической активации, что обеспечит повышение извлечения металла без дополнительных затрат на выщелачивание.

Механическая активация выщелачивающего раствора приводит к повышению химической активности раствора после его обработки в активационной установке. За счет активации выщелачивающего раствора увеличивается перевод в жидкую фазу полезного компонента с одновременным уменьшением времени выщелачивания.

Сущность технологии заключается в том, что перед подачей выщелачивающего раствора в рудную массу её активируют [13]. В результате механического воздействия на сплошные среды изменяется её структура и температура, что сопровождается разрывом связей между атомами и разрушением кристаллической решетки. При этом, присутствующие в жидкости пузырьки газа или пара, двигаясь с потоком жидкости и попадая в область давления меньше критического, приобретают способность к неограниченному росту. Сокращение пузырька происходит с большой скоростью и сопровождается звуковым импульсом, тем более сильным, чем меньше газа содержит пузырек. Если степень развития активации такова, что возникает и захлопывается множество пузырьков, то явление сопровождается сильным шумом со сплошным спектром от несколько сотен герц до сотен кГц. При захлопывании, содержащаяся в пузырьке парогазовая смесь, адиабатически (не успевая обменяться теплом с окружающей средой) сжимается до давления **30 атм** и нагревается до температур порядка **нескольких тысяч градусов [14].** Весь процесс увеличения и захлопывания пузырьков происходит в течение нескольких миллисекунд. Давление внутри пузырьков и в воде достигает сотен МПа, а температура нескольких тысяч градусов, что вызывает распад молекул воды и образование радикалов с высокой химической активностью.

Одним из приоритетных путей снижения затрат и повышения извлечения золота является оптимизация температурного режима КВ, которая может быть выполнена лишь при наличии кинетической модели, учитывающей влияние температуры на скорость извлечения металла из руды.

Повышение температуры руды увеличивает степень извлечения золота и ускоряет выщелачивание - уменьшает время завершения процесса. Чем крупнее фракция руды, тем заметнее влияние температуры на характеристики процесса [15]. Выщелачивающие растворы КВ необходимо подогревать как для ускорения процесса, так и для увеличения степени извлечения.

Ускорение процесса цианистого выщелачивания благородных металлов достигается повышением концентраций участвующих в реакции реагентов в выщелачивающем растворе - цианида и окислителя, а также интенсификацией перемешивания и повышением температуры. В традиционных режимах цианирования лимитирующим фактором растворения золота и серебра является концентрация кислорода (окислителя) в выщелачивающих растворах. В этих условиях повышение концентрации только цианида положительного эффекта не приносит. Повышение температуры ускоряет собственно химическую реакцию, но по известным физическим законам сопровождается резким снижением растворимости кислорода в выщелачивающем растворе. По указанной причине на практике процесс ведут без целевого нагрева [16].

В производственных условиях орошение возможно осуществлять круглогодично с подогревом технологических растворов в холодное время года. Для орошения руды в зимний период будет оборудоваться подземная система орошения путем заглубления лент капельного орошения в кровлю рудного штабеля на глубину не менее 0,5 м. С учетом климатических условий района работ необходим подогрев растворов в зимний период (низкие температуры воздуха, глубокое промерзание грунтов). Растворы будут подогреваться на участке переработки растворов до температуры не менее 12°С [17].

Увеличение температуры с 25 до 85 ˚С увеличивает растворение золота не более чем на 20 – 25% [18].

Проведение эксперимента. Одним из факторов, интенсифицирующих процесс цианирования золотосодержащих руд любого типа, может быть температура выщелачивающего раствора [19, 20]. Количественное влияние температуры на скорость химической реакции выражается уравнением Аррениуса

$$K = K_o \cdot e^{-E/RT}$$

где K_o - предэкспоненциальный множитель; K - константа скорости реакции; E - кажущаяся энергия активации; R - универсальная газовая постоянная; T - абсолютная температура, К.

Для большинства реакций, протекающих на границе твердое тело – раствор, энергия активации превышает 35–40 кДж/моль [21].

Скорость диффузионных процессов с увеличением температуры так же возрастает.

Исследования процесса растворения золота и серебра показали, что повышать температуру необходимо в разумных пределах. С одной стороны, увеличение температуры приводит к возрастанию коэффициента диффузии и уменьшению толщины диффузионного слоя, но с другой – снижает растворимость и, следовательно, концентрацию кислорода в растворе [22].

На основании проведенных исследований можно заключить, что для интенсификации процесса цианирование руды следует вести при температуре 20–30° С. Однако, в производственных условиях повысить температуру всего объема рабочего раствора очень сложно, это требует значительных материальных затрат и повысит себестоимость конечной продукции.

Поэтому нами предлагается повысить температуру выщелачивающего раствора путем механической активации.

Результаты. Для выявления влияния температуры выщелачивающего раствора на содержание металла в продуктивном растворе были проведены лабораторные работы как при базовой технологии, так и при активации раствора с концентрацией цианида 400ppm и 600 ppm. Изменение температуры раствора осуществляли за счет активации раствора от 3 до 8 минут. Результаты лабораторных работ при времени выщелачивания 4 часов приведены в таблице 1.

Таблица 1. **Результаты лабораторных работ при времени выщелачивания 4 часов**

Время кавитации, мин.	Время выщелачивания, 4 часа Содержание золота, мг/л	pH	t, ºC	CN, ppm
Без актив	0,56	10,12	17,0	400
3	0,70	10,08	20,2	365
5	0,79	10,05	26,3	325
7	0,79	10,02	27,5	305
8	0,80	10,00	30,8	280
Без актив	0,86	10,11	17,1	600
3	0,89	10,10	20,3	570
5	0,87	10,09	27,5	530
7	0,89	10,06	28,8	495
8	0,93	10,04	31,8	384

Обработкой данных лабораторных исследований были получены графики зависимостей содержания золота в продуктивном растворе от температуры при различной концентрации цианида (рисунки 1 и 2).

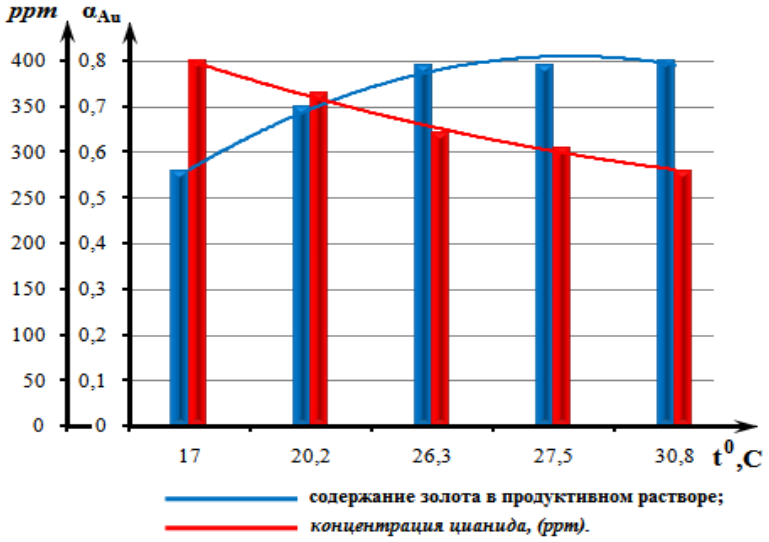


Рис. 1. Зависимость содержания золота в продуктивном растворе от температуры при концентрации цианида 400ppm

Как видно из таблицы 1, с повышением степени активации раствора и повышением температуры электролита с 17 градусов до 30,8 градусов, наблюдается снижение концентрации цианида с 400 ppm до 280 ppm, при этом наблюдается повышение содержания золота в продуктивном растворе по сравнению с базовой технологией с 0,56 до 0,80 мг/л, т.е. на 56%. При концентрации 600 ppm, с повышением степени активации раствора и повышением температуры электролита с 17,1

градусов до 31,8 градусов наблюдается снижение концентрации цианида с 600 ppm до 384 ppm, при этом повышается содержание золота в продуктивном растворе по сравнению с базовой технологией с 0,86 до 0,93 мг/л, т.е. на 8% (рисунок 1).

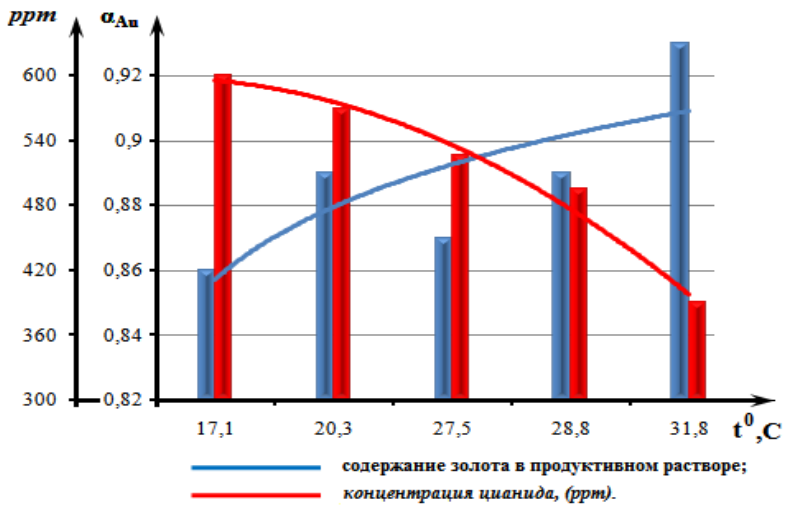


Рис. 2. Зависимость содержания золота в продуктивном растворе от температуры при концентрации цианида 600 ppm

Необходимо отметить, что повышение температуры раствора приводит к снижению концентрации цианида в растворе, несмотря на это наблюдается повышение содержания золота в продуктивном растворе. Увеличение концентрации цианида при повышении температуры электролита приводит к небольшому повышению содержания золота в продуктивном растворе по сравнению с базовой технологией.

Выводы. С повышением степени активации раствора и соответственно температуры электролита с 17 градусов до 30,8 градусов, наблюдается снижение концентрации цианида с 400 ppm до 280 ppm, при этом наблюдается повышение содержания золота в продуктивном растворе по сравнению с базовой технологией с 0,56 до 0,80 мг/л, т.е. на 56%. При концентрации 600 ppm, с повышением степени активации раствора и температуры электролита с 17,1 градусов до 31,8 градусов наблюдается снижение концентрации цианида с 600 ppm до 384 ppm, при этом повышается содержание золота в продуктивном растворе по сравнению с базовой технологией с 0,86 до 0,93 мг/л, т.е. на 8%.

ЛИТЕРАТУРЫ

[1] Самусев А. Л., Чантурия Е. Л. Современные способы интенсификации процесса кучного выщелачивания // ГИАБ. 2011. №6. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-sposoby-intensifikatsii-protsessa-kuchnogo-vyschelachivaniya .

[2] Халезов Б.Д. Исследования и разработка технологии кучного выщелачивания медных и медно-цинковых руд. Автореферат. Диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук. Екатеринбург 2008.

[3] Белин В.А., Логачев А.В., Исмаилов Т.Т. Управление параметрами взрыва при подготовке руд к выщелачиванию. Горный информационно-аналитический бюллетень № 11/2008.

[4] Жалгасулы Н., Битимбаев М.Ж., Черний Г.М., Тумаков В.А. Физико-химические способы интенсификации выщелачивания цветных металлов. Горный информационно-аналитический бюллетень № 3/2005.

[5] Черняк *А.С.* Химическое обогащение руд. М.: Недра, 1987.

[6] Мирецкий А.В., Кондратьев *Ю.И.* Выщелачивание полиметаллических руд серно-кислотно-хлоридными растворами. Журнал «Известия вузов. Цветная металлургия» Содержание №4, 2006.

[7] Фазлуллин М.И. Кучное выщелачивание благородных металлов, М., АГН, 2001, 96-103 с.

[8] Трубецкой К.Н., Чантурия В.А., Каплунов Д.Р., Рыльникова М.В. Комплексное освоение месторождений и глубокая переработка минерального сырья. – М. Наука 2010, с.270.

[9] Стрижко Л. С. Разработка технологии извлечения золота из окисленных руд содержащих мышьяк / Бобохонов Б. А., Бобоев И. Р. // Сборник научных трудов SWorld. – 2011. Октябрь. – С. 37-43.

[10] Котляр Ю. А. Металлургия благородных металлов / Меретуков М. А., Стрижко Л. С. М.:МИСиС, Издательский дом «Руда и Металлы», 2005. кн. 1 – 431 с. ; кн. 2 – 391 с.

[11] Лодейщиков В. М. Аммиачное цианирование медистых золотых руд / Хмельницкая О. Д., Войлошников Г. И. // Цветные металлы. – 2010. – №8. – С. 87-90.

[12] Костромин М. В., Новые тенденции в области интенсификации массообмена при кучном выщелачивании золота. Учёные записки ЗабГУ. 2017. Т. 12, № 4. http://www.uchzap.com/

[13] Хайруллаев Н.Б., Абен Х.Х., Рахманбердиев А. К вопросу повышения извлечения урана при подземном скважинном выщелачивании. Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева, ТОО "ДП "ОРТАЛЫК", г.Шымкент, Казахстан. https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/63099/235-239.pdf?sequence=1.

[14] Пирсол И. Кавитация / Пер. с англ. Ю.Ф. Журавлёва; Под ред. Л.А. Эпштейна. — М.: Мир, 1975. — 96 с.

[15] Ковалев Н.В., Ковалев В.Н., Холоднов В.А., Гумеров А.М., and Лебедева М.Ю. "Влияние температуры на степень выщелачивания золота из полифракционной руды месторождения «Светлое»" Вестник Казанского технологического университета, vol. 18, no. 18, 2015, pp. 111-115.

[16] Способ цианистого выщелачивания золота и серебра. Патент RU 2624751. Начаров В. Б., Третьяков А. В., Лобанов В.Г., Филонов Н. А., Тимофеев Е. И., Набиуллин Ф. М. Миков С. В. Старков А. М., Горбут В. Н., Маковская О. Ю. 12 июля 2017.

[17] Минеев Г. Г., Васильев А. А., Никитенко А. Г. "Кучное выщелачивание золотосодержащих руд" Вестник Иркутского государственного технического университета, vol. 21, no. 4 (123), 2017, pp. 147-156. file:///C:/Users/HP/Downloads/kuchnoe-v-shelachivanie-zolotosoderjashih-rud.pdf.

[18] Ковалев Н. В. Анализ и оптимизация процесса кучного выщелачивания золота в условиях сурового климата. Диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук. Санкт-Петербург, 2018. «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)». https://www.isuct.ru/sites/default/files/department/ightu/dissertacionnye-sovety/files/ kovalev nikolay _vasilevich-19112018/kovalev.n.v_dissertaciya_s_podpisyu.pdf.

[19] Лодейщиков В.В. Технология извлечения золота и серебра из упорных руд. — Иркутск, 1999, том 1. 342 с.

[20] Казанов Е.В., Рюмкина Р.А. Подготовка штабеля руды для кучного выщелачивания. Материалы третьей научно-технической конференции Горного института: Чита, 2000. Часть II. — С.117-119.

[21] Масленицкий И.Н., Чугаев Л.В. и др. Металлургия благородных металлов. – М.: Металлургия, 1987, 432 с.

[22] Бобоханов Б.Б., Самихов Ш.Р., Зинченко З.А. Разработка условий выщелачивания золота из бедных руд. ТГНУ.- Душанбе, 2004, №4. С.123-129.

УДК 669 …

A. A. Akberdin, A. S. Kim, R. B. Sultangaziyev, D. R. Aubakirov, A. K. Narembekova
(Laboratory of Boron, Chemical and Metallurgical Institute, Karaganda city, Kazakhstan.
E-mail: dastan_kstu@mail.ru)

MATHEMATICAL DESCRIPTION OF STATE DIAGRAMS

Annotation. A mathematical model of the state diagram of the Fe – Fe_3C system has been created. It is based on the mathematical description of the equilibrium lines of the diagram. According to the obtained algorithm, a computer program was developed. When setting the carbon content in the metal under study and the temperature from the remote control, the computer finds the required area, calculates and displays the phase composition in mass percent on a monitor or print. No obstacles are foreseen for the creation of mathematical models for other binary systems.

Key words: diagram, phase, temperature, mathematical model, computer program.

А. А. Акбердин[1], А. С. Ким[1], Р. Б. Султангазиев[1], Д. Р. Аубакиров[2], А. К. Нарембекова[2]
([1]Химико-металлургический институт им. Ж. Абишева, Казахстан, г. Караганда
[2]Карагандинский технический университет, Казахстан, г. Караганда)

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ДИАГРАММ СОСТОЯНИЯ

Аннотация. Создана математическая модель диаграммы состояния системы Fe–Fe_3C. Она основана на математическом описании линий равновесия диаграммы. По полученному алгоритму разработана компьютерная программа. При задании с пульта содержания углерода в исследуемом металле и температуры, компьютер находит требуемую область, выполняет расчёт и выдаёт на монитор или печать фазовый состав в массовых процентах. Не предвидится препятствий для создания математических моделей и для других бинарных систем.

Ключевые слова: диаграмма, фаза, температура, математическая модель, компьютерная программа.

Введение. Диаграммы состояния являются основным инструментом создания и анализа технологических процессов. Они используются в материаловедении, металлургии, нефтепереработке, химической технологии, производстве электронной техники, микроэлектроники. С их помощью определяют направленность процессов, связанных с фазовыми переходами, осуществляют выбор режимов термообработки, отыскивают оптимальные составы сплавов, назначают температурные интервалы при обработке давлением (ковка, штамповка, прокатка, прессование), определяют температуры плавления и заливки сплавов.

Основным методом построения диаграмм состояния является экспериментальный [1]. Но применяются и расчётные, базирующиеся на изучении зависимости свободной энергии системы от температуры, давления, концентрации всех компонентов во всех фазах [2-4].

В настоящей работе ставится и решается другая задача. Она предусматривает математическое описание существующих диаграмм состояния для поиска вида и количества образующихся фаз.

Методика исследований. Используемый подход демонстрируется на примере бинарной системы. Состояние двойной системы определяется тремя независимыми параметрами: температурой *(T),* давлением *(p)* и содержанием (*x)* одного из компонентов. Поэтому диаграмма состояния такой системы трёхмерна. Обычно принимают постоянными *T* или *p* и рассматривают соответствующие плоские сечения диаграммы состояния, называемые соответственно изотермическими (*p*-x) или изобарными *(T-x)* диаграммами состояния. В конденсированных системах роль давления сравнительно невелика и в качестве параметров состояния обычно выбирают *T* и состав (концентрацию одного из компонентов). В настоящей работе находилась связь между этими параметрами состояния в виде математических уравнений.

Результаты исследований и их анализ. В качестве объекта исследования выбрана диаграмма Fe-Fe_3C, графически представленная на рисунке 1.

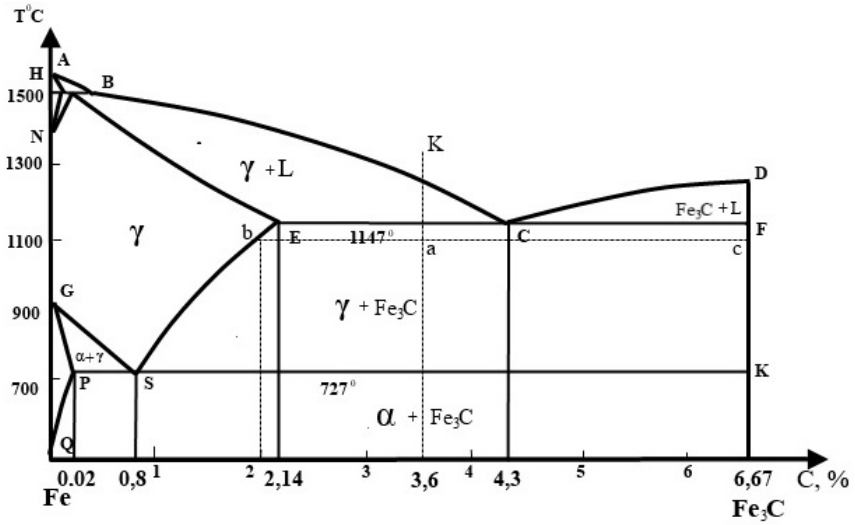


Рис. 1. Диаграмма состояния системы Fe–Fe_3C

Для нахождения количества фаз в ней обычно применяется правило отрезков (рычага). В сплаве K с 3,6% углерода при температуре 1100°C фазовыми составляющими являются аустенит *(γ)* и цементит *(Fe_3C)*. Составы обеих фаз определяются проекциями точек *b* и *c* на горизонтальную ось, а их количество *(K)* находится по известным выражениям для правила отрезков:

$$K_\gamma = ac/bc \cdot 100\% = (6{,}67 - 3{,}6)\cdot 100/(6{,}67 - 2{,}0) = 65{,}7\% \quad (1)$$

$$K_Ц = ba/bc \cdot 100\% = (3{,}6 - 2) \cdot 100/(6{,}67 - 2) = 34{,}3\% \quad (2)$$

Процедура эта простая, но требует много времени, если необходимо определить для сопоставления между собой фазовые составы целого ряда металлов. Её можно упростить, описав математически линии равновесия на диаграмме.

Из структуры уравнений (1) и (2) следует, что для использования метода рычага надо предварительно определить длины отрезков *ac*, *bc* и *ba*. Длина отрезка *ac* равна разнице в

содержании углерода в точке *«a»* и в точке *«c»*. Также определяется длина отрезков *bc* и *ba*. Можно заметить, что длины этих отрезков не являются постоянными, а для конкретного сплава меняются с температурой в соответствии с наклоном линий равновесия на диаграмме. Наклон, например, линии *ES* отображает изменение растворимости углерода в аустените с температурой. И его надо учитывать каждый раз через геометрическое построение при смене температуры.

Решение этой задачи можно упростить, если найти закономерность изменения содержания углерода с температурой на линии равновесия в виде математического выражения. Для линии *ES* может быть применена следующая процедура. В точке *«E»* при температуре 1147°С содержание углерода составляет 2,14%, а в точке «S» при температуре 727°С содержание углерода составляет 0,8% (рисунок 1). В приближении прямой уравнение линии *ES* по координатам двух точек запишется так [5]:

$$y = y_1 + \{(y_2 - y_1) \cdot (x - x_1)\} / (x_2 - x_1) \quad (3)$$

Здесь x_1 и y_1 – температура и содержание углерода в первой точке, x_2 и y_2 тоже самое во второй точке, x это температура, которую мы задаём, а y - содержание углерода, которое мы получим расчётом при температуре x.

Подставив численные значения координат, получим следующее:

$$y = 2{,}14 + (0{,}8 - 2{,}14)\cdot(x - 1147)/(727 - 1147) = 2{,}14 + (-1{,}34)/(-420)\cdot(x - 1147).$$

После вычислений получится следующая формула:

$$y = 0{,}00319 \cdot x - 1{,}51893 \quad (4)$$

В изучаемой области y это содержание углерода в аустените C_γ, а x это температура T. Тогда искомое уравнение запишется так:

$$C_\gamma = 0{,}00319 \cdot T - 1{,}51893 \quad (5)$$

При подстановке в него температуры 1147°С содержание углерода оказывается равным:

$$C_\gamma = 0{,}00319 \cdot 1147 - 1{,}51893 = 2{,}14\%.$$

Эта величина в точности соответствует содержанию углерода в аустените (2,14%) при 1147°С по диаграмме (рисунок 1).

Итак, найдено уравнение для левой ограничительной линии в области *SEFK,* где расположен исследуемый сплав с 3,6% С, т.е. для линии *ES*. Далее необходимо найти уравнение для правой ограничительной линии на диаграмме состояния. Но она - прямая вертикальная линия цементита и на всём протяжении для всех температур содержание углерода в цементите ($y_2 = C_Ц$) составляет 6,67%.

Имея полученные данные, длину отрезков *«ac»*, *«bc»* и *«ba»* можно расписать через концентрации углерода следующим образом:

$$ac = C_Ц - C_Ч,\ bc = C_Ц - C_\gamma \text{ и } ba = C_Ч - C_\gamma,$$

где $C_Ч$ – заданное содержание углерода в изучаемом чугуне.

Тогда уравнения (1) и (2) можно расписать так:

$$K_\gamma = 100\cdot(C_Ц - C_Ч) / (C_Ц - C_\gamma) \quad (6)$$

$$\text{и } K_Ц = 100\cdot(C_Ч - C_\gamma) / (C_Ц - C_\gamma) \quad (7)$$

Теперь в этих уравнениях надо заменитьC_γ на уравнение (5) и подставить известное содержание углерода в цементите 6,67%. В результате получатся следующие уравнения:

$$K_\gamma = 100 \cdot (6{,}67 - C_Ч) / (6{,}67 - 0{,}003193 \cdot T + 1{,}51893), \quad (8)$$

$$K_Ц = 100 \cdot (C_Ч - 6{,}67 - 0{,}00319 \cdot T + 1{,}51893)/(C_Ц - 0{,}00318 \cdot T + 1{,}51893) \quad (9)$$

Теперь проверим уравнения при следующих условиях: зададим в опытном чугуне содержание углерода в количестве $C_Ч = 3,6\%$ и найдём количество образующихся фаз при температуре $T = 1100°C$:

$$K_У = 100\cdot(6,67 - 3,6)/(6,67 - 0,00319\cdot1100+1,51893)= 307/4,67663 = 65,65\%,$$
$$K_Ц =100\cdot(3,6 - 0,00319\cdot1100 + 1,51893)/(6,67 - 0,00318\cdot1100 + 1,51893) = =160,663/4,67663 = 34,35\%.$$

Получены совпадающие с уравнениями (1) и (2) данные. Но предложенный подход не требует геометрических построений и значительно ускоряет расчёт количества фаз.

Итак, получено уравнение, которое в пределах области *S-E-F-K* на диаграмме состояния Fe–Fe_3C позволяет рассчитать количество аустенита и цементита в чугуне с любым содержанием углерода (от 2,14 до 6,67%), задаваясь только температурой (от 727 до 1147°С).

Аналогичный подход использован для области *C-D-F*, где имеются цементит *(Fe_3C)* и жидкость *(L)*. Выведенные для неё уравнения имеют вид:

$$K_ц = 100 \cdot (6,67 - C_Ч) / (6,67 - 0,019268 \cdot T + 17,800), \quad (10)$$

$$K_ж = 100\cdot(C_Ч - 6,67 - 0,019268\cdot T + 17,800)/(C_ж - 0,019268\cdot T + 17,800) \quad (11)$$

Найденные при температуре 1147°С количества цементита и жидкости для чугуна с 5,6% углерода оказались следующими:

$K_ц = 45,15\%$ и $K_ж = 54,85\%$.

Аналогичный результат получается при использовании ручного метода по правилу отрезков.

Подобным образом описали все области диаграммы состояния Fe-Fe_3C. Для облегчения расчётов на основе выведенных уравнений создали компьютерную программу. При задании с пульта содержания углерода в исследуемом металле и температуры, компьютер находит требуемую область, выполняет расчёт и выдаёт на монитор или печать фазовый состав в массовых процентах. Не предвидится препятствий для создания математических моделей и для других бинарных систем.

Таким образом, создана математическая модель и компьютерная программа для расчета фазового состава металла в системе Fe-Fe_3C.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Гуляев А. П. Металловедение. М.: Металлургиздат, 1986. – 648 с.

[2] Кауфман Л., Бернстейн Х. Расчёт диаграмм состояния с помощью ЭВМ. Изд-во «Мир», М.:1972, 333 с.

[3] Поздняков А. В. Термодинамические расчёты и анализ фазовых диаграмм многокомпонентных систем [Электронный ресурс]: учеб.пособие / А. В. Поздняков, В. В. Чеверикин. - М.: МИСиС, 2012. - 37 с. - ISBN 978-5-87623-635-7 - Режим доступа: http://www. medcollegelib.ru/book/ ISBN9785876236357.html

[4] Удалов Ю. П. Применение программных комплексов вычислительной и геометрической термодинамики в проектировании технологических процессов неорганических веществ [Текст]: учебное пособие/ Ю. П.Удалов.- СПб.: СПбГТИ(ТУ). 2012.- 147 с.

[5] Цыпкин А. Г., Цыпкин Г. Г. Математические формулы. Алгебра. Геометрия. Математический анализ: Справочник. — М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит-ры, 1985 — 128 с.

УДК 538.91

A.B. Bazarbek, N.E. Sagatov, T.M. Inerbaev, A.T. Akilbekov

STUDY OF THE STRUCTURE AND STABILITY OF NICKEL PHOSPHIDES AT HIGH PRESSURES

Abstract: in this article, within the framework of the density functional theory, primary calculations were performed to predict the crystal structures and relative energy stability of compounds in the Ni–P binary system in the pressure range of 300-400 GPa. As a result, seven new crystal structures were predicted, six of which are represented as a three-layer dense package of Ni atoms, in which some of the atoms are replaced by phosphorus atoms. A new high-pressure phase characterized by the *Cmca* spatial group was found for Ni_3P nickel phosphide. For Ni_2P, a phase with an antikotunite structure that is stable in the considered pressure range is predicted.

Keywords: crystal structures, energy stability, binary compounds, unit cell, enthalpy, symmetry

А.Б. Базарбек [1], Н.Е. Сагатов [2], Т.М. Инербаев [1,2], А.Т. Акилбеков [1]
([1] Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан
[2] Институт геологии и минералогии им. В.С.Соболева, Новосибирск, Россия
E-mail: asyl.bazarbek.92@mail.ru)

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СТАБИЛЬНОСТИ ФОСФИДОВ НИКЕЛЯ ПРИ ВЫСОКИХ ДАВЛЕНИЯХ

Аннотация: В данной работе в рамках теории функционала плотности были проведены первичные расчеты по предсказанию кристаллических структур и относительной энергетической устойчивости соединений в бинарной системы Ni–P в диапазоне давлений 300-400 ГПа. В результате были предсказаны семь новых кристаллических структур, шесть из которых представлены в виде трехслойной плотнейшей упаковки атомов Ni, в которой часть атомов замещены атомами фосфора. Для фосфида никеля Ni_3P была найдена новая фаза высокого давления характеризующаяся пространственной группой *Cmca*. Для Ni_2P предсказана фаза со структурой антикотунита, стабильная в рассматриваемом диапазоне давлений.

Ключевые слова: кристаллические структуры, энергетическая устойчивость, бинарные соединения, элементарная ячейка, энтальпия, симметрия

Введение

Фосфиды играют значительную роль в минералогии железных метеоритов в качестве компонента тройной системы Fe-Ni-P. Минералы, имеющие состав $(Fe,Ni)_xP$ являются редкими, но важными вспомогательными фазами, присутствующими как в железных метеоритах, так и в хондритах [1]. Считается, что образование этих минералов в метеоритных образцах происходит либо в результате равновесной конденсации протопланетных материалов либо в результате процессов кристаллизации в ядрах родительских тел.

Система Fe-P интенсивно изучалась с использованием как экспериментальных, так и теоретических методов. Легирующее влияние Ni на физические свойства и структуру Fe и соединений Fe слегкими элементами также очень важно, так как ядро Земли содержит значительное количество Ni. Добавление никеля в фосфиды железа изменило бы его структуру и относительную стабильность. Например, небольшое количество Ni и Co в аллабогданите-Fe_2P может стабилизировать его ромбическую структуру , а также несколько увеличить ее объемный модуль [2]. Вхождение никеля в немагнитную фазу $(Fe,Ni)_4P$ приводит к уменьшению скоростей продольных и поперечных волн, усиливая их анизотропию [3].

При атмосферном давлении соединения Ni–P имеют множество фаз с различной кристаллической структурой (Ni_3P, Ni_8P_3, $Ni_{12}P_5$, Ni_2P, Ni_5P_4, NiP, NiP_2 и NiP_3). Существует ограниченное количество данных осистеме Ni-P при высоких давлениях. Донохью и др. исследовали обогощенные фосфором составы ($NiP_{2:\ 2\text{-}2:\ 5}$) при 1,5-6,5 ГПа [4]. В работе Дера была синтезирована кубическая фаза NiP_2 при 6,5 ГПа при нагревании до 1200°C и последующем охлаждении до 900°C [5]. Инконгруэнтное плавление, связанное с образованием NiP_2 со структурой пирита и аморфного сплава Ni-P, было обнаружено в промежуточном диапазоне давлений от 6,5 до 40 ГПа. Фазовые переходы Ni_2P в этих экспериментах до 50 ГПа не наблюдались, что было подтверждено теоретическим исследованием [6]. В NiP при комнатной температуре было установлено несколько обратимых фазовых переходов: а) от *Pbca* к $Cmc2_1$ при 3,5 ГПа, б) к *Pnma* фазе при 8,5 ГПа и снова к фазе $Cmc2_1$, но с другой кристаллической структурой при 25 ГПа [7]. Литасов и др. изучили процессы плавления и субсолидусные фазовые соотношения в системе Ni-Ni_2P при 6 ГПа и 900-1600 °C [8]. Система содержит четыре стабильных фосфида: фосфид никеля Ni_3P, Ni_8P_3/Ni_5P_2, $Ni_{12}P_5$ и трансиорданит Ni_2P. Фаза $Ni_{12}P_5$ становится нестабильной выше 900°C и распадается на Ni_5P_2 и Ni_2P.

Также теоретически исследованы фазовая стабильность, упругие свойства, твердость и электронные структуры кристаллических фаз Ni–P при атмосферном давлении и нулевой температуре [9]. Расчет энтальпий образования без учета температурного эффекта, что фазовая стабильность имеет следующую тенденцию Ni_5P_4> Ni_2P> $Ni_{12}P_5$> NiP> Ni_8P_3> Ni_3P> NiP_2> NiP_3. Уравнения состояния и структурные данные Ni_2P, NiP_2 (пиритный тип) и $(Fe,Ni)_2P$ (аллабогданит) при высоких давлениях были определены с помощью расчетов из первых принципов [10]. В настоящем исследовании мы теоретически исследуем промежуточные соединения в системе Ni-P в интервале давлений от 300 до 400 ГПа.

Методы исследования

Расчеты по предсказанию кристаллических структур выполнялись с использованием кодов USPEX, основанного на эволюционных алгоритмах [11], и AIRSS, основанного на методе случайной выборки [12]. Расчеты электронной структуры проводились в рамках теории функционала плотности (DFT) реализованной в программном пакете VASP [13]. Обменно-корреляционное взаимодействие учитывалось в приближении обобщенного градиента (GGA) в виде функционала Пердью-Берка-Эрнцергофа (PBE) [14] в базисе плоских волн. Для всех исследованных структур были проведены расчеты с учетом спин-поляризации.

Количество структур начального поколения в расчетах методом USPEX было равно 50. После их оптимизации, отбиралось 60% структур с наименьшей энтальпией, которые использовались для генерации нового поколения в следующем процентном соотношении: путем наследственности - 35%, путем атомных мутаций - 20%, путем пермутации параметров решетки - 10%, и 35% от всех структур нового поколения генерировались случайным образом. В случае расчётов методов AIRSS, случайным образом генерировалось и оптимизировалось 1000-1200 структур, из которых отбирались наиболее выгодные энергетически представители. Во всех расчётах, оптимизация производилась в рамках теории функционала плотности (DFT), при помощи алгоритма сопряженного градиента. Параметры оптимизации были следующими: энергия обрезания базиса плоских волн – 450 эВ, сетка k-точек Монкхорста-Пака [15] с плотностью точек равной 0.5 $Å^{-1}$, электронное размытие – по схеме Метфесселя-Пакстона [16], параметр σ=0.05 эВ.

Результаты

Структуры новых соединений, предсказанных с помощью кодов USPEX и AIRSS, показаны на рис. 1. Структура $Ni_{14}P$ содержит две формульные единицы и представляет собой моноклинную решетку, в элементарной ячейке которой атомы фосфора расположены посередине ребер граней, лежащих в плоскости XY. $Ni_{12}P$ имеет тригональную решетку и содержит три формульных единицы. Атомы фосфора занимают позиции в вершинах элементарной ячейки и на одной из ее пространственных диагоналей. Кристаллические структуры $Ni_{10}P$, Ni_8P и Ni_7P имеют симметрию $\bar{P}1$, а их элементарные ячейки содержат одну формульную единицу. В элементарной ячейке $Ni_{10}P$ атом фосфора занимает положение в середине грани в плоскости XY, в то время как в Ni_8P и Ni_7P атомы фосфора расположены в вершинах ячейки. Структура Ni_5P имеет гексагональную решетку и характеризуется симметрией $P6_3/mcm$. В данной структуре атомы фосфора расположены в вершинах элементарной ячейки и в середине ребер, направленных вдоль оси Z. Хотя все эти структуры на первый взгляд разные, они представляют собой трехслойную плотнейшую упаковку атомов Ni, в которой часть атомов замещена атомами P. Ni_3P имеет структуру, которая не сводится к плотнейшей упаковке атомов. Ni_3P характеризуется симметрией *Cmca*. Для фосфида Ni_2P была найдена хорошо известная структура аллабогданита (*Pnma*).

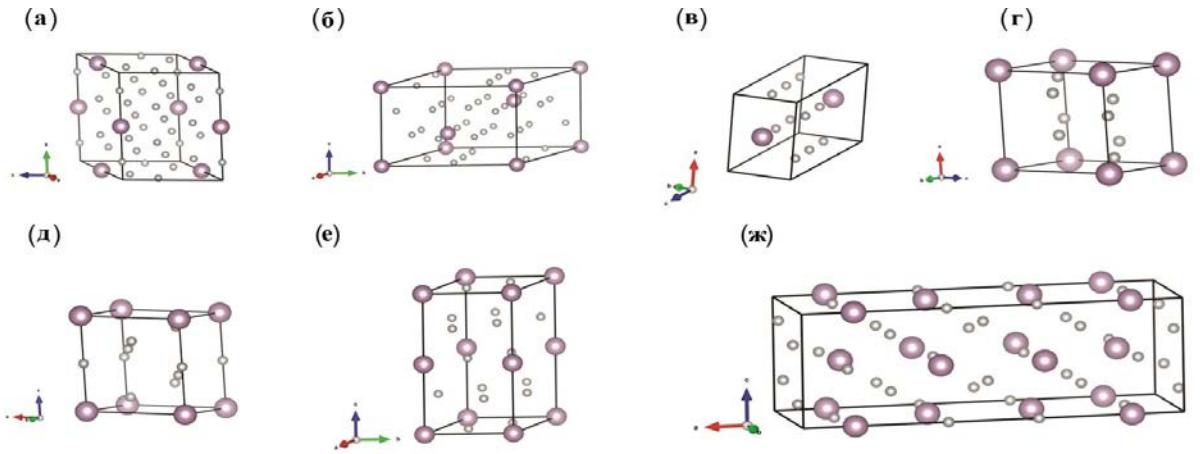


Рис.1. Кристаллические структуры предсказанных соединений (а) $Ni_{14}P$, (б) $Ni_{12}P$, (в) $Ni_{10}P$, (г) Ni_8P, (д) Ni_7P, (е) Ni_5P, (ж) Ni_3P. Маленькие серые шары атомы никеля, большие фиолетовые шары – атомы фосфора.

Предсказанные структуры бинарных соединений Ni-P были использованы для получения энтальпии образования относительно элементарных Ni и P в соответствии с уравнением:

$$\Delta H(\mathrm{Ni}_m\mathrm{P}_n) = \frac{H(\mathrm{Ni}_m\mathrm{P}_n) - [mH(\mathrm{Ni}) + nH(\mathrm{P})]}{m+n}$$

где m, n - количество атомов, H - энтальпия каждого соединения, а ΔH - энтальпия образования на атом. Отрицательное значение ΔH указывает на то, что структура устойчива по отношению к разложению на Ni и P, однако она может быть нестабильной по отношению к изохимической смеси двух других соединений. Только структуры, энтальпии которых лежат на выпуклой оболочке, являются стабильными.

Относительная стабильность рассматриваемых соединений при давлениях 300 и 400 ГПа приведена на рис. 2. Все предсказанные структуры $Ni_{14}P$, $Ni_{12}P$, $Ni_{10}P$, Ni_8P, Ni_8P_3, Ni_7P, Ni_5P,Ni_3P и Ni_2P являются стабильными на протяжении всего периода измерения давления. Однако NiP_2 со структурой пирита становится метастабильным при давлениях выше 310 ГПа.

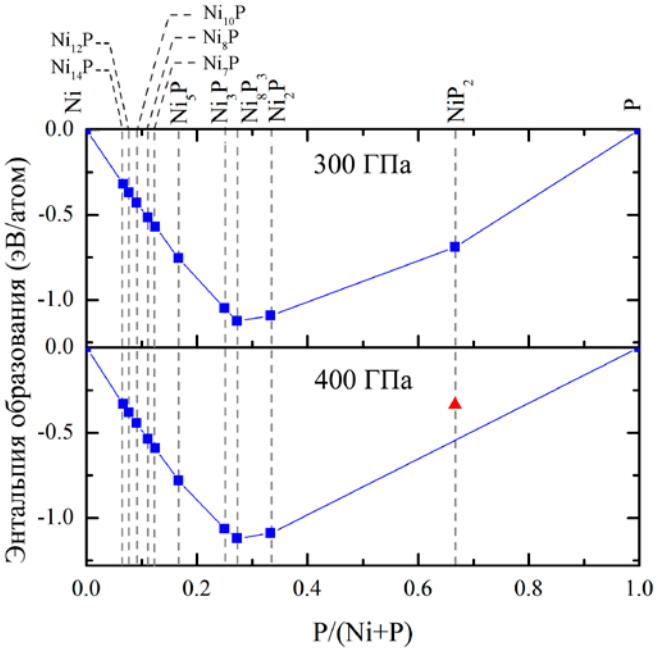


Рис. 2. выпуклые оболочки системы Ni-P при различных давлениях и 0 К. синие квадраты обозначают устойчивые структуры, красные треугольники-метастабильные структуры

Тенденция фазовой стабильности для соединений Ni-P при атмосферном давлении такова: Ni_5P_4 > Ni_2P > $Ni_{12}P_5$ > NiP > Ni_8P_3 > Ni_3P > NiP_2 > NiP_3 [17]. С увеличением давления эта последовательность изменяется. При давлениях выше 300 ГПа структуры по увеличениюотносительной энтальпии образования упорядочиваются следующим образом: Ni_3P < Ni_5P < Ni_7P < Ni_8P < $Ni_{10}P$ < $Ni_{12}P$ < $Ni_{14}P$. При давлениях 300 и 400 ГПа наиболее стабильным является Ni_8P_3. Следует подчеркнуть, что результаты, представленные на рис.2 получены без учеты температурного эффекта. Для их полного рассмотрения в рамках метода динамики решетки необходимо рассчитать колебательные спектры всех рассматриваемых структур. Мы провели расчеты колебаний решетки для всех рассмотренных Ni-P структур, кроме Ni_8P_3. Для этой структуры мы столкнулись с технической трудностью, связанной с тем, что элементарная ячейка этого кристалла содержит 132 атома с одной стороны. С другой стороны, из-за своей низкой симметрии программное обеспечение PHONOPY генерирует 264 различных ячеек со смещенными атомами для расчета фононных мод. Наши компьютерные ресурсы не позволяют нам проводить такие масштабные расчеты, и мы оставляем этот вопрос для дальнейших исследований. Однако, согласно экспериментальным данным Орищина и др. Ni_8P_3 является нестабильной при атмосферном давлении и 800 °C. Поэтому мы можем предположить, что эта структура будет нестабильна при более высоких давлениях и высоких температурах.

Заключение

В результате компьютерного моделирования было предсказано существование семи новых кристаллических структур фосфидов никеля различной стехиометрии в диапазоне давлений 300-400 ГПа. Шесть из этих соединений описываются *fcc*-решеткой никеля, в которой часть атомов заменена атомами фосфора. Для фосфида Ni_3P предсказана новая фаза высокого давления характеризующаяся пространственной группой *Cmca*. Также в ходе исследования был предсказан Ni_2P. Структура данного соединения имеет структурный тип антикотунита, а сам фосфид изоструктурен минералу аллабогданиту.

ЛИТЕРАТУРА

[1] S. Chornkrathok., D. Zhang, P. Dera. (2020). Structure and Behavior of the Ni End-Member Schreibersite Ni_3P under Compression to 50 GPa. Minerals, 10(4), (2020), 306.

[2] S. N. Britvin, Y. Vapnik, Y. S. Polekhovsky, S. V. Krivovichev, M. G. Krzhizhanovskaya, L. A. Gorelova, O. S. Vereshchagin, V. V. Shilovskikh and A. N. Zaitsev. Murashkoite, FeP, a new terrestrial phosphide from pyrometamorphic rocks of the Hatrurim Formation, South Levant. Mineralogy and Petrology, 113, (2019), 237–248.

[3] T. Gu, Y. Fei, X. Wu and S. Qin. Phase stabilities and spin transitions of Fe 3(S 1−x P x) at high pressure and its implications in meteorites. American Mineralogist, 101, (2016), 205–210.

[4] P. C. Donohue, T. A. Bither and H. S. Young. High-pressure synthesis of pyrite-type nickel diphosphide and nickel diarsenide. Inorganic Chemistry, 7, (1968), 998–1001.

[5] P. Dera, B. Lavina, L. A. Borkowski, V. B. Prakapenka, S. R. Sutton, M. L. Rivers, R. T. Downs, N. Z. Boctor and C. T. Prewitt. Structure and behavior of the barringerite Ni end-member, Ni_2P, at deep Earth conditions and implications for natural Fe-Ni phosphides in planetary cores. Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 114, (2009).

[6] J. Nisar and R. Ahuja. Structure behavior and equation of state (EOS) of Ni_2P and (Fe1 − x Nix)2P (allabogdanite) from First-principles calculations. Earth and Planetary Science Letters, 295, (2010), 578–582.

[7] P. Dera, J. Nisar, R. Ahuja, S. Tkachev and V. B. Prakapenka. New type of possible high-pressure polymorphism in NiAs-type minerals in planetary cores. Physics and Chemistry of Minerals, 40, (2013), 183–193.

[8] K. D. Litasov, A. F. Shatskiy, D. A. Minin, K. E. Kuper and H. Ohfuji. The Ni–Ni_2P phase diagram at 6 GPa with implication to meteorites and super-reduced terrestrial rocks. High Pressure Research, 39, (2019), 561–578.

[9] A. Sideridis, F. Zaccarini, T. Grammatikopoulos, et al. First occurrences of Ni-phosphides in chromitites from the ophiolite complexes of Alapaevsk, Russia and Gerakini-Ormylia, Greece. Ofioliti, 43, (2018), 75–84.

[10] Z. Zhao, L. Liu, S. Zhang, T. Yu, F. Li and G. Yang. Phase diagram, stability and electronic properties of an Fe–P system under high pressure: a first principles study. Royal society of chemistry Advances, 7, (2017), 15986–15991.

[11] A. R. Oganov and C.W. Glass. Crystal structure prediction using ab initio evolutionary techniques: Principles and applications. The Journal of Chemical Physics, 124, (2006), 244704.

[12] C. J. Pickard and R. J. Needs. Ab initio random structure searching. Journal of Physics: Condensed Matter, 23, (2011), 053201.

[13] G. Kresse and J. Furthmüller. Efficient iterative schemes for ab initio total-energy calculations using a plane-wave basis set. Physical review B, 54, (1996), 11169–11186.

[14] J. P. Perdew, K. Burke and M. Ernzerhof. Generalized Gradient Approximation Made Simple. Physical review letters, 78, (1997), 1396–1396.

[15] Monkhorst, H.J. and Pack, J.D. Special Points for Brillouin-Zone Integrations. Physical Review B, 13, (1976), 5188-5192.

[16] M. Methfessel and A. T. Paxton. High-precision sampling for Brillouin-zone integration in metals. Physical Review B, 40, (1989), 3616.

[17] J.-S. Chen, C. Yu, H. Lu and J.-M. Chen. Theoretical study on the phase stability, elasticity, hardness and electronic structures of Ni–P compounds. Phase Transitions, 89, (2016), 1078–1089.

А.Б. Базарбек, Н.Е. Сагатов, Т.М. Инербаев, А.Т. Акилбеков

Жоғары қысымда никель фосфидтерінің құрылымы мен тұрақтылығын зерттеу

Түйіндеме: Бұл жұмыста тығыздық функционалы теориясы аясында 300-400 ГПа қысым диапазонындағы Ni–P екілік жүйесіндегі қосылыстардың кристалдық құрылымдары мен салыстырмалы энергетикалық тұрақтылығын болжау бойынша алғашқы есептеулер жүргізілді. Нәтижесінде жеті жаңа кристалды құрылым болжалды, олардың алтауы Ni атомдарының үш қабатты тығыз пакеті түрінде ұсынылған, онда атомдардың бір бөлігі фосфор атомдарымен алмастырылған. Ni_3P никель фосфиді үшін *Cmca* кеңістіктік тобымен сипатталатын жоғары қысымды жаңа фаза табылды. Ni_2P үшін қарастырылған қысым диапазонында тұрақты антикотунит құрылымы бар фаза болжанады.

Түйін сөздер: кристалды құрылымдар, энергетикалық тұрақтылық, екілік қосылыстар, элементар ұяшығы, энтальпия, симметрия

ӘОЖ 669.15-198

Ye.U. Zhumagaliev, B.S. Kelamanov, Ye.K. Samuratov, A.M. Akuov, A.A. Baurzhanov
(Aktobe Regional University named after K. Zhubanov, Aktobe, Kazakhstan
e-mail: erlan_zhumagalie@mail.ru)

UTILIZATION OF FERROALLOY PRODUCTION WASTE

Abstract. The article deals with the study of ferroalloy waste obtained during the smelting of various ferroalloys. These include such ferroalloys as: ferrochrome, ferromanganese and ferrosilicon. From the literature data, it is known that the resulting industrial waste is suitable for obtaining construction materials.

Key words: chromium, alloying, aspiration dust, pellet, recovery, ferroalloy.

Е.У. Жумагалиев, Б.С. Келаманов, Е.К. Самуратов, А.М. Акуов, А.Ә. Бауржанов
(Қ.Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті, Ақтөбе, Қазақстан)

ФЕРРОҚОРЫТПА ӨНДІРІСІНІҢ ҚАЛДЫҚТАРЫН КӘДЕГЕ ЖАРАТУ

Аңдатпа. Мақалада әртүрлі ферроқорытпаларды балқыту кезінде алынған ферроқорытпа қалдықтарын зерттеу мәселелері қарастырылған. Оларға феррохром, ферромарганец және ферросилиций сияқты ферроқорытпалар жатады. Әдебиеттер мәліметтері бойынша аталған өндіріс қалдықтарынан құрылыс материалдарын алуға болатыны белгілі болды.

Кілт сөздер: хром, легірлеу, аспирациялық шаң, шекемтас, тотықсыздану, ферроқорытпа.

Кіріспе. Балқытуды, құюды, илемдеуді, байытуды қамтитын қара және түсті металдардың кендерін өңдеу үрдістері металл компоненттерінің үлкен шығындарымен өтеді. Металлургиялық өнеркәсіпте шикізатты кешенді пайдаланудың басты міндеттерінің бірі басты және жанама элементтерді алудың тиімді әдісі, өндіріс қалдықтарын кәдеге жарату, қоршаған ортаға зиян келтірмей байыту және металл өңдеу үрдістерін жүргізу болып табылады. Сонымен қатар, металлургиялық өнеркәсіп үлкен аумақ және судың едәуір көлемін талап етеді [1].

Қазіргі уақытта кен шикізатынан құнды жанама элементтерді алу технологиясы бар, алайда кәсіпорындардың көпшілігі пайдалы материалдарды қоймалар мен үйінділерге тастайды. Қара металдар кенінде (темір, марганец, хром) негізгі элементтерінен басқа W, Ti, Co, Ni, Zn, Cu және басқа да сирек металдар кездеседі.

Әдістер. Кенді байыту және өңдеу кезінде көптеген қалдықтар тауарлық өнімдер бола алады. Жиі ілеспе алынатын жыныстарда (әсіресе өндірудің ашық тәсілі кезінде) көптеген кенге жатпайтын пайдалы қазбалар бар, олардың ішінде: бояу өндіруге жарамды әк, топырақ пен бор, қиыршық тас дайындауға арналған тақтатастар, балшық және саздақ - фаянс өнеркәсібіне және техникалық керамика, эмаль, түсті шыны дайындауға арналған шикізаттар, шыны өнеркәсібіне арналған кварц құмдары, әк пен цемент дайындауға арналған шикізаттар болып табылатын мергель, гранит және гнейстер. Домна пешінде қож құрамында CaO, SiO_2, FeO, MgO, Al_2O_3, CaS, MnS, FeS, TiO_2, P қосылыстары бос кен жыныстары мен кокс күлінің есебінен пайда болады. Болатты мартен тәсілі бойынша балқыту кезінде негізгі қождарды металдан балқыту үрдісінде күкірт және фосфор қоспаларын алып тастауға болады.

Қож - құрылыс және жол-құрылыс салаларына арналған бағалы шикізат. Қож қиыршықтасы табиғимен салыстырғанда 1,5-2 есе арзан, қож керамзиттен үш есе арзан және меншікті шығындарды аз талап етеді [2]. Төмен көміртекті феррохром өндірісінен кейін пайда болатын өздігінен ыдырайтын қожға экологиялық таза, энергия үнемдейтін технологияны әзірлеу аса маңызды болып табылады. Қолданыстағы технологияда жұмыс орындарындағы шаң бөліністері рұқсат етілген нормалардан жүздеген мың есе асып түседі. Сондықтан мұндай сұлба бойынша қайта өңдеу технологиясы өңделуі тиіс: қождың сұйық бөлігін түйіршіктеу және шаң-газ шығарындыларын толық оқшаулайтын барабанды агрегатта шөміш қалдықтарын өңдеу. Басқа бір маңызды табиғатты қорғау іс-шараларының бірі - тазартылған феррохром қождарын қоймалауды азайту болып табылады. Қождарды тұрақтандырудың енгізілген технологиясы тазартылған феррохром өндірісінен қожды қатты күйге ауыстыруға мүмкіндік береді, бұл одан әрі бұл қалдықтарды қиыршық тастарға қайта өңдеуге мүмкіндік береді. Жыл сайын 40 мың. тонна өңделеді [3].

Талқылау. Өндіріс қалдықтарын басқару - «ТҰК «Қазхром АҚ» табиғатты қорғау қызметінің негізгі бағдарламаларының бірі. Пайда болатын қалдықтарды кәдеге жарату - Ақтөбе ферроқорытпа зауытының маңызды міндеті болып табылады [4]. Зауыттағы металлургиялық өндіріс қалдықтарының негізгі бөлігі феррохромның қалдық концентрациясы бар қождары. Қож үйінділері 50 жыл бойы жиналды, бұл қайталама шикізаттың миллиондық қоры бар техногендік минералдық түзілімнің пайда болуына әкеледі. Қалдықтарды қайталама өндіріске тарту негізгі міндеттердің бірі болып табылады.

2011 жылы АқсуФЗ-да «вакуумдық-термиялық бөлімінде отқа төзімді кірпіштерді өндіру жолымен шаңды кәдеге жарату» іс-шарасы енгізілді. 2013 жылдың басынан бастап ауланған газ тазарту құрылыстарымен шаңды пайдалану көлемі 350 тоннаны құрады. Қазіргі уақытта зауыттың барлық пеш агрегаттарының газ тазарту құрылғылары бар. Жаңа газ тазарту құрылысындағы бірінші балқыту цехының 15 және 16 пешінде тазарту деңгейі 99%-ға жетеді. 1996 жылдан бастап АқтөбеФЗ-да қож өңдеу цехы құрылды, онда жоғары көміртекті феррохром өндірісінен (жыл сайын 270 мың. тонна) ағымдағы қождарды 100% қайта өңдеу жүзеге асырылады.

2013 жылғы экологиялық әсер - қож қоймалаудың 280 мың. тоннаға төмендеуіне алып келді [4]. Жоғары көміртекті феррохромның ағымдағы қождары қож өңдеу цех бөлімшесінде дайын өнім қиыршық тасқа өңделеді. Цемент өнеркәсібінде түйіршіктелген қожды пайдалану цементтің шығуын арттырады, табиғи шикізатпен - цемент клинкерімен салыстырғанда оның өндірісінің өзіндік құны мен үлестік шығындарын төмендетеді.

Болатты оттексіздендіру үшін металдарды қайта өңдеу кезінде қождарды қолдану тапшы ферросилицийдің шығынын азайтады. Тіпті металлургиялық қождарды кемелердің түбін тазалау үшін абразивті материал ретінде қолдануға болады. Конвертерлік қождар топырақтың орнына бөгеттерді себуге арналған гидротехникалық құрылыста қолданылуы мүмкін.

Қалдықтардан темірдің қалған мөлшерін алу үшін оларды кері флотациялау, кенді тікелей флотациялау, құрғақ магнитті сепарациялау, магнитті-флотациялық әдістері қолданылады. Қалдықтарды пайдалану домна шикіқұрамындағы темірдің мөлшерін азайтады, домна пештерінің өнімділігін төмендетеді, кокстың шығынын арттырады. Ферроқорытпа қождарын қайта өңдеудің жаңа тәсілдерін әзірлеу және қолданыстағы тәсілдерін жетілдіру кезінде қолданыстағы технологияда 25%-дан аспайтын металды алу дәрежесін арттыруға ерекше көңіл бөлінуде.

Марганец ферроқорытпасынан металды алу үшін пневмосепарация технологиясы әзірленді [5]. Жұмыс істеп тұрған қондырғыларда құрамында 60% қорытпасы бар 22 мың. т металл концентратын алады. Алайда, марганец қождарындағы металдың 75%-дан астамы қож өнімінде қалады, өйткені пневмосепарацияға тек ірілігі 20мм-ден астам қож жіберіледі, радиометриялық, электромагниттік, изотоптық және басқада датчиктерді қолдана отырып кесек материалдарын айыру технологиясының нұсқалары перспективалы болып табылады [6]. Тауарлық силикомарганец қождан қаптау плиталары мен жағалауды бекіту құрылыстарына арналған блоктар, сондай-ақ, қаптау плиталары мен оқшаулағыштар алуға болады. Үйінді қож тыңайтқыш ретінде пайдаланылуы мүмкін. Сондай-ақ, феррохром қожын шыны өнімдерінде пайдалануға болады. Феррохромды қож өңделген және байытылған, ал домна қожын металл қоспалардан тазарту үшін магниттік сепарация жүргізіледі.

Қождарда көптеген тотықтар-модификаторлар бар, сондықтан доломиттің орнына шикіқұрамға қосылады. Синтезделген жасыл және қоңыр шыныларға шикіқұрамды кварц құмы, қож, сода, сульфат және қажет болған жағдайда аз мөлшерде кальций және магний тотықтары «қож-доломит» ара-қатынасын өзгерте отырып дайындайды. Феррохромды қождың құрамында Cr_2O_3 хром тотығы, ал домна қождарында - Fe_2O_3 темір тотығы және басқада қоспалар бар, соның салдарынан жасыл және қоңыр түсті шыны үшін бояғыш енгізбейді. Осылайша, арзан қож шыныға қажетті тотықтарды енгізіп қана қоймай, экономикалық тұрғыдан тиімді бояғыш ретінде қолданылады [7]. Ақтөбе ферроқорытпа зауытының техногенді қалдықтарының физикалық-химиялық қасиеттерін зерттеу кезінде түзілетін өнімдерде хром, темір, кремний және басқада қосылыстар сияқты құнды компоненттердің айтарлықтай саны қалатыны анықталды, сондықтан оларды «Казхром АҚ»-ның жұмыс істеп тұрған кәсіпорнының жұмысына немесе халық шаруашылығының басқа да салаларына тарту өзекті міндет болып табылады.

Қазірдің өзінде «Қазхром « ТҰК» АҚ жартылай өнімдері 3,5 сағат бойы 1350-1400°С температурада силикатты пеште күйдіру арқылы шыны өнімдерін алу үшін пайдаланылады. Шыны үлгілері қара-жасыл және қоңыр түсті болып шығады. Металл өнімдерінің бәсекеге қабілеттілігін арттыру оны өндіру кезінде пайдаланылатын шикізат ресурстары шығысының төмендеуімен

қамтамасыз етілуі мүмкін. Сондықтан металлургиялық өндірістің қождары мен қалдықтарын қайта өңдеу және кәдеге жарату қалдықсыз технологияның өзекті және міндетті элементі болып табылады, өйткені ресурсты сақтауға, сондай-ақ су және әуе бассейндерінің ластануын төмендетуге ықпал етеді. Қалдықсыз өндірістерді жан-жақты және терең игеру - ғалымдардың, инженерлердің, техниктердің, экологтардың, экономистердің, әртүрлі бейіндегі жұмысшылардың және басқада мамандардың бірқатар ұрпақтарымен айналысатын ұзақ мерзімді және тынымсыз іс болып табылады. Ферроқорытпалар өндірісі едәуір үйінді қождардың пайда болуымен қатар жүреді. Қождың еселігі (қождың массасының металл массасына қатынасы) қорытпаның түріне байланысты:

- ферросилицияны балқыту кезінде - 0,05-0,1 (қожсыз үрдіс);
- силикомарганец - 1,1-1,3;
- жоғары көміртекті ферромарганец (қождамалық әдіс) - 1,2-1,6;
- металдық марганец - 3-3,6;
- жоғары көміртекті және қайта өңделген феррохром - 0,9-1,1;
- тазартылған феррохром - 2,5-3,2;
- силикокальций - 0,2-0,4;
- ферромолибден - 1-1,1;
- ферровольфрам - 0,5-0,7 [8].

Ферроқорытпа қождарының құрамында дайын қорытпаның тәжі мен қорытпалардың жетекші элементтерінің тотықсызданбаған тотықтары бар. Сонымен қатар, олар беріктікке, абразивтілікке, отқа төзімділікке ие. Ферроқорытпа қождарының жалпы шығуы жылына 1,5 млн. тоннадан асады. Қазіргі уақытта бұл қождардың 45%-ы өңделуде. Ферроқорытпа қождарын қайта өңдеу тәсілдері әртүрлі (металлургиялық қайта өңдеу, ауа және магниттік сепарация, механикалық ұсақтау, су түйіршіктеу және т.б.), оларды таңдау қождың ерекшеліктерімен анықталады.

Ферросилицийді өндіру кезінде үйінді қождарда 30-50%-ға дейін дайын металл түйіршік түрінде және 15%-ға дейін кремний карбиді болады. Бұл қождар болат балқыту өндірісінде оттексіздендіру және тазартушы қоспалардың құрамында қолданылады. Кремнийге бай ферросилиций маркалы қождар силикохромды және ферросилицийдің төменгі маркаларын балқыту кезінде кварцит орнына шикіқұрамда қолданылады.

Жоғары көміртекті феррохром қождары үлкен беріктікпен ерекшеленеді және іргетастарды салу кезінде бут тастың орнына қолданылады. Керісінше, тазартылған феррохром қождары өздігінен ұнтақталатын болып табылады және қорытпаның 5%-ға дейін және тотық түріндегі хромның 15%-ын құрайды. Қорытпаның түйіршіктері осы қождан ауа немесе магниттік сепарациямен бөлінеді. Қождағы хром тотықтарының құрамын азайту үшін оны металлургиялық қайта өңдеу кезінде тотықсыздандыру қажет. Соңғы қож ауыл шаруашылығында әктас тыңайтқышы ретінде, сұйық өздігінен қататын қоспаларды құю өндірісінде, құрылыста асфальтбетон үшін минералды ұнтақ құрамында кеңінен қолданылады.

Ферроқорытпа электр пештерінің жоғары калориялы колошникті газын кәдеге жарату өзекті мәселе болып келеді. Тазалаудан кейін бұл газ қазандықтарды жылыту үшін қолданылады немесе «шамда» жағады. Оны 800-900°С температураға дейін құбырлы айналмалы пештерде құрамында марганец бар шикіқұрамды қыздыру үшін қолдану орынды. Бұл электр энергиясын 17-23%-ға дейін үнемдеуге және ферроқорытпа электр пештерінің өнімділігін 18-20%-ға арттыруға мүмкіндік береді. Қождар мен газдардан басқа ферроқорытпа өндірісінің қалдықтарының қатарына ылғалды газ тазарту жүйелерінде алынатын шламдар (немесе құрғақ газ тазалау кезінде шаң), сондай-ақ дайын қорытпаны құю және ұсақтау кезінде пайда болатын скраптар мен кондициялық емес ұсақ бөлшектер жатады. Шламдар мен шаң кесек түрінде электр пештерінің шикіқұрамында қайта пайдаланылады. Скрап және кондициялық емес электр пештерінде шикіқұраммен бірге немесе құю кезінде беріліп балқытылады. Соңғы жағдайда скрап пен ұнтақ қыздырылған қорытпаның физикалық жылуы есебінен балқиды және іс жүзінде толық игеріледі.

Марганец және кремнийлі ферроқорытпаларды алу үрдісінде «Запорожский ферроқорытпа зауыты» ААҚ (Украина) аспирациялық газ тазартқыштардың құрғақ шаңы түріндегі қалдықтары, үйінді қождары, құю скрабы, фракцияланғаннан кейін ферроқорытпаларды себулер пайда болады (кесте 1).

Кесте -1. **Материалдың химиялық құрамы**

Атауы	Салмақтық үлесі, %						
	Mn	CaO	SiO_2	Al_2O_3	FeO	C	P
Шаңкокс шекемтастары (ОПК)	17-26	2,8-3,3	20-27	3,5-3,8	-	13-17	0,1
Ферросиликомарганец үйінді қождарынан металл концентраты	18-19	7-11	49-50	6-10	0,6-1,6	1-4	0,02-0,12
Ферросиликомарганецтің ағымдағы қалақай металл концентраты	36-50	8,2	40-50	2,9	10,7	3,6	0,28
Ферросилицийдің үйінді қожы	0,2	6,5-6,6	65-66	27,5-28	0,3	6-8	0,03

Құрғақ газ тазалағыштар ұстап қалатын аспирациялық шаң ұсақ дисперстікпен, едәуір жабысумен, дамыған меншікті беті мен тұрақты химиялық құрамымен сипатталады. Бұл оны тотықсыздандырғыш дайындау торабында пайда болатын кокстың ұнтағы үшін байланыстырушы ретінде пайдалануға мүмкіндік береді.

Ағымдағы үйінді қождары мен ферросиликомарганец скраптарынан жасалған металл концентраты құрамында металл фазасы:

- үйінді қождарынан - 25%-ға дейін;
- скраптардан - 50-70%.

Химиялық құрамы бойынша металл фазасы МнС17 маркалы ферросиликомарганецке сәйкес келеді. Ферросилицийдің үйінді қожының химиялық құрамы ферросилицийге сәйкес келетін, өндіру кезінде үйінді қожы алынған түйіршіктер түріндегі металл фазасының 10-нан 40%-ға дейінгі мөлшері бар.

Талқылау. Шикіқұрамда ферросиликомарганецті балқыту кезінде шекемтастар, құрамында марганец бар металл концентрат және ферросилицийдің үйінді қожы пайдаланылады. Шикіқұрамда қайталама материалдарды пайдалана отырып ферросиликомарганец өндіру КДЖ-23 пештерінде 165В қайталама кернеу және 69кА ток күші кезінде жабық колошникпен үздіксіз үрдіспен жүзеге асырылады. Балқытылатын қорытпаның бір тоннасына тотықты марганец шикізатымен және тотықсыздандырғыш пен бірге жұмсалады, кг:

- шекемтастар - 25;
- үйінді қождар негізіндегі металлконцентраттар - 28;
- скраптар - 180;
- ферросилицийдің үйінді қожы - 100.

МнС17Р50 маркалы ферросиликомарганецті балқыту кезінде аталған екінші ретті материалдарды пайдалану марганецті бөліп алуды 4%-ға арттыруға; электр энергиясының меншікті шығынын 5,3%-ға, құрамында марганец бар шикізатты 6,5%-ға, тотықсыздандырғышты 15,6%-ға төмендетуге мүмкіндік береді. Қайталама материалдарды пайдалана отырып, ФС45 және ФС65 қорытпаларын алу технологиясы ферросилицийді және ферросилицийдің үйінді қожынан металлоконцентратты алып шикіқұрамды балқытуға негізделген. Үрдіс периодты, ДББП-1,5 пештерінде 0,5 дейін негізді қожда жүргізіледі.

Сонымен қатар, авторлар [8] микрокремнезем (микросилика) түзілу көлемі бойынша деректерді, сондай-ақ агломерациялық үрдіс арқылы жоғары көміртекті феррохром қождарын өңдеуден құрғақ газ тазалайтын шаңды және қалдықтарды кәдеге жаратудың тиімді техникалық және технологиялық шешімдерін әзірлеуге бағытталған тәжірибелік зерттеулердің нәтижелерін келтіреді. Олар өз жұмыстарында ферроқорытпа өндірісінің қалдықтарын кәдеге жаратудың ең қолайлы технологиясы ретінде, атап айтқанда Ақсу ферроқорытпа зауытында жентектеу үрдісін пайдалануға негізделген дәлелдерді ұсынады. Зертханалық және өнеркәсіптік сынақтардың нәтижелері микросиликаны пайдалану аглоқоспаның алдын-ала түйіршіктеу үрдістеріне оң әсер ететінін және стандартты технология кезінде алынған агломераттардың беріктігімен салыстырылатын агломераттың механикалық беріктігін қамтамасыз ететінін көрсетті, сондай-ақ тәжірибелі агломераттар химиялық құрамы бойынша талаптарға сәйкес келгенін көрсетті. Қождаманы микросиликаға толық ауыстыру агломерат өнімділігінің орта есеппен 10%-ға артуына әкеледі. Тұтастай алғанда, аглошикіқұрам құрамына микросиликаны енгізу агломерациялық машина жұмысының техникалық-экономикалық көрсеткіштерін жақсартады және сонымен бірге техногендік қалдықтардың түзілуі мен сақталуы үшін экологиялық төлемдерді төмендетуге мүмкіндік береді.

Осылайша, біз ферроқорытпа өндірісінің қалдықтарын басқарудың негізгі үрдістерін анықтадық. Қалдықтардың негізгі үлесі балқыту үрдісіне екінші ретті енгізуге немесе өзге де металлургиялық өнімдерді өндіруге жұмсалады. Сондай-ақ, қалдықтардың бір бөлігі құрылыс материалдарын - қиыршықтас, кірпіш, қаптау материалдарын өндіруге жұмсалуы мүмкін. Қарастырылған әдеби деректерден ферроқорытпа өндірісінің қалдықтары құрамында темір, марганец және хром, олардың өндіріс өнімдері - феррохром, ферромарганец және ферросилиций қорытпалары бар.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Гельманова З.С., Жаксыбаев Д.М. Особенности образования и использования вторичных ресурсов в металлургическом производстве // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. - 2016. - №7 (часть 5). - С. 749-753.

[2] Панфилов М.И., Школьник Я.Ш., Орининский Н.В., Коломиец В.А. Переработка шлаков и безотходная технология в металлургии. - М.: Металлургия, 1987. - 238 с.

[3] Каблуковский А.Ф. Производство стали и ферросплавов в электропечах: Учебник для техникумов. - М.: Металлургия, 1991. - 335 с.

[4] Степаненко А.И. «СЕПАИР» Технология и аппараты пневмосепарации руд и нерудных материалов. - Новосибирск: Гормашэкспорт, 2011. - 22 с.

[5] Акуов А.М., Толымбеков М.Ж., Избембетов Ж.Ж., Святов Б.А., Самуратов Е.К. Современная технология выплавки ферросплавов с утилизацией отвального шлака // Труды университета. - 2007. - №3. - С. 51-53.

[6] Проценко М.Ю., Куберский С.В., Эссельбах С.Б. Исследование возможности обогащения шлака производства силикомарганца методом магнитной сепарации // Сб. научн. тр. ДонГТУ. - 2009. - №28. - С. 254-259.

[7] Жунусов А.К., Сембаев Н.С. Проектирование ферросплавных цехов: учебное пособие для металлургических специальностей. - Павлодар: Кереку, 2011. - 107 с.

[8] Калиакпаров А.Г., Суслов А.В., Билялов К.С., Куландин М.П. Утилизация отходов ферросплавного производства // Экология и промышленность России. - 2015. - №2. - С. 4-7.

Е.У. Жумагалиев, Б.С. Келаманов, Е.К. Самуратов, А.М. Акуов, А.А. Бауржанов

Утилизация отходов ферросплавного производства

Резюме. В статье рассмотрены вопросы по исследованию ферросплавных отходов полученные при выплавке различных ферросплавов. К ним относятся такие ферросплавы как: феррохром, ферромарганец и ферросилиций. Из литературных данных известно, что образовавщиеся производственные отходы пригодны для получения строительных материалов.

Ключевые слова: хром, легирование, аспирационная пыль, окатыш, восстановлениие, ферросплав.

УДК: 677.21

N.E. Botabaev[1], A.K. Bektursunova, G.N. Erkebai, D.S. Nabiev
(M. Auezov South Kazakhstan University. Shymkent , Republic of Kazakhstan
E-mail: Bektursunova7979@mail.ru)

THE ROLE OF POLYMERS AND GREEN SYSTEMS IN THE SYNTHESIS OF METAL NANOPARTICLES AND THEIR APPLICATION IN THE TEXTILE INDUSTRY

Abstract. An overview of the methods for the synthesis of NP- Ag by chemical and green methods using polymers and plants as reducing agents and stabilizers is presented. The analysis of the advantages and disadvantages of the methods used for the synthesis of NP-Ag is carried out. The latest research on the use of NP - Ag in the textile industry is also presented, with a focus on imparting antibacterial and fungicidal properties to textile materials.

Key words: metal nanoparticles; silver nanoparticles; textile material, antibacterial properties, fungicidal properties; chemical methods; green ways.

Н.Е. Ботабаев, А.К. Бектурсунова, Г.Е. Еркебей, Д.С. Набиев
(Южно-Казахстанский университе имени Мухтара Ауэзова
Город Шымкент, Республика Казахстан, E-mail: Bektursunova7979@mail.ru)

РОЛЬ ПОЛИМЕРОВ И ЗЕЛЕННЫХ СИСТЕМ ПРИ СИНТЕЗЕ НАНОЧАСТИЦ МЕТАЛЛОВ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ТЕКСТИЛЬНОЙ ОТРАСЛИ.

Аннотация. Представлен обзор методов синтеза НЧ-Ag химическими и зелеными способами с применением полимеров и растений в качестве восстановителей и стабилизаторов. Проведен анализ преимуществ и недостатков применяемых методов синтеза НЧ-Ag. Также представлены самые

последние исследования о применении НЧ-Ag в текстильной отрасли, уделяя особое внимание приданию антибактериальных и фунгицидных свойств текстильным материалам.

Ключевые слова: наночастицы металлов; наночастицы серебра; текстильный материал, антибактериальные свойства, фунгицидные свойства; химические методы; зеленные способы.

Сокращения:
СЭМ - сканирующая электронная микроскопия;
ПЭМ - просвечивающая электронная микроскопия;
ПЭМ ВР - просвечивающая электронная микроскопия высокого разрешения;
АСМ - атомно-силовой микроскопии;
РСА – рентгеноструктурный анализ;
ЭДРС - энергодисперсионная рентгеновская спектроскопия;
ТГА - термогравиметрический анализ;
НЧ – наночастицы;
НЧ-Ag – наночастицы серебра;
УФИ - ультрафиолетовое излучение;
S. aureus - Staphylococcus aureus;
E. coli - Escherichia coli;
S. epidermidis - Staphylococcus epidermidis;
B. subtilis - Bacillus subtilis;
КМЦ – карбоксиметилцеллюлоза;
КМК – карбоксиметилкрахмал.

В настоящее время наночастицы различных металлов, таких как медь, цинк, титан, магний и золото [1-4] используются в качестве антибактериальных агентов, но среди них НЧ-Ag является наиболее эффективным благодаря своими уникальными бактерицидными, противогрибковыми, противовирусными свойствами [5-7]. Эти свойства связаны с их большим отношением площади поверхности к объему, что придает им уникальные свойства по сравнению с атомами и молекулами, а также с массой того же материала. Кроме того, они достаточно малы и способны проникать сквозь клеточные мембраны, влиять на внутриклеточные процессы изнутри [8,9]. Чрезвычайно сильное антимикробное свойство широкого спектра действия НЧ-Ag является ключевым направлением для улучшения антибактериальных и фунгицидных свойств текстильных материалов [10-14] НЧ-Ag могут быть синтезированы различными способами, такие как химические [15-19], физические [15,18,20] и биологические (зелёный) способы [21-23].

Методы синтеза НЧ-Ag с использованием полимеров и их применение в текстильной отрасли

Для синтеза НЧ-Ag в основном используют нитрат серебра ($AgNO_3$) и по сравнению с другими солями он химически стабилен и легко доступен, а также его использование экономически выгодно [24].

В качестве восстановителей и стабилизаторов синтеза НЧ-Ag нашли свое применение полимерные соединения, такие как *N, N*-диметилформамид, полиэтиленгликоль (ПЭГ), поливинилпирролидон (ПВП), поли (*N*- изопропилакриламид), поли (метилметакрилат), поли (метакриловая кислота) коллаген, целлюлоза, крахмал и их производные [25-31]. Эти полимеры приводят к восстановлению ионов серебра (Ag^+) до металлического серебра (Ag^0) с последующей агломерацией в олигомерные кластеры в водных и неводных растворах. Наконец, эти кластеры образуют металлический коллоидный наносеребро. [32-34] . Эти соединения защищают наночастицы от осаждения, а также защищают их от потери поверхностных свойств [35,36].

Основным и наиболее перспективным направлением расширения ассортимента и улучшения свойств текстильных материалов различного состава является не столько разработка новых видов химических веществ для производства текстильных волокон, сколько модификация уже существующих волокон и готовых текстильных материалов с целью придания им новых свойств. Придание антибактериальных свойств текстильным материалам возможно также на стадии аппретирования, а именно путем нанесения химического антибактериального вещества на материал при крашении, то есть на последнем этапе финишной отделки текстильного полотна. Данный метод экономически наиболее целесообразен, так как требует перестройки технологического процесса лишь на последнем этапе [37].

В последнее время получило широкое распространение научное направление, связанное с созданием нанокомпозитов, в которых в качестве матрицы используются полимеры, а наполнителями являются металлические наночастицы (НЧ). Металлополимерные нанокомпозитные материалы широко изучаются в связи с тем, что введение НЧ металлов придает полимерам новые перспективные для практического использования свойства [38]. Применением методов спектрофотометрии и динамического рассеяния света изучены особенности синтеза стабильных бикомпонентных медь и серебросодержащих золей в присутствии нитрилотриметиленфосфоновой (НТФ) кислоты и природных высокомолекулярных соединений. Исследовано влияние температуры, соотношения катионов серебра и меди, концентрации гидроксида натрия и стабилизатора, скорости введения восстановителя на выход наночастиц и стабильность золей. В качестве стабилизаторов использовали НТФ и/или желатин марки П-11. Наиболее удобным методом получения биметаллических НЧ является химическая реакция восстановления, осуществляемая в водных растворах, не являющихся, в отличие от большинства органических растворителей, токсичными и опасными. Биметаллические НЧ серебра и меди могут найти применение при получении модифицированных волокон для последующего изготовления антибактериальных материалов медицинского и бытового назначения: медицинского и бытового текстиля, антибактериальных стелек для обуви, чулочно-носочных изделий [39].

Здесь сообщается об эффективном и экологичном подходе к получению шелковых волокон (ШВ), покрытых наночастицами серебра, путем самосборки наночастиц серебра, модифицированных гиперразветвленным поли (аминовым эфиром) (ГРПАЭ/НЧAg), на гиперразветвленном поли (амидоамине) (ГРПАА). Модифицирование шелковых волокон (ГРПАА/ШВ), приводиться в действие межмолекулярным взаимодействием между концевыми гидроксильными группами ГРПАЭ и концевыми аминогруппами ГРПАА. Средний размер частиц композиции ГРПАЭ/НЧAg находиться в пределах 11,8 нм. Процесс самосборки проводиться путем последовательной пропитки ШВ растворами ГРПАА и ГРПАЭ/НЧAg. ГРПАЭ/НЧAg до 160 мг/л может полностью самостоятельно собираться на ГРПАА/ШВ (2 г) при комнатной температуре в течение 10 минут, что позволяет точно контролировать содержание Ag в ГРПАЭ/НЧAg, покрытых ГРПАА/ШВ. Антибактериальная активность ГРПАА/ШВ, покрытых ГРПАЭ/НЧAg, зависела от дозы, и минимальное содержание Ag было определено как 1,5 мг/г с коэффициентом ингибирования более 99%. Дальнейшая характеристика продемонстрировала, что свежеприготовленные ГРПАЭ/НЧAg-покрытые ГРПАА/ШВ имеют уникальные структурные особенности, включая хорошо диспергированные наночастицы на поверхности и хорошую химическую стабильность. Разработанная технология самосборки может обеспечить простую, эффективную и экологичную стратегию нанесения покрытия для точного контроля содержания Ag в волокнах с покрытием, что важно для контроля качества антибактериального текстиля [40].

В работе [41] представлен метод синтеза наночастиц серебра в N-оксиде N-метилморфолина (NMMO) и связанный с ним механизм, а также их использование для модификации объема in situ целлюлозных волокон. Синтезированные частицы имели диаметр около 4 нм, а их коллоидный раствор был стабилен в течение 1 года. Наночастицы стабилизировали с использованием полиэтиленимина, который, кроме предотвращения агломерации наночастиц, также ускорял восстановление ионов Ag и предотвращал деградацию NMMO.

Наночастицы серебра были покрыты на хлопчатобумажной ткани, путем модифицирования поли (диаллилдиметиламмонийхлоридом) (ПДДА). Синтезированные наночастицы серебра были охарактеризованы с помощью просвечивающей электронной микроскопии и ультрафиолетово-видимой (УФ-Vis) спектроскопии. Хлопчатобумажные ткани модифицированные ПДДА+НЧAg, исследовали с помощью рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии и сканирующей электронной микроскопии. Также оценена стойкость окраски хлопковых тканей модифицированных ПДДА+НЧAg. Результаты показывают, что модифицированные ПДДА хлопчатобумажные ткани покрыты плотным слоем наночастиц серебра. Интенсивность окраски модифицированной хлопчатобумажной ткани, увеличивается с ростом концентрации ПДДА в растворе. Включение ПДДА улучшает устойчивость к стирке хлопчатобумажных тканей с наночастицами серебра [42].

Авторами [43] разработан простой подход к получению пектин-серебряного нанокомпозита в водно-щелочном растворе. Результаты экспериментов подтверждают истинную композиционную структуру пектин-наносеребро и наличие сильного взаимодействия между молекулами пектина и серебра и его стабилизированное физическое осаждение на поверхности

тканей с покрытием. Как, полученные НЧAg были успешно применены к хлопчатобумажным тканям, и было обнаружено, что использование 100 ppm НЧAg со связующим веществом показало превосходную антибактериальную активность против *E. coli, P. aeruginosa и S. aureus.*, Анализ СЭМ показывает, что НЧAg хорошо диспергированы на хлопчатобумажных тканях. В этой работе связующее вещество успешно использовалось для уменьшения роста бактерий на хлопчатобумажных тканях с покрытием. Результат стойкости к стирке ткани с покрытием также показал длительный бактерицидный эффект даже после 20 циклов стирки. Следовательно, этот вид обработки может быть выражен как безопасный, экономически эффективный и экологичный процесс, легко применимый для антибактериальной отделки, и может быть расширен для подготовки других гибридных неорганических и органических нанокомпозитных материалов.

В этой работе рассматривается подготовка многофункциональных хлопчатобумажных тканей с использованием простой и удобной послойной техники. Сначала нитрат серебра подвергали взаимодействию с карбоксиметилцеллюлозой с получением композита наночастиц AgКМЦ. Полученный AgКМЦ осаждали со средним размером 18,2 нм на хлопчатобумажные ткани, которые служили в качестве поперечного линкера между макромолекулами карбоксиметилцеллюлозы и макромолекулярными блоками хлопка. Применение многослойных композиционных материалов принесло новые свойства для готовых тканей, такие как окраска, устойчивость к ультрафиолету, электрическое сопротивление и биоцидное действие. Ценные антибактериальные ткани, которые требуются в различных медицинских целях, могут быть успешно произведены, так как с помощью описанного метода были достигнуты отличные антибактериальные свойства [44].

Текущая работа сосредоточена на получении анизотропных НЧ-Au с удивительной каталитической реакционной способностью с использованием макромолекул карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ) в качестве восстановителя и стабилизатора. Было обнаружено, что геометрическая форма и распределение по размерам полученных таким образом НЧ-Au зависят от концентрации КМЦ и щелочи. При использовании 2 г/л КМЦ, острый и довольно интенсивный пик SPR наблюдался для сферических НЧ-Au размером 8,8–14,0 нм. В то время как агломерированные частицы Au с большим размером (432,4–488,3 нм) показали более широкий пик поверхностного плазменного резонанса в случае добавления щелочи. Использование более низкой концентрации КМЦ (1 г/л) приводило к образованию неоднородных форм (нанопризма и наногексагональная форма). Было показано, что наносферы Au небольшого размера проявляют наибольшее каталитическое действие. П-нитроанилин полностью восстанавливался до п-аминоанилина всего за 1 мин. Эта работа предлагает уникальную, простую и экологичную методологию для получения каталитически активных анизотропных НЧ-Au, которые могут быть применимы в различных целях [45].

В этом исследовании сообщалось об эффективных методах декорирования целлюлозных нановолокон (ЦНВ), деацетилированных из ацетатцеллюлозных нановолокон, с помощью НЧ-Ag под действием ультрафиолетового излучения и наночастиц меди (НЧ-Cu) путем химического восстановления. Образование металлических наночастиц было подтверждено сканирующей электронной микроскопией и просвечивающей электронной микроскопией. Было показано, что размеры и содержание металлов включенных в НЧAg ЦНВ (Ag/ЦНВ) хорошо коррелируют с концентрациями растворов для погружения, тогда как размеры НЧ-Cu, декорированных ЦНВ, обозначаемых как Cu/ЦНВ, существенно не изменились при повышенных концентрациях обрабатываемых растворов. Зоны бактериального ингибирования и бактерицидную эффективность исследовали как против грамотрицательных, так и против грамположительных бактерий. Результаты показали превосходную бактерицидную активность против E.coli для Ag/ЦНВ и лучшие антибактериальные свойства против B. subtilis для Cu/ЦНВ [46].

В данной работе описан экологичный и устойчивый метод синтеза наночастиц серебра, в котором хитозан-поли (3-гидроксибутират) полимерный композит (Хит-ПГБ) действует как восстанавливающий и стабилизирующий материал. Полученные наночастицы проявляют исключительную каталитическую активность при восстановлении 4-нитрофенола до 4-аминофенола. НЧ-Ag были охарактеризованы несколькими методами, то есть СЭМ и ПЭМ, чтобы подтвердить их синтез, размер и морфологию. Кроме того, инфракрасный спектроскопический анализ подтвердил наличие покрытия Хит-ПГБ на НЧ-Ag. Превосходные каталитические свойства НЧ-Ag-Хит-ПГБ были заметны, когда параметр активности (кс), нормализованный по удельной площади поверхности (УПП) наночастиц, принимался во внимание. Нормализация кс с помощью УПП является жизненно важным параметром для оценки доступности поверхности частиц. При этом

синтезированные НЧ-Ag, демонстрировали наиболее быструю кинетику реакции восстановления 4-нитрофенола по сравнению с наночастицами серебра [47,48].

Разработка новых противомикробных материалов с более высокой антибактериальной активностью и низким воздействием на окружающую среду имеет важное значение для здоровья людей во всем мире, но оказалась сложной задачей. В этой работе сообщается о легком процессе минерализации, с целью создания подобный цветку пористого антимикробного агента, который является стабильным, селективным, эффективным и экологически безопасным. Этот новый антимикробный материал синтезирован из органических полидопаминовых (ПД) и неорганических (фосфат меди) компонентов, где включение ПД в гибридную архитектуру обеспечивает прямое восстановление in situ ионов серебра в наночастицы серебра (НЧ-Ag) без необходимости внешних токсичных восстановителей. Сочетание НЧ-Ag и большой площади поверхности наноцветка приводит к высокой селективности антимикробной активности по отношению к грамотрицательной кишечной палочке (E.coli), в то же время оставляя совместно культивированные клетки млекопитающих здоровыми и неповрежденными. Кроме того, показано, что гибридный антимикробный материал стабилен и может быть легко восстановлен после использования, избегая постоянной опасности для окружающей среды. Предполагается, что этот новый антимикробный агент может найти свое применение для клинических исследований и промышленных продуктов [49].

Полисахариды считаются отличными шаблонами для приготовления наносеребра. Они являются биосовместимыми и биоразлагаемыми. Полисахариды играют двойную роль, то есть восстановители и / или стабилизирующие агенты, в синтезе НЧ-Ag [50-53].

Раствор крахмала (восстанавливающий / стабилизирующий агент) и $AgNO_3$ были использованы для синтеза НЧAg, и с использованием этих агентов были получены стабильные НЧ-Ag размером 10–34 нм. Эти наночастицы были стабильны в водном растворе при 25°C в течение примерно 3 месяцев [51]. Аналогично, НЧ-Ag небольшого размера (5–20 и ≤10 нм) можно приготовить с использованием крахмала и раствора NaOH, содержащего глюкозу [54]. Щелочные растворы также могут быть использованы для синтеза сферических наночастиц в крахмале [55].

НЧ-Ag малого размера (1–21 нм) и сферической формы были синтезированы с использованием карбоксиметилкрахмала. Водорастворимый фотоинициатор (ВФ) 4- (триметиламмоний метил) бензофенонхлорид впервые используется в синтезе НЧ-Ag. Новый метод синтеза включает использование системы ВФ/УФ, карбоксиметилкрахмала (КМК), нитрата серебра и воды. Предложен механизм восстановления ионов серебра до НЧ-Ag системой ВФ/УФ, а также новорожденными альдегидными группами. Процесс синтеза оценивали по УФ-спектрам и ПЭМ коллоидного раствора НЧ-Ag. Наибольшее поглощение было получено с использованием КМК, ВФ и $AgNO_3$ концентрации 10 г/л, 1 г/л и 1 г/л соответственно; 40°C; 60 мин; pH=7; и соотношение материал: раствор 1:20. Полученные таким образом НЧ-Ag были стабильными в водном растворе в течение трех недель при комнатной температуре (~25°C) и имели морфологию округлой формы. Размеры синтезированных НЧ-Ag находились в диапазоне 1–21 нм [52]. Подготовленные НЧ-Ag использовались для придания антибактериальной отделки хлопчатобумажным тканям. Система ВФ/УФ была дополнительно использована для фиксации НЧ-Ag на хлопчатобумажных тканях путем фотосшивки композита НЧ-Ag-КМК на хлопчатобумажные ткани для придания долговечных антибактериальных свойств. Было изучено влияние времени облучения и включения N,N-метилендиакриламида (МДА) в различных концентрациях на антибактериальные свойства до и после повторных циклов стирки. Для оценки антибактериальных свойств готовых тканей использованы S. aureus и E. coli. Антибактериальные свойства были прямо пропорциональны времени облучения и концентрации МДА, но обратно пропорциональны количеству циклов стирки. Зона ингибирования S. aureus и E. coli одинакова, хотя они различаются по структуре клеточной стенки и способу действия из-за сформированной структуры наноразмера [56].

В данной работе приведен метод синтеза высококонцентрированных НЧ-Ag с использованием $AgNO_3$, карбоксиметилкрахмала в качестве восстанавливающего и стабилизирующего агента и глицерина в качестве пластификатора. Экологически чистая система (4-триметиламмоний метил) бензофенон хлорид)/УФ была использована для дальнейшего синтеза НЧ-Ag и для прививки N,N-метилендиакриламида на композиции КМК-НЧAg для получения сшитых КМК-НЧAg. После сшивания полученную композицию либо: 1) сушат в чашке Петри с тефлоновым покрытием с последующим воздействием УФ-излучения, либо 2) сушат на поверхности текстильной ткани с последующим воздействием УФ-излучения. Нерастворимая эластичная гелевая пленка была

получена в обоих случаях. Коллоидный раствор НЧ-Ag был охарактеризован с помощью УФ-видимой спектроскопии. Пленка и ткань были охарактеризованы, ПЭМ, СЭМ, ЭДРС и ТГА. Полученные свойства пленки или ткани делают ее пригодной для использования в качестве полимерного голевого электролита при изготовлении сенсибилизированных красителем солнечных элементов (DSSC) [57].

Аналогично КМК для синтеза НЧ-Ag могут быть использованы хитин и хитозан. В данной работе композиции НЧ хитин/хитозан-Ag в виде порошка или листа готовили путем смешивания суспензий НЧ-Ag с каждым материалом на основе хитина/хитозана при pH 7,3, что приводило к гомогенной дисперсии и стабильной адсорбции НЧ-Ag на носителях хитина и хитозана. Антимикробная активность композиций НЧ хитин/хитозан-Ag возрастала с увеличением количества адсорбированных НЧ-Ag. Эти наблюдения показывают, что НЧ хитин/хитозан-Ag с наноразмерными поверхностными структурами имеют потенциал в качестве антимикробных биоматериалов и противоинфекционных повязок на рану [53]. Поддерживаемые полисахариды были охарактеризованы с помощью инфракрасной спектроскопии, сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) и элементного анализа. Секвестрация 83,0% НЧ-Ag была достигнута из 20 мг.л (-1) водного раствора хитозана, тогда как 2-гидроксиэтилцеллюлоза (ГЭЦ) показала 64,0%. Поддерживаемые полимеры показали высокую эффективность для секвестрации ионного серебра. Секвестрация 82,5% и 80,8% была получена из 60 мг/л (-1) иона серебра с нанесенным ГЭЦ и хитозаном соответственно. Секвестрированные НЧ-Ag охарактеризованы с помощью ПЭМ, где изображения показали НЧ-Ag с неизменным размером и формой. Этот метод секвестрации, включающий зеленый синтез, позволяет эффективно концентрировать и секвестрировать НЧ-Ag из сточных вод и вод различной солености [58].

В данной работе сообщается об альтернативном пути поверхностного синтеза наносеребра. Окисленный пектин был использован в качестве восстановителя и стабилизирующего агента, что привело к образованию наногидрогелей из ядра оболочки окисленного пектина-наносеребра (ОП-НЧAg). Исследовано влияние параметров реакции на характеристики, синтезированных наночастиц. Структурные и морфологические особенности были проанализированы с использованием РСА и ПЭМ ВР соответственно. Размер кристаллов синтезированного наносеребра 28,76 нм. В то время как средний размер структуры оболочки ядра варьировался от 289 нм до 540 нм, размер частиц наночастиц серебра в ядре варьировался от 100 нм до 180 нм с изменением времени реакции [59].

Целлюлоза и ее производные также являются одной из наиболее важных групп полисахаридов для образования наносеребра. Как растворимая, так и нерастворимая целлюлоза были использованы для приготовления НЧ-Ag, где спиртовые и альдегидные группы играли важную роль в стабилизации и восстановления ионов серебра. Применение отбеленных целлюлозных полимеров с НЧ-Ag создает возможности для производства экологически чистых медицинских и санитарно-гигиенических изделий, обладающих бактерицидными и антимикробными свойствами [38]. В работе [60] сообщается о синтезе НЧ-Ag с использованием гидроксилпропилцеллюлозы (ГПЦ). Образцы ГПЦ были использованы для приготовления наночастиц серебра путем восстановления нитрата серебра. УФ-видимые спектры полученных наночастиц серебра показывают, что полное восстановление ионов серебра до наночастиц серебра происходит при pH 12,5. Оптимальными условиями для превращения ионов серебра в наночастицы серебра являются использование 0,3% раствора гидроксипропилцеллюлозы с молярным замещением 0,42, проведение реакции при 90°C в течение 90 минут.

Гидроксипропилцеллюлозу использовали в качестве нанореактора, стабилизатора и восстановителя для получения НЧ-Ag. Различные концентрации растворов $AgNO_3$ (50 ммоль, 75 ммоль и 100 ммоль) смешивали с концентрированным водным раствором ГПЦ, и за ходом реакции следили, отмечая изменения цвета реакционной смеси при разных временах реакции в течение 24 часов. Характерные полосы поглощения в УФ спектроскопии НЧ-Ag наблюдались в диапазоне 388-452 нм. Морфологию наночастиц Ag изучали с помощью СЭМ, ПЭМ и АСМ. Изображения ПЭМ подтвердили, что размер НЧ-Ag находился в диапазоне 25-55 нм. Рентгеновские исследования показали, что кристаллическая фаза НЧ-Ag была гранецентрированной кубической. Обнаружено, что свежеприготовленные НЧ-Ag были стабильными, и никаких изменений в размере и морфологии не наблюдали после хранения в тонких пленках ГПЦ в течение 1 года. Синтезированные НЧ-Ag

продемонстрировали значительную антимикробную активность в отношении различных бактерий (E. coli, S. epidermidis, S. aureus, B. ssubtilis) [61].

Синтез наночастиц серебра с использованием биологических систем и их применение в текстильной отрасли.

Растущее беспокойство по поводу предотвращения экологического разрушения и незаполненная потребность в более адаптируемых экологически чистых материалах вызвало растущий интерес к полимерным композитам, происходящим из устойчивых источников и биоразлагаемых растительных материалов. Композиты по большей части называются «зелеными» и могут использоваться в промышленных масштабах. Зеленые композиты не наносят большого вреда окружающей среде и могут стать приемлемой альтернативой полимерам на основе нефти и природного газа. Используя возобновляемые ресурсы, такие как растения [62-64], углеводы [65-67] и белки [68-71] для разработки биополимерных матриц, таких как армированные целлюлозой зеленые композиты, можно минимизировать потребление ископаемых ресурсов [72,73].

Зеленая нанотехнология основана на экологичном синтезе наночастиц путем использования способности растений и микроорганизмов генерировать металлические НЧ посредством ферментативного восстановления ионов металлов. Это новая альтернативная технология, по сравнению с традиционными методами физического и химического синтеза, которые требуют больших затрат энергии, дороги и часто генерируют токсичные химические вещества и пары, что оказывает серьезное воздействие на окружающую среду. Некоторые из важных применений НЧ в медицине варьируются от разработки новых антимикробных перевязочных материалов и новых антимикробных лекарственных средствах до их использования для адресной доставки лекарств [74-76].

Растения является одним из наиболее рентабельных и ценных альтернативных крупномасштабных методов синтеза НЧ-Ag. Показано, что наночастицы металла, вырабатываемые растениями, более стабильны по сравнению с наночастицами других организмов. Растения (особенно растительные экстракты) способны восстанавливать ионы металлов быстрее, чем грибы или бактерии. Кроме того, чтобы использовать простой и безопасный зеленый метод в масштабном и промышленном производстве хорошо диспергированных металлических наночастиц, растительные экстракты, безусловно, лучше, чем растительная биомасса или живые растения. Многие биомолекулы в растениях, такие как белки / ферменты, аминокислоты, полисахариды, алкалоиды, спиртовые соединения и витамины, могут быть вовлечены в биоредукцию, образование и стабилизацию наночастиц металлов. Генетическая модификация растений с улучшенной переносимостью и накоплением металлов - это будущий подход к повышению продуктивности этих организмов в синтезе наночастиц [77].

Исследователи предприняли попытки и сконцентрировались на синтезе НЧ-Ag различного размера и формы с использованием различных растительных экстрактов с широким спектром противомикробного, противоопухолевого, противовирусного и антикаталитического действия. Экстракт листьев молочая *Euphorbia hirta* использовали для синтеза НЧ-Ag, что привело к образованию сферических наночастиц размером 40–50 нм. Эти НЧ-Ag показали сильную активность против бактериальных штаммов *Bacillus cereus* и *Staphylococcus aureus* [78]. Авторы [79,80] смогли синтезировать НЧAg размером 20–30 и 35 нм соответственно, используя экстракты листьев лекарственных растений *Acalypha indica* и *Garcinia mangostana*. Антибактериальная активность синтезированных наночастиц серебра показала эффективную ингибирующую активность в отношении переносимых водой патогенов, а именно, Escherichia coli и Vibrio cholerae. Наночастицы серебра 10 мкг/мл были зарегистрированы как минимальная ингибирующая концентрация против E. coli и V. cholerae.

В исследовании было обнаружено, что экстракт листьев *Ocimum sanctum* восстанавливает ионы Ag^+ в кристаллические НЧ-Ag размером 4–30 нм за 8 мин. Однако из-за присутствия аскорбиновой кислоты в листьях растений ионы серебра легко восстанавливались до металлического серебра. Авторы связывают стабильность частиц с наличием белков, которые играют важную роль в качестве укупорочных средств. Было отмечено, что экстракт листьев *Ocimum sanctum* может восстанавливать ионы серебра в наночастицы серебра в течение 8 минут от времени реакции. Полученные НЧ-Ag были эффективными против *Escherichia coli* и *S. Aureus* [81].

НЧ-Ag кубической и гексагональной формы размером 31–40 нм были получены с использованием экстракта коры *Cinnamon zeylanicum.* Водорастворимые органические вещества, присутствующие в растительных материалах, были главным образом ответственны за восстановление

ионов серебра до наноразмерных частиц Ag. Результаты ПЭМ подтвердили присутствие нанокристаллических частиц Ag. В контроле размера частиц pH среды играет важную роль. Экстракт коры дает больше наночастиц Ag, чем порошок, что объясняется большой доступностью восстановителей в экстракте [82].

Эффективный, простой и экологичный метод был разработан для подготовки наночастицы серебра с использованием чайных полифенолов в растворе нитрата серебра. Полифенолы чая действовали как восстанавливающие и стабилизирующие агенты в жидкой фазе. Синтезированный НЧ-Ag характеризовались спектром поглощения в УФ-видимой области спектра и анализом распределения частиц по размеру ПЭМ. УФ-видимый спектр поглощения указывает на значительный пик поглощения при 425 нм связано с большим синтезом НЧ-Ag в водном растворе. Изображения ПЭМ подтвердили типичную сферическую и эллипсоидальную морфологию НЧ-Ag [83].

Биосинтез НЧAg впервые был описан с использованием идентифицированных антимикробных молекул галловая кислота + апоцинин(M1) и галловая кислота + апоцинин + кверцетин (M2) из лекарственного растения Pelargonium endlicherianum Fenzl. Также исследовано роль каждой молекулы в формировании НЧ-Ag и объяснено увеличение антимикробной активности идентифицированных молекул, модифицированных НЧ-Ag. Показано, что M1-Ag и M2-Ag проявляют превосходную ингибирующую активность в отношении грамотрицательных бактерий Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa и грамположительные бактерии Staphylococcus epidermidis с использованием метода микроразведения in vitro. Значения минимальной ингибирующей концентрации (МИК) для НЧ M1-Ag и M2-Ag были определены как 7,81 и 6,25 ppm для S. Epidermidis, соответственно. Значение МИК для обоих НЧ-Ag было идентичным 9,37 ppm как для P. Aeruginosa, так и для E. coli [84].

НЧ-Ag были синтезированы в виде коллоидного раствора, не содержащего восстанавливающих или стабилизирующих агентов, с использованием абсолютно зеленого, однореакторного, довольно простого метода. Уникальным преимуществом этого метода является использование съемного восстановителя для производства только НЧ-Ag. Восстанавливающие свойства и свойство нерастворимости целлюлозных волокон делают их предпочтительными потенциальными удаляемыми восстановителями. Были использованы три разных целлюлозных волокна с различной степенью полимеризации, а именно вискозные, лиоцелльные и хлопковые волокна. Наилучшие результаты для получения НЧ-Ag были получены при использовании вискозы, затем хлопка, а затем, наконец, волокон лиоцелла. При использовании вискозы самый высокий пик поверхностного плазменного резонанса для НЧ-Ag и небольшой размер частиц (средний = 9,5 нм) были получены через 15 минут. Содержание карбоксильных групп в целлюлозных волокнах увеличивалось после обработки $AgNO_3$, что указывает на превращение восстанавливающих групп целлюлозы в карбоксильные группы путем восстановления Ag^+ в Ag^0. Результаты показали, что 30% НЧ-Ag были агрегированы и осаждены после хранения в течение 2 месяцев. Полученные НЧ-Ag более удобны для использования в медицинской и биомедицинской областях, поскольку чистый раствор не содержит каких-либо других химических веществ, восстанавливающих или стабилизирующих агентов [85].

В этом исследовании наночастицы ZnO были получены из экстракта отходов тимьяна (Thymus vulgaris L). Для характеристики наночастиц ZnO были использованы СЭМ методы, рентгеноструктурный XRD анализ и УФ-спектроскопия. Поглощение УФ длин волн в области 290–320 нм подтвердило образование наночастиц оксида цинка. Методом СЭМ оценен средний размер наночастиц ZnO 10–35 нм. Экстракт отработанного тимьяна используется в качестве стабилизирующего агента [63].

Это исследование посвящено зеленому синтезу наночастиц серебра с помощью экстракта яблока. Определение характеристик НЧ-Ag проводили с использованием спектрофотометра в УФ-видимой области, а антимикробную активность синтезированных НЧAg изучали с использованием метода диффузии на диске, воздействуя на конкретные бактерии - Salmonella spp и Escherichia coli. Среднее значение диаметров зоны ингибирования для E.coli составляло 27 мм, а для Salmonella spp составляло 20 мм. Установлено, что синтезированные таким образом НЧAg обладают большим потенциалом подавления роста бактерий E. coli и Salmonella spp [64].

Новый зеленый метод разработан для производства многофункциональной хлопчатобумажной ткани, включающей одновременное окрашивание и нанесение НЧ-Ag на целлюлозное волокно. Экстракт черного риса использован в качестве естественного восстановителя и красителя. УФ-видимые спектры и СЭМ подтвердили, что НЧ-Ag были успешно получены и

равномерно распределены по поверхности целлюлозного волокна. Кроме того, обработанная хлопчатобумажная ткань показала отличные антибактериальные свойства в отношении S. aureus и E. coli. Уровень антибактериальной обработки обработанных образцов все еще превышал 80% для E. coli и S. aureus после 25 циклов стирки [86].

Авторы представляют новую и in-situ стратегию синтеза НЧ-Ag на хлопчатобумажных, кожаных и шелковых тканях тремя различными методами: зеленый метод, химический метод и сочетание зеленых и химических методов. Зеленый синтез in-situ достигнут с помощью экстракта мякоти плодов бенгальской айвы (Aegle marmelos), тогда как в химическом синтезе использовался NaOH. Для проверки зеленого синтеза НЧ-Ag использовались различные инструментальные методы, включая УФ-видимую спектрофотометрию, СЭМ, ПЭМ ВР, ИК-Фурье-спектроскопии и рентгеноструктурный XRD анализ. Химический и композиционные методы восстанавливают Ag^{+} на хлопчатобумажные, кожаные и шелковые ткани при нагревании, а для соединения с волокнами требуются щелочная среда. Эти условия не используются в процессе зеленого синтеза. Композиционная технология, используемая для связывания НЧ-Ag с различными тканями, обеспечивает значительную координацию цвета, устойчивость цвета, объемные свойства кожи и превосходную антибактериальную активность. Кроме того, изображения СЭМ показывают образования НЧ-Ag на образцах ткани [87].

В первой главе книги «Зеленые наноматериалы» представлено введение в наноматериалы, которые могут быть синтезированы с помощью зеленой химии. Обсуждаются краткие методы приготовления наночастиц и нановолокон, преимущества зеленого синтеза и ограничения наноматериалов. В этой главе также представлена информация о недавних исследованиях зеленых наноматериалов и доступных методах их синтеза. Это также дает всесторонний обзор недавнего статуса и предлагает будущие направления для использования зеленых наноматериалов в различных отраслях [88,89].

Данная технология предлагает антимикробную/долговечную отделку вискозных волокон путем прямого образования НЧ-Au внутри макромолекул волокон без использования каких-либо внешних агентов. Используя восстановительные свойства целлюлозы в вискозе, Au^{+3} восстанавливают до НЧ-Au и CHO/OH целлюлозы окисляют до COOH. Для сравнения использовались два разных носителя; водный и щелочной. Увеличение реакционной способности и доступности макромолекул целлюлозы в щелочи привело к расширению процесса восстановления и большему включению НЧ-Au. Размер НЧ-Au внутри волокна был зафиксирован в диапазоне 22–112 нм и 14–100 нм, в случае использования водной и щелочной среды соответственно [90].

Для стабилизации наночастиц в тканях авторы предложили использовать полимеры, выделенные из экстрактов льна и конопли. Синтез наночастиц и их внедрение в текстильный материал происходит в растворе, для подготовки которого в воду добавляют соль серебра ($AgNO_3$) в малой концентрации (около 0,02 г на литр) и положительно заряженный полимер и специальный восстановитель. Он взаимодействует с солью и вызывает выделение наночастиц серебра, которые прочно адсорбируются в структуре полимера. Получившимся раствором пропитывают носки. Процесс проходит в машинах с центрифугой, похожих на стиральные. На финальном этапе изделия сушат. Установлено, что такие носки смогут сохранять свои антибактериальные свойства даже после многократного воздействия моющих средств, выдерживая более 20 стирок [91].

В настоящем исследовании наночастицы серебра были синтезированы из водного экстракта листьев Adenanthera pavonina биологическим методом. Образование НЧ-Ag было подтверждено видимым изменением цвета. УФ-видимой спектроскопией получен максимальный пик поглощения, равный 447 нм. ИК-Фурье анализ выявил наличие различных фитохимических соединений. Дальнейшая характеристика НЧ-Ag была проведена с использованием СЭМ. Размер наночастиц серебра гексагональной формы составлял 4-6 нм [92].

Заключение:

Исследования наночастиц металлов в настоящее время представляют собой область интенсивного научного интереса из-за широкого спектра потенциальных применений в различных областях. Среди изученных наночастиц различных металлов НЧ-Ag являются сильнейшими антибактериальными и фунгицидными агентами, о чем свидетельствуют вышеупомянутые работы различных авторов. Для синтеза НЧ-Ag используются различные методы, нами представлен обзор методов синтеза химическими и зеленными способами с применением полимеров и растений в качестве восстановителей и стабилизаторов. Химический синтез является одним из важных методов

получения НЧ-Ag. В химическом методе основным недостатком является использование вредных органических растворителей. Эти растворители имеют более низкую биосовместимость, что ограничивает их естественное применение. Преимущество зеленных методов перед химическими подходами состоит в том, что они не требуют вредных растворителей, имеют более высокую стабильность в течение более длительного времени, и является легким, биосовместимым и экономически эффективным. Биополимеры играют важную роль в качестве стабилизирующих и восстанавливающих агентов.

Серьезной технической задачей является разработка технологии антибактериальной и фунгицидной обработки текстильных, кожевенных и меховых материалов, с помощью применения НЧ-Ag. Важно, применять наносеребро, размер частиц, которых невелик, и не превышает 20 нм, т.к. частицы серебра меньшего размера более эффективно проникают в клеточную мембрану микроорганизма и более равномерно в ней распределяется. Следовательно, бактерицидный эффект после обработки материалов наночастицами меньшего размера, будет максимальным. Также представлены самые последние исследования о применении НЧ-Ag в текстильной отрасли, уделяя особое внимание приданию антибактериальных и фунгицидных свойств текстильным материалам.

Результатом этой работы в будущем должно стать создание высокоэффективных и малотоксичных препаратов на основе НЧ-Ag для текстильных материалов широкого спектра действия.

ЛИТЕРАТУРА.

[1] Emam H.E., Generic strategies for functionalization of cellulosic textiles with metal salts// Cellulose. – 2019. V. 26, pages1431–1447.

[2] Aksit A., Onar Camlibel N., Topel Zeren E., Kutlu B/ Development of antibacterial fabrics by treatment with Ag-doped TiO_2 nanoparticles // J. Text. Inst. - 2017. V.12. p. 2046–2056.

[3] Власов Р.В., Малышко В.В., Федосов С.Р., Шашков Д.И. Оптимизация физико-химических условий, используемых для получения наночастиц серебра. Фундаментальные исследования. Химические науки. -2015. № 2. С.1397 – 1400

[4] Сергеева Е.А. Препараты для придания волокнистым текстильным материалам антибактериальных свойств / Сергеева Е.А., Букина Ю.А. // Вестник Казанского технологического университета. - 2013. - №17. - С.163-166.

[5] Malachová K., Praus P., Rybková Z., Kozák O. Antibacterial and antifungal activities of silver, copper and zinc montmorillonites. *Appl Clay Sci*. -2011;53(4):642–645.

[6] Rathi Sre P.R., Reka M., Poovazhagi R., Arul Kumar M., Murugesan K. Antibacterial and cytotoxic effect of biologically synthesized silver nanoparticles using aqueous root extract of *Erythrina indica* lam. *Spectrochim Acta A Mol Biomol Spectrosc*. -2015;135:1137–1144.

[7] Manikandan R., Manikandan B., Raman .T., et al. Biosynthesis of silver nanoparticles using ethanolic petals extract of *Rosa indica* and characterization of its antibacterial, anticancer and anti-inflammatory activities. *Spectrochim Acta A Mol Biomol Spectrosc*. -2015;138:120–129.

[8] Таусарова Б.Р., Кутжанова А.Ж., Сулейменова М.Ш., Маукенова А.Н.. Антибактериальные свойства наночастиц серебра: достижения и перспективы. Алматы технологиялық университетінің хабаршысы. -2014. №1.

[9] Оптимизация физико-химических условий, используемых для получения наночастиц серебра // Материалы 11 - й международной научной конференция, «Новизна за пределами науки», Лекарство Биологии, г. София, 15 - 22 мая -2015 г. - С. 77-82.

[10] Антонова М.И., Красина И.В., Илюшина С.В. Методы придания антибактериальных свойств текстильным волокнам. Обзор / Вестник технологического университета. -2014, т.17, в.18, с.56-6

[11] ЯмановаР.Р., НиколаенкоГ.Р.,- О применении наночастиц серебра в легкой промышленности. Вестник технологического университета. -2013, т.16, в.22, с.39-42 (ВАК)

[12] Равилова А.Ф., Антонова М.В. ,.Красина И.В , Влияние антибактериальной обработки хлопчатобумажных тканей на их гигиенические свойства / Вестник технологического университета. -2017, т.20, в.23, с.46-47 (ВАК)

[13] Равилова А.Ф ,.Антонова М.В,.Красина И.В , Сравнение антибактериального действия различных препаратов на хлопчатобумажной ткани / Вестник технологического университета.-2017, т.20, в.20, с.74-76 (ВАК)

[14] Achmad Syafiuddin. Toward a comprehensive understanding of textiles functionalized with silver nanoparticles. Journal of the Chinese Chemical Society- 2019, 66 (8), 793-814. DOI: 10.1002/jccs.201800474.

[15] Wei L, Lu J, Xu H, Patel A, Chen Z-S, Chen G. Silver nanoparticles: synthesis, properties, and therapeutic applications. *Drug Discov Today*. 2015;20(5):595–601.

[16] Roldán MV, Pellegri N, de Sanctis O. Electrochemical method for Ag-PEG nanoparticles synthesis. *J Nanopart*. 2013;2013:524150.

[17] Sotiriou GA, Teleki A, Camenzind A, et al. Nanosilver on nanostructured silica: antibacterial activity and Ag surface area. *Chem Eng J*. 2011;170(2–3):547–554.

[18] Ge L, Li Q, Wang M, Ouyang J, Li X, Xing MM. Nanosilver particles in medical applications: synthesis, performance, and toxicity. *Int J Nanomed*. 2014;9:2399–2407.

[19] Shahid-ul-Islam Shahid-ul-Islam, B. S. Butola, Faqeer Mohammad. Silver nanomaterials as future colorants and potential antimicrobial agents for natural and synthetic textile materials. RSC Advances 2016, 6 (50) , 44232-44247.

[20] Asanithi P, Chaiyakun S, Limsuwan P. Growth of silver nanoparticles by DC magnetron sputtering. *J Nanomater*. 2012;2012:963609.

[21] Li G, He D, Qian Y, et al. Fungus-mediated green synthesis of silver nanoparticles using *Aspergillus terreus. Int J Mol Sci*.- 2011;13(1):466–476.

[22] Park Y. New paradigm shift for the green synthesis of antibacterial silver nanoparticles utilizing plant extracts. Toxicol Res. -2014;30(3):169–178.

[23] Mashwani ZU, Khan T, Khan MA, Nadhman A. Synthesis in plants and plant extracts of silver nanoparticles with potent antimicrobial proper¬ties: current status and future prospects. Appl Microbiol Biotechnol. -2015;99(23):9923–9934.

[24] Tien D, Liao C, Huang J, et al. Novel technique for preparing a nano-silver water suspension by the arc-discharge method. Rev Adv Mater Sci- 2008;18:750–756.

[25] Chen J, Ouyang J, Kong J, Zhong W, Xing MM. Photo-cross-linked and pH-sensitive biodegradable micelles for doxorubicin delivery. ACS Appl Mater Interfaces. -2013;5(8):3108–3117.

[26] Iravani S, Korbekandi H, Mirmohammadi S, Zolfaghari B. Synthesis of silver nanoparticles: chemical, physical and biological methods. Res Pharm Sci. -2014;9(6):385–406.

[27] Majid Montazer, Tina Harifi. Nanofinishing of Textile Materials - 2018 - Technology & Engineering. books.google.co.uz › books. 352 p.

[28] Помогайло А. Д., Металлополимерные нанокомпозиты с контролируемой молекулярной архитектурой. Рос. хим. журнал, -2002, т. XLVI, №5. С. 64-73

[29] Маукенова А.Н., Султанова Ф., Таусарова Б.Р., Макажанова Х.Х.. Разработка полимерной композиции для придания антимикробных свойств текстильным материалам. /Республиканская научно-практическая конференция «Наука, образование, молодежь», Алматы, -2013. - С. 272-273.

[30] Киселева А.Ю., Шушина И.А., Козлова О.В., Телегин Ф.Ю. Бактерицидные текстильные материалы на основе биологически активных препаратов и наносеребра. //Известия ВУЗов. Технология легкой промышленности -2011. - Том.12. № 2. - С.110-112.

[31] Hye In Cho, Seungjoo Yi, Jiseong Hwang, Ji-Hun Seo, Jae-Seung Lee. Roles of Zwitterionic Charges in Polymers on Synthesis of Ag Seeds with Anisotropic Growth Properties. Journal of Industrial and Engineering Chemistry.- 2020. https://doi.org/ 10.1016/j.jiec.2020.05.008.

[32] Wiley B, Sun Y, Mayers B, Xia Y. Shape-controlled synthesis of metal nanostructures: the case of silver. Chemistry. -2005;11(2):454–463.

[33] Evanoff DD, Chumanov G. Size-controlled synthesis of nanoparticles. 2. Measurement of extinction, scattering, and absorption cross sections. J Phys Chem B.- 2004;108(37):1395-13962.

[34] Merga G, Wilson R, Lynn G, Milosavljevic BH, Meisel D. Redox catalysis on “naked” silver nanoparticles. J Phys Chem C. 2007;111(33):12220–12226.

[35] Помогайло А.Д. ,. Розенберг А.С. ,. Урлянд И.Е.,- Наночастицы металлов в полимерах. М.: Химия, 2000г., с.151-236. М.: Химия, -2000. – 672 с.

[36] Азаренков Н.А., Береснев В.М., Погребняк А.Д. Наноматериалы, Нанопокрытия, Нанотехнологии. Учебное пособие. - Харьков: ХНУ им. В. Н. Каразина, -2009. - 209 с.

[37] Тимошина Ю. А., Сергеева Е. А., Обзор современных методов получения текстильных материалов с антибактериальными свойствами. Вестник Казанского технологического университета, -2014. С. 94-97.

[38] Дымникова Н.С.,. Ерохина Е.В., Наночастицы серебра для защиты целлюлозных материалов от биодеструкции. Xix международный научно-практический форум физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы сборник материалов. Часть 1 (SMARTEX-2016) с. 107-110.

[39] Ерохина Е.В , Дымникова Н. ,Бикомпонентные наночастицы меди и серебра для модификации полимеров. Xix международный научно-практический форум физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы сборник материалов. Часть 1 (SMARTEX-2016) С. 90-92

[40] Sijun Xu, Siyu Chen, Feng Zhang, Chenlu Jiao, Jianchao Song, Yuyue Chen, Hong Lin, Yasuo Gotoh, Hideaki Morikawa. Preparation and controlled coating of hydroxyl-modified silver nanoparticles on silk fibers through intermolecular interaction-induced self-assembly. Materials & Design.- 2016. 95. С. 107-118

[41] Olga Rac-Rumijowska, Marta Fiedot-Toboła, Iwona Karbownik, Helena Teterycz. Synthesis of silver nanoparticles in NMMO and their in situ doping into cellulose fibers. January 2017. Cellulose. 21(6):4219–4230.

[42] Peng,R. Guo,J. Lan,S. Jiang &X. Wang. Silver nanoparticle coating on cotton fabric modified with poly(diallyldimethylammonium chloride). Journal Materials Technology. Volume 31, -2016 - Issue 8. Pages 431-436

[43] Ahmed H.B., El-Rafie M.H., Zahran M.K. Bactericidal Evaluation of Nano-coated Cotton Fabrics.

American Journal of Nano Research and Applications. Volume 3, Issue 6, November 2015, Pages: 105-112.

[44] Ahmed H.B., Emam OH. Layered nanosilver assembly for high-performance cotton fabrics. Fiber Polymers. -2016; 17 (3): 418-426.

[45] Hossam E.Emam. Hanan B.Ahmed. Carboxymethyl cellulose macromolecules as generator of anisotropic nanogold for catalytic 111, May- 2018, Pages 999-1009

[46] Duy-Nam performance. International Journal of Biological Macromolecules. Volume Phan, Nasanjargal Dorjjugder, Muhammad Qamar Khan, Yusuke Saito, Goro Taguchi, Hoik Lee, Yasuhito Mukai, Ick-Soo Kim. Synthesis and attachment of silver and copper nanoparticles on cellulose nanofibers and comparative antibacterial study. Cellulose (2019). volume 26, pages 6629–6640.

[47] Alshehri S.M., Almuqati T., Almuqati N, Al-Farraj E, Alhokbany N., Ahamad T. Chitosan based polymer matrix with silver nanoparticles decorated multiwalled carbon nanotubes for catalytic reduction of 4-nitrophenol. Carbohydr Polym. -2016 Oct 20;151:135-143. doi: 10.1016/j.carbpol.2016.05.018. Epub 2016 May 10.

[48] Silvestri D1, Wacławek S1, Venkateshaiah A1, Krawczyk K1, Sobel B2, Padil VVT1, Černík M1, Varma RS3. Synthesis of Ag nanoparticles by a chitosan-poly(3-hydroxybutyrate) polymer conjugate and their superb catalytic activity. Carbohydrate Polymers,- 30 Dec 2019, 232:115806.

[49] Mei Zhang; Raoul Peltier; Manman Zhang. In situ reduction of silver nanoparticles on hybrid polydopamine-copper phosphate nanoflowers with enhanced antimicrobial activity. May --2017. Journal of Materials Chemistry

[50] Raveendran P, Fu J, Wallen SL. Completely “green” synthesis and stabilization of metal nanoparticles. J Am Chem Soc. 2003;125(46):13940–13941.

[51] Vigneshwaran N, Nachane RP, Balasubramanya RH, Varadarajan PV. A novel one-pot ‘green’synthesis of stable silver nanoparticles using soluble starch. Carbohydr Res. 2006;341(12):-2012–2018.

[52] El-Sheikh MA. A novel photosynthesis of carboxymethyl starch-stabilized silver nanoparticles. Sci World J. 2014:514563.

[53] Ishihara M, Nguyen VQ, Mori Y, Nakamura S, Hattori H. Adsorp¬tion of silver nanoparticles onto different surface structures of chitin/chitosan and correlations with antimicrobial activities. Int J Mol S ci. 2015;16(6):13973–13988.

[54] Gao X, Wei L, Yan H, Xu B. Green synthesis and characteristic of core-shell structure silver/starch nanoparticles. Mater Lett. 2011;65(19–20):2963–2965.

[55] El-Rafie M, Ahmed HB, Zahran M. Facile precursor for synthesis of silver nanoparticles using alkali treated maize starch. Int Sch Res Notices. 2014;2014:702396.

[56] El-Sheikh M.A., Ibrahim H.M., One step photopolymerization of N, N-methylene diacrylamide and photocuring of carboxymethyl starch-silver nanoparticles onto cotton fabrics for durable antibacterial finishing. International Journal of Carbohydrate Chemistry -2014, 1-9c.

[57] Synthesis of conductive elastic film and conductive fabric based on crosslinked carboxymethyl starch-AgNPs composite (2015). M. A. El-Sheikh, 2015 TechConnect World Innovation Conference, Expo and National Innovation Summit, Maryland, U.S.A. June 14-17, 2015. Advanced Manufacturing, Electronic and Microsystems: Techconnect Briefs 2015, 55-59.

[58] Kibeche A, Dionne A, Brion-Roby R, Gagnon C, Gagnon J. Simple and green technique for sequestration and concentration of silver nano¬particles by polysaccharides immobilized on glass beads in aqueous media. Chem Cent J.- 2015;9(1):34.

[59] Tummalapalli M, Deopura BL, Alam MS, Gupta B. Facile and green synthesis of silver nanoparticles using oxidized pectin. Mater Sci Eng C Mater Biol Appl. 2015;50:31–36.

[60] Abdel-Halim E, Al-Deyab S S. Utilization of hydroxypropyl cellulose for green and efficient synthesis of silver nanoparticles. Carbohydr Polym. 2011;86(4):1615–1622.

[61] Hussain MA, Shah A, Jantan I, et al. Hydroxypropylcellulose as a novel green reservoir for the synthesis, stabilization, and storage of silver nanoparticles. Int J Nanomedicine. 2015;10:2079–2088.

[62] Park Y. New paradigm shift for the green synthesis of antibacterial silver nanoparticles utilizing plant extracts. Toxicol Res. 2014;30(3):169–178.

[63] Reza Abolghasemi; Maryam Haghighi; M. Solgi; A. Mobinikhaledi. Rapid synthesis of ZnO nanoparticles by waste thyme (Thymus vulgaris L.). 2019. International journal of Environmental Science and Technology. volume 16, pages6985–6990.

[64] Anera Kazlagić; Odej Ali Abud; Maid Ćibo; Show all 6 authors; Enisa Omanovic-Miklicanin Green synthesis of silver nanoparticles using apple extract and its antimicrobial properties. 2019. Health and Technology. volume 10, pages147–150.

[65] Anisha BS, Biswas R, Chennazhi KP, Jayakumar R. Chitosan–hyaluronic acid/nano silver composite sponges for drug resistant bacteria infected diabetic wounds. Int J Biol Macromol. 2013;62:310–320.

[66] Shivaji S, Madhu S, Singh S. Extracellular synthesis of antibacterial silver nanoparticles using psychrophilic bacteria. Process Biochem. 2011;46(9):1800–1807.

[67] Sintubin L, De Windt W, Dick J, et al. Lactic acid bacteria as reduc¬ing and capping agent for the fast and efficient production of silver nanoparticles. Appl Microbiol Biotechnol. 2009;84(4):741–749.

[68] Ammar HA, El-Desouky TA. Green synthesis of nanosilver particles by Aspergillus terreus HA1N and Penicillium expansum HA2N and its antifungal activity against mycotoxigenic fungi. J Appl Microbiol. 2016;121(1):89–100.

[69] Balaji DS, Basavaraja S, Deshpande R, Mahesh DB, Prabhakar BK, Venkataraman A. Extracellular biosynthesis of functionalized silver nanoparticles by strains of Cladosporium cladosporioides fungus. Colloids Surf B Biointerfaces. 2009;68(1):88–92.

[70] Mourato A, Gadanho M, Lino AR, Tenreiro R. Biosynthesis of crystal¬line silver and gold nanoparticles by extremophilic yeasts. Bioinorg Chem Appl. 2011;2011:546074.

[71] Sintubin L, Verstraete W, Boon N. Biologically produced nanosilver: current state and future perspectives. Biotechnol Bioeng. 2012;109(10):2422–2436.

[72] A.C. Jadhav, P. Pandit, T.N. Gayatri, P.P. Chavan, N.C. Jadhav. Production of Green Composites from Various Sustainable Raw Materials. Green Composites,2019. p. 1-24.

[73] R.D. Kale, N.C. Jadhav, S. Pal. Fabrication of green composites based on rice bran oil and anhydride cross-linkers. Iranian Polymer Journal 28 (6), 471-482

[74] Mudara K Peiris, Chinthika P Gunasekara, Pradeep M Jayaweera, Nuwan DH Arachchi, and Neluka Fernando. Biosynthesized silver nanoparticles: are they effective antimicrobials? Journal Memorias Do Instituto Oswaldo Cruz. 2017. 112(8): 537–543.

[75] Krishna IM, Reddy GB, Veerabhadram G, Madhusudhan A. Eco-friendly green synthesis of silver nanoparticles using Salmalia malabarica: synthesis, characterization, antimicrobial, and catalytic activity studies. Appl Nanosci. 2016;6(5):681–689.

[76] Kushwaha A, Singh VK, Bhartariya J, Singh P, Yasmeen K. Isolation and identification of E. coli bacteria for the synthesis of silver nanoparticles: characterization of the particles and study of antibacterial activity. Eur J Exp Biol. 2015;5(1):65–70.

[77] Iravani S. Green synthesis of metal nanoparticles using plants. Green Chem. 2011;13(10):2638–2650.

[78] Elumalai E, Prasad T, Hemachandran J, Therasa SV, Thirumalai T, David E. Extracellular synthesis of silver nanoparticles using leaves of Euphorbia hirta and their antibacterial activities. J Pharm Sci Res. 2010;2(9):549–554.

[79] Krishnaraj C, Jagan E, Rajasekar S, Selvakumar P, Kalaichelvan P, Mohan N. Synthesis of silver nanoparticles using Acalypha indica leaf extracts and its antibacterial activity against water borne pathogens. Colloids Surf B Biointerfaces. 2010;76(1):50–56.

[80] Veerasamy R, Xin TZ, Gunasagaran S, et al. Biosynthesis of silver nanoparticles using mangosteen leaf extract and evaluation of their antimicrobial activities. J Saudi Chem Soc. 2011;15(2):113–120.

[81] Singhal G, Bhavesh R, Kasariya K, Sharma AR, Singh RP. Biosyn¬thesis of silver nanoparticles using Ocimum sanctum (Tulsi) leaf extract and screening its antimicrobial activity. J Nanopart Res. -2011;13(7):2981–2988.

[82] Sathishkumar M, Sneha K, Won S, Cho CW, Kim S, Yun YS. Cin¬namon zeylanicum bark extract and powder mediated green synthesis of nano-crystalline silver particles and its bactericidal activity. Colloids Surf B Biointerfaces. 2009;73(2):332–338.

[83] Ping YAO, Ran TAO, Hui-ying WU and Jin ZHOU. Green Synthesis of Silver Nanoparticles Using Tea Polyphenols and Their Catalytic Activity in Degradation of Acid Red B. 2017 International Conference on Energy, Power and Environmental Engineering (ICEPEE 2017). P. 442-447.

[84] Karatoprak G.S, Aydin G, Altinsoy B, Altinkaynak C, Kosar M, Ocsoy I. The effect of Pelargonium endlicherianum Fenzl. Root extracts on formation of nanoparticles and their antimicrobial activities. Enzyme Microb Technol. 2017. V.97. p. 21–26.

[85] Emam E.,. El-Bisi M. K. Merely Ag nanoparticles using different cellulose fibers as removable reductant. Cellulose 2014, 21 (6) , 4219-4230.

[86] Yu, Zhicai, He, Hualing, Liu, Jinru, Li, Yongquan, Lin, Xuebo, Zhang, Chunbo, Li, Minhua. Simultaneous dyeing and deposition of silver nanoparticles on cotton fabric through in situ green synthesis with black rice extract. Cellulose - 2020 v.27 no.3 pp. 1829-1843

[87] Palanivel Velmurugan, Jaehong Shim, HaeWon Kim, Jeong-Muk Lim, Seol Ah Kim, Young-Seok Seo, Jin-Won Kim, Kangmin Kim, Byung-Taek Oh. Bio-functionalization of cotton, silk, and leather using different in-situ silver nanoparticle synthesis modules, and their antibacterial properties. Research on Chemical Intermediates 2020, 46 (2), 999-1015.

[88] Ahmed, Shakeel, Ali, Wazed Green Nanomaterials. Processing, Properties, and Applications. Springer Nature Singapore Pte Ltd. IX, 346 p.

[89] Pandit, TN Gayatri. Introduction to Green Nanomaterials. Green Nanomaterials, 2020. p. 1-21.

[90] Hossam E Emam, Nancy S El-Hawary, Hanan B Ahmed. Green technology for durable finishing of viscose fibers via self-formation of AuNPs. 2017. International journal of biological macromolecules, Volume 96. Pages 697-705.

[91] Александр Буланов. Носки на здоровье: белье из антибактериальной ткани защитит от грибка "Известия". 17 мая 2019. / https://www.advis.ru/php/view_news.php?id= 145DD38F-AA42-2640-9187-AB74 P. E93C1892

[92] Ramachandran K., Francisca, Auxilia A. Biosynthesis, characterization and antibacterial effect of plant-mediated silver nanoparticles from adenanthera pavonina L. -2019 Journal of Emerging Technologies and Innovative Research (JETIR), Volume 6, Issue 2 P. 344-349.

Н.Е. Ботабаев, А.К. Бектурсунова, Г.Е. Еркебей, Д.С. Набиев

Металл нанобөлшектерінің синтезінде полимерлер мен жасыл жүйелердің рөлі және оларды текстиль саласында қолдану.

Түйіндеме. Ag НБ-нің химиялық және жасыл әдістермен синтездеу әдістеріне полимерлер мен өсімдіктерді тотықсыздандырғыштар мен тұрақтандырғыштар ретінде қолдану туралы шолу келтірілген. Ag-НБ синтезінде қолданылатын әдістердің артықшылықтары мен кемшіліктеріне талдау жасалды. Тоқыма өнеркәсібінде Ag-НБ қолдану туралы соңғы зерттеулер ұсынылған, сонымен қатар тоқыма материалдарына бактерияға қарсы және фунгицидтік қасиеттерді беруге бағытталған.

Түйін сөздер: металл нанобөлшектері; күміс нанобөлшектері; тоқыма материалы, бактерияға қарсы қасиеттері, фунгицидтік қасиеттері; химиялық әдістер; жасыл жолдар

УДК 620.193:622.279.012.05

V.G. Golubev, A.S. Sadyrbaeva, S.E. Baibotaeva, Zh.K. Shukhanova, G.K. Shegenova, N. Kabylbek
(M. Auezov South-Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan,
e-mail: a.sadyrbaeva@mail.ru)

EXPERIMENTAL RESEARCH ON THE DETERMINATION OF ANTI-CORROSION PROPERTIES OF ADDITIVES TO DRILLING WASHING FLUIDS

Abstract. The work considers the results of experimental studies to determine the anticorrosive properties of additives to drilling drilling fluids by the polarization resistance method. Tested in laboratory conditions, BJ, according to a previously proposed recipe, contained saponified soap stocks of cotton waste (P1) obtained by treatment with caustic soda, in the following ratio of components, mass. %: bentonite 3-4; chalk 6-7; uniflock 0.1-0.2; KMTS-TS 0.6-0.9; KSSB 0.1-0.4; soda ash 0.2; TBP 0.012; P1-5-10, water - the rest. By analyzing the CVA curves, it is obvious that compositions consisting of 2% P1 + 1% bactericidal corrosion inhibitor and steel give a good result. All the studied solutions containing P1 additive recorded a decrease in the corrosion current by about 10-15%. The preliminary studies presented showed their promise.

Key words: corrosion, drilling fluid, protection methods, corrosion rate, analysis, reagent, soap stocks.

В.Г. Голубев, А.С. Садырбаева, С.Е.Байботаева, Ж.К.Шуханова, Г.К. Шегенова, Н.Кабылбек
(Южно-Казахстанский государственный университет им. М.Ауезова,
Казахстан, г. Шымкент, e-mail: a.sadyrbaeva@mail.ru)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ АНТИКОРРОЗИОННЫХ СВОЙСТВ ДОБАВОК К БУРОВЫМ ПРОМЫВОЧНЫМ ЖИДКОСТЯМ

Аннотация. В работе рассматривается результаты экспериментальных исследований по определению антикоррозионных свойств добавок к буровым промывочным жидкостям методом поляризационного сопротивления. Испытываемая в лабораторных условиях БПЖ, согласно предварительно предложенной рецептуре, содержала омыленные соапстоки отходов хлопкового производства (Р1), полученные путем обработки едким натром, при следующем соотношении компонентов, масс. %: бентонит 3-4; мел 6-7; унифлок 0,1-0,2; КМЦ-ТС 0,6-0,9; КССБ 0,1-0,4; соду кальцинированную 0,2; ТБФ 0,012; Р1- 5-10, вода – остальное. Анализируя ЦВА кривые очевидно, что хороший результат дают составы, состоящие из 2%Р1 + 1% бактерицид ингибитор коррозии, стали. Все изучаемые растворы, имеющие в своем составе добавку Р1, фиксировали снижение коррозионного тока порядка на 10-15%. Предварительно проведенные исследования, представленные показали их перспективность.

Ключевые слова: коррозия, буровая жидкость, методы защиты, скорость коррозии, анализ, реагент, соапстоки.

Актуальность. В промышленно развитых странах убытки от коррозии за год составляют в среднем около 3 - 5% от внутреннего валового продукта. А потери металла достигают до 20%. Ущерб от коррозии складывается не только от стоимости материалов, но и от затрат на изготовление пришедших в негодность конструкций, оборудования и различных изделий. Коррозия наносит как прямые, так и косвенные убытки [1-3].

К косвенным относятся убытки, связанные с отказом оборудования, пришедшего в негодность из-за коррозионных процессов, его простоя, замены или ремонта, порчей продукции других производств в следствии загрязнения ее продуктами коррозии, высокими допусками на коррозию, стоимость дополнительно потраченной электроэнергии, воды, материалов и др. К прямым - стоимость испорченных коррозией трубопроводов, оборудования, машин и др. [3-7].

Коррозию по механизму протекания принято разделять на химическую и электрохимическую. Более распространенный - второй вид.

Наука о коррозии и защите металлов изучает особенности и механизмы протекания коррозионных процессов в различных средах. Задачей науки о коррозии является не только изучение, но и разработка методов защиты различных материалов от коррозии.

На основе проведенного литературного обзора установлено, что в настоящее время разработано большое количество смазок и смазочных реагентов, обладающих достаточно высокой антикоррозионной способностью, причем основная часть антикоррозионных смазок и реагентов разработана для конкретных узлов, работающих в специфических условиях [7-9].

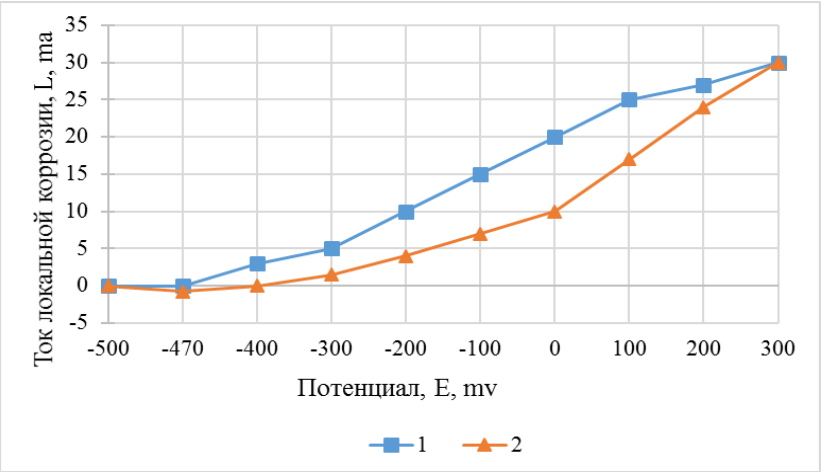
В связи с тем, что большая часть антикоррозионных смазок и реагентов имеют большую стоимость, так как изготовлены из сырья, получаемого за рубежом, то необходима разработка антикоррозионных присадок для нефтепромыслового оборудования на основе побочных продуктов переработки растительных масел, в частности, из отходов масложировой промышленности. В этом плане перспективным представляется использование разрабатываемой антикоррозионной смазки Р1, в качестве добавки в буровые промывочные жидкости.

Результаты исследований. Экспериментальные исследования по определению антикоррозионных свойств добавок к БПЖ осуществляли методом поляризационного сопротивления.

В качестве реагента, обладающего антикоррозионными свойствами, использовали Р1 - реагент, который представляет собой жирные кислоты, полученные омылением триглицеридов, содержащихся в отходах производства хлопкового масла.

Испытываемая в лабораторных условиях БПЖ, согласно предварительно предложенной рецептуре, содержала омыленные соапстоки отходов хлопкового производства (Р1), полученные путем обработки едким натром, при следующем соотношении компонентов, масс. %: бентонит 3-4; мел 6-7; унифлок 0,1-0,2; КМЦ-ТС 0,6-0,9; КССБ 0,1-0,4; соду кальцинированную 0,2; ТБФ 0,012; Р1-5-10, вода – остальное [8-10].

Для определения антикоррозионных свойств реагента Р1, его, в качестве добавки, смешивали с буровой промывочной жидкостью и использовали метод снятия цикловольтоамперограмм (ЦВА) кривых. Суть метода заключается в поляризации электрода до 350 мВ по отношению к электроду, потенциал которого принят за ноль. Причем, электрод, принятый за ноль, изготовлен из хлорида серебра. На начальном этапе экспериментов исследовалась модельная агрессивная среда, состоящая из 5%NaCl + 0,5% CH_3COOH (уксусной кислоты) в дистиллированной воде (данная среда является классической в данных условиях и использована в качестве модельной). Удельная электропроводность дистиллированной воды незначительна (ГОСТ 6709-72 требует не более 0,5 мСм/м). На рисунке 1 представлены цикловольтоамперограммы (ЦВА), полученные в результате исследований.

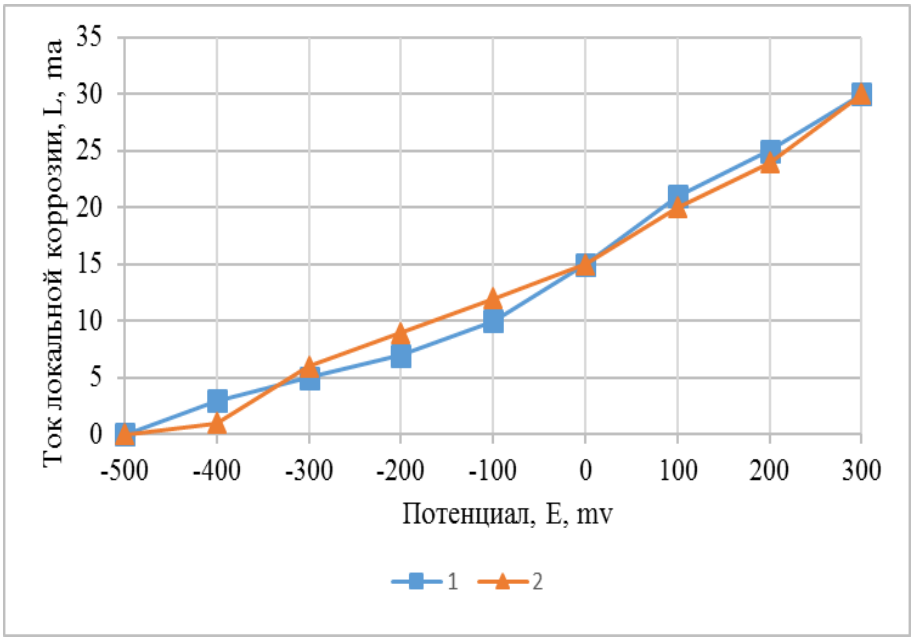


1 – катодное направление; 2 – анодное направление

Рис. 1. ЦВА кривые агрессивной среды 5% NaCl + 0,5% CH_3COOH в дистиллированной воде

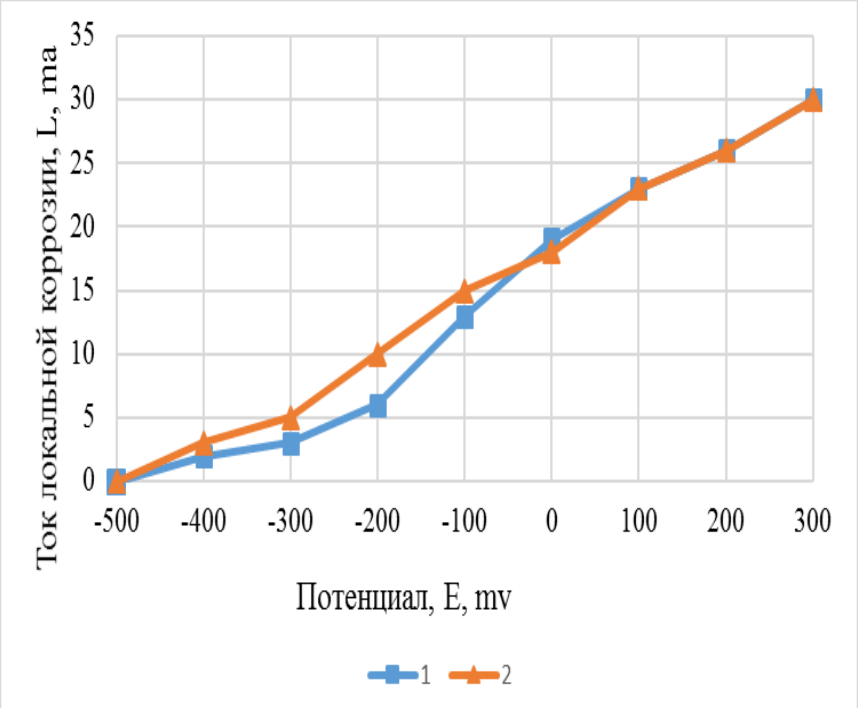
На рисунке 1 наблюдается увеличение максимального тока локальной коррозии стали в данной среде порядка до 29мА. Если потенциал равен 0, то ток на анодной развертке составляет 7мА, а на катодной развертке составляет 19мА.

В процессе экспериментов изучали также антикоррозионные качества добавок Ecolube 1%, Р 1: 1%-2%, Р 1 2%+ бактерицид ингибитор коррозии стали 1%, добавленные к агрессивной среде (рис. 2-5). На композиционный состав бактерицид ингибитора стальной коррозии получен патент [8-14].



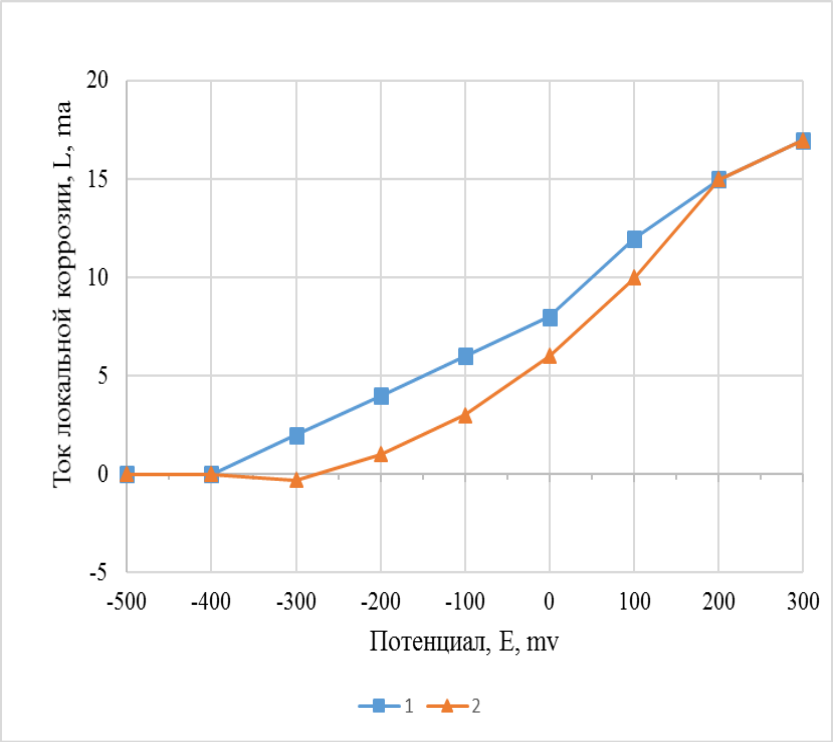
1 – катодное направление; 2 – анодное направление

Рис. 2. ЦВА кривые агрессивной среды 3% + 0,5% уксусной кислоты в дистиллированной воде, обработанной 1% Р1



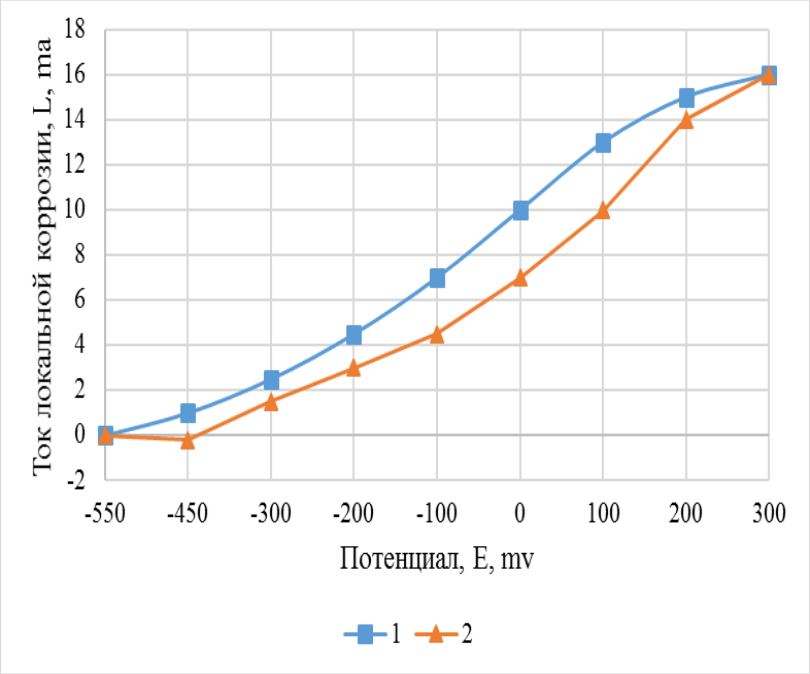
1 – катодное направление; 2 – анодное направление

Рис. 3. ЦВА кривые агрессивной среды 3% + 0,5% уксусной кислоты в дистиллированной воде, обработанной 1%Ecolube



1 – катодное направление; 2 – анодное направление

Рис. 4. ЦВА кривые агрессивной среды 3% + 0,5% уксусной кислоты в дистиллированной воде + 2%Р1



1 – катодное направление; 2 – анодное направление

Рис. 5. ЦВА кривые агрессивной среды 3% + 0,5% уксусной кислоты в дистиллированной воде + 2% Р1, 1% бактерицид ингибитор коррозии стали

Выводы. Анализируя ЦВА кривые очевидно, что хороший результат дают составы, состоящие из 2%Р1 + 1% бактерицид ингибитор коррозии стали. Все изучаемые растворы, имеющие в своем составе добавку Р1, фиксировали снижение коррозионного тока порядка на 10-15% [8-10].

В условиях агрессивной среды потенциал равен − 500 мВ при токе в 0,6 мА (рис.1), а в той же среде, но содержащей 2% Р1 + 1% бактерицид ингибитор коррозии стали – 450 мВ (рис 5) [8-10].

ЛИТЕРАТУРА

[1] Чичинадзе А.В., Браун Э.Д., Буше Н.А. и др. Основы трибологии (Трение, износ, смазка) Учебник для технических вузов. – 2 изд. перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2001. – 644с.

[2] Персиянцев М.Н Коррозия нефтегазопромыслового оборудования. // Добыча нефти в осложненных условиях. – М.: ООО " Недра-Бизнесцентр", 2000. – 653 с.

[3] Гутман Э.М., Низамов К.Р. и др. Защита нефтепромыслового оборудования от коррозии. – М.: Недра, 1983. – 235 с.

[4] Гоник А.А. Коррозия нефтепромыслового оборудования и меры ее предупреждения. – М.: Недра, 1976. – 281 с.

[5] Андерсон Б.А., Бочкарев Г.П. Растворы на полимерной основе для бурения скважин // обзорная информ. Сер. Бурение. – М.: ВНИИОЭНГ, 1986. - 56с.

[6] Активизация минералов при измельчении / В.И. Молчанов, О.Г. Селезнева, Е.Н. Жирнов. – М.: Недра, 1988. – 208 с.

[7] Усманов Х.У., Юльчибаев А.А., Валиев А.А. Привитые полимерные вещества, Ташкент Фан 1982. – 32 с.

[8] Голубев В.Г., Надиров К.С., Бондаренко В.П., Жантасов М.К., Джусенов А.У. Исследование влияния температуры на термостойкость, фильтроотдачу и эффективную вязкость гидрофобно-эмульсионных растворов. Труды Международной научно-практической конференции «Развитие науки, образования и культуры независимого Казахстана в условиях глобальных вызовов современности», посвященной 70-летию Южно-Казахстанского Государственного университета им. М.Ауэзова. Шымкент, 2013. - т.4. - С.11-14.

[9] Бондаренко В.П., Голубев В.Г. Исследование свойств технологических жидкостей для глушения скважин. //Труды Международной научно-практической конференции «Развитие науки, образования и культуры независимого Казахстана в условиях глобальных вызовов современности», посвященной 70-летию Южно-Казахстанского Государственного университета им. М.Ауэзова. Шымкент, 2013. – т.4. – С.19-22.

[10] Надиров К.С., Голубев В.Г., Бондаренко В.П., Садырбаева А.С. Разработка технологии получения реагентов комплексного действия буровых растворов. //Труды Международной научно-практической конференции «Развитие науки, образования и культуры независимого Казахстана в условиях глобальных вызовов современности», посвященной 70-летию Южно-Казахстанского Государственного университета им. М.Ауэзова. Шымкент, 2013. - т.4. – С.45-48.

[11] Адам И.К. Физика и химия поверхности: пер. с анг. – Л.: Гостехиздат, 1947. – 551с.

[12] Кенжебеков Н.М., Ишмухамедова Н.К., Ахметов С.М. Способ получения бурового раствора //IV Конгресс нефтепромышленников России. Уфа, 2005. Сборник тезис-докладов. – С.368-369.

[13] Ишмухамедова Н.К., Надиров Н.К., Эфендиев Г.М. Буровой раствор на основе природного сырья, отходов нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности// Вестник Атырауского института нефти и газа. - 2009. - № 4(19). – С.106-109.

[14] Ким С.К. Защита от коррозии нефтепромыслового оборудования нефтяных месторождений ООО «ЛУКОЙЛ-Коми» с применением ингибиторно-бактерицидных технологий обработки пластов: автореф: дисс. на соискание ученой степени канд. техн. наук. – М.:2004. – 24с.

ӘОЖ 544.25.02/057

Ulantay Nakan*, G.Zh. Yeligbayeva, M.E. Nursultanov, Zh.B. Boshimova,
(Institute of Chemical and Biological Technologies, Satbayev University, Almaty, Kazakhstan.)
*Correspondence: Ulantay Nakan. E-mail: ulantaynakan@gmail.com)

SWELLING KINETICS OF POLY(2HEA-AA) HYDROGELS IN DIFFERENT SOLUTIONS

Abstract. Hydrogel based on 2-hydroxyethyl acrylate (2HEA) and acrylic acid (AA) was synthesized with various ratios of compositions respectively using ammonium persulfate as free radical initiator, N, N-methylene-bis-acrylamide as a crosslinking agent. The kinetics swelling of a poly(2HEA-AA) hydrogel in distilled water, ethyl alcohol and different drugs (lincomycin and gentamicin) solutions at room temperature were determined.

Keywords: Hydrogel, 2-hydroxyethyl acrylate, acrylic acid, different drugs, swelling Kinetics.

Нақан Ұлантай, Г.Ж. Елигбаева, М.Е. Нурсултанов, Ж.Б. Бошимова
(Сәтбаев университеті, Химиялық және биологиялық технологиялар институты, Алматы, Қазақстан.)
E-mail: ulantaynakan@gmail.com)

ӘР ТҮРЛІ ОРТАДАҒЫ ГЭА МЕН АҚ НЕГІЗІНДЕГІ ГИДРОГЕЛЬДЕРДІҢ ІСІНУ КИНЕТИКАСЫ

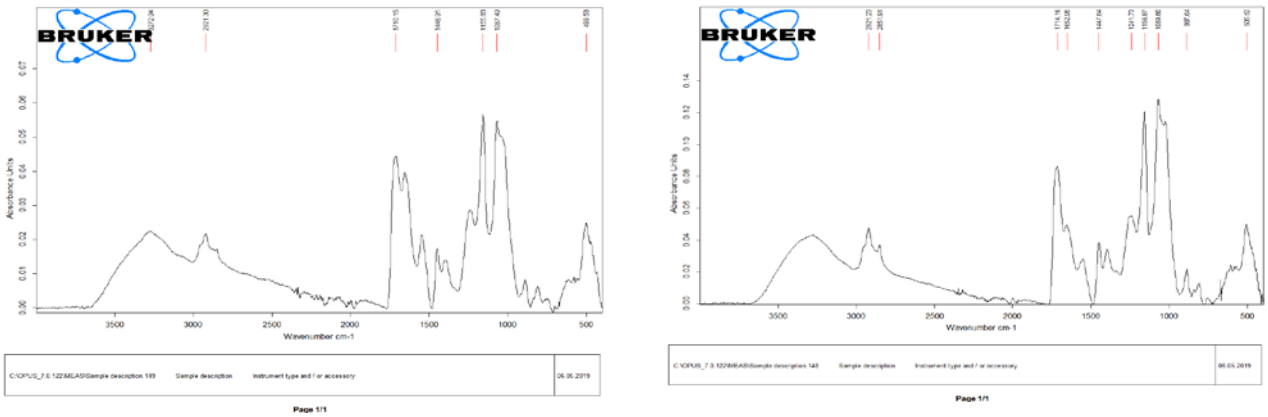
Андатпа: Зерттеу жұмысында 2-гидроксиэтилакрилат пен акрил қышқылы негізіндегі суда ісінетін сополимерлер радикалдық полимерлену арқылы сулы ортада заттық инициирлену арқылы синтезделіп алынды. Синтезделген сополимерлерге сипаттама беру мақсатында әр түрлі әдістер пайдаланып зерттеулер жүргізілді. Гидрогелдің әр түрлі ортадағы ісіну дәрежесі және этанолға қарағанда суды көбірек өзіне қабылдай алатыны анықталды. Сонымен қатар, ГЭА-АҚ гидрогелінің әр түрлі құрамдағы дәрілік (линкомицин мен гентамицин) заттың ертіндісін құрамына енгізуі суға қарағанда аз болатыны анықталды

Кілт сөздер: Гидрогель**,** 2-гидроксиэтилакрилат, акрил қышқылы, антибиотиктер, ісіну кинетикасы.

Гельдер табиғатта және адамзат тіршілігінің әр түрлі салаларында маңызы өте зор. Торлы құрылымды полимерлердің қолдану ауқымы өте кең. Бұл материалдар өздерінің бағалы қасиеттерімен медицина (дәрілік заттарды бақыланған түрде бөлу), биотехнология (белоктар мен ферменттерді тазалау), электроника (сенсорлар, датчиктер), экологиялық мәселелерді шешуде (өндіріс қалдықтарын тазалау, т.б) тағы басқа қажетті салаларда кең қолданысқа ие. Осы полимерлерге деген сұраныстың көп болуы көптеген зерттеушілердің қызығушылығын тудырды. Танымал полимерлердің қолданыс аясы полимердің бағалы қасиеттерімен байланысты екені және осы қасиеттерін белгілі параметірлермен реттеп, тиімді пайдалануға болатынын көптеген зерттеушілердің зерттеу жұмыстарында қарастырылды және жақсы нәтижелерге қол жеткізілді [1-5].

2-гидроксиэтилакрилат (ГЭА) және акрил қышқылы (АҚ) негізіндегі мономерлерді пайдаланып, радикалдық полимерлеу арқылы аммоний персульфаты қатысында заттық инициирлену арқылы сулы ортада, 60^0C температурада гидрогельдер синтезделіп алынды. Тігуші агент ретінде N,N-метилен-бис-акриламид пайдаланылды. Гидрогелдер мономерлердің әр түрлі ара қатынасында ([ГЭА-АҚ] = 30-70 (М1); 50-50 (М2); 70-30 (М3) мол.%) синтезделіп алынды. Синтезделіп алынған гидрогелді реакцияға түспей қалған мономерлерден тазарту мақсатында суда 10 күндей жуып тазартылды.

Синтезделген сополимерлердің құрылымын және құрамын зерттеу мақсатында әр түрлі зерттеу әдістерімен зерттеулер жүргізілді (1 сурет). Маңызды зерттеу әдістерінің бірі ИҚ спектроскопия әдісі. Мұнда ГЭА - АҚ сополимерінің функционалдық топтары беретін сигналдары, яғни 3272 $см^{-1}$ сигналдары О-Н функционалдық тобының 2921 $см^{-1}$ сигналдары сополимерлер сынамаларының құрамындағы С-Н алкил метилен топтарын белгілейді. 1714, 1710 $см^{-1}$ сигналдары қышқылдық карбоксил топтарын көрсетеді.



М1 М2

1-сурет. 2-гидроксиэтилакрилат пен акрил қышқылы сополимерінің ИҚ-спектрі

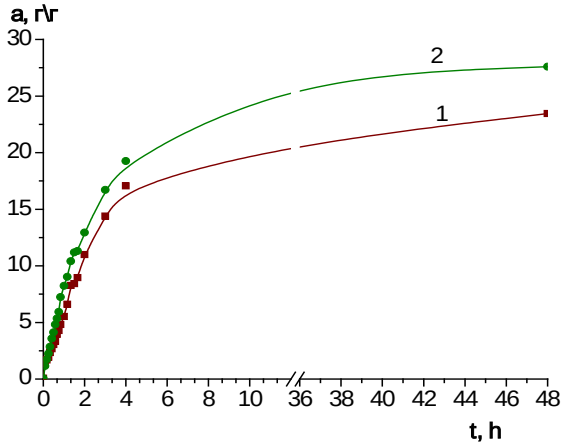
Үшөлшемді сополимерлеудің басты заңдылықтары золь-гель талдау және гравиметрия әдістерімен зерттелген. 1 кестеде бастапқы мономерлік қоспадағы (БМҚ) гель-фракция шығымы және ГЭА-АҚ гидрогельдерінің бірқалыпты суда және спирттегі ісіну қабілеті көрсетілген.

1-кесте. **ГЭА-АҚ сополимерінің гель-золь фракция шығымы және ісіну дәрежесі**

СПЛ құрамы [ГЭА]: [АҚ]	Гель-фракция	$\alpha_{су}$	$\alpha_{спирт}$
30:70	58,1	28	5
50:50	78,2	23	4,5

Гидрогельдерді өздерінің құрамында сұйықтықтың көп мөлшерін ұстап тұра алатын (сіңіріп алатынын) композициялық материалдардың ерекше класына жатқызуға болатынын жоғарыда қарастырғамыз. Осы гельдің сұйықтарды сіңіру қабілеті өндірісте ағын сулардың құрамындағы әртүрлі металл иондарынан және бояғыш заттардан тазарту үшін, ал медицинада жарадағы іріңді заттарды сіміріп шығарып тастауда, дәрілік заттарды қажетті орынға тасымалдауда т.б көптеген салаларда осы гидрогельдердің ісіну жиырылу механизімін пайдаланады. Сол үшін гидрогелдің ісіну кинетикасын зерттеу ерекше маңызды болып табылады. Жұмыста ГЭА мен АҚ негізіндегі гидрогелінің судағы және этанолдағы ісіну кинетикасы қарастырылған. Бұл жұмыс синтездеп алған суда жуып тазаланған гидрогелді тұрақты массаға жеткенге дейін алдымен ауада сосын арнайы ваккум пешінде кептіріп, толық құрғағаннан кейін массасын уақытқа байланысты өлшеу арқылы орындалады.

Төменде 2-гидроксиэтилакрилат пен акрил қышқылы негізіндегі гидрогелдің судағы, спирттегі және физиологиялық ертіндідегі бір қалыпты ісінуі зерттелген. 2-суретте көрсетілгендей, ГЭА – АҚ гидрогелінің уақыттың артуына байланысты сулы ортада бір қалыпты ісінетіні және гидрогелдің 2 тәулік ішінде өзінің бастапқы көлемін бір неше есеге дейін гел көлемін үлғайтатынын байқауға болады. 40 сағаттан ары қарай гелдің суды өзіне сіміруі байаулайтынын және ары қарай қанығып тепе - теңдікке ұмтылатынын көреміз. Бұл гельдің өз құрамына сыртқы фактордың әсеріне ұшырамаса екі тәулікке дейінгі уақытта суды толық сіміре алатынын көруге болады. ГЭА мен АҚ негізіндегі сополимерлерде сополимерлік құрамның өзгешелігіне байланысты тігілген полимердің суды сіңіру қабілеті әр түрлі болады. БМҚ ГЭА мөлшері 30% болғанда гельдің бір қалыпты ісіну дәрежесі 28 болса, ГЭА ның мөлшері 50% болғанда, 23 болады. Бұл бастапқы мономерлік құрамдағы акрил қышқылының мөлшері артуына байланысты бір қалыпты ісіну дәрежесінің жоғарылайтындығын көрсетеді. Қатты тігілмеген акрил қашқылының гидрогелі әдетте суды сіңіргіш материал ретінде қолданылатыны белгілі. Осы акрил қышқылы негізіндегі мономерді негіз етіп, басқа мономерлерді қосу арқылы гелдің суды өзіне тарту және бөліп шығару қабілетін реттеуге болатынын көруге болады.

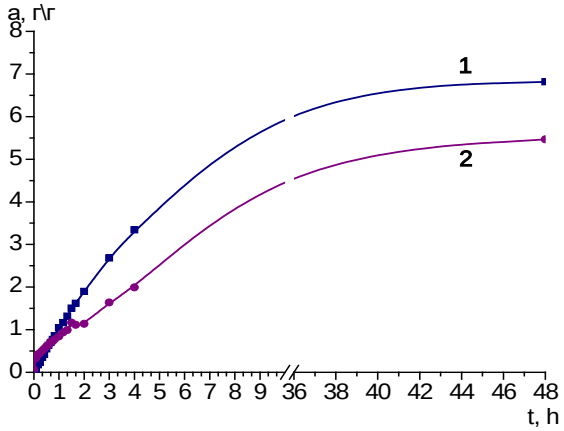


БМҚ [ГЭА - АҚ]= 30-70 (2); 50-50 (1); мол.%.

2-сурет. ГЭА және АҚ негізіндегі гидрогельдің сулы ортада ісіну кинетикасы

Зерттеу жұмысында гидрогельдің ісіну кинетикасын сулы ортада қарастырумен қатар спирттік ортада яғни этанолдағы бірқалыпты ісіну дәрежелері анықталды. 3 суретте көрсетілгендей, гидрогелдің синтездеудің алдындағы мономелік құрамда ГЭА ның мөлшері 30% болғанда, этанолдағы гидрогелдің ісіну дәрежесі 7 болса, сополимер құрамындағы ГЭА-тың мөлшері 50% болғанда 5,5 болатыны анықталды.

Гидрогелдің судағы және этанолдағы ең жоғары ісіну дәрежелерін салыстырғанда гелдің этанолға қарағанда суда екі, үш есеге дейін жақсы сіңіретінін көруге болады. Зерттеу нәтижелеріне қарағанда, бір уақытта, бірдей құрамда алынған гелдің су мен этанолды өзіне қабылдау қабілетінің әр түрлі болуы көптеген себептерге байланысты. Ең алдымен бұл құбылыс гелдің яғни торлы құрылымды сополимердің табиғатына байланысы. Гелдің ертіндіні көп мөлшерде өзіне сіміріруі тордың сыртқа қарай кеңеюі ішкі күштердің сыртқа қарай тебілуімен жүзеге асатыны белгілі. Бұл сутектік байланыстар, гидрофилді – гидрофобтық әрекеттесулер т.б факторлардың әсеріне тікелей байланысты.



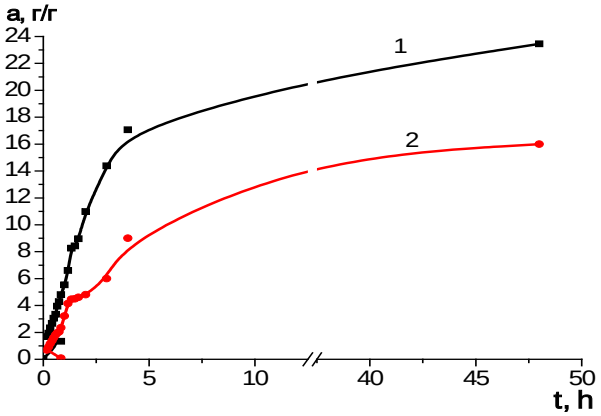
БМҚ [ГЭА - АҚ]= 30-70 (2); 50-50 (1); мол.%.

3-сурет. ГЭА және АҚ негізіндегі гидрогельдің этанолдағы ісіну кинетикасы

Полимерлік материалдардың медицинада қолдану ауқымы өте кең. Олардың ішінде полимерлердің физиологиялық белсенді заттарды тасымалдау қызметі ерекше маңызды. Медициналық терапияның қол жеткізген тамаша жетістіктері дәрілік заттарды тасымалдаушыларымен байланысты. Дәрілік заттарды тасымалдаушы ретінде қолданылатын полимерлер биоүйлесімді, әсер ету уақытын ұзақ, улылығын төмен, қажетті жерге жеткілікті мөлшерде жеткізу сияқты өзекті мәселелеріне жауап берді.

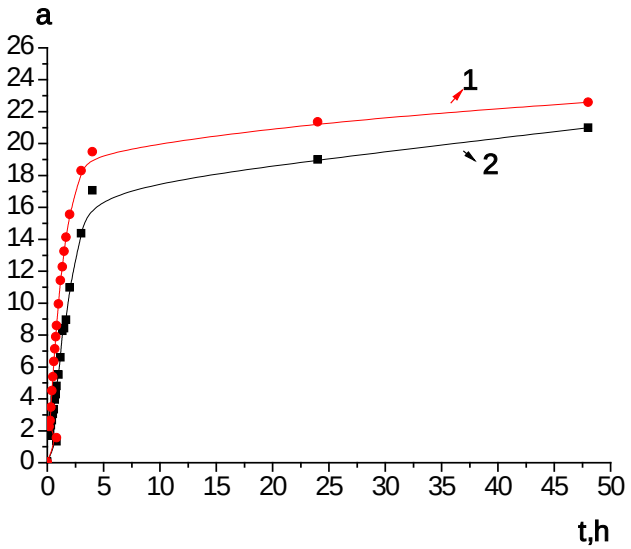
Жұмыста ГЭА мен АҚ негізіндегі сополимерлік гидрогелдерді дәрілік заттардың тасымалдаушысы ретінде қолдану мақсатында ең бастапқы зерттеу сатысы осы гидрогелдік дәрілік затты сіміруі қарастырылған.

Бастапқы мономерлік құрамы 50-50%.мол. болатын гидрогель және әр түрлі концентрациядағы дәрілік заттың ертінділері пайдаланылды. Мұнда линкомициннің (20МГ дәрілік заты бар ертіндісі) және гентамициннің (30МГ дәрілік заты бар ертіндісі) ертінділері қолданылды. Суға және линкомицин ертіндісіне салынған гидрогелдің уақытқа байланысты бір қалыпты ісінуі суретте нақтылы бейнеленген (4, 5 сурет).



БМҚ [ГЭА -АҚ] = 50-50 мол.%; H_2O (1) Линкомицин (2)

4-сурет. ГЭА-АҚ гидрогельдерінің линкомицин ертіндісіндегі және судағы ісіну кинетикасы



БМҚ [ГЭА -АҚ] = 50-50 мол.%; H_2O (1) гентамицин (2)

5-сурет. ГЭА-АҚ гидрогельдерінің гентамицин ертіндісіндегі және судағы ісіну кинетикасы

Гелдің таза судағы тепе-теңдік ісіну дәрежесі екі тәулік ішінде α=23 мөлшеріне дейін көтерілсе, ал құрамында дәрілік заты (линкомицин) бар ертіндіде осы уақыт ішінде α=16 мөлшерінде ғана болатыны анықталды. Ал гентамицин ерітіндісінде бір қалыпты ісіну дәрежесінің мөлшері линкомицинге қарағанда жоғары болғанымен су мен салыстырғанда төмен α=22 мөлшерінде болды. Бұл таза судың гель құрамына емін-еркін, еш кедергісіз кіре алатыны, ал дәрілік заттың гель құрамына енуі суға қарағанда қиындау болатынын көруге болады. Дәрілік заттар үлкен молекулалық құрамнан құралатыны және осы құрылымның гелдің торына енуіне кедергі жасайтынын аңғаруға болады.

Қорытындылай келгенде, зерттеу жұмысындағы синтезделіп алынған 2-гидроксиэтилакрилат (ГЭА) және акрил қышқылы (АҚ) негізіндегі тігілген сополимердің құрлымы ИК арқылы зерттеліп, әртүрлі ортадаға ісіну кинетикасы қарастырылып ісіну дәрежесі анықталған. БМҚ –дағы ГЭА ның мөлшері көбірек болғанда бір қалыпты ісіну дәрежесі төменірек болатыны және судағы ісіну қабілеті этанолдағыдан жоғары болатыны анықталды. Сонымен қатар, ГЭА мен АҚ сополимерлік гелдің дәрілік заттың тасымалдаушысы ретінде пайдаланудың алғашқы зерттеу сатысы гелдің сулы ортадағы дәрілік затты қаншалықты мөлшерде құрамына енгізе алатыны анықталды.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Enas M. Ahmed Hydrogel: Preparation, characterization, and applications // Journal of Advanced Research. - 2013. -Vol. 6. –P.105-121.

[2] Wen Zhao, Xing Jin, Yang Cong, Yuying Liu, Jun Fu. Degradable natural polymer hydrogels for articular cartilage tissue engineering. J Chem Technol Biotechnol. – 2013. – Vol. 88 (3). –P. 327–39.

[3] Dusek K, Patterson D Transition in swollen polymer networks induced by intramolecular condensation // J Polym Sci A. – 1968. –Vol. 2(6). –P. 1209–1216

[4] Ulantay Nakan, R.K. Rahmetullayeva, G.A. Mun, E.M. Shaihutdinov, Oriental journal of chemistry, 32 (5), 2347 (2016). DOI: 10.13005/ojc/320505

[5] Ulantay Nakan, R.K. Rahmetullayeva, G.A. Mun, E.M. Shaihutdinov, World Applied Sciences Journal 29 (3), 359 (2014). DOI: 10.5829/idosi.wasj.2014.29.03.13829

Накан Улантай, Г.Ж. Елигбаева, М.Е. Нурсултанов, Ж.Б. Бошимова

Әртүрлі ортадағы гэа мен ақ негізіндегі гидрогельдердің ісіну кинетикасы

Түйіндеме: Зерттеу жұмысында 2-гидроксиэтилакрилат пен акрил қышқылы негізіндегі суда ісінетін сополимерлер радикалдық полимерлену арқылы сулы ортада заттық инициирлену арқылы синтезделіп алынды. Синтезделген сополимерлерге сипаттама беру мақсатында әр түрлі зерттеу әдістерін пайдаланып зерттеулер жүргізілді. Гидрогелдің әр түрлі ортадағы ісіну дәрежесі және этанолға қарағанда суды көбірек өзіне қабылдай алатыны анықталды. Сонымен қатар, ГЭА-АҚ гидрогелінің әр түрлі құрамдағы дәрілік (линкомицин мен гентамицин) заттың ертіндісін құрамына енгізуі суға қарағанда аз болатыны анықталды.

Түйінді сөздер: Гидрогель**,** 2-гидроксиэтилакрилат, акрил қышқылы, антибиотиктер, ісіну кинетикасы.

С. Айдарова[1,2], А. Шарипова[1], А. Исаева[1,2], Д. Султанбеккызы[2], М. Исахов[2] , А.Бабаев[2]
([1]Сатпаев Университет, Казахстан, г. Алматы
2 Казахстанско-Британский технический университет,
Казахстан, г. Алматы. *E-mail: isa-asem@mail.ru)

ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ МЕЖФАЗНОГО НАТЯЖЕНИЯ КАЗЕИНАТА НАТРИЯ И ХИТОЗАНА НА ГРАНИЦЕ С МАСЛОМ

Аннотация. В данной работе были изучены динамические особенности снижения межфазного натяжения казеината натрия и хитозана на границе с маслом методом тензиометрии (PAT-1). Исследованы особенности формирования смешанных адсорбционных слоев стабилизаторов эмульсий на жидких границах раздела фаз для использования в капсулировании. Изучена кинетика понижения межфазного натяжения, рассчитаны кинетические показатели формирования адсорбционных слоев. Установлено, что длительность снижения межфазного натяжения связана с медленной диффузией макромолекулярного клубка к поверхности, конформационной перестройкой статических клубков макромолекул по поверхностной активности сегментов, что отражается на значении времени релаксации.

Ключевые слова: эмульсия, межфазное натяжение, эмульгирование, двойные эмульсии

1. Введение

В настоящее время композиционные материалы вызывают огромный интерес в связи с их способностью эффективно модифицировать практически важные свойства многочисленных разновидностей дисперсных систем, применяемых широко во всех отраслях производства, добычи и переработки.

Особенный интерес привлекают композиционные материалы, состоящие из поверхностно-активных веществ (ПАВ) и полимеров. Такие композиционные материалы являются перспективными для развития нанотехнологий и получения новых наноматериалов с высокоэффективными свойствами, обусловленное способностью композиций к образованию наноструктур как в собственной фазе, так и на межфазных границах раздела фаз [1].

Многочисленные систематические экспериментальные исследования поверхностно-активных веществ, макромолекул или их смесей были выполнены с использованием различных дополнительных методов: измерения динамического и равновесного межфазного натяжения [2-4], эллипсометрии [5-7], поверхностного рассеяния света [8,9], дилатационной и сдвиговой реологии [10,11].

Адсорбция молекул на границах раздела в ориентированном направлении является одним из наиболее интересных и важных свойств поверхностно-активных веществ. Адсорбция изучалась в основном [12,13] для определения избыточной концентрации поверхностно-активного вещества на границе раздела, ориентации молекул на границе раздела, эффективности адсорбции и изменений энергии в системе, возникающих в результате адсорбции.

Белки представляют интерес для многих современных технологий, таких как биохимия, медицина, пищевая промышленность, фармацевтика и т.д. В течение многих лет проводились интенсивные исследования для лучшего понимания механизмов стабилизации пены и эмульсий белками, например, в работах [18-21].

Белки, как правило, адсорбируются на границах жидкости и хорошо известны как эффективные стабилизаторы пенопластов и эмульсий [14,15]. Многослойные капсулы образуются путем последующей послойной адсорбции пары противоположно заряженных полисахаридов (хитозан и альгинат) на капли масляной эмульсии при низкой ионной силе [16]. Образование М/В эмульсии, стабилизированной лецитином и первым адсорбированным слоем хитозана, осуществляется в соответствии с процедурой, предложенной Калво и соавторами [17].

Адсорбция белков на границах раздела жидкость/жидкость сильно зависит от состава водного раствора, то есть от массовой концентрации белка, pH и количества добавленной соли. При фиксированной концентрации белка кинетика адсорбции и адсорбированное количество белка зависят от pH и ионной силы раствора [18-21]. Повышенная ионная сила усиливает адсорбцию и приводит к увеличению поверхностного давления [22]. Влияние pH на свойства поверхностных слоев белка намного сложнее и требует систематических исследований, чтобы осветить эти эффекты.

Анализ существующего состояния научной литературы показал недостаточную глубину исследованности особенностей формирования межфазных адсорбционных слоев композиций

полиэлектролита с ПАВ на границе раздела фаз вода/масло для использования в микрокапсулировании.

В связи с этим, представлял интерес изучение динамических особенностей снижения межфазного натяжения синтетических и биосистем на границе с маслом.

2. Экспериментальная часть

2.1Материалы

В работе были использованы казеинат натрия, хитозан с молекулярным весом около 50,000-190,000 Da, беталактоглобулин с молекулярным весом около 18,363 Da, миглиол, тетрадекан. (Все *реагенты*, *использованные* в настоящем исследовании производства *фирмы* Sigma-Aldrich Co.).

2.3 Методы исследований

Значения динамического и равновесного межфазного натяжения белков были измерены методом тензометрии PAT-1 с помощью анализа формы капли (SINTERFACE Technologies, Берлин, Германия), как описано в [22].. Значения равновесного межфазного натяжения были получены после достаточно длительного времени адсорбции, чтобы усилить адсорбционное равновесие. Межфазное натяжение сверхчистой воды Milli-Q на границе с тетрадеканом составляло 52,2 мН/м при комнатной температуре (22°C). Во всех экспериментах на границе раздела вода / тетрадекан в стеклянной кювете, содержащей чистый тетрадекан, образовывалась капля водного раствора. Средняя площадь поверхности капли составляла около 20 мм^2.

3. Результаты и их обсуждение

Межфазное натяжение является одним из параметров, обеспечивающих устойчивость дисперсных систем. В связи с этим представлял интерес исследования белков на модельной границе раздела фаз.

Для выяснения особенностей формирования межфазных адсорбционных слоев казеината натрия, хитозана, беталактоглобулина были изучены кинетические зависимости снижения межфазного натяжения во времени.

Кинетика понижения межфазного натяжения казеината натрия представлена на рисунке 1.

Анализ кинетических зависимостей межфазного натяжения показывает, что для достижения предельных значений межфазного натяжения водных растворов дифильных полиэлектролитов требуется длительное время (несколько часов). Длительность снижения межфазного натяжения можно объяснить медленной диффузией макромолекулярного клубка к поверхности, конформационной перестройкой статических клубков макромолекул по поверхностной активности сегментов, что отражается на значении времени релаксации.

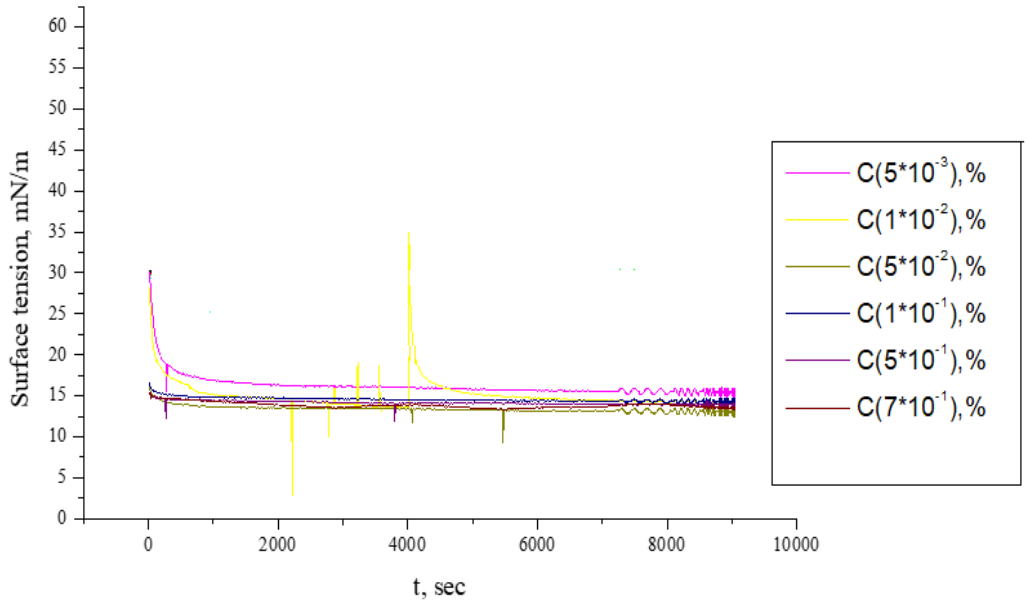


Рис. 1. Кинетика понижения межфазного натяжения казеината натрия

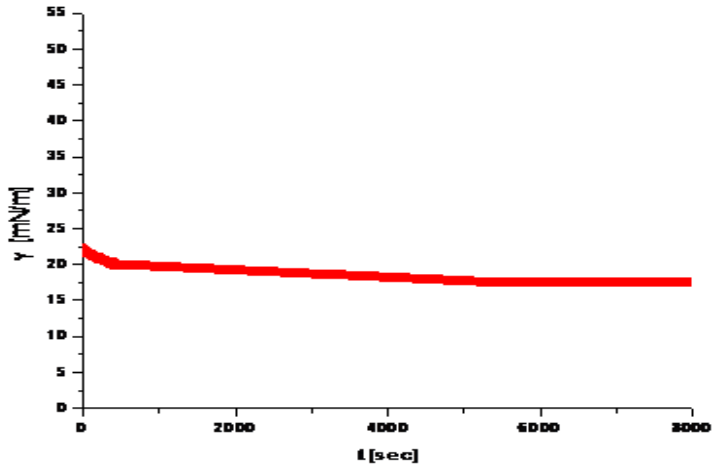


Рис. 2. Кинетика понижения межфазного натяжения хитозана (0,1%) на границе раздела вода/тетрадекан и на границе с миглиолом

С целью обсуждения кинетических кривых (рисунок 2-4) необходимо условно разделить их на две области, и принимая во внимание теорию адсорбции полимеров Зильберберга и Фриша-Симхи-Эйриха [39].

Значения скорости снижения σ на первом $V_1=-(\frac{d\sigma}{d\tau})$ и на втором участке V_2 кривых зависимости σ(τ) приведены в таблице 1.

Таблица 1. **Скорости понижения межфазного натяжения биосистем**

Биополимеров	V_1, $\frac{мН}{м \cdot С}$
Хитозан (0,1%)	0,5
Казеинат натрия	0,27

Количественная оценка показывает, небольшие значения скорости понижения межфазного натяжения растворов биополимеров V_1. Такая существенная замедленность снижения межфазного натяжения может быть связана с тем, что кинетика адсорбции на этом участке определяется скоростью дифференциации сегментов макромолекулы [40-41].

Для получения дополнительной информации о скорости понижения межфазного натяжения водных растворов полиэлектролитов кинетические зависимости межфазного натяжения обработаны с помощью уравнения, предложенного в [40-41]:

$$\lg [2{,}3 \lg \frac{\sigma_0 - \sigma_\infty}{\sigma_\tau - \sigma_\infty}] = \lg k + n \lg \tau \qquad (1)$$

где σ_τ- межфазное натяжение раствора в момент времени τ:

σ_∞ - равновесное межфазное натяжение:

σ_0- межфазное натяжение в момент времени τ=0:

k-константа скорости адсорбции:

n-безразмерная константа.

По величинам n можно судить о лимитирующей стадии адсорбции макромолекул: при n≈0,5 кинетика понижения межфазного натяжения определяется скоростью диффузии макромолекул из объема раствора к границе раздела фаз, а при n≈1,0 кинетика понижения межфазного натяжения контролируется конформационными перестройками макромолекул непосредственно в адсорбционном слое [42].

Путем построения зависимости lg [2,3lg $\frac{\sigma_0 - \sigma_\infty}{\sigma_\tau - \sigma_\infty}$] от lgτ были найдены константы k и n и рассчитаны времена релаксации адсорбционных слоев синтетических и биополимеров.

Таблица 2. **Кинетические показатели формирования адсорбционных слоев биосистем на межфазной границе вода/миглиол**

Параметры, объекты	Хитозан (0,1%)	Казеинат (10^{-2} %)
K	0,45	0,30
n	0,55	0,70
υ, мин	160	110

Из данных таблицы 2 следует, что лимитирующей стадией адсорбции макромолекулярных клубков биополимеров является их диффузия из объема раствора к межфазной границе.

Известно, что формирование адсорбционного слоя полимеров является длительным процессом [43-44]. Длительность снижения межфазного натяжения объясняется медленной диффузией макромолекулярного клубка к поверхности, а также конформационной перестройкой статистических клубков макромолекул по поверхностной активности сегментов, что отражается на значениях времени релаксации.

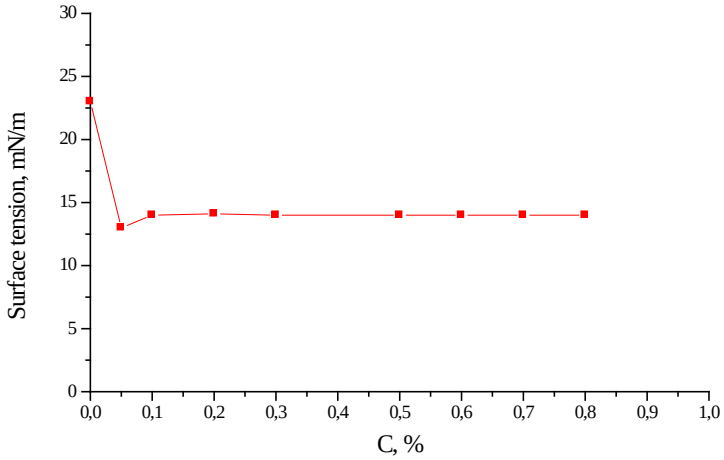


Рис. 3. Изотерма межфазного натяжения казеината натрия

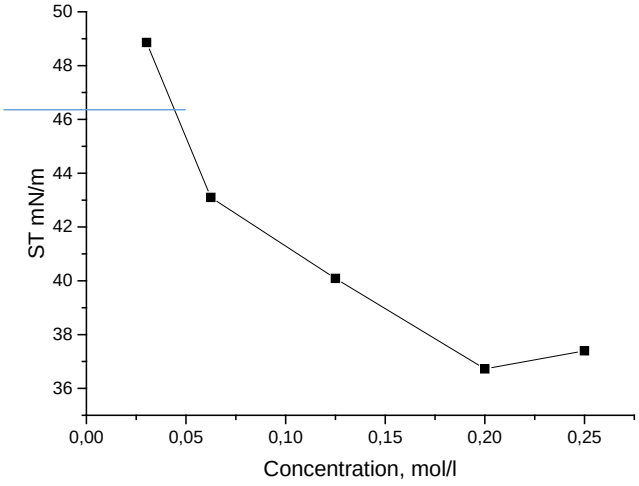


Рис. 4. Изотерма межфазного натяжения хитозана

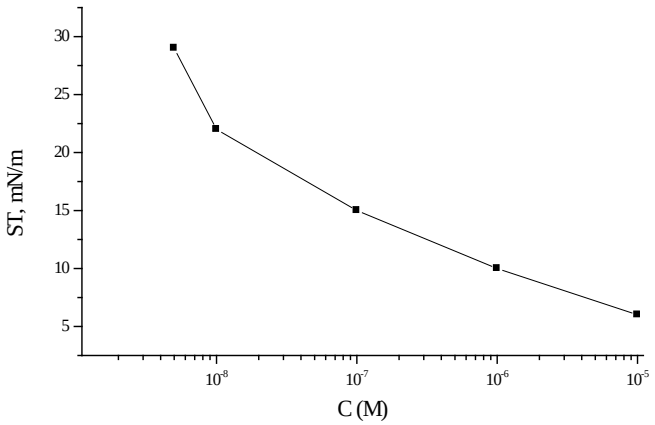


Рис. 5. Изотерма межфазного натяжения БЛГ при pH 5 награнице с миглиолом

Таблица 3. **Поверхностная активность G, адсорбция Г и параметры адсорбционных слоев биополимеров**

Система	G, мН·м^2/осн-моль	$\Gamma_{max}\cdot10^6$, осн-моль/м^2	$S_0\cdot10^{20}$, м^2
Хитозан	150	2,7	61
Казеинат натрия	166	2.4	69
Беталактоглобулин	500	7,8	21

Табличные данные показывают, что беталактоглобулин обладают более высокой поверхностной активностью. При этом посадочная площадь БЛГ меньше в 3 раза, по сравнению с другими биополимерами.

Заключение. С целью выявления коллоидно-химических параметров функциональных реагентов для получения эмульсий с использованием природных систем были исследованы особенности формирования смешанных адсорбционных слоев стабилизаторов эмульсий на жидких границах раздела фаз для использования в капсулирования. Изучена кинетика понижения межфазного натяжения, рассчитаны кинетические показатели формирования адсорбционных слоев.

Установлено, что лимитирующей стадией адсорбции макромолекулярных клубков биополимеров является их диффузия макромолекулярного клубка к поверхности, что отражается на значениях времени релаксации.

ЛИТЕРАТУРЫ

[1] Шарипова А.А. Межфазные наноструктурированные смешанные слои композиций поверхностно-активных веществ с полиэлектролитами и их применение для инкапсуляции. Диссертация на соискание доктора философии (2014).

[2] Miller R., Joos P., Fainerman V.B. Adv. Colloid Interface Sci. 49 (1994) 249-302.

[3] Mucic N., Javadi A., Kovalchuk N.M., Aksenenko E.V., Miller R. Adv. Colloid Interface Sci. 168 (2011) 167-178.

[4] Fainerman V.B., Lylyk S.V., Aksenenko E.V., Petkov J.T., Yorke J., Miller R. Colloid Surfaces A 354 (2010) 8-15.

[5] De Feijter J.A., Benjamins J., Veer F.A. Biopolymers 17 (1978) 1759.

[6] Motschmann H., Teppner R. Ellipsometry in Interfacial Science in “Novel Methods to study interfacial layers” D. Möbius and R. Miller, Studies in Interface Science, Vol. 11, Amsterdam, Elsevier, (2001).

[7] Day J.P.R., Pudney P.D.A., Bain C.D. Phys. Chem. Chem. Phys. 12 (2010) 4590-4599.

[8] Russev S.C., Arguirov T.Vl., Gurkov T.D. Colloids Surfaces B 19 (2000) 89-100.

[9] Langevin D. Light Scattering by Liquid Surfaces and Complimentary Techniques, Marcel Dekker (Eds.), New York, 1992.

[10] Vollhardt D., Czichocki G., Rudert R. Colloids Surfaces A, 76 (1993) 217.

[11] Martin A., Bos M., Stuart M.C., Vliet T., Langmuir 18 (2002) 1238-1243.

[12] Dickinson E. and Galazka Y. B. Emulsion stabilization by ionic and covalent complexes of β-lactoglobulin with polysaccharides. Food Hydrocolloids, 5 (1991) 281-296.

[13] Gochev G., Retzlaff I., Exerowa D. R. and Miller R. Electrostatic stabilization of foam films from β-lactoglobulin solutions. Colloids and Surfaces A, 460 (2014) 272–279.

[14] Dickinson E. and Galazka Y. B. Emulsion stabilization by ionic and covalent complexes of β-lactoglobulin with polysaccharides. Food Hydrocolloids, 5 (1991) 281-296.

[15] Gochev G., Retzlaff I., Exerowa D. R. and Miller R. Electrostatic stabilization of foam films from β-lactoglobulin solutions. Colloids and Surfaces A, 460 (2014) 272–279.

[16] Ogawa S., Decker E.A., McClements D.J., J. Agric. Food Chem., 52(11) (2004) 3595.

[17] Calvo P., Remunan-Lopez C., Vila-Jato J., Alonso M. Colloid Polym Sci., 275 (1997) 46.

[18] Brash J.L., Horbett Th., Norde W. (Eds). Proteins at Interfaces.III State of the Art. ACS Symp. Ser., Vol. 1120 (2012).

[19] Proteins in solutions and at interfaces: Methods and Applications in Biotechnology and Material Science, J.M. Ruso, A. Pineiro Eds. In: Surface and Interfacial Chemistry, P. Somasundaran, N. Garti, series Eds. John Wiley & Sons Inc., Hoboken, NJ, (2012).

[20] Noskov B.A. Protein conformational transitions at the liquid-gas interface as studied by dilational surface rheology. Adv. Colloid Interface Sci. 206 (2014) 222-238.

[21] Song K.B., Damodaran S. Influence of Electrostatic Forces on the Adsorption of Succinylated β-Lactoglobulin at the Air-Water Interface. Langmuir 7 (1991) 2737-2742.

[22] Wüstneck R., Fainerman V.B., Aksenenko E., Kotsmar Cs., Pradines V., Krägel J., Miller R. Surface dilatational behavior of β-casein at the solution/air interface at different pH values, Colloids Surfaces A 404 (2012) 17-24.

[23] Loglio G., Pandolfini P., Miller R., Makievski A.V., Ravera F., Ferrari M., Liggieri L. Novel methods to study interfacial layers in studies, in: D. Möbius, R. Miller (Eds.), Studies in Interface Science, vol. 11, Elsevier, Amsterdam, 2001, pp. 439.

С. Айдарова, А. Шарипова, А. Исаева, Д. Султанбеккызы, М. Исахов, А.Бабаев

Натрий казеинаты мен хитозанның маймен шекарасында фазаралық керілуінің динамикалық ерекшеліктерін зерттеу

Түйіндеме. Жұмыста тензиометрия әдісі (PAT-1) арқылы натрий казеинаты мен хитозанның май шекарасында фазаралық керілуінің төмендеуінің динамикалық ерекшеліктерін зерттеу қарастырылды. Эмульсияларды тұрақтандырғыштардың аралас адсорбциялық қабаттың сұйық фазалар бөліну шекарасында түзілу ерекшеліктері зерттелді. Фазааралық керілудің төмендеу кинетикасы зерттелді, адсорбциялық қабаттардың түзілуінің кинетикалық көрсеткіштері есептелді. Фазааралық керілудің төмендеу ұзақтығы макромолекулалық шиеленістің беткі қабатта баяу диффузясымен түсіндірілді.

Кілт сөздер: эмульсия, микро- және наноконтейнерлер, қосарлы эмульсиялар, эмульгирлеу

S. Aidarova, A. Sharipova, A.Issayeva, D. Sultanbekkyzy, M. Isakhov, A. Babaev

Study of dynamic characteristics of the interfacial tension of sodium caseinate and chitosan at the interface with oil

Annotation. In this paper, it was investigated the dynamic characteristics of the reduction in the interfacial tension of sodium caseinate and chitosan at the interface with oil by the method of tensiometry (PAT-1).

The features of the formation of mixed adsorption layers of emulsion stabilizers at liquid interfaces for use in encapsulation are investigated. The kinetics of lowering of the interfacial tension was studied, and the kinetic parameters of the formation of adsorption layers were calculated. It was established that the duration of the interfacial tension decrease was explained by slow diffusion of the macromolecular coil to the surface, conformational rearrangement of the static coils of macromolecules of the surface activity of the segments, which is reflected in the relaxation time value.

Key words: emulsion, micro- and nanocontainers, emulsification, double emulsions

УДК 62.99.29

A. Kanayev, K. Baimyrzayev, Z. Kanayeva, Zh. Sartbaeva
(Research institute of biotechnology problems, Zhetysu University, Taldykorgan, Kazakhstan.
E-mail: sartbaeva98@list.ru)

BACTERIAL AND CHEMICAL LEACHING OF GOLD-BEARING ORE FROM THE SHOKPAR DEPOSIT BY *ACIDITHIOBACILLUS FERROOXIDANS* CULTURE

Annotation. The periodic mode of bacterial-chemical leaching of gold-bearing ore from the Shokpar Deposit using the *A. ferrooxidans* culture was studied under laboratory conditions. Have been performed previous steps prior to the leaching process, such as culturing of *Acid.ferrooxidans* microorganisms, granulometric analysis of ore composition from the Shokpar Deposit. During 13 days of the oxidation process and when setting the optimal temperature and humidity, it was possible to achieve the actual value according to the test results - 0.116 mg/l gold.

Key words: bacterial-chemical leaching, genus *Acidithiobacillus*, Shokpar deposit, agitation leaching.

А.Т. Канаев, К.М. Баймырзаев, З.К.Канаева, Ж.Б.Сартбаева
(Биотехнология мәселелері ғылыми-зерттеу институты, І.Жансүгіров атындағы Жетісу университеті, Талдықорған, Қазақстан. E-mail: sartbaeva98@list.ru)

БАКТЕРИАЛЬНО-ХИМИЧЕСКОЕ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЕ ЗОЛОТОНОСНОЙ РУДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ШОКПАР КУЛЬТУРОЙ ACIDITIOBACILLUS FERROOXIDANS

Аннотация. В лабораторных условиях исследован периодический режим бактериально-химического выщелачивания золотоносный руды месторождения Шокпар с использованием культуры *A.ferrooxidans*. Проведены предшествующие этапы до процесса выщелачивания, такие как культирование микроорганизмов *Acid.ferrooxidans*, гранулометрический анализ состав руды с месторождения «Шокпар». За 13 суток окислительного процесса и при установке оптимальной температуры и влажности удалось достичь фактического значения по результатам испытаний - 0,116 мг/л золото.

Ключевые слова: бактериально-химическое выщелачивание, род *Acidithiobacillus*, месторождение Шокпар, агитационное выщелачивание.

С развитием экономики высокосортные золотые руды практически перерабатываются, низкосортные золотые руды и концентраты становятся основными ресурсами золота. Но при восстановлении золото из низко качественных руд использовать обычным методом очень дорога из-за высоких затрат энергии и высокого капитала. Еще одной серьезной проблемой являются экологические издержки из-за высокого уровня загрязнения от этих технологий. Природоохранный стандарт продолжают застывать, особенно в отношении токсичных отходов, поэтому затраты для обеспечения охраны окружающей среды будет продолжать расти. Для решений таких задач бактериально-химическое выщелачивание по сравнению с пирометаллургией или химической металлургией предлагает экономическую альтернативу для горнодобывающей промышленности, в то время когда истощаются высокосортные минеральные ресурсы. Биологические процессы осуществляются в мягких условиях, как правило, без добавления ядохимикатов в то же время является одной из передовых технологий переработки руд, который имеет ряд преимуществ такие как: малоотходность, экологическую чистоту, а также простоту в применении [1,2]. В практике биовыщелачивания используют различные микроорганизмы в зависимости от поставленных целей. Наибольшей популярностью пользуются ацидофильные тионовые бактерии из рода *Acidithiobacillus ferrooxidans* [3,4]. Для продуктивности в биовыщелачивание необходимо установить и контролировать такие параметры, как выбор высокоактивных культур микроорганизмов, температура, доступный объем кислорода, соленость, углекислый газ и окисленность железа как питательной среды и схема переработки минерального сырья [5,6].

Целью работы определить содержание золота в золотосодержащих рудах с месторождения «Шокпар» методом бактериально-химического выщелачивания в лабораторных условиях.

Объекты и методы исследований. Объектом исследования является золотоносная руда с месторождения «Шокпар», которая по географическому расположению находится, на территории Кордайского района Жамбылской области (рис.1).

Для накопления биомассы в растворе в качестве исходного посевного инокулята применяли ацидофильные тионовые бактерии из рода *Acidithiobacillus ferrooxidans*. Данную культуру бактерий выращивали в среде 9К Сильвермана и Лундгрена следующего состава (г/л): $(NH_4)_2SO_4$– 2,0; K_2HPO_4 – 1,0; $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ – 0,5; NaCl – 0,2; $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ – 44,2; Кислотность среды pH 1,0 доводили до с серной кислотой[7,15]. О развитии роста культуры *Acid.ferrooxidans* судили по появлению бурой окраски среды, вызванной образованием трехвалентного железа в бактериальном растворе. Количество Fe^{2+} и Fe^{3+} определяли методом комплексонометрией, в качестве титранта использовалось трилон-Б [2,8].



Рис. 1. Географическое расположение месторождения «Шокпар»

Результаты исследования и их обсуждение. При изучении минерального состава была выявлена, что данное месторождение включает в себя 4 типов рудных образований: медно-колчеданный; золото-сульфидно-кварцевый; золото-полиметаллический на карбонат-кварцевой основе; серебряно-полиметаллический на барит-кварц-кальцитовой основе [9,10]. По геологическим особенностям рудных тел месторождение относится к третьей группе сложности для геологоразведочных работ. Прогнозные ресурсы от 280 до 450 м – 15 000 кг золота. Проведены оценённые, но не прошедшие апробацию в ГКЗ РК суммарные запасы по семи рудным зонам до глубины 280 м по всем категориям [11,12] (табл. 1).

Таблица 1. **Запасы золота и серебра месторождение Шокпар**

Категория запасов	Содержание, г/т		Количество руды, тыс.т	Запасы, кг	
	Золота	Серебра		Золота	Серебра
C_1	5,8	30,1	423,8	2458	12798
C_2	7,8	49,1	2091	16308	103251
C_1+C_2	7,4	46,1	2514,8	18766	116049

При изучении вещественного состава и подготовки сырья для дальнейшего исследования технологии биовыщелачивания имеет значение измельченность руды. Поэтому проведен гранулометрический анализ состава руды месторождения «Шокпар». Определение размера измельченности руды проведен методом ситового анализа, который производился на контрольном сите *У1-ЕСЛ-К* в соответствии международным стандартам ISO и DIN [13]. Для анализа была использована руда в количестве 1000 г. Проведенный анализ показывает на то, что, материал характеризуется равномерным распределением зерен по классам крупности (рис. 2).

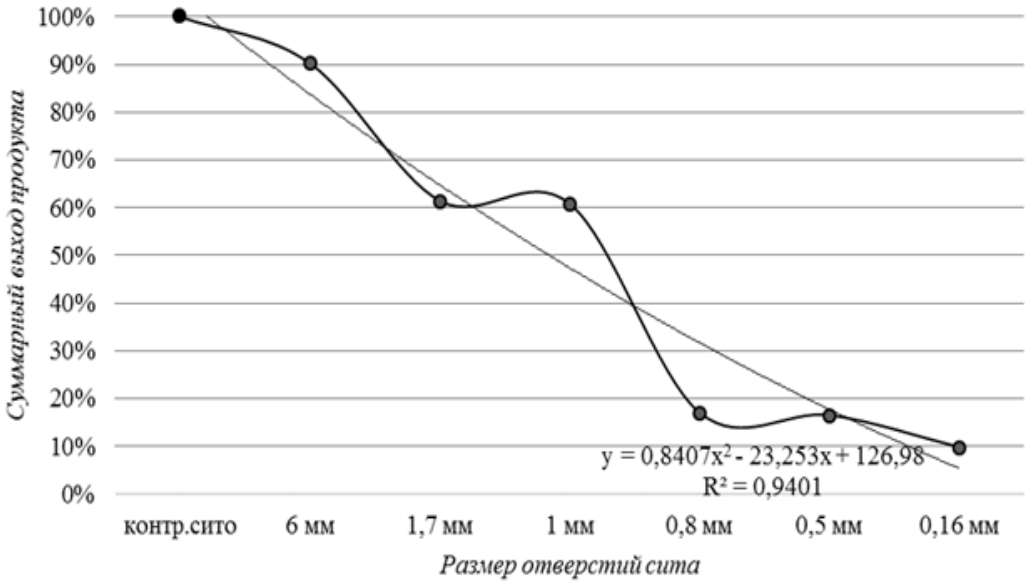


Рис. 2. Характеристика крупности исследованной руды

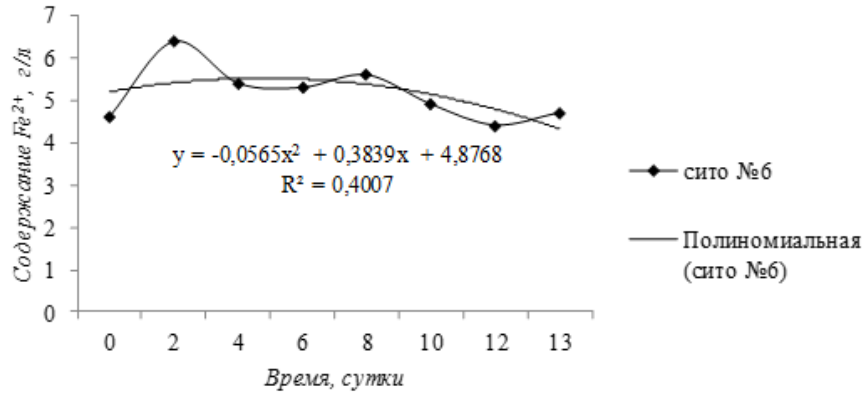
Следующим этапом работы было агитационное выщелачивание с применением измельченный руды. Для опыта нами была выбрана руда с ячеек ситы размером 0,5мм. Исходную руду при добавлении в раствор измельчали с помощью ступки. Опыт проводили с агитационным цифровым орбитальным шейкером GS-10 (Китай) с мощностью оборотов 180 об/мин (рис.3). Для опыта была взята руда в размере 5 г., 10 г. и 20г. Рабочий объем пульпы составлял 150мл. состав которого состоит из активной культуры *Acid.ferrooxidans*. Соответственно использовали следующие концентрации золотосодержащей руды месторождения Шокпар: Т:Ж=1:30, 1:15, 1:7,5. Для проведения биовыщелачивания использовались колбы Эрленмейера.



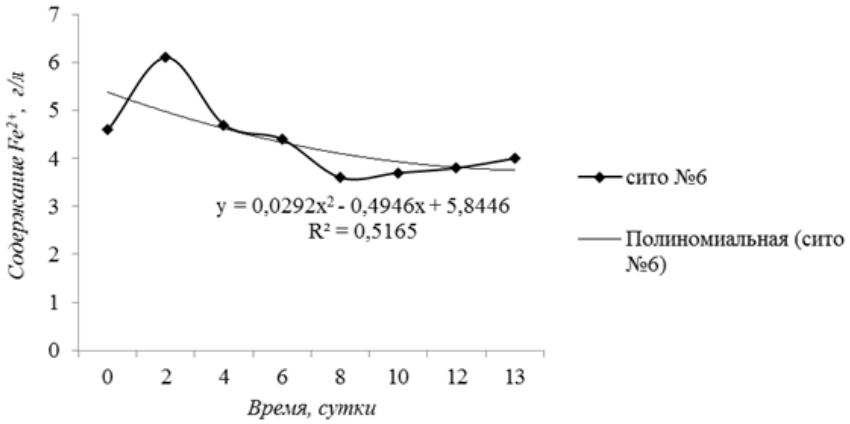
Рис. 3. Цифровой орбитальный шейкер GS-10 (КНР)

Скорость оборота шейкера составляла 180 об/мин., с продолжительностью один час. Температурный режим поддерживали, на уровне 27±2°С. Общая продолжительность технологии бактериально-химического выщелачивания длилось на 13 суток. Fe^{+2} и Fe^{+3} определяли с помощью комплексометрического титрования, в качестве титранта применяли раствор трилона Б [14]. Содержание Fe^{2+} (месторождение Шокпар) показано сравнительно в разных соотношениях (рис.4). Содержание железа в растворах варьировало в диапазоне 0,9-7 г/л.

Сравнение образца (сито №6, размер ячеек 0,5мм) взятое в соотношении 1:30



Сравнение образца (сито №6, размер ячеек 0,5мм) взятое в соотношении 1:15



Сравнение образца (сито №6, размер ячеек 0,5мм) взятое в соотношении 1:7,5

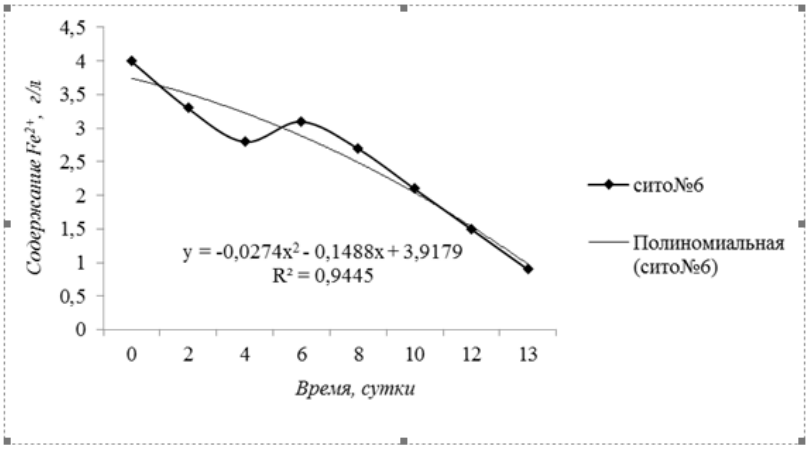


Рис. 4. Сравнительное содержание Fe^{2+} в разных соотношениях

Данные по графику показывает, что при бактериальном выщелачивание соотношение тяжелый к жидкому имеет особую роль. Так как, по образцу в соотношении 1:30 окислительный процесс *Acid.ferrooxidans* в пульпе варьировало в диапазоне от 6,5 до 4,0 г/л Fe^{+2} . В соотношении 1:15 окисление Fe^{2+} составило 6,2-3,8 г/л. В соотношении 1:7,5 количество Fe^{+2} в пульпе составило 4,0-0,9 г/л.

По завершению опыта для определения содержания золота в кеке измеряли концентрацию золота в атомно – эмиссионным спектрометре. Фактическое значения по результатам испытаний составило - 0,116 мг/л (табл. 2). Испытание проводили при условиях температуры t=23^{O}C и относительной влажности - 63%.

Таблица 2. **Фактическое значения по результатам испытаний в разных соотношениях Т:Ж**

Наименование определяемых характеристик, единицы измерений. Массовая доля Au, мг/л	Норма по НД	Фактические значения по результатам испытаний	max-min	M ± m
Шокпар 1:5	-	0,088	0,090-0,085	0,0877±0,002
Шокпар 1:10	-	0,083	0,087-0,079	0,0830±0,003
Шокпар 1:20	-	0,116	0,125-0,113	0,1180±0,005

Выводы. По экспериментам агитационного бактериально-химического выщелачивания золотоносной руды месторождения Шокпар в периодическом режиме в лабораторных условиях получены следующие данные: окисления железа зависит от соотношения Т:Ж (тяжелый к жидкому) и все опыты дают положительный результат при оптимальной температуре. Фактическое соотношения по результатам испытаний составило - 0,116 мг/л золото.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Канаев А.Т., Баймырзаев К.М., Семенченко Г.В., Канаева З.К., Советова Н.Ж., Токпаев К.М., Шемшеева Ж.Б., Умирбекова Ж.Т., Аманбаева У.И. Укрупненно-лабораторное бактериально-химическое выщелачивание золота из руды месторождения Бакырчик // Успехи современного естествознания. – 2017. – № 3. – С. 14-19;

[2] Zheng, Huijie. Oxidation of Fe2+ by immobilized Thiobacillus ferrooxidans inpackedbed bioreactor / Huijie Zhen5g, Xun Chen, Jinshen Di // Petrochemical Technology. – 2008. – Vol.37., – №6. – P.628–632

[3] Канаев А.Т., СеменченкоГ.В., Канаева З.К., Маденова П.С. Проведение первичной идентификации выделенных штаммов хемолитотрофных бактерий // Журнал "Современные наукоёмкие технологии"// №12 (часть 2) – 2014г. РФ, Москва (РИНЦ 0,761)

[4] Petersen J. Heap leaching as a key technology for recovery of values from low-grade ores – A brief overview. Hydrometallurgy. – 2016. – V. 165. – P. 206–212.

[5] A. Kanayev., K. Baymyrzayev., Z. Kanayeva., K. Valiev., K. Tokpayev. Features of physıco-chemıcal and x-ray structure of uranıum-contaınıng ore heap leachıng field «Vostok». 19th International Multidisciplinary Scientific GeoConference and EXPO S G E M . - 2 0 1 9.

[6] Т.С.Хайнасова Бактериально-химическое выщелачивание сульфидной кобальт-медно-никелевой руды в лабораторных условиях с использованием посевной культуры микроорганизмов // Вестник ДВО РАН. 2014.

[7] Канаев А.Т., Канаева З.К., Семенченко Г.В. Микробоценозы золото-мышьяко-вистого месторождения Бакирчик и их роль в окислительно-восстановительном процессе// Вестник КазНУ им.аль-Фараби, сер. Экологическая// – 2014 г. – С.42

[8] Ю.Н.Гилёв, Е. П. Мамонов (ТОО «Геолог-А») геология, металлогения, прогнозы золотосульфиднокварцевого жильного оруденения шокпар-каратасской рудной зоны в горах Кендыктас // Геология и охрана недр- № 3 (40). – 2011. - С. 20-27

[9] Ю.П.Трухин, Т.С.Хайнасова, О.О.Левенец Разработка технологии бактериально-химического выщелачивания сульфидной кобальт-медно-никелевой руды // Вестник ДВО РАН. 2011. № 4 – С.82-89

[10] Разведка золота на месторождениях Шокпар и Гагаринское в Жамбылской области [Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL: http://tks.kz/investmentprojects/razvedka-zolota-na-mestorozhdeniyah-shokpar-i-gagarinskoe-v-zhambylskoj-oblasti/

[11] «Тау-Кен Самрук» отчуждает ТОО «Шокпар-Гагаринское» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL: https://forbes.kz/process/tau-ken_samruk_otchujdaet_too_shokpargagarinskoe/?utm_campaign=165212&utm_medium=mlt_articles&utm_source=forbes

[12] Булаев А.Г., Першина Е.В., Украинцев И.В. Состояние развития современных биогидрометаллургических технологий и перспективы их использования в России. // Цветные металлы. – 2016. – № 10 (886). – С. 29–35.

[13] Диппель Т.А., Канаев А.Т., Токпаев К.М., Талгарбаева Г.М. Распределение золотоносной руды по классам крупности с применением гранулометрического анализа// Сборник научных материалов ,16-18 октября 2019 г. Черно-головка – 2019-С 208-209

[14] Канаев А.Т., Сартбаева Ж.Б. Определение гранулометрического состава руды с месторождения Шокпар методом ситового анализа// Фундаментальные и прикладные научные исследования: актуальные

вопросы, достижения и инновации: сборник статей XXXVII Международной научно-практической конференции. –Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». –2020. – С. 24-29

[15] Канаев А.Т., Канаева З.К. Изучение микробоценозов хемолитотрофных бактерий растворов подземного выщелачивания урана месторождений «Канжуган» // Успехи современного естествознания. – 2013. – № 6. – С. 92-97; URL: http://www.natural-sciences.ru/ru/article/view?id=32489 (дата обращения: 02.10.2020).

Қанаев Ә.Т., Баймырзаев Қ.М., Қанаева З.Қ., Сартбаева Ж.Б

Шоқпар кен орнының алтынды кенін *Acidithiobacillus ferrooxidans* культурасымен бактериялды-химиялық шаймалау

Түйіндеме. Зертханалық жағдайда A. ferrooxidans культурасын қолдана отырып, Шоқпар кен орнындағы құрамында алтын бар кендерді бактериялды-химиялық сілтісіздендірудің режимі зерттелді. *Acidithiobacillus ferrooxidans* микроағзасын өсіру, Шокпар кен орынынан алынған алтынды кенінің гранулометриялық талдауы секілді биошаймалау процесіне дейінгі алғы зерттеулер орындалды. Зертханалық жағдайда агитациялық шаймалау процесі жүргізілді, тотығу-тотықсыздану процесіне оңтайлы температура мен ылғалдылықты орната отырып, 13 күннің ішінде сынақ нәтижесінде 0,116 мг/л алтынның нақты мәніне қол жеткізілді.

Түйін сөздер: бактериалды-химиялық шаймалау, *Acidithiobacillus* туысы, Шоқпар кен орны, агитациялық шаймалау.

Kanaev A. T., Baimyrzayev K. M., Kanaeva Z. K., Sartbayeva Zh. B

Bacterial and chemical leaching of gold-bearing ore from the Shokpar deposit by *Acidithiobacillus ferrooxidans* culture

Summary. The periodic mode of bacterial-chemical leaching of gold-bearing ores from the Shokpar deposit using the *A. ferrooxidans* culture was studied in laboratory conditions. Preliminary stages before bioleaching were performed, such as culturing of *Acidithiobacillus ferrooxidans* microorganisms, and granulometric analysis of gold ore from the Shokpar Deposit. Agitation leaching was carried out in laboratory conditions, and as a result of testing, the actual gold value of 0.116 mg/l was reached within 13 days, with the optimal temperature and humidity being established in the redox process.

Key words: bacterial-chemical leaching, genus *Acidithiobacillus*, Shokpar deposit, agitation leaching.

ӘОЖ 669.15-198

B.S. Kelamanov, A.M. Abdirashit, M.G. Sultanov, B.M. Orynbaev,N.I. Amankeldi
(Aktobe Regional State University named after K. Zhubanov, Aktobe, Kazakhstan
e-mail: Kelamanov-b@mail.ru)

MODELING AND ANALYSIS OF THERMODYNAMIC PROCESSES IN Fe-V-Si AND V-Si-Al SYSTEMS

Abstract. The article deals with the research and implementation of thermodynamic calculations using the complex program «Triangle» for the triple system Fe-V-Si and V-Si-Al. By the results the main phases a investigated that occur. In addition, the possibility of creating a real material equilibrium of melting and thermodynamic regulation of the alloy composition was considered.

Key words: thermodynamic, phase, system, temperature, diagram, connection.

Б.С. Келаманов, А.М. Әбдірашит, М.Ғ. Сұлтанов, Б.М. Орынбаев, Н.І. Аманкелді
(Қ.Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік мемлекеттік университеті, Ақтөбе, Қазақстан)

Fe-V-Si ЖӘНЕ V-Si-Al ЖҮЙЕЛЕРІНДЕГІ ТЕРМОДИНАМИКАЛЫҚ ҮРДІСТЕРДІ МОДЕЛЬДЕУ ЖӘНЕ ТАЛДАУ

Аңдатпа. Мақалада Fe-V-Si және V-Si-Al үштік жүйеге арналған «Triangle» кешенді бағдарламасын қолдану арқылы термодинамикалық есептеулерді жүргізу және зерттеу сұрақтары қарастырылған. Алынған нәтижелер бойынша темір-ванадий қорытпаларында пайда болатын негізгі фазалар және олардың температураға байланысты өзгерістері зерттелді. Сонымен қатар, балқытудың нақты материалдық тепе-теңдігін жасау және қорытпаның құрамын термодинамикалық реттеу мүмкіндігі қарастырылды.

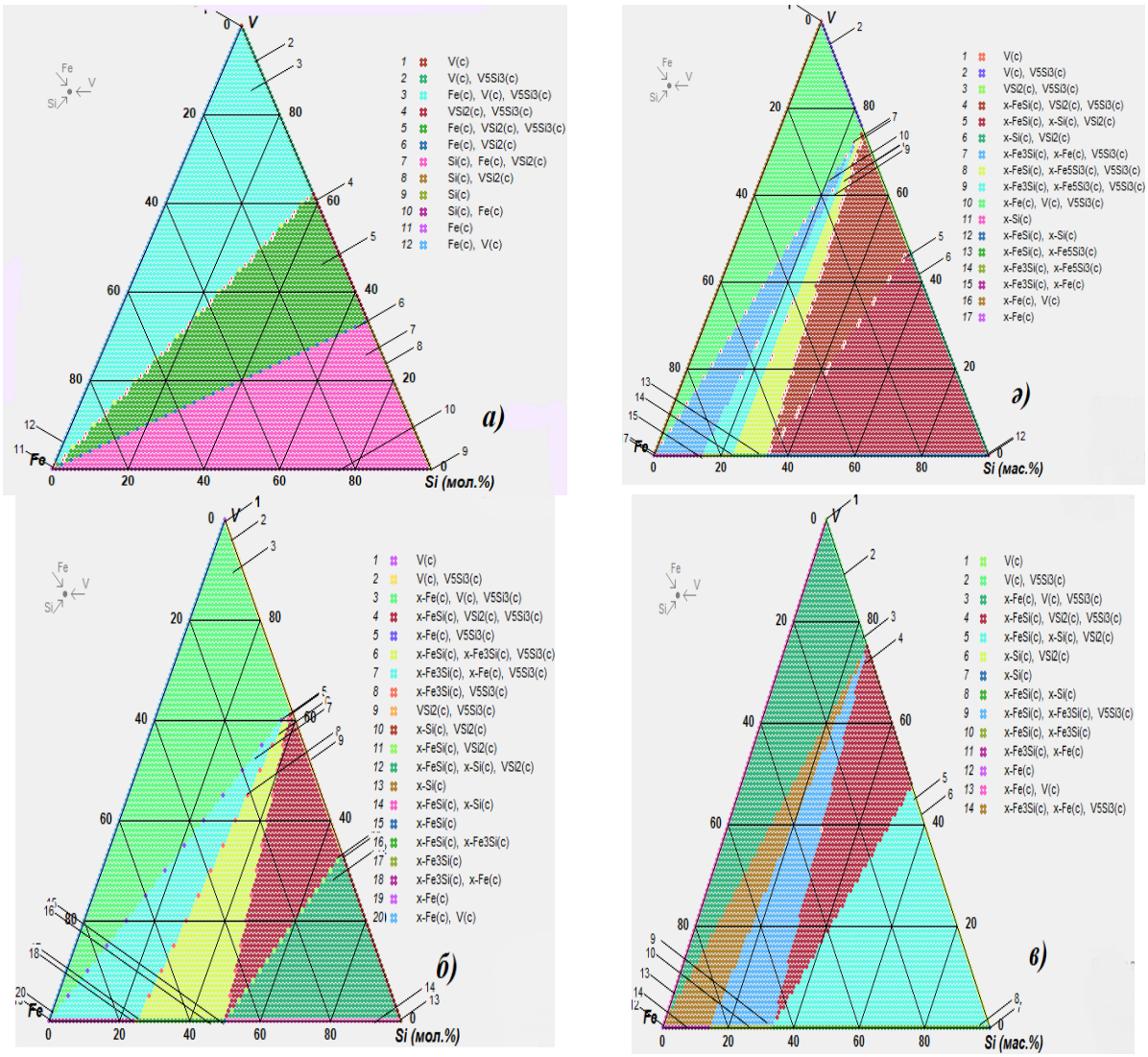
Кілт сөздер: термодинамика, фаза, жүйе, температура, диаграмма, қосылыстар.

Кіріспе. Металлургияның іргелі және қолданбалы зерттеулерінде температураға және қысымға байланысты пирометаллургиялық өңдеуге ұшыраған шикізат түрлерінің жай-күйін зерттеу ерекше орын алады. Күрделі көп компонентті жүйелердегі үрдістерді классикалық термодинамикалық зерттеу кезінде өте үлкен және күрделі математикалық есептерді қолдануды талап етеді. Сондай-ақ, тәуелсіз реакциялардың көп санының термодинамикалық параметрлерін анықтау қажеттілігімен байланысты болып келеді. Гиббс еркін энергиясы реакцияларының өзгеруін анықтау үшін қажетті заттардың барлық қасиеттері туралы деректер шектеулі, мұндай жағдайлар көп компонентті жүйелердің термодинамикалық талдау мүмкіндігін мүлдем жоққа шығарады. Сонымен қатар, үрдістің аралық сатыларының ерекшеліктерін ескермейді, өйткені үрдістің кіріс және шығыс параметрлерімен ғана жұмыс істейді [1].

Әдістер. Мақалада «Terra» кешенді бағдарламасының көмегімен Fe-V-Si-Al төрт компонентті жүйені құрайтын, әрбір жеке Fe-V-Si және V-Si-Al жүйелеріне термодинамикалық талдау жүргізілді. «Terra» кешенді бағдарламасында «Triangle» интерфейсі қарастырылған және оның көмегімен бір циклда конденсацияланған барлық фазалық кешенді құруға болады. «Triangle» бағдарламасы концентрациялық үшбұрыштың 100 нүктелері (құрамы) үшін тепе-теңдік шоғырлануды есептейді сондай-ақ, фазалық аймақтағы фазалардың мазмұнына сәйкес әртүрлі түстерге автоматты түрде бояйды [2-4]. «Triangle» кешенді бағдарламасы үш фазалы диаграммаларды құру үрдісін жеңілдетуге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, тепе-теңдік фазалық құрамын есептеу үшін екі режимде жүргізуге болады. Яғни, біріншіден изотермиялық жағдай үшін, жүйенің тепе-теңдігі температурасы (Т, К) және қысым (р, МПа) мәндерімен орнатылған кезде. Ал екіншіден есептеудің әр нүктесінде қысым (р, МПа) және энтальпия (бастапқы материалдардың қалыптасу энтальпиясы) (I, кДж/кг) мәндерімен көрсетілген адиабатикалық тепе-теңдік өзгерісі (жану) жағдайлары үшін.

Талқылау. Есептеу барысында кез-келген көп компонентті жүйелердің Fe-V-Si-Al диаграммасының фазалық құрамын анықтау үшін графикалық әдіс қолданылуы мүмкін. Осы тетраэдрде координат торларын қолданған кезде фазалық құрамды анықтауға болады. Мұндай есептеулер кезінде математикалық әдістер де ұсынылады. Олар графикалық тәсілді қолдану мүмкін болмаған жағдайда, 5 және одан да көп компоненттік жүйелер үшін жалғыз ғана мүмкіндік болып табылады. Диаграмманы құру осы режимде температура арқылы анықталатын шама болып табылады. «Triangle» бағдарламасының көмегімен 1273, 1473, 1673 және 1873К температураға тең болатын Fe-V-Si және V-Si-Al үш фазалық жүйелерінің диаграммалары тұрғызылды. Диаграмманы құру осы режимдегі температуралардың шамасына байланысты болып табылады. Нәтижелер 1-ші суретте келтірілген.

«Triangle» кешенді бағдарламасын қолдана отырып 1273К температурада пайда болатын қосылыстардан тұратын үштік жүйенің фазалық диаграммасы тұрғызылды. Нәтижесінде Fe-V-Si үштік жүйесі 40% $Fe_{(c)}$, $V_{(c)}$, $V_5Si_{3(c)}$, 28% $Si_{(c)}$, $Fe_{(c)}$, $VSi_{2(c)}$, 23% $Fe_{(c)}$, $VSi_{2(c)}$, $V_5Si_{3(c)}$ қосылыстарынан тұратыны белгілі болды, ал қалған аз мөлшерде пайда болған қосылыстар жиынтығы Fe-V-Si жүйесінің 9% мөлшерін құрады (сурет 1(а)). Зерттеу температурасы 1473К-ге тең болатын үштік жүйенің фазалық диаграммасы (сурет 1(ә)) нәтижесінде Fe-V-Si үштік жүйесі 28% $FeSi_{(c)}$, $Si_{(c)}$, $VSi_{2(c)}$, 20% $Fe_{(c)}$, $V_{(c)}$, $V_5Si_{3(c)}$, 20% $FeSi_{(c)}$, $VSi_{2(c)}$, $V_5Si_{3(c)}$, 8% $Fe_3Si_{(c)}$, $Fe_{(c)}$, $V_5Si_{3(c)}$, 8% $FeSi_{(c)}$, $Fe_3Si_{3(c)}$, 5% $Fe_3Si_{(c)}$, $Fe_5Si_{3(c)}$, $V_5Si_{3(c)}$ қосылыстарынан пайда болатыны анықталып, ал қалған аз мөлшердегі қосылыстар жиынтығы Fe-V-Si үштік жүйесінің 11% мөлшерімен шектелді. Термадинамикалық жүйені талдау нәтижесінде зерттеу температурасы 1673К-ге тең Fe-V-Si үштік жүйесі 35% $Fe_{(c)}$,$V_{(c)}$,$V_5Si_{3(c)}$, 17% $FeSi_{(c)}$, VSi_2, $V_5Si_{3(c)}$, 15% $FeSi_{(c)}$, $Si_{(c)}$, $VSi_{2(c)}$, 10% $FeSi_{(c)}$, $Fe_3Si_{(c)}$, $V_5Si_{3(c)}$, 8% $Fe_3Si_{(c)}$, $Fe_{(c)}$,$V_5Si_{3(c)}$ қосылысынан тұрады, ал қалған аз мөлшердегі қосылыстар жиынтығы Fe-V-Si үштік жүйесінің 15%-н құрады (сурет 1 (б)).



1-сурет. Әртүрлі температурадағы Fe-V-Si үштік жүйесінің фазалық құрамының диаграммасы: 1273К(*а*), 1473К(*ә*), 1673К(*б*), 1873К(*в*)

Салыстыру мақсатында жоғары температура аймағында жүргізілген, яғни, 1873К температура кезінде Fe-V-Si үштік жүйесі келесідей түрде болады: 31% $FeSi_{(c)}$, $Si_{(c)}$, $VSi_{2(c)}$, 20% $Fe_{(c)}$, $V_{(c)}$,$V_5Si_{3(c)}$, 20% $FeSi_{(c)}$, $VSi_{2(c)}$, $V_5Si_{3(c)}$, 12% $FeSi_{(c)}$, $Fe_3Si_{(c)}$, $V_5Si_{3(c)}$, 8% $Fe_3Si_{(c)}$, $Fe_{(c)}$, $V_5Si_{3(c)}$, ал қалған аз мөлшердегі қосылыстар жиынтығы Fe-V-Si үштік жүйесінің 9% мөлшерін құрады (сурет 1(в)). «Triangle» кешенді бағдарламасын қолдана отырып келесі үштік жүйе (V-Si-Al) зерттелді. 1273К температурада зерттелетін үштік жүйенің фазалық диаграммасы келесідей нәтижелер көрсетті: аталған жүйеде 13 қосылыс пайда болды және V-Si-Al үштік жүйесі 40% $Si_{(c)}$, $Al_{(c)}$, $VSi_{2(c)}$, 30% $Al_{(c)}$, $V_{(c)}$, $V_5Si_{3(c)}$, 20% $Al_{(c)}$, $VSi_{2(c)}$, $V_5Si_{3(c)}$ қосылыстан тұратыны анықталды, ал қалған аз мөлшердегі қосылыстар жиынтығы V-Si-Al үштік жүйенің 10% мөлшерін құрады (сурет 2(а)).

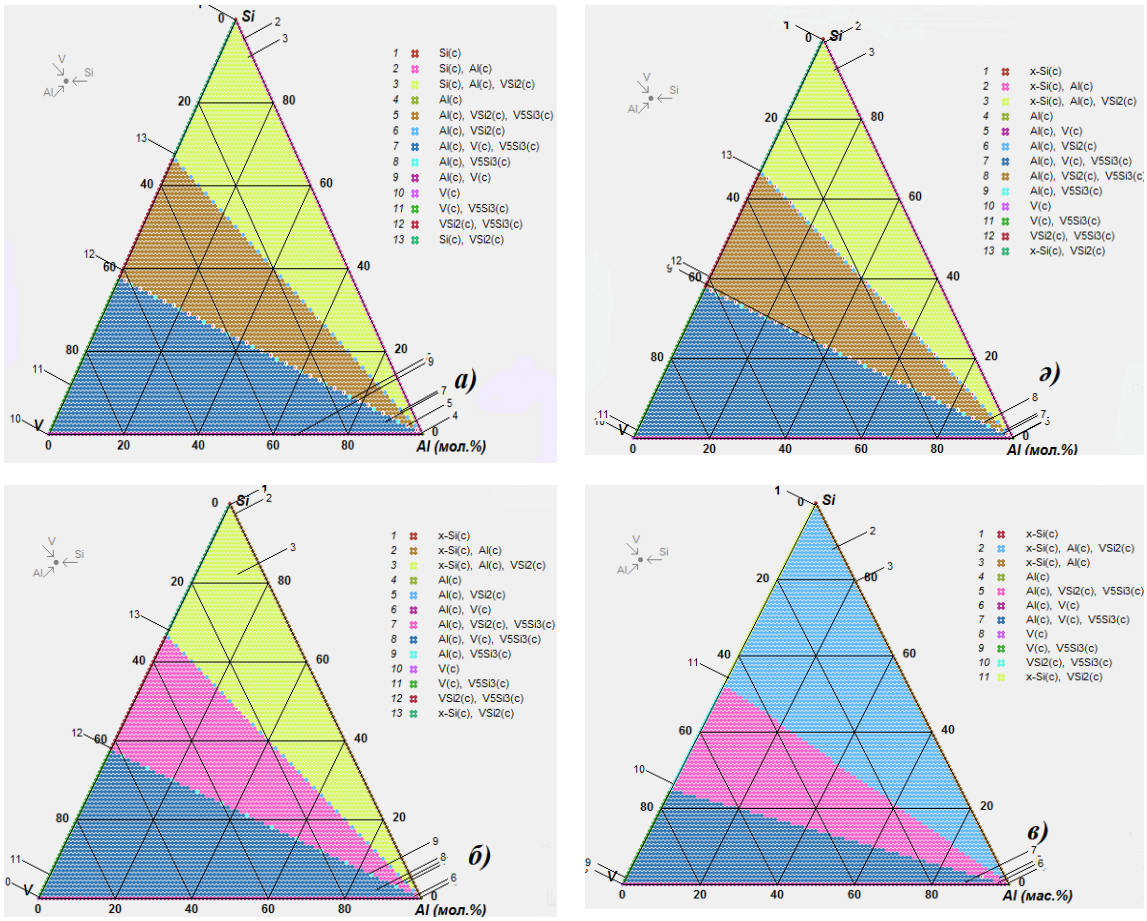
Зерттелетін 1473К температурадағы V-Si-Al үштік жүйесі 40% $Si_{(c)}$, $Al_{(c)}$, $VSi_{2(c)}$, 30% $Al_{(c)}$, $V_{(c)}$, $V_5Si_{3(c)}$, 20% $Al_{(c)}$, $VSi_{2(c)}$, $V_5Si_{3(c)}$ қосылыстарынан тұрса, қалған аз мөлшердегі қосылыстар жиынтығы V-Si-Al үштік жүйесінің 10%-н құрады (сурет 2(ә)). 1673К зерттеу температурасындағы V-Si-Al үштік жүйесін 40% $Si_{(c)}$, $Al_{(c)}$, $VSi_{2(c)}$, 20% $Al_{(c)}$, $VSi_{2(c)}$, $V_5Si_{3(c)}$, 30% $Al_{(c)}$, $V_{(c)}$, $V_5Si_{3(c)}$ қосылыстары құрайды, ал қалған қосылыстар V-Si-Al үштік жүйесінің 10%-мен шектеледі (сурет 2(б)). Температура жоғарарлаған сайын (1873К) үштік жүйенің фазалық диаграммасы өзгерістерге ұшырайды. Зерттеу нәтижесінде жалпы 11 қосылыс пайда болды. V-Si-Al үштік жүйесі 47% $Si_{(c)}$, $Al_{(c)}$, $VSi_{2(c)}$, 20% $Al_{(c)}$, $VSi_{2(c)}$, $V_5Si_{3(c)}$, 25% $Al_{(c)}$, $V_{(c)}$, $V_5Si_{3(c)}$ қосылыстарынан тұратыны анықталды, ал қалған қосылыстар V-Si-Al үштік жүйесінің 8% мөлшерін құрайды (сурет 2(в)).

Кесте 1. **Әртүрлі температура аймағындағы Fe-V-Si жүйесінің фазалық облыстар саны және мөлшерлері**

№	Фазалар	1273К	1473К	1673К	1873К
		Құрамы, %			
1	$V_{(c)}$	< 1	< 1	< 1	< 1
2	$V_{(c)}$, $V_5Si_{3(c)}$	< 1	< 1	< 1	< 1
3	$Fe_{(c)}$, $V_{(c)}$, $V_5Si_{3(c)}$	40	20	35	20
4	$FeSi_{(c)}$, VSi_2, $V_5Si_{3(c)}$	-	20	17	20
5	$Fe_{(c)}$, $V_5Si_{3(c)}$	-	-	< 1	-
6	$FeSi_{(c)}$, $Fe_3Si_{(c)}$, $V_5Si_{3(c)}$	-	8	10	12
7	$Fe_3Si_{(c)}$, $Fe_{(c)}$, $V_5Si_{3(c)}$	-	8	8	8
8	$Fe_3Si_{(c)}$, $V_5Si_{3(c)}$	-	< 1	< 1	-
9	$VSi_{2(c)}$, $V_5Si_{3(c)}$	< 1	< 1	< 1	-
10	$Si_{(c)}$, $VSi_{2(c)}$	< 1	< 1	< 1	< 1
11	$FeSi_{(c)}$, $VSi_{2(c)}$	-	-	< 1	-
12	$FeSi_{(c)}$, $Si_{(c)}$, $VSi_{2(c)}$	-	28	15	31
13	$Si_{(c)}$	< 1	< 1	< 1	< 1
14	$FeSi_{(c)}$, $Si_{(c)}$	-	< 1	< 1	< 1
15	$FeSi_{(c)}$	-	-	< 1	-
16	$FeSi_{(c)}$, $Fe_3Si_{(c)}$	-	-	< 1	< 1
17	$Fe_3Si_{(c)}$	-	-	< 1	-
18	$Fe_3Si_{(c)}$, $Fe_{(c)}$	-	< 1	< 1	< 1
19	$Fe_{(c)}$	< 1	< 1	< 1	< 1
20	$Fe_{(c)}$, $V_{(c)}$	< 1	< 1	< 1	< 1
21	$Fe_{(c)}$, $VSi_{2(c)}$, $V_5Si_{3(c)}$	23	-	-	-
22	$Fe_{(c)}$, $VSi_{2(c)}$	< 1	-	-	-
23	$Si_{(c)}$, $Fe_{(c)}$, $VSi_{2(c)}$	28	-	-	-
24	$Si_{(c)}$, $Fe_{(c)}$	< 1	-	-	-
25	$Fe_3Si_{(c)}$, $Fe_5Si_{3(c)}$, $V_5Si_{3(c)}$	-	5	-	-
26	$FeSi_{(c)}$, $Fe_5Si_{3(c)}$	-	< 1	-	-

Кесте 2. **Әртүрлі температура кезіндегі V-Si-Al жүйесінің фазалық облыстар саны және мөлшерлері**

№	Фазалар	1273К	1473К	1673К	1873К
		Құрамы, %			
1	$Si_{(c)}$	< 1	< 1	< 1	< 1
2	$Si_{(c)}$, $Al_{(c)}$	< 1	< 1	< 1	< 1
3	$Si_{(c)}$, $Al_{(c)}$, $VSi_{2(c)}$	40	40	40	47
4	$Al_{(c)}$	< 1	< 1	< 1	< 1
5	$Al_{(c)}$, $VSi_{2(c)}$	< 1	< 1	< 1	-
6	$Al_{(c)}$, $V_{(c)}$, $V_5Si_{3(c)}$	30	30	30	25
7	$Al_{(c)}$, $V_{(c)}$	< 1	< 1	< 1	< 1
8	$Al_{(c)}$, $V_5Si_{3(c)}$	< 1	< 1	< 1	-
9	$Al_{(c)}$, $VSi_{2(c)}$, $V_5Si_{3(c)}$	20	20	20	20
10	$V_{(c)}$	< 1	< 1	< 1	< 1
11	$V_{(c)}$, $V_5Si_{3(c)}$	< 1	< 1	< 1	< 1
12	$VSi_{2(c)}$, $V_5Si_{3(c)}$	< 1	< 1	< 1	< 1
13	$Si_{(c)}$, $VSi_{2(c)}$	-	< 1	< 1	< 1



2-сурет. Әртүрлі температурадағы V-Si-Al үштік жүйесінің фазалық құрамының диаграммасы: 1273К(*а*), 1473К(*ә*), 1673К(*б*),1873К(*в*)

Талқылау. Алынған нәтижелерді талдау кезінде пайда болған фазалардың құрамы мен саны бойынша 1273-1873К температуралық интервал кезінде бірнеше облысқа бөлінгенін көрсетті. Fe-V-Si үштік жүйесінің негізгі балқу температурасында, яғни, 1673К-де 12 қосылыс пайда болды. Негізгі, басым фаза $Fe_{(c)}$, $V_{(c)}$, $V_5Si_{3(c)}$ болып табылды. Ол Fe-V-Si үштік жүйесінің 40% мөлшерін құрайтын негізгі металл құрамдас фаза болып табылады. Fe-V-Si үштік жүйесін есептеу кезінде $FeSi_{(c)}$, VSi_2, $V_5Si_{3(c)}$; $Fe_{(c)}$, $V_5Si_{3(c)}$; $FeSi_{(c)}$, $Fe_5Si_{3(c)}$, $V_5Si_{3(c)}$; $Fe_3Si_{(c)}$, $Fe_{(c)}$, $V_5Si_{3(c)}$; $Fe_3Si_{(c)}$, $V_5Si_{3(c)}$; $FeSi_{(c)}$, $VSi_{2(c)}$; $FeSi_{(c)}$, $Si_{(c)}$, $VSi_{2(c)}$; $FeSi_{(c)}$, $Si_{(c)}$, $FeSi_{(c)}$; $FeSi_{(c)}$, $Fe_3Si_{(c)}$; $Fe_3Si_{(c)}$; $Fe_3Si_{(c)}$, $Fe_{(c)}$; $Fe_3Si_{(c)}$, $Fe_5Si_{3(c)}$, $V_5Si_{3(c)}$; $FeSi_{(c)}$, $Fe_5Si_{3(c)}$ қосылыстар бастапқы температура кезінде пайда болмай, жоғары температуралар аймағында пайда болғаны анықталды. Негізгі балқу аймағы, яғни, 1673К температурада $FeSi_{(c)}$; $FeSi_{(c)}$, $VSi_{2(c)}$; $FeSi_{(c)}$; $Fe_3Si_{(c)}$ қосылыстары пайда болды, бұл қосылыстардың басқа аймақта болмағаны дәлелденді. $VSi_{2(c)}$, $V_5Si_{3(c)}$; $Fe_3Si_{(c)}$, $Fe_{(c)}$ 1873К жоғары температура аймағында пайда болған қосылыстар. $Fe_3Si_{(c)}$, $Fe_5Si_{3(c)}$, $V_5Si_{3(c)}$; $FeSi_{(c)}$, $Fe_5Si_{3(c)}$ қосылыстары тек қана 1473К температура аумағында пайда болып, 1273, 1673 және 1873К температурада жойылып кеткендігі анықталды.

V-Si-Al үштік жүйесінің фазалық құрамын есептеу жұмыстарын жүргізу кезінде аса қатты өзгерістер байқалмады, тек салыстырмалы түрде жүргізілген жоғары температура аумағында ғана жойылып кеткен екі қосылыс түрі анықталды, олар: $Al_{(c)}$, $VSi_{2(c)}$ және $Al_{(c)}$, $V_5Si_{3(c)}$. Сондай-ақ, $Si_{(c)}$, $VSi_{2(c)}$ фазасы бастапқы температура, яғни, 1273К-де жойылып кетіп, қалған температуралар аймағында пайда болғаны анықталды. Зерттеу кезінде V-Si-Al үштік жүйесінде жалпы 13 қосылыс пайда болды.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Габдуллин Т.Г., Такенов Т.Д., Байсанов С.О., Букетов Е.А. Физико-химические свойства марганцевых шлаков. - Алматы: Наука, 1984. - 232с.

[2] Акбердин А.А. Балансовый метод расчета равновесного фазового состава многокомпонентных систем //КИМС. - 1995. - №3. - С. 92-93.

[3] Акбердин А.А., Сарекенов К.З., Саитов Р.И. Аналитическое описание фазового равновесия в системе $CaO-SiO_2-FeO-ZnO$ //Вестник Карагандинского университета. - Караганда. - 2005. - №1(37). - С. 14-18.

[4] Симбинов Р.Д., Малышев В.П. Термодинамическое, стехиометрическое и эксергетическое моделирование фазовых равновесий. - Алматы: Гылым, 1999. - 100с.

Б.С. Келаманов, А.М. Әбдірашит, М.Ғ. Сұлтанов, Б.М. Орынбаев, Н.І. Аманкелді

Моделирование и анализ термодинамических процессов в системах Fe-V-Si и V-Si-Al

Резюме. В статье рассмотрены вопросы исследования и проведения термодинамических расчетов с использованием комплексной программы «Triangle» для тройной системы Fe-V-Si и V-Si-Al. По полученным результатам были изучены основные фазы, образовавщегося в железо-ванадиевых сплавах, и их изменения в зависимости от температуры. Кроме того, была рассмотрена возможность создания реального материального баланса плавки и термодинамического регулирования состава сплава.

Ключевые слова: термодинамика, фаза, система, температура, диаграмма, соединения.

ӘОЖ 669.15-198

B.S. Kelamanov, O.R. Sariev, A.M. Abdirashit, M.K. Aldiyar, Ye.A. Dongessov
(Aktobe Regional State University named after K. Zhubanov, Aktobe, Kazakhstan
e-mail: Kelamanov-b@mail.ru)

THERMODYNAMICALLY-DIAGRAM ANALYSIS OF A FOUR-COMPONENT Fe-Mo-Si-Al SYSTEM

Abstract. The article presents the results of calculating the thermodynamic parameters of compounds formed between the system components. They were used for a complete thermodynamic-diagram analysis of the Fe-Mo-Si-Al system, taking into account congruent compounds. As a result, it was found that this system consists of 8 elementary tetrahedral. The sum of the relative volumes of elementary tetrahedral is equal to one (1,000000), which confirms the correctness of the tetrahedron performed.

Keywords: ferromolybdenum, Fe-Mo-Si-Al system, thermodynamic-diagram analysis, triangulation, tetrahedration.

Б.С. Келаманов, О.Р. Сариев, А.М. Әбдірашит, М.К. Алдияр, Е.А. Дөңесов
(Қ.Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік мемлекеттік университеті, Ақтөбе, Қазақстан)

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИ-ДИАГРАММНЫЙ АНАЛИЗ ЧЕТЫРЕХКОМПОНЕНТНОЙ СИСТЕМЫ Fe-Mo-Si-Al

Аннотация. В статье приведены результаты расчета термодинамических параметров соединений, образующихся между компонентами системы. С помощью них проведен полный термодинамически-диаграммный анализ системы Fe-Mo-Si-Al с учетом конгруэнтных соединений. В результате, которого установлено, что данная система состоит из 8 элементарных тетраэдров. Сумма относительных объемов элементарных тетраэдров равна единице (1,000000), что подтверждает верность проведенной тетраэдрации.

Ключевые слова: ферромолибден, система Fe-Mo-Si-Al, термодинамический-диаграммный анализ, триангуляция, тетраэдрация.

Введение. Альтернативой классическому термодинамическому исследованию процессов в металлургии является метод анализа геометрической термодинамики - термодинамический-диаграммный анализ. Этот метод особо эффективен в плане приложения к металлургической технологии, поскольку позволяет выявить особенности фазового состояния вовлекаемых в

металлургический передел сырьевых материалов. При этом конечным результатом таких исследований, является диаграмма фазового состава отдельно взятой системы, наиболее близкой к составам металлургической продукции. По этой диаграмме можно наглядно проследить эволюцию фазовых превращений в шлаковых и металлических системах и прогнозировать конечное их состояние [1].

В данной работе рассматривается возможность построения диаграммы для системы Fe-Mo-Si-Al, характеризующей состав металлических продуктов при выплавке ферромолибдена в процессах восстановления молибдена из молибденового сырья.

Для проведения триангуляции этой металлической системы возникает необходимость в определении значений энергии Гиббса (ΔG_{298}) всех соединений, образующихся между компонентами системы. Справочные данные о ΔG_{298} для некоторых соединений системы взяты из работы [2]. Однако значения ΔG_{298} для практически многих соединений отсутствуют.

Методы. Значение стандартной энергий Гиббса любого соединения при любой температуре можно определить, используя известное уравнение Гиббса-Гельмгольца при известном ΔH_T^0 и ΔS_T^0 (индекс Т указывает на температурную зависимость) [3]:

$$\Delta G_T^0 = \Delta H_T^0 - T\Delta S_T^0 \quad (1)$$

Поскольку для многих соединений системы не имеются не только значения ΔS_{298}^0, но и сведения об их теплоемкости как в твердом, так и в жидком состояниях в работе поставлена задача построения диаграммы фазового строения системы Fe-Mo-Si-Al только при стандартной температуре (298К).

Для определения значений ΔS_{298}^0 соединений, для которых в справочниках отсутствуют данные, применили метод Герца [3,4], по которой стандартную энтропию элементов можно найти по формуле:

$$S_{298}^0 = K_г \cdot \left(M / C_{p,298}\right)^{1/3} \cdot m \quad (2)$$

где, $K_г$ - постоянная Герца (20,5); M - молекулярная масса; $C_{p,298}$ - молярная теплоемкость при 298К; m - число атомов в соединении.

В связи с тем, что метод Герца с фиксированным значением $К_г$=20,5 не позволяет получать высокую точность, авторы [3] усовершенствовали ее и установили, что имеется хорошая зависимость между средними значениями $К_г$ и $М_а$ (молярной массой) элемента, являющегося в соединении анионами:

$$K_г = 33{,}5 \cdot \frac{x^2 \cdot e^x}{(e^x - 1)^2} \quad (3)$$

где, x - 42,4/$М_а$.

Это уравнение удобнее тем, что в нем отсутствует теплоемкость.

Расчет теплоемкости твердых веществ проводили по теории Дебая [4]. Необходимыми источниками для расчета по этой теории являются дебаевские характеристические температуры элементов, входящие в состав химического соединения и $Т_{пл}$ этих элементов и самого соединения.

Из таблицы 1 находим исходные данные для расчета и определяем характеристические температуры элементов для конкретного соединения по формуле Корефа [4]:

$$Q_D^{/} = Q_D \sqrt{T_{пл}^{/} / T_{пл}} \quad (4)$$

где, $T_{пл}^{/}$ и $T_{пл}$ - температуры плавления соединения и элемента, соответственно.

Таблица 1. **Температуры плавления ($T_{пл}$) и характеристические температуры (Q_D) веществ в кристаллическом состоянии**

Элемент	$T_{пл}$, К	Q_D, К
Fe	1808	373
Mo	2623	280
Si	1700	689
Al	660	390

Затем находим изохорную теплоемкость элементов с использованием функции Дебая и суммируем их. Переход из изохорной теплоемкости в изобарную осуществляется при помощи уравнения Нернста-Линдемана [4]:

$$C_p = C_v + 0{,}0051 \cdot T \cdot C_p^2 / T_{ïë} \quad (5)$$

Полученные в результате расчета все термодинамические параметры соединений в системе Fe-Mo-Si-Al приведены в таблице 2.

Обсуждение. По результатам работы в системе Fe-Mo-Si нами были построены треугольник. В результате проведения триангуляции системы Fe-Mo-Si выявлено (рисунок 1) 7 областей (Mo-Mo_5Si_3-Fe; Fe-Mo_5Si_3-$FeSi_2$; Mo_5Si_3-$FeSi_2$-$MoSi_2$; $FeSi_2$-$MoSi_2$-FeSi; FeSi-$MoSi_2$-Fe_5Si_3; FeSi-$MoSi_2$-Fe_2Si; FeSi-$MoSi_2$-Si).

Таблица 2. **Результаты расчета термодинамических параметров**

Соединения	ΔG_{298}	ΔH_{298}	ΔS_{298}
	кДж/моль	кДж/моль	
Mo_5Si_3	-324,2	-309,7	-
$MoSi_2$	-108,8	-183,5	-
Fe_2Al_5	-203,912	-200,832	206,37
$FeSi_2$	-73,2911	-	68,73
FeSi	-76,5798	-	55,23

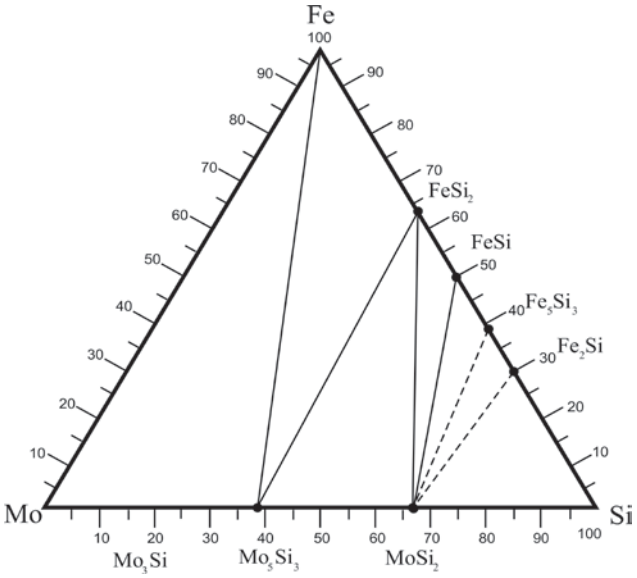


Рис. 1. Система Fe-Mo-Si

По данным работы в системе Mo-Fe-Al имеется двойное соединение - Fe_2Al_5. Это соединение плавятся конгруэнтно 1150°С. При проведении триангуляции данной системы был построен треугольник, без учета инконгурэнтных соединений (рисунок 2) образовались 2 области (Fe-Fe_2Al_5-Mo; Mo-Fe_2Al_5-Al).

По результатам работы в системе Fe-Si-Al нами были построены треугольник, без учета инконгурэнтных соединений.

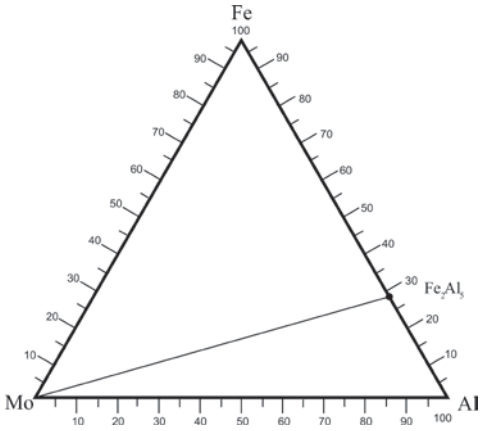


Рис. 2. Система Mo-Fe-Al

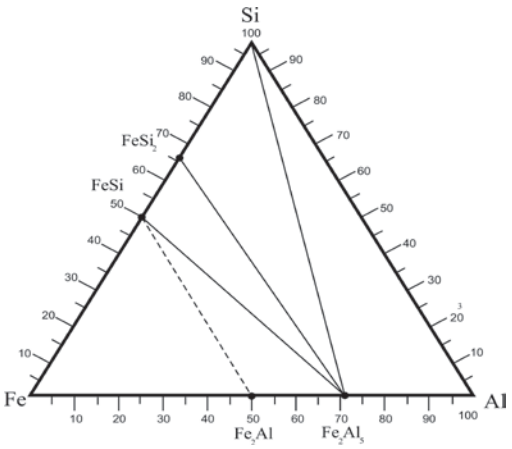


Рис. 3. Система Fe-Si-Al

В результате проведения триангуляции системы Fe-Si-Al (рисунок 3) выявлено 4 областей (Fe-$FeSi$-Fe_2Al_5; $FeSi$-Fe_2Al_5-$FeSi_2$; $FeSi_2$-Fe_2Al_5-Si; Si- Fe_2Al_5-Al). По данным работы в системе Mo-Si-Al имеются две двойных соединения - $MoSi_3$, $MoSi_2$. При проведении триангуляции системы Mo-Si-Al (рисунок 4) образовались 3 областей (Mo-$MoSi_3$-Al; $MoSi_3$-Al-$MoSi_2$; $MoSi_2$-Al-Si).

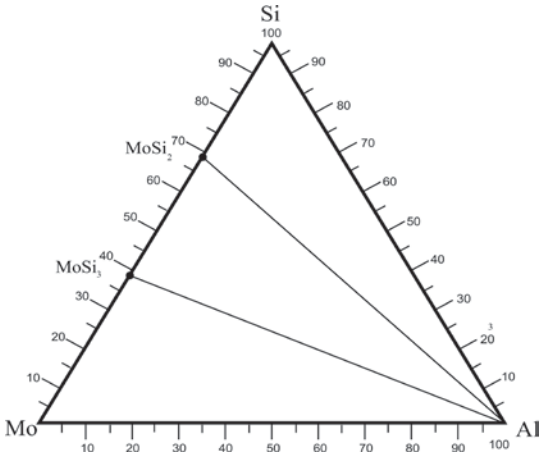


Рис. 4. Система Mo-Si-Al

Принятые координаты (на основе массовой доли *1000) конгруэнтных соединений системы Fe-Mo-Si-Al, используемых в дальнейшем при изучении их полей кристаллизации, приведены в таблице 3. В системе образуются 9 простых соединений.

Таблица 3. **Конгруэнтные металлические соединения в системе Fe-Mo-Si-Al и их координаты на четверном концентрационном симплексе (тетраэдре)**

№	Соединения	Координаты на основе массового состава			
		Fe	Mo	Si	Al
1.	Fe	1000	0	0	0
2.	Mo	0	1000	0	0
3.	Si	0	0	1000	0
4.	Al	0	0	0	1000
5.	Mo_5Si_3	0	865	135	0
6.	$MoSi_2$	0	632	368	0

7.	$FeSi_2$	500	0	500	0
8.	FeSi	667	0	333	0
9.	Fe_2Al_5	453	0	0	547

На рисунке 5 приведен общий вид анализируемой системы с учетом метастабильных соединений.

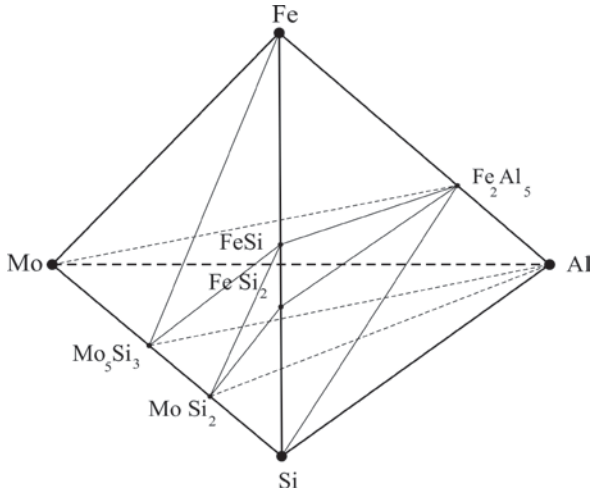


Рис. 5. Тетраэдрация металлической системы Fe-Mo-Si-Al

Система состоит из 8 элементарных тетраэдров, в скобках приводятся их объемы:
$Al\text{-}Mo\text{-}Mo_5Si_3\text{-}Fe_2Al_5$ (0,061155)
$Fe\text{-}Mo\text{-}Mo_5Si_3\text{-}Fe_2Al_5$ (0,073845)
$Mo_5Si_3\text{-}FeSi\text{-}MoSi_2\text{-}Fe_2Al_5$ (0,085010)
$Mo_5Si_3\text{-}FeSi\text{-}Fe\text{-}Fe_2Al_5$ (0,157561)
$Al\text{-}Mo_5Si_3\text{-}MoSi_2\text{-}Fe_2Al_5$ (0,105549)
$FeSi_2\text{-}FeSi\text{-}MoSi_2\text{-}Fe_2Al_5$ (0,057733)
$FeSi_2\text{-}Si\text{-}MoSi_2\text{-}Fe_2Al_5$ (0,172852)
$Si\text{-}Al\text{-}MoSi_2\text{-}Fe_2Al_5$ (0,286296)

Разбивка общей системы осуществлена с учетом конгруэнтных соединений. Сумма относительных объемов элементарных тетраэдров равна единице (1,000000), что подтверждает верность проведенной тетраэдрации.

Таким образом, приведенные сведения и результаты проведенных расчетов подтверждают достоверность тетраэдрации диаграммы фазового строения металлической системы Fe-Mo-Si-Al. Установлены квазиобъемы в системе Fe-Mo-Si-Al, моделирующие составы образующихся ферромолибдена, в процессе переработки отечественных молибденовых концентратов. В результате выяснилось, что ферромолибден, полученный из молибденового концентрата, расположен в тетраэдре $Si\text{-}Al\text{-}MoSi_2\text{-}Fe_2Al_5$.

Результаты расчеты могут быть использованы в ферросплавном производстве при выплавке ферромолибдена для улучшения технико-экономических показателей производства.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Б.К. Касенов, М.К. Алдабергенов, А.С. Пашинкин, Ш.Б. Касенова, Г.Т. Балакеева, С.М. Адекенов. Методы прикладной термодинамики в химии и металлургии // Караганда: «Гласир», 2008. - 332с.

[2] Абдулабеков Е.Э., Байсанов С.О., Алмагамбетов М.С. Субсолидусное строение системы $MgO\text{-}FeO\text{-}Cr_2O_3\text{-}Al_2O_3\text{-}SiO_2$.Тез. докл. Межд. научн.-практ. конф. «Жидкость на границе раздела фаз - теория и практика» - Караганды, 2006. - С. 586-591.

[3] Глушко В.П. Термические константы веществ. - М.: Академия Наук СССР. Выпуск I, 1965. - 131с.

[4] Морачевский А.С., Сладков И.В. Термодинамические расчеты в металлургии // Справочник М.: Металлургия. 1985. - 137с.

Б.С. Келаманов, О.Р. Сариев, А.М. Әбдірашит, М.К. Алдияр, Е.А. Дөңесов

Fe-Mo-Si-Al төрт компонентті жүйесінің термодинамикалық-диаграммалық талдауы

Түйіндеме. Мақалада жүйе компоненттерінің арасында пайда болатын қосылыстардың термодинамикалық параметрлерін есептеу нәтижелері келтірілген. Олардың көмегімен Fe-Mo-Si-Al жүйесіне толық термодинамикалық-диаграммалық талдау жүргізілді. Нәтижесінде, бұл жүйе 8 қарапайым тетраэдрлерден тұрады. Қарапайым тетраэдрлердің салыстырмалы көлемдерінің сомасы бір бірлікке тең (1,000000), бұл тетраэдрдың дұрыстығын растайды.

Кілт сөздер: ферромолибден, Fe-Mo-Si-Al жүйесі, термодинамикалық-диаграммды анализ, триангуляция, тетраэдрация.

ӘӨЖ 54-44/661.715.2/665.612.2

S.R. Konuspayev, D.B. Karimova
(Science and Technology Park of Al-Farabi
Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan. dana.tleugabylova@mail.ru)

DEHYDROGENATION OF A MIXTURE OF LIGHT ALKANES ON SUPPORTED PLATINUM METALS IN A REDUCING ATMOSPHERE

Abstract. A mixture of light alkanes simulates associated gas of oil production, the growth of oil and gas production in the world, and especially in Kazakhstan, leads to the fact that associated gases of oil production continue to be flared, causing significant harm to the environment, at a time when they are a valuable petrochemical feedstock. Active and selective catalysts are needed to convert inert alkanes to olefins. We prepared 3% Pt, Pd, Ru on $\gamma - Al_2O_3$ by the incipient wetness impregnation method. The transformation of a mixture of light alkanes C_1-C_4 has been carried out on a laboratory flow-bench apparatus in four modes at atmospheric pressure and temperatures of 350-500ºC. The freshly prepared and spent catalysts were investigated by physicochemical methods TEM, SEM and BET. The maximum yield is formed for 3% Ru / $\gamma - Al_2O_3$ when a mixture of light alkanes with water is fed together at 500 ° C. We assume that water shifts the equilibrium in the system, resulting in the formation of dissipative structures that affect the activity of catalysts.

Key words: dehydrogenation, catalyst, lower alkanes, hydrogen, ethylene, propylene, olefins.

С.Н. Конуспаев, Д.Б. Каримова
(Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ технопаркі. dana.tleugabylova@mail.ru)

ЖЕҢІЛ АЛКАНДАР ҚОСПАСЫН ОТЫРҒЫЗЫЛҒАН ПЛАТИНА МЕТАЛДАРЫНДА ТОТЫҚСЫЗДАНДЫРЫЛҒАН ОРТАДА ДЕГИДРЛЕУ

Андатпа. Жеңіл алкандар қоспасы мұнай өндірудегі, әлемдік мұнай мен газды өңдеудегі, әсіресе Қазақстанда ілеспе газдарды модельдейді. Мұнай өңдеудегі ілеспе газдар факельдерде жанып, қоршаған ортаға зиянын келтіруде, алайда олар өз кезегінде бағалы мұнайхимиялық шикізат болып табылады. Инертті алкандарды олефиндерге айналдыру үшін белсенді және таңдамалы катализаторлар қажет. Ылғал сыйымдылығы бойынша сіңіру әдісімен біздер γ-Al_2O_3 отырғызылған 3% Pt, Pd, Ru катализаторларын дайындадық. Жеңіл алкандардың C_1-C_4 қоспасы ағынды типтегі зертханалық құрылғыда төрт режимде атмосфералық қысымда және 350-500^{0}C температурада олефиндерге айналдыру жүргізілді. Алынған жаңа дайындалған және өңделген катализаторлар ПЭМ, СЭМ және БЭТ секілді физика-химиялық әдістермен зерттелінді. Максималды шығым 3% Ru/γ-Al_2O_3 жеңіл алкандар қоспасын 500^{0}C температурада сумен бірге жібергенде түзілді. Біздің болжамымыз бойынша, су жүйедегі тепе-теңдікті ығыстырады, нәтижесінде катализатордың белсенділігіне әсер ететін диссипативті құрылымдар пайда болады.

Кілт сөздер: дегидрлеу, катализатор, төменгі алкандар, сутегі, этилен, пропилен, олефиндер

Кіріспе. Ілеспе газдарды өңдеу әлемдік деңгейдегі өзекті мәселе болып қала береді. Бүкіләлемдік банктің мәліметтеріне сәйкес, 2016 жылдың қорытындысы бойынша Қазақстан факельдерде ілеспе газдарды жағу көлемі бойынша 14 орында тұр. Республикада 2016 жылы факельдерде шамамен 2,7 млрд куб метр газ жағылған, алайда бұл өнімді шикізат ретінде қолдану экономикалық жағынан тиімдірек болар еді. Ілеспе газ бұл – C_1-C_4 алкандарынан тұратын, құрамында біршама мөлшерде күкіртсутегі және де басқа зиянды қоспалары бар құнды мұнайхимиялық шикізат. Мұнайдың ілеспе газдарын тиімді өңдеу үшін келесідей факторлар кедергі келтіреді: жинақтау қажет; ылғалдан және зиянды қоспалардан бөліп алу және әрі қарай өңдейтін

орынға жеткізу. Бұлардың барлығы біршама қаржылай шығынды қажет етеді.

Ілеспе газдарды өңдеудің негізгі әдісі алкандарды олефиндерге айналдыру, яғни дегидрлеу, олефиндерге деген сұраныс артып келетіні белгілі және оларды алудың жаңа жолдарын іздестіру қажет. Өңдеуді екі бағытта жүргізуге болады: тотықтырылатын вариантпен олефиндерді алу және сутекті сумен байланыстыру; тотықсыздандырғыш ортада олефиндерді және сутекті алу. Екінші бағыт тиімдірек, себебі екі өнім де экономикада сұранысқа ие. Дегидрлеу катализаторларын таңдауда тотықсыздандырғыш ортада гидрлеу катализаторлары қолданылған [1], жоғары температурада кері реакцияны жүргізген және тепе-теңдіксіз термодинамика жетістіктері ескерілген [2]. Авторлар [3] өз еңбектерінде алюминий оксидіне отырғызылған платина катализаторлары туралы шолу жасаған.

[4-6] авторлары C_3-C_4 алкандарды дегидрлеу арқылы сәйкес олефиндерді алу туралы деректер келтірген. [4] жұмыстың мәліметтері бойынша $PtSnNa/\gamma$-Al_2O_3 катализаторы Sn/Pt мольдік қатынасы 6:1 кезінде пропанның конверсиясы 26,97% және пропиленнің селективтілігі 99,18% болатынын көрсеткен. Авторлар [5] өз еңбектерінде изобутанды изобутиленге дегидрлеу реакциясы үшін $PtSnK/Al_2O_3$ катализаторын дайындаған, бұл кезде Pt-ның Sn-ға қатынасы 1:1 шамасында, H_2PtCl_6 концентрациясы $7,72*10^{-4}$ mol/l, қыздыру температурасы 500^0C және K құрамы 0,8% болғанда изобутанның конверсиясы 46,59±0,83% , селективтілігі 99,34±0,49% жақсы көрсеткіштер көрсеткенін байқауға болады.

Ғалымдар өздерінің [6] зерттеулерінде $PtSn/SiO_2$ катализаторын жеңіл алкандарды дегидрлеуде пайдаланған. Әртүрлі температура мен ортада термиялық өңдеумен реттелетін металл мен тасымалдағыш арасындағы әрекеттесулер нәтижесінде катализаторлардың құрылымы мен каталитикалық қасиеті бір-бірімен тығыз байланыста болатындығы анықталынды. Зерттеу нәтижелері бойынша, ең белсенді катализатор және ең күшті әрекеттесу тотықсыздандырғыш ортада түзіледі.

Эксперименттік бөлім. Зерттеу нысаны C_1-C_4 тұратын жеңіл алкандар қоспасы болып табылады. Өндірісте олармен баллон газдарын толтырып, текст бойынша ЖАҚ деп белгіленеді. ЖАҚ дезодораторлардан тазартпайды, себебі олар газге иіс береді, дегенмен шынайы ілеспе газдарда күкірт қосылыстары болмайды.

Тотықсыздандырғыш ортада жеңіл алкандарды олефиндерге айналдыру (каталитикалық дегидрлеу) тәжірибелері атмосфералық қысымда қозғалмайтын катализатор қабаты бар ағынды типтегі зертханалық қондырғыда жүргізілді.

Каталитикалық дегидрлеу қондырғысы негізгі үш бөліктен тұрады:

- бастапқы газды қоспаны жіберу
- реактор
- дегидрлеудің негізгі қабылдау

Катализаторлар Ru, Pt, Pd тұздарының ылғал сыйымдылығы бойынша өндірістік түйіршіктелген γ-Al_2O_3 сіңіру әдісімен дайындалды.

Катализаторлы дайындау келесідей әдіспен жүргізілді. Белсенді металды отырғызбас бұрын алдымен γ-Al_2O_3 түйіршіктеріне келесідей тәсілмен жаттықтыру жүргізілді, сақтаған кезде адсорбцияланған заттарды десорбциялау үшін 400^0C-та 4 сағат бойы қыздырылды. Содан кейін тасымалдағыштың ылғалсыйымдылығы анықталынды. Белсенді металл тасымалдағыш сіңіре алатындай мөлшердегі судың көлемінде ерітіп алынды. Сіңіру әдісінен кейін катализаторды кептіріп, тәжірибе алдында реакторда катализатор сутегімен тотықсыздандырылды.

Нәтижелер мен талқылаулар. Жеңіл алкандар қоспасының конверсиясы келесідей режимде жүргізілді: режим №1 –тотықсыздандырылған катализаторды реакторға жеңіл алкандар қоспасымен (ЖАҚ) беру; режим №2 – ЖАҚ-мен бірге сутегіні беру; режим №3 – ЖАҚ-мен бірге суды беру; режим №4 – ЖАҚ-мен бірге сутегіні және суды беру. 1 кестеде γ-Al_2O_3 отырғызылған 3% Ru, Pd және Pt жеңіл алкандар қоспасының конверсия нәтижесі берілген.

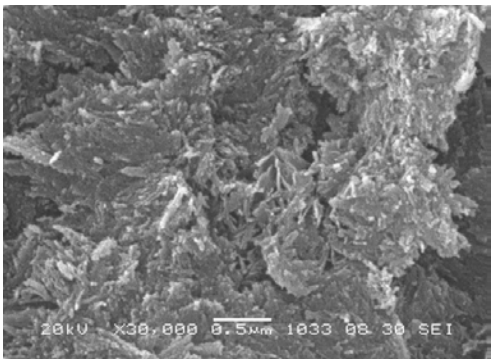
Тотықсыздандырылған стационарлы катализатор қабаты арқылы жеңіл алкандар қоспасы өткенде конверсия жоғары емес және 1-2% аралығында ауытқиды, ал температураны 350ден 500^0C көтергенде конверсия жоғарылайды. Жеңіл алкандар қоспасы мен газ тәрізді сутегіні бірге бергенде аздап артады, әсіресе бұл рутенийде байқалады. Жеңіл алкандар қоспасы мен суды бірге бергенде олефиндердің шығымы 500^0C артады, мысалы, платинада 6,2%, палладийде 4,0%, ал рутенийде 10,0% жоғарылайды. Жеңіл алкандар қоспасы мен суды және сутегіні бірге бергенде олефиндер шығымы артады және рутенийде барлық температурада 6,6 мен 7,4% аралығында болады. Мақсатты өнімдердің түзілуіне қатыспаған су мен сутегіні катализатордың беткі қабатында біртекті

адсорбцияланған диссипативті құрылымның түзілуіне әкелетін, тепе теңдікті негізгі өнім, біздің жағдайда олар олефин мен сутегі жағына қарай ығыстыратын, тепетеңдіксіз термодинамикамен байланыстырдық.

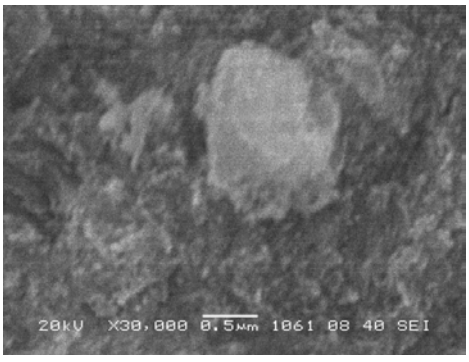
1-кесте. **Атмосфералық қысымда ағынды режимде 5 см^3 катализатор көлемінде γ-Al_2O_3 түйіршіктеріне отырғызылған 3% платина металындағы жеңіл алкандар қоспасының конверсиясы**

Режим	Т, ^{0}С	Беру жылдамдығы, сағ$^{-1}$			Олефиндер мөлшері, %		
		СЛА	H_2	H_2O	Ru	Pd	Pt
Қоспасыз	350	120	-	-	0,2	1,4	0,4
	400	120	-	-	1,0	1,6	0,4
	450	120	-	-	1,2	2,0	1,0
	500	120	-	-	1,6	2,2	1,2
Сутегі	350	120	50	-	1,6	1,6	0,8
	400	120	50	-	1,8	1,8	1,2
	450	120	50	-	2,0	2,0	1,8
	500	120	50	-	2,4	2,4	2,2
Су	350	120	-	620	2,0	2,0	1,2
	400	120	-	620	2,4	2,2	1,4
	450	120	-	620	2,6	3,4	2,4
	500	120	-	620	10,0	4,0	6,2
Су + сутегі	350	120	50	620	6,6	2,0	1,4
	400	120	50	620	6,8	2,2	1,6
	450	120	50	620	6,9	3,0	2,6
	500	120	50	620	7,4	5,0	4,2

Катализатордың белсенді орталығының жұмысына баға беру үшін жаңа дайындалған және жұмсалған катализаторларға зерттеу жүргізілді. Сканирлеуші электронды микроскопия (СЭМ) катализатордың бетіндегі бөлшектердің өлшемін бағалауға мүмкіндік береді. СЭМ суреттері жылдамдатылған 20 кВ кернеуде, 0,5 мкм аралығында алынды. 1 және 2 суреттерде жаңа дайындалған және жұмсалған 3% Pd/γ-Al_2O_3 катализаторларының СЭМ суреттері берілген. Жаңа дайындалған катализатордың беткі қабатында қабыршақтанған қабат байқалады (1 сурет). Ал жұмсалған катализатордың беткі қабатының құрылымы сақталады, алайда бөлшектерінің анағұрлым үлкенірек болғанын көруге болады, сондықтан бөлшектер күйелену есебінен бұлыңғырланып тұр (2-сурет).

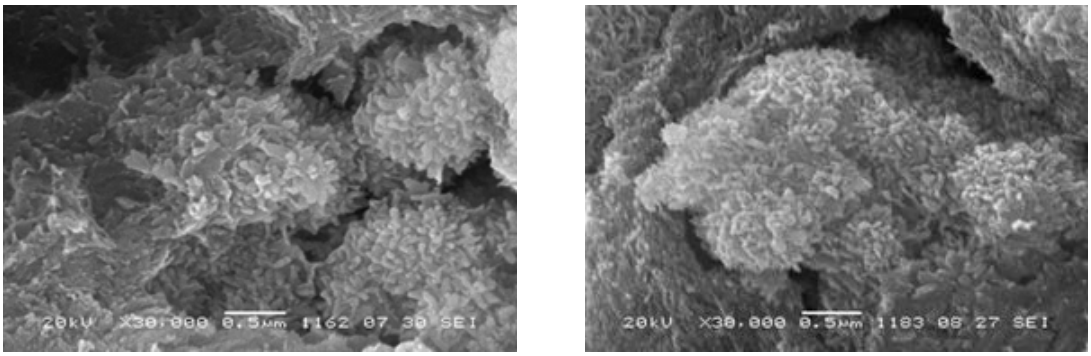


1-сурет. Жаңа дайындалған 3% Pd/γ-Al_2O_3 катализаторының СЭМ суреті



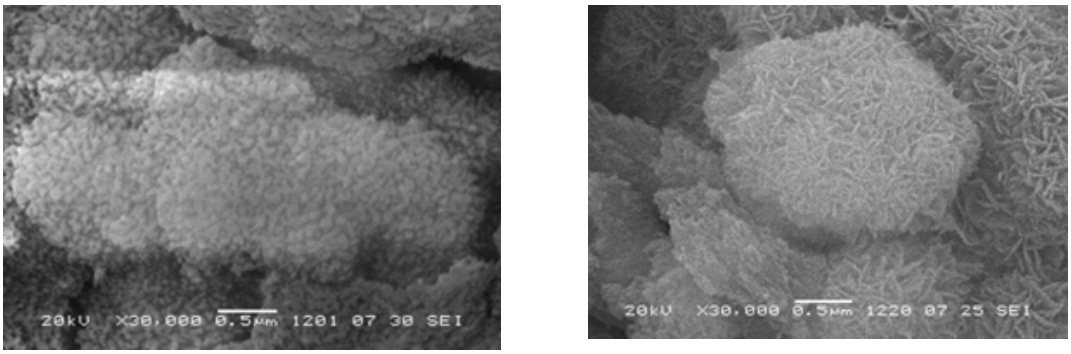
2-сурет. Жұмсалған 3% Pd/γ-Al_2O_3 катализаторының СЭМ суреті

Осыған ұқсас кескіндер 3% Pt/Al_2O_3 және 3% Ru/Al_2O_3 катализаторларында да түсірілді (3 және 4 сурет). Палладийге қарағанда платина мен рутенийде жұмсалған катализаторлар үлгілерінде бейнесі анық көрінеді, мұны беткі қабаттың күйеленуінің төмен болғандығымен байланыстыруға болады.



а б

3-сурет. Жаңа дайындалған (а) және жұмсалған (б) 3% $Pt/\gamma\text{-}Al_2O_3$ катализаторларының СЭМ суреттері

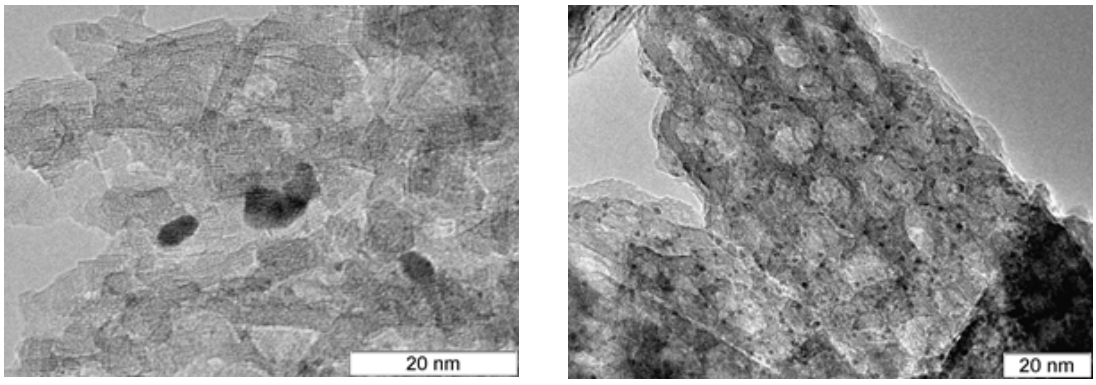


а б

4-сурет. Жаңа дайындалған (а) және жұмсалған (б) 3% $Ru/\gamma\text{-}Al_2O_3$ катализаторларының СЭМ суреттері

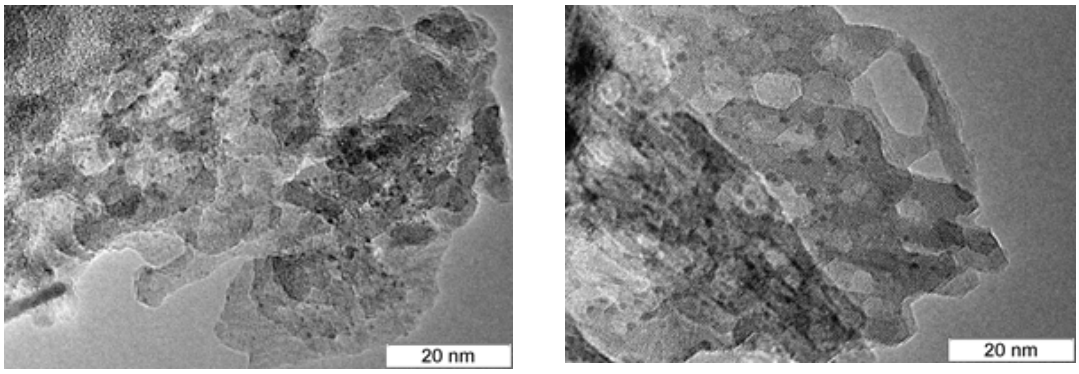
Жаңа дайындалған және жұмсалған $Pt/\gamma\text{-}Al_2O_3$ катализаторының беткі қабатының құрылымы біртекті болса (3 сурет), ал жұмсалған $Ru/\gamma\text{-}Al_2O_3$ катализаторында (4 сурет) қабатты құрылымы ине тәріздіге айналады. Тәжірибенің 350-500^{0}C температура аралығында рутений өлшемін өзгерте отырып кристалды пішінде қайта кристаллданады. 4 (а) суретте қабыршақты-қабатталған беті көрінеді, ал 4 (б) суретте құрылымы ине тәрізді.

Катализаторлардың осы үлгілерінде (3% Pd/Al_2O_3, 3% Pt/Al_2O_3, 3% Ru/Al_2O_3) өткізгіш электронды микроскопия (ӨЭМ) суреттері де алынды. 5 және 6 суретте платина мен рутенийдің ӨЭМ суреттері берілген, жаңа дайындалған және жұмсалған катализаторлардың айтарлықтай айырмашылығы байқалмайды. Катализатор бетінде бөлшектердің біркелкі таралғанын көруге болады.



а б

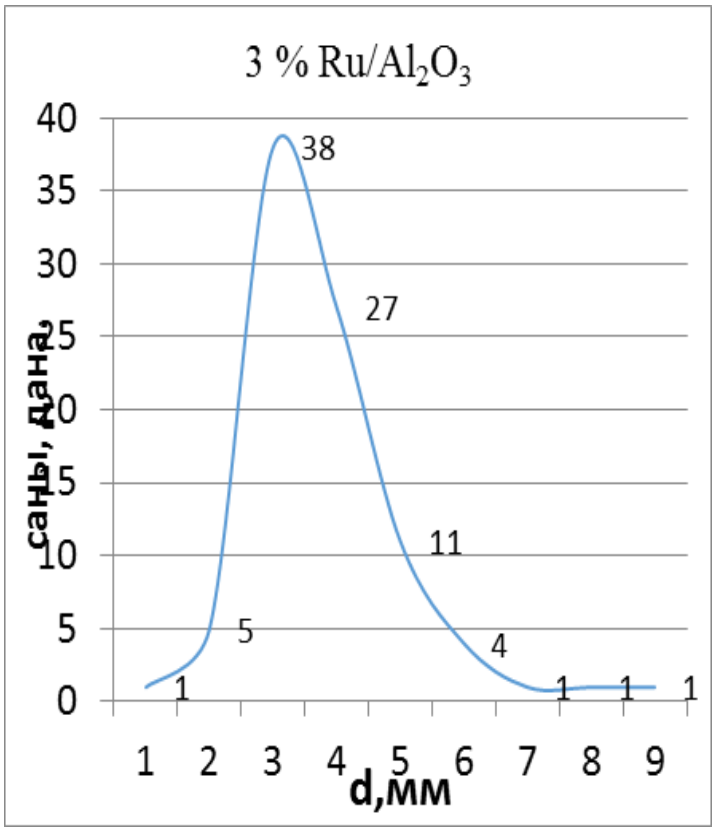
5-сурет. Жаңадан дайындалаған (а) және жұмсалған (б) 3% Pt/Al_2O_3 катализаторының ӨЭМ суреттері



а б

6- сурет. Жаңадан дайындалған (а) және жұмсалған (б) 3% Ru/Al_2O_3 катализаторының ӨЭМ суреттері

СЭМ суреттері бойынша бөлшектердің өлшемге сәйкес таралу графигі тұрғызылды, 7 суретте типтік тәуелділігі берілген. Бөлшектердің өлшемі 1-9 мм аралығында ауытқиды және максимум 2,5 мм жетеді, осыған ұқсас тәуелділік басқа катализаторларда да алынды, олар бөлшектерінің өлшемі мен максимум өлшем бойынша әртүрлі болып келеді. Графикте өлшемдер мм берілген.

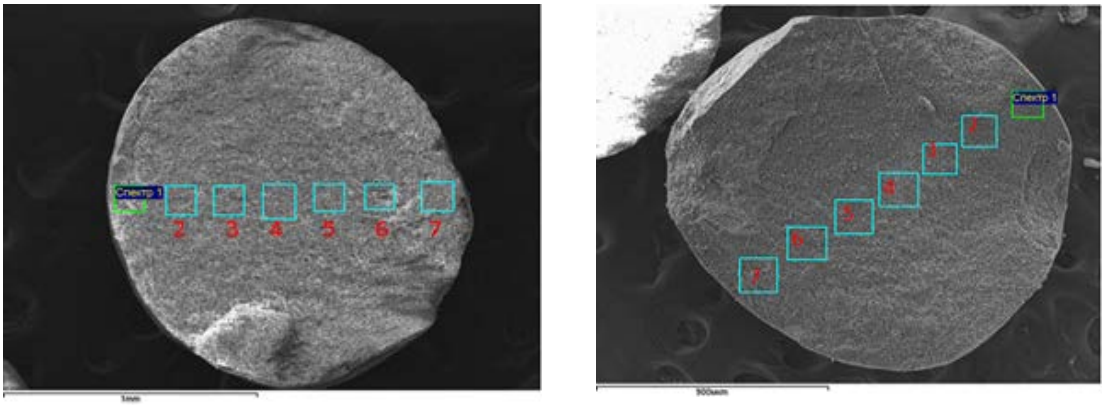


7-сурет. Бөлшектердің өлшем бойынша беткі қабатта таралуы

СЭМ нүктелердің химиялық құрамын анықтауға мүмкіндік береді. Ол үшін тотықсыздандырылған катализатордың түйіршігін 8 суретте көрсетілгендей етіп жартылай сындырады. Түйіршіктің диаметрі бойынша белгіленген нүктелерде химиялық құрамын анықтайды, нәтижесі 2 кестеде берілген. Жаңа дайындалған катализаторда түйіршігінің бетінде рутенийдің максималды мөлшері 22,2%. Түйіршіктің орта жағына қарай рутенийдің мөлшері азаяды деп күтілген. Алайда рутений түйіршік көлемінде біркелкі таралған. Жаңа дайындалған катализаторда рутений 1,72-1,82 аралығында ауытқиды, ал жұмсалған катализаторда 2,21-2,49%. Жоғары температурада рутенийдің γ-Al_2O_3-тің түйіршік көлемінде миграциясы байқалады.

2-кесте. **СЭМ спектрлерінің жауап беру тіркемесі бойынша 8 суретте белгіленген нүктелердің химиялық құрамы**

Нүктенің нөмірі	Жаңа дайындалған 3% Ru/ γ-Al_2O_3, рутений мөлшері	Жұмсалған 3% Ru/ γ-Al_2O_3, рутений мөлшері
1	2,22	2,76
2	1,82	2,21
3	1,74	2,34
4	1,86	2,38
5	1,72	2,36
6	1,76	2,49
7	1,77	2,27



а б

8-сурет. Жаңадан дайындалған және жұмсалған 3% Ru/γ-Al_2O_3 түйіршігінің жарықшағы

3 -кесте. **Катализатордың меншікті беті және саңылауларының өлшемі**

Катализаторлар		S меншікті, $м^2/г$	Саңылауларының өлшемі, нм
γ-Al_2O_3		209,5	$7*10^6$-$23*10^6$
3%Ru/γ-Al_2O_3	(бастапқы)	179,1	$5,5*10^6$- $23,5*10^6$
	(жұмсалған)	149,9	$6*10^6$-$22,5*10^6$
3%Pd/γ-Al_2O_3	(бастапқы)	166,9	$5,5*10^6$-$26*10^6$
	(жұмсалған)	133,6	$5,5*10^6$-$22*10^6$
3%Pd/γ-Al_2O_3	(бастапқы)	168,9	$5*10^6$-$24,5*10^6$
3%Pt/γ-Al_2O_3	(жұмсалған)	138,8	$7*10^6$-$24*10^6$

Жаңадан дайындалған және жұмсалған катализатордың меншікті бетінің мәндері 3 кестеде берілген. Бастапқы γ-Al_2O_3 меншікті бетінің ауданы 209,5 $м^2/г$, металлдарды отырғызғанда барлық жағдайда да меншікті беті кішірейеді, рутений үшін 179,1 дейін; палладийда 166,9 дейін; ал платина үшін 168,9 $м^2/г$ дейін азаяды. Металлды отырғызғанда катализатордың жалпы бетінің азаюына әкелетін тасымалдағыштың беткі қабатымен әрекеттесуі жүреді. Жаңадан дайындалған және жұмсалған катализаторларды салыстырғанда қызық бейне байқалады. Рутений мен платинаның жұмсалған катализаторының беті азаяды, оның себебін бөлшектердің үлкейіп жабысумен байланыстыруға болады, ал палладийде керісінше, беткі қабаты 133,9-дан 166,6 $м^2/г$ дейін ұлғаяды. Зерттелген катализаторлардың микро- және мезо-саңылаулары да зерттелінді.

Қорытынды. 350-500^0C аралығында жеңіл алкандардың қоспасының конверсиясы кезінде катализаторлар өзгеріске ұшырайды және келесідей қорытынды жасауға болады:

- Беткі қабаттағы бөлшектер үлкейіп, жабысып барлық катализатордың меншікті бетінің ауданының кішіреюіне әкеледі;

- Рутенийдің жағдайында отырғызылған металдың құрылымының өзгеруін байқауға болады;

- Барлық катализаторларда жұмсалған катализатордың бетінің күйеленуі байқалады;

- Жеңіл алкандар қоспасын сумен бірге бергенде тотықсыздандырылған 3% $Ru/\gamma\text{-}Al_2O_3$ катализаторында олефиндердің шығымы жоғарырақ 10% құрайды.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Сокольский Д.В. Гидрирование в растворах, Алма-ата 1962. С.478

[2] Крылов О.Н., Шуб Б.Р. Неравновесие в катализе М.:Химия,1990.-288с.

[3] Конуспаев С.Р., Досмагамбетова И.Б., Шенсизбаева А.Б., Нурбаева Р.К. Алюмохромовые и алюплатиновые катализаторы дегидрирования низших парафинов. // Химический журнал Казахстана 4(48) 2014, С. 61-71.

[4] Shiyong Zhao, Bolian Xu, Lei Yu, Yining Fan. Catalytic dehydrogenation of propane to propylene over highly active PtSnNa/γ-Al2O3 catalyst// Chinese Chemical Letters 2017. №29 (3). С. 475-478.

[5] Zhanhua Ma, Yajing Mo, Jun Li, Changhua An, Xuenuan Liu Optimization of PtSnK/Al2O3 isobutane dehydrogenation catalyst prepared by an impregnation-reduction method// Journal of Natural Gas Science and Engineering 27 (2015) p. 1035- 1042.

[6] Lidan Deng, Hiroki Miura, Tetsuya Shishido, Zheng Wang, Saburo Hosokawa ,Kentaro Teramura, Tsunehiro Tanaka Elucidating strong metal-support interactions in Pt–Sn/SiO2 catalyst and its consequences for dehydrogenation of lower alkanes// Journal of Catalysis 365 (2018), С. 277–291.

Конуспаев С.Р., Каримова Д.Б.

Дегидрирование смеси легких алканов на нанесенных платиновых металлах в восстановительной среде

Резюме. Смесь легких алканов моделируют попутный газ нефтедобычи, рост добычи нефти и газа в мире, и особенно в Казахстане, приводит к тому, что попутные газы нефтедобычи продолжают сжигаться на факелах, нанося ощутимый вред окружающей среде, в то время, когда они являются ценным нефтехимическим сырьем. Для перевода инертных алканов в олефины необходимы активные и селективные катализаторы. Методом пропитки по влагоемкости нами были приготовлены 3% Pt, Pd, Ru на $\gamma\text{–}Al_2O_3$. Проведено превращение смеси легких алканов $C_1\text{-}C_4$ на лабораторной установке проточного типа в четырех режимах при атмосферном давлении и температурах 350-500^oC. Полученные свежеприготовленные и отработанные катализаторы были исследованы физико-химическими методами ПЭМ, СЭМ и БЭТ. Максимальный выход образуется на 3% $Ru/\gamma\text{–}Al_2O_3$ при совместной подачи смеси легких алканов с водой при 500^oC. Мы предполагаем, что вода смещает равновесие в системе, в результате образуются диссипативные структуры, которые влияют на активность катализаторов.

Ключевые слова: дегидрирование, катализатор, низшие алканы, водород, этилен, пропилен, олефины

ӘОЖ 621.762

R.E. Kali, Zh.D.Zholdubayeva, D.K. Issin, L.A. Mazhitova
(Karaganda State Technical University, Karaganda, Kazakhstan. Email: rau_krg@mail.ru)

RESEARCH MICROSTRUCTURE OF COMPOSITE MATERIALS BASED ON COPPER

Abstract: The article discusses the microstructure of a copper-based composite material obtained by powder metallurgy. Due to their design features, powder metallurgy products tolerate heat-resistant, cyclic fluctuations in temperature and deformation stresses, as well as radioactive radiation. According to the indicated results, the mixture of Cu and Cr powders is bidisperse.

Keywords: composite material, powder metallurgy, sintering, microstructure.

Р.Е. Қали, Ж.Д. Жолдубаева, Д.К. Исин, Л.А. Мажитова
(Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті, Қарағанды, Қазақстан
Email: rau_krg@mail.ru)

МЫС НЕГІЗІНДЕГІ КОМПОЗИТТІК МАТЕРИАЛДЫҢ МИКРОҚҰРЫЛЫМЫН ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа: Бұл мақалада ұнтақты металлургия әдісімен алынған мыс негізіндегі композиттік материалдың микроқұрылымы қарастырылады. Құрылымдық ерекшеліктердің арқасында ұнтақты металлургия өнімдері ыстыққа төзімді, температура мен деформация кернеулерінің циклдық ауытқуларын, сондай-ақ радиоактивті

сәулеленуді жақсы тасымалдайды. Көрсетілген нәтижелер бойынша Cu және Cr ұнтақтарының қоспасы бидисперсті болып табылады.

Кілтті сөздер: композиттік материал, ұнтақты металлургия, жымдасыру, микроқұрылым.

Кіріспе

Мыс негізіндегі ұнтақты композициялық материалдар ғылыми және практикалық қызығушылық танытады. Олар материалда жоғары электр өткізгіштігі мен механикалық қасиеттерінің үйлесімін алуға мүмкіндік береді, бұл оларды контактілі дәнекерлеудің электродтарын, ток өткізетін ұштықтарды, электр байланыстарын және т. б. дайындау үшін таптырмайтын етеді. Мыс материалдың жоғары электр өткізгіштігін қамтамасыз етеді, ал хром электр контактілі материал үшін қажетті баяу балқытатын құраушы ретінде қаттылығын береді. Бір-бірімен компоненттердің ерігіштігі пайыздың жүздік үлесін құрайды, бұл материал құрылымының дисперсиялығын сақтайды, демек, оның қасиеттері бойынша біртектілігін сақтайды [1].

Электр байланыстардың материалдары мынадай қасиеттер кешеніне ие болуы тиіс: жоғары электр және жылу өткізгіштік; баяу балқу және коррозиялық төзімділік; бөлме кезінде де, жоғары температураларда да жоғары механикалық беріктілік; жоғары электр эрозиялық төзімділік; дәнекерленуге және жабысуға елеусіз бейімділік; байланыс жұмысы процесінде тұрақтылық. Таза металдар мен олардың қорытпалары үнемі физикалық-механикалық қасиеттердің қажетті кешенін жүзеге асыра алмайды.

Ұнтақты металлургия әдістері бір материалда әр текті компоненттер мен фазаларды біріктіруге мүмкіндік береді, олар басқа технологиялық әдістермен бірігуге келмейді, бұл композициялық материал қасиеттерінің спектрін кеңейтуге мүмкіндік береді [2]. Жаңа материалдарды жасау кезінде ұнтақты металлургия әдістерін пайдалану материалдарды алу технологиясының, олардың құрылымдық және жұмыс сипаттамаларының оңтайлы үйлесуін қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Ұнтақты металлургия әдістерімен алынатын материалдар арасында өнеркәсіпте құрылымдық құрамдас бөліктерді бірден ерекшеленетін физика-механикалық сипаттамалармен үйлестіретін псевдоқорытпалар кеңінен қолданылады. Осылайша Cu-Cr жалған қорытпалары жоғары электр эрозиялық төзімділікке және тозуға төзімділікке ие [3].

Шихталау, престеу және кейіннен жымдастыру арқылы алынатын композициялардың қасиеттері монотонды емес өзгереді және жиі қолданылатын ұнтақтардың технологиялық сипаттамаларына байланысты болады, мысалы, дисперсиялылық және құрамдастардың гранулометриялық құрамы, бөлшектердің жеке тығыздығы, қаттылық. Сондықтан әрбір нақты жағдайда қажетті қасиеттердің неғұрлым қолайлы үйлесімін алу үшін композиция құрамы мен алу режимдерін оңтайландыру қажет [4].

Бұл зерттеудің мақсаты хром қосумен қамтамасыз етілетін тығыздықтың, коррозиялық төзімділіктің, механикалық беріктіктің және қаттылықтың жоғары мәні кезінде барынша жоғары электр және жылу өткізгіштікті қамтамасыз ететін мыстың негізіндегі композициялық материалдардың қасиеттерін зерттеу болып табылады.

Әдістері

Бастапқы материалдар ретінде ПМС-1 маркалы мыстың ұнтағы және алюмотермиялық хромның ұнтағы таңдалды. Зерттеу үшін үлгілерді дайындау келесі тәртіппен жүргізілді. Мыс пен хром бастапқы ұнтақтары араластырғышта 8 сағат ішінде айналудың ығысқан осімен араластырылды. Айналу жылдамдығы 35 айн./мин. Араластырғыштың сыйымдылығына араластыруды жақсарту үшін тот баспайтын болаттан жасалған "Г" тәрізді пішінді тегістеуші денелер қосылды. Тегістеуші денелердің салмағы шихта салмағынан 20 % құрады.

Cu-Cr жоғары білікті ұнтақты композицияларды алу үшін диаметрі 10 мм болат шарлардан жасалған тегістеуші денелері бар 1,5 дм^3 айналу осі бар екіконусты араластырғыш қолданылды. Шихта массасының және тегістеу денелердің арақатынасы 1:30. Араластырғыштың айналу жылдамдығы 60 айн./мин. Центрден тепкіш күштердің әсерімен өңделетін материалдың шарлары мен бөлшектері қозғалыстың екі түріне қатысады: хаотикалық, көршілермен соғысумен шарттасқан шар диаметрінің сипатты ауқымымен және ірі масштабты құйынды қозғалыспен, араластырғыштың шектеулі көлемінде орталықтан тепкіш күштердің әсерімен шартталған араластырғыш банкасының радиусының сипатты ауқымымен. Қозғалыстың мұндай сипаты шарларды және өңделетін материалдарды араластырғышта сапалы араластыруды, сондай-ақ бөлшектерді ұсақтау процесін қамтамасыз етеді [5].

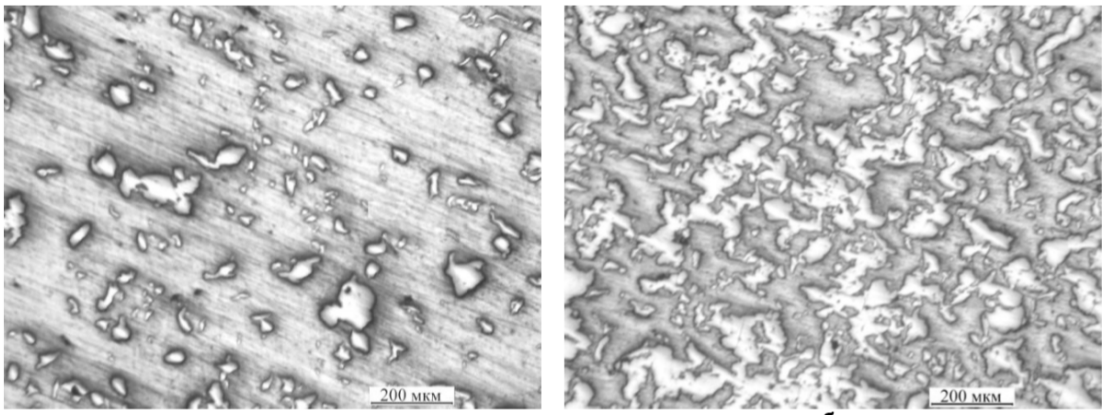
Үлгілерді дайындау 600-800 МПа қысым диапазонында П-125 және П-400 гидравликалық престерде бір рет екі жақты суық престеу әдісімен болатты жабық пресс-қалыптарда алынды. Үлгілерді жымдастыру және жасыту 980-1070°С температура диапазонында 10^{-2} Па кем емес вакуумда жүзеге асырылды. Мыстың балқу температурасы 1083°С, хром-1890°С.

Микроқұрылымды оптикалық микроскоптарда зерттеді («Neophot-21», «Neophot-32»). Фазалық құрауыштардың микроқұрылымдарын зерттеу үшін шлифтерді химиялық тәсілмен және жылу вакуумдық өңдеу тәсілімен уланды. Микроқұрылымды х50-1000 ұлғайған кезде «Neophot – 21» микроскопында қарап, суретке түсірілді. Псевдоқорытпалардың микроқұрылымының элементтерін сандық бағалауды кездейсоқ секциялық және түйіндермен (көлденеңінен, тігінен немесе диагоналі бойынша) жүргізілді.

Нәтижелер және оларды талқылау

Сфералық нысаны бар ұнтақтардың гранулометриялық құрамы бірдей болған кезде ең жоғары үйінді тығыздығы болады. Cu және Cr ұнтақтарының қоспасы бидисперсті болып табылады. Мыс бөлшектерінің орташа өлшемі ~ 40 мкм, хром бөлшектерінің орташа өлшемі ~ 30 мкм. Қоспаның бөлшектерінің дендритті (Cu) немесе дөңгелектелген (Cr) пішіні бар, осыған байланысты ұнтақ – компоненттердің салмақтық арақатынасының өзгеруіне байланысты ұнтақ қоспасының бөлшектерінің қатарлану сипаты өзгереді [6,7].

1 суретте көрінгендей жымдастыру кинетикасы бойынша деректер Cu–Cr материалы композицияларының микроқұрылымдарын зерттеумен жақсы үйлеседі. Cr фазасы 20 салмаққа дейін болғанда оның бөлшектерінің %-ы орташа өлшемі шамамен ~ 30-40 мкм, дөңгелек пішінді және мыс матрицасында біркелкі бөлінген (сурет 1,а). Құрамында 30-дан 40-қа дейінгі Cr бар композициялық материалда Cr фазасының бөлшектерінің %-ы бөлшектер конгломерациясының тармақталған нысаны бар. Cu фазасы матрицаның рөлін атқарады (сурет 1,б). Cr құрамында 40-тан астам салмақ болған кезде Cr фазасының көрші бөлшектерінің бұрылу %-ы түйіседі, бұл Cr фазасынан қаңқаның пайда болуына әкеледі. Cu фазасы баяу балқитын Cr-фазадан жасалған қаңқаны толтырады.



1-сурет. Cu–Cr композицияның жымдастырылған үлгілерінің микроқұрылымы:
а – 10% Cr; б – 35%Cr

Қорытынды

Зерттелген Cu– 10÷60 салмағы %Cr мыс пен хромның салмақтық арақатынасы бар – Cu–30÷40%Cr, онда композициялық материал қасиеттерінің сипаты өзгереді. 30% Cr дейін композицияның қасиеттері мыс фазасының қасиеттерімен анықталады, 40% Cr бастап композицияның қасиеттеріне баяу балқитын компонент елеулі әсер етеді. Cu-35% Cr құрамының композициялық материалында каркасты (Cr) матрицалық (Cu) құрылымын ауыстыру басталады. Cu және Cr салмақтық арақатынасының көрсетілген аймағында бастапқы ұнтақтардың қоспасында бөлшектердің тығыз орналасуымен шартталған қасиеттер бойынша жергілікті максимум байқалады – дендритті пішінді мыс ұнтағының бөлшектері және дөңгелек пішінді хром ұнтағының ұсақ бөлшектері [8].

Осылайша, микроқұрылымдық талдау нәтижелері бойынша алынған композициялық материалдардың үлгілері құрамы мен микроқұрылымдары бойынша біртекті деген қорытынды жасауға болады. Мұндай материалдар электрконтактілі материалдар ретінде пайдаланылуы мүмкін.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Осинцев О.Е., Федоров В.Н. Медь и медные сплавы. Отечественные и зарубежные марки: Справочник. М.: Машиностроение, 2004, 336 с.

[2] Ермаков С.С., Ермаков Б.С. Порошковые материалы. – Алма-Ата: Галым, 2001.344 с.

[3] Н.Д. Лесник, Р.В. Минакова, Е.В. Хоменко. Система хром-медь: адгезионные характеристики, легирование, структура переходной зоны и композиционных материалов// Порошковая металлургия, 2001, №7/8, с. 137-147.

[4] Карпов Я.С. Композиционные материалы: компоненты, структура, переработка в изделия / Я.С. Карпов, О.В. Ивановская. – Харьков: Изд-во Нац. аэрокосм. ун-та, 2001. 153с. 75.

[5] Ладьянов В.И. Термическая стабильность механосинтезированных композитов Cu-C / В.И. Ладьянов, Р.М. Никонова, Н.С. Поздеева ; Физикотехнический институт УрО РАН, г. Ижевск // Научные ведомости БелГУ. Сер. Математика. Физика. - 2011. - №11(106), вып.23.-С. 142-145.

[6] Колачев Б.А., Елагин В.Н., Ливанов В.А. Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов. М.: МИСиС. 2001. 416с.

[7] Fu Chang Yan, Niu Yan, Wu Wei-tao. High temperature oxidation of powder metallurgy two-phase Cu-Cr alloys under low oxygen pressure // Trans Nonferrous Metals Soc. China, 2000, v. 10, № 3, p. 353-357.

[8] Пименова Н.В. Разработка и исследование композиционного материала Cu-Cr для электрических контактов вакуумных дугогасительных камер // Вестник МГТУ им. Г.И. Носова, Магнитгорск, 2008, №2, с 66-99.

Қали Р.Е., Жолдубаева Ж.Д., Исин Д.К., Мажитова Л.А.

Исследование свойств композиционного материала на основе меди

Резюме: В данной статье рассматривается микроструктура композицон-ного материала на основе меди, полученные методом порошковой металлургии. Благодаря конструктивным особенностям, продукты порошковой металлургии хорошо переносят жаростойкие, циклические колебания температуры и напряжений деформации, а также радиоактивное излучение. По указанным результатам смесь порошков Cu и Cr является бидисперсной.

Ключевые слова: порошковая металлургия, композиционный материал, спекание, микроструктура.

УДК 622.245.5

F. Berdikulova, B.Seitkhanov, E.Mazulevskiy, A.Sydykov, T.Kovzalenko
(RSE “The National Center on Complex Processing of Mineral Raw Materials of the Republic of Kazakhstan”, Almaty, Kazakhstan. E-mail: Pheruza_b@mail.ru)

THERMOGRAVIMETRIC STUDIES OF THE REACTION OF THE INTERACTION OF TIN, LEAD AND ANTIMONY OXIDES WITH SODIUM PHOSPHORUS COMPOUNDS

Abstract. The article presents the results of thermogravimetric studies of the interaction of antimony and impurities of rough antimony with sodium phosphorous compounds. It has been shown that lead during antimony refining is removed from the crude metal, forming phosphate compounds. The loss of antimony to the slag phase during the refining process is explained by the partial dissolution of antimony oxides in the melt of sodium phosphorus compounds.

Keywords: rough antimony, refining, removal of lead and tin, reagent for refining

Ф.А. Бердикулова, Б.А. Сейтханов, Е.А. Мазулевский, А.О. Сыдыков, Т.В. Ковзаленко
(РГП «Национальный центр по комплексной переработке минерального сырья Республики Казахстан», Алматы, Республика Казахстан. E-mail: Pheruza_b@mail.ru)

ТЕРМОГРАВИМЕТРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РЕАКЦИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОКСИДОВ ОЛОВА, СВИНЦА И СУРЬМЫ С ФОСФОРНЫМИ СОЕДИНЕНИЯМИ НАТРИЯ

Аннотация. В статье приведены результаты термогравиметрических исследований взаимодействия сурьмы и примесей черновой сурьмы с фосфорными соединениями натрия. Показано, что свинец при рафинировании сурьмы удаляется из чернового металла, образуя фосфатные соединения. Потери сурьмы в шлаковую фазу в процессе рафинирования объясняются частичным растворением оксидов сурьмы в расплаве фосфорных соединений натрия.

Ключевые слова: черновая сурьмы, рафинирование, удаление свинца и олова, реагент для рафинирования

Рафинирование черновой сурьмы от примесей реагентным (огневым) способом является одним из основных способов в производстве металлической сурьмы. Огневым рафинированием из черновой сурьмы удаляют мышьяк, олово и железо. Рафинирование от свинца проводят электрохимическим способом. Применение электрохимического способа считается рентабельным лишь при образовании анодных шламов, содержащих благородные металлы и полученных из золото-сурьмяных концентратов [1]. Нами разработан реагант для рафинирования черновой сурьмы от олова и свинца в одну стадию с получением марочного металла с содержанием не менее 99,65% Sb и не более 2000ppm Pb против $(1.4\text{-}2.6)x10^4$ppm, 20 ppm Sn против $(1.2\text{-}4)*10^4$ppm. [2]. Предложенный реагент (смесь фосфорных соединений) готовится предварительно смешиванием дигидрофосфата натрия и фосфорной кислоты в соотношении не менее 0,64 и обезвоживается при температуре не менее 350 ºС. Применение фосфатов натрия для рафинирования сурьмы от свинца предложено также в работах [3-4]. В данных работах изучены процессы только для удаления свинца, кроме того при применении фосфатных солей натрия возможны повышенные потери сурьмы в шлак в виде антимоната натрия.

В разработанном нами реагенте необходимое количество оксида фосфора в смеси обеспечивает образование устойчивых фосфатов свинца и олова, а уменьшение содержания натрия в составе смеси сокращает потери сурьмы в шлак. Предварительное обезвоживание рафинирующего агента снижает выделение газов при рафинировании и потери сурьмы с газами. Для изучения поведения примесей и сурьмы при рафинировании чернового металла нами проведены термические исследования на модельных соединениях возможных реакций, протекающих в процессе рафинирования.

Термическому исследованию подвергались следующие образцы:

- №1 - смесь из PbO и реагента рафинирования
- №2- смесь из Sb_2O_3 и реагента рафинирования.
- №3 -смесь черновой сурьмы и реагента рафинирования.
- №4 - смесь сплава сурьмы и свинца (содержание Pb-4,13%) и реагента рафинирования.
- №5 -смесь сплава сурьмы и олова (содержание Sn-4,13%) и реагента рафинирования.

Изучение термических свойств и состава порошковых проб проводилось по следующим критериям: по морфологии термических кривых и по численным значениям интенсивностей эндо– и экзотермических эффектов с использованием сопряженных с ними термогравиметрических показаний TG – линий.

Термическое поведение образца №1 при градиентном нагревании регистрирует на своих кривых серию термических проявлений (в виде пиков), расположенных по всему исследуемому диапазону температур. Преимущественно все выявленные пики эндотермического происхождения, они вызваны выбросом в атмосферу летучих компонентов, образовшихся в результате диссоциации составляющих изучаемого комплекса. Исключением служит эндотермический эффект при 730°С, наблюдаемый без сопровождения потери веса, и связанный с физическим преобразованием продукта обжига. Химическое взаимодействие оксида свинца с фосфатами натрия с образованием фосфатных соединений свинца протекает именно в этой области.

Первый этап разложения комплекса связан с дегидратацией, которая протекает в две стадии - в интервалах 50-115° и 115-190°С. При этом прибор фиксирует на DTG-кривой два неодинаковых по размерам пика – с большей амплитудой при 70°С и с меньшей - при 180°С. Общая потеря веса в обеих ступенях обезвоживания (Δm_1) составляет 3%. Дегидратация и разложение пробы указывает на протекание следующих реакций:

при 50-115^{0}С: $NaH_2PO_4*2H_2O \rightarrow NaH_2PO_4 + 2H_2O$

при 180-330^{0}С: $2NaH_2PO_4 \rightarrow Na_2H_2P_2O_7 + H_2O$

$NaH_2PO_4 \rightarrow NaPO_3 + H_2O$

Снижение массы навески в следующем интервале температур (180-330°С) связано с образованием кислого пирофосфата натрия и его последующим разложением до метафосфата натрия. Процесс протекает с поглощением тепла, часть из которого гасится в процессе ступенчатой эндотермической дегазации системы. В результате взаимодействия этих разно полярных и встречно направленных тепловых потоков происходящими реакциями разложения комплекса энтальпия системы менялась в той последовательности, в которой запечатлены изгибы на кривой DTA в промежутке указанных температур.

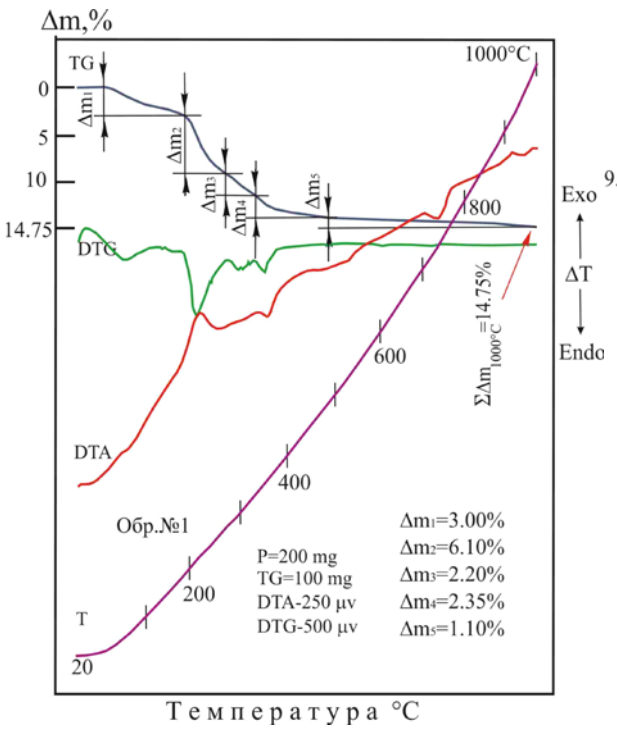


Рис. 1. Дериватограмма образца №1

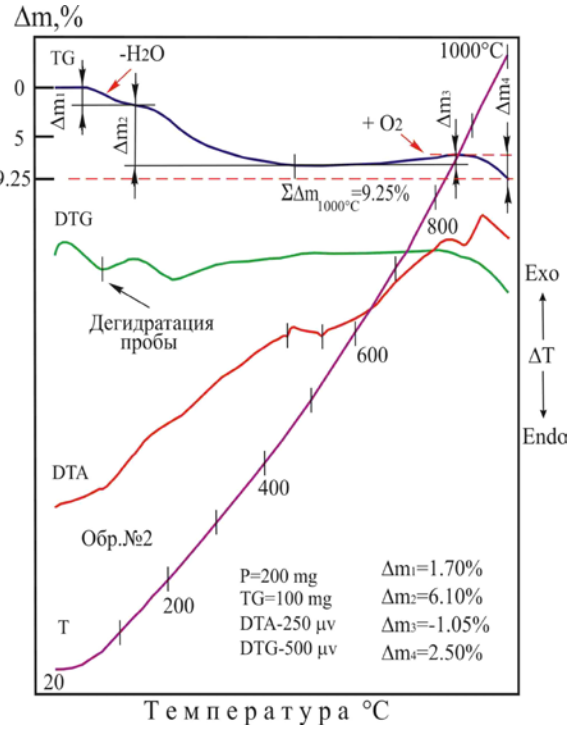


Рис. 2. Дериватограмма образца №2

В том же хронологическом порядке менялись и кинетические параметры деструкции термически активного компонента пробы. Об этом свидетельствует морфология DTG-кривой, оставившей при 225, 300 и 360°С три неравнозначных пика, характеризующих изменение скорости трех ступеней потери веса (рисунок 1).

Термическое поведение смеси из Sb_2O_3 и реагента рафинирования (образец №2) в условиях динамического нагревания отличается спокойным развитием всех реакций, протекающих в заданных пределах температур. Очертания пиков на дифференциальных (DTA и DTG кривых) большинства термических эффектов, имеют сглаженный профиль и растянуты в горизонтальном направлении вдоль шкалы температурного изменения. Соответствующим образом выглядит и траектория кривой потери веса. Все ступени изменения массы образца, связанные с выбросами (40-470 °С) из системы летучих соединений и привнесением (600-855 °С) в нее кислорода, выполнены на TG-линии в виде пологих горок.

Первая эндотермическая реакция, зафиксированная в интервале 40-120°С, оставила на DTA-кривой слабый провал линии с экстремумом при 80°С, а на DTG-кривой в той же области температур она очертила широкий пик, вызванный процессом обезвоживания образца. Термогравиметрическая (TG) кривая при этом регистрирует потерю веса, равную - 1,7% массы образца.

Вторая эндотермическая реакция протекает в большом промежутке температур – 120-470°С. Она связана с разложением компонента пробы – дигидрофосфата натрия по вышеуказанным реакциям.

По окончании процесса деструкции термически активного компонента образца система приходит в химически равновесное состояние, при котором в пределах широкого диапазона температур (470-670 °С) продукты обжига не вступают в хемогенные реакции. Это указывает на то, что оксид сурьмы не взаимодействует с фосфатами натрия. Внутри указанного температурного поля DTA – кривая фиксирует лишь эффекты физического происхождения – слабо развитый экзотермический пик в окрестностях 470 °С и столь же незначительной величины проявления эндотермической принадлежности при 525°С. Первый из этих эффектов обусловлен частичной перекристаллизацией Sb_2O_3, второй связан с полиморфным превращением данного соединения в β-модификацию. Процесс преобразования системы завершается окислением триоксида сурьмы до пятиоксида сурьмы (670-855°С) с плавным переходом системы в режим восстановления (855-1000°С), т.е разложение пятиоксида сурьмы.

Проба, состоящая из смеси черновой сурьмы и приготовленного из дигидрофосфата натрия и ортофосфорной кислоты реагента, по своим термохимическим параметрам разложения существенно отличается от термических характеристик деструкции других, изученных нами, проб. Такое различие явно прослеживается в интервале температур 400 - 555 °С, в котором система подвержена интенсивным процессам окисления ее главного компонента черновой сурьмы (рисунок 3).

Указанным выше реакциям предшествуют два акта термического преобразования, а именно:

1. Процесс обезвоживания фосфатных соединений натрия (40-125 °С) с потерей веса 1,75%;

2. Реакция разложения фосфатных соединений натрия (125-400 °С) с удалением в атмосферу продукта диссоциации в количестве 4,25% от массы образца. По окончании термического распада фосфатных соединений натрия привнесение кислорода в систему протекает весьма бурно, оставляя на кривой DTA мощный экзотермический пик с вершиной при 485°С. Столь же интенсивное проявление при 460°С наблюдается на дифференциальной термогравиметрической линии. Кривая потери веса в процессе окисления (400-555°С) резко устремляется верх, отмечая увеличение массы навески на 34%.

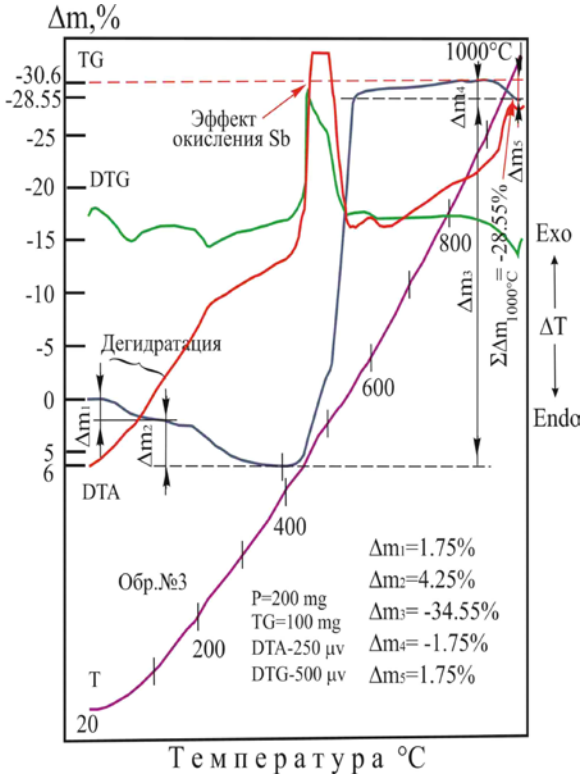


Рис. 3. Дериватограмма образца №3

Привнесение кислорода в систему продолжается и за пределами 550°С, но в значительно меньших количествах. При 880°С подобная прибавка атмосферного кислорода в систему составляет лишь 1,75%. Эта доля привнесенного газа неустойчива. И как показывают кривые в высокотемпературной части диапазона, указанная прибыль кислорода в шихте (1,75%) в результате восстановительной реакции утрачивается уже при 1000°С.

Образец из смеси сплава сурьмы, свинца (Pb-4,13%) и реагента (образец №4), приготовленный из дигидрофосфата натрия и ортофосфорной кислоты, на своих термических кривых наглядно демонстрирует этапы разложения в первой части температурного диапазона (20-400°С) и этапы окисления во второй ее части (400-1000°С). Кривая DTA в окрестностях 70 и 225°С отметила слабо выраженные пики, относящиеся к эндотермическим эффектам соответственно реакции обезвоживания образца и диссоциации его компонента. Более четкое разграничение интервалов температур, в границах которых протекают реакции, произвела дифференциальная термогравиметрическая (DTG) кривая. На ней представлены участки, по которым нетрудно определить параметрические данные реакции по отношению ее развития, достижения кинетического максимума процесса и его затухания. Процесс полного разложения фосфатных соединений натрия завершается при 400°С, после которого система вступает в новую фазу трансформации – окислению

металлического комплекса. Этот процесс вызывает выброс в систему тепловой энергии, оставляя на DTA-кривой развитый и значимый по величине пик экзотермической направленности (рисунок 4). Приток в систему кислорода в процессе увеличения температуры от 400 до 510 °С, устремляет термогравиметрическую кривую вверх, отмечая прирост массы образца на 4,75%.

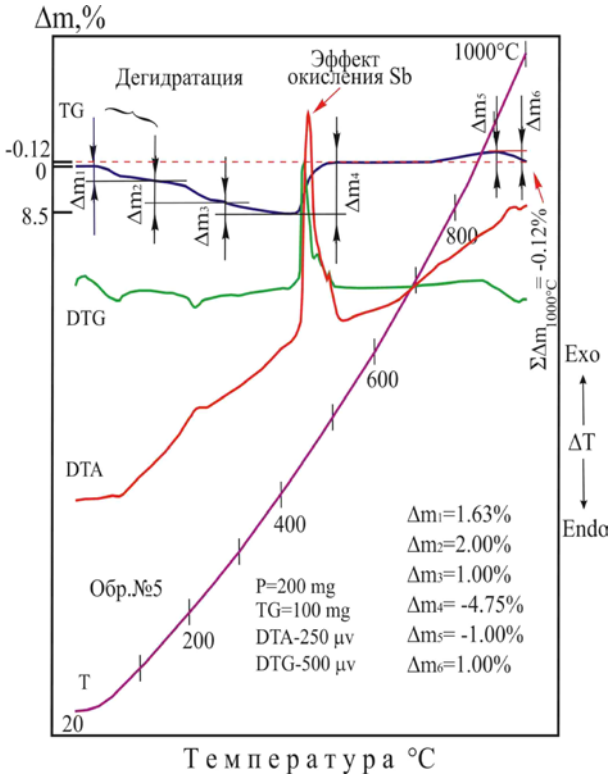


Рис. 4. Дериватограмма образца №4

Окисленный сурьмяно-свинцовый сплав за пределами 510°С вступает в равновесное состояние, которое затем нарушается с новым этапом окисления (750-900°С). В этом диапазоне температур приток кислорода в систему осуществляется значительно слабее – его количество не превышает 1%. Новое состояние оксидного соединения неустойчивое, но обратный выброс кислорода в атмосферу (900-1000°С), приводит систему на прежний уровень стабильности. Восстановление шихты протекает столь же пассивно, как и предшествующая ступень окисления.

Термические кривые образца смеси сплава сурьмы и олова (Sn-4,13%) и плава, приготовленного из дигидрофосфата натрия и ортофосфорной кислоты, зарегистрировали большой набор проявлений, вызванных главным образом сложным характером окисления металлических компонентов пробы (рисунок 5).

Первая эндотермическая реакция пробы связана с ее дегидратацией, которая оставляет на кривой DTG неглубокий сглаженный пик, свидетельствующий о низком содержании воды (0,8%) в системе. Следующая термическая реакция проявляется в интервале 125-240°С, она вызвана окислением олова, включенного вместе с сурьмой в состав пробы в качестве металлического компонента. Процесс привнесения в систему кислорода сопровождается выделением тепла, количество которого определяется площадью экзотермического пика, вписанного в DTA-кривую. Вершина этого пика отмечена при 210°С. Избыток тепловой энергии, связанный с процессом окисления олова, существенно повысил скорость диссоциации плава, состоящего из дигидрофосфата натрия и ортофосфорной кислоты, масса которой резко сократилась с выбросом из нее должного количества продуктов разложения. О быстроте уменьшения массы испытываемого вещества свидетельствует также наличие на DTG-кривой в области 210°С глубокого пика. Интенсивность реакции разложения плава настолько высока, что стало невозможным выделить эффект, который связан с приростом веса образца, вызванным окислением олова.

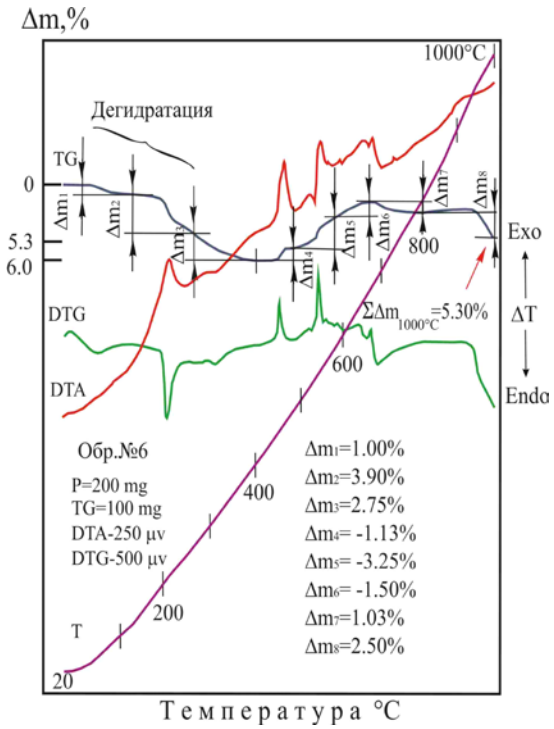


Рис. 5. Дериватограмма образца №5

Следующим этапом термического преобразования анализируемого комплекса является процесс окисления сплава Sb + 4% Sn. Реакция формирования оксида многостадийна, о чем свидетельствует наличие на дифференциальных (DTA и DTG) кривых множества пиков, отражающих ступени окислительно-восстановительные процессов, протекающих в интервале температур 400-1000°С.

Таким образом, термические исследования реакций взаимодействия сурьмы и примесей с рафинирующим флюсом показали, что оксид сурьмы не взаимодействует с фосфорными соединениями натрия и олова, а лишь, окисляясь, интенсифицирует процесс дегидратации и разложение рафинирующего плава. Оксид свинца вступает в химическую реакцию с рафинирующим флюсом и образует фосфаты свинца. Потери сурьмы в фосфатные шлаки в процессе рафинирования возможны по следующими причинами:

- растворением оксида сурьмы в шлаковой фазе;
- взаимодействие сурьмяно-свинцового сплава с фосфорными соединениями с образованием комплексных фосфатов.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Сурьма // под ред. Мельникова С.М. – М.: Металлургия, 1977. - 416с.

[2] Евразийский патент №029375. Реагент для рафинирования сурьмы от свинца и олова/Жарменов А.А., Терликбаева А.Ж., Сыдыков А.О., Мазулевский Е.А., Бердикулова Ф.А.; опубл. 30.03.2018

[3] Wang Ying, Chen Shao-chun. Research on removal of lead from rough antimony during fire refining // Journal of Guangdong non-ferrous metals. – 2004. - No. 2, Vol.14. - P. 111 – 113.

[4] Pat. No 103290236 CN. Method for deep deleading and lead regeneration by fire refining of crude antimony and applications of metaphosphate / Yang J, Tang C, Tang M, Chen Y, He J, Yang S, Ye L; publ. 26.11. 2014.

Ф.А. Бердіқұлова, Б.А. Сейтханов, Е.А. Мазулевский, А.О. Сыдықов, Т.В. Ковзаленко

Қалайы, қорғасын және сүрме оксидтерінің натрийдің фосфорлы қосылыстарымен әрекеттесу реакцияларының термогравиметриялық зерттеулері

Түйіндеме. Мақалада сүрме мен шикі сүрме құрамында кездесетін қоспалардың натрийдің фосфорлы қосылыстармен әрекеттесулерінің термогравиметриялық зерттеулер нәтижесі көрсетілген. Сүрмені рафинациялау кезінде қорғасын фосфорлы қосылыстар түзу арқылы шикі метал құрамынан ажыратылатыны көрсетілген. Ал сүрменің қож қорытпасына аздаған мөлшерде өтуі натрийдің фосфорлы қосылыстарының қорытпасында еруімен түсіндіріледі.

Түйін сөздер: шикі сүрме, рафинациялау, қалайы мен қорғасыннан тазарту, рафинациялаушы реагент

УДК 622.276.6

[1]A.S. Khadiyeva, [2]G.S. Sabyrbayeva
([1]Caspian State University of Technologies and Engineering named after Sh.Yesenov,
Aktau, Kazakhstan. E-mail:hadieva_albina@mail.ru)

SELECTION OF POLYMERS TO INCREASE THE DISPLACEMENT RATIO OF HIGH-VISCOSITY OILS

Abstract. The article discusses one of the methods of enhanced oil recovery with polymer injection. Describes a comparison of various samples using a polymer to improve the displacement efficiency of high viscosity oils.
Key words: concentration, temperature, coefficient, viscosity, polymer, volume, breed.

[1]А.С. Хадиева, [2]Г.С. Сабырбаева,
([1]Каспийский Государственный университет технологий и инжиниринга имени Ш.Есенова,
Республика Казахстан, Актау. E-mail:hadieva_albina@mail.ru)

ПОДБОР ПОЛИМЕРОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ВЫТЕСНЕНИЯ ВЫСОКОВЯЗКИХ НЕФТЕЙ

Аннотация. В статье рассматривается один из методов повышения нефтеотдачи пластов с закачкой полимера. Описывается сравнение различных проб с применением полимера для повышения коэффициента вытеснения высоковязких нефтей.
Ключевые слова: концентрация, температура, коэффициент, вязкость, полимер, объём, породы.

В настоящей работе проведены фильтрационные исследования на составных образцах породы с целью выбора эффективного полимера для повышения коэффициента вытеснения высоковязких нефтей.

Подготовленные к исследованиям образцы были промаркированы с указанием присвоенного лабораторного номера, скважины и глубины отбора и затем направлялись в экстракционную для очистки пустотного пространства от углеводородов, солей и воды.

Подготовка 4-х образцов к фильтрационным исследованиям включала насыщение пластовой водой очищенных образцов в установке для насыщения образцов керна ПИК-СК. Образцы и насыщающий флюид были предварительно вакуумированы. Полнота насыщения порового пространства определялась сравнением пористости, полученной при насыщении образцов моделью пластовой воды и пористости, определенной газообъёмным методом по гелию (табл. 1,2,3).

Таблица 1. **Исходные параметры составных образцов и полимеров**

№ п/п	Наименование полимера	Концент-рация, ppm	Лаб. номер образца	Длина образца, см	Диаметр образца, см	Пористость по гелию, д. ед.	Пористость по воде, д. ед.	Проницаемость для газа, $\times 10^{-3}$ мкм^2
1	МД-07	1249	№ 1	5,018	3,272	0,320	0,338	1420
			№ 4	4,958	3,635	0,338	0,335	1110

В первую очередь при проведении фильтрационных исследований в керновые образцы прокачивалась пластовая вода при скорости 0,5 мл/мин до стабилизации перепада давления для определения начальной проницаемости по воде. Затем прокачали модель пластовой нефти (вязкость - 19,2 сПз) при скорости 0,5 мл/мин до стабилизации перепада давления и остаточной водонасыщенности. Высчитывалась проницаемость по нефти при остаточной водонасыщенности. После получения на образце керна остаточной водонасыщенности была выполнена процедура восстановления смачиваемости. Прокачивали сточную (БКНС) воду при скорости 0,5 мл/мин в нефтенасыщенный образец до стабилизации потока (не менее 4 поровых объемов), рассчитывали коэффициент вытеснения нефти водой и фазовую проницаемость по воде при остаточной нефтенасыщенности. Далее прокачивался полимерный раствор до стабилизации перепада давления

не менее 3 поровых объемов (PV) при скорости 0,5 мл/мин. Для замера реологии полимера, на выходе из керна отбирались пробы равными порциями PV (1 PV) в количестве 4 проб.

Таблица 2. **Результаты фильтрационных экспериментов на составном образце № 1 - № 4 с применением полимера МД-07**

Полимер	МД-07
Концентрация полимера, мг/л	1249
Составной образец керна	№ 1 - № 4
Остаточная водонасыщенность, д.ед.	0,231
Начальная нефтенасыщенность, д.ед.	0,769
Остаточная нефтенасыщенность, д.ед.	0,233
Коэффициент вытеснения нефти до закачки полимера, д.ед.	0,527
Коэффициент вытеснения нефти 1-й пробы во время закачки полимера, д.ед.	0,593
Коэффициент вытеснения нефти 2-й пробы во время закачки полимера, д.ед.	0,641
Коэффициент вытеснения нефти 3-й пробы во время закачки полимера, д.ед.	0,671
Коэффициент вытеснения нефти 4-й пробы во время закачки полимера, д.ед.	0,705
Коэффициент вытеснения нефти после закачки полимера, д.ед.	0,712
Прирост, %	18,5
Начальный фактор сопротивления	14,09
Остаточный фактор сопротивления	20,86

Таблица 3. **Результаты определения вязкости 4-х проб полимера МД-07 после проведения фильтрационных экспериментов на составном образце № 1 - № 4**

Скорость сдвига, 1/с	Вязкость полимера МД-07, мПа·с при 25˚ С					Вязкость полимера МД-07, мПа·с при 40˚ С				
	исходная	1-я проба	2-я проба	3-я проба	4-я проба	исходная	1-я проба	2-я проба	3-я проба	4-я проба
0,61	46,4	8,16	7,96	19,79	27,3	39,7	8,74	6,79	18,6	25,87
1,22	39,2	3,1	6,86	18,3	25,36	25,9	2,94	4,71	17,02	21,17
3,05	32,5	2,87	4,29	15,15	21,34	22,3	1,96	3,92	14,1	17,21
6,1	25,8	1,82	2,38	13,79	17,68	18,6	1,68	2,27	13,49	15,61
7,34	23,4	1,62	1,82	12,28	15,51	17,5	1,44	1,7	11,31	14,46
12,2	19,9	1,23	1,46	12,29	15,27	13,9	1,08	1,45	11,19	12,03
24	15,8	1,68	1,94	11,41	14,4	11,1	1,62	1,73	10,46	11,04
61	11,9	1,56	1,76	10,39	10,36	9,08	1,44	1,6	7,25	8,12
100	10,4	1,28	1,5	7,12	9,09	7,77	1,25	1,53	5,01	5,89
122	10,07	1,47	1,70	6,33	8.27	7,23	1,51	1,38	4,91	5,02

Следует отметить, что замер вязкости отобранных проб полимеров проводился на следующий день. Следовательно, на получение низких значений вязкости (рис.1) возможно повлиял процесс окисления – воздействие воздуха.

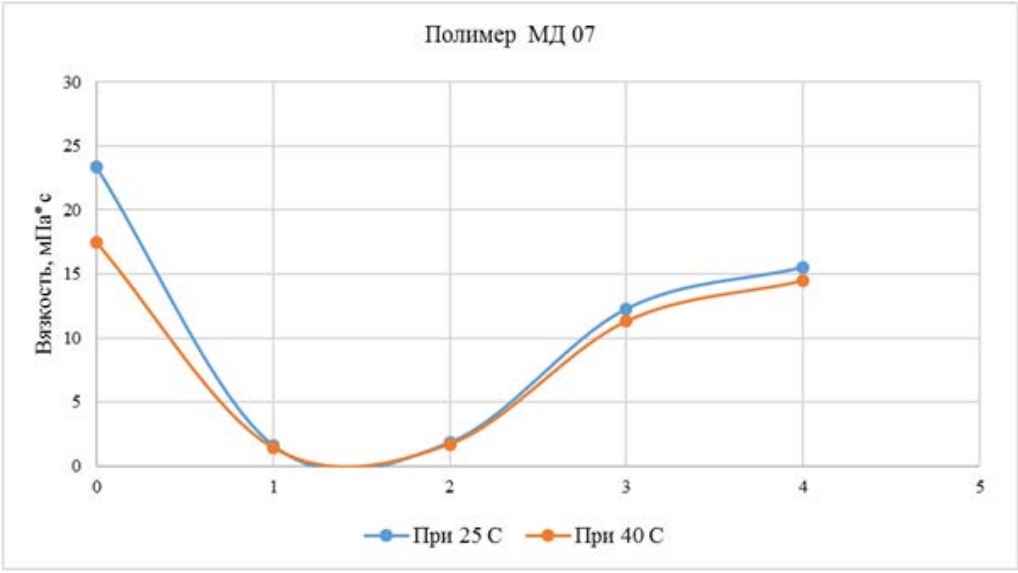


Рис. 1. Данные по вязкости полимера МД-07 (4 пробы)

Результаты лабораторных данных полимеров показал, что коэффициент вытеснения использованием полимера марки МД 07 составляет 0,712 д.ед. При сравнении коэффицентов вытеснения на начальных образцах полимеров значительно высоко, где прирост составляет 18,5%. Коэффициент вытеснения нефти до закачки полимера составляло 0,527 д.ед.

На основании полученных лабораторных исследований в условиях месторождения с высоковязкой нефтью рекомендуется провести полимер марки МД 07 для месторождении Каламкас [1-3].

ЛИТЕРАТУРА

[1] Отчет подбор оптимального полимера для условий месторождения Каламкас, 2016г.

[2] Петрофизика. Теория и практика изучения коллекторских свойств горных пород и движения пластовых флюидов, Джеббар Тиаб, Эрл Ч. Доналдсон. 2-е дополненное издание, Москва, 2009

[3] Виноградов Г.В., Малкин А.Я. Реология полимеров. – М.: Химия, 1977. – 215 с.

Хадиева А.С.,Сабырбаева Г.С.

Тұтқырлығы жоғары мұнайдың ығыстыру коэффициентін арттыру үшін полимерді таңдау

Түйіндеме. Бұл жұмыста полимерді айдау арқылы мұнай өнімділігін арттыру әдістерінің бірі қарастырылған. Жоғары тұтқырлыққа арналған полимерді қолдана отырып, мұнайдың өнімділігінің көрсеткішін сипаттайтын дәрежені салыстыру көрсетілген. Мұнайдың өнімділік коэффициенттеріне әсер ететін барлық көрсеткіштер сипатталған.

Кілт сөздер: концентрация, температура, көрсеткіш, тұтқырлық, полимер, көлем, жыныстар.

ӘӨЖ 66.081: 546.655

L.K. Ybraimzhanova[1], N.A. Bektenov[2], I.D. Troshkina

([1]Taraz State University named after I. M.H. Dulati, Taraz, Republic of Kazakhstan.
[2] Kazakh National Pedagogical University named after Abai, Almaty, Republic of Kazakhstan.
[3]Russian University of Chemical Technology D.I. Mendeleev, Moscow, Russian Federation.
E-mail: ybraymzhanova@mail.ru)

OBTAINING AND STUDYING COMPOSITE MATERIAL BASED ON PANI / CNT FOR EXTRACTION OF RARE METAL IONS.

Abstract. The physicochemical properties of a composite material for the separation of cerium from sulfuric acid-chloride solutions have been studied. The nanocomposite polyaniline (60 wt%) / CNT CNT was obtained by polymerizing an aniline oxidizer on the CNT surface. The morphological and structural characteristics of the material were obtained using scanning electron microscopy. The optimal synthesis conditions have been identified.

Key words: cerium, adsorption, nanocomposite, synthesis, isotherm, ion exchanger

Л.К. Ыбраймжанова[1], Н.А. Бектенов[2], И.Д. Трошкина[3]
([1]М. Х. Дулати атындағы,Тараз мемлекеттік университеті. Тараз, Қазақстан Республикасы
[2]Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті**.** Алматы, Қазақстан Республикасы
[3]Ресей химия-технологиялық университеті. Д. И. Менделеева,
Мәскеу, Ресей Федерациясы)

СИРЕК КЕЗДЕСЕТІН МЕТАЛ ИОНДАРЫН БӨЛІП АЛУҒА АРНАЛҒАН ПАНИ/УНТ НЕГІЗІНДЕГІ КОМПОЗИЦИЯЛЫҚ МАТЕРИАЛ АЛУ ЖӘНЕ ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа. Күкірт қышқылы-хлорид ерітінділерінен церийді бөліп алуға арналған композициялық материалды синтездеу және оның физика-химялық қасиеттері зерттелді. Нанокомпозит полианилин (60 масса. %) / УНТ УНТ бетінде анилинді тотықтырғыш полимерлеу жолымен алынған. Материалдың морфологиялық және құрылымдық сипаттамалары сканерлеу электронды микроскопиясының көмегімен алынды. Синтездің оптималды жағдайлары анықталды.
Түйінді сөздер: церий, адсорбция, нанокомпозит, синтез, изотерма, ионит.

Сирек кездесетін пайдалы қасиеттері өте жоғары элементердің ішінде церий элементін айтуға болады. Церий - құрылымдық болаттарды легирлеу, оптикалық және айна әйнектерін жылтырату, катализаторлар, арнайы мақсаттағы әйнектер, отқа төзімді материалдар, жарық көздері, пирофорлық қорытпалар, отын элементтері және химиялық ток көздері үшін қолданылатын сирек кездесетін элемент [1].

Ол сирек жер элементтерін, негізінен карбонаттардан және шөгінді кен орындарынан бөлу арқылы алынады [2-5]. Шикізат көздерін гидрометаллургиялық өңдеу кезінде церийді алу, оны шоғырландыру және басқа сирек жер элементтерінен бөлу үшін әдетте сорбциялық және экстракциялық әдістер қолданылады [2-14].

Катион түріндегі ерітінділерде немесе анион кешендерінің құрамында болатын церийді алудың сорбциялық процестерінде дәстүрлі шайырларды қолдану [2] тепе-теңдікті орнатудың ұзақ уақытын қажет ететіндігімен (4 сағаттан астам) ерекшеленеді. Бұндай металдарды бөліп алуда талшықты материалдарды пайдалану арқылы процестің жылдамдығын арттыруға болады [15], алайда олардың көлемдік сыйымдылығы едәуір төмен, бұл құрылғылар көлемінің едәуір артуына әкелуі мүмкін.

Сорбцияның кинетикалық сипаттамаларын жақсарту үшін селективтілікті арттыру кезінде сорбенттер мен экстрагенттердің қасиеттерін біріктіретін материалдар – импрегнаттар, ТВЭКС, микрокапсулалы – экстрагенттер пайдаланылуы мүмкін [16-23]. Бұл материалдардың кемшіліктері тасымалдаушыдан экстрагенттің біртіндеп жоғалуын қамтиды, бұл сыйымдылық сипаттамаларының төмендеуіне әкеледі.

Түйіршіктелген синтетикалық органикалық шайырлармен салыстырғанда көбінесе кинетикалық сипаттамалары бар баламалы сорбциялық материалдар көміртекті сорбенттер-нанотүтікшелер мен графендер – сондай-ақ оларға негізделген композиттер болуы мүмкін [24-27].

Бетті өңдеудің механикалық, физикалық немесе химиялық әдістері кеуекті көміртекті тасымалдаушылардың сіңіру қабілетін арттырады. Сорбент бетін өзгертуге негізделген химиялық әдіс осыған байланысты ең тиімді болып табылады.

Фенилендиамин және иминохиноидты топтары бар полианилинді (ПАНИДІ) модификатор ретінде таңдау оның катиондар мен аниондарға қатысты жақсы адсорбциялық қасиеттеріне байланысты, бұл ондағы конъюгативті байланыс жүйесінің болуымен түсіндіріледі. Сонымен қатар, өзіндік құны төмен бұл полимер улы емес, іс жүзінде суда ерімейді.

Панидің амин және имино топтары донорлық-акцепторлық механизм арқылы кейбір металл катиондарымен әрекеттесуі мүмкін, сондықтан ПАНИ ерітінділерден металл катиондарын адсорбциялай алады деп күтуге болады. Панидің адсорбциялық қасиеттері туралы ақпарат шектеулі [1, 2].

Полианилинмен модификацияланған сіңіргіштер әртүрлі химиялық сипаттағы полютанттардың сұйық фазалық сорбция процестерінде қолданылды. Жұмыстың авторлары [3, 4] полимер синтезінің әртүрлі жағдайларында күріш қауызын полианилинмен модификациялау арқылы адсорбенттер алды. Алынған адсорбенттерге мырыш пен хром катиондарына қатысты жоғары адсорбциялық қабілет тән екендігі анықталды.

Поланилинмен модификацияланған шырша үгіндісі [5-6] аниондық және катионды бояғыштарға қатысты жоғары адсорбциялық қабілетті көрсетеді. Эвкалипт үгінділерінің полианилинмен

модификациясы [4] хром катиондарын оқшаулау үшін тиімді адсорбент алуға мүмкіндік берді.

Зерттеу авторлары [7] ПАНИ- ді бөлме температурасында (22 ± 2°C) химиялық жолмен үгінділер бетіне тікелей синтездеді. Полианилинмен қапталған үгінділер (PANI / SD) Сулы ерітінділерден Жасыл 25 (AG 25) қышқыл бояғышты кетіру үшін адсорбент ретінде пайдаланылды.

Сулы ерітінділерден метил қызғылт сары (МО) бояғышты адсорбциялау үшін шыны пластиналарға (ПАНИ/шыны) иммобилизацияланған полианилиннің сіңіру қасиеттері зерттелді [8].

Авторлар полианилинмен үгінділер тікелей химиялық полимерлеу арқылы жабылған және сулы ерітінділерден қышқыл бояғышты (Acid Violet 49) кетіру үшін адсорбент ретінде қолданылған [9].

Сондықтан полианилинмен модификацияланған тасымалдаушы материалдарды бейорганикалық қосылыстардың тиімді адсорбенттері ретінде пайдалану ғылым мен техниканың жеткілікті зерттелмеген саласына қарамастан өте перспективалы және ғалымдардың зор қызығушылығын тудыруда.

Жұмыстың мақсаты – сулы ерітінділерден сирек кездесетін түрлі метал иондарын бөліп алуға арналған ПАНИ/УНТ негізіндегі композициялық материал алу және зерттеу.

ЗЕРТТЕУ МАТЕРИАЛДАРЫ МЕН ӘДІСТЕРІ

ПАНИ/УНТ нанокомпозитін алу

Нанокомпозит полианилин (60 масс.%) Тамбов мемлекеттік техникалық университетінде (Тамбов қаласы) жасалған. Ол UNT бетінде анилинді тотықтырғыш полимерлеу арқылы алынады. CVD – тәсілімен өндірілген УНТ (сыртқы диаметрі – 8-15 нм; ішкі диаметрі-4-8 нм; меншікті беті ≥ 300 м2/г) полианилинмен түрлендіруге ұшырады (Тамбов қ., "НаноТехЦентр"ЖШҚ).

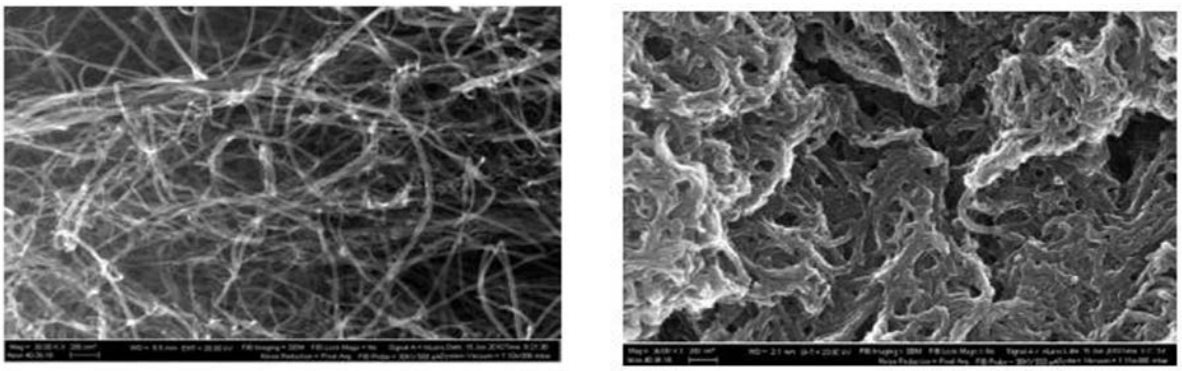
Бұл нанокомпозиттердегі Панидің мөлшері массаның 10-нан 90% - на дейін өзгеруі мүмкін. Бұл синтез кезінде бастапқы реактивтердің санын таңдау арқылы анықталады. Көміртекті нанобөлшектер құрылымды құрайтын компоненттер ретінде әрекет етеді, бұл материалдың кеуектілігі мен дамыған бетін береді.

ПАНИ-УНТ сипаттамаларын алу әдістері

Материалдың морфологиялық және құрылымдық сипаттамалары Neon 40 маркасының (Carl Zeiss, Jena, Germany) микроскопында сканерлейтін электронды микроскопия әдісімен алынды. Раман спектрлері dxr ™ Raman (Thermo Scientific Instruments Group, Waltham, MA, USA) микроскопында түсірілді. Массаның жоғалуын және жылу әсерлерін анықтау үшін STA 449 F3 Jupiter instrument (NETZSCH-Feinmahltechnik GmbH, Selb, Germany) құралы қолданылды, ол үздіксіз термогравиметрияны (TG) және дифференциалды сканерлеу калориметриясын (DSC) жүзеге асыруға мүмкіндік береді.

ПАНИ/УНТ нанокомпозитінің қасиеттері

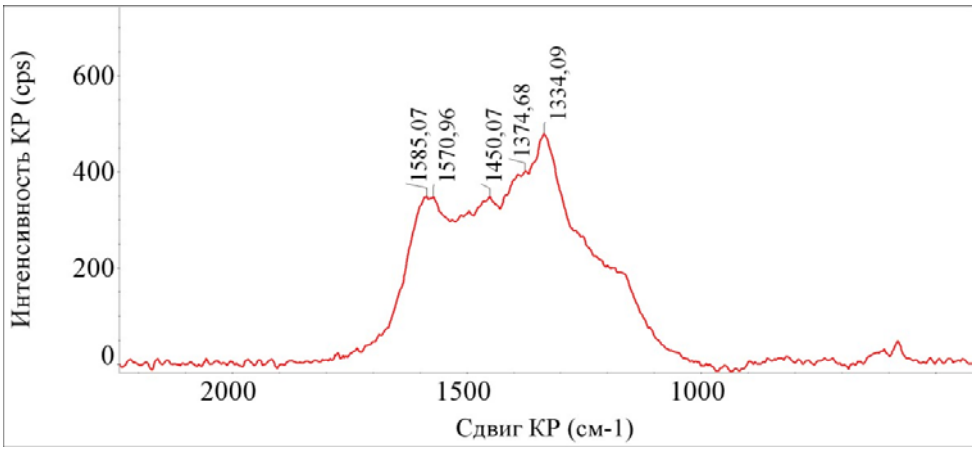
Ресейлік әріптестермен бірге нанокомпозициялық материалдың морфологиясы зерттелді. Төмендегі суреттерде (Сурет-1 а, б) "Таунит-М" УНТ және ПАНИ/УНТ СЭМ- электрондық микроскопиялық бейнелері берілген. UNT құрылымының айтарлықтай өзгеруін атап өткен жөн (сурет -1а) полианилинмен модификациядан кейін (сурет-1б) - материал УНТ бетін полимермен жабу есебінен неғұрлым тығыз құрылымға ие болды.



а б

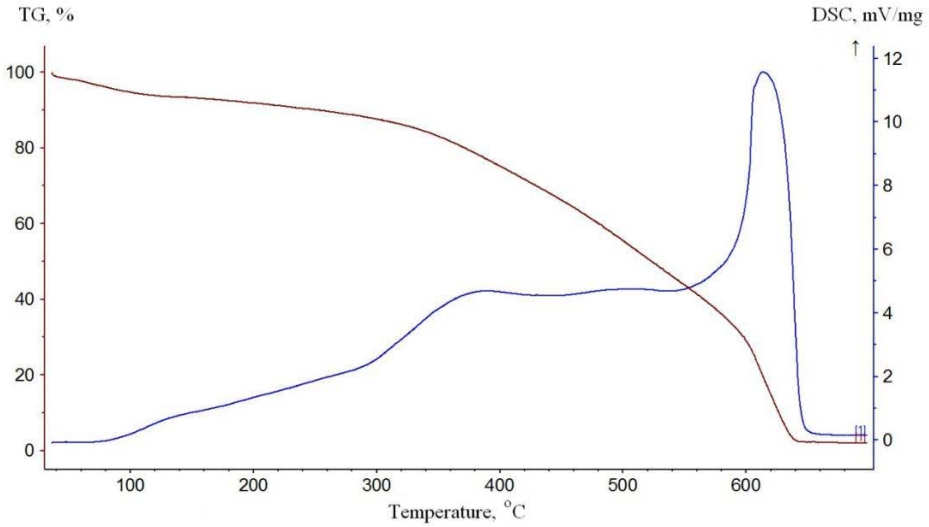
1-сурет. Бастапқы УНТ "Таунит-М" (А) және пани/УНТ нанокомпозитінің СЭМ-бейнелері (б)

Комбинациялық шашырау спектроскопиясының нәтижелері (KR) 2-суретте көрсетілген. Спектрлерде полианилин эмералдин тұзының протондалған формасына тән шыңдар бар: 1585 $см^{-1}$ – g шыңы графен парақтарындағы C-C байланысының валенттік ауытқуларына сәйкес келеді. 1570 $см^{-1}$ - хинондиимин фрагменттеріндегі C=C байланысының валенттік тербелісі, 1450 $см^{-1}$ - хинондиимин фрагменттеріндегі C=N байланысының деформациялық тербелісі (биполярлар), 1374 см $^{-1}$ - делокализацияланған полярлы құрылымдардағы C-N+* байланыстарының валентті тербелісі, 1334 $см^{-1}$– d шыңы графен қабаттарында топологиялық ақаулар пайда болған кезде Алмаз тәрізді sp^3 - байланыстардың пайда болуын және аморфты көміртегі бөлшектерінің болуын көрсетеді.



2-сурет. КР-ПАНИ/УНТ композитінің спектрі.

Келесі суретте (Сур. 3) TG - және DSK-ПАНИ композиттері үшін алынған қисықтар келтірілген (60 масс.%) / УНТ. Шамамен 350 °C температурада материалдың қайтымсыз термиялық және термооксидті ыдырауы басталады, ол 640 °C температурада аяқталады.



3-сурет. ТГ - және ДСК-ПАНИ/УНТ композитінің қисықтары

Осылайша, полианилинмен модификацияланған тасымалдаушы материалдарды бейорганикалық қосылыстардың тиімді адсорбенттері ретінде пайдалану ғылым мен техниканың жеткілікті зерттелмеген саласына қарамастан өте перспективалы болып көрінеді. Сондықтан синтезделген ПАНИ/УНТ негізіндегі композициялық материалдың құрылымдық құрылысына және физика-химиялық қасиеттеріне баға бере отырып, оны сулы ерітінділерден сирек кездесетін метал иондарын бөліп алуға сорбент ретінде пайдалану мүмкіндіктерін қарастыруға болады.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Lucas J., Lucas P., Mercier T., Rollat A., Davenport W. Rare earths. Science, technology, production and use. Elsevier, 2015. 370 p. http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-444-62735-3.00001-2.

[2] Dezhi Qi. Hydrometallurgy of rare earths. Extraction and Separation. Elsevier, 2018. 804 p. https://doi.org/10.1016/C2016-0-05328-7.

[3] Gupta C.K., Krishnamurthy N. Extractive metallurgy of rare earths. Taylor & Francis Group, LLC CRC. 2016. 869 p.

[4] Шахно И.В., Шевцова З.Н., Федоров П.И., Коровин С.С. Химия и технология редких и рассеянных элементов. Ч. II. М.: «Высш. школа», 1976. 360 с.

[5] Руденко А.А. Перспективы вовлечения в отработку забалансовых руд (золото, медь, никель, РЗЭ и др.) на месторождениях РФ // Недропользование XXI век. 2015. С. 32–37.

[6] Kuang S.T., Liao W.P. Progress in the extraction and separation of rare earths and related metals with novel extractants: A review // Sci. China Tech. Sci. 2018. V. 61. P. 1319–1328, doi.org/10.1007/s11431-018-9295-0.

[7] Lu Y., Zhang Z., Li Y., et al. Extraction and recovery of cerium(IV) and thorium(IV) from sulphate medium by an α-aminophosphonate extractant // J. Rare Earth. 2017. V. 35. P. 34–40.

[8] Wu D., Xiong Y., D. Li. Studies on the roles of different components in Cyanex 302 for rare earth ions extraction and separation // Sep. Sci. Technol. 2007. V. 41. P. 1725–1739.

[9] Wei H., Li Y., Zhang Z., et al. Selective extraction and separation of Ce(IV) and Th(IV) from RE(III) in sulphate medium using Di(2-ethyl-hexyl)-N-heptylaminomethylphosphonate extractant // Solvent extraction and ion exchange. 2017. V. 35. P. 117–129.

[10] Иониты в цветной металлургии / К.Б. Лебедев, Е.И. Казанцев, В.М. Розманов и др.; Под ред. К.Б. Лебедева. М.: Металлургия. 1975. 352 с.

[11] Папкова М.В., Михайличенко А.И., Конькова Т.В., Сайкина О.Ю. Сорбционное извлечение редкоземельных металлов из растворов фосфорной кислоты // Цв. металлы. 2016. № 8. С. 57–62.

[12] Heres X., Blet V., Natale P.D., Ouaattou A., Mazouz H., Dhiba D., Cuer F. Selective extraction of rare earth elements from phosphoric acid by ion exchange resins // Metals. 2018. V. 8. P. 682–699.

[13] Kolodynska D., Hubicki Z. Investigation of sorption and separation of lanthanides on the ion exchangers of various types. Ion exchange technology. Chapter 6. : IntechOpen. 2012 P. 101–154. http://dx.doi.org/10.5772/50857.

[14] Turanov A. N., Karandashev V.K., Sukhinina N. S., Masalov V.M., Emelchenko G.A. Adsorption of lanthanides and scandium ions by silica sol-gel material doped with novel bifunctional ionic liquid, trioctylmethylammonium 1phenyl-3-methyl-4-benzoyl-5-onate // Journal of Environmental Chemical Engineering. 2016. V. 4. P. 3788–3796.

[15] Нве Шван У, Трошкина И.Д., Эй Мин, Шиляев А.В. Сорбция рения и ванадия из минерализованных растворов волокнистыми ионитами. Изв. вузов. Цветн. металлургия. 2014. № 2. С. 42-47. DOI: 10.3103/S1067821214030134.

[16] Трошкина И.Д., Обручникова Я.А., Пестов С.М. Сорбция металлов материалами с подвижной фазой экстрагентов. *Рос. химич. журнал.* 2017. Т. LXI. № 4. С. 54-65.

[17] Lee G.S., Uchikoshi M., Mimura K., Isshiki M. Separation of major impurities Ce, Pr, Nd, Sm, Al, Ca, Fe, and Zn from La using bis(2-ethylhexyl)phosphoric acid (D2EHPA)-impregnated resin in a hydrochloric acid medium // Separ. and Purificat. Technol. 2010. V. 71, N 2. P. 186–191.

[18] Matsunaga H., Adel Ali Ismail, Wakui Y., Yokoyama T. Extraction of rare earth elements with 2-ethylhexyl hydrogen 2-ethylhexyl phosphonate impregnated resins having different morphology and reagent content // React. Funct. Polym. 2001. V. 49, N 3. P. 189–195.

[19] Kamio E., Fujiwara Y., Matsumoto M., Valenzuela F., Kondo K. Investigation on extraction rate of lanthanides with extractant-impregnated microcapsule // Chem. Eng. J. 2008. V. 139, N 1. P. 93–105.

[20] Nishihama S., Kohata K., Yoshizuka K. Separation of lanthanum and cerium using a coated solvent-impregnated resin // Separ. and Purific. Technol. 2013. V. 118. P. 511–518.

[21] Helaly O.S., Abd El-Ghany M.S., Moustafa M.I., Abuzaid A.H., Abd ElMonem N.M., Ismail I.M. Extraction of cerium(IV) using tributyl phosphate impregnated resin from nitric acid medium // Transactions of Nonferrous Metals Society of China. 2012. V. 22, N 1. P. 206–214.

[22] Широкова А.Г., Пасечник Л.А., Яценко С.П. Перспективы применения микрокапсулированных экстрагентов для извлечения РЗЭ // Цветн. металлы. 2014. № 3. С. 44–48.

[23] Широкова А.Г., Пасечник Л.А., Яценко С.П. Взаимодействие ионов РЗЭ с фосфорорганическими соединениями, микрокапсулированными пористыми сополимерами // Изв. РАН. (Сер. физ.) 2012. Т. 76, № 5. С. 678–680.

[24] Раков Э.Г. Графен и оксиды графена. М.: Издательство «Тровант», 2018. 136 с.

[25] Раков Э.Г., Наинг Мин Тун, Нгуен Хыу Ван. Сорбционные свойства графена и оксида графена // Все материалы. Энциклопедический справочник. 2013. № 8. С. 2–10.

[26] Yadav K. K., Dasgupta K., Singh D.K., Anith M., Varshney L., Singh H. Solvent impregnated carbon nanotube embedded polymeric composite beads: An environment benign approach for the separation of rare earths // Separ. and Purific. Technol. 2015. V. 143. P. 115–124.

[27] Burakova I.V., Burakov A.E., Tkachev A.G., Troshkina I.D., Veselova O.A., Babkin A.V., Wei Moe Aung, Imran Ali. Kinetics of the Adsorption of Scandium and Cerium Ions from Sulfuric Acid Solutions on a Nanomodified Activated Carbon. J. of Molecular Liquids. 2018. V. 253. P. 277–283. DOI: org/10.1016/j.molliq.2018.01.063.

Л.К. Ыбраймжанова, Н.А. Бектенов, И.Д. Трошкина

Получение и исследование композиционного материала на основе пани/унт для извлечения ионов редких металлов.

Резюме. Изучены физико-химические свойства композиционного материала для выделения церия из серной кислоты-хлоридных растворов. Нанокомпозит полианилин (60 масс.%) / УНТ УНТ получен путем полимеризации анилина окислителя на поверхности УНТ. С помощью сканирующей электронной микроскопии получены морфологические и структурные характеристики материала. Выявлены оптимальные условия синтеза.

Ключевые слова: церий, адсорбция, нанокомпозит, синтез, изотерма, ионит.

UDC 543.54:628.31.

***[1,2] M. Nazhipkyzy, [2] D. Asylkhanova, A. Nurgain**
([1]Institute of Combustion Problems, 172 Bogenbai Batyr St., Almaty, Republic of Kazakhstan;
[2]Al-Farabi Kazakh National University, 71 al-Farabi Pros., Almaty, Republic of Kazakhstan;
Email: meruert82@mail.ru)

OBTAINING SORBENTS BASED ON NATURAL DIATOMITE

Annotation. In the proposed work, sorbents based on diatomite modified on the basis of natural diatomite mineral of Mugalzhar region were obtained. The article considers three methods of obtaining diatomite based sorbents: 1) pre-crushed diatomite mineral was treated with a solution of hydrochloric acid 0.5 M HCl, mixed in a magnetic stirrer, the resulting suspension was filtered, then rinsed with distilled water to a neutral medium and dried at 100 °C for 5 hours; 2) the first method was completely repeated, only as an additional process, the dried sample of diatomite was calcined in a muffle furnace at 900 °C at normal atmospheric pressure; 3) a third sample of pre-crushed diatomite was calcined in a muffle furnace at 900 °C. As a result, among the three methods the most effective sorbents selected depending on the porosity of the sorbents.

That is, in the first method the porosity of the sample is in the range of 0.34-0.97 μm, in the second method the pore size is in the range of 0.29-2.31 μm, and in the third method, and when choosing the third method the pore size is 0.36-0.45 μm. Based on the obtained results, the second method of modification of the sample was set with a wide range of porosity measurements from 0.29 to 2.31 μm at a temperature of 600-900 °C.

Keywords: diatomite, modification, sorbent

***[1,2]М. Нажипқызы, [2] Д. Асылханова, [1,2] А. Нұрғаин**
([1]Жану проблемалары институты, Бөгенбай батыр 172, Алматы, Казақстан;
[2]әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, әл-Фараби даңғ. 71, Алматы, Казақстан;
Email: meruert82@mail.ru**)**

ТАБИҒИ ДИАТОМИТ НЕГІЗІНДЕ СОРБЕНТТЕР АЛУ

Андатпа. Ұсынылып отырған жұмыста Мұғалжар өңірінің табиғи диатомит минералы негізінде модифицирленген диатомит негізіндегі сорбенттер алынды. Мақалада диатомит негізіндегі сорбенттер алудың үш әдісі қарастырылды: 1) алдын ала ұсақталған диатомит минералы тұз қышқылының 0,5 М HCl ерітіндісімен өңделді, магнитті араластырғышта араластырылып, алынған суспензия сүзіліп, кейін бейтарап ортаға дейін дистильденген сумен шайылды және 100°С-та 5 сағат бойы кептірілді; 2) бірінші әдіс толығымен қайталанып жасалынды, тек оған қосымша үрдіс ретінде, диатомиттің кептірілген үлгісі қалыпты атмосфералық қысым кезінде 900°С муфельді пеште кальцинирленді; 3) алдын ала ұсақталған диатомиттің үшінші үлгісі муфельдік пеште тек қана 900°С температурада кальцинирленді. Нәтижесінде, алынған сорбенттерді алудың үш әдісінің ішінде, сорбенттердің кеуек өлшемдеріне қарай, тиімдісі таңдалды. Яғни, бірінші әдіс барысында үлгінің кеуек өлшемдері 0,34-0,97 мкм аралығында, екінші әдіс барысында кеуек өлшемдері 0,29-2,31 мкм аралығында жатса, ал үшінші әдіс барысында, ал үшінші әдісті таңдау кезінде кеуек өлшемдері 0,36-0,45 мкм арасында болды. Алынған нәтижелерге сүйене отырып, үлгіні модифицирлеудің екінші әдісі кеуектілік өлшемінің 0,29-2,31 мкм кең ауқымды диапазоны 600-900^{0}С температура арасында орнықтырылды.

Кілт сөздер: диатомит, модифицирлеу, сорбент

Диатомит - бұл диатомдардың қалдықтарынан, теңіздерде немесе көлдерде пайда болған табиғи материал. Диатомит өнімдері әртүрлі тәсілдермен қолданылады: органикалық заттарды нығайту, қатайту, қатты беттер арасындағы адгезияны азайту, адгезияны жоғарылату, тұтқырлықты арттыру, беттік-белсенді заттардың әсері, гидрофобты эффект, адсорбент, катализаторлар [1].

Опал-кристаболит жыныстарына диатомиттерді, кремнийлі тау жыныстарын, ұсақ кеуекті шөгінді тау жыныстарын, обсидиандарды, перлиттерді, спонголиттерді, радиоляриттерді жатқызуға болады. Диатомиттердің құрамын шамамен аморфты кремний диоксиді 70%-ды құрайды [2].

1978 жылы Близнаков пен Гочева және 1980 жылы Робертсон диатомиттерді ИҚ-спектроскопиясы және дифференциалды термиялық талдау арқылы зерттеген және аморфты кремний диоксиді диатомиттің негізгі құрамдас бөлігі екенін анықтаған [3].

Диатомиттің қолданылу аясы өте кең. Мәселен, ғалымдардың бірі оны құрылыс саласында толтырғыш есебінде материалдың беріктік сипаттамаларын төмендетпей [4], тек орташа тығыздығын төмендетуге қолданса, енді бірі цементке арналған байланыстырғыштарды жасауда [5] қолданған. Сонымен қатар, диатомит шикізатының едәуір бөлігі сорбенттер мен сүзгілерді өндіруде қолданылады [6].

Өнеркәсіптік ағынды суларды тазартудың әртүрлі жолдары бар, солардың ішінде ең келешегі зор болып табылатыны табиғи минералдарды адсорбенттер ретінде пайдалану. Ағынды суларды тазарту үшін табиғи минералдарды қолдану экологиялық жағынан да, экономикалық жағынан да қолайлы, бірақ көбінесе мұндай материалдардың қажетті сорбциялық қасиеттері жоқ, сондықтан оларды модифицирлеу қажеттігі туындайды [7].

Табиғи минералдарды модифицирлеу нәтижесінде бастапқы шикізат пен синтетикалық сорбенттердің пайдалы қасиеттерін қамтитын бірегей құрылымы бар сорбенттер алынады. Табиғи сорбциялық материалдар арасында диатомит ерекше қызығушылық тудыруда.

Табиғи диатомиттің меншікті беті, әдетте, 39 $м^2/г$ жоғары емес, бұл оған тиімді сорбент болуға мүмкіндік бермейді. Сондықтан, меншікті бетті ұлғайту және беттік сипаттамаларды жақсарту үшін оны модифицирлеу қажет [7].

Тәжірибелік бөлім

Әр түрлі мақсаттар үшін сазды минералдар бетінің сипаттамаларын өзгертудің бірнеше жолы бар, солардың бірі қышқылды өңдеу болып табылады, ол әдетте минералдың беткі қасиеттерін жақсарту үшін қолданылады. Қышқылды өңдеудің мақсаты ингибиторлар болып табылатын карбонат топтары сияқты қоспаларды жою. Сонымен қоса, карбонаттар диатомиттің табиғи кеуектерін толтыра алады. Осылайша, карбонаттарды жоюға байланысты тағы бір қызығушылық осы блокталған тесіктерді ашу және диатомит бетінің меншікті ауданын ұлғайту болып табылады. Себебі адсорбенттің өнімділігі меншікті бетпен тікелей байланысты.

Диатомиттің құрамында монтмориллонит, каолинит минералдары бар болғандықтан, судың артығын және бөгде ластаушы аморфты заттарды жою мақсатында 900°С температурада қыздыру және қышқылды өңдеу әдістемелері таңдалынды.

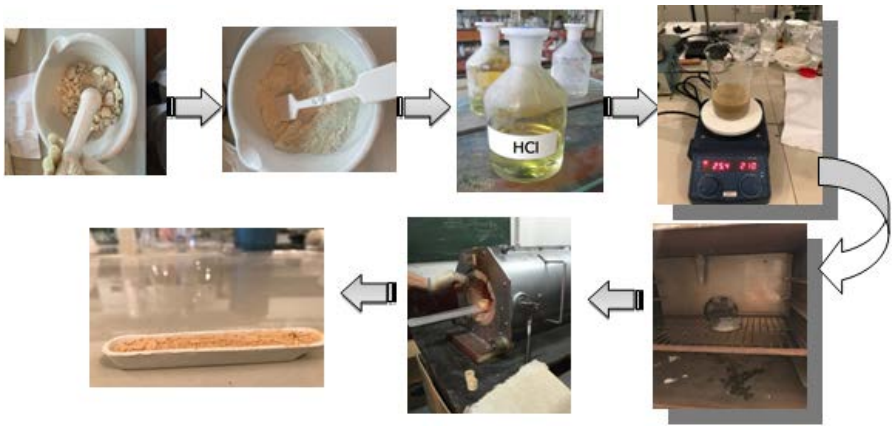
Ұсынылған жұмыста кеуекті сорбенттерді алудың нақты әдістемесін әзірлеу мақсатында тұз қышқылымен өңдеудің әсері және диатомит үлгілерін кальцинирлеу зерттелді.

Осы мақсат үшін диатомит үлгілері әртүрлі жағдайларда өңделді. Диатомит негізінде сорбенттің бірінші үлгісін дайындау үшін алдын ала ұсақталған диатомит минералы тұз қышқылымен модифицирленді. Қышқылмен өңдеу бөлме температурасында 0,5 М HCl ерітіндісімен жүргізілді. 10 грамм диатомит 50 мл қышқыл ерітіндісімен араластырылып, магнитті араластырғышта араластырылды. Содан кейін алынған суспензия сүзіліп, алынған тұнба бейтарап ортаға дейін дистильденген сумен шайылды және 100°С-та 5 сағат бойы кептірілді (1-сурет).



1-сурет. Сорбенттердің бірінші үлгісін алудың сызбанұсқасы

Табиғи диатомиттің екінші үлгісі ұсақталып, 0,5 М тұз қышқылымен өңделді, ол магнитті араластырғышта араластырылып, сүзілді және бейтарап ортаға дейін дистильденген сумен жуылды, кейін 100°С кезінде 5 сағат бойы кептірілді. Диатомиттің кептірілген үлгісі қалыпты атмосфералық қысым кезінде 900°С муфельді пеште кальцинирленді (2-сурет).

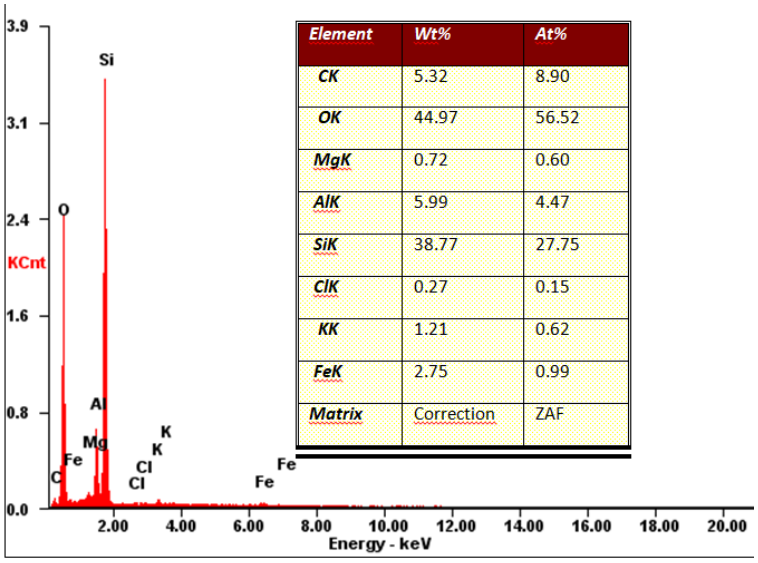


2-сурет. Сорбенттердің екінші үлгісін алудың сызбанұсқасы

Ұсақталған диатомиттің үшінші үлгісі муфельдік пеште 900°С-та кальцинирленді.
3-ші суретте диатомит негізіндегі сорбенттің үшінші үлгісін алу әдістемесі жүйелі көрсетілген.



3-сурет. Сорбенттердің үшінші үлгісін алу сызбанұсқасы



Element	Wt%	At%
CK	5.32	8.90
OK	44.97	56.52
MgK	0.72	0.60
AlK	5.99	4.47
SiK	38.77	27.75
ClK	0.27	0.15
KK	1.21	0.62
FeK	2.75	0.99
Matrix	Correction	ZAF

4-сурет. Қыздырусыз модифирленген үлгілердің элементтік талдауы (0,5 М HCl +H_2O)

Сорбенттерді алудың үш әдісіне сүйене отырып, 2-суретте бейнеленген екінші әдіс таңдалды. Бірінші әдісті таңдау кезінде үлгінің кеуектілігі 0,34-0,97 мкм диапазонында, екіншісін таңдау кезінде 0,29-2,31, ал үшінші әдісті таңдау кезінде 0,36-0,45 мкм диапазонында болды. Осылайша кеуектілік мәндеріне сүйене отырып, үлгіні модифицирлеудің екінші әдісі кеуектілік өлшемінің кең ауқымды диапазонын қамтығандықтан, сорбенттер алудың оңтайлы әдісі болып таңдалды (2-ші кесте).

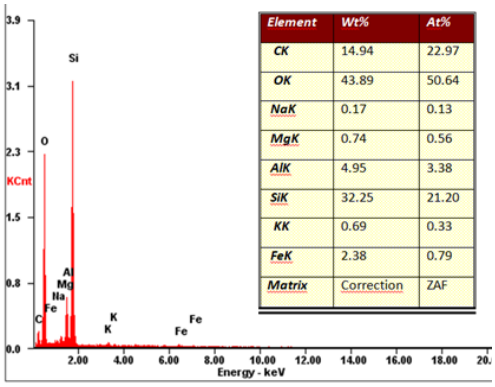
Зерттеулер нәтижелері бойынша 0,5 М HCl-мен модифицирленген сорбенттердің кеуекті құрылымы 0,29-2,31 мкм дейінгі диапазонда болатындығы 600-900^{0}C температуралар аралығында өңдегенде анықталды.

Үгілердің элементтік құрылымы элементтік талдау EDAX (AMETEC Materials Analysis Division, USA) әдісімен жүргізілді.

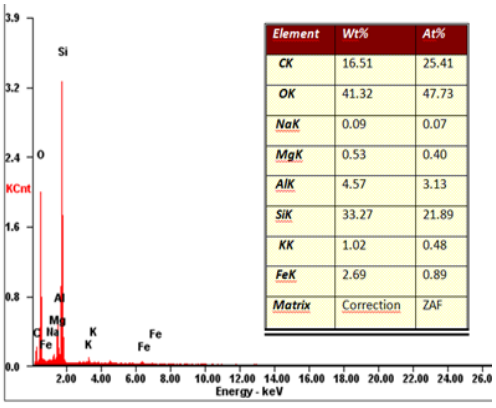
4-6 суреттерде үлгілердің элементтік талдау нәтижелері келтірілген.

2-кесте. **Модифицирленген сорбенттердің кеуектерінің мөлшері**

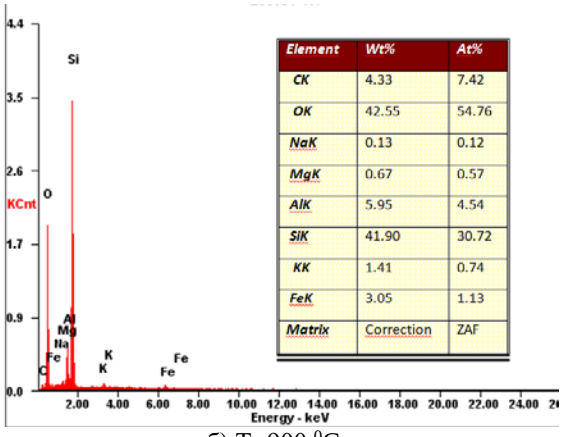
№	Атауы	Т, ^{0}C	Кеуек мөлшері, мкм
1	бастапқы диатомит	-	0,37-0,64
2	диатомит негізіндегі модифицирленген сорбенттер (0,5 М HCl +H_2O)	қыздырусыз	0,17-2,11
3	диатомит негізіндегі модифицирленген сорбенттер (0,5 М HCl, t=3 ч)	600	1,72-1,93
4	диатомит негізіндегі модифицирленген сорбенттер (0,5 М HCl, t=3 ч)	700	1,52-1,65
5	диатомит негізіндегі модифицирленген сорбенттер (0,5 М HCl, t=3 ч)	800	1,87-2,27
6	диатомит негізіндегі модифицирленген сорбенттер (0,5 М HCl, t=3 h)	900	0,29-2,31



а) T=700 ^{0}C



ә) T=800 ^{0}C

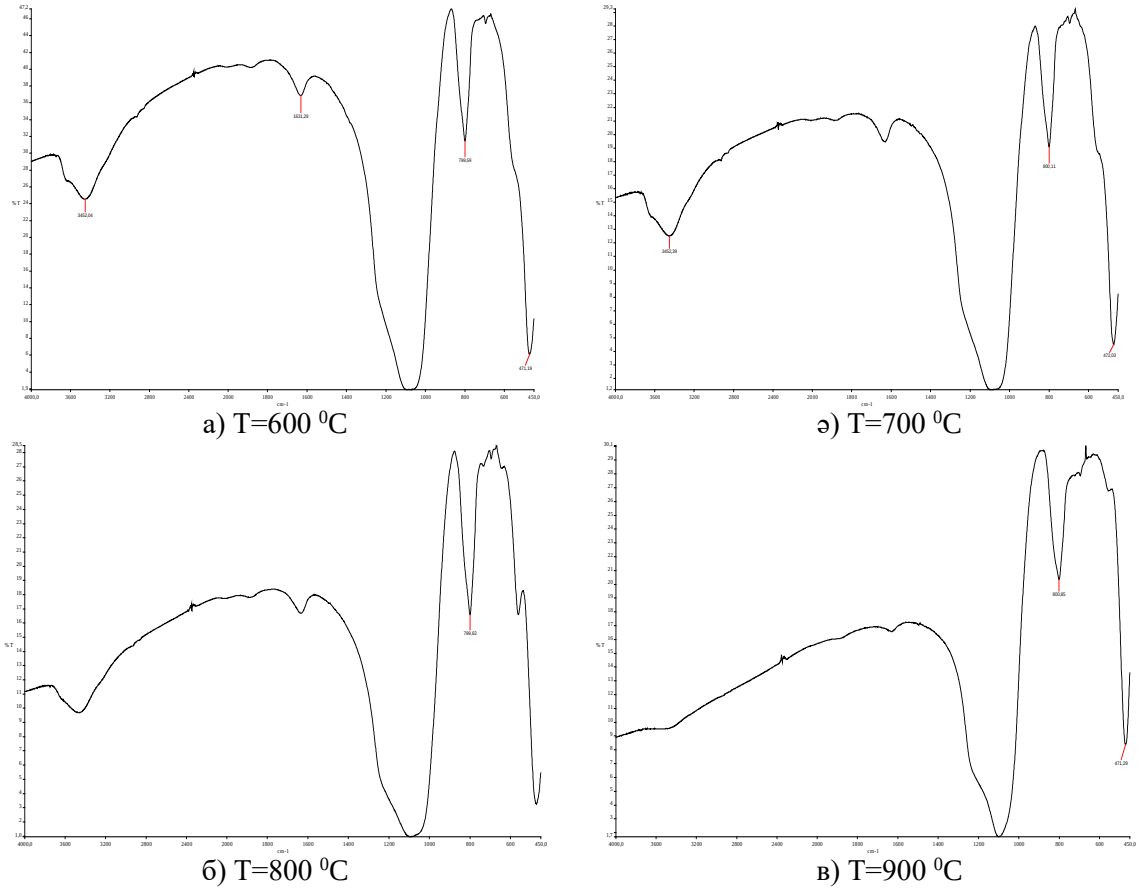


б) T=900 ^{0}C

5-сурет. Әртүрлі температураларда өңделген диатомит негізіндегі үлгілердің элементтік талдауы

EDAX нәтижелері бойынша, барлық үлгілерде C, O, Mg, Al, Si, K, Fe сияқты элементтердің бар екенін көруге болады.

Модифицирленген сорбенттердің бетінде функционалды топтардың болуын сапалы бағалау ИҚ-Фурье-спектроскопия әдісімен зерттелді (6-сурет).



а) Т=600 ^{0}С ә) Т=700 ^{0}С

б) Т=800 ^{0}С в) Т=900 ^{0}С

6-сурет. Диатомит негізіндегі сорбенттердің ИҚ-спектрлері
(0,5 М HCl, t=3 сағ)

ИҚ-Фурье-спектроскопия әдісі әртүрлі наноматериалдардың беттік топтарын зерттеу үшін кеңінен қолданылады. Алынған ИҚ-спектрлерде химиялық байланыстар үлгісі мен функционалды топтарын сәйкестендіруге болатын жағдайлармен тереңдігі (ауданы) бойынша шыңдар тіркеледі. Спектрлерде бар шыңдар, әдетте, функционалды топтардың түрлі типтерінің өзара әрекеттесуімен байланысты.

ИҚ спектрлерінің нәтижесі бойынша 3452,04 см$^{-1}$ кезіндегі жұтылу жолағы COOH валентті тербелісіне сәйкес келедіСутектік байланыстар түзілген кезде, жиіліктер төмендейді, ал жолақтар кеңейеді. 471,19 см$^{-1}$ кезіндегі жұтылу жолақтары иодорганикалық қосылыстарға тән, ал 800,11см$^{-1}$ кезіндегі жұтылу жолақтары B–F валентті бороргаликалық қосылыстарға тән. Сонымен қатар, 470,86 және 471,29 см$^{-1}$ сәйкес келетін жұтылу жолақтары C–I валентті иодорганикалық қосылыстарға тән, олардың қарқындылықтары күшті болып келеді.

Қорытынды

Зертеулер нәтижесін қорытындылай келе, диатомит негізіндегі сорбенттер алудың үш әдісі қарастырылып, соның ішінде ең тиімді әдісі болып екіншісі таңдалды. Екінші әдіс бойынша, алынған сорбенттердің кеуек өлшемдері 0,29-2,31 мкм аралығында жататындығы анықталды.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Zhaolun W., Yuxiang Y., Xuping Q., Jianbo Z., Yaru C. and Linxi N. Decolouring mechanism of zhejiang diatomite. Application to printing and dyeing wastewater // Environ. Chem. Lett., 3 (1). – 2005. – P.33-37. DOI: 10.1007/s10311-005-0109-8

[2] Мешков А.В., Никифоров Е.А., Сеник Н.А., Субботин Р.К., Маневич В.Е. Диатомит - кремнеземсодержащий материал для стекольной промышленности // Стекло и керамика. № 5. – 2012. – С.34–39.

[3] Bliznakov G., Gocheva E. Physicochemical properties of some Bulgarian Kieselguhrs: II. Adsorption properties of some Bulgarian Kieselguhrs. Izv. Khim., 11. - 1978. – P.142-152.

[4] Pimraksa K., Chindaprasirt P. Lightweight bricks made of diatomaceous earth, lime and gypsum // Ceramics International, 35(1). – 2009. – P.471-478. DOI: 10.1016/j.ceramint.2008.01.013.

[5] Staněk T., Nečas R., Boháč M., Zezulová A., Rybová A. Properties of mixtures of cement with various raw materials // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 379:012010. – 2018. – P.1-6. DOI: 10.1088/1757-899X/379/1/012010

[6] Anil U.E., Al E., Kayaci K., Kara F. Fabricating of diatomite based ceramic water filter by a novel casting method // Advances in Science and Technology. – 2014. – V. 91. – P.48-53. DOI: 10.4028/www.scientific.net/ast.91.48

[7] Korzhynbayeva K.B., Tazhibayeva S.M., Musabekov K.B., Dekany I., Burkitbaev M.M., Zhubanova A.A., Orazymbetova A.B. Composite Biosorbents of Metal Ions Based on Yeast Cells and Diatomite // Eurasian Chemico-Technological Journal. Al-Farabi Kazakh National University. – V.15. – №3. – 2013. – P.233-239.

*[1,2]Нажипкызы М., [2]Асылханова Д., [1,2]Нургаин А.

Получение сорбентов на основе диатомита

Аннотация. В предлагаемой работе получены сорбенты на основе диатомита, модифицированного на основе природного диатомитового минерала Мугалджарского района. В статье рассматриваются три способа получения сорбентов на основе диатомита: 1) предварительно измельченный диатомитовый минерал обрабатывали раствором соляной кислоты 0,5 М HCl, перемешивали в магнитной мешалке, полученную суспензию фильтровали, затем промывали дистиллированной водой до нейтральной среды и сушили при 100 °С в течение 5 часов; 2) первый способ был полностью повторен, только в качестве дополнительного процесса высушенный образец диатомита прокаливали в муфельной печи при 900 °С при нормальном атмосферном давлении; 3) третий образец предварительно измельченного диатомита был прокален в муфельной печи при температуре 900 °С. В результате среди трех способов получения полученных сорбентов наиболее эффективный был выбран в зависимости от пористости сорбентов. То есть в первом способе пористость образца находится в диапазоне 0,34-0,97 мкм, во втором способе размер пор находится в диапазоне 0,29-2,31 мкм, а в третьем способе размер пор составляет 0,36-0,45 мкм. На основании полученных результатов был установлен второй способ модификации образца с широким диапазоном пористости от 0,29 до 2,31 мкм при температурах 600-900 °С.

Ключевые слова: диатомит, модификация, сорбент

UDC 620.3; 620.4.004
ӘӨЖ 6 20.3; 620.4.004

[1,2,*]Nazhipkyzy M., [1,2]Turganbay A., [1,2]Kurmanbayeva G.G.,
[2]Seytkazinova A.R., [2]Isanbekova A.T.
([1]Institute of Combustion Problems, Almaty, Republic of Kazakhstan
[2]Al-Farabi Kazakh National University, 71 al-Farabi Pros., Almaty, Republic of Kazakhstan;
Email: meruert82@mail.ru)

APPLICATION OF NANOSCALE SAND IN AGRICULTURE

In the proposed work, superhydrophobic soot was synthesized during the combustion of hydrocarbons under the influence of an electric field. A method for obtaining hydrophobic sand based on the obtained soot with superhydrophobic properties has been developed. As a result, the use of hydrophobic sand in agriculture is considered.

Key words: hydrophobicity, hydrophobic carbon soot, hydrophobic sand.

[1,2,*]Нажипқызы М., [1,2]Тұрғанбай А., [1,2]Курманбаева Г.Г.,
[2]Сейтказинова А.Р., [2]Исанбекова А.Т.
([1]Жану проблемалары институты, Алматы, Казақстан
[2]әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Алматы, Казақстан;
Email: meruert82@mail.ru**)**

НАНОӨЛШЕМДІ ҚҰМНЫҢ АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫНДА ҚОЛДАНЫЛУЫ

Андатпа. Ұсынылған жұмыста көмірсутектердің жануы кезінде электр өрісінің әсер етуімен аса гидрофобты күйе синтезделінді. Алынған аса гидрофобты қасиеті бар күйе негізінде гидрофобты құм алудың әдіснамасы жасалынып, ірі фракциялы гидрофобты құм алынды Нәтижесінде, гидрофобты құмның ауыл шаруашылығына қолданылуы қарастырылды.

Кіріспе. Әлемдік масштабта әртүрлі күйелер жыл сайын жүздеген тонна өндіріледі, олар резина өндірісінде, бояу және де нанокомпозиционды материалдар өндірісінде толтырғыш ретінде кеңінен қолданылады. [1] жұмыста электр өрісінің қатысында пропан-бутанды қоспаның жануы барысында жалында аса гидрофобты күйе айналмалы барабанды қондырғыда синтезделінді, жанарғы мен цилиндр арақашықтығы 4 см құрады [1].

Гидрофобты құм алыну әдісі бойынша қарапайым, әрі қол жетімді, жоғары су тепкіш күштері мен агресивті орталардың ішкі әсерлеріне тұрақтылық қасиеттері оның ауыл шаруашылығында, құрылыс материалдар өндірісінде, жол құрылысында толтырғыш ретінде қолданылуына мүмкіндік береді. Гидрофобты құм өндірісі бірнеше кезеңдерден тұрады. Алдымен құмның ең беткі бөлігіне желім жағылып, содан соң гидрофобты қасиеті бар толтырғышпен өңделініп, қатаю үрдісі орындалады. Эксперимент барысында жуылған қарапайым құм, полиуретанды УР-600 маркалы желім және желімді еріту мақсатында этилацетат қолданылды. Желімнің массалық үлесі гидрофобты қасиеті бар құмның массалық үлесінен 5%-ға артық болмау керек. Полиуретанды УР-600 желімі мен құм қарқынды түрде араластырылуға ұшыратылады. Осы жол арқылы алынған құмға гидрофобты болу үшін 1% аса гидрофобты қасиеті бар күйе қосылды, нәтижесінде пайда болған масса 30 минут 60 айн/сек жылдамдықпен 40-90˚С температура аралықтарында үздіксіз араластырылды [2].

Бүгінгі таңда наноғылымның дамуы ғылымның кең аймақтарында жаңа ғылыми бетбұрыстарға әкеліп, жаңа зерттеулерге жол ашылып жатыр. Наноөлшемді бөлшектерді алу, оларды бөлу және қандайда бір құрылымы бар нанозаттарды тазалау, нақты бір материалдар түрлеріне алуан түрлі наноқұрылымды бөлшектерді қосқанда қандай әсер байқалатындығын зерттеу әдістерін алға қарай дамыту үшін қойылатын тапсырмалар іргелі ғылыми мәселелердің алдыңғы қатардағысы болып табылады. Сонымен қатар, көбінесе қазір ауыл шаруашылығын өркендету және дамыту үшін құмды, құмдауыт жерлерді суару мәселесін қарастыру ғалымдарды алаңдатып отыр [4-6].

Ұсынылып отырған жұмыста гидрофобты күйе негізінде алынған гидрофобты құм ауыл шаруашылығында қолдану мүмкіншілігі қаншалықты тиімді екендігін бағалау мақсатында зерттелінді.

Тәжірибелік бөлім.

Гидрофобты құмның (ГҚ) ылғалдылықты сақтап тұру қасиеттерін зерттеу барысында арпа, жоңышқа сияқты дақылдармен тәжірибе жасалынды.

Тәжірибе үш түрде орындалды:

1) 15 грамм ГҚ-ды горшоктың түбіне жаймалап орнықтырып, оның бетіне топырақ төсеп, фитомикрофертилайзермен өңделген тұқымдар егілді;

2) тек фитомикрофертилайзермен (ФМФ) өңделген тұқымдар;

3) бақылау үлгілері (барлық үлгілерге 20 мл су құйылды). Үш күннен кейін арпа мен жоңышқа өсіп шықты.

Тәжірибе барысында жоңышқа мен арпаны суарған кезде ылғи да ГҚ пайдаланылған үлгіге басқа үлгілермен салыстырғанда 50% мөлшерде су аз құйылды. Нәтижесінде төмендегі суреттерде көрсетілгендей ФМФ+ГҚ қосылған үлгі ылғалдылықты өте жоғары деңгейде сақтап тұрғандығын байқауға болады, 1, 2 және 3, а және ә - суреттер.



1-сурет. Арпа «ФМФ+ГҚ, ФМФ, бақылау үлгісі»



2-сурет. 6 күннен кейінгі арпа мен жоңышқа

Нәтижесінде ГҚ-ның ылғалдылыққа айрықша әсер ететіндігі орнықтырылды. Сонымен қоса, ылғалдылықты ұзақ мерзім сақтай алатындығы, суды пайдалану жағынан экономикалық тұрғыда өте қолайлы екендігі анықталды және ГҚ-ның өнімділікке де әсерінің қолайлы екендігі байқалды.



а ә

3-сурет. Жоңышқа мен арпа көріністері (а – бақылау; ә - ГҚ)

Сонымен қатар, тереңдігі 25 см болатын екі қатарға картоп егілді. Әр қатарда 5 түптен, бірінші қатарда синтезделініп алынған ірі фракциялы гидрофобты құм негізінде егілді, екінші қатар бақылау үлгілері ретінде алынды, яғни тек сумен егілді.

1 түп картоп егіп шығару үшін 40 г гидрофобты қасиеті бар құм себіліп, оның үстінен жәй топырақ себілді. Үлгілер 7-ші және 10-шы маусым күндері арық суы арқылы суғарылды. Картоптардың түбі қопсытылды, ГҚ негізінде өсірілген картопқа 25 мл су, бақылау үлгілерге 50 мл су құйылды, олардың орташа биіктігі 30 см құрады (4, а және ә-суреттер).



а ә

4-сурет. Бақылау үлгісі (а) мен ГҚ қосылған картоп (ә)



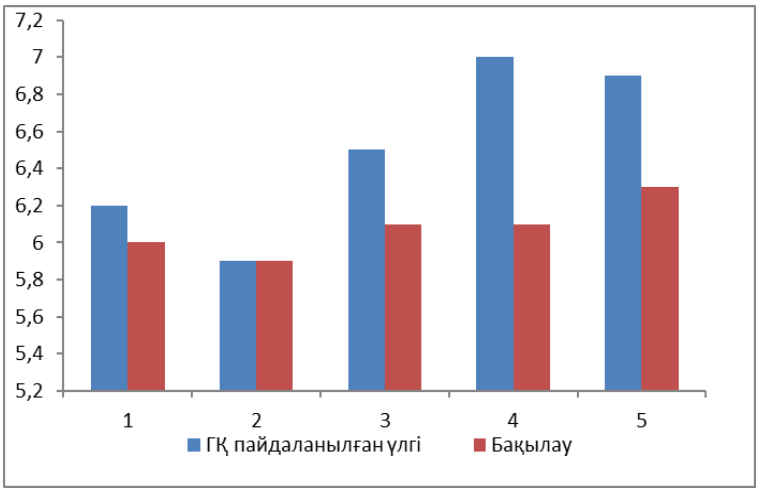
а ә

5-сурет. ГҚ негізіндегі картоп (а - бір түптен алынған өнім) және бақылау (ә - бір түптен алынған өнім)

ГҚ қоспай өсірілген картоптың орташа биіктігі 48 см (pH=7.5-7.9), бақылау 49 см (pH=7.1-7.3). ГҚ негізінде өскен картоптың орташа биіктігі 53 см (pH=7.9), бақылау 52 см (pH=7.9), 5-сурет.

Нәтижесінде, картоптардың ылғадылықтары мен өсуі, pH көрсеткіштері жүйелі өлшенді.

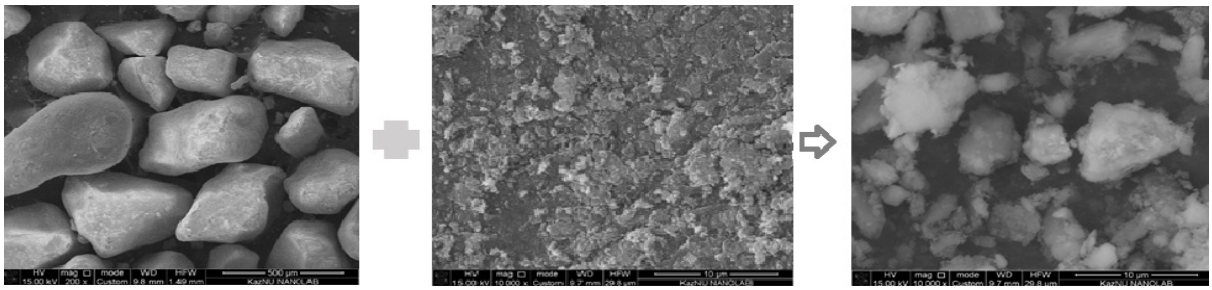
Гидрофобты құмды пайдалана отырып егілген картоптар мен кәдімгі құммен егілген картоптардың ылғалдылық көрсеткіштері әртүрлі, олардың орташа есеппен алынған көрсеткіштерінен диаграмма тұрғызылды, 6-сурет.



6-сурет. ГҚ пайдаланылған үлгі мен бақылаудың ылғалдылықтарының орташа көрсеткіштері

Нәтижелер және оларды талдау

7-суретте кәдімгі өзен құмы (а) мен гидрофобты қасиетке ие күйе (ә) негізінде алынған гидрофобты құмның (б) СЭМ көріністері көрсетілген.



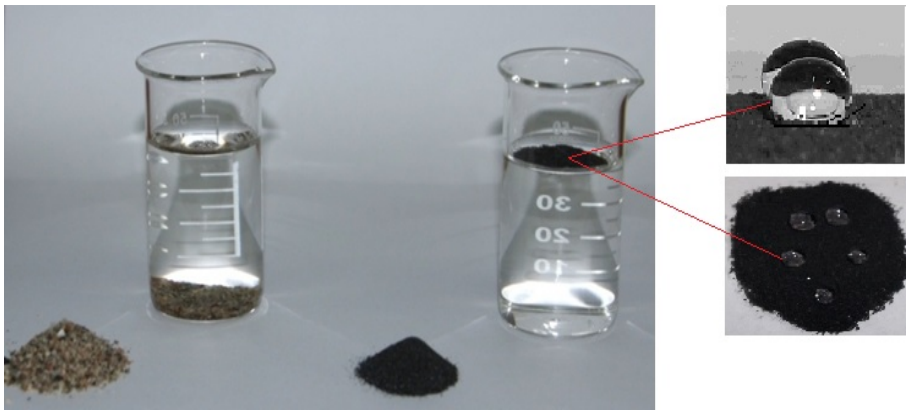
а ә б

а – таза өзен құмы; ә – аса гидрофобты күйе; б – гидрофобты құм

7-сурет. Құмның ірі фракциясынан алынған үлгілердің СЭМ көріністері

Алынған гидрофобты құмның СЭМ көріністерінен (7-сурет, б) құм бетінің түгелімен аса гидрофобты күйемен біркелкі қапталатынын байқауға болады.

Өсімдіктерді өсіру тәжірибелерінде қолданылмастан бұрын гидрофобты құм зертханалық жағдайларда гидрофобтылыққа тексерілді және оның қасиеттері 8-ші суретте көрсетілген.



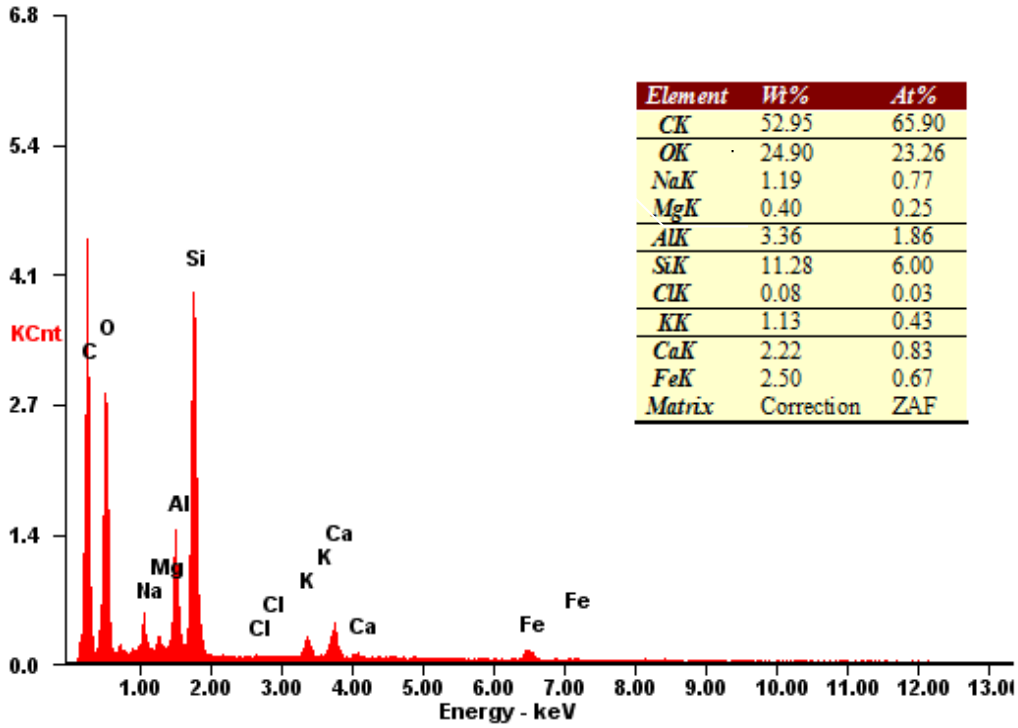
а ә

а – стақан түбіндегі кәдімгі өзен құмы, ә – су бетіндегі гидрофобты құм

8-сурет. Гидрофобты құмның қасиеттері

Бастапқы өзен құмы суды толығымен дымқылданғанға дейін бірден сіңіреді. Алынған гидрофобты құмның бетіне құйылған су оның бетінде тамшылар түрінде таралады және гидрофобты құммен оның толығымен булануына дейін сіңірілмейді.

9-шы суретте полиуретан желімімен гидрофобты күйеден жасалған жабындымен қапталған гидрофобты құмның EDAX талдауының нәтижелері келтірілген.

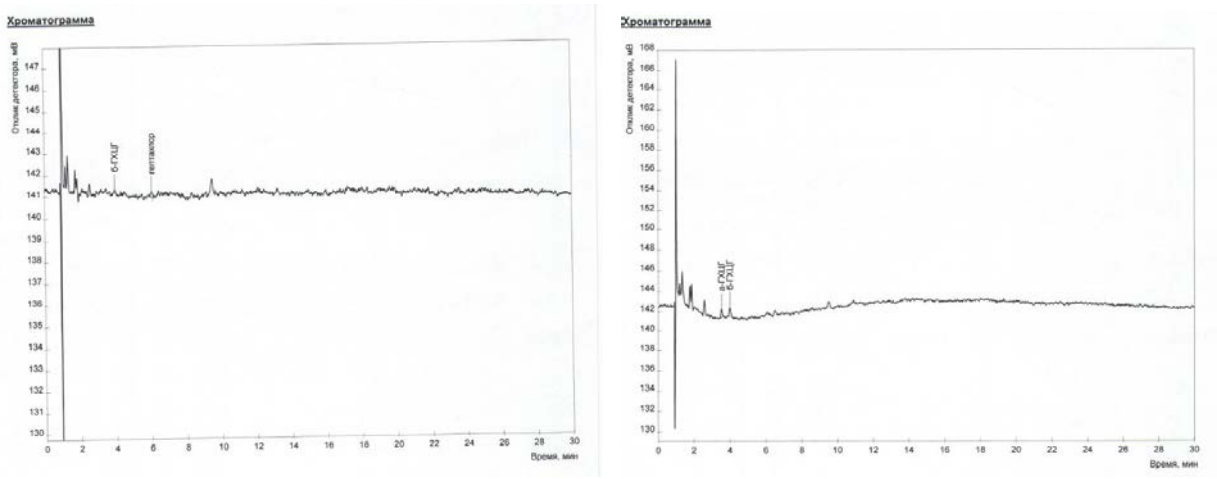


Element	Wt%	At%
CK	52.95	65.90
OK	24.90	23.26
NaK	1.19	0.77
MgK	0.40	0.25
AlK	3.36	1.86
SiK	11.28	6.00
ClK	0.08	0.03
KK	1.13	0.43
CaK	2.22	0.83
FeK	2.50	0.67
Matrix	Correction	ZAF

9-сурет. Гидрофобты құмның EDAX-микроталдау нәтижелері

EDAX-микроталдау нәтижелерінен үлгі құрамында Na, Mg, Al, Si, Cl, K, Ca, Fe сияқты металл бөлшектерінің бар екендігін байқай аламыз.

Нәтижесінде, алынған үлгілер хромотографиялық әдіс бойынша хлорорганикалық пестицидтердің бар болуына зерттелінді: 1) сумен егілген картоп (10, а-сурет); 2) гидрофобты құм қосылып егілген картоп (10, ә-сурет).



а ә

10-сурет. Үлгілердің хромотографиялық талдауы

10-суреттен көріп тұрғанымыздай, үлгілердің хромотографиялық әдіс бойынша талдауы хлорорганикалық пестицидтерге зерттелінді. Алынған нәтижелер, құм үлгілерінің шекті рұқсат етілген нормадан аспайтындығын растады.

Нәтижесінде, кәдімгі өзен құмымен егілген картоптармен салыстырғанда, ірі гидрофобты құммен егілген картоптар көлемі бойынша ірі болып өсті, ал кәдімгі өзен құмымен егілген үлгілерде майда картоптар көп болды. Осылайша, ірі гидрофобты құм өнімділікке кері әсерін тигізбегендігі орнықтырылды және гидрофобты құмның ылғалдылықты сақтап тұру қасиетінің бар екендігі дәлелденді.

Қорытынды

Нәтижесінде, аса гидрофобты қасиетке ие күйе негізінде ірі фракциялы гидрофобты құм алынды. Гидрофобты құм пайдаланылып егілген нұсқадағы картоптар өнімділігі бойынша ешқандай кері әсерлерсіз, бақылау нұсқамен салыстырғанда әлдеқайда ірі, әрі тұқымға қажетті ылғалдылықты сақтай алу қасиеті бар және алынған өнім экологиялық таза екендігі анықталды. Мұндай гидрофобты құмды құмдауыт, әрі су тапшы жерлерде пайдалану, өсірілетін дақылдар мен өсімдіктерге тиімді әсер ететіндігі орнықтырылды.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Мансуров З.А., Лесбаев Б.Т., Нажипкызы М., Приходько Н.Г. Способ получение гидрофобного сыпучего материала. Иннов. патент №27742 /РК/. Опубл. В Б.И. – 2013. – № 5.

[2] Lesbayev B.T., NazhipkyzyM., Prikhodko N.G, Solovyova M.G., Smagulova G.T., Turesheva G.O., Auyelkhankyzy M., Mashan T.T., Mansurov Z.A. Hydrophobic Sand on the Basis of Superhydrophobic Soot Synthesized in the Flame //Journal of Materials Science and Chemical Engineering. – 2014, 02(01). – P. 63-65. DOI: 10.4236/msce.2014.21011

[3] Liwei Chen, Yifan Si, Zhiguang Guo, Weimin Liub. Superhydrophobic Sand: A Hope for Desert Water Storage and Transportation Projects // Journal of Materials Chemistry A. – 2013. – P. 1-9.

[4] Балоян Б.М., Колмаков А.Г., Алымов М.И., Кротов А.М. Наноматериалы: классификация, особенности свойств, применение и технологии получения. Учебное пособие. – Москва. Международный университет природы, общества и человека «ДУБНА», филиал «УГРЕША». – 2007. – С. 16-20.

[5] Ayman M. Atta, Mahmood M.S. Abdullah., Hamad A. Al-Lohedan, Nermen H. Mohamed. Coating Sand with New Hydrophobic and Superhydrophobic Silica/Paraffin Wax Nanocapsules for Desert Water Storage and Transportation. Coatings. – 2019. – V.124. – P. 1-13. doi:10.3390/coatings9020124

[6] Азаренков Н.А., Береснев В.М., Погребняк А.Д., Маликов Л.В., Турбин П.В. Наноматериалы, нанопокрытия, нанотехнологии: Учебное пособие. – Харьков.: ХНУ имени В.Н. Каразина. – 2009. – 209 с.

Нажипкызы М., Турганбай А., Курманбаева Г.Г., Сейтказинова А.Р., Исанбекова А.Т.

Применение наноразмерного песка в сельском хозяйстве

В предлагаемой работе была синтезирована супергидрофобная сажа при сжигании углеводородов под воздействием электрического поля. Разработана методика получения гидрофобного песка на основе полученной сажи с сверхгидрофобными свойствами. В результате рассмотрено применение гидрофобного песка в сельском хозяйстве.

Ключевые слова: гидрофобность, гидрофобная сажа, гидрофобный песок.

УДК 637
МРНТИ 65.59.03

S.I. Kenenbay[1], Y.M. Uzakov[1], L.A.Kaimbayeva[2], Zh.B.Dzhumakhanova[1]
([1]Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan)
([2]Kazakh National Agrarian University, Almaty, Kazakhstan)
sh.kenenbai@atu.kz

STUDY OF CAMELBACK AUTOLYSIS

Annotation. The aim of the article is to study the physical-chemical, functional-technological and reological properties of camel meat at its maturation.
Keywords: autolysis, camel meat, camel, maturation, pH, moisture-binding ability

ИССЛЕДОВАНИЕ АВТОЛИЗА ВЕРБЛЮЖАТИНЫ

Ш.Ы.Кененбай[1], Я.М.Узаков[1], Л.А.Каймбаева[2], Ж.Б.Джумаханова[1]
([1]Алматинский Технологический Университет , Алматы, Казахстан)
([2]Казахский Национальный Аграрный Университет, Алматы, Казахстан)
sh.kenenbai@atu.kz

Аннотация. В статье поставлена цель - изучить физико-химические, функционально-технологические и реологические свойства верблюжьего мяса при его созревании.
Ключевые слова: автолиз, мясо верблюдов, верблюжатина, созревание, pH, влагосвязывающая способность.

Введение

В Казахстане мясная промышленность относится к крупнейшему сегменту пищевой индустрии, выпускающему обширный ассортимент изделий, применяемых в пищевой, технической и медицинской отраслях.

Рентабельность производства мяса и мясных продуктов обуславливают следующие факторы:

- регион, в котором содержатся сельскохозяйственные животные;
- вид и породы животных;
- условия их кормления и содержания;
- техническая оснащенность мясоперерабатывающих предприятий.

К одной из приоритетных задач сельскохозяйственного кластера в системе продовольственного комплекса Казахстана относится проблема увеличения производства продуктов животноводства.

Первым Президентом Казахстана – Н.А.Назарбаевым в Послании народу Казахстана отмечено, что развитие агропромышленного комплекса – это одно из важнейших сегментов диверсификации экономики и обеспечения продовольственной безопасности страны [1].

К дополнительному резерву производства высококачественной, экологически чистой и конкурентоспособной продукции - мяса, молока и шерсти, следует отнести верблюдоводство.

Исходя из статистических данных, в настоящее время происходит увеличение поголовья верблюдов [2].

Согласно постановлению правительства Республики Казахстан разведение верблюдов входит в приоритетные направления развития агропромышленного комплекса Казахстана [2].

Отечественными и зарубежными учеными ведутся научные исследования о перспективах применения верблюжатины в производстве мясных продуктов [3-7].

Верблюжатина в настоящее время относится к нетрадиционным видам мясного сырья.

К достоинствам верблюжьего мяса относятся: высокая пищевая и биологическая ценность, органолептические и диетические свойства. Поскольку верблюды всегда относились к вьючным животным и, в основном, для питания использовалось верблюжье молоко, то мясо и мясные продукты из верблюжатины не рассматривались как продукты повседневного питания населения Казахстана. Верблюжатина обладает повышенной жесткостью, в связи с этим, необходимы дополнительные исследования ее качества, в том числе изучение процесса созревания мяса.

Целью данной работы является изучение физико-химических, функционально-технологических и реологических свойств верблюжьего мяса при его созревании.

Объекты и методы исследований

Объектом исследования служила мясо верблюдов 2-х летнего возраста породы бактриан, полученное в результате убоя в хозяйстве.

Содержание влаги в верблюжатине определяли высушиванием навески до постоянной массы в сушильном шкафу при температуре 100-105°С (ГОСТ 8756.2-82 «Продукты пищевые. Метод определения сухих веществ или влаги»).

Содержание белка определяли по методу Къельдаля.

Влагосвязывающую способность мяса определяли методом прессования, %.

Величину pH определяли потенциометрическим методом на универсальном потенциометре.

Реологические свойства опытных образцов мяса характеризовали показателем предельного напряжения сдвига и определяли с помощью пенетрометра марки Ulab 3-31 М.

Результаты и их обсуждение

Белки животного происхождения, являются структурными и функциональными элементами живого организма. Среди функций белков, которые они выполняют, особое внимание уделяется регулятивной функции, играющей роль в работе биологически активных пептидов.

Эти пептиды образуются в результате автолитического действия процессов, происходящих в мясе. Известно, что в процессе автолиза образуется высокое количество полипептидов.

После убоя в животном организме, при отсутствии кислорода, происходит анаэробный распад гликогена. При этом образуются молочная кислота и глюкоза. Мышцы животных остаются гибкими до тех пор, пока снабжаются аденозинтрифосфатазой, которая синтезируется с помощью глюкозы. Уменьшение запасов аденозинтрифосфатазы влияет на нехватку восстановления релаксации сократившихся мышечных волокон мяса. После исчерпания запасов аденозинтрифосфатазы, мышцы животных напрягаются и не расслабляются. Впоследствии наступает процесс окоченения.

Процесс скорости гликолиза можно регулировать. Так, при введении хлорида натрия процесс подавляется, а при электростимуляции мяса ускоряется.

Известно, что разрушение белка начинается уже через 6 часов после убоя [8].

В результате посмертного окоченения происходит резкий рост механической прочности – мясо не размягчается даже после тепловой обработки. Ухудшается цвет и запах мяса. Так, окоченение в говядине происходит через 24-28 часов при температуре 0ºС. Так как в течение этого времени запасы аденозинтрифосфорной кислоты заканчиваются, то процесс гликолиза останавливается. При этом, накопившаяся молочная кислота смещает pH мяса в кислую сторону до 5,5 ед. происходит разрушение бикарбонатной системы мышечной ткани и набухает коллаген соединительной ткани. Параллельно активизируется процесс окисления липидов.

После окончания полного окоченения происходит расслабление мускулатуры и разрешение посмертного окоченения. Осуществляется уменьшение механической прочности мышц мяса и увеличение водосвязывающей способности. Вместе с тем органолептические показатели мяса улучшаются при окончании автолитического процесса.

Жесткость мяса смягчается на 5-7 сутки и далее постепенно снижается. Вкус, аромат и запах мяса окончательно формируются через 10-14 суток созревания.

Нами проведены эксперименты по изучению физико-химических и функционально-технологических свойств верблюжатины в процессе автолиза

Результаты физико-химического анализа, функционально-технологических характеристик длиннейшей мышцы m. longissimus dorsi верблюжатины в начале эксперимента (24 часа после убоя) и в процессе автолиза представлено в таблице 1.

Таблица 1. **Физико-химический состав верблюжатины m. longissimus dorsi во время автолиза**

Показатели	Период автолиза, ч		
	24	72	120
Влага, %	76,8±0,3	74,3±0,2	70,5±0,15
Белок, %	18,4±0,14	18,3±0,14	18,2±0,13
ВСС, %	58,3±0,3	60,2±0,3	62±0,4
pH, ед	5,4±0,1	5,6±0,12	5,9±0,15
ПНС, Па	648±30,25	595±24,13	521±11,07

В результате проведенных исследований верблюжатины в различный период автолиза, установлено, что общее количество белка незначительно изменилось, а количество воды уменьшилось с 76,8% до 70,5% в течение 120 часов. Это связано со структурными изменениями в мышечных волокнах и высвобождением свободной влаги – мясного сока.

В образцах верблюжатины значение pH при автолизе в течение 120 часов изменило с 5,4 ед до 5,9 ед из-за высокого содержания гликогена в мышцах.

Очевидно, что данные изменения происходят во время автолитического процесса при разрушении специфических миофибриллярных белков. В связи с этим, происходит образование белков.

При определении структурно-механического показателя мясного сырья установлено, что у образцов верблюжатины, созревших в течение 72 часов, предельное напряжение сдвига изменилось до значения 593±23,12. При созревании мяса показатель ПНС еще больше изменился в сторону уменьшения - 519±10,06 Па.

Биохимические превращения в белковой системе при созревании мяса приводят к изменению структурно механических показателей, характеризующих его нежность. Понятие нежности включает в себя физические, физиологические и биохимические свойства скелетных мышц. Эти свойства не являются постоянными, а изменяются в зависимости от ряда факторов (Соловьев В.И., Щеголева О.П., 1964 г).

Размягчение мяса в процессе созревания в значительной мере является результатом воздействия протеолитических ферментов на структурные элементы тканей. Автолиз этот неглубокий и не сопровождается образованием значительного количества продуктов распада белков. Известно, что в процессе созревания мяса существует тесная взаимосвязь между изменениями белковых веществ, углеводов и минеральным составом [8].

Заключение, выводы

Изучение изменений в белках мяса верблюжатины значительно поможет улучшить технологию переработки данного вида сырья. Исследования многих ученых показывают, что в различных видах мясного сырья по-разному происходит послеубойный автолиз с показателями нежности мяса.

Однако, четкого понимания механизмов процессов автолиза в мясном сырье верблюжатины нет, поэтому необходимо дальнейшее развитие исследований в данном направлении.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Послание Президента Республики Казахстан — Лидера нации Нурсултана Назарбаева народу Казахстана «Стратегия «Казахстан-2050»: новый политический курс состоявшегося государства» // http://www.inform.kz/ru/poslanieprezidenta-rk-narodu-kazahstana-strategiya-kazahstan-2050-novyy-politicheskiy-kurssostoyavshegosya-gosudarstva_a2436492 — Дата обращения 01.11.2017.

[2] Программа по развитию Агропромышленного комплекса в Республике Казахстан на 2013-2020 годы: Постановление Правительства Республики Казахстан от 18 февраля 2013 года № 151 // Статистический ежегодник «Казахстан в 2015 году». — Астана: Агентство по статистике РК, 2015.

[3] Кененбай Ш.Ы., Джумаханова Ж.Б. Автолиз верблюжьего мяса // XV МНПК «Качество продукции, технологий и образования», ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», 30.04.2020. - Москва. - С. 87-90.

[4] Узаков Я. М. Физико-химические показатели и пищевая ценность верблюжатины / Я. М. Узаков, А. М. Таева, К. К. Макангали, Б. Д. Нурдалиев // Международная научно-практическая конференция «Инновационное развитие пищевой, легкой промышленности и индустрии гостеприимства». - Алматы, 29-30 октября 2015. – С.152-153.

[5] Babiker, S. A. and Yousif, O. Kh., 1990. Chemical composition and quality of camel meat. Meat Science. 27: 283-287.

[6] G. Raiymbek, I.T. Kadim, S. Al-Amri-Issa, S.Kenenbay., Y. AlkindiAbdulaziz, B. Faye, S.K. Khalaf, R.W. Purchas Concentrations of nutrients in six muscles of bactrian (Camelusbacterianus) Camels. Journal of Camel Practice and Research 25, p. 109-121 (1 april 2018) https://www.scopus.com/sourceid/22541#tabs=1 impact factor 0.168.

[7] Leila Kaimbayeva, Shynar Kenenbay, Daniyar Zhantleuov , Aigul Tayeva , Nursulu Akhmetova , Zhanar Medeubayeva. Evaluation of autolysis induced histologic alterations in skeletal muscle tissue of non-traditional meat animals. Food Science and Technology, p. 1\5-5\5 (20 december 2019). DDOI: https://doi.org/10.1590/fst.18319.

[8] Физико-химические и биохимические основы производства мяса и мясных продуктов: учебное пособие / М.Б. Ребезов, Е.П. Мирошникова, О.В. Богатова, Б.К. Асенова, А.Н. Нургазезова – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2012. - Ч. 2. – 133 с.

Кененбай Ш.Ы., Узаков Я.М., Каймбаева Л.А., Джумаханова Ж.Б.

Түйе етінің автолизін зерттеу

Түйіндеме. Мақалада түйе етінің пісіп жетілуі кезіндегі физикалық - химиялық, функционалдық-технологиялық және реологиялық қасиеттерін зерттеу мақсаты қойылған.

Негізгі сөздер: автолиз, түйе еті, түйе, пісіп жетілуі, pH, ылғал сіңіру қабілеті.

УДК 608.3

K. Kurmanseitov[1], T. Lulayev[2]
([1]National defense University named after the first President of the Republic of Kazakhstan-Leader of the Nation, Nur-Sultan, Kazakhstan
[2]Military engineering Institute of radio electronics and communications, Almaty Kazakhstan
E-mail: bized1986@mail.ru)

INTRODUCTION OF NEW IDEAS AND SOLUTIONS FOR THE USE OF SECOND-GENERATION MISSILES IN TARGET MISSILES

Abstract. This article describes a project to tackle the task of re-equipment of anti-aircraft missiles, anti-aircraft missile complex S-75M missile target based on research of world experience in creation of rocket targets relevant to modern requirements, by maximizing the potential capabilities of antiaircraft guided missiles anti-aircraft missile system, with the elaboration and implementation of new ideas and solutions for the application of component parts of missiles AAMS for a new purpose, implementing the criteria for "maximum results at minimum costs".

Keywords: missile targets, operation, research, combat readiness, project.

К. Курмансеитов[1], Т. Лулаев[2]
([1]Национальный универстиет обороны имени Первого Президента республики Казахстан – Елбасы, Нур-Султан, Республика Казахстан
[2] Военно-инженерный институт радиоэлектроники и связи, Алматы, Республика Казахстан
E-mail: bized1986@mail.ru)

ВНЕДРЕНИЕ НОВЫХ ИДЕЙ И РЕШЕНИЙ ПО ПРИМЕНЕНИЮ РАКЕТ ВТОРОГО ПОКОЛЕНИЯ В РАКЕТЫ-МИШЕНИ

Аннотация. В данной статье описывается проект по решению задач по переоборудованию зенитных управляемых ракет (ЗУР) зенитного ракетного комплекса (ЗРК) С-75М в ракетные мишени с учетом исследований мирового опыта по созданию ракетных мишеней соответствующих требованиям современности, путем максимального использования потенциальных возможностей ЗУР ЗРК, с выработкой и внедрением новых идей и решений по применению составных частей ЗУР ЗРК по новому назначению, реализующих критерии «максимума результатов при минимуме затрат».

Ключевые слова: ракетные мишени, эксплуатация, исследования, боеготовность, проект.

Введение.

Вооруженные Силы Республики Казахстан (ВС РК) последовательно проводят политику перевооружения [1, 2]. Военная техника отслужившие сроки эксплуатации снимаются с вооружения и утилизируются по технологии вторчермета. Отслужившие сроки эксплуатации ЗРК и ЗУР занимают большие площади хранения, отвлекают персонал для решения дополнительных функций (учет, порядок хранения, охраны и т.д.). Реализация утилизации особенно ЗУР не представляет интереса у бизнесорганизаций (экономически не выгодна).

Составные части зенитных управляемых ракет ЗРК проектировались и изготавливались с большим запасом технического ресурса. Эксплуатация на всех этапах жизненного цикла ЗУР строго регламентировалась с периодическим техническим освидетельствованием [3]. Снятые с эксплуатации ЗУР по своему техническому состоянию и заложенному запасу технического ресурса могут иметь применение в качестве мишеней. Кроме того, Вооруженные Силы имеют возможность оценить техническое состояние ЗУР, снятых с эксплуатации, для использования их в новом качестве, как это делают другие страны [4].

Оборонно-промышленный комплекс Республики Казахстан не производит мишени, боевые стрельбы проводятся по мишеням оставшиеся после распада СССР, не отвечающие современным требованиям. Приобретение зарубежных мишеней требует значительных финансовых затрат.

Использование отслужившие сроки эксплуатации ЗУР в качестве ракетных мишеней реализована в передовых странах мира. Имея оборонно-промышленный комплекс, научно-технический потенциал и материально-техническую базу имеется возможность создания отечественной ракетной мишени.

Научные исследования по созданию ракетных мишеней в Казахстане ранее не проводились, а документация по доработке ЗУР в ракетные мишени, выполненные в других странах недоступны для изучения и применения в из-за их закрытого характера в коммерческих целях. Принципиальное отличие идеи предлагаемого проекта от существующих аналогов в мире определить не представляется возможным.

Одним из основных национальных интересов, в соответствии с Законом Республики Казахстан «О национальной безопасности Республики Казахстан», является обеспечение боевой и оперативной готовности Вооруженных Сил Республики Казахстан [6]. Важным фактором, влияющим на боевую и оперативную готовность Вооруженных Сил Республики Казахстан является уровень боевой и оперативной подготовки войск, высшей формой которого являются учения войск с практическими стрельбами по реальным мишеням – аналогам современных средств воздушного нападения (СВН) [7].

Кроме того, значимость проекта заключается в обеспечении Вооруженных Сил Республики Казахстан мишенями отечественной разработки. Производство ракетных мишеней будет способствовать развитию оборонно-промышленного комплекса, создании новых рабочих мест, экономиифинансовых ресурсов, а также развитии военно-технической и научной мысли в Казахстана. Разрабатывая и создавая отечественную продукцию увеличиваются показатели национального продукта страны.

Обладание своей мишенной продукцией Казахстан становится на один уровень в международном масштабе в области разработки и создания мишеней с такими странами как США, Великобритании, КНР, РФ.

В соответствии с Концепцией программы ВТС государств-участников СНГ основными задачами военно-технического сотрудничества государств считается преодоление и предотвращение военно-технического отставания от развитых государств мира по основным направлениям развития вооружения и военной техники, применение новейших научно-технических достижений, передовых технологий при проведении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ [8].

Объекты и методы исследования.

В настоящее время только в Российской Федерации применяются разнообразные типы ракетных мишеней на учениях войск, имитирующее налет СВН. Большинство современных мишеней созданы на базе устаревших зенитных ракет – это ракетные мишени семейства «Синица» (Синица-1, Синица-6, Синица-23, Коршун), «Армавир», «Пищаль», РМ-75, «Бекас». Они созданы на базе ракет зенитных комплексов С-75 и С-125, снятых с вооружения в России в начале девяностых годов [9]. В качестве мишеней они планируют применять их и в дальнейшем.

На международных Военных Играх – 2016, 2017, под названием «Ключи от неба», проходивших на полигоне Ашулук (Российской Федерации), применялись мишени «Армавир» (для имитации современных и перспективных СВН), «Пищаль» (для имитации полета и характеристик аэродинамических управляемых ракет типа СРЭМ, «Томагавк», «Харм», «Мартель» и др.), «Кабан» (для имитации полета и характеристик баллистических ракет). Эти мишени создавали воздушную обстановку налета современных СВН, которые способны поражать только высокоэффективные зенитные ракетные комплексы (С-300, С-400, Бук-М2).

Призовые места достались россиянам, а не казахстанцам, так как в Казахстане отсутствуют мишени способные имитировать возможности современных СВН и следовательно, наши подразделения не имеют полигонного опыта их поражения.

Возможностями современных СВН являются [10]:

- полет летательных аппаратов на сверхзвуковых скоростях (1,5-2 числа Маха) с применением малых и предельно малых высот,
- преодоление зоны ПВО на максимальных скоростях (3-4 числа Маха) на средних и больших высотах,
- полет по баллистической траектории.

Для тренировки расчетов в качестве мишеней в Казахстане применяют зенитные управляемые ракеты со снятой боевой частью. Однако траектория полета зенитных ракет восходящая, что не позволяет осуществлять полет на малых и предельно малых высотах, а тем более по баллистической траектории. Проектирование и изготовление специализированной мишени или приобретение мишеней экономически нецелесообразно. Российская мишень МР-9ИЦ, представляющая собой парашютную систему с передатчиком, излучающим в пространство энергию на частоте Доплера, предназначена для проведения первоначальных упражнений с боевыми расчетами, имеет стоимость сопоставимую с ценой, далеко не бюджетного варианта, внедорожника без пробега.

В Казахстане имеются устаревшие мишени, оставшиеся после распада СССР, но они не отвечают современным требованиям и не обеспечивают качественное обучение боевых расчётов комплексов ПВО.

Результаты исследования.

На базе Национального универстиета обороны имени первого президента республики Казахстан – Елбасы в целях повышения уровня боеготовности Вооружённых Сил Республики Казахстан ведутся работы по научному проекту на тему «Переоборудование зенитных управляемых ракет зенитных ракетных комплексов второго поколения в ракетные мишени»

Проект будет реализован на основе исследования мирового опыта по созданию ракета-мишени (РМ), с учетом требований современности, путем максимального использования потенциальных возможностей ЗУР, с выработкой и внедрением новых идей и решений по применению составных частей ЗУР по новому назначению, реализующих критерии «максимума результатов при минимуме затрат».

Использование устаревших ЗУР в качестве воздушных мишеней для современных средств ПВО оправдано и эффективно, что неоднократно подтвердили боевые стрельбы на специализированных зенитных и других полигонах ведущих стран мира. Эксплуатация ЗУР, которые по прямому предназначению в силу различных причин применяться не могут, в качестве воздушных мишеней оправдано экономически и является самым эффективным способом завершения их жизненного цикла.

На сегодняшний день проведено исследование зарубежного опыта создания ракетно-мишенных комплексов на базе устаревшего парка ЗРК; произведен анализ ЗРК второго поколения войск ПВО ВС РК; создана математическая модель траекторий полета мишени; разработано тактико-техническое задание на опытно-конструкторскую работу по созданию опытного образца ракетно-мишенного комплекса; выработаны идей и технические решений, для использования ЗУР ЗРК в качестве мишеней с проведением патентных работ.

Обсуждение

Научным эффектом проекта является использование максимальных потенциальных возможностей ЗУР, с выработкой и внедрением новых идей и решений по применению составных частей ЗУР по новому назначению, тем самым увеличивая и расширяя области возможного применения полученных результатов.

Экономическим эффектом проекта является:

дешевизна доработок блоков бортового оборудования зенитных управляемых ракет (ЗУР) для использования их в составе ракетных мишеней,

значительная экономия средств: на безопасное хранение устаревших изделий и их последующей утилизации; содержание подразделений обслуживания мишеней, в том числе затрат на организацию рабочих мест, обучение и переподготовку специалистов;

Основным социальным эффектом будет являться то, что доработки ЗУР до ракетных мишеней позволяет успешно развивать военно-промышленный комплекс, создавая новые рабочие места (в том числе обеспечивая работой бывших военных).

ЛИТЕРАТУРА

[1] Указ Президента Республики Казахстан. О дальнейших мерах по реформированию Вооруженных Сил Республики Казахстан: утв. 17 ноября 1997 года, № 3761.

[2] Указ Президента Республики Казахстан. О мерах по дальнейшему совершенствованию структуры Вооруженных Сил Республики Казахстан: утв. 7 мая 2003 года № 1085.

[3] Ракета 5Я23. Техническое описание ТО-5Я23. Книга первая. Общие сведения о ракете. Планер. Двигательная установка. Боевая часть. Электрооборудование. М.: Воениздат, 1974. – 168 с.

[4] Наставление по техническому обеспечению войск ПВО. М.: Воениздат, 1991 – 253 с.

[5] Техническое описание КИПС-В2-75М. Книга 1. Общее описание КИПС-В2-75М. М.: Воениздат, 1974. – 98 с.

[6] Республика Казахстан. Закон РК О национальной безопасности Республики Казахстан: принят 6 января 2012 года № 527

[7] Ф.К. Неупокоев. Противовоздушный бой. – М.: Воениздат, 1989. – 262 с.: ил.

[8] Координационный Комитет по вопросам ПВО при Совете министров обороны государств – участников СНГ (44 заседание). Концепция воздушно-космической обороны государств – участников СНГ. // Международная военно-научная конференция «Основные направления адаптации объединенной системы ПВО государств – участников СНГ к решению задач воздушно-космической обороны» – Тверь: ВА ВКО, 2016. – С.3-7.

[9] Василин Н.Я., ГуриновичА.Л.Зенитные ракетные комплексы. – М.: Попури, 2002. – 472 с.

[10] Неупокоев Ф.К. Стрельба зенитными ракетами. Изд. Третье, испр. и допол. М.: Воениздат, 1991. – 244 с.

Курмансеитов К.Е., Лулаев Т.С-Э.

Екінші буындағы зымырандарды мақсатты зымырандарға қолдану бойынша жаңа идеялар мен шешімдерді енгізу

Түйіндеме. Қазіргі заманғы әуе шабуылына қарсы қорғаныс құралдары үшін ескірген зениттік басқарылатын зымырандарды әуе нысаналары ретінде пайдалану негізделген және тиімді, бұл әлемнің жетекші елдерінің мамандандырылған зениттік және басқа полигондарындағы әскери атыстарды бірнеше рет растады. Тікелей мақсаты бойынша әртүрлі себептерге байланысты әуе нысаналары ретінде қолданыла алмайтын зениттік басқарылатын зымырандарды пайдалану экономикалық тұрғыдан ақталған және олардың өмірлік циклін аяқтаудың ең тиімді тәсілі болып табылады.

Түйінді сөздер: зымыран нысандары, пайдалану, зерттеу, жауынгерлік дайындық, жоба.

UDC 355.01

K.I. Moltobarova
(Academy of Border Guard Service Almaty, Kazakhstan)
E-mail: rgp_81@mail.ru.

ALGORITHM FOR INTERACTION OF AUTHORIZED BODIES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN TO ENSURE BOUNDARY SECURITY

Abstract. This article discusses the problems of interaction between the authorized bodies of the Republic of Kazakhstan to ensure border security. The characteristic features of the national level of interaction of the Border Guard Service of the Republic of Kazakhstan with authorized bodies in the context of their competence, identified in the Law of the Republic of Kazakhstan "On the State Border of the Republic of Kazakhstan", are analyzed. The need for the joint use of modern innovative search tools in the process of borderline design of a theoretical model, as a set of goals and objectives of ensuring border security and its forecast, has been identified and justified.

Based on the study, the author proposes to create a coordination council at the Border Commission of representatives of authorized bodies and scientists from their industry, who would study the problems and based on them would prepare draft targeted programs and plans, models aimed at improving the protection and arrangement of our borders of the country, as well as on their initiative, the development of draft regulatory legal acts governing the interaction of authorized bodies for border security would be carried out.

Key words: border security, interaction, migration processes, state, authorized bodies, border, checkpoint.

УДК 355.01

К.И. Молтобарова
(Пограничная академия КНБ Республики Казахстан,
г.Алматы, Республика Казахстан)

АЛГОРИТМ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ УПОЛНОМОЧЕННЫХ ОРГАНОВ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН РК ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ПОГРАНИЧНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Аннотация. В статье рассмотрены проблемы взаимодействия уполномоченных органов Республики Казахстан по обеспечению пограничной безопасности. Проанализированы характерные особенности национального уровня взаимодействия Пограничной службы РК с уполномоченных органами в контексте их компетенции, обозначенных в законе РК «о Государственной границе Республики Казахстан». Выявлена и обоснована необходимость совместного использования современных инновационных средств поиска в

процессе пограничного проектирования теоретической модели, как совокупности целей и задач обеспечения пограничной безопасности и ее прогноза. На основе проведенного исследования, автором предлагается создать при Пограничной комиссии координационный совет из представителей уполномоченных органов и ученых из их отрасли, которые бы изучали имеющиеся проблемы и на их основе осуществляли бы подготовку проектов целевых программ и планов, моделей направленных на совершенствование защиты и обустройства рубежей нашей страны, а также по их инициативе проводилась бы и разработка проектов нормативных правовых актов, регламентирующих вопросы взаимодействия уполномоченных органов по обеспечению пограничной безопасности.

Ключевые слова: пограничная безопасность, взаимодействие, миграционные процессы, государство, уполномоченные органы, граница, пункт пропуска.

В современных геополитических реалиях, когда наше государство обрело независимость и как указано в статье 2.2. Конституции Республики Казахстан: «Суверенитет Республики распространяется на всю ее территорию. Государство обеспечивает целостность, неприкосновенность и неотчуждаемость своей территории» [1, с.4], большая роль отводится Пограничной службе Комитета национальной безопасности Республики Казахстан (далее – Пограничная служба), которая предназначена для охраны и защиты Государственной границы Республики Казахстан (далее Государственная граница), предупреждения и пресечения посягательств на суверенитет и территориальную целостность нашей страны. Тем более на сегодня после распада СССР наше государство имеет оформленную в международно-правовом отношений государственную границу, протяженность которой составляет 15132 километра.

На сегодня ясно, что обеспечить охрану такой довольно протяженной границы Республики Казахстан (далее - РК) практически невозможно силами одной Пограничной службы, которое было узаконено Указом Президента РК от 26 июня 1999 года. Поэтому возникает необходимость обеспечения пограничной безопасности при взаимодействии с уполномоченными органами нашего государства.

Для этого следуя логике наших мыслей, начнем с субстанциальных оснований и отметим, что в понятие «национальный уровень», исходя из термина «нация», будем вкладывать значение государственный уровень взаимодействия уполномоченных органов, поскольку в их компетенцию входит обеспечение безопасности всего народа нашего государства. А понятие уполномоченные органы означает то, что совершаемые ими действия осуществляются на основании их полномочий, точнее как обозначено в статьях 56-62 Закона РК «О Государственной границе Республики Казахстан» [2], на основании своих указанных в данных статьях компетенции. В вышеназванных статьях закона такими уполномоченными органами являются Комитет национальной безопасности РК, органы государственных доходов РК, Министерство иностранных дел РК, Министерство внутренних дел РК (далее - МВД), уполномоченный орган в области транспорта и коммуникаций РК, центральный уполномоченный орган по управлению земельными ресурсами, местные исполнительные и иные государственные органы Республики Казахстан.

Далее в статье 63 Закона РК «О Государственной границе Республики Казахстан» «Взаимодействие уполномоченных органов, участвующих в защите Государственной границы» в пункте 2 четко прописано, что Пограничная служба является организатором взаимодействия своих сил и уполномоченных органов в интересах защиты Государственной границы нашего государства. Исходя из этого, неслучайно создается Государственная Пограничная комиссия при Правительстве РК (*постановление Правительства РК от от 04.09.2014 года № 1457*) [3], пройдя ряд изменений на сегодня в состав комиссии из уполномоченных органов вошли представители Пограничной службы в лице заместителя Председателя КНБ РК - Директора Пограничной службы и его первого заместителя, а так же вице-министра индустрии и инфраструктурного развития РК, заместителя Министра иностранных дел РК, заместителя Министра обороны РК, заместителя Министра внутренних дел РК, вице-министра сельского хозяйства РК, вице министра финансов РК.

Данный состав и порядок его деятельности по выработке предложений по формированию пограничной политики РК, как указано в пункте 3 статьи 4 Закона «О Государственной границе Республики Казахстан» определяются положением, утверждаемым Премьер-Министром РК.

Здесь сразу оговорим что, вошедшие в состав данной комиссии, некоторые уполномоченные органы не вошли как уполномоченные органы в Закон «О Государственной границе Республики Казахстан».

На наш взгляд, для координации и конкретизации деятельности уполномоченных органов, участвующих в защите Государственной границы необходимо в связи с переименованием министерств, привести в соответствие состав, указанных в статьях 56-62 Закона РК «О Государственной границе Республики Казахстан» уполномоченных органов с составом Государственной пограничной комиссии при Правительстве Республики Казахстан. Такой подход объясняется тем, что, во-первых в существующих на сегодня геополитических реалиях, под влиянием особенно внешних факторов стремительно меняется характер угроз и вызовов в пограничном пространстве и уровень их проявления особенно высок на отдельных участках границы нашей страны. Во-вторых, с каждым днем усиливаются риски распространения терроризма и экстремизма, транснациональной преступности.

Касательно миграционных процессов, то тут можно привести ряд примеров по не законному пересечению границы Казахстана, в обход пограничных пунктов пропуска, особенно трудовых мигрантов на границе с Россией и этнических казахов из Китая. Не всегда их удается задержать как сотрудниками казахстанской Пограничной службы, так и российскими, так как они осуществляют свои действия под покровом ночи и по непроходимой местности. К тому же мигрантам, которые в основном из стран Центральной Азии переправу помогают организовать преступные группировки. К примеру, одна из таких группировок была привлечена к уголовной ответственности по статье 394 часть 2 Уголовного Кодекса РК. Здесь в отличие от событий, произошедших в сёлах Жамбылской области, при взаимодействии полицейских и Пограничной службы удалось пресечь поток незаконной миграции. Именно при такой синергетической связке взаимодействие представляется проявлением целостности, которое является объективным свойством любой системы. Тогда следуя логике наших мыслей, укрепление целостности во всех его проявлениях и будет представлять собой цель организации на национальном уровне взаимодействия уполномоченных органов по обеспечению пограничной безопасности и успешного решения, стоящих перед ними общих задач, число которых с каждым годом только растет.

Так, только с приобретением независимости в Казахстан как отметил Глава государства Касым-Жомарт Токаев, с 1991 года в Казахстан прибыло более 1 миллиона этнических казахов по программе, утвержденным постановлением Правительства. Из них более 150 тысяч из Китая. По оценкам экспертов, если в Синьцзян-Уйгурском автономном районе (далее -СУАР) около 20 миллионов человек населения из них около 1,5 миллиона казахов. И тут, несомненно, надо усиленные меры безопасности предпринимать в связи с появляющимися в последнее время в средствах массовой информации сообщениями о массовых репрессиях в СУАР касательно мусульман, исключение не составляют и казахи, проживающие там. Об этом заявили на пресс-конференции и не законно перешедшие границу в Восточно-Казахстанской области в октябре 2019 года, рядом с селом Шиликты 30-летний Кастер Мусаханулы и 25-летний Мурагер Алимулы.

Все это наводит на мысль о создании межведомственных координационных советов, сил и средств для совместных действий, направленных на безопасность государственной границы нашей страны с привлечением ученых. По большому счету безопасность подразумевает собой стабильность как экономических, так и социальных, политических, социальных, военных и других отношений. При дестабилизации любой системы возникают очаги напряженности как например произошло в тех же сёлах Кордайского района Джамбульской области. Как сообщает портал centralasia.media президент Казахстана Касым-Жомарт Токаев заявил, что «кровопролитие произошло по вине провокаторов, при попустительстве сотрудников госорганов», в том числе МВД, которое, как мы отмечали, вошел как в состав уполномоченных органов, так и в состав пограничной комиссии при правительстве РК.

Поэтому сегодняшнее состояние системы взаимодействия Пограничной службы не только с органами внутренних дел, но и с другими уполномоченными органами остается открытым, вызывает много вопросов. Как показывают последние события (конфликт в сёлах Кордайского района и др) взаимодействие осуществляется спонтанно, фрагментарно, при крайнем обострении обстановки, когда ситуация засчет флуктаций достигает точки бифуркации и наступает хаос. Но приведет ли хаос к новому состоянию порядка?

Одним из возможностей ответа на данный вопрос является изучение энтропийных процессов в пограничной деятельности, чтобы определить меру сложности, хаотичности или неопределённости такой сложноорганизованной системы как пограничная служба. При таком подходе можно выявить, чем меньше элементы системы пограничной службы подчинены какому-либо порядку, тем выше пограничная энтропия. А для ее снижения нужно проработать все вопросы, касающиеся успешного функционирования всей системы пограничной службы так, чтобы установить в ней порядок с новым

смыслом и содержанием. Для того чтобы это превратить в действительность, необходимо создать альтернативные возможности, что даст возможность выбора. Такой расклад обычно приводит к неопределенности, которая с необходимостью требует ее меры, то есть энтропии. Тут возникает проблема следующего порядка, как снизить показатель неопределенности соответственно уменьшить пограничную энтропию и неопределенность превратить в действительность.

И здесь с очевидностью становится понятно, что такая возможность осуществима только с помощью информации, которую пограничная служба для улучшения своей деятельности может получить от взаимодействующих уполномоченных органов. Важно при этом понять, что именно аксиома перехода из неопределенности в действительность при приобретении информации и даст возможность создать совершенно новый образец порядка в обеспечении пограничной безопасности на национальном уровне взаимодействия уполномоченных органов РК.

Вместе с тем Пограничной службе (поскольку она является рабочим органом пограничной комиссии), необходимо при взаимодействии с уполномоченными органами в различных направлениях расширить границы и возможности моделирования с использованием информационных технологий. Так, например, следуя известному выражению: «кто владеет информацией, тот владеет миром» Пограничная служба, могла бы по четко составленной схеме карты угроз информировать МВД по касающимся их направлениям деятельности. Например, зная положение дел в сёлах Кордайского района Джамбульской области можно было предотвратить конфликтную ситуацию, если бы заранее был составлен план действий по фактам нарушений общественного порядка, случаях применения оружия, повлекших гибель и ранение граждан. Или взять, к примеру, факт не просто самовольного оставления воинской части, вблизи города Шымкента, но и кражи оружия сержантом контрактной службы Балгымбаем. Здесь ясно видно, что по обговорённым в компетенции направлениям взаимодействующими органами не разработаны четкие планы действия.

Только после случившего идет констатация того факта, что МВД зарегистрировало уголовное дело и что все лица, совершившие хищение задержаны, оружие возвращено, благодаря совместной деятельности следственно-оперативной группы КНБ и МВД, а Министерство обороны РК проводит дополнительную инвентаризацию оружия. Все это является большим предупреждением взаимодействующим уполномоченным органам для будущей совместной деятельности по обеспечению пограничной безопасности. Для ее успешной реализации необходимо при составлении планов совместных мероприятий прибегать к современным инновационным средствам поиска, таких, как например, куматоид, который означает определенного рода плавающий объект.

В контексте нашего исследования такими объектами могут быть терроризм и экстремизм, тот же корона вирус, который может появляться, образовываться, а может исчезать, распадаться. Но эти объекты на сегодня реальны и представляют угрозу пограничной безопасности. А для того, чтобы уполномоченным органам отыскать на практике совместной деятельности удачное объяснение этим происходящим событиям, нужно применять один из инновационных методов, который приводит к наилучшему объяснению фактов и называется абдукцией. При этом надо отметить, что значимость отражаемой им процедуры в построении новой и эффективной стратегии действия превосходит все ожидания. В свою очередь МВД на основании своих компетенций, указанных в статье 59 Закона «О Государственной границе Республики Казахстан» информировало бы Пограничную службу о состоянии правопорядка в пограничном пространстве. В частности, о лицах, покинувших место жительства при неизвестных обстоятельствах, о преступных группах и лицах, имеющих противоправные устремления в отношении Государственной границы и Пограничной службы и другие. То есть на наш взгляд, к наиболее значимым формам деятельности по организации взаимодействия при повседневной охране государственной границы можно отнести взаимный обмен информацией.

Имея такую информацию, МВД при взаимодействии с Пограничной службой и другими уполномоченными органами могут разработать конкретный план действия по данным направлениям и сделать предварительные модели с привлечением специалистов и ученых, компетентных в данных вопросах. В данном случае речь идет о создании предварительного теоретического конструкта взаимодействия заинтересованных сторон, которые должны находиться в чётко определенных отношениях друг с другом.

Такая модель позволит обоснованно определять место, роль и значение содержания взаимодействия уполномоченных органов по обеспечению пограничной безопасности, то есть она будет представлена в качестве выражения их существенных связей, проявляющихся в различных ситуациях при охране государственной границы нашего государства. При этом сам процесс

пограничного проектирования теоретической модели, как совокупности цели и задач обеспечения пограничной безопасности и ее прогноза, способен будет рассмотреть весь этот процесс взаимодействия, включая его составные части, содержание, методы, средства и формы, а также показатели и критерии их эффективности.

На основе такого конструкта можно разработать совершенную структуру и правового, и организационного механизма организации взаимодействия уполномоченных органов, поскольку в этом плане имеются недоработки.

На сегодня в данном аспекте стоит задуматься и четко проработать структуру института взаимодействия, очертить как контуры возможностей совершенствования механизма организации и поддержания взаимодействия в сфере обеспечения пограничной безопасности, так и ее направления. Поэтому для обеспечения пограничной безопасности уполномоченным органам по различным направлениям взаимодействия, с учетом непредвиденных факторов необходимо разработать заранее продуманные модели и планы действия с учетом быстро меняющейся геополитической обстановки, экономической, социальной и политической ситуацией, происходящих в стране. К примеру, нельзя без внимания оставлять тот факт, что очень динамично развиваются отношения нашей страны с Китаем в торгово-экономической сфере. Как отметил президент Казахстана Касым-Жомарт Токаев, что главными сферами инвестиций КНР в нашей стране остаются транспорт и складирование, логистика и инфраструктура, финансовая и страховая деятельность, нефтегазовая, строительная и горнодобывающая отрасли. При этом, учитывая печальный опыт событий в Джамбульской области, надо взять во внимание данные Министерства труда РК о том, что в Казахстане находятся 4300 китайских специалистов, а на 2019 года квота составляет 23000 человек. Особенно это актуально в связи с распространением коронавируса. По уточненным данным Всемирной организации здравоохранения количество зараженных людей корона вирусом составляет 198193 [4]. Такая информация позволяет организовать любую систему так, чтобы в конечном результате при взаимодействии объектов между их состояниями установилось определенное соответствие. Но помимо взаимной информации для выявления, предупреждения и принятия, превентивных мер необходимо своевременно в синергетической связке представителям уполномоченных органов Казахстана и граничащих с нами государств использовать теорию управления рисками. А это как мы знаем, на сегодня является одной из сверхзадач науки XXI века. В этом аспекте министерство здравоохранения совместно с соответствующими уполномоченными органами, в том числе и с Пограничной службой нашей страны, заранее должны были создать научно обоснованную карту угроз с привлечением казахстанских и ученых дальнего и ближнего зарубежья для успешного управления такими рисками.

При этом, несомненно, надо учитывать и меняющиеся возможности и тактику действия нарушителей государственной границы и, используя прогностический подход надо обращаться к пограничному проектированию как процессу конструирования действий в различных непредвиденных ситуациях, направленных на достижение значимой цели, то есть обеспечению пограничной безопасности. В этом плане Пограничная комиссия Министерству финансов, Министерству внутренних дел, Пограничной службе заранее обозначила меры, направленные на поддержание безопасности и правопорядка. В данном аспекте на сегодня совместными усилиями соответствующих уполномоченных органов упорядочивается процесс пропуска через Государственную границу и режим в пункте пропуска.

Как видим современное состояние практики взаимодействия не находится в состоянии стагнации, но она требует на правовой основе поиска новых направлений, форм и методов взаимодействия с применением и различных теорий, в том числе и теории вероятности. Акцентуация на теорию вероятностей не случайно, поскольку те события, которые могут произойти или не произойти в пограничной деятельности можно заранее вычислить и при ее появлении создать все условия для благоприятного исхода. Для этих целей можно применить формулу классической теории вероятности

$$P(A) = \frac{n}{m}, \quad (1)$$

где P(A) является вероятностью события A, m – число благоприятных исходов, n - число всех возможных исходов.

На наш взгляд применение теории вероятностей даст возможность познать процессы, происходящие при случайных событиях в пограничной деятельности.

Отсюда можно заключить, что релятивистским мыслящим офицерам пограничной службы при оперативном взаимодействии с соответствующими уполномоченными органами можно добиться благоприятного исхода событий здесь, сейчас и теперь. Разработка таких сценариев, планов действий вполне успешно сработает, если при этом взаимодействующие органы будут придерживаться такой технологии, которая будет состоять из следующих элементов как оперативность, компетентность, правильно установленные каналы информации и коммуникации и, безусловно, открытость системы взаимодействия.

По большому счету открытость говорит об удивительной способности к сотрудничеству и взаимодействию с другими. К тому же, как известно, открытие системы более жизнеспособны, чем закрытие, потому что здесь идет осознание того, что для своего стабильного существования открытые системы получают извне не меньше того, что отдают и к этому еще добавляется то, что они используют в процессе их функционирования. То есть это говорит о устойчивости состояния при котором любая система обладает обратной связью – входным информационным каналом. А закрытие системы по теории Р.Клаузиуса, обладая максимальной энтропией, приходят к хаосу и разрушению системы.

Поэтому при национальном уровне взаимодействия уполномоченные органы должны быть предельно открытыми друг для друга системами, при этом должны со стороны рабочего органа (Пограничной службы) ощущать, основанное исключительно на правовой основе воздействие, направленное на определение приоритетов в реализации основных направлений обеспечения пограничной безопасности нашего государства. Но для этого еще раз отметим важность создания при Пограничной комиссии координационного совета из представителей уполномоченных органов и ученых из их отрасли.

Именно они, изучая имеющиеся проблемы, и на их основе могли бы осуществлять подготовку проектов целевых программ и планов, моделей направленных на совершенствование защиты и обустройства рубежей нашей страны. Вместе с тем по их инициативе можно проводить и разработку проектов нормативных правовых актов, регламентирующих вопросы национального уровня взаимодействия уполномоченных органов по обеспечению пограничной безопасности.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Конституция Республики Казахстан. Издательство: Норма-К, Алматы, - С.4.

[2] О Государственной границе Республики Казахстан. Закон Республики Казахстан от 16.01.2013 № 70-V ЗРК. Информационно-правовая система нормативных правовых актов Республики Казахстан. - URL: http://adilet.zan.kz/rus/docs/Z1300000070 (дата обращения: 05.03.2020).

[3] О государственной пограничной комиссии при Правительстве Республики Казахстан. Постановление Правительства Республики Казахстан от 31.12.2013. № 1457. Информационно-правовая система нормативных правовых актов Республики Казахстан. - URL: http://adilet.zan.kz/rus/docs/P1300001457.

[4] Коронавирус COVID-19. Информационный ресурс. URL: https://news.mail.ru/story/incident/coronavirus/. (дата обращения 30/01/2020).

Молтобарова К.И.

Қазақстан Республикасының уәкілетті органдарының шекаралық қауіпсіздікті қамтамасыз ету бойынша өзара іс-әрекет алгоритмі

Түйіндеме. Бұл мақалада шекаралық қауіпсіздікті қамтамасыз ету бойынша Қазақстан Республикасының уәкілетті органдарының өзара іс-қимыл мәселелері қаралды. "Қазақстан Республикасының Мемлекеттік шекарасы туралы"ҚР Заңында белгіленген құзыреті контексінде ҚР Шекара қызметінің уәкілетті органдармен өзара іс-қимылының ұлттық деңгейінің тән ерекшеліктері талданды. Шекаралық қауіпсіздікті қамтамасыз ету және оны болжау мақсаттары мен міндеттерінің жиынтығы ретінде теориялық модельді шекаралық жобалау процесінде қазіргі заманғы инновациялық іздестіру құралдарын бірлесіп пайдалану қажеттігі анықталған және негізделген. Жүргізілген зерттеу негізінде, автор шекара комиссиясының жанынан орын алған проблемаларды зерттейтін және олардың негізінде біздің еліміздің шептерін қорғау мен жайғастыруды жетілдіруге бағытталған мақсатты бағдарламалар мен жоспарлардың, модельдердің жобаларын дайындауды жүзеге асыратын, сондай-ақ олардың бастамасы бойынша шекаралық қауіпсіздікті қамтамасыз ету жөніндегі уәкілетті органдардың өзара іс-қимыл мәселелерін реттейтін нормативтік құқықтық актілердің жобаларын әзірлеуді жүзеге асыратын уәкілетті органдардың өкілдері мен олардың саласының ғалымдарынан үйлестіру кеңесін құруды ұсынады.

Кілттік сөздер: шекара қауіпсіздігі, өзара іс-әрекет, көші-қон процестері, мемлекет, уәкілетті органдар, шекара, өткізу пункті.

МАЗМҰНЫ

Жер туралы ғылымдар

Огай Е.К., Калыбек А.С., Садыков Р.М.
МЕТАНҒА БАЙ АЙМАҚТАРЫН АНЫҚТАУҒА ГЕОЛОГИЯЛЫҚ, ГИДРОДИНАМИКАЛЫҚ ЖӘНЕ БАССЕЙНДІК МОДЕЛЬДЕУ ҚАРАҒАНДЫ КӨМІР БАССЕЙНІНІҢ ОҢТҮСТІК БӨЛІГІНІҢ МЫСАЛЫ БОЙЫНША ҚОЛДАНУ…….. 3
Сайфутдинова Г.С., Бисенгалиева А.М., Дюсегалиева К. О.
"КАПУСТИН ЯР" ПОЛИГОНЫНЫҢ РАДИОАКТИВТІ ШЫҒАРЫНДЫЛАРЫНЫҢ ЖАҚЫН МАҢДАҒЫ АУДАНДАРДЫҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЫНА ӘСЕРІ……..….. 12
Искаков Б.А., Безноско Д., Садыков Т.Х., Салихов Н.М., Таутаев Е.М., Щепетов А.Л.
ҒАРЫШТЫҚ ШЫҒУ ТЕГІ ЖОҒАРЫ ЭНЕРГИЯЛЫ МУОНДАРДЫҢ ЖЕР ҚЫРТЫСЫ АРҚЫЛЫ ӨТУІ КЕЗІНДЕГІ ГЕОАКУСТИКАЛЫҚ ЭМИССИЯ…… 16
Айкумбеков М.Н., Камзина А.Д., Кобдиков М.А., Абдреев Г.А., Аримбекова П.М.
МЕГАПОЛИСТЕРДЕ АТМОСФЕРАЛЫҚ АУАНЫҢ ЛАСТАНУЫН ТӨМЕНДЕТУДІҢ ЭКОНОМИКАЛЫҚ ТЕТІГІН ҚАЛЫПТАСТЫРУ 23
Айнакулов Ж.Ж., Разакова М.Г., Кузьмин А.Г.
ТАБИҒИ ЖӘНЕ ТЕХНОГЕНДІ АЙМАҚТЫҚ КЕШЕНДЕРДІҢ ЖЕДЕЛ МОНИТОРИНГІ ҮШІН ҰШҚЫШСЫЗ ҰШУ ҚҰРЫЛҒЫЛАРЫНА АРНАЛҒАН ЖЕТІЛДІРІЛГЕН БАҚЫЛАУ ЖҮЙЕСІН ДАМЫТУ……... 27
Альжигитова М.М., Заппаров М.Р.
АЛАКОЛ ОЙПАТЫНЫН ИНЖЕНЕРЛІК -ГИДРОГЕОЛОГИЯЛЫҚ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ..... 33
Санатбеков М.Е., Жолтаев Г.Ж.
БАЛҚАШ ОЙПАТЫ ШӨГІНДІЛЕРІНІҢ ЛИТОЛОГО-СТРАТИГРАФИЯЛЫҚ СИПАТТАМАСЫ ЖӘНЕ ФАЦИАЛДЫ ҚҰРАМЫ..... 41
Мухамеджанова Г.С.
ANDROID ПЛАТФОРМАСЫ ҮШІН ГЕОАҚПАРАТТЫҚ ТУРИЗМ ЖҮЙЕСІН ҚҰРУ..... 46
Мырзабекова М.М., Гусейнов Н. Р., Жұмабаев И. И., Муратов М. М., Зайцев С. И.
ГОЛОГРАФИЯЛЫҚ ҚОРҒАУ ҮШІН НАНОРЕЛЬЕФТЕР МЕН ШТАМПТАРДЫ ЗЕРТТЕУ..... 53
Саликова Н.С., Сейдахметова Г. И., Жапарова С. Б., Баязитова З. Е., Капбасова Г. А.
ОРТАЛЫҚТАНДЫРЫЛМАҒАН СУМЕН ЖАБДЫҚТАУ КӨЗДЕРІ САПАСЫНЫҢ САНИТАРЛЫҚ-ГИГИЕНАЛЫҚ ТАЛАПТАРҒА СӘЙКЕСТІГІН БАҒАЛАУ ШАРУАШЫЛЫҚ-АУЫЗ СУ МАҚСАТЫНДАҒЫ……..... 59
Сансызбаева А.Б., Саипов А.А., Асипова Ж.М.
ПАВЛОДАР ОБЛЫСЫНЫҢ РЕСЕЙМЕН ШЕКАРАЛАС АЙМАҚТАРЫМЕН ЭКОНОМИКАЛЫҚ ИНТЕГРАЦИЯСЫНЫҢ ГЕОГРАФИЯСЫ..... 63
Дуйсебаева К.Д., Турганалиев С.Р., Акашева А.С., Бисенгалиева Л.В., Қалық Д.
МҰНАЙ-ГАЗ САЛАСЫНЫҢ ҚАЗІРГІ ЖАҒДАЙЫ ЖӘНЕ ҚАЗАҚСТАННЫҢ ҚОРШАҒАН ОРТАСЫНА ӘСЕРІ..... 70
Танабекова Г.Б., Оразбаев А.Е., Жигитбекова А.Д., Досжанов О.М., Мадияр Б.П.
АЛМАТЫ ҚАЛАСЫНЫҢ АҚАБА СУЛАРЫНЫҢ АУЫР МЕТАЛДАРМЕН ЛАСТАНУЫНЫҢ ДИНАМИКАСЫ..... 76

Техникалық ғылымдар

Бектібай Б.Ж., Қуан А.Ұ.
OHSAS 18001 ТАЛАПТАРЫНА СӘЙКЕС КӘСІПОРЫННЫҢ ЕҢБЕКТІ ҚОРҒАУ ЖӘНЕ ӨНЕРКӘСІПТІК ҚАУІПСІЗДІГІН БАСҚАРУДЫҢ ҮДЕРІСТІК МОДЕЛІ..... 82
Курбан Б., Умарова Ж., Койшибекова Г., Маханова З., Кемельбекова Ж.
ИНТЕРНЕТ ЗАТТАР (IOT): ПРОБЛЕМАЛАР МЕН БОЛАШАҚ БАҒЫТТАР..... 86
Білімжанұлы М., Байматаева Ш.М.
МҰНАЙ САЛАСЫ КӘСІПОРЫНДАРЫНЫҢ ҚЫЗМЕТІН ТАЛДАУ ЖӘНЕ БОЛЖАУ ӘДІСТЕРІН ЗЕРТТЕУ..... 90
Игнашова Л.В., Жукова Т.А., Роговой А.В.
АҚПАРАТТЫҚ ҚАУІПСІЗДІК ЖҮЙЕСІНІҢ ТӘУЕКЕЛІН БАҒАЛАУ ӘДІСТЕМЕСІ..... 94
Роговой А.В., Жукова Т.А., Игнашова Л.В.
УНИВЕРСИТЕТТІК ПРОЦЕСТЕРДІ АВТОМАТТАНДЫРУҒА АРНАЛҒАН МОБИЛЬДІ ҚОСЫМШАНЫ ЖОБАЛАУ ЖӘНЕ ӘЗІРЛЕУ 103

Рысбаева Г., Абилдаева Р., Абай Г., Мехитбаева С., Колесников А.
IN VITRO ЖАҒДАЙЫНДА СҮЙЕК ДАҚЫЛДАРЫНЫҢ МИКРОКЛОНАЛЬДІ КӨБЕЮ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ..... 112
Баитова А. А., Жамбакина З.М.
СУМЕН ҚАНЫҚҚАН ТОПЫРАҚТАРДАҒЫ ТЕСІК ҚЫСЫМЫНЫҢ ҚАДАЛАР ІРГЕТАСТАРЫНЫҢ ШӨГУ МӨЛШЕРІНЕ ӘСЕРІ…….. 116
Бенсеитов Р., Умарова Ж., Ельбергенова Г., Маханова З., Кемельбекова Ж.
Web API ҚҰЖАТТАМАСЫН ТАЛДАУ……. 120
Балбаев Ғ.Қ., Алтынбекова Л.Б., Жетенбаев Н.Т.
РОБОТОТЕХНИКАЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДЕГІ КЕРІ ТОПОЛОГИЯСЫ БАР ТҮРЛЕНДІРГІШТЕР ҮШІН ЖАҢА РЕГЕНЕРАТИВТІ СХЕМА..... 124
Балбаев Ғ.Қ., Шингисов Б.Т., Жетенбаев Н.Т.
РОБОТОТЕХНИКАЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕР ҮШІН АДАПТИВТІ СҮЗГІ..... 132
Бостанбеков К.А., Алимова А.Н., Канатов М., Нурсеитов Д.Б.
ТЕРЕҢ НЕЙРОНДЫҚ ЖЕЛІЛЕРДІ ҚОЛДАНЫП ҚОЛЖАЗБАЛЫҚ ҚАЛАЛАРДЫҢ АТАУЛАРЫН ТАНУ..... 139
Медведков Е.Б., Назымбекова А.Е., Тлевлесова Д.А., Қайрбаева А.Е., Шамбулов Е.Д.
ҚАРБЫЗДЫ ӨҢДЕУГЕ АРНАЛҒАН ҚОНДЫРҒЫ..... 146
Seitbekova Y., Assilbekov B., Beisembetov I., Kuljabekov A.
LSTM НЕЙРОНДЫ ЖЕЛІСІН ҚОЛДАНА ОТЫРЫП АВТОБУСТЫҢ КЕЛУ УАҚЫТЫН АНЫҚТАУ ЖӘНЕ АВТОБУСТЫҢ ОРНАЛАСҚАН ЖЕРІН АНАЛИЗДЕУ..... 149
Тұрсынбай Ғ. Б., Нурмуханова А.З., Оспанова Ш.С.
ЖҮРГІЗУШІНІҢ СЕНІМДІЛІГІН АНЫҚТАЙТЫН ФАКТОР РЕТІНДЕ ЖОЛ БЕЛГІЛЕРІН ҚОЛДАНУ..... 155
Адамбаев М.Д., Вуйцик В., Сарыбаева Ж. М., Калабаева А.Е.
ӨНЕРКӘСІПТІК БАСҚАРУ ОБЪЕКТІСІНІҢ ДИНАМИКАЛЫҚ ҚҰРЫЛЫМЫН ОНЫҢ S-ПІШІНДІ ЕКПІНДІ СИПАТТАМАСЫНЫҢ ТҮРІ БОЙЫНША БАРАБАР БАҒАЛАУ МҮМКІНДІГІН НЕГІЗДЕУ……... 160
Акашева Ж.К., Асилбеков Б.К., Кудайкулов А.А.
КЕУЕКТІК МАСШТАБТАҒЫ СҰЙЫҚТЫҚТЫҢ ЕКІ ФАЗАЛЫ АҒЫНЫ ТУРАЛЫ ЗЕРТТЕУЛЕРГЕ ШОЛУ……... 165
Астапенко Н.В., Пономарев Г.В., Кашевкин А.А.
HARD ЖӘНЕ SOFT SKILLS ИНЖЕНЕРИЯ ЖӘНЕ САНДЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР МАМАНЫНЫҢ ТАБЫСТЫЛЫҒЫНА ӘСЕРІ…… 168
Астапенко Н.В., Пономарев Г.В., Кашевкин А.А.
КӘСІПОРЫННЫҢ БАҒА ЖӘНЕ ӨНДІРІСТІК СТРАТЕГИЯСЫН ҚАЛЫПТАСТЫРУ ЖӘНЕ ТАЛДАУ ПРОЦЕСІН АВТОМАТТАНДЫРУ…… 173
Балғынова А.М., Мерекекызы А., Сарбекова А.М., Нурмашев Н.Б.
ҚАБАТҚА СУГАЗДЫҚ ӘСЕР ЕТУ ҮШІН СОРҒЫ-ЭЖЕКТОРЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІҢ СИПАТТАМАЛАРЫН ЗЕРТТЕУ..... 178
Балғынова А., Алматова Б., Нурбекова К.
ҚАШЫҚТЫҚТАН БІЛІМ БЕРУДЕ ЗАМАНАУИ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ ИННОВАЦИЯЛЫҚ ТӘСІЛ…….. 185
Бекбасаров И.И., Шаншабаев Н.А.
ПИРАМИДАЛДЫ-ПРИЗМАЛЫҚ ҚАДАЛАРДЫҢ ПИРАМИДАЛЫҚ БӨЛІГІ ӨЛШЕМДЕРІНІҢ ЭНЕРГИЯ СЫЙЫМДЫЛЫҒЫ МЕН ЖҮК КӨТЕРУ ҚАБІЛЕТІНЕ ӘСЕРІ ТУРАЛЫ..... 190
Бекешева Л.Р.
ҚОЛ ҚОЮДЫ ЗЕРТТЕУГЕ АРНАЛҒАН БИОМЕТРИКАЛЫҚ ТӘСІЛДЕР..... 200
Бисенгалиев М.Д., Баямирова Р.У., Тогашева А.Р., Кунаева Г.Е.
ҚОЙНАУҚАТТЫҢ МҰНАЙ БЕРУІН АРТТЫРУ ҮШІН ҚОЛДАНЫЛАТЫН ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫҢ ТИІМДІЛІГІ 204
Мусиралиева Ш.Ж., Болатбек М., Зият Б.
СТЕММИНГ АЛГОРИТМІ АРҚЫЛЫ ЭКСТРЕМИСТІК МӘТІНДЕРДІ ЖІКТЕУ ДӘЛДІГІН АРТТЫРУ..... 208
Болысбек Д.Ә., Кульджабеков А.Б., Кудайкулов А.А.
КЕУЕКТІ ОРТАДА ОРЫН АЛҒАН ҚҰРЫЛЫМДЫҚ-ДИНАМИКАЛЫҚ ПРОЦЕДУРАЛАРДЫ ӨҢДЕУ ӘДІСТЕРІНЕ ШОЛУ..... 215
Болысбек Д.Ә., Кульджабеков А.Б., Асилбеков Б.К., Акашева Ж.К.
ТӘЖІРИБЕЛІК ВИЗУАЛДЫ ӘДІСТЕРІНЕ ШОЛУ КЕУЕКТІ ОРТА ҚҰРЫЛЫМДАРЫ..... 222

Ералиева Б.Ш., Тунгатарова А.Т., Боранкулова Г.С.
ЗИЯТКЕРЛІК ҚҰРЫЛЫМДАР МЕН МАТЕРИАЛДАРҒА АРНАЛҒАН ОПТОТАЛШЫҚТЫ ДАТЧИКТЕР……..... 229
Брянцев А. А.
ГОФРАЛАРДЫҢ ӘР ТҮРЛІ КЕСКІНІ БАР ГОФРЛЕНГЕН ҚАБЫРҒАЛАРДЫҢ ЭКОНОМИКАЛЫҚ ТИІМДІЛІГІН ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ПАРАМЕТРЛЕРІН АНЫҚТАУ БОЙЫНША ТЕОРИЯЛЫҚ ЗЕРТТЕУЛЕР С РУС ҚАЗ……... 234
Достияров А.М., Ожикенова Ж.Ф., Достиярова А.М.
ГАЗ ТУРБИНАЛЫ ҚОНДЫРҒЫСЫНЫҢ ЕКІ ДЕҢГЕЙЛІ ОТТЫҚТЫ ЖАНУ КАМЕРАСЫНЫҢ ЖАНУ ПРОЦЕССТЕРІН ЭКСПЕРИМЕНТАЛДЫ ЗЕРТТЕУ 236
Жекеева С.С., Долматова Л.В., Ушакова Е.В.
ҰЯЛЫ БАЙЛАНЫС ОПЕРАТОРЫНЫҢ ҚЫЗМЕТ КӨРСЕТУ САПАСЫНЫҢ ТИІМДІЛІГІН БАҒАЛАУДЫҢ АЙҚЫН ЕМЕС МОДЕЛІН ҚҰРУ..... 242
Рахимова Д.Р., Жунусова А.Ж.
ТҮРКІ ТІЛДЕРІН ПОСТРЕДАКЦИЯЛАУДЫ ЖАҚСАРТУ ҮШІН СТАТИСТИКАЛЫҚ МАШИНАЛЫҚ АУДАРМА МОДЕЛІ МЕН ӘДІСТЕРІН ӘЗІРЛЕУ..... 248
Муханова А.А., Идрисова И.А., Исмаилова А.А., Маханов М.
АҚПАРАТТЫҚ ҚАУІПСІЗДІК ИНЦИДЕНТТЕРІНЕ ЖАУАП БЕРУ МОДЕЛІ..... 254
Кабдырахым А.А.
USABILITY АРТТЫРУ ҮШІН ҚОСЫМШАНЫ ЖОБАЛАУ ӘДІСТЕРІН ҚҰРУ..... 258
Бектібай Б.Ж., Кадырханова Н.Н.
ҚАТТЫ ҚАЛДЫҚТАРДЫ БАСҚАРУ – ТАБЫС КӨЗІ..... 260
Қалымбетов Ғ.П., Тойгожинова А. Ж.
ЖЕЛ ҚУАТЫН ҚОЛДАНАТЫН ЭНЕРГИЯ КӨЗДЕРІН ТАЛДАУ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУ ӘДІСТЕРІ..... 265
Каспакбаев К.С., Устемирова Р.С., Карпов А.П., Куандыкова Д.Р., Нуралина А.К.
ӨТКІЗУ ҚАБІЛЕТІ ШЕКТЕУЛІ ЖЕЛІЛЕРДЕ ПОЕЗД МАССАСЫНЫҢ НОРМАСЫН АРТТЫРУ МӘСЕЛЕЛЕРІ..... 271
Кекілбаева Г.Р., Жылыбаева Н.К., Танирбергенова С.К.
ӨСУ СТИМУЛЯТОРЛАРЫНЫҢ ЖАЗДЫҚ БИДАЙ ӨНІМІНІҢ САПАЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРІНЕ ӘСЕРІ 275
Келаманов Б.С., Сариев О.Р., Бекболатова М.Б., Әбдірашит А.М., Бурумбаев А.Г.
Fe-Si-C ЖӘНЕ W-Si-C ЖҮЙЕЛЕРІНДЕГІ ТЕРМОДИНАМИКАЛЫҚ ҮРДІСТЕРДІ МОДЕЛЬДЕУ ЖӘНЕ ТАЛДАУ..... 280
Керімбай Е., Өскенбаева Р., Бектемысова Г.
АЗАМАТТАРДЫ ТІРКЕУ ЖӘНЕ ІЗДЕУ МОДУЛІН ӘЗІРЛЕУ..... 284
Косяков И.О.
САЛҚЫНДАТУ ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ КОНДЕНСАТОРЛЫҚ ТҮТІКТЕРІНДЕГІ ЖЫЛУ БЕРУДІ КҮШЕЙТУ ӘДІСТЕРІ..... 290
Кусаинов Ч.К.
КӨП КРИТЕРИАЛДЫ САРАЛАУ ӘДІСІ НЕГІЗІНДЕ ИНВЕСТИЦИЯЛЫҚ ЖОБАЛАРДЫ ТАЛДАУ ЖӘНЕ ТАҢДАУ..... 295
Муталиева Б. Ж., Мадыбекова Г. М., Кудасова Д.Е.
1-МЕТИЛ-3-МЕТИЛАМИНОМАЛЕИНИМИДПЕН ЖҮКТЕЛГЕН ЭМУЛЬСИЯЛАРДЫ МИКРОКАПСУЛДАУДА ПАЙДАЛАНУ ҮШІН ТҰРАҚТАНДЫРУ…… 301
Мадыбекова Г. М., Муталиева Б. Ж., Исаева А. Б.
ГИДРОФИЛЬДІ БЕЛСЕНДІ ЗАТТАРДЫ МИКРОКАПСУЛАУ ҮШІН ТҰРАҚТЫ ЭМУЛЬСИЯЛАР РЕЦЕПТУРАСЫНЫҢ ПАРАМЕТРЛЕРІН ЗЕРТТЕУ…….. 306
Машеков С.А., Ашкеев Ж.А., Абишкенов М.Ж., Рысбек М.Б.
ЖОҒАРЫ БЕРІКТІККЕ ИЕ ШАР ТӘРІЗДІ ДАЙЫНДАМАЛАРДЫ ӨНДІРЕТІН МАТРИЦАНЫҢ КОНСТРУКЦИЯСЫН ӘЗІРЛЕУ..... 310
Машеков С.А., Тусупкалиева Э.А., Акпарова С.А.
ҚҰРЫЛЫМЫ ЖАҢА БОЙЛЫҚ-СЫНАЛЫ ОРНАҚТЫҢ ТЕРБЕЛМЕЛІ ПРОЦЕСІН ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ МОДЕЛЬДЕУ…… 318
Молдабеков М. М., Суханко А. С., Шаповалова Д. Л., Елубаев С. А.
МОЙЫНТІРЕКТЕРДЕГІ ҮЙКЕЛІС ӘСЕРІН ЕСКЕРЕ ОТЫРЫП СПУТНИКТЕР МЕН ПИЛОТСЫЗ ҰШУ АППАРАТТАРЫ БАҒДАРЛАУ ЖҮЙЕСІНІҢ СЫНАҚ СТЕНДІНІҢ ДИНАМИКАСЫН ЗЕРТТЕУ…… 325
Арсланов М.З., Зейнуллин А.А., Мустафин С.А., Шаяхметова А.С.
ОБЪЕКТІНІҢ АУДАНЫН ӨЛШЕУДІҢ КЕЙБІР ӘДІСТЕРІ……... 332

Мухамеджанова А.Д., Тихвинский В.О., Туманбаева К.Х.
LORAWAN ЖЕЛІСІНДЕГІ ТРАФИКТІ ТАЛДАУ 336
Мухаметжанова Б.О., Сүлеймен А. Е.
БЕЙНЕЛЕРДЕГІ ОБЪЕКТІЛЕРДІҢ КОНТУРЛАРЫН АНЫҚТАУ НЕГІЗГІ ӘДІСТЕРГЕ ШОЛУ 340
Нургали Н.З., Келаманов Б.С., Сариев О.Р., Алмагамбетов М.С., Халитов Т.В.
ҚАЗАҚСТАНДЫҚ ИЛЬМЕНИТТІ КОНЦЕНТРАТТАРДЫ ТЕРМОГРАФИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ 345
Нургужин М.Р.
ДӘНЕКЕРЛЕНГЕН МЕТАЛЛ КОНСТРУКЦИЯЛАРЫНЫҢ ӨМІРШЕҢДІГІН ЕСЕПТЕУ НЕГІЗДЕРІ 350
Пирманов И., Кошеков К.
ГАЗТУРБИНАЛЫ ҚОЗҒАЛТҚЫШЫНЫҢ ДИАГНОСТИКАСЫНДА ДІРІЛДІ БЕРУ ФУНКЦИЯЛАРЫН ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ПРАКТИКАЛЫҚ ҚОЛДАНУ …… 357
Рахимова Д.Р., Жунусова А.Ж.
МАШИНАЛЫҚ АУДАРМАНЫ АЛДЫН АЛА РЕДАКЦИЯЛАУ АРҚЫЛЫ САПАНЫ БАҒАЛАУ..... 365
Сайманова З.Б., Сухинин С.В., Жумадиллаева А.К.
ФОНОНДЫ КРИСТАЛДАР ШЕКАРАСЫНДАҒЫ ТОЛҚЫНДАРДЫҢ БЕРІЛУІ МЕН БЕЙНЕЛЕНУІ..... 373
Сейтбекова Е.С., Бейсембетов И.К., Сыздыкбаев М., Асилбеков Б.К.
АВТОБУСТА ТҰРУ УАҚЫТЫМЕН АДАМДАРДЫҢ ҰТҚЫРЛЫҚ МОДЕЛІ 377
Сейітқазиев Ә.С., Шилібек К.Қ., Сейітқазиева Қ.Ә.
ТОПЫРАҚТЫ СУМЕН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ ЖОЛДАРЫ ……... 382
Секербаев К.С., Муссабек Г.К., Шабдан Е., Таурбаев Е.Т.
ОРГАНОМЕТАЛЛДЫҚ ПЕРОВСКИТТІҢ НАНОКРИСТАЛДАРЫНЫҢ ФОТОЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯСЫН ЛИГАНДТАРДЫ ҚОСУ АРҚЫЛЫ РЕТТЕУ..... 385
Мурзахметова Ұ.А., Несипбаев Д.Н., Изембаева А.К., Алшынова А.М.
АВТОМОБИЛЬ ЖОЛДАРЫНЫҢ КҮЙІ МЕН ЖОЛТАҢБАЛАРЫНЫҢ ЖОЛ ҚОЗҒАЛЫСЫНЫҢ ҚАУІПСІЗДІГІНЕ ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ..... 391
Сейтказенова К.К., Асылбек М.М., Мурзахметова Ұ.А., Алшынова А.К.
ДИНАМИКАЛЫҚ ҚАЙТА ЖҮКТЕУ КЕЗІНДЕГІ МАТЕРИАЛДАРДЫҢ БЕРІКТІГІ..... 396
Байтенова Л.М.
КОМПАНИЯНЫҢ БИЗНЕС-ПРОЦЕСТЕРІН ЖОБАЛАУ 401
Есиркепова А.Б., Шеров К.Т., Ғабдысалық Р., Окимбаева А.Е., Сәулетов С.Р.
ТЕМІР-БЕТОН БҰЙЫМДАРЫНЫҢ ҚАҢҚАЛАРЫН ДАЙЫНДАУ ҮШІН АРМАТУРАНЫҢ ҚЫСҚА КЕСІНДІЛЕРІН ТҮЙІСПЕЛІ ДӘНЕКЕРЛЕУ ТӘСІЛІМЕН БІРІКТІРУ..... 409
Смайлов Н.К., Оразбеков Е.А., Уалиев Ж.Р., Көшкінбаев С.Ж., Абдыкадыров А.А., Маликова Ф.У.
ТАЛШЫҚТЫ-ОПТИКАЛЫҚ ҚЫСЫМ ЖӘНЕ ТЕМПЕРАТУРА АРНАЛҒАН СЕНСОРДЫ ТАРАТУ ЖЕЛІЛЕРІНДЕ WDM ЖҮЙЕЛЕРІН МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУ..... 414
Калымбетов Г., Кедельбаев Б., Лаханова К., Рахмонбердиев Г., Изтлеуов Г.
БИДАЙ САБАНЫ НЕГІЗІНДЕ ЦЕЛЛЮЛОЗА АЛУДЫҢ ИННОВАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ҚҰРУ ЖӘНЕ ОНЫ ӨНДІРІСКЕ ЕНГІЗУ..... 420
Акмалайұлы К., Оримбасар С.
НАНОКРЕМНЕЗЕМДІ ӨЗДІГІНЕН НЫҒЫЗДАЛАТЫН БЕТОН 425
Савельева Е., Карякин В., Дадаева И.
БІЛІМ БЕРУ БАҒДАРЛАМАЛАРЫН ӘЗІРЛЕУ КЕЗІНДЕ ЗАХМАН ӘДІСНАМАСЫН ҚОЛДАНУ… 427
Жамангарин Д.С., Смайлов Н.К., Көшкінбаев С.Ж., Көшкінбаева М.Ж.
ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫ КӨЛІК, БАҒДАРШАМ ЖҮЙЕЛЕРІНЕ НЕГІЗДЕЛГЕН SMART CITY МОДЕЛІ МЕН АЛГОРИТМІ..... 432
Хамза Е. Е., Жугинисов М. Т.
ҚҰРЫЛЫМДЫҚ ЖЕҢІЛ БЕТОНДАРҒА АРНАЛҒАН ЖЕҢІЛ АГРЕГАТТАР…… 438
Баймұхамедов М. Ф., Боранбаев С. Н., Еслямов С. Г.
БІЛІМ БЕРУДЕ БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ЗИЯТКЕРЛІК ОҚЫТУ РОБОТТАРЫН ҚОЛДАНУДЫҢ ҒЫЛЫМИ-ӘДІСТЕМЕЛІК АСПЕКТІЛЕРІ…… 443
Удербаев А.Ж., Жаксыликова К.Б., Жонкешов Б.С.
ЕКІТІЛДІ ГЕОЛОГИЯ, ГЕОДЕЗИЯ ЖӘНЕ ГЕОГРАФИЯ СӨЗДІКТЕРІНДЕГІ ЖАҢА ТЕРМИНДЕРДІҢ СИПАТЫ..... 450
Уразалинов В.О., Муханова А.А., Маханов М., Сатаев Б.О.
ҰЙЫМНЫҢ АҚПАРАТТЫҚ ҚАУІПСІЗДІГІ ҮШІН ТӘУЕКЕЛДЕРДІ БАҒАЛАУ МОДЕЛІ..... 457
Утегенова М.А., Муртазин Е.Ж., Екмекчи М.
ҰҢҒЫМАЛАРДЫҢ КЕРН МАТЕРИАЛЫН ӨЛШЕУ ДЕРЕКТЕРІ БОЙЫНША ТАУ ЖЫНЫСТАРЫНЫҢ ПЕТРОФИЗИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ТАЛДАУ..... 461

Хабай А., Нұрахан А.Н., Оразалы Е.Е., Садков С.К.
ОПТИКАЛЫҚ ТЛШЫҚТЫ БРЭГГ ТОРЛАРЫНА НЕГІЗДЕЛГЕН ҚЫСЫМ ДАТЧИКІНІҢ ЖҰМЫСЫН ТАЛДАУ 469
Ханиева А.Н., Ахтанов С.Н.
MIMO-OFDM ЖҮЙЕЛЕРІНДЕ КАЛМАНДЫ СҮЗГІЗУГЕ АРНАЛҒАН АРНАЛАРДЫ БАҒАЛАУ..... 476
Хусанов А.Е., Атаманюк В.М., Калдыбаева Б.М., Джанабаев Д.Ж., Жумадуллаев Д.
ШИТТІ МАҚТАНЫ СҮЗУ АРҚЫЛЫ КЕПТІРУ КЕЗІНДЕГІ ІШКІДИФФУЗИЯЛЫҚ МАССА АЛМАСУ..... 482
Шеров К.Т., Мухамедьяров Д.З., Мусаев М.М., Ғабдысалық Р., Көпжасарова А.К.
ШӨМІШТІ ҚҰРАСТЫРУҒА АРНАЛҒАН АРНАЙЫ КОНДУКТОР ТЕТІКТЕРІН ЖОҒАРЫ ЖЫЛДАМДЫҚТА ФРЕЗЕРЛЕУ..... 488
Шоланов К.С., Серікбай А.Т., Тулегулов А.Д., Тлеубаева А.О., Максутова К.М.
ПАРАЛЛЕЛЬ БАЗАСЫНДАҒЫ АВИАТРЕНАЖЕР SHOLKOR МАНИПУЛЯТОРЫ..... 495
Шугаева Т.Ж., Спивак-Лавров И.Ф., Шарипов С.У.
ЭЛЕКТРОСТАТИКАЛЫҚ ПОТЕНЦИАЛДАРДЫ ЕСЕПТЕУГЕ АКСИМЕТРИЯЛЫҚ ЖӘНЕ ТРАНСАКСИАЛДЫ ЛИНЗА..... 499
Увалиева И.М., Мүтәл Ж.А., Байдилдина А.Т.
ҒАЛЫМДАРДЫҢ ЖАРИЯЛАНЫМ БЕЛСЕНДІЛІГІНІҢ КРІ МОНИТОРИНГІН БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ЖҮЗЕГЕ АСЫРУ..... 507
Абдулкаримова К.Е., Әбенов Ж. Қ., Аубакиров С.С.
AML ЖҮЙЕСІНІҢ АРХИТЕКТУРАСЫН ӘЗІРЛЕУ..... 515
Унаспеков Б.А., Иргибаев Т.И., Красюк А.М., Лугин И.В., Дзенис Лех, Куспангалиев М.
ТОННЕЛЬДІ ЖЕЛДЕТУ ЖҮЙЕСІН АРАЛЫҚ ЖЕЛДЕТУ КАМЕРАЛАРЫНЫҢ ҚҰРЫЛҒЫСЫНСЫЗ ЗЕРТТЕУ..... 520
Унаспеков Б.А., Иргибаев Т.И., Красюк А.М., Лугин И.В., Дзенис Лех, Куспангалиев М.
МЕТРОПОЛИТЕН ТОННЕЛІНДЕГІ АУА БӨЛІНІСІНЕ ПОЕЗДАРДЫҢ ПОРШЕНЬДІК ІС-ҚИМЫЛЫНЫҢ ӘСЕРІН ТАЛДАУ..... 525
Пыркова А. Ю., Ерен Н. Е.
ДҮНИЕЖҮЗІЛІК ИНТЕРНЕТТІК БАЙЛАНЫС ЖҮЙЕСІНІҢ ЖЕЛІЛІК ИНФРАҚҰРЫЛЫМЫ ҮШІН ҚАУІПСІЗДІК САЯСАТЫН ДАМЫТУ..... 534
Шмыгалева Т.А., Жеңісханов Д.С.
ПРОТОНДЫ СӘУЛЕЛЕНДІРУ КЕЗІНДЕГІ АЛҒАШҚЫ БҰЗЫЛҒАН АТОМДАРДЫҢ СПЕКТРЛЕРІН ЕСЕПТЕУ АЛГОРИТМІН ЖАСАУ..... 541

Физика-математика ғылымдары

Ташев А.А., Қасымова Д.Т., Ахмедиярова А.Т.
ҚАЙШЫЛЫҚТЫ ДЕРЕКТЕРДІ АНЫҚТАУ МЕН ЖОЮ ҮШІН СТАТИСТИКАЛЫҚ ӘДІСТЕРДІ САЛЫСТЫРУ ЖӘНЕ ГРАББС КРИТЕРИЙІН ҚОЛДАНУ..... 547
Кошкинбаева М.Ж., Сайдирасулов С.С., Кошкинбаев С.Ж., Дуйсенов Н.Ж.
BLUETOOTH МОДУЛІНІҢ КӨМЕГІМЕН ARDUINO ПЛАТАСЫН ҚАШЫҚТАН БАСҚАРУ..... 554
Тукенова Л.М.
БИГАРМОНИКАЛЫҚ ОПЕРАТОР ЕСЕБІНІҢ ЕКІ ҚАБАТТЫ ИТЕРАЦИЯЛЫҚ ӘДІСІ..... 560
Лахно В. А., Сауанова К. Т., Адилжанова С. А., Семятова А. Н.
ГЕНЕТИКАЛЫҚ АЛГОРИТМДІ КИБЕР ҚАУІПСІЗДІК РЕСУРСТАРЫНЫҢ ДИНАМИКАЛЫҚ БАҚЫЛАУ ЕСЕПТЕРІНДЕ ҚОЛДАНУ..... 565
Аканбай Е.Н., Сулейменова З.И., Тапеева С.К.
ПАРАБОЛАЛЫҚ ТЕҢДЕУДІ ШЕШУДІҢ АСИМПТОТИКАЛЫҚ НОРМАСЫ КЕЗДЕЙСОҚ ЖЫЛДАМ ТЕРБЕЛМЕЛІ КОЭФФИЦИЕНТТЕРМЕН..... 572
Березовская И.Э., Рыспаева М.Ж., Воробьёва О.Д., Томочаков М.М.
КОМПЬЮТЕРЛІК МОДЕЛЬДЕУ ӘДІСІМЕН ІШКІ ЖАНУ КАМЕРАЛАРЫНДА ЖЫЛУ ЖӘНЕ МАССА ТАСЫМАЛЫ ПРОЦЕССТЕРІН САНДЫҚ ЗЕРТТЕУ..... 581
Ерекеш Б.А., Жақып А.Т., Құрақбай Ұ.С.
СЕНСОР СИГНАЛДАРЫН ҚАБЫЛДАУ ЖӘНЕ ӨҢДЕУ ПЛАТАСЫНЫҢ СХЕМОТЕХНИКАЛЫҚ МОДЕЛІН ЖАСАУ..... 585
Есенгалиева Ж.С., Кабатова А.
ДАУЫСТЫҚ СӨЙЛЕУДІ ТАНУДЫҢ АЛГОРИТМДЕРІ МЕН ӘДІСТЕРІН ЗЕРТТЕУ..... 593
Искакова Н.М., Абдураимова Б.К., Тукенова Л.М.
ҮШ ДЕҢГЕЙЛІ «КЛИЕНТ-СЕРВЕР» АРХИТЕКТУРАСЫН ҚАЗІРГІ АҚПАРАТ ЖҮЙЕЛЕРІНДЕ ПАЙДАЛАНУ..... 600

Ташев А.А., Қазыхан Р.Қ.
ҮШ ӨЛШЕМДІ ІС БОЙЫНША СЫЗЫҚТЫҚ ИНТЕРПОЛЯЦИЯЛЫҚ ПОЛИНОМНЫҢ ҚҰРЫЛЫСЫ..... 605
Керімбай Е.Т., Өскенбаева Р.Қ., Бектемысова Г.У.
АЗАМАТТАРДЫ ТІРКЕУ ЖӘНЕ ІЗДЕУ МОДУЛІН ДАМЫТУ..... 609
Нұрланбек А.Д., Тойгожинова А.Ж., Калиев Ж.Ж., Дошпаев К.Ж., Наурызбаева А.И.
МЕТРОПОЛИТЕН ЖОЛЫНДАҒЫ ПОЕЗДАР ҚОЗҒАЛЫСЫН БАСҚАРУ АЛГОРИТМДЕРІ..... 614
Савченко А.С., Омирбекова Ж.Ж.
МАТЕРИАЛДЫ ПАЙДАЛАНУШЫНЫҢ БІЛІМІНЕ БЕЙІМДЕУ ҮШІН ЭКСПЕРТТІК МОДЕЛЬДІ ҚОЛДАНЫП, АДАПТИВТІ АЛГОРИТМ ҚҰРУ……. 619
Оразбаев Б.Б., Зинагабденова Д.Р., Оразбаева К.Н., Тулеуова Р.У., Ашим Ж.
ГАЗДЫ ЕСЕПТЕУ ЖӘНЕ БАЛАНСЫН АНЫҚТАУ МӘСЕЛЕЛЕРІ МЕН ОЛАРДЫ ШЕШУ ТӘСІЛДЕМЕЛЕРІ..... 627
Сагитова Г.К.
КЛАСТЕРЛІК ТАЛДАУ БАСҚАРУШЫЛЫҚ ШЕШІМДЕР ҚАБЫЛДАУҒА АРНАЛҒАН ТАЛДАМАЛЫҚ ҚҰРАЛ..... 636
Сейлова Н.А., Ибраев Р.Б., Адилов Ж.М., Горлов Л.В., Итемиров Р.С., Кияшко И.В., Оспанов Ж.Ж., Арапов М.К.
БЛОКТЫҚ ШИФРЛАУ АЛГОРИТМІНІҢ СЫЗЫҚТЫҚ ЕМЕС ТҮЙІНІНІҢ СИНТЕЗ ПРИНЦИПТЕРІ..... 644
Сейткулов Е.Н., Улюкова Г.Б., Арапов М.К.
АСИММЕТРИЯЛЫҚ КРИПТОЖҮЙЕЛЕРДЕГІ ЕСЕПТЕУ ТҮРЛЕНДІРУЛЕРІН АУТСОРСИНГ ТӘСІЛДЕРІ..... 649
Авкурова Ж.С., Абдураимова Б.К., Гнатюк С.А., Гизун А.И.
ВИРТУАЛДЫ ҚАБАҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР НЕГІЗІНДЕ ҚАЗІРГІ ШАБУЫЛДАРДЫ АНЫҚТАУ ЖҮЙЕЛЕРІНЕ ТАЛДАУ..... 654
Велямов Т.Т., Нұраханова А.А.
КОББ-ДУГЛАС ӨНДІРІСТІК ФУНКЦИЯСЫ ІШКІ БАСҚАРУ ПРОЦЕСІНІҢ ЭКОНОМИКАЛЫҚ-СТАТИСТИКАЛЫҚ ҮЛГІСІ РЕТІНДЕ..... 659
Сарыбаева Ж. М., Бейсенбаева К. А., Дьяченко Е.А., Калабаева А.Е.
КОЭФФИЦИЕНТТЕРІ АНАЛИТИКАЛЫҚ ЕМЕС ТӨРТІНШІ РЕТТІ ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ТЕҢДЕУ ҮШІН ТҮРЛЕНДІРУ ОПЕРАТОРЫ..... 666
Велямов Т.Т., Шілмағамбетова А.А.
КЕЗЕК ЖҮЙЕСІ РЕТІНДЕ КОММЕРЦИЯЛЫҚ БАНКТЕГІ ЕСЕП АЙЫРЫСУ-КАССАЛЫҚ ОПЕРАЦИЯЛАРДЫ ҰЙЫМДАСТЫРУ ПРОЦЕСІН МОДЕЛЬДЕУГЕ ЖӘНЕ БАСҚАРУҒА АРНАЛҒАН ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫ ЖҮЙЕ..... 672
Смайлов Н.К., Оразбеков Е.А., Абдыкадыров А.А., Көшкінбаев С.Ж., Кабдолдина А.О., Маликова Ф.У.
WDM ЖҮЙЕЛЕРІН ТАЛШЫҚТЫ – ОПТИКАЛЫҚ СЕНСОРЛАР НЕГІЗІНДЕ РҰҚСАТ ЖЕЛІЛЕРІН ҚҰРУ ТОЛҚЫН ҰЗЫНДЫҚТАРЫНА БАЙЛАНЫСТЫ ЕНГІЗУ..... 679
Шакенов Қ.Қ., Байтелиева А.А.
САТЫП АЛУШЫ ОПЦИОНЫ ҮШІН СТЕФАН ЕСЕБІН САНДЫҚ ШЕШУ..... 683
Ыдырышбаева М.Б., Ахметов Б.С., Лахно В.А.
БАЙЕС ЖЕЛІСІН ПАЙДАЛАНУ АРҚЫЛЫ КИБЕРҚАУІПТЕРДІ ТАЛДАУ БАРЫСЫНДА ШЕШІМ ҚАБЫЛДАУДЫ ҚОЛДАУ ЖҮЙЕСІН ӘЗІРЛЕУ..... 687
Шмыгалева Т.А., Сраждинова А.А.
ЭЛЕКТРОНДАРҒА АРНАЛҒАН КАСКАДТЫ-ЫҚТИМАЛ ФУНКЦИЯЛАРДЫ ЭНЕРГИЯ ШЫҒЫНЫН ЕСКЕРЕ ОТЫРЫП ЕСЕПТЕУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ..... 694

Химия-металлургия ғылымдары

Оника С. Г., Рысбеков К. Б., Абен Е. Х., Бахмагамбетова Г. Б.
ШАЙМАЛАУ ЖЫЛДАМДЫҒЫНЫҢ ӨНІМДІ ЕРІТІНДІНІҢ ТЕМПЕРАТУРАСЫНА ТӘУЕЛДІЛІГІ..... 700
Ақбердин А. А., Ким А. С., Сұлтанғазиев Р. Б., Әубәкіров Д. Р., Нарембекова А. К.
КҮЙ ДИАГРАММАЛАРЫНЫҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ СИПАТТАМАСЫ..... 705
Базарбек А.Б., Сагатов Н.Е., Инербаев Т.М., Акилбеков А.Т.
ЖОҒАРЫ ҚЫСЫМДА НИКЕЛЬ ФОСФИДТЕРІНІҢ ҚҰРЫЛЫМЫ МЕН ТҰРАҚТЫЛЫҒЫН ЗЕРТТЕУ..... 708
Жумагалиев Е.У., Келаманов Б.С., Самуратов Е.К., Акуов А.М., Бауржанов А.Ә.
ФЕРРОҚОРЫТПА ӨНДІРІСІНІҢ ҚАЛДЫҚТАРЫН КӘДЕГЕ ЖАРАТУ..... 713

Ботабаев Н.Е., Бектурсунова А.К., Еркебей Г.Е., Набиев Д.С.
МЕТАЛЛ НАНОБӨЛШЕКТЕРІНІҢ СИНТЕЗІНДЕ ПОЛИМЕРЛЕР МЕН ЖАСЫЛ ЖҮЙЕЛЕРДІҢ РӨЛІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ТЕКСТИЛЬ САЛАСЫНДА ҚОЛДАНУ..... 717
Голубев В.Г., Садырбаева А.С., Байботаева С.Е., Шуханова Ж.К., Шегенова Г.К., Кабылбек Н.
БҰРҒЫЛАУ ЖУУ СҰЙЫҚТЫҚТАРЫНА ҚОСПАЛАРДЫҢ ТОТТАНУҒА ҚАРСЫ ҚАСИЕТТЕРІН АНЫҚТАУ БОЙЫНША ЭКСПЕРИМЕНТТІК ЗЕРТТЕУЛЕР……..... 730
Нақан Ұлантай, Елигбаева Г.Ж., Нурсултанов М.Е., Бошимова Ж.Б.
ӘР ТҮРЛІ ОРТАДАҒЫ ГЭА МЕН АҚ НЕГІЗІНДЕГІ ГИДРОГЕЛЬДЕРДІҢ ІСІНУ КИНЕТИКАСЫ... 734
Айдарова С., Шарипова А., Исаева А., Султанбеккызы Д., Исахов М., Бабаев А.
НАТРИЙ КАЗЕИНАТЫ МЕН ХИТОЗАННЫҢ МАЙМЕН ШЕКАРАСЫНДА ФАЗАРАЛЫҚ КЕРІЛУІНІҢ ДИНАМИКАЛЫҚ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІН ЗЕРТТЕУ..... 739
Қанаев Ә.Т., Баймырзаев Қ.М., Қанаева З.Қ., Сартбаева Ж.Б.
ШОҚПАР КЕН ОРНЫНЫҢ АЛТЫНДЫ КЕНІН ACIDITIOBACILLUS FERROOXIDANS КУЛЬТУРАСЫМЕН БАКТЕРИЯЛДЫ-ХИМИЯЛЫҚ ШАЙМАЛАУ..... 744
Келаманов Б.С., Әбдірашит А.М., Сұлтанов М.Ғ., Орынбаев Б.М., Аманкелді Н.І.
Fe-V-Si ЖӘНЕ V-Si-Al ЖҮЙЕЛЕРІНДЕГІ ТЕРМОДИНАМИКАЛЫҚ ҮРДІСТЕРДІ МОДЕЛЬДЕУ ЖӘНЕ ТАЛДАУ..... 750
Келаманов Б.С., Сариев О.Р., Әбдірашит А.М., Алдияр М.К., Дөңесов Е.А.
FE-MO-SI-AL ТӨРТ КОМПОНЕНТТІ ЖҮЙЕСІНІҢ ТЕРМОДИНАМИКАЛЫҚ-ДИАГРАММАЛЫҚ ТАЛДАУЫ..... 755
Конуспаев С.Н., Каримова Д.Б.
ЖЕҢІЛ АЛКАНДАР ҚОСПАСЫН ОТЫРҒЫЗЫЛҒАН ПЛАТИНА МЕТАЛДАРЫНДА ТОТЫҚСЫЗДАНДЫРЫЛҒАН ОРТАДА ДЕГИДРЛЕУ..... 760
Қали Р.Е., Жолдубаева Ж.Д., Исин Д.К., Мажитова Л.А.
МЫС НЕГІЗІНДЕГІ КОМПОЗИТТІК МАТЕРИАЛДЫҢ МИКРОҚҰРЫЛЫМЫН ЗЕРТТЕУ..... 766
Бердіқұлова Ф.А., Сейтханов Б.А., Мазулевский Е.А., Сыдықов А.О., Ковзаленко Т.В.
ҚАЛАЙЫ, ҚОРҒАСЫН ЖӘНЕ СҮРМЕ ОКСИДТЕРІНІҢ НАТРИЙДІҢ ФОСФОРЛЫ ҚОСЫЛЫСТАРЫМЕН ӘРЕКЕТТЕСУ РЕАКЦИЯЛАРЫНЫҢ ТЕРМОГРАВИМЕТРИЯЛЫҚ ЗЕРТТЕУЛЕРІ..... 769
Хадиева А.С.,Сабырбаева Г.С.
ТҰТҚЫРЛЫҒЫ ЖОҒАРЫ МҰНАЙДЫҢ ЫҒЫСТЫРУ КӨЭФФИЦИЕНТІН АРТТЫРУ ҮШІН ПОЛИМЕРДІ ТАҢДАУ..... 775
Ыбраймжанова Л.К., Бектенов Н.А., Трошкина И.Д.
СИРЕК КЕЗДЕСЕТІН МЕТАЛ ИОНДАРЫН БӨЛІП АЛУҒА АРНАЛҒАН ПАНИ/УНТ НЕГІЗІНДЕГІ КОМПОЗИЦИЯЛЫҚ МАТЕРИАЛ АЛУ ЖӘНЕ ЗЕРТТЕУ……... 777
Нажипқызы М., Асылханова Д., Нұрғаин А.
ТАБИҒИ ДИАТОМИТ НЕГІЗІНДЕ СОРБЕНТТЕР АЛУ..... 782
Нажипқызы М., Тұрғанбай А., Курманбаева Г.Г., Сейтказинова А.Р., Исанбекова А.Т.
НАНОӨЛШЕМДІ ҚҰМНЫҢ АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫНДА ҚОЛДАНЫЛУЫ..... 787
Кененбай Ш.Ы., Узаков Я.М., Каймбаева Л.А., Джумаханова Ж.Б.
ТҮЙЕ ЕТІНІҢ АВТОЛИЗІН ЗЕРТТЕУ..... 793

Әскери ғылымдар

Курмансеитов К., Лулаев Т.
ЕКІНШІ БУЫНДАҒЫ ЗЫМЫРАНДАРДЫ МАҚСАТТЫ ЗЫМЫРАНДАРҒА ҚОЛДАНУ БОЙЫНША ЖАҢА ИДЕЯЛАР МЕН ШЕШІМДЕРДІ ЕНГІЗУ…….. 797
Молтобарова К.И.
ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ УӘКІЛЕТТІ ОРГАНДАРЫНЫҢ ШЕКАРАЛЫҚ ҚАУІПСІЗДІКТІ ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ БОЙЫНША ӨЗАРА ІС-ӘРЕКЕТ АЛГОРИТМІ..... 800

СОДЕРЖАНИЕ

Науки о Земле

Огай Е.К., Калыбек А.К., Садыков Р.М.
КОМПЛЕКСНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО, ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО И БАССЕЙНОВОГО МОДЕЛИРОВАНИЙ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ МЕТАНОБИЛЬНЫХ ЗОН НА ПРИМЕРЕ ЮЖНОЙ ЧАСТИ КАРАГАНДИНСКОГО УГОЛЬНОГО БАССЕЙНА…….. 3
Сайфутдинова Г.С., Бисенгалиева А.М., Дюсегалиева К. О.
ВЛИЯНИЕ РАДИОАКТИВНЫХ ВЫБРОСОВ ПОЛИГОНА «КАПУСТИН ЯР» НА ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ ОБСТАНОВКУ БЛИЗЛЕЖАЙЩИХ РАЙОНОВ…… 12
Искаков Б.А., Безноско Д., Садыков Т.Х., Салихов Н.М., Таутаев Е.М., Щепетов А.Л.
ГЕОАКУСТИЧЕСКАЯ ЭМИССИЯ ПРИ ПРОХОЖДЕНИЕ ЧЕРЕЗ ЗЕМНУЮ КОРУ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ МЮОНОВ КОСМИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ…… 16
Айкумбеков М.Н., Камзина А.Д., Кобдиков М.А., Абдреев Г.А., Аримбекова П.М.
ФОРМИРОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОГО МЕХАНИЗМА СНИЖЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ВОЗДУШНОГО БАССЕЙНА МЕГАПОЛИСОВ..... 23
Айнакулов Ж.Ж., Разакова М.Г., Кузьмин А.Г.
РАЗРАБОТКА МОДИФИЦИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БПЛА ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ..... 27
Альжигитова М.М., Заппаров М.Р.
ИНЖЕНЕРНО- ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АЛАКОЛЬСКОЙ ВПАДИНЫ……... 33
Санатбеков М.Е., Жолтаев Г.Ж.
ЛИТОЛОГО-СТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОТЛОЖЕНИЙ И ФАЦИАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ БАЛХАШСКОГО БАССЕЙНА……... 41
Мухамеджанова Г.С.
РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ «OPEN KAZAKHSTAN» НА ПЛАТФОРМЕ ANDROID..... 46
Мырзабекова М.М., Гусейнов Н.Р., Жумабаев И.И., Муратов М.М., Зайцев С.И.
ИЗУЧЕНИЕ НАНОРЕЛЬЕФОВ И ШТАМПОВ ДЛЯ ГОЛОГРАФИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ……... 53
Саликова Н.С., Сейдахметова Г.И., Жапарова С.Б., Баязитова З.Е., Капбасова Г.А.
ОЦЕНКА СООТВЕТСТВИЯ КАЧЕСТВА ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ ВОДОСНАБЖЕНИЯ САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ…… 59
Сансызбаева А.Б., Саипов А.А., Асипова Ж.М.
ГЕОГРАФИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ИНТЕГРАЦИИ ПАВЛОДАРСКОЙ ОБЛАСТИ С ПРИГРАНИЧНЫМИ РЕГИОНАМИ РОССИИ..... 63
Дуйсебаева К.Д., Турганалиев С.Р., Акашева А.С., Бисенгалиева Л.В., Қалық Д.
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ВОЗДЕЙСТВИЕ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ КАЗАХСТАНА…….. 70
Танабекова Г.Б., Оразбаев А.Е., Жигитбекова А.Д., Досжанов О.М., Мадияр Б.П.
ДИНАМИКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ СТОЧНЫХ ВОД ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ В ГОРОДЕ АЛМАТЫ..... 76

Технические науки

Бектибай Б.Ж., Куан А.У.
СХЕМА УПРАВЛЕНИЯ ОХРАНОЙ ТРУДА И ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ПРЕДПРИЯТИЯ В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ OHSAS 18001…… 82
Курбан Б., Умарова Ж., Койшибекова Г., Маханова З., Кемельбекова Ж.
ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ (IOT): ПРОБЛЕМЫ И БУДУЩИЕ НАПРАВЛЕНИЯ…….. 86
Билимжанулы М., Байматаева Ш.М.
ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ АНАЛИЗА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ НЕФТЯНОЙ ОТРАСЛИ……. 90
Игнашова Л.В., Жукова Т.А., Роговой А.В.
МЕТОДИКА ОЦЕНКИ РИСКОВ СИСТЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ..... 94
Роговой А.В., Жукова Т.А., Игнашова Л.В.
ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ УНИВЕРСИТЕТА…… 103

Рысбаева Г., Абилдаева Р., Абай Г., Мехитбаева С., Колесников А.
ОСОБЕННОСТИ МИКРОКЛОНАЛЬНОГО РАЗМНОЖЕНИЯ КОСТОЧКОВЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ IN VITRO…… 112
Баитова А. А., Жамбакина З.М.
ВЛИЯНИЕ ПОРОВОГО ДАВЛЕНИЯ В ВОДОНСЫЩЕННЫХ ГРУНТАХ НА ВЕЛИЧИНУ ОСАДОК СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ…….. 116
Бенсеитов Р., Умарова Ж., Ельбергенова Г., Маханова З., Кемельбекова Ж.
АНАЛИЗ ДОКУМЕНТАЦИИ WEB API…… 120
Балбаев Ғ.Қ., Алтынбекова Л.Б., Жетенбаев Н.Т.
НОВАЯ РЕГЕНЕРАТИВНАЯ СХЕМА ДЛЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ С ТОПОЛОГИЕЙ ОБРАТНОГО ХОДА В РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ…… 124
Балбаев Ғ.Қ., Шингисов Б.Т., Жетенбаев Н.Т.
АДАПТИВНЫЙ ФИЛЬТР ДЛЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ..... 132
Бостанбеков К.А., Алимова А.Н., Канатов М., Нурсеитов Д.Б.
РАСПОЗНАВАНИЕ РУКОПИСНЫХ НАЗВАНИЙ ГОРОДОВ С ПОМОЩЬЮ ГЛУБОКИХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ..... 139
Медведков Е.Б., Назымбекова А.Е., Тлевлесова Д.А., Кайрбаева А.Е., Шамбулов Е.Д.
УСТРОЙСТВО ПО ПЕРЕРАБОТКЕ АРБУЗОВ…… 146
Seitbekova Y., Assilbekov B., Beisembetov I., Kuljabekov A.
ПРОГНОЗ ВРЕМЕНИ ПРИБЫТИЯ АВТОБУСОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОННОЙ СЕТИ LSTM И АНАЛИЗ РАСПОЛОЖЕНИЯ …… 149
Тұрсынбай Ғ.Б., Нурмуханова А.З., Оспанова Ш.С.
ДОРОЖНЫЕ ЗНАКИ КАК ФАКТОР, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЙ НАДЕЖНОСТЬ И ДОСТОВЕРНОСТЬ ВОДИТЕЛЯ…… 155
Адамбаев М.Д., Вуйцик В., Сарыбаева Ж. М., Калабаева А.Е.
ОБОСНОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ АДЕКВАТНОЙ ОЦЕНКИ ДИНАМИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ ПО ВИДУ ЕГО *S*-ОБРАЗНОЙ РАЗГОННОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ…… 160
Акашева Ж.К., Асилбеков Б.К., Кудайкулов А.А.
ОБЗОР ИССЛЕДОВАНИЙ ТЕЧЕНИЯ ДВУХФАЗНОЙ ЖИДКОСТИ В МАСШТАБЕ ПОР…….. 165
Астапенко Н.В., Пономарев Г.В., Кашевкин А.А.
ВЛИЯНИЕ HARD И SOFT SKILLS НА УСПЕШНОСТЬ СПЕЦИАЛИСТА ИНЖЕНЕРИИ И ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ …… 168
Астапенко Н.В., Пономарев Г.В., Кашевкин А.А.
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ФАКТОРНОГО АНАЛИЗА И ФОРМИРОВАНИЯ ЦЕНОВОЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СТРАТЕГИИ ПРЕДПРИЯТИЯ……. 173
Балгынова А.М., Мерекекызы А., Сарбекова А.М., Нурмашев Н.Б.
ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК НАСОСНО-ЭЖЕКТОРНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ВОДОГАЗОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПЛАСТ..... 178
Балгынова А., Алматова Б., Нурбекова К.
ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ДИСТАНЦИОННОМ ОБРАЗОВАНИИ…… 185
Бекбасаров И.И., Шаншабаев Н.А.
О ВЛИЯНИИ РАЗМЕРОВ ПИРАМИДАЛЬНОЙ ЧАСТИ ПИРАМИДАЛЬНО-ПРИЗМАТИЧЕСКИХ СВАЙ НА ИХ ЭНЕРГОЕМКОСТЬ И НЕСУЩУЮ СПОСОБНОСТЬ…… 190
Бекешева Л.Р.
БИОМЕТРИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ ИССЛЕДОВАНИЯ РУКОПИСНОЙ ПОДПИСИ..... 200
Бисенгалиев М.Д., Баямирова Р.У., Тогашева А.Р., Кунаева Г.Е.
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПОВЫШЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ ПЛАСТА 204
Мусиралиева Ш.Ж., Болатбек М., Зият Б.
ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ КЛАССИФИКАЦИИ ЭКСТРЕМИСТСКИХ ТЕКСТОВ С ПОМОЩЬЮ АЛГОРИТМА СТЕММИНГА…….. 208
Болысбек Д.Ә., Кульджабеков А.Б., Кудайкулов А.А.
ОБЗОР МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ СТРУКТУРНО-ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, ПРОИСХОДЯЩИХ В ПОРИСТОЙ СРЕДЕ В МАСШТАБЕ ПОР 215
Болысбек Д.Ә., Кульджабеков А.Б., Асилбеков Б.К., Акашева Ж.К.
ОБЗОР ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ МЕТОДОВ ВИЗУАЛИЗАЦИИ СТРУКТУРЫ ПОРИСТЫХ СРЕД 222
Ералиева Б.Ш., Тунгатарова А.Т., Боранкулова Г.С.
ОПТОВОЛОКОННЫЕ ДАТЧИКИ ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И МАТЕРИАЛОВ…….. 229

Брянцев А.А.
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГОФРИРОВАННЫХ СТЕНОК С РАЗЛИЧНЫМ ОЧЕРТАНИЕМ ГОФР И ИХ ПАРАМЕТРОВ……. 234
Достияров А.М., Ожикенова Ж.Ф., Достиярова А.М.
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ГОРЕНИЯ В ДВУХЪЯРУСНОЙ ГОРЕЛКЕ КАМЕРЫ СГОРАНИЯ ГАЗОТУРБИННОЙ УСТАНОВКИ……. 236
Жекеева С.С., Долматова Л.В., Ушакова Е.В.
ПОСТРОЕНИЕ НЕЧЕТКОЙ МОДЕЛИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ КАЧЕСТВА ОБСЛУЖИВАНИЯ СОТОВОГО ОПЕРАТОРА…… 242
Рахимова Д.Р., Жунусова А.Ж.
РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ И МЕТОДОВ СТАТИСТИЧЕСКОГО МАШИННОГО ПЕРЕВОДА ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ПОСТРЕДАКТИРОВАНИЯ ТЮРКСКИХ ЯЗЫКОВ…… 248
Муханова А.А., Идрисова И.А., Исмаилова А.А., Маханов М.
МОДЕЛЬ РЕАГИРОВАНИЯ НА ИНЦИДЕНТЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ..... 254
Кабдырахым А.А.
СОЗДАНИЕ МЕТОДОВ ДИЗАЙНА ПРИЛОЖЕНИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ УДОБСТВА ПОЛЬЗОВАНИЯ …….. 258
Бектібай Б.Ж., Кадырханова Н.Н.
УПРАВЛЕНИЕ ТВЕРДЫМИ ОТХОДАМИ – ИСТОЧНИК ДОХОДА..... 260
Калимбетов Г.П., Тойгожинова А. Ж.
АНАЛИЗ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ СИЛУ ВЕТРА,И МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ИХ ЭФФЕКТИВНОСТИ…….. 265
Каспакбаев К.С., Устемирова Р.С., Карпов А.П., Куандыкова Д.Р., Нуралина А.К.
ВОПРОСЫ ПОВЫШЕНИЯ НОРМЫ МАССЫ ПОЕЗДА НА ЛИНИЯХ С ОГРАНИЧЕННОЙ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТЬЮ……... 271
Кекілбаева Г.Р., Жылыбаева Н.К., Танирбергенова С.К.
ВЛИЯНИЕ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОДУКТИВНОСТИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ …….. 275
Келаманов Б.С., Сариев О.Р., Бекболатова М.Б., Әбдірашит А.М., Бурумбаев А.Г.
МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В СИСТЕМАХ Fe-Si-C и W-Si-C 280
Керимбай Е., Ускенбаева Р., Бектемысова Г.
РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ РЕГИСТРАЦИИ И ПОИСКА ГРАЖДАН 284
Косяков И.О.
МЕТОДЫ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ТЕПЛООБМЕНА В ТРУБКАХ КОНДЕНСАТОРОВ ОХЛАДИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ……... 290
Кусаинов Ч.К.
АНАЛИЗ И ВЫБОР ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ НА ОСНОВЕ МУЛЬТИ-КРИТЕРИАЛЬНОГО МЕТОДА РАНЖИРОВАНИЯ ……... 295
Муталиева Б. Ж., Мадыбекова Г. М., Кудасова Д.Е.
СТАБИЛИЗАЦИЯ ЭМУЛЬСИЙ НАГРУЖЕННЫХ 1-МЕТИЛ-3-МЕТИЛАМИНОМАЛЕИНИМИДОМ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В МИКРОКАПСУЛИРОВАНИИ……. 301
Мадыбекова Г. М., Муталиева Б. Ж., Исаева А. Б.
ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ РЕЦЕПТУРЫ СТАБИЛЬНЫХ ЭМУЛЬСИЙ ДЛЯ МИКРОКАПСУЛИРОВАНИЯ ГИДРОФИЛЬНЫХ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ…….. 306
Машеков С.А., Ашкеев Ж.А., Абишкенов М.Ж., Рысбек М.Б.
РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ МАТРИЦЫ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ВЫСОКОПРОЧНЫХ ШАРОВЫХ ЗАГОТОВОК……... 310
Машеков С.А., Тусупкалиева Э.А., Акпарова С.А.
МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛЕБАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПРОДОЛЬНО-КЛИНОВЫХ СТАНОВ НОВОЙ КОНСТРУКЦИИ…….. 318
Молдабеков М. М., Сухенко А. С., Шаповалова Д. Л., Елубаев С. А.
ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ИСПЫТАТЕЛЬНОГО СТЕНДА СИСТЕМЫ ОРИЕНТАЦИИ СПУТНИКОВ И БПЛА С УЧЕТОМ ТРЕНИЯ В ПОДШИПНИКАХ…… 325
Арсланов М.З., Зейнуллин А.А., Мустафин С.А., Шаяхметова А.С.
НЕКОТОРЫЕ МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ПЛОЩАДИ ПОВЕРХНОСТИ ОБЪЕКТА……. 332
Мухамеджанова А.Д., Тихвинский В.О., Туманбаева К.Х.
АНАЛИЗ ТРАФИКА В СЕТИ LoRaWAN…….. 336

Мухаметжанова Б.О., Сулеймен А.Е.
ОБЗОР ОСНОВНЫХ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНТУРОВ ОБЪЕКТОВ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ 340
Нургали Н.З., Келаманов Б.С., Сариев О.Р., Алмагамбетов М.С., Халитов Т.В.
ТЕРМОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КАЗАХСТАНСКИХ ИЛЬМЕНИТОВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ …… 345
Нургужин М.Р.
ОСНОВЫ РАСЧЕТА ЖИВУЧЕСТИ СВАРНЫХ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ…….... 350
Пирманов И., Кошеков К.
ИССЛЕДОВАНИЕ И ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ПЕРЕДАЮЩИХ ВИБРАЦИИ ФУНКЦИЙ В ДИАГНОСТИКЕ ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ……. 357
Рахимова Д.Р., Жунусова А.Ж.
ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОСТРЕДАКТИРОВАНИя МАШИННОГО ПЕРЕВОДА..... 365
Сайманова З.Б., Сухинин С.В., Жумадиллаева А.К.
ПЕРЕДАЧА И ОТОБРАЖЕНИЕ ВОЛН НА ГРАНИЦЕ ФОНОВЫХ КРИСТАЛЛОВ..... 373
Сейтбекова Е.С., Бейсембетов И.К., Сыздыкбаев М., Асилбеков Б.К.
ШАБЛОНЫ МОБИЛЬНОСТИ ЛЮДЕЙ СО ВРЕМЕНЕМ ПРЕБЫВАНИЯ НА АВТОБУС..... 377
СейтказиевА.С., Шилибек К.К.,Сейтказиева К.А.
ПУТИ ВОДООБЕСПЕЧЕННОСТИ ПОЧВЫ…… 382
Секербаев К.С., Муссабек Г.К., Шабдан Е., Таурбаев Е.Т.
КОНТРОЛЬ ФОТОЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ ОРГАНОМЕТАЛЛИЧЕСКИХ НАНОКРИСТАЛЛОВ ПЕРОВСКИТА С ПОМОЩЬЮ ЛИГАНДОВ…… 385
Мурзахметова У.А., Несипбаев Д.Н., Изембаева А.К., Алшынова А.М.
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СОСТОЯНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ И ДОРОЖНОЙ РАЗМЕТКИ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ……... 391
Сейтказенова К.К., Асылбек М.М., Мурзахметова У.А., Алшынова А.М.
ДОЛГОВЕЧНОСТЬ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ПОВТОРНОМ ДИНАМИЧЕСКОМ НАГРУЖЕНИИ……. 396
Байтенова Л.М.
ПРОЕКТИРОВАНИЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ КОМПАНИИ..... 401
Есиркепова А.Б., Шеров К.Т., Габдысалык Р, Окимбаева А.Е., Саулетов С.Р.
СОЕДИНЕНИЯ НЕМЕРНЫХ ОТРЕЗКОВ АРМАТУРЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КАРКАСОВ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ СПОСОБОМ КОНТАКТНОЙ СТЫКОВОЙ СВАРКИ ……. 409
Смайлов Н.К., Оразбеков Е.А., Уалиев Ж.Р., Көшкінбаев С.Ж., Абдыкадыров А.А., Маликова Ф.У.
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ WDM НА ЛИНИЯХ ПЕРЕДАЧИ СЕНСОРА ДЛЯ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ И ТЕМПЕРАТУРЫ..... 414
Калымбетов Г., Кедельбаев Б., Лаханова К., Рахмонбердиев Г., Изтлеуов Г.
СОЗДАНИЕ ИННОВАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ НА ОСНОВЕ ПШЕНИЧНОЙ СОЛОМЫ И ВНЕДРЕНИЕ ЕЁ В ПРОИЗВОДСТВЕ……. 420
Акмалайұлы К., Оримбасар С.
САМОУПЛОТНЯЮЩИЙ БЕТОН НАНОКРЕМНЕЗЕМОМ …….. 425
Савельева Е., Карякин В., Дадаева И.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОЛОГИИ ЗАХМАНА ПРИ РАЗРАБОТКЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ……... 427
Жамангарин Д.С., Смайлов Н.К., Көшкінбаев С.Ж., Көшкінбаева М.Ж.
МОДЕЛЬ И АЛГОРИТМ SMART CITY, ОСНОВАННЫЕ НА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ, СВЕТОФОРНЫХ СИСТЕМАХ..... 432
Хамза Е. Е., Жугинисов М. Т.
ЛЕГКИЕ ЗАПОЛНИТЕЛИ ДЛЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ ЛЕГКИХ БЕТОНОВ…….. 438
Баймухамедов М.Ф., Боранбаев С.Н., Еслямов С.Г.
НАУЧНО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОГРАММНЫХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ОБУЧАЮЩИХ РОБОТОВ В ОБРАЗОВАНИИ…… 443
Удербаев А.Ж., Жаксыликова К.Б., Жонкешов Б.С.
ОПИСАНИЕ НОВЫХ ТЕРМИНОВ В ДВУЯЗЫЧНЫХ СЛОВАРЯХ ГЕОЛОГИИ, ГЕОДЕЗИИ, ГЕОГРАФИИ..... 450
Уразалинов В.О., Муханова А.А., Маханов М., Сатаев Б.О.
МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ РИСКА ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИОННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ..... 457
Утегенова М.А., Муртазин Е.Ж., Екмекчи М.
АНАЛИЗ ПЕТРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГОРНЫХ ПОРОД ПО ДАННЫМ ИЗМЕРЕНИЙ КЕРНОВОГО МАТЕРИАЛА СКВАЖИН…….. 461

Хабай А, Нұрахан А.Н, Оразалы Е.Е, Садков С.К
АНАЛИЗ РАБОТЫ ДАТЧИКА ДАВЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ ОПТОВОЛОКОННОЙ БРЭГГОВСКОЙ РЕШЕТКИ..... 469
Ханиева А.Қ., Ахтанов С.Н.
ОЦЕНКА КАНАЛА НА ОСНОВЕ ФИЛЬТРАЦИИ КАЛМАНА В СИСТЕМАХ MIMO-OFDM..... 476
Хусанов А.Е., Атаманюк В.М., Калдыбаева Б.М., Джанабаев Д.Ж., Жумадуллаев Д.
ВНУТРИДИФФУЗИОННЫЙ МАССОПЕРЕНОС ПРИ ФИЛЬТРАЦИОННОЙ СУШКЕ ХЛОПКА-СЫРЦА……... 482
Шеров К.Т., Мухамедьяров Д.З., Мусаев М.М., Габдысалык Р., Копжасарова А.К.
ВЫСОКОСКОРОСТНОЕ ФРЕЗЕРОВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ СПЕЦИАЛЬНОГО КОНДУКТОРА ДЛЯ СБОРКИ КОВША……. 488
Шоланов К.С., Серікбай А.Т., Тулегулов А.Д., Тлеубаева А.О., Максутова К.М.
АВИАТРЕНАЖЕР НА БАЗЕ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО МАНИПУЛЯТОРА SHOLKOR…….. 495
Шугаева Т.Ж., Спивак-Лавров И.Ф., Шарипов С.У.
К РАСЧЕТУ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИХ ПОТЕНЦИАЛОВ ОСЕСИММЕТРИЧНЫХ И ТРАНСАКСИАЛЬНЫХ ЛИНЗ……... 499
Увалиева И.М., Мутэл Ж.А., Байдилдина А.Т.
ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ KPI МОНИТОРИНГА ПУБЛИКАЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ УЧЕНЫХ…… 507
Абдулкаримова К.Е., Әбенов Ж. Қ., Аубакиров С.С.
РАЗРАБОТКА АРХИТЕКТУРЫ AML СИСТЕМЫ…….. 515
Унаспеков Б.А., Иргибаев Т.И., Красюк А.М., Лугин И.В., Лех Дзенис, Куспангалиев М.
ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ ТОННЕЛЬНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ БЕЗ УСТРОЙСТВА ПЕРЕГОННЫХ ВЕНТКАМЕР……. 520
Унаспеков Б.А., Иргибаев Т.И., Красюк А.М., Лугин И.В., Лех Дзенис, Куспангалиев М.
АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПОРШНЕВОГО ДЕЙСТВИЯ ПОЕЗДОВ НА ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛЕНИЕ В ТОННЕЛИ МЕТРОПОЛИТЕНА..... 525
Пыркова А. Ю., Ерен Н. Е.
РАЗРАБОТКА ПОЛИТИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ДЛЯ СЕТЕВОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ГЛОБАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ МЕЖСЕТЕВОГО ОБМЕНА ИНФОРМАЦИЕЙ..... 534
Шмыгалева Т.А., Жеңісханов Д.С.
РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА РАСЧЕТА СПЕКТРОВ ПЕРВИЧНО-ВЫБИТЫХ АТОМОВ ПРИ ПРОТОННОМ ОБЛУЧЕНИИ..... 541

Физико-математические науки

Ташев А.А., Касымова Д.Т., Ахмедиярова А.Т.
СРАВНЕНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ И ПРИМЕНЕНИЯ КРИТЕРИЯ ГРАББСА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ И УСТРАНЕНИЯ ПРОТИВОРЕЧИЯ..... 547
Кошкинбаева М.Ж., Сайдирасулов С.С., Кошкинбаев С.Ж. Дуйсенов Н.Ж.
ДИСТАНЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПЛАТЫ ARDUINO С ПОМОЩЬЮ BLUETOOTH МОДУЛЯ... 554
Тукенова Л.М.
ДВУХСЛОЙНЫЙ ИТЕРАЦИОННЫЙ МЕТОД ДЛЯ ЗАДАЧ С БИГАРМОНИЧЕСКИМ ОПЕРАТОРОМ……. 560
Лахно В.А., Сауанова К.Т., Адилжанова С.А., Семятова А.Н.
ПРИМЕНЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА В ЗАДАЧАХ ДИНАМИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ РЕСУРСАМИ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ……... 565
Аканбай Е.Н., Сулейменова З.И., Тапеева С.К.
АСИМПТОТИЧЕСКАЯ НОРМАЛЬНОСТЬ РЕШЕНИЯ ПАРАБОЛИЧЕСКОГО УРАВНЕНИЯ СО СЛУЧАЙНЫМИ БЫСТРО ОСЦИЛЛИРУЮЩИМИ КОЭФФИЦИЕНТАМИ..... 572
Березовская И.Э., Рыспаева М.Ж., Воробьёва О.Д., Томочаков М.М.
ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОСА В КАМЕРАХ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ МЕТОДОМ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ……. 581
Ерекеш Б.А., Жакып А.Т., Куракбай У.С.
РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ ПРИЕМА И ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ ДАТЧИКОВ…… 585
Есенгалиева Ж.С., Кабатова А.Ж.
ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ И АЛГОРИТМОВ РАСПОЗНАВАНИЯ ГОЛОСОВОЙ РЕЧИ…….. 593
Искакова Н.М., Абдураимова Б.К., Тукенова Л.М.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТРЕХУРОВНЕВОЙ АРХИТЕКТУРЫ «КЛИЕНТ-СЕРВЕР» В СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ..... 600

Ташев А.А., Казыхан Р.К.
ПОСТРОЕНИЕ ЛИНЕЙНОГО ИНТЕРПОЛЯЦИОННОГО ПОЛИНОМА ДЛЯ ТРЕХМЕРНОГО СЛУЧАЯ……. 605
Керимбай Е.Т., Ускенбаева Р.К., Бектемысова Г.У.
РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ РЕГИСТРАЦИИ И ПОИСКА ГРАЖДАН..... 609
Нұрланбек А.Д., Тойгожинова А.Ж., Калиев Ж.Ж., Доштаев К.Ж., Наурызбаева А.И.
АЛГОРИТМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ПОЕЗДОВ НА ЛИНИИ МЕТРОПОЛИТЕНА…….. 614
Савченко А.С., Омирбекова Ж.Ж.
РАЗРАБОТКА АДАПТИВНОГО АЛГОРИТМА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭКСПЕРТНОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ АДАПТАЦИИ МАТЕРИАЛА К ЗНАНИЯМ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ…….. 619
Оразбаев Б.Б., Темір А., Оразбаева К.Н., Курмангазиева Л.Т., Тулеуова Р.У.
ИССЛЕДОВАНИЕ И ПОСТРОЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПРОЦЕССА ТЕРМОХИМИЧЕСКОГО ОБЕЗВОЖИВАНИЯ НЕФТЯНЫХ ЭМУЛЬСИЙ……. 627
Сагитова Г.К.
КЛАСТЕРНЫЙ АНАЛИЗ КАК АНАЛИТИЧЕСКИЙ ИНСТРУМЕНТАРИЙ ДЛЯ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ…….. 636
Сейлова Н.А., Ибраев Р.Б., Адилов Ж.М., Горлов Л.В., Итемиров Р.С., Кияшко И.В., Оспанов Ж.Ж., Арапов М.К.
ПРИНЦИПЫ СИНТЕЗА НЕЛИНЕЙНОГО УЗЛА АЛГОРИТМА БЛОЧНОГО ШИФРОВАНИЯ..... 644
Сейткулов Е.Н., Улюкова Г.Б., Арапов М.К.
МЕТОДЫ АУТСОРСИНГА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ В АСИММЕТРИЧНЫХ КРИПТОСИСТЕМАХ……... 649
Авкурова Ж.С., Абдураимова Б.К., Гнатюк С.А., Гизун А.И.
АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ ВЫЯВЛЕНИЯ АТАК НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИЙ ВИРТУАЛЬНЫХ ПРИМАНОК……..…….. 654
Велямов Т.Т., Нұраханова А.А.
ФУНКЦИЯ КОББА – ДУГЛАССА КАК ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПОТЕНЦИАЛА БИЗНЕС ПРОЦЕССА…… 659
Сарыбаева Ж. М., Бейсенбаева К. А., Дьяченко Е.А., Калабаева А.Е.
ОПЕРАТОРЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ЧЕТВЕРТОГО ПОРЯДКА С НЕАНАЛИТИЧЕСКИМИ КОЭФФИЦИЕНТАМИ..... 666
Велямов Т.Т., Шілмагамбетова А.А.
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССА ОРГАНИЗАЦИИ РАСЧЕТНО-КАССОВЫХ ОПЕРАЦИЙ В КОММЕРЧЕСКОМ БАНКЕ КАК СИСТЕМУ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ..... 672
Смайлов Н.К., Оразбеков Е.А., Абдыкадыров А.А., Көшкінбаев С.Ж., Кабдолдина А.О., Маликова Ф.У.
ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМ WDM НА ОСНОВЕ ВОЛОКОННО – ОПТИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДЛИНЫ ВОЛНЫ..... 679
Шакенов К.К., Байтелиева А.А.
ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ СТЕФАНА ДЛЯ ОПЦИОНА ПОКУПАТЕЛЯ…… 683
Ыдырышбаева М.Б., Ахметов Б.С., Лахно В.А.
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ХОДЕ АНАЛИЗА КИБЕРУГРОЗ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БАЙЕСОВСКОГО СЕТЕЙ…….. 687
Шмыгалева Т.А., Сраждинова А.А.
ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА КАСКАДНО-ВЕРОЯТНОСТНЫХ ФУНКЦИЙ С УЧЕТОМ ПОТЕРЬ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ЭЛЕКТРОНОВ…….. 694

Химико-металлургические науки

Оника С. Г., Рысбеков К.Б., Абен Е.Х., Бахмагамбетова Г.Б.
ЗАВИСИМОСТЬ СКОРОСТИ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРОДУКТИВНОГО РАСТВОРА …….. 700
Акбердин А.А., Ким А.С., Султангазиев Р.Б., Аубакиров Д.Р., Нарембекова А.К.
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ДИАГРАММ СОСТОЯНИЯ……. 705
Базарбек А.Б., Сагатов Н.Е., Инербаев Т.М., Акилбеков А.Т.
ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СТАБИЛЬНОСТИ ФОСФИДОВ НИКЕЛЯ ПРИ ВЫСОКИХ ДАВЛЕНИЯХ……... 708
Жумагалиев Е.У., Келаманов Б.С., Самуратов Е.К., Акуов А.М., Бауржанов А.А.
УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ ФЕРРОСПЛАВНОГО ПРОИЗВОДСТВА…….. 713

Ботабаев Н.Е., Бектурсунова А.К., Еркебей Г.Е., Набиев Д.С.
РОЛЬ ПОЛИМЕРОВ И ЗЕЛЕННЫХ СИСТЕМ ПРИ СИНТЕЗЕ НАНОЧАСТИЦ МЕТАЛЛОВ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ТЕКСТИЛЬНОЙ ОТРАСЛИ..... 717
Голубев В.Г., Садырбаева А.С., Байботаева С.Е., Шуханова Ж.К., Шегенова Г.К., Кабылбек Н.
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ АНТИКОРРОЗИОННЫХ СВОЙСТВ ДОБАВОК К БУРОВЫМ ПРОМЫВОЧНЫМ ЖИДКОСТЯМ…….... 730
Нақан Ұлантай, Елигбаева Г.Ж., Нурсултанов М.Е., Бошимова Ж.Б.
ӘР ТҮРЛІ ОРТАДАҒЫ ГЭА МЕН АҚ НЕГІЗІНДЕГІ ГИДРОГЕЛЬДЕРДІҢ ІСІНУ КИНЕТИКАСЫ... 734
Айдарова С., Шарипова А., Исаева А., Султанбеккызы Д., Исахов М., Бабаев А.
ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ МЕЖФАЗНОГО НАТЯЖЕНИЯ КАЗЕИНАТА НАТРИЯ И ХИТОЗАНА НА ГРАНИЦЕ С МАСЛОМ…… 739
Канаев А.Т., Баймырзаев К.М., Канаева З.К., Сартбаева Ж.Б.
БАКТЕРИАЛЬНО-ХИМИЧЕСКОЕ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЕ ЗОЛОТОНОСНОЙ РУДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ШОКПАР КУЛЬТУРОЙ ACIDITIOBACILLUS FERROOXIDANS..... 744
Келаманов Б.С., Әбдірашит А.М., Сұлтанов М.Ғ.,Орынбае, Б.М. в, Аманкелді Н.І.
МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В СИСТЕМАХ Fe-V-Si и V-Si-Al…….. 750
Келаманов Б.С., Сариев О.Р., Әбдірашит А.М., Алдияр М.К., Дөңесов Е.А.
ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИ-ДИАГРАММНЫЙ АНАЛИЗ ЧЕТЫРЕХКОМПОНЕНТНОЙ СИСТЕМЫ Fe-Mo-Si-Al…….. 755
Конуспаев С.Р., Каримова Д.Б.
ДЕГИДРИРОВАНИЕ СМЕСИ ЛЕГКИХ АЛКАНОВ НА НАНЕСЕННЫХ ПЛАТИНОВЫХ МЕТАЛЛАХ В ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ…….. 760
Қали Р.Е., Жолдубаева Ж.Д., Исин Д.К., Мажитова Л.А.
ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ МЕДИ…….. 766
Бердикулова Ф.А., Сейтханов Б.А., Мазулевский Е.А., Сыдыков А.О., Ковзаленко Т.В.
ТЕРМОГРАВИМЕТРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РЕАКЦИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОКСИДОВ ОЛОВА, СВИНЦА И СУРЬМЫ С ФОСФОРНЫМИ СОЕДИНЕНИЯМИ НАТРИЯ……... 769
Хадиева А.С., Сабырбаева Г.С.
ПОДБОР ПОЛИМЕРОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ВЫТЕСНЕНИЯ ВЫСОКОВЯЗКИХ НЕФТЕЙ……... 775
Ыбраймжанова Л.К., Бектенов Н.А., Трошкина И.Д.
ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ПАНИ/УНТ ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ИОНОВ РЕДКИХ МЕТАЛЛОВ…… 777
Нажипкызы М., Асылханова Д., Нургаин А.
ПОЛУЧЕНИЕ СОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ ДИАТОМИТА..... 782
Нажипкызы М., Турганбай А., Курманбаева Г.Г., Сейтказинова А.Р., Исанбекова А.Т.
ПРИМЕНЕНИЕ НАНОРАЗМЕРНОГО ПЕСКА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ……. 787
Кененбай Ш.Ы., Узаков Я.М., Каймбаева Л.А., Джумаханова Ж.Б.
ИССЛЕДОВАНИЕ АВТОЛИЗА ВЕРБЛЮЖАТИНЫ..... 793

Военное дело

Курмансеитов К., Лулаев Т.
ВНЕДРЕНИЕ НОВЫХ ИДЕЙ И РЕШЕНИЙ ПО ПРИМЕНЕНИЮ РАКЕТ ВТОРОГО ПОКОЛЕНИЯ В РАКЕТЫ-МИШЕНИ……. 797
Молтобарова К.И.
АЛГОРИТМ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ УПОЛНОМОЧЕННЫХ ОРГАНОВ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН РК ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ПОГРАНИЧНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ……. 800

CONTENTS

Earth sciences

Ogay E.K., Kalybek A.K., Sadykov R.M.
COMBINED APPLICATION OF GEOLOGICAL, HYDRODYNAMIC AND BASIN MODELING FOR CBM RICH ZONES IDENTIFICATION IN SOUTHERN PART OF KARAGANDA COAL BASIN…….. 3
Saifutdinova S.G., Bissengaliyeva A.M., Dyussegalieva K.O.
THE IMPACT OF RADIOACTIVE EMISSIONS FROM THE KAPUSTIN YAR LANDFILL ON THE ENVIRONMENTAL SITUATION IN NEARBY AREAS……... 12
Iskakov B.A., Beznosko D., Sadykov T.Kh., Salikhov N.M., Tautayev Y.M., Shepetov A.L.
GEOACOUSTIC EMISSION DURING THE PASSAGE THROUGH THE EARTH'S CRUST OF HIGH-ENERGY COSMIC RAY MUONS……... 16
Aikumbekov M., Kamzina A., Kobdikov M., Abdreev G., Arimbekova P.
FORMATION OF AN ECONOMIC MECHANISM FOR REDUCING AIR POLLUTION IN MEGACITIES……. 23
Ainakulov Zh.Zh., Razakova M.G., Kuzmin A.G.
DEVELOPMENT OF A MODIFIED UAV CONTROL SYSTEM FOR OPERATIONAL MONITORING OF THE STATE OF NATURAL AND TECHNOGENIC TERRITORIAL COMPLEXES…… 27
Alzhigitova M.M., Zapparov M.R.
ENGINEERING AND HYDROGEOLOGICAL FEATURES OF THE ALAKOL DEPRESSION……. 33
Sanatbekov M.E., Zholtaev G.Zh.
THE LITHO-STRATIGRAPHIC CHARACTERIZATION AND STRUCTURE OF THE LITHOFACIAL DEPOSITS OF THE BALKHASH BASIN…… 41
Mukhamedzhanova G.S.
DEVELOPMENT OF THE MOBILE APPLICATION «OPEN KAZAKHSTAN» ON THE ANDROID PLATFORM..... 46
Myrzabekova M., Guseinov N., Zhumabayev I., Muratov M., Zaitsev S.
RESEARCH OF NANORELIEFS AND STAMPS FOR HOLOGRAPHIC PROTECTION……... 53
Salikova N., Seidakhmetova G., Zhaparova S., Bayazitova Z., Kapbassova G.
ASSESSMENT OF THE QUALITY CONFORMITY OF DECENTRALIZED WATER SUPPLY SOURCES TO SANITARY AND HYGIENIC REQUIREMENTS FOR DRINKING PURPOSE……. 59
Sansyzbayeva A.B., Saipov A.A., Assipova Zh.M.
GEOGRAPHY OF ECONOMIC INTEGRATION OF PAVLODAR REGION WITH THE BORDER REGIONS OF RUSSIA…… 63
Duisebayeva K.D., Turganaliev S. R., Akasheva A.S., Bissengaliyeva L.V., Haluk D.
CURRENT STATE AND IMPACT OF THE OIL AND GAS INDUSTRY ON THE ENVIRONMENT OF KAZAKHSTAN…… 70
Tanabekova G.B., Orazbayev A.E., Zhigitbekova A.D., Doszhanov O.M., Madiyar B.P.
DYNAMICS OF HEAVY METAL POLLUTION OF WASTEWATER IN ALMATY..... 76

Technical Sciences

Bektibay B. ZH., Kuan A.U.
MODEL OF OCCUPATIONAL HEALTH AND INDUSTRIAL SAFETY MANAGEMENT IN ACCORDANCE WITH THE REQUIREMENTS OF OHSAS 18001..... 82
Kurban B., Umarova Zh., Koishibekova G., Makhanova Z., Kemelbekova Zh.
INTERNET OF THINGS (IOT): CHALLENGES AND FUTURE DIRECTIONS…….. 86
Bilimzhanuly M., Baimataeva Sh.
RESEARCH OF METHODS FOR ANALYSIS AND FORECASTING OF OPERATING ENTERPRISES IN THE OIL INDUSTRY……... 90
Ignashova L.V., Zhukova T.A., Rogovoy A.V.
INFORMATION SECURITY RISK ASSESSMENT METHODOLOGY……... 94
Rogovoy A.V., Zhukova T.A., Ignashova L.V.
DESIGN AND DEVELOPMENT OF A MOBILE APPLICATION FOR AUTOMATION OF UNIVERSITY PROCESSES…….. 103
Rysbayeva G., Abildayeva R., Abay G., Mehitbayeva S., Kolesnikov A.
IN VITRO CLONAL MICROPROPAGATION OF STONE-FRUIT CULTURES……. 112

Baitova A., Zhambakina Z.
INFLUENCE OF PORE PRESSURE IN WATER-SATURATED SOILS ON THE AMOUNT OF SETTLEMENT OF PILE FOUNDATIONS…….. 116
Benseitov R., Umarova Zh., Yelbergenova G., Makhanova Z., Kemelbekova Zh.
ANALYSIS OF WEB API DOCUMENTATION……. 120
Balbayev G.K., Altynbekova L. B., Zhetenbaev N.T.
NEW REGENERATIVE CIRCUIT FOR INVERTERS WITH REVERSE-FLOW TOPOLOGY IN ROBOTIC SYSTEMS…… 124
Balbayev G.K., Shingissov B. T., Zhetenbaev N.T.
ADAPTIVE FILTER FOR ROBOTIC SYSTEMS..... 132
Bostanbekov K., Alimova A., Kanatov M., Nurseitov D.
RECOGNITION OF HANDWRITTEN NAMES OF CITIES USING DEEP NEURAL NETWORKS…….. 139
Medvedkov E.B., Nazymbekova A.E., Tlevlesova D.A., Kairbayeva A.E., Shambulov E.D.
WATERMOON PROCESSING DEVICE…….. 146
Seitbekova Y., Assilbekov B., Beisembetov I., Kuljabekov A.
THE BUS ARRIVAL TIME PREDICTION USING LSTM NEURAL NETWORK AND LOCATION ANALYSIS…… 149
Tursynbay G., Nurmukhanova A., Ospanova Sh.
ROAD SIGNS AS A FACTOR THAT DETERMINES THE RELIABILITY OF THE DRIVER……... 155
Adambayev M., Wójcik W., Sarybayeva Zh., Kalabayeva A.
SUBSTANTIATION OF THE POSSIBILITY OF AN ADEQUATE ASSESSMENT OF THE DYNAMIC STRUCTURE OF AN INDUSTRIAL CONTROL OBJECT BY THE TYPE OF ITS S-SHAPED ACCELERATION CHARACTERISTIC…….. 160
Akasheva Zh.K., Assilbekov B.K., Kudaikulov A.A.
REVIEW OF STUDIES ON THE TWO-PHASE FLUID FLOW AT THE PORE-SCALE……. 165
Astapenko N., Ponomarev G., Kashevkin A.
INFLUENCE OF HARD AND SOFT SKILLS ON SUCCESS OF SPECIALIST OF ENGINEERING AND DIGITAL TECHNOLOGIES…… 168
Astapenko N., Ponomarev G., Kashevkin A.
AUTOMATION OF PROCESS OF ANALYSIS AND FORMATION OF COMPANY'S PRICE AND PRODUCTION STRATEGY…… 173
Balgynova A. M., Merekekyzy A., Sarbekova A. M., Nurmashev N. B.
STUDY OF CHARACTERISTICS OF PUMPING AND EJECTOR SYSTEMS FOR WATER-GAS IMPACT ON THE RESERVOIR……... 178
Balgynova A., Almatova B., Nurbekova K.
INNOVATIVE APPROACH WITH THE USE OF MODERN TECHNOLOGY IN DISTANCE EDUCATION……. 185
Bekbasarov I.I., Shanshabayev N.A.
ON THE INFLUENCE OF THE SIZE OF PYRAMIDAL PART OF THE PYRAMIDAL-PRIZMATIC PILES ON THEIR ENERGY CONSAMPTION AND BEARING CAPACITY…….. 190
Bekesheva L.
BIOMETRIC METHODS FOR RESEARCHING A HANDWRITTEN SIGNATURE……... 200
Bisengaliev M., Bayamirova R., Togasheva A.R., Kunaeva G.
EFFICIENCY OF THE APPLIED TECHNOLOGIES INCREASED OIL RECOVERY……. 204
Mussiraliyeva Sh., Bolatbek M., Ziyat B.
INCREASING THE ACCURACY OF CLASSIFICATION OF EXTREMIST TEXTS THROUGH STEMMING ALGORITHM..... 208
Bolysbek D., Kuldzhabekov A.B., Kudaikulov A.A.
REVIEW OF METHODS FOR PROCESSING STRUCTURAL AND DYNAMIC PROCESSES OCCURRING IN A POROUS MEDIUM ON A PORE SCALE..... 215
Bolysbek D., Kuldzhabekov A.B., Assilbekov B.K., Akasheva Zh.K.
REVIEW OF EXPERIMENTAL METHODS OF VISUALIZATION OF THE STRUCTURE OF POROUS MEDIA..... 222
Yeraliyeva B., Tungatarova A., Borankulova G.
FIBRE OPTIC SENSORS FOR INTELLIGENT STRUCTURES AND MATERIALS ……. 229
Bryantsev A.A.
THEORETICAL STUDIES TO DETERMINE THE ECONOMIC EFFICIENCY OF CORRUGATED WALLS WITH DIFFERENT OUTLINES OF CORRUGATION AND THEIR PARAMETERS…….. 234
Dostiyarov A.M., Ozhikenova Zh.F., Dostiyarova A.M.
EXPERIMENTAL STUDY OF COMBUSTION PROCESSES IN A TWO-TIER BURNER OF A COMBUSTION CHAMBER OF A GAS TURBINE PLANT……..... 236

Zhekeeva S. S., Dolmatova L.V., Ushakova E.V.
BUILDING A FUZZY MODEL FOR EVALUATING THE EFFECTIVENESS OF A MOBILE OPERATOR'S QUALITY OF SERVICE..... 242
Rakhimova D.R., Zhunussova A.Z.
DEVELOPMENT OF STATISTICAL MACHINE TRANSLATION MODELS AND METHODS FOR IMPROVING POST-EDITING OF TURKIC LANGUAGES…….. 248
Mukhanova A.A., Idrissova I.A., Ismailova A.A., Makhanov M.
INFORMATION SECURITY INCIDENT RESPONSE MODEL…… 254
Кабдырахым А.А.
СОЗДАНИЕ МЕТОДОВ ДИЗАЙНА ПРИЛОЖЕНИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ УДОБСТВА ПОЛЬЗОВАНИЯ …….. 258
Bektibay B.Zh., Kadyrkhanova N.N.
SOLID WASTE MANAGEMENT IS A SOURCE OF REVENUE..... 260
Kalimbetov G.P., Toygozhinova A. Zh.
ANALYSIS OF ENERGY SOURCES USING THE FORCE OF THE WIND AND METHODS OF INCREASING THEIR EFFICIENCY…… 265
Kaspakbayev K.S., Ustemirova R.S., Karpov A.P., Kuandykova D.R., Nuralina A.K.
ISSUES OF INCREASING THE TRAIN MASS NORM ON LINES WITH LIMITED CAPACITY……. 271
Kekilbayeva G.R., Zhylybayeva N.K., Tanirbergenova S.K.
INFLUENCE OF GROWTH STIMULANTS ON QUALITY INDICATORS OF SPRING WHEAT PRODUCTIVITY…… 275
Kelamanov B.S., Sariev O.R., Bekbolatova M.B., Abdirashit A.M., Burumbayev A.G.
MODELING AND ANALYSIS OF THERMODYNAMIC PROCESSES IN Fe-Si-C AND W-Si-C SYSTEMS……... 280
Kerimbay E., Uskenbayeva R., Bektemyssova G.
DEVELOPMENT OF A MODULE FOR REGISTRATION AND SEARCH OF CITIZENS……. 284
Kossyakov I.O.
METHODS OF INTENSIFYING HEAT TRANSFER IN CONDENSER TUBES OF COOLING SYSTEMS…….. 290
Kussainov CH. K.
ANALYSIS AND SELECTION OF INVESTMENT PROJECTS BASED ON A MULTI-CRITERIA RANKING METHOD…… 295
Mutaliyeva B.Zh., Madybekova G.M., Kudasova D.E.
STABILIZATION OF 1-METHYL-3-METHYLAMINOMALEINIMIDE LOADED EMULSIONS FOR USING IN MICROENCAPSULATION…… 301
Madybekova G.M., Mutaliyeva B.Zh., Issayeva A.B.
STUDY OF STABLE EMULSIONS FORMULATION PARAMETERS FOR HYDROPHILIC ACTIVE AGENTS MICROENCAPSULATION…….. 306
Mashekov S.A., Ashkeyev Zh.A., Abishkenov M.Zh., Rysbek M.B.
DEVELOPMENT OF A DIE DESIGN FOR THE PRODUCTION OF HIGH-STRENGTH BALL BILLETS..... 310
Mashekov S.A., Tussupkaliyeva E.A., Akparova S.A.
MODELING AND RESEARCH OF A NEW DESIGN LONGITUDINAL- WEDGE MILL OSCILLATORY PROCESS……... 318
Moldabekov M., Sukhenko A., Shapovalova D., Yelubayev S.
STUDY OF THE DYNAMICS OF THE TEST BENCH FOR SATELLITE AND UAV ATTITUDE CONTROL SYSTEMS TAKING INTO ACCOUNT FRICTION IN BEARINGS…….. 325
Arslanov M.Z., Zeinullin A.A., Mustafin S.A., Shayakhmetova A.S.
SOME METHODS OF MEASURING THE AREA OF THE OBJECT SURFACE…… 332
Mukhamejanova A.D., Tikhvinskiy V.O., Tumanbayeva K.Kh.
TRAFFIC ANALYSIS IN THE LoRaWAN NETWORK..... 336
Mukhametzhanova B. O., Suleimen A. E.
METHODS AND CLASSIFICATION OF THE ALLOCATION OF BORDERS OF OBJECTS IN IMAGES…….. 340
Nurgali N.Z., Kelamanov B.S., Sariev O.R., Almagambetov M.S., Halitov T.V.
THERMOGRAPHIC STUDIES OF KAZAKHSTAN'S ILMENITE CONCENTRATE..... 345
Nurguzhin M.
BASES FOR CALCULATING THE LIFE OF WELDED STEEL STRUCTURES……. 350

Pirmanov I., Koshekov K.
ИССЛЕДОВАНИЕ И ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ПЕРЕДАЮЩИХ ВИБРАЦИИ ФУНКЦИЙ В ДИАГНОСТИКЕ ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ…… 357
Rakhimova D.R., Zhunussova A.Z.
QUALITY ASSESSMENT BY PRE-EDITING MACHINE TRANSLATION..... 365
Saimanova Z.B., Sukhinin S.V., Zhumadillayeva A.K.
TRANSMISSION AND DISPLAY OF WAVES ON THE BORDER OF BACKGROUND CRYSTALS…. 373
Seitbekova E.S., Beisembetov I.K., Syzdykbayev M., Assilbekov B.K.
HUMAN MOBILITY PATTERNS WITH BUS DWELLING TIME……... 377
Seitkaziev A.S., Shilibek K.K., Seitkazieva K.A.
WAYS OF SOIL WATER SECURITY…….. 382
Sekerbayev K.S., Mussabek G.K., Shabdan Ye., Taurbaev Ye. T.
LIGAND ASSISTED CONTROL OF PHOTOLUMINESCENCE OF ORGANOMETALLIC PEROVSKITE NANOCRYSTALS…… 385
Murzakhmetova U., Nesipbayeva D., Izembayeva A., Alshynova A.
STUDY OF THE IMPACT OF ROAD CONDITIONS AND ROAD MARKINGS ON ROAD SAFETY…. 391
Seitkazenova K., Asylbek M., Murzakhmetova U., Alshynova A.M.
DURABILITY OF MATERIALS UNDER REPEATED DYNAMIC LOADING……... 396
Baitenova L.M.
DESIGN OF THE BUSINESS PROCESSES OF THE COMPANY..... 401
Yesirkepova A.B., Sherov K.T., Gabdyssalyk R., Okimbaeva A.E., Sauletov S.R.
STUDY THE CONNECTION OF RANDOM PIECES OF REBAR FOR MANUFACTURING OF SKELETONS OF REINFORCED CONCRETE PRODUCTS BY THE METHOD OF FLASH-BUTT WELDING…….. 409
Smailov N.K., Orazbekov E.A., Ualiev Zh.R., Koshkinbayev S.Zh., Abdykadyrov A.A., Malikova A.U.
MATHEMATICAL MODELING OF WDM SYSTEMS ON SENSOR TRANSMISSION LINES FOR FIBER-OPTIC PRESSURE AND TEMPERATURE…… 414
Kalymbetov G., Kedelbayev B., Lakhanova K., Rakhmonberdiyev G., Iztleuov G.
CREATION OF INNOVATIVE TECHNOLOGY OF PREPARATION OF CELLULOSE BASED ON WHEAT STRAW AND IMPLEMENTATION OF ITS IN PRODUCTION…… 420
Akmalayuly K., Orimbasar S.
SELF-COMPACTING CONCRETE WITH PARTIAL NANOSILICON…… 425
Savelyeva Y., Karyakin V., Dadayeva I.
ZACHMAN METHODOLOGY IN THE DESIGN OF EDUCATIONAL PROGRAMS…… 427
Zhamangarin D.S., Smailov N., Koshkinbayev S., M.Koshkinbaeva
SMART CITY MODEL AND ALGORITHM BASED ON INTELLIGENT TRANSPORT AND TRAFFIC LIGHT SYSTEMS…….. 432
Khamza Y., Zhuginisov M.
LIGHTWEIGHT AGGREGATES FOR STRUCTURAL CONCRETE…… 438
Baimukhamedov M.F., Boranbayev S.N., Eslyamov S.G.
SCIENTIFIC AND METHODOLOGICAL ASPECTS OF APPLICATION OF SOFTWARE INTELLECTUAL LEARNING ROBOTS IN EDUCATION…… 443
Uderbayev A.Zh., Zhaxylikova K.B., Zhonkeshov B.S.
NEW TERMS IN BILINGUAL DICTIONARIES OF GEOLOGY, GEODESY AND GEOGRAPHY..... 450
Urazalinov V., Mukhanova A., Makhanov M., Sataev B.
RISK ASSESSMENT MODEL FOR ORGANIZATIONAL INFORMATION SECURITY……... 457
Utegenova M., Murtazin Y., Ekmekci M.
ANALYSIS OF PETROPHYSICAL PROPERTIES OF ROCKS BASED ON DATA WELL CORE MATERIAL MEASUREMENTS……... 461
Khabay A., Nurakhan A., Orazaly Y., Sadykov S.
ANALYSIS OF THE OPERATION OF THE PRESSURE SENSOR BASED ON THE OPTICAL FIBER BRAGG GRATING 469
Khaniyeva A.K., Akhtanov S.N.
CHANNEL ESTIMATION ON THE BASIS OF KALMAN FILTERATION IN MIMO-OFDM SYSTEMS 476
Khusanov A.Ye., Atamanyuk V.M., Kaldybayeva B.M., Janabayev D.Zh., Zhumadullayev D.
INTRADIFFUSION MASS TRANSFER DURING FILTRATION DRYING OF RAW COTTON……... 482
Sherov K., Mukhamedyarov D., Mussaev M., Gabdyssalyk R., Kopzhasarova A.
HIGH SPEED MILLING OF SPECIAL CONDUCTOR PARTS FOR ASSEMBLING A LADLE…… 488
Sholanov K. S., Serikbay A. T., Tulegulov A.D., Tleybaeva A.O., Maksytova K.M.
AIR TRAINER BASED ON THE PARALLEL MANIPULATOR SHOLKOR…….. 495

Shugaeva T.Zh., Spivak-Lavrov I.F., Sharipov S.U.
TO THE CALCULATION OF ELECTROSTATIC POTENTIALS OF AXIAl SYMMETRIC AND TRANSAXIAL LENSES…… 499
Uvaliyeva I. M., Mutal Zh.A., Baidildina A. T.
SOFTWARE IMPLEMENTATION OF KPI MONITORING OF PUBLICATION ACTIVITY OF SCIENTISTS……. 507
Abdulkarimova K.E., Abenov ZH. K., Aubakirov S.S.
DEVELOPMENT OF THE AML SYSTEM ARCHITECTURE…….. 515
Unaspekov B.A., Irgibayev T.I., Krasyuk A.M., Lugin I.V., Lech Dzenis, Kuspangaliyev M.
INVESTIGATION OF THE TUNNEL VENTILATION SYSTEM WITHOUT THE DEVICE OF DISTILLATION VENTILATION CHAMBERS……... 520
Unaspekov B.A., Irgibayev T.I., Krasyuk A.M., Lugin I.V., Lech Dzenis, Kuspangaliyev M.
ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF PISTON ACTION OF TRAINS ON AIR DISTRIBUTION IN THE METRO TUNNEL……. 525
Pyrkova A., Yeren N.
DEVELOPING A SECURITY POLICY FOR THE NETWORKED INFRASTRUCTURE OF A GLOBAL INTERNET COMMUNICATION SYSTEM…….. 534
Shmygaleva T., Zheniskhanov D.
DEVELOPMENT OF AN ALGORITHM FOR CALCULATING THE SPECTRA OF PRIMARY BEATEN-OUT ATOMS DURING PROTON IRRADIATION…… 541

Physical and mathematical sciences

Tashev A.A., Kassymova D.T., Akhmediyarova A.T.
COMPARISON OF STATISTICAL METHODS AND APPLICATION OF GRABBS'S CRITERION FOR DETERMINING AND ELIMINATING A CONTRADICTION..... 547
Koshkinbayeva M.Zh., Saidirassulov S.S., Koshkinbayev S.Zh., Duysenov N.Zh.
REMOTE CONTROL OF THE ARDUINO BOARD USING A BLUETOOTH MODULE..…… 554
Tukenova L.M.
TWO-LAYER ITERATIVE METHOD FOR PROBLEMS WITH A BHARMONIC OPERATOR…… 560
Lakhno V.A., Sauanova K.T., Adilzhanova S.A., Semyatova A.N.
APPLICATION OF A GENETIC ALGORITHM IN DYNAMIC CONTROL PROBLEMS OF CYBER SECURITY RESOURCES..... 565
Akanbay E.N., Suleimenova Z.I., Tapeeva S.K.
ASYMPTOTIC NORMALITY OF THE SOLUTION OF A PARABOLIC EQUATION WITH RANDOM RAPIDLY OSCILLATING COEFFICIENTS……. 572
Berezovskaya I., Ryspayeva M., Vorobyova O., Tomochakov M.
NUMERICAL INVESTIGATION OF HEAT AND MASS TRANSFER PROCESSES IN INTERNAL COMBUSTION CHAMBERS BY COMPUTER SIMULATION……. 581
Yerekesh B., Zhakyp A., Kurakbay U.
DEVELOPMENT OF PRINCIPAL SCHEME OF PROCESSING AND PROCESSING OF SIGNAL SENSORS…….. 585
Yessengaliyeva Zh., Kabatova A.
STUDY OF METHODS AND ALGORITHMS FOR VOICE SPEECH RECOGNITION…… 593
Iskakova N.M., Abduraimova B.K., Tukenova L.M.
USE OF THE THREE-TIER «CLIENT-SERVER» ARCHITECTURE IN MODERN INFORMATION SYSTEMS..... 600
Tashev A.A., Kazykhan R.K.
CONSTRUCTION OF A LINEAR INTERPOLATION POLYNOMA FOR THE THREE-DIMENSIONAL CASE…… 605
Kerimbay E.T, Uskenbayeva R.K, Bektemyssova G.U.
DEVELOPMENT OF A MODULE FOR REGISTRATION AND SEARCH OF CITIZENS……. 609
Nurlanbek A., Toigozhinova A., Kaliyev Zh., Doshtaev K., Nauryzbaeva A.
ALGORITHMS FOR CONTROLLING TRAIN TRAFFIC ON THE METRO LINE……. 614
Savchenko A., Omirbekova Zh.
DEVELOPMENT OF AN ADAPTIVE ALGORITHM USING AN EXPERT MODEL TO ADAPT THE MATERIAL TO THE USER'S KNOWLEDGE……. 619
Orazbayev B., Temir A., Orazbayeva K., Kurmangaziyeva L., Tuleuova R.
RESEARCH AND CONSTRUCTION OF MATHEMATICAL MODELS OF THE PROCESS OF THERMOCHEMICAL DEWATERING OF OIL EMULSIONS…….. 627

Sagitova G.K.
CLUSTER ANALYSIS AS ANALYTICAL TOOL FOR MANAGEMENT DECISION MAKING…….. 636
Seilova N., Ibrayev R., Adilov Zh., Gorlov L., Itemirov R., Kiyshko I., Ospanov Zh., Arapov M.
PRINCIPLES OF SYNTHESIS OF A NONLINEAR NODE OF A BLOCK ENCRIPTION ALGORITHM… 644
Seitkulov Ye., Ulyukova G., Arapov M.
METHODS FOR OUTSOURCING COMPUTATIONAL TRANSFORMATIONS IN ASYMMETRIC CRYPTOSYSTEMS…… 649
Avkurova Zh., Abduraimova B., Gnatyuk S., Gizun A.
ANALYSIS OF MODERN ATTACK DETECTION SYSTEMS BASED ON VIRTUAL BAIT TECHNOLOGIES..... 654
Velyamov T.T., Nurakhanova A.A.
THE COBB-DOUGLAS FUNCTION AS AN INTELLECTUAL SYSTEM FOR ASSESSING THE PRODUCTION POTENTIAL OF THE BUSINESS PROCESS..... 659
Sarybayeva Zh., Beisenbaeva K., Dyachenko E., Kalabaveva A.
TRANSFORMATION OPERATORS FOR DIFFERENTIAL EQUATIONS OF THE FOURTH ORDER WITH NONANALYTIC COEFFICIENTS……. 666
Velyamov T.T., Shilmagambetova A.A.
AN INTELLIGENT SYSTEM FOR MODELING AND MANAGING THE PROCESS OF ORGANIZING CASH AND SETTLEMENT TRANSACTIONS IN A COMMERCIAL BANK AS A QUEUING SYSTEM…… 672
Smailov N.K., E.A. Orazbekov, Abdykadyrov A.A., Koshkinbayev S.Zh., Kabdoldina A.O., Malikova A.U.
INTRODUCTION OF WDM SYSTEMS BASED ON FIBER-OPTIC SENSORS DEPENDING ON THE WAVELENGTH……. 679
Shakenov K., Baiteliyeva A.
NUMERICAL SOLUTION TO STEFAN'S PROBLEM FOR BUYER OPTION…… 683
Ydyryshbayeva M., Akhmetov B., Lakhno V.
DEVELOPMENT OF A DECISION SUPPORT SYSTEM FOR ANALYZING CYBER THREATS USING BAYESIAN NETWORKS……. 687
Shmygaleva T., Srazhdinova A.
FEATURES OF CALCULATION OF CASCADE-PROBABILITY FUNCTIONS TAKING INTO ACCOUNT ENERGY LOSSES FOR ELECTRONS..... 694

Chemical and metallurgical sciences

Onika S.G., Rysbekov K.B., Aben E.Kh., Bahmagambetova G.B.
LEACHING RATE DEPENDENCE ON PRODUCTIVE SOLUTION TEMPERATURE…….. 700
Akberdin A.A., Kim A.S., Sultangaziyev R.B., Aubakirov D.R., Narembekova A.K.
MATHEMATICAL DESCRIPTION OF STATE DIAGRAMS…… 705
Bazarbek A.B., Sagatov N.E., Inerbaev T.M., Akilbekov A.T.
STUDY OF THE STRUCTURE AND STABILITY OF NICKEL PHOSPHIDES AT HIGH PRESSURES… 708
Zhumagaliev Ye.U., Kelamanov B.S., Samuratov Ye.K., Akuov A.M., Baurzhanov A.A.
UTILIZATION OF FERROALLOY PRODUCTION WASTE……. 713
Botabaev N.E., Bektursunova A.K., Erkebai G.N., Nabiev D.S.
THE ROLE OF POLYMERS AND GREEN SYSTEMS IN THE SYNTHESIS OF METAL NANOPARTICLES AND THEIR APPLICATION IN THE TEXTILE INDUSTRY..... 717
Golubev V.G., Sadyrbaeva A.S., Baibotaeva S.E., Shukhanova Zh.K., Shegenova G.K., Kabylbek N.
EXPERIMENTAL RESEARCH ON THE DETERMINATION OF ANTI-CORROSION PROPERTIES OF ADDITIVES TO DRILLING WASHING FLUIDS…… 730
Ulantay Nakan, Yeligbayeva G.Zh., Nursultanov M.E., Boshimova Zh.B.
SWELLING KINETICS OF POLY(2HEA-AA) HYDROGELS IN DIFFERENT SOLUTIONS…… 734
Aidarova S., Sharipova A., Issayeva A., Sultanbekkyzy D., Isakhov M., Babaev A.
STUDY OF DYNAMIC CHARACTERISTICS OF THE INTERFACIAL TENSION OF SODIUM CASEINATE AND CHITOSAN AT THE INTERFACE WITH OIL…….. 739
Kanayev A., Baimyrzayev K., Kanayeva Z., Sartbaeva Zh.
BACTERIAL AND CHEMICAL LEACHING OF GOLD-BEARING ORE FROM THE SHOKPAR DEPOSIT BY *ACIDITHIOBACILLUS FERROOXIDANS* CULTURE……. 744
Kelamanov B.S., Abdirashit A.M., Sultanov M.G., Orynbaev B.M., Amankeldi N.I.
MODELING AND ANALYSIS OF THERMODYNAMIC PROCESSES IN Fe-V-Si AND V-Si-Al SYSTEMS……. 750

Kelamanov B.S., Sariev O.R., Abdirashit A.M., Aldiyar M.K., Dongessov Ye.A.
THERMODYNAMICALLY-DIAGRAM ANALYSIS OF A FOUR-COMPONENT Fe-Mo-Si-Al SYSTEM……. 755
Konuspayev S.R., Karimova D.B.
DEHYDROGENATION OF A MIXTURE OF LIGHT ALKANES ON SUPPORTED PLATINUM METALS IN A REDUCING ATMOSPHERE..... 760
Kali R.E., Zholdubayeva Zh.D., Issin D.K., Mazhitova L.A.
RESEARCH MICROSTRUCTURE OF COMPOSITE MATERIALS BASED ON COPPER…… 766
Berdikulova F., Seitkhanov B., Mazulevskiy E., Sydykov A., Kovzalenko T.
THERMOGRAVIMETRIC STUDIES OF THE REACTION OF THE INTERACTION OF TIN, LEAD AND ANTIMONY OXIDES WITH SODIUM PHOSPHORUS COMPOUNDS…… 769
Khadiyeva A.S., Sabyrbayeva G.S.
SELECTION OF POLYMERS TO INCREASE THE DISPLACEMENT RATIO OF HIGH-VISCOSITY OILS…….. 775
Ybraimzhanova L.K., Bektenov N.A., Troshkina I.D.
OBTAINING AND STUDYING COMPOSITE MATERIAL BASED ON PANI / CNT FOR EXTRACTION OF RARE METAL IONS……. 777
Nazhipkyzy M., Asylkhanova D., Nurgain A.
OBTAINING SORBENTS BASED ON NATURAL DIATOMITE……. 782
Nazhipkyzy M., Turganbay A., Kurmanbayeva G.G., Seytkazinova A.R., Isanbekova A.T.
APPLICATION OF NANOSCALE SAND IN AGRICULTURE……. 787
Kenenbay S.I., Uzakov Y.M., Kaimbayeva L.A., Dzhumakhanova Zh.B.
STUDY OF CAMELBACK AUTOLYSIS..... 793

Military science

Kurmanseitov K., Lulayev T.
NTRODUCTION OF NEW IDEAS AND SOLUTIONS FOR THE USE OF SECOND-GENERATION MISSILES IN TARGET MISSILES…….. 797
Moltobarova K.I.
ALGORITHM FOR INTERACTION OF AUTHORIZED BODIES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN TO ENSURE BOUNDARY SECURITY…….. 800

Редакторы:
Н.Ф. Федосенко
Верстка на компьютере:
Л. Касжанова

Подписано в печать 11.11.2020 г.
Формат 60x84 $^{1}/_{8}$. Усл. п.л 51,7.
Тираж 500 экз. Заказ № 261.

Адрес редакции:
ул. Сатпаева, 22, КазНИТУ каб. 607, тел. 292-63-46 ,Nina.Fedorovna. 52 @ mail.ru
Департамент маркетинга и коммуникаций КазНИТУ
Казахского национального исследовательского технического университета имени К.И. Сатпаева