



Қазақстан Республикасы
Ұлттық инженерлік академиясының

ХАБАРШЫСЫ

ВЕСТНИК

Национальной инженерной академии
Республики Казахстан

№ 3 (77)

Алматы
2020

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
ВЕСТНИК НАЦИОНАЛЬНОЙ ИНЖЕНЕРНОЙ АКАДЕМИИ РК**

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР
академик Б. Т. ЖУМАГУЛОВ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Н. К. Надиров – академик, заместитель главного редактора; **Е. И. Имангалиев** – ответственный секретарь; академик **Ж. М. Адилов**, академик **А. Ч. Джомартов**, академик **Р. А. Алшанов**, академик **М. Ж. Битимбаев**, академик **А. В. Болотов**, академик **А. И. Васильев** (Украина), академик **Б. В. Гусев** (Россия), академик **Г. Ж. Жолтаев**, академик **П. Г. Никитенко** (Белоруссия), академик **К. К. Кадыржанов**, академик **К. С. Кулажанов**, академик **А. А. Кулибаев**, академик **М. М. Мырзахметов**, академик **Х. Милошевич** (Сербия), академик **Г. А. Медиева**, академик **А. М. Пашаев** (Азербайджан), академик **Н. М. Темирбеков**, академик **А. К. Тулешов**, академик **Б. Б. Телтаев**, академик **Ю. И. Шокин** (Россия).

**INTERNATIONAL
SCIENTIFICALLY-TECHNICAL JOURNAL
HERALD TO NATIONAL ENGINEERING ACADEMY
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN**

B. T. ZHUMAGULOV
Editor-in-Chief, academician

THE EDITORIAL BOARD:

N. K. Nadirov – academician, Deputy Editor; **Y. I. Imangaliyev** – Managing Editor; **Zh. M. Adilov**, academician; **A. Ch. Dzhomartov**, academician; **R. A. Alshanov**, academician; **M. Zh. Bitimbayev**, academician; **A. V. Bolotov**, academician; **A. I. Vasilyev**, academician (Ukraine); **B. V. Gusev**, academician (Russia); **G. Zh. Zholtayev**, academician; **P. G. Nikitenko**, academician (Belorussia); **K. K. Kadyrzhanov**, academician; **K. S. Kulazhanov**, academician; **A. A. Kulibayev**, academician; **M. M. Myrzakhmetov**, academician; **H. Miloshevich**, academician (Serbiya); **G. A. Mediyeva**, academician; **A. M. Pashayev**, academician (Azerbaijan); **N. M. Temirbekov**, academician; **A. K. Tuleshov**, academician; **B. B. Teltayev**, academician; **Yu. I. Shokin**, academician (Russia).

УЧРЕДИТЕЛЬ:

Республиканское общественное объединение
«Национальная инженерная академия Республики Казахстан».

Издается с 1997 года.

Выходит 4 раза в год.

Свидетельство о регистрации издания № 287 от 14.11.1996 г.,
выдано Национальным агентством по делам печати и массовой информации
Республики Казахстан.

Свидетельство о перерегистрации № 4636-Ж от 22.01.2004 г.,
выдано Министерством информации Республики Казахстан.

Журнал включен Комитетом науки Министерства образования и науки Республики Казахстан
в перечень изданий для публикации основных результатов научно-технических работ соис-
кателей ученых степеней доктора философии PhD и доктора по профилю и ученых званий
доцента и профессора.

Журнал включен в международную англоязычную базу реферативных данных по техниче-
ским наукам INSPEC.

Подписку на журнал можно оформить в отделениях связи АО «Казпочта»,
ТОО Агентстве «Евразия пресс» и ТОО Агентстве «Еврика пресс».

Подписной индекс:

для физических лиц – **75188**,
для юридических лиц – **25188**.

Подписка продолжается в течение года.

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Богенбай батыра, 80, к. 415.

Тел. 8-7272-915290, факс: 8-7272-915190,

e-mail: nia_rk@mail.ru, ntpneark@mail.ru, www.neark.kz

FOUNDER:

Republic public association
“National Engineering Academy of the Republic of Kazakhstan”.

Published since 1997 year.

Issued 4 times a year.

Certificate about registration the edition N 287, November, 14, 1996,
was given by National agency on affairs of press and mass information
of the Republic of Kazakhstan.

Certificate about re-registration N 4636-Zh, January, 22, 2004,
was given by Ministry of information of the Republic of Kazakhstan.

The Committee of Science of Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan has included the Journal into the list of issues for publication of the main results of scientific-technical investigations of applicants for scientific degrees (Doctor philosophy PhD, Doctor on specialization) and academic ranks (Professor and Associate professor).

The Journal was included into international English-language abstracts database on technical sciences “INSPEC”.

Subscription to journal may be drawn up at post offices of OJSC “Kazpochta”,
in PLL Agency “Evraziya press” and PLL Agency “Evrika press” .

Subscription index:

for natural persons – **75188**,

for juristic persons – **25188**.

Subscription continues during a year.

Address of editorial offices: 050010, Almaty city, Bogenbay Batyr str., 80, off. 415.

Tel. 8-7272-915290, fax: 8-7272-915190,

e-mail: nia_rk@mail.ru, ntpneark@mail.ru, www.neark.kz

КЛЮЧЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

КЛЮЧ К ДВИЖЕНИЮ ВПЕРЕД



***Бакытжан ЖУМАГУЛОВ,**
депутат Сената Парламента РК, академик*

Казахстанское общество с энтузиазмом восприняло Послание Главы государства Касым-Жомарта Токаева «Казахстан в новой реальности: время действий», которое продвигает в жизнь механизм стратегического планирования развития страны, введенный Первым Президентом РК – Елбасы Нурсултаном Назарбаевым.

Совсем не случайно в этом документе, как и в целом ряде предыдущих выступлений, Президент страны особое внимание обращает на сферу образования и науки.

В Послании, по сути, изложен новый курс развития Казахстана, направленный на принципиальную диверсификацию экономики и формирование новой модели государственного управления. А для этого нужны сильные, высокопрофессиональные и инициативные кадры.

Хорошо известно, что ключевым фактором продвижения вперед, прогресса в современном мире выступает человеческий и интеллектуальный капитал. Именно его в первую очередь и формируют сферы образования и науки.

Только качественное образование способно предоставить экономике и системе государственного управления кадры с современной конкурентоспособной квалификацией – это аксиома. Причем это относится не только ко всем «классическим» уровням образования (начальное, среднее, ТИПО, высшее и послевузовское), но и к так называемому образованию в течение всей жизни, включая повышение и изменение квалификации.

Провал в качестве на любом этапе образования способен поставить под угрозу, не побоюсь этих слов, будущее страны.

На качество образования влияет множество факторов. Хотел бы остановиться только на нескольких.

Один из них, особенно актуальный в последнее время, – форма обучения. Он возник из-за пандемии коронавируса, которая обусловила весной нынешнего года необходимость перехода на дистанционный метод обучения школьников и студентов.

Что касается высшего образования, то здесь такой переход прошел в целом достаточно спокойно и достойно. Положительно сказалась целенаправленная работа последнего десятилетия, направленная на достижение мировых и европейских стандартов качества.

Сказалось также официальное присоединение Казахстана к Болонскому процессу и Европейскому пространству высшего образования, переход на международную трехуровневую систему высшего и послевузовского образования, развитие академической студенческой и профессорской мобильности, внедрение кредитной технологии и гибких траекторий обучения, аккредитации вузов и программ международного уровня и многие другие новшества. Кроме того, системное влияние основанного на мировом опыте и законодательно поддержанного расширения и обеспечения самостоятельности вузов. При этом Министерство образования и науки хорошо понимает данный процесс и продолжает продуктивно работать в соответствующем направлении.

В средней же школе множество возникших принципиальных проблем породило интенсивную и во многом оправданную критику. В частности, связанную с явным недостатком компьютерной и другой коммуникационной техники, необходимых мощностей и охвата Интернетом, недостатками в методологии обучения и обратной связи педагогов и учащихся.

В числе проблем часто упоминается и практически сорванный проект электронного обучения e-learning.

Действительно, на этот начатый в 2011 году проект возлагались большие надежды как в создании цифровых образовательных ресурсов, на которые делался основной упор, так и в расширении охвата казахстанцев качественным Интернетом.

Могу процитировать сам проект: «Все участники образовательного процесса, включая учителей, учащихся и их родителей, получили возможность использовать образовательный контент информационной системы в любое время, из любой точки нашей республики, вне зависимости от того, в какой местности они находятся». И хотя само массовое дистанционное обучение в проект e-learning тогда не входило, но широкий и реальный охват Интернетом, который был предусмотрен, стал бы мощным подспорьем для дистанционного обучения.

Но дело это очень непростое. Проект был инициирован Указом Президента РК № 1118 от 7 декабря 2010 года, утвердившим Государственную программу развития образования в Республике Казахстан на 2011–2020 годы, и рассчитывался на десятилетнюю реализацию. Однако в реальности финансирование проекта было фактически прекращено уже через 2 года. А с 2016-го и сама тема e-learning досрочно исчезла из официального оборота.

При этом в 2015-м без должного обоснования была досрочно, за 5 лет до завершения, прекращена действовавшая госпрограмма на 2011–2020 годы, детально и всесторонне продуманная, системно выстроенная, обеспеченная необходимыми ресурсами. Вместо нее была срочно разработана, а 1 марта 2016 года утверждена новая, существенно усеченная Государственная программа образования и науки на 2016–2019 годы. И это вызвало законное недоумение научно-образовательного общества.

В новую программу оказался не включенным и проект e-learning, который вместо 10 лет выполнялся только немногим более 2 лет. Естественно, запланированные результаты получены быть не могли.

Но далеко не все проблемы исчерпываются техническим обеспечением. Задача создания дееспособной системы дистанционного образования весьма сложна и комплексна. В ее решении должны быть задействованы многие государственные органы и структуры. Прежде всего – местные исполнительные органы, через которые осуществляется обеспечение педагогов и учащихся компьютерной и иной необходимой техникой, идет организационное обеспечение процесса.

Далее – центральные органы государственного управления – в сферах образования и науки (содержание и методология обучения, качество образования, подготовка педагогических кадров), цифрового развития (ИТ, технологическая база системы обучения, телекоммуникации и связь, информационная безопасность), другие структуры и подведомственные организации широкого спектра. И это еще очень сокращенный список. Но только сообща можно выстроить серьезную систему массового онлайн-обучения.

Все эти органы и организации должны нести свою долю ответственности и решать свои задачи. Они уже озвучивались, и решения здесь часто весьма непросты. Так, много нареканий вызывает качество дистанционного обучения. На мой взгляд, это вполне объективная и крайне серьезная проблема мировой значимости.

Очное обучение – это отработанный за века механизм передачи знаний от поколения к поколению. Человечество к нему хорошо адаптировано, оно стало, по сути, естественным, приемлемым и эффективным для всех нас – и родителей, и педагогов, и учащихся.

А вот массовое дистанционное обучение, особенно в среднем образовании, до сих пор не обеспечено сколько-нибудь серьезными исследованиями, методологическими разработками, педагогическими приемами и опытом. Причем это можно смело отнести не только к нашим казахстанским реалиям, но и к мировой практике в целом.

Единственная сфера, где более или менее успешно и широко (даже в общемировых масштабах) применяется онлайн-обучение – краткосрочные и тематически локальные курсы получения новых знаний и повышения квалификации для взрослых. Уже целый ряд лет эту форму обучения постоянно и с успехом используют предприятия, организации, корпорации развитых стран для повышения качества своего кадрового потенциала.

В какой-то степени онлайн-обучение вошло и в практику высшего образования, но в основном как дополнение к очному процессу. Но это далеко не то же самое, что целостный и многосвязный механизм классического образования детей.

Думаю, здесь очень большое поле деятельности для ученых, педагогического корпуса, бизнеса, менеджеров сферы образования и заинтересованных государственных структур. К данному вопросу должны серьезно подключиться и вузы, особенно готовящие педагогические кадры, – для них это буквально жизненная необходимость. Только выработав принципиально новые и хорошо адаптированные к онлайн-обучению методологии и инструменты, можно будет надеяться на положительные результаты.

Пока же результативность и качество онлайн-обучения, как показала международная практика, не выдерживают критики. Во многом поэтому, несмотря на продолжение пандемии, целый ряд стран отказывается от акцента на дистанционное обучение и предпринимает самые серьезные усилия для возобновления работы очной школы.

Такой подход активно поддерживается и родительским сообществом. Ведь, как показала практика, онлайн-обучение в значительной своей части становится, по сути, некоей формой домашнего образования, требующей от родителей постоянной помощи ребенку. Это непростая ситуация, создающая серьезную нагрузку на родителей и определенные препятствия для их собственной работы.

Необходимо особо подчеркнуть – обучение давным-давно стало коллективным процессом. Важнейшее место занимают в нем вербальные и невербальные контакты педагогов с учащимися и учащихся между собой. Все они современным опытом поставлены на службу обучению.

Кроме того, образование и воспитание должны быть нераздельны – это органично связанные процессы. Образование, в частности, выполняет функцию содействия становлению и развитию личности, решает в этих целях широкий спектр задач. А вот такие механизмы пока еще в онлайн-обучении далеко не на должном уровне.

Поэтому, к примеру, в США Академия педиатрии рекомендует открыть школы, несмотря на вторую волну коронавируса: «Учащиеся должны физически присутствовать в школе. Школьные пространства имеют фундаментальное значение не только для академического обучения, но и для социальных и эмоциональных навыков детей, их психического и физического здоровья».

Традиционные формы обучения недавно поддержал и Генеральный секретарь ООН Антониу Гутерриш, отметив, что возвращение учеников в школы с соблюдением мер безопасности должно быть мировым приоритетом.

Свое продвижение в этом направлении есть у Германии, России, Китая, Великобритании, Франции, Испании, Японии и многих других стран.

Это, по крайней мере, повод задуматься. Глава государства в связи с этим подчеркнул в Послании, что «качественное образование подразумевает традиционные уроки, общение с учителями и сверстниками. Поэтому необходимо продумать порядок возврата к традиционной форме очного обучения с соблюдением эпидемиологических требований».

И главное, образование – это лестница для сбора плодов с древа познания, а не сами эти плоды, поэтому ключевая цель обучения – научить учиться. Такой навык потребуется человеку на протяжении всей его жизни. При этом онлайн-обучение должно стать важной и полноценной частью системы образования, активно дополняя очный процесс на классических уровнях и занимая все более важные ниши в образовании в течение жизни.

Теперь о науке. Здесь уже многое делается. По инициативе Главы государства резко увеличено финансирование научных исследований, причем такое увеличение запланировано и на последующие годы с доведением его до 1% от ВВП. Это существенная поддержка нашим ученым и приближение к стандартам развитых стран.

В Послании от 1 сентября Правительству дано поручение обеспечить стажировку в ведущих научных центрах мира 500 ученых ежегодно, а также предоставлять 1 000 грантов для молодых ученых на исследования по проекту «Жас ғалым».

Но для того чтобы полнее отвечать задачам развития страны, казахстанская наука нуждается, на мой взгляд, в дальнейшем совершенствовании.

Международный опыт развитых стран показывает, что подходы к ее развитию существенно различаются для двух главных направлений: с одной стороны – фундаментальной науки, с другой – прикладных исследований и разработок.

Фундаментальные исследования за рубежом финансируются в подавляющем числе случаев государством.

А исследования и разработки в значительной части ориентированы на инновационный процесс, для чего широко используется развитая инфраструктура, обеспечиваемая в тех или иных формах наукоемким бизнесом, который проявляет повышенный спрос на современные R&D.

Ученые развитых стран хорошо информированы о потребностях производства, инновационное обновление и взаимодействие с наукой – важная составляющая любого серьезного бизнеса. При решении вопросов финансирования прикладной науки не так чрезмерно, как у нас, увлекаются наукометрией, а больший акцент делают на научной обоснованности, практическом значении и реальной востребованности исследований.

В Казахстане же этот вопрос еще далек от полного решения, бизнес достаточно слабо заинтересован в результатах отечественной науки. Несмотря на многочисленные прошлые попытки, действенная инфраструктура содействия практической инновационной реализации научных результатов также недостаточно развита.

Пока почти «в одиночестве» более или менее целенаправленно работает только Фонд науки. И то с большими препятствиями. К его деятельности надо усилить внимание, ведь она создает фундамент выстраивания доверия казахстанского бизнеса к отечественной науке – это очень полезное и нужное дело.

Естественно, с таким состоянием дел непросто будет достичь цели, поставленной в Послании Главы государства, о «привлечении науки для решения прикладных проблем национального уровня».

Поэтому сейчас требуется направить самые серьезные усилия на устранение указанных недостатков. Для этого, на мой взгляд, требуется на системной основе поставить работу по налаживанию живых контактов ученых с отечественным бизнесом.

Цель – создать площадку для систематического ознакомления ученых с состоянием, проблемами и потребностями бизнеса в НИОКР. В этом большую поддержку должны оказать объединения ученых и бизнесменов. В частности, большая роль здесь может принадлежать главному штабу казахстанской науки – Национальной академии наук РК, а также Национальной инженерной академии РК и Казахстанской национальной академии естественных наук, а со стороны производства – НПП «Атамекен» и отраслевым ассоциациям бизнеса. Это очень ответственная и перспективная задача.

Кроме того, академии наук должны взять на себя более широкую задачу пропаганды достижений отечественной науки среди представителей бизнеса, населения и всех иных заинтересованных сторон.

Наконец, ответственной задачей для государственных органов, думаю, должно стать принципиальное совершенствование научно-инновационной инфраструктуры в соответствии с указанием Президента страны: «Здесь нужен свежий взгляд, новые подходы, опора на международный опыт».

Особенно необходимо создать систему действенного стимулирования реального спроса в стране на научные разработки и внедрение в практику их результатов.

Масштаб целей и задач, поставленных Главой государства Касым-Жомартом Токаевым в Послании народу Казахстана, очень большой. Работа предстоит ответственная – и на законодательном уровне, и для исполнительной власти, и для всех казахстанцев.

*Казахстанская правда №176(29303)
16 сентября 2020 г.*

УДК 589.385

<https://doi.org/10.47533/2020.1606-146X.01>

С. Ж. ЖАШЕН*, Д. К. ДЖАКИЯЕВ, С. С. ЖУНИСБЕКОВ

Таразский государственный университет им. М.Х.Дулати

ИССЛЕДОВАНИЕ МНОГОЦИКЛОВОЙ УСТАЛОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ ОБОРУДОВАНИЯ И МАШИН ПРИ СЛОЖНОМ НАПРЯЖЕННОМ СОСТОЯНИИ И НЕСТАЦИОНАРНОМ НАГРУЖЕНИИ

Рассмотрен расчетно-экспериментальный метод оценки усталостной долговечности конструктивных элементов машин, работающих в условиях сложного циклического напряженного состояния и нестационарного нагружения. Сравнение результатов проведенных расчетов и экспериментальных данных указали на эффективность кинетического уравнения многоцикловых усталостных повреждений, основанного на энергетической концепции усталостного разрушения.

Ключевые слова: *циклическое нагружение, долговечность, упругопластическая деформация, энергетическая модель многоцикловой усталости, петля гистерезиса.*

Экспериментальная часть работы выполнена на установке, описанной в [1, 2], а в основу расчетов положена энергетическая модель многоцикловой усталости. Согласно энергетической концепции длительной прочности, разрушение наступает в тот момент, когда суммарная необратимая работа деформирования, совершаемая во всех циклах нагружения, достигает некоторого критического значения. Указанная работа определяется суммарной площадью петель гистерезиса.

Дальнейшему развитию одного из вариантов энергетической модели разрушения применительно к сложному напряженному состоянию и нестационарному нагружению посвящены работы [2 – 4]. В них построено кинетическое уравнение, обобщающее известное уравнение Фелтнера и Морроу [8] на сложное циклическое напряженное состояние, причем для определения функциональных и постоянных параметров этого уравнения требуются лишь данные стандартных опытов на усталость до разрушения при различных циклах растяжения-сжатия.

В указанных работах вводится структурная модель (рис.1), описывающая гипотетический упругопластический материал, обладающий при активном нагружении способностью к линейному упрочнению. Предполагают, что эта модель применима во всем диапазоне напряжений до макроскопического предела текучести и отражает упругие несовершенства материала, причем отпадает необходимость в проведении прецизионных измерений деформаций с целью построения петель гистерезиса. Па-

*Адрес для переписки. E-mail: sultangali54@mail.ru

параметры структурной модели следующие: E_1, E_3 – коэффициенты жесткостей ветвей I и 3; C_1, C_2 – предельные сопротивления ветвей I и 2.

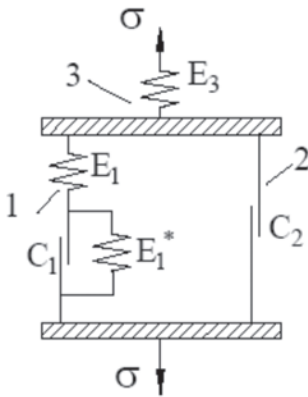


Рисунок 1 – Структурная модель элемента материала

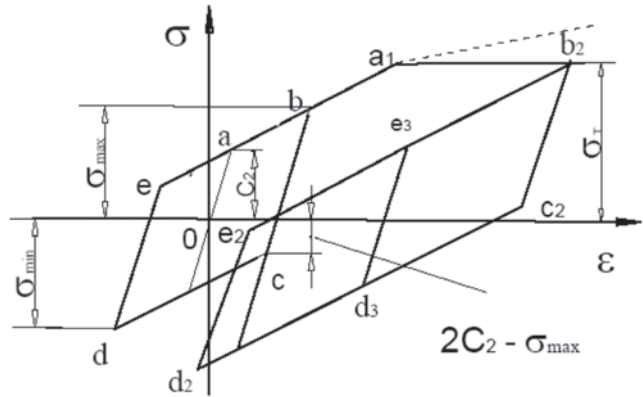


Рисунок 2 – Теоретические диаграммы циклического деформирования

Диаграмма деформирования элемента рассматриваемого гипотетического материала по модели рис. 1 представлена на рис. 2, где линия первичного нагружения материала изображается отрезками прямых $bc-cd-de-eb$. Нагружение начинается от ненапряженного состояния материала. Тангенс угла наклона линии oa и всех параллельных ей линий равен E_3 , а тангенс угла наклона линии ab и других параллельных ей линий составляет $E_1 E_3 / (E_3 + E_1)$. Максимальное и минимальное за период цикла напряжения ограничены величиной $\sigma_{max} = C_1 + C_2$. Диаграмма деформирования материала при симметричном цикле нагружения изображается отрезками прямых $b_2c_2 - c_2d_2 - d_2e_2 - e_2b_2$, а при несимметричном цикле нагружения – отрезками прямых $b_2c_2 - c_2d_3 - d_3e_3 - e_3b_2$.

Выражение для площади петли гистерезиса получается в следующем виде

$$\omega = \frac{2C_2^2}{E_1} \left[\frac{\sigma_{max}(1-R)}{C_2} - 2 \right] = A \mathfrak{K}(\sigma_{max}, R), \quad (1)$$

где A – некоторая постоянная материала, равная $\frac{2C_2^2}{E_1}$; R – коэффициент асимметрии цикла, $R = \sigma_{min} / \sigma_{max}$.

Величина площади ω определяется размахом $\sigma_{max}(1-R)$ и обращается в ноль, когда $\sigma_{max}(1-R) \leq 2C_2$. Величина ω пропорциональна необратимой работе деформирования, некоторая часть которой приводит к накоплению усталостных повреждений.

Кинетическое уравнение повреждений записывается в виде

$$\Pi(N) = \frac{\sigma_{max}(N)}{c} + \sum_{k=1}^N \varphi(\mathfrak{K}_k, R_k) \quad (2)$$

где R_k – текущий коэффициент асимметрии цикла, а текущий параметр \aleph_k является безразмерным аргументом некоторой функции поврежденности и определяется из выражения (1):

$$\aleph_k = \omega_k \cdot \frac{E_1}{2C_2} = \frac{\omega_k}{A} = 2 \left(\frac{\sigma_a^{(K)}}{C_2} - 1 \right). \quad (3)$$

Постоянная C_2 рассматривается как абсолютный предел выносливости, ее значение рекомендуется принимать равным $(0,6 \dots 0,8)\sigma_{-1}$. Постоянная C принимается равной истинному сопротивлению разрыву σ_p и определяется при стандартных испытаниях на статический разрыв цилиндрического образца.

В случае стационарного режима циклического нагружения из уравнения (2) получается следующее выражение

$$\Pi = \frac{\sigma_{max}}{\sigma_p} + \varphi(\aleph, R) \cdot N, \quad (4)$$

откуда можно определить значение функционального параметра

$$\varphi(\aleph, R) = \left(1 - \frac{\sigma_{max}}{\sigma_p} \right) \frac{1}{N_p}. \quad (5)$$

В этом выражении N_p – абсцисса усталостной кривой при данном R , отвечающая ординате σ_{max} . Для проведения расчетов при нестационарном циклическом нагружении необходимо располагать серией кривых $\varphi(\aleph, R)$ (рис. 3) и усталостных кривых (рис.4), относящихся к различным коэффициентам асимметрии R .

При расчете числа циклов до разрушения в заданном режиме нагружения сначала по формуле (3) находится \aleph , затем по графикам (рис.3) определяется величина $\varphi(\aleph, R)$ для каждого цикла или блока циклов. После этого должна быть произведена подстановка в правую часть (4), которая приравняется 1:

$$1 = \frac{\sigma_{max}}{\sigma_p} + \sum_1^n \varphi(\aleph_k, R_k) \cdot N_p, \quad (6)$$

откуда и определяется искомая долговечность.

При сложном напряженном состоянии в условиях нарастания интенсивности напряжений упругопластическая деформация гипотетического материала по рис. 1 определяется из выражения

$$e_{ij} = \frac{1 + \vartheta_3}{E_3} S_{ij} + \frac{3}{2} \cdot \frac{\sigma_i - C_2}{E_1} \cdot \frac{S_{ij}}{\sigma_i}, \quad (7)$$

где e_{ij} – компонента девиатора деформаций; S_{ij} – компонента девиатора полных напряжений ($S_{ij} = S_{ij}^{(3)}$), где цифра 3 указывает третье звено по рис.1; σ_i – интенсивность напряжений; ϑ_3 – коэффициент поперечной деформации; E_3 – модуль упругости третьего звена.

Для расчета деформаций в условиях сложного циклического нагружения предлагается следующая методика [2-7]. Пусть интенсивность напряжения возрастает, начиная от нулевого значения, до тех пор, пока $\sigma_i < C_2$, деформируется, как уже указывалось, только элемент 3. С переходом через состояние $\sigma_i = C_2$ возникают упруго-пластические деформации, которые вычисляются по формуле (7). Затем интенсивность σ_i достигает максимального значения и начинает падать. В этом состоянии проводится мысленная разгрузка всей системы на величину интенсивности напряжений $\sigma_i^{(2)} = C_2$, причем с каждой компоненты полного девиатора напряжений снимается в алгебраическом смысле величина

$$S_{ij}^{(2)} = (S_{ij} - S_{ij}^{(1)}) = S_{ij} - \frac{3}{2} E_1 \cdot e_{ij}^{(2)} = S_{ij} \left(1 - \frac{\sigma_i - C_2}{\sigma_i} \right).$$

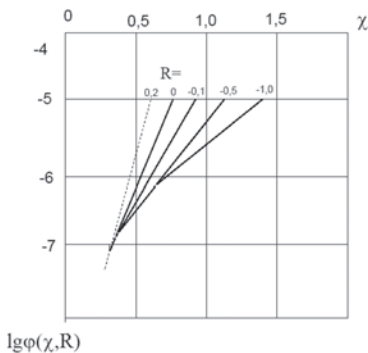


Рисунок 3 – Функция удельной работы деформирования для стали 45

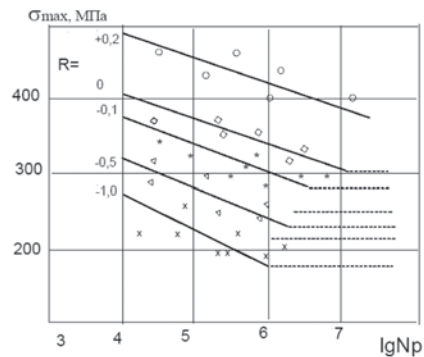


Рисунок 4 – Кривые усталости для стали 45

В этом состоянии

$$S_{ij} = S_{ij}^{(3)} = S_{ij}^{(1)} = \frac{\sigma_i - C_2}{\sigma_i} S_{ij} \quad (8)$$

Отсчет деформаций, возникающих в процессе дальнейшего нагружения, ведется от рассматриваемого состояния разгрузки, причем расчетная формула (7) остается в силе вплоть до момента следующей разгрузки, если в эту формулу вместо S_{ij} вводятся приращения ΔS_{ij} , отсчитываемые от указанного состояния разгрузки, причем вторичная пластическая деформация элемента 2 появится при условии $\Delta \sigma_i = C_2$. В итоге расчета строятся графики зависимости каждой компоненты девиатора S_{ij} от соответствующей компоненты девиатора пластических деформаций $e_{ij}^{(2)}$, на которых при соответствующих условиях получают петли пластического гистерезиса. Сумма таких петель за один цикл нагружения дает работу необратимой деформации.

В работах [2-4] описаны проведенные испытания на усталость в условиях плоского циклического напряженного состояния образцов стали 10 и 45 при различных режимах стационарного и нестационарного нагружения (табл.1). Полученные экспериментальные данные использованы для проверки условий эквивалентности различных циклических напряженных состояний по ряду известных силовых критериев усталостного разрушения.

Таблица 1

№ опыта	$R_x = \frac{\sigma_{xmin}}{\sigma_{xmax}}$ $R_\theta = \frac{\sigma_{\theta min}}{\sigma_{\theta max}}$	$\frac{\sigma_{xmin}, МПа}{\sigma_{\theta max}, МПа}$	Среднее значение разрушающего числа циклов, $N_{экс} \cdot 10^{-6}$	Ширина доверительного интервала, $\pm p \cdot 10^{-6}$	Расчетное разрушающее число циклов, $N_{расч} \cdot 10^{-6}$
1	0/-	249/0	1,92	0,15	1,96
2	-/0	0/249	2,03	0,20	1,96
3	I-блок 0/-	249/0	1,97	0,20	1,91
	II-блок -/0	0/249			
4	0/0	145/-145	2,23	0,33	2,17
5	0/0	268/268	1,38	0,31	1,16
6	-1/0	109/218	11,31	1,66	10,29
7	-1/0	120/240	3,08	1,21	2,94
8	-1/0	131/262	1,65	0,93	1,51
9	-0,5/0	159/239	3,54	1,55	3,30
10	-0,5/0	161/242	3,16	1,30	2,80
11	-0,3/0	183/239	3,68	1,12	3,40
12	-0,1/0	182/200	12,11	1,52	28,1
13	-0,1/0	200/220	9,53	2,55	9,54
14	-0,1/0	218/240	3,62	1,10	3,20
15	I-блок -1/0	109/218	6,61	0,8	6,12
	II-блок -1/0	131/262			
16	I-блок -1/0	120/240	2,54	0,41	2,20
	II-блок -1/0	131/262			
17	I-блок -1/0	120/240	4,75	0,30	4,35
	II-блок -1/0	109/218			
	III-блок -1/0	131/262			
18	I-блок -.5/0	159/239	3,20	0,78	3,02
	II-блок -0,5/0	160/242			
19	I-блок -0,1/0	182/200	9,19	1,32	8,46
	II-блок -0,1/0	218/240			
20	I-блок -0,1/0	200/220	7,44	1,03	6,80
	II-блок -0,1/0	218/240			
21	I-блок -0,1/0	182/200	11,9	0,72	10,85
	II-блок -0,1/0	200/220			
	III-бл. -0,1/0	218/240			

Выводы. Сравнение результатов проведенных расчетов усталостной долговечности ответственных деталей, элементов, конструкции машин и оборудования и имеющихся экспериментальных данных указали на эффективность кинетического уравнения многоцикловых усталостных повреждений, основанного на энергетической концепции усталостного разрушения. Об этом можно судить на основе сравнения экспериментальных чисел циклов до разрушения $N_{\text{экс}}$ и расчетных чисел $N_{\text{экс}}$ [2 – 4] (табл. 1).

ЛИТЕРАТУРА

1 Павлов П.А., Шерстнев В.А., Касымов У.Т., Жашенов С.Д., Гидропульсационная машина двухстороннего действия. – Информ. листок, ЛенЦНТИ, Л., 1982. – № 708-82. [Pavlov P.A., SHerstnev V.A., Kasymov U.T., ZHashenov S.D., Gidropul'sacionnaya mashina dvuhstoronnego dejstviya. – Inform. listok, LenCNTI, L., 1982. – № 708-82.]

2 Жашенов С.Д. Экспериментальное исследование многоциклового усталости конструкционных сталей при сложном нестационарном нагружении и развитие энергетического метода расчета повреждений: Автореф. дис. ... канд.техн. наук. – Л., 1983. – 16 с. [ZHashenov S.D. Eksperimental'noe issledovanie mnogociklovoj ustalosti konstrukcionnyh stalej pri slozhnom nestacionarnom nagruzhenii razvitie energeticheskogo metoda rascheta povrezhdenij: Avtoref. dis. ... kand.tekhn. nauk. – L., 1983. – 16 s.]

3 Павлов П.А., Кондакова О.Н., Конев А.И. Развитие энергетической модели многоциклового усталостного разрушения. – /Тез.докл., Пермь: Секция усталости научного совета ГКНТ, 1981, с.61-62. [Pavlov P.A., Kondakova O.N., Konev A.I. Razvitie energeticheskoy modeli mnogocikloвого ustalostnogo razrusheniya. – /Tez.dokl., Perm': Sekciya ustalosti nauchnogo soveta GKNT, 1981, s.61-62.]

4 Жашен С.Ж. О пределах возможности применения энергетической модели многоциклового усталости при сложном многокомпонентном нагружении. Наука и образование Южного Казахстана. Республиканский научный журнал №2(37), 2004. [ZHashen S.ZH. O predelah vozmozhnosti primeneniya energeticheskoy modeli mnogociklovoj ustalosti pri slozhnom mnogokomponentnom nagruzhenii. Nauka i obrazovanie YUzhnogo Kazahstana. Respublikanskij nauchnyj zhurnal №2(37), 2004.]

5 Жунисбеков С., Джакияев Д.К., Жашен С.Ж. Пути улучшения эффективности деталей и узлов сельскохозяйственных машин на стадии проектирования.Международный научнотехнический журнал. Вестник НИА РК №3 (73), Алматы, 2019. – С. 99-105. [ZHunisbekov S., Dzhakiyaev D.K., ZHashen S.ZH. Puti uluchsheniya effektivnosti detalej i uzlov sel'skohozyajstvennyh mashin na stadii proektirovaniya.Mezhdunarodnyj nauchnotekhnicheskij zhurnal. Vestnik NIA RK №3 (73), Almaty, 2019. – S. 99-105.]

6 Жашен С.Ж., Жунисбеков С. Оценка усталостной долговечности ответственных деталей, элементов и конструкции грузовых автомобилей. Международный журнал «Теоретическая и прикладная наука», Филадельфия, США. – 2016. – №02(34). [ZHashen S.ZH., ZHunisbekov S. Ocenka ustalostnoj dolgovechnosti otvetstvennyh detalej, elementov i konstrukcii gruzovyh avtomobilej. Mezhdunarodnyj zhurnal «Teoreticheskaya i prikladnaya nauka», Filadelfiya, SSHA. – 2016. – №02(34).]

7 Жунисбеков С., Джакияев Д.К. Оценка вида напряженного состояния на сопротивление усталости. Механика и технологии. Тараз. – 2019. – №2. 8 Feltner C.E., Morrow I.D. Microplastic strain hysteresis energy as a criterion for fatigue. – I.Basic Eng. D, 1961, 83, № 1 – p. 15-21. [ZHunisbekov S., Dzhakiyaev D.K. Ocenka vida napryazhennogo sostoyaniya na soprotivlenie ustalosti. Mekhanika i tekhnologii. Taraz. – 2019. – №2.

8 Feltner C.E., Morrow I.D. Microplastic strain hysteresis energy as a criterion for fatigue. – I.Basic Eng. D, 1961, 83, № 1 – p. 15-21.]

С. Ж. ЖАШЕН, Д. К. ДЖАКИЯЕВ, С. С. ЖУНИСБЕКОВ

М. Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті

**КҮРДЕЛІ КЕРНЕУЛІ КҮЙДЕГІ ЖӘНЕ ТҰРАҚСЫЗ ЖҮКТЕМЕ
ӘСЕРІНЕН ЖАБДЫҚТАР МЕН МАШИНАЛАР ЭЛЕМЕНТТЕРІНІҢ
КӨП ЦИКЛДЫ ҚАЖУ ТӨЗІМДІЛІГІН ЗЕРТТЕУ**

Күрделі кернеулі күйдегі және тұрақсыз жүктеме әсерінен машиналардың конструкциялық элементтерінің қажу төзімділігін бағалауда есептік-эксперименттік әдіс қарастырылған. Есептеулер мен сынақ нәтижелеріне жүргізілген салыстырмалы талдаулар зақымданулардың энергетикалық тұжырымдамасына негізделген көп циклды қажу қирауының кинетикалық тәуелділіктерінің тиімділігін көрсетті.

Түйін сөздер: *циклды жүктеме, төзімділік, серпімді пластикалық деформация, көп циклды қажудың энергетикалық моделі, гистерезис тұзағы.*

S. J. JASEN, D. K. JAKIYEV, S. S. ZHUNISBEKOV

Taraz State University named after M. H. Dulati

**INVESTIGATION OF MULTI-CYCLE FATIGUE OF EQUIPMENT
AND MACHINERY ELEMENTS UNDER COMPLEX STRESS CONDITIONS
AND NON- STATIONARY LOADING**

A computational and experimental method for estimating the fatigue life of structural elements of machines operating under complex cyclic stress conditions and non-stationary loading is considered. Comparison of the results of the calculations and experimental data indicated the effectiveness of the kinetic equation of multi-cycle fatigue damage based on the energy concentration of fatigue failure.

Key words: *cyclic loading, durability, elastic-plastic deformation, energy model of multi-cycle fatigue, hysteresis loop.*

Б. Ж. КЫРЫКБАЕВ¹, Н. К. УТЕЛИЕВА¹, Б. Т. ШИНГИСОВ¹, Д. М. МАКСУТ²

¹Алматинский университет энергетики и связи, Алматы, Казахстан,

²Назарбаев интеллектуальная школа, Алматы, Казахстан,

ОСЕСИММЕТРИЧНЫЙ ИЗГИБ ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО РЕЗЕРВУАРА

Рассматривается задача об изгибе цилиндрического резервуара, заполненного полностью или частично жидкостью, например, нефтью, бензином или сыпучим материалом, например, зерном. Резервуар, расположенный на недеформируемом фундаменте, предполагается тонкой упругой замкнутой конечной оболочкой.

Ключевые слова: осесимметричный изгиб, резервуар, нелинейное дифференциальное уравнение.

В работе остановимся на решении задачи об изгибе цилиндрического резервуара с жестким днищем, закрепленного верхним торцом, и одновременно получим закон изгиба резервуара на твердом основании. Решения получены методом частичной дискретизации нелинейных дифференциальных уравнений [1].

Толщину стенки сосуда будем считать переменной, для простоты примем, что изменение происходит по линейному закону, хотя для решения задачи при помощи рассматриваемого метода это не имеет значения, поскольку задача может быть решена практически для любого закона изменения толщины. Итак, для произвольного закона изменения толщины $h(z)$ или, что то же самое, для произвольного закона изменения жесткости $D(z)$ квазистатическое состояние оболочки, не полностью заполненной жидкостью, описывается уравнением [2].

$$\frac{d^2}{dz^2} \left[D(z) \frac{d^2 u(z)}{dz^2} \right] + \frac{Eh(z)}{R^2} u(z) = P_1 \left(1 - \frac{z}{a} \right) [H(z) - H(z-a)], \quad (1)$$

где $h(z) = h_0 + \kappa h_1 z$, $\kappa = \pm 1$, $D(z) = \frac{Eh^3(z)}{12(1-\nu^2)} = \frac{E(h_0 + \kappa h_1 z)^3}{12(1-\nu^2)}$, $P(z) = P_1 \left(1 - \frac{z}{a} \right) [H(z) - H(z-a)]$ – закон изменения давления жидкости на стенку резервуара, $P_1 = \gamma \pi^2 Rl$, γ – удельный вес жидкости, a – уровень жидкости в резервуаре, R – радиус цилиндра, l – длина его, $H(\xi)$ – единичная функция Хевисайда, z – координатная ось, направленная от основания сосуда вверх, $u(z)$ – радиальное смещение, E – модуль упругости материала оболочки, ν – коэффициент Пуассона.

Граничные условия задачи приняты в виде:

$$u(z) = 0 \text{ при } z = \ell, \quad \frac{du(z)}{dz} = 0 \text{ при } z = 0,$$

$$M(z) = -\frac{d}{dz} \left[D(z) \frac{du(z)}{dz} \right] = -\left[D'(z) \frac{du(z)}{dz} + D(z) \frac{d^2 u(z)}{dz^2} \right] = 0 \text{ при } z = \ell, \quad (2)$$

$$Q(z) = -\frac{d}{dz} \left[D(z) \frac{du(z)}{dz} \right] = - \left[D'(z) \frac{du(z)}{dz} + D(z) \frac{d^3u(z)}{dz^3} \right] = 0 \quad \text{при } z = \ell.$$

Выполнив частичную дискретизацию дифференциального уравнения (1), получим

$$\frac{d^2}{dz^2} \left[D(z) \frac{d^2u(z)}{dz^2} \right] = P_1 \left(1 - \frac{z}{a} \right) [H(z) - H(z-a)] - \frac{E(h_0 + \kappa h_1 z)}{2R^2} \sum_{k=1}^n (z_k - z_{k+1}) \times \times [\delta(z - z_k) u(z_k) - \delta(z - z_{k+1}) u(z_{k+1})]. \quad (3)$$

Интегрирование четырежды уравнения (3) и использование граничных условий (2) дает

$$\begin{aligned} A_{11}A + A_{12}B + A_{14}D &= 0, \\ A_{21}A + A_{22}B + A_{23}C &= 0, \\ A_{31}A + A_{32}B + A_{33}C + A_{35} &= 0, \\ A_{41}A + A_{45} &= 0. \end{aligned} \quad (4)$$

Решив систему уравнений (4), получим

$$\begin{aligned} A &= \frac{A_{45}(A_{22}A_{33} - A_{23}A_{32})}{A_{41}(A_{23}A_{32} - A_{22}A_{33})}, \\ B &= \frac{A_{23}A_{31}A_{45} - A_{23}A_{35}A_{41} - A_{21}A_{33}A_{45}}{A_{41}(A_{23}A_{32} - A_{22}A_{33})}, \quad C = \frac{A_{21}A_{32}A_{45} + A_{22}A_{35}A_{41} - A_{22}A_{31}A_{45}}{A_{41}(A_{23}A_{32} - A_{22}A_{33})}, \\ D &= \frac{A_{11}A_{45}(A_{23}A_{32} - A_{22}A_{33}) + A_{12}(A_{21}A_{33}A_{45} + A_{23}A_{35}A_{41} - A_{23}A_{41}A_{45})}{A_{14}A_{41}(A_{23}A_{32} - A_{22}A_{33})}. \end{aligned} \quad (5)$$

$$A_{11} = 6 \frac{(1-\nu^2)}{E(\kappa h_1)^3} (1 - 2 \ln h_0), \quad A_{12} = 6 \frac{(1-\nu^2)}{E h_0 (\kappa h_1)^2}, \quad A_{14} = 1, \quad A_{21} = -6 \frac{(1-\nu^2)}{E(\kappa h_1)^2},$$

где $A_{23} = 1$,

$$\begin{aligned} A_{22} &= -6 \frac{(1-\nu^2)}{E h_0 (\kappa h_1)}, \quad A_{31} = - \left(\frac{3h_0}{2(\kappa h_1)^4} + 2\ell \right), \quad A_{32} = \left(1 - \frac{3}{2(\kappa h_1)} \right), \\ A_{33} &= \frac{E(\kappa h_1)(h_0 + \kappa h_1 \ell)}{4(1-\nu^2)}, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
A_{35} = & \frac{E(\kappa h_1)(h_0 + \kappa h_1 \ell)^2}{4(1-\nu^2)} \left\langle 6P_1 \frac{(1-\nu^2)}{E} \left[\frac{1}{(\kappa h_1)^2} \ln(h_0 + \kappa h_1 \ell) - \frac{\ell}{(\kappa h_1)^2 (h_0 + \kappa h_1 \ell)} - \right. \right. \\
& - \frac{\ell^2}{2(\kappa h_1)(h_0 + \kappa h_1 \ell)^2} - \left. \left. \frac{\ln h_0}{(\kappa h_1)^2} \right] - 2P_1 \frac{(1-\nu^2)}{Ea} \left[\frac{\ell}{(\kappa h_1)^3} + \frac{h_0^2}{2(\kappa h_1)^4 (h_0 + \kappa h_1 \ell)^2} + \frac{5h_0}{2(\kappa h_1)^4} - \right. \right. \\
& - \frac{3h_0^2}{(\kappa h_1)^4 (h_0 + \kappa h_1 \ell)} - \frac{3h_0}{(\kappa h_1)^4} \ln(h_0 + \kappa h_1 \ell) + \frac{3h_0}{(\kappa h_1)^4} \ln h_0 \left. \right] + 2P_1 \frac{(1-\nu^2)}{Ea} \left[\frac{(\ell - a)}{(\kappa h_1)^3} + \right. \\
& + \frac{h_0^3}{2(\kappa h_1)^4} \times \left[\frac{1}{(h_0 + \kappa h_1 \ell)^2} - \frac{1}{(h_0 + \kappa h_1 a)^2} \right] - \frac{3h_0^2}{(\kappa h_1)^4} \left[\frac{1}{(h_0 + \kappa h_1 \ell)} - \frac{1}{(h_0 + \kappa h_1 a)} \right] - \\
& - \frac{3h_0}{(\kappa h_1)^4} \ln \left(\frac{h_0 + \kappa h_1 \ell}{h_0 + \kappa h_1 a} \right) \left. \right] + 6P_1 \times \frac{(1-\nu^2)}{Ea} \left[\frac{1}{(\kappa h_1)^2} \left[\frac{\ell}{(h_0 + \kappa h_1 \ell)^2} - \frac{a}{(h_0 + \kappa h_1 a)^2} \right] + \right. \\
& + \frac{1}{2(\kappa h_1)} \left[\frac{\ell^2}{(h_0 + \kappa h_1 \ell)^2} - \frac{a^2}{(h_0 + \kappa h_1 a)^2} \right] - \frac{1}{(\kappa h_1)^3} \times \ln \left(\frac{h_0 + \kappa h_1 \ell}{h_0 + \kappa h_1 a} \right) \left. \right] - \\
& - 6P_1 \frac{(1-\nu^2)a}{E} \left[\frac{h_0}{2(\kappa h_1)^2} \left[\frac{1}{(h_0 + \kappa h_1 \ell)^2} - \frac{1}{(h_0 + \kappa h_1 a)^2} \right] + \frac{1}{(\kappa h_1)} \left[\frac{\ell}{(h_0 + \kappa h_1 \ell)} - \right. \right. \\
& \times \sum_{k=1}^n (z_k + z_{k+1}) \left(h_0 + \kappa h_1 z_k \right) \left. \left[\frac{h_0}{2(\kappa h_1)^2} \left[\frac{1}{(h_0 + \kappa h_1 \ell)^2} - \frac{1}{(h_0 + \kappa h_1 z_k)^2} \right] + \right. \right. \\
& + \frac{\ell}{(\kappa h_1)(h_0 + \kappa h_1 \ell)^2} - \frac{z_k}{2(\kappa h_1)} \times \left. \left[\frac{1}{(h_0 + \kappa h_1 \ell)^2} - \frac{1}{(h_0 + \kappa h_1 z_k)^2} \right] \right] \left. \right\} u(z_k) - \\
& - (h_0 + \kappa h_1 z_{k+1}) \left[\frac{h_0}{2(\kappa h_1)^2} \left[\frac{1}{(h_0 + \kappa h_1 \ell)^2} - \frac{1}{(h_0 + \kappa h_1 z_k)^2} \right] + \right. \\
& + \left. \frac{\ell}{(\kappa h_1)(h_0 + \kappa h_1 \ell)^2} - \frac{z_{k+1}}{2(\kappa h_1)} \left[\frac{1}{(h_0 + \kappa h_1 \ell)^2} - \frac{1}{(h_0 + \kappa h_1 z_{k+1})^2} \right] \right] \left. \right\} u(z_{k+1}) \left. \right\rangle + \\
& + \frac{E(h_0 + \kappa h_1 \ell)^3}{12(1-\nu^2)} \times \left\langle 6P_1 \frac{(1-\nu^2)a\ell}{E(h_0 + \kappa h_1 \ell)^3} \left(1 - \frac{a}{3\ell}\right) - \right.
\end{aligned}$$

$$-6P_1 \frac{(1-\nu^2)}{R^2} \sum_{k=1}^n (z_k + z_{k+1}) \left\{ (h_0 + \kappa h_1 z_k) \frac{(\ell - z_k)}{(h_0 + \kappa h_1 \ell)^3} u(z_k) - (h_0 + \kappa h_1 z_{k+1}) \frac{(\ell - z_{k+1})}{(h_0 + \kappa h_1 \ell)^3} u(z_{k+1}) \right\}; \quad A_{41} = 1; \quad (6)$$

$$A_{45} = \frac{E(\kappa h_1)(h_0 + \kappa h_1 \ell)^2}{4(1-\nu^2)} \left(6P_1 \frac{(1-\nu^2)a\ell}{E(h_0 + \kappa h_1 \ell)^3} - 2P_1 \frac{(1-\nu^2)a^2}{E(h_0 + \kappa h_1 \ell)^3} - 6P_1 \frac{(1-\nu^2)}{R^2} \sum_{k=1}^n (z_k + z_{k+1}) \times \left\{ (h_0 + \kappa h_1 z_k) \frac{(\ell - z_k)}{(h_0 + \kappa h_1 \ell)^3} u(z_k) - (h_0 + \kappa h_1 z_{k+1}) \frac{(\ell - z_{k+1})}{(h_0 + \kappa h_1 \ell)^3} u(z_{k+1}) \right\} \right) + \frac{E(h_0 + \kappa h_1 \ell)^3}{12(1-\nu^2)^2} \times \left(6P_1 \frac{(1-\nu^2)a}{E^3} \left[\frac{1}{(h_0 + \kappa h_1 \ell)^3} - \frac{3(\kappa h_1)\ell}{(h_0 + \kappa h_1 \ell)^4} + \frac{a(\kappa h_1)}{(h_0 + \kappa h_1 \ell)^4} \right] - 6P_1 \frac{(1-\nu^2)}{R^2} \sum_{k=1}^n (z_k + z_{k+1}) \times \left\{ (h_0 + \kappa h_1 z_k) \left[\frac{1}{(h_0 + \kappa h_1 \ell)^3} - \frac{3(\kappa h_1)(\ell - z_k)}{(h_0 + \kappa h_1 \ell)^4} \right] u(z_k) - (h_0 + \kappa h_1 z_{k+1}) \times \left[\frac{1}{(h_0 + \kappa h_1 \ell)^3} - \frac{3(\kappa h_1)(\ell - z_{k+1})}{(h_0 + \kappa h_1 \ell)^4} \right] u(z_{k+1}) \right\} \right).$$

В работе получены закономерности изменения прогиба оболочки $u(z)$, угла поворота $\frac{du(z)}{dz}$, радиальных моментов $M(z)$, перерезывающих сил $Q(z)$. В связи с громоздкостью их выражений в работе приведены только выражения прогиба и угла поворота:

$$u(z) = \left(6P_1 \frac{(1-\nu^2)}{E} \left\{ \frac{z^2}{2(\kappa h_1)^2 (h_0 + \kappa h_1 z)} - \frac{2z}{(\kappa h_1)^3} \ln(h_0 + \kappa h_1 z) + \frac{3(h_0 + \kappa h_1 z)}{(\kappa h_1)^4} [\ln(h_0 + \kappa h_1 z) - 1] - \frac{3h_0}{(\kappa h_1)^4} (\ln h_0 - 1) - \frac{z}{(\kappa h_1)^3} \ln h_0 \right\} - 2P_1 \frac{(1-\nu^2)}{aE} \left\{ \frac{z^2}{2(\kappa h_1)^3} - \frac{h_0^3}{2(\kappa h_1)^5 (h_0 + \kappa h_1 z)} + \frac{5h_0 z}{2(\kappa h_1)^4} - \right.$$

$$\begin{aligned}
& -\frac{5h_0}{2(\kappa h_1)^5} - \frac{3h_0^2}{(\kappa h_1)^5} \ln(h_0 + \kappa h_1 z) + 6\frac{h_0^2}{(\kappa h_1)^5} \ln h_0 - \frac{3h_0}{(\kappa h_1)^5} (h_0 + \kappa h_1 z) [\ln(h_0 + \kappa h_1 z) - 1] + \\
& + \frac{3h_0 z}{(\kappa h_1)^4} \ln h_0 \left. \right\} H(z) + \left(2P_1 \frac{(1-v^2)}{aE} \left\langle \frac{(z^2 - a^2)}{2(\kappa h_1)^3} - \frac{h_0^3}{2(\kappa h_1)^5} \left[\frac{1}{(h_0 + \kappa h_1 z)} - \frac{1}{(h_0 + \kappa h_1 a)} \right] - \right. \right. \\
& \quad \left. \left. - \frac{3h_0^2}{(\kappa h_1)^5} \times \ln \frac{(h_0 + \kappa h_1 z)}{(h_0 + \kappa h_1 a)} - \frac{3h_0}{(\kappa h_1)^5} \left\{ (h_0 + \kappa h_1 z) [\ln(h_0 + \kappa h_1 z) - 1] - \right. \right. \right. \\
& \quad \left. \left. - (h_0 + \kappa h_1 a) \left[\ln(h_0 + \kappa h_1 a) - 1 \right] \right\} - \frac{a(z-a)}{(\kappa h_1)^3} - \frac{h_0^3(z-a)}{2(\kappa h_1)^4 (h_0 + \kappa h_1 a)^2} + \frac{3h_0^2(z-a)}{(\kappa h_1)^4 (h_0 + \kappa h_1 a)} + \right. \\
& \quad \left. + \frac{3h_0(z-a)}{(\kappa h_1)^4} \ln(h_0 + \kappa h_1 a) \right\rangle - 6P_1 \frac{(1-v^2)}{E} \times \left\langle \frac{1}{2(\kappa h_1)^2} \left[\frac{z^2}{(h_0 + \kappa h_1 z)} - \frac{a^2}{(h_0 + \kappa h_1 a)} \right] - \right. \\
& \quad \left. - \frac{2}{(\kappa h_1)^3} [z \ln(h_0 + \kappa h_1 z) - a \ln(h_0 + \kappa h_1 a)] + \frac{3}{(\kappa h_1)^4} \times \left\{ (h_0 + \kappa h_1 z) \left[\ln(h_0 + \kappa h_1 z) - 1 \right] - \right. \right. \\
& \quad \left. \left. - (h_0 + \kappa h_1 a) \left[\ln(h_0 + \kappa h_1 a) - 1 \right] \right\} + \frac{a^2(z-a)}{2(\kappa h_1)(h_0 + \kappa h_1 a)^2} + \frac{a(z-a)}{(\kappa h_1)^2 (h_0 + \kappa h_1 a)} - \right. \\
& \quad \left. - \frac{(z-a)}{(\kappa h_1)^3} \ln(h_0 + \kappa h_1 a) \right\rangle + 6P_1 \frac{(1-v^2)a}{E} \left\{ \frac{h_0}{2(\kappa h_1)^3} \left[\frac{1}{(h_0 + \kappa h_1 z)} - \frac{1}{(h_0 + \kappa h_1 a)} \right] + \right. \\
& \quad \left. + \frac{1}{(\kappa h_1)^2} \left[\frac{z}{(h_0 + \kappa h_1 z)} - \frac{a}{(h_0 + \kappa h_1 a)} \right] - \frac{1}{(\kappa h_1)^3} \ln \frac{(h_0 + \kappa h_1 z)}{(h_0 + \kappa h_1 a)} + \frac{h_0(z-a)}{2(\kappa h_1)^2 (h_0 + \kappa h_1 a)^2} + \right. \\
& \quad \left. + \frac{a(z-a)}{(\kappa h_1)(h_0 + \kappa h_1 a)^2} \right\} - 2P_1 \frac{(1-v^2)a^2}{E} \left\{ \frac{1}{2(\kappa h_1)^2} \left[\frac{1}{(h_0 + \kappa h_1 z)} - \frac{1}{(h_0 + \kappa h_1 a)} \right] + \right. \\
& \quad \left. + \frac{(z-a)}{2(\kappa h_1)(h_0 + \kappa h_1 a)^2} \right\} \times \tag{7} \\
& \times H(z-a) - 6\frac{(1-v^2)}{R^2} \sum (z_k + z_{k+1}) \left((h_0 + \kappa h_1 z_k) \left\{ \frac{h_0}{2(\kappa h_1)^3} \left[\frac{1}{(h_0 + \kappa h_1 z)} - \frac{1}{(h_0 + \kappa h_1 z_k)} \right] + \right. \right. \\
& \quad \left. \left. + \frac{h_0(z-z_k)}{2(\kappa h_1)^3 (h_0 + \kappa h_1 z_k)^2} + \frac{1}{(\kappa h_1)^2} \left[\frac{z}{(h_0 + \kappa h_1 z)} - \frac{z_k}{(h_0 + \kappa h_1 z_k)} \right] - \right. \right.
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & -\frac{1}{(\kappa h_1)^3} \ln \frac{(h_0 + \kappa h_1 z)}{(h_0 + \kappa h_1 z_k)} + \frac{z_k(z - z_k)}{2(\kappa h_1)(h_0 + \kappa h_1 z_k)^2} - \\
 & -\frac{z_k}{2(\kappa h_1)^2} \left[\frac{1}{(h_0 + \kappa h_1 z)} - \frac{1}{(h_0 + \kappa h_1 z_k)} \right] \left. \right\} H(z - z_k) u(z_k) - (h_0 + \kappa h_1 z_{k+1}) \times \\
 & \times \left\{ \frac{h_0}{2(\kappa h_1)^3} \left[\frac{1}{(h_0 + \kappa h_1 z)} - \frac{1}{(h_0 + \kappa h_1 z_{k+1})} \right] + \frac{h_0(z - z_{k+1})}{2(\kappa h_1)^2 (h_0 + \kappa h_1 z_{k+1})^2} + \frac{1}{(\kappa h_1)^2} \left[\frac{z}{(h_0 + \kappa h_1 z)} - \right. \right. \\
 & \left. \left. - \frac{z_{k+1}}{(h_0 + \kappa h_1 z_{k+1})} \right] - \frac{1}{(\kappa h_1)^3} \ln \frac{(h_0 + \kappa h_1 z)}{(h_0 + \kappa h_1 z_{k+1})} + \frac{z_{k+1}(z - z_{k+1})}{2(\kappa h_1)(h_0 + \kappa h_1 z_{k+1})^2} - \frac{z_{k+1}}{2(\kappa h_1)^2} \left[\frac{1}{(h_0 + \kappa h_1 z)} - \right. \right. \\
 & \left. \left. - \frac{1}{(h_0 + \kappa h_1 z_{k+1})} \right] \right\} H(z - z_{k+1}) u(z_{k+1}) + \\
 & + 12 \frac{(1 - \nu^2)}{E} \left\{ \frac{h_0}{2(\kappa h_1)^3 (h_0 + \kappa h_1 z)} + \frac{z}{(\kappa h_1)^2 (h_0 + \kappa h_1 z)} - \right. \\
 & \left. - \frac{1}{(\kappa h_1)^3} \ln(h_0 + \kappa h_1 z) \right\} \left[\frac{A_{45}(A_{22}A_{33} - A_{23}A_{32})}{A_{41}(A_{23}A_{32} - A_{22}A_{33})} \right] + 6 \frac{(1 - \nu^2)}{E(\kappa h_1)^2 (h_0 + \kappa h_1 z)} \times \\
 & \times \left[\frac{A_{23}A_{31}A_{45} - A_{23}A_{35}A_{41} - A_{21}A_{33}A_{45}}{A_{41}(A_{23}A_{32} - A_{22}A_{33})} \right] + z \left[\frac{A_{21}A_{32}A_{45} + A_{22}A_{35}A_{41} - A_{22}A_{31}A_{45}}{A_{41}(A_{23}A_{32} - A_{22}A_{33})} \right] + \\
 & + \left[\frac{A_{11}A_{45}(A_{23}A_{32} - A_{22}A_{33}) + A_{12}(A_{21}A_{33}A_{45} + A_{23}A_{35}A_{41} - A_{23}A_{41}A_{45})}{A_{14}A_{41}(A_{23}A_{32} - A_{22}A_{33})} \right], \\
 & \frac{du(z)}{dz} = 6P_1 \frac{(1 - \nu^2)}{E} \left\{ \frac{1}{(\kappa h_1)^3} \ln(h_0 + \kappa h_1 z) - \frac{z}{(\kappa h_1)^2 (h_0 + \kappa h_1 z)} - \frac{z^2}{2(\kappa h_1)(h_0 + \kappa h_1 z)} - \right. \\
 & \left. - \frac{1}{(\kappa h_1)^3} \ln h_0 \right\} - 2P_1 \frac{(1 - \nu^2)}{aE} \left\{ \frac{z}{(\kappa h_1)^3} + \frac{h_0^3}{2(\kappa h_1)^4 (h_0 + \kappa h_1 z)^2} + \frac{5h_0}{2(\kappa h_1)^4} - \frac{3h_0^2}{(\kappa h_1)^4 (h_0 + \kappa h_1 z)} - \right. \\
 & \left. - \frac{3h_0}{(\kappa h_1)^4} \ln(h_0 + \kappa h_1 z) + \right. \\
 & \left. + \frac{3h_0}{(\kappa h_1)^4} \ln h_0 \right\} H(z) + \left(2P_1 \frac{(1 - \nu^2)}{aE} \left\{ \frac{(z - a)}{(\kappa h_1)^3} + \frac{h_0^3}{2(\kappa h_1)^4} \left[\frac{1}{(h_0 + \kappa h_1 z)^2} - \frac{1}{(h_0 + \kappa h_1 a)^2} \right] - \right. \right.
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& -\frac{3h_0^2}{(\kappa h_1)^4} \times \left[\frac{1}{(h_0 + \kappa h_1 z)} - \frac{1}{(h_0 + \kappa h_1 a)} \right] - \frac{3h_0}{(\kappa h_1)^4} \ln \frac{(h_0 + \kappa h_1 z)}{(h_0 + \kappa h_1 a)} \Big\} + \\
& + 6P_1 \frac{(1-\nu^2)}{E} \left\{ \frac{1}{(\kappa h_1)^2} \left[\frac{z}{(h_0 + \kappa h_1 z)} - \frac{a}{(h_0 + \kappa h_1 a)} \right] + \frac{1}{2(\kappa h_1)} \left[\frac{z^2}{(h_0 + \kappa h_1 z)^2} - \frac{a^2}{(h_0 + \kappa h_1 a)^2} \right] - \right. \\
& \quad \left. - \frac{1}{(\kappa h_1)^3} \ln \frac{(h_0 + \kappa h_1 z)}{(h_0 + \kappa h_1 a)} \right\} - 6P_1 \frac{(1-\nu^2)a}{E} \times \\
& \quad \times \left\{ \frac{h_0}{2(\kappa h_1)^2} \left[\frac{1}{(h_0 + \kappa h_1 z)^2} - \frac{1}{(h_0 + \kappa h_1 a)^2} \right] + \frac{1}{(\kappa h_1)} \left[\frac{z}{(h_0 + \kappa h_1 z)^2} - \frac{a}{(h_0 + \kappa h_1 a)^2} \right] \right\} + \\
& \quad + 2P_1 \frac{(1-\nu^2)a^2}{E} \times \left\{ \frac{1}{2(\kappa h_1)} \left[\frac{1}{(h_0 + \kappa h_1 z)^2} - \frac{1}{(h_0 + \kappa h_1 a)^2} \right] \right\} \Big) H(z-a) + \\
& + 6P_1 \frac{(1-\nu^2)}{R^2} \sum (z_k + z_{k+1}) \times \left((h_0 + \kappa h_1 z_k) \left\{ \frac{h_0}{2(\kappa h_1)^2} \left[\frac{1}{(h_0 + \kappa h_1 z)^2} - \frac{1}{(h_0 + \kappa h_1 z_k)^2} \right] + \right. \right. \quad (8) \\
& \quad + \frac{z}{(\kappa h_1)(h_0 + \kappa h_1 z)^2} - \frac{z_k}{2(\kappa h_1)} \times \left[\frac{1}{(h_0 + \kappa h_1 z)^2} - \frac{1}{(h_0 + \kappa h_1 z_k)^2} \right] \Big\} H(z-z_k) u(z_k) - \\
& \quad - (h_0 + \kappa h_1 z_{k+1}) \left\{ \frac{h_0}{2(\kappa h_1)^2} \left[\frac{1}{(h_0 + \kappa h_1 z)^2} - \frac{1}{(h_0 + \kappa h_1 z_{k+1})^2} \right] + \frac{z}{(\kappa h_1)(h_0 + \kappa h_1 z)^2} - \right. \\
& \quad \left. - \frac{z_{k+1}}{2(\kappa h_1)} \left[\frac{1}{(h_0 + \kappa h_1 z)^2} + \frac{1}{(h_0 + \kappa h_1 z_{k+1})^2} \right] \right\} H(z-z_{k+1}) u(z_{k+1}) - \\
& - 12 \frac{(1-\nu^2)}{E} \left[\frac{h_0}{2(\kappa h_1)^2 (h_0 + \kappa h_1 z)^2} + \frac{z}{(\kappa h_1)(h_0 + \kappa h_1 z)^2} \right] \left[\frac{A_{45}(A_{22}A_{33} - A_{23}A_{32})}{A_{41}(A_{23}A_{32} - A_{22}A_{33})} \right] + \\
& + 6 \frac{(1-\nu^2)}{E(\kappa h_1)(h_0 + \kappa h_1 z)^2} \times \left[\frac{A_{23}A_{31}A_{45} - A_{23}A_{35}A_{41} - A_{21}A_{33}A_{45}}{A_{41}(A_{23}A_{32} - A_{22}A_{33})} \right] + \\
& \quad + \left[\frac{A_{21}A_{32}A_{45} + A_{22}A_{35}A_{41} - A_{22}A_{31}A_{45}}{A_{41}(A_{23}A_{32} - A_{22}A_{33})} \right].
\end{aligned}$$

Полученное решение развито для варианта цилиндрического резервуара с жестким дном и полностью заполненного жидкостью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тюреходжаев А.Н., Кырыкбаев Б.Ж. Решение задачи об изгибе гибкой круглой пластины методом частичной дискретизации дифференциальных уравнений. Известия НАН РК. Серия физико-математическая. 2004. – №3. – С. 66-71. [Tyurekhodzhaev A.N., Kyrykbaev B.ZH. Reshenie zadachi ob izgibe gibkoj krugloj plastiny metodom chastichnoj diskretizacii differencial'nyh uravnenij. Izvestiya NAN RK. Seriya fiziko-matematicheskaya. 2004. – №3. – S. 66-71.]

2 Тюреходжаев А.Н., Кырыкбаев Б.Ж. Изгиб цилиндрической оболочки под воздействием круговой радиальной нагрузки. Междун. научно-техн. конф. «Достижения науки в области стр. мех. и инж. сооруж.». Алматы. – 2005.– С.40-45.[Tyurekhodzhaev A.N., Kyrykbaev B.ZH. Izgib cilindricheskoj obolochki pod vozdejstviem krugovoj radial'noj nagruzki. Mezhdun. nauchno-tekhn. konf. «Dostizheniya nauki v oblasti str. mekh. i inzh. sooruzh.». Almaty. – 2005.– S.40-45.]

Б. Ж. ҚЫРЫҚБАЕВ¹, Н. К. УТЕЛИЕВА¹, Б. Т. ШЫНҒЫСОВ¹, Д. М. МАҚСУТ²

¹Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы, Қазақстан,

²Назарбаев зияткерлік мектебі, Алматы, Қазақстан,

ЦИЛИНДРЛІК ҚОЙМАНЫҢ ӨСТІ СИММЕТРИЯЛЫҚ ИЛІСІ

Мақалада сұйықтықтар, мысалы, мұнай, бензин немесе сусымалы материалдар, астық, т.б. жартылай немесе толық толтырылған цилиндрлік ыдыстың иілуі туралы есептер қарастырылған. Деформацияланбайтын іргетаста орналасқан ыдыс жіңішке серіппелі тұйық шекті қабықша түрінде болжануда.

Түйін сөздер: остік симметриялы иілу, ыдыс, сызықтық емес дифференциалды теңдеу.

B. ZH. KYRYKBAEV¹, N. K. UTELIEVA¹, B. T. SHINGISOV¹, D. M. MAK SUT²

¹Almati University of energy and communications, Almaty, Kazakhstan

²Nazarbayev intellectual school, Almaty, Kazakhstan

AXISYMMETRIC BENDING OF A CYLINDRICAL TANK

An article is available on the problem associated with the presence of a completely isolated or partially liquid part, for example, oil, gasoline or in a loose way, for example, with grain. The tank, located on a non-deformable foundation, is a thin elastic closed end shell.

Key words: axisymmetric bending, reservoir, nonlinear differential equation.

А. Д. САПАРБАЕВ¹, А. Т. МАКУЛОВА², А. А. ЕЛЕУСОВ³

¹Академия Кайнар, Алматы, Казахстан

²НАО «Университет Нархоз», Алматы, Казахстан

³Международная академия инновационных технологий,
Нур-Султан, Казахстан

МОДЕЛИ ТРАНСПОРТИРОВКИ ЗЕРНА В КОМПЛЕКСНОЙ СИСТЕМЕ ЗЕРНОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ

Цель научной статьи состоит в определении оптимальных вариантов прикрепления зерновых хозяйств к хлебоприемным предприятиям. При написании работы были использованы методы изучения библиографических источников и принципы экономико-математического моделирования, систематизации, синтеза, сравнения, количественного и качественного анализа.

Результаты исследования: определены оптимальные варианты прикрепления зерновых хозяйств к хлебоприемным предприятиям на условиях эффективного использования технической возможности их по операциям приема, обработки, размещения, формирования партий зерна и оптимальная схема привязки хлебоприемных предприятий к перерабатывающим заводам с учетом расстояния перевозок для целевого назначения, а также годовой потребности.

Ключевые слова: моделирование, экономико-математические модели, информация, планирование, управление, технология, оптимизация.

Введение. Для повышения эффективности производства зерна необходимо обеспечить тесную связь зернового хозяйства с отраслями, занимающимися хранением, переработкой зерновых культур и реализацией их продукции.

Правильная организация вывоза выращенного урожая зерновых культур играет важную роль в повышении эффективности функционирования хлебоприемных предприятий (ХПП) и всего отрасли экономики, так как способствует относительному сокращению всех транспортных расходов, повышению качества и сохранности зерна, снижению себестоимости заготовок, совершенствованию экономических взаимоотношений отраслей зерноперерабатывающих производств в процессе транспортно-заготовительных работ в сжатые сроки.

Разного рода встречные, излишне дальние перевозки зерновых культур отвлекают транспортные средства от действительно нужных зерновых перевозок, необоснованно увеличивают объем транспортных и погрузочно-разгрузочных работ, что, в свою очередь, вызывает нерациональный расход государственных средств, выделяемых на возмещение затрат по организации работ транспортных систем. Следовательно, снижения расходов по вывозу можно добиться на основе рациональных схем перевозок путем оптимальной увязки зерновых хозяйств с ХПП [1, 2].

Материал и методы исследования. Решение такой комплексной многовариантной проблемы может быть осуществлено только на базе применения интенсивных методов формирования решений, а именно на основе использования экономико-математических моделей и компьютерных информационных технологий.

Обязательным условием заготовок зерна является сдача его на ХПП в возможно более короткие сроки. При этом необходимо организовать своевременную доставку зерна от хлебосдатчиков к ХПП.

При оптимизации технологии заготовок зерна в системе «поле-заготовка» можно определить основные параметры объема заготовок и формирование оптимальных потоков перевозки зерна транспортными средствами. К ним относятся: выявление возможной величины объема заготовок и удельного веса зерновых культур, а также установление числа формируемых партий зерна по целевым назначениям в зависимости от состояния и технологического достоинства.

Задача увязки зерновых хозяйств с ХПП относится к классу задач оперативного планирования. Математическая модель задачи увязки зерновых хозяйств с ХПП сформулирована как многоиндексная транспортно-распределенная задача линейного программирования большой размерности.

Необходимо отыскать в области допустимых значений такие решения, при котором минимизируются работы, выполняемые транспортными средствами по перевозке зерновых культур в системе «поле-заготовка».

Перейдем к рассмотрению математической модели задач.

Требуется минимизировать

$$F(x) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{l=1}^L \sum_{t=1}^T R_{ilt} X_{ijlt} \quad (1)$$

при ограничениях:

на объем выращиваемых зерновых культур

$$\sum_{l=1}^L X_{ijlt} \geq Q_{ijt}, \quad i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n}; t = \overline{1, T}; \quad (2)$$

на объем заготовок зерна каждого ХПП

$$\sum_{i=1}^m X_{ijlt} \geq P_{jlt}, \quad l = \overline{1, L}; j = \overline{1, n}; t = \overline{1, T}; \quad (3)$$

на вместимость ХПП

$$\alpha_l \leq \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{t=1}^T X_{ijlt}, \quad l = \overline{1, L}; \quad (4)$$

на технические возможности ХПП

$$\sum_{i=1}^m U_{ijt} X_{ijlt} \leq V_{ilt} P_{jlt}, \quad j = \overline{1, m}; l = \overline{1, L}; t = \overline{1, T}; \quad (5)$$

при естественном требовании неотрицательности переменных

$$X_{ijlt} \leq 0 \quad i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n}; l = \overline{1, L}; t = \overline{1, T}; \quad (6)$$

где i – индекс зернового хозяйства; j – индекс вида зерновых культур; l – индекс ХПП; t – индекс временного подпериода; Q_{ijt} – объем зерновых культур j -го вида в i - хозяйстве, который необходимо перевезти в подпериод t ; P_{jlt} – объемы заготовок l -го ХПП по j -ой культуре в подпериоде t ; α_l – минимальный объем зерна необходимый для бесперебойной работы l -го ХПП; R_{ilt} – расстояние между i -ми зерновыми хозяйствами и l -ном ХПП; U_{ijt} – удельный вес j -ой культуры в i -ом хозяйстве подпериоде

t ; V_{jlt} – удельный вес j -ой культуры в l -ой ХПП а подпериоде t ; X_{ijlt} – объемы поставляемых зерновых культур j -го вида с выращенного i -го зернового хозяйства к l -му в подпериоде t .

В более общем случае модель (1)–(6) следует дополнить неравенствами типа (4), учитывающим зерносушильные мощности ХПП. Однако математическое содержание модели от этого изменится.

При решении задачи (1)–(6) обычными методами линейного программирования возникают значительные трудности, связанные с большой размерностью задачи и ограниченностью объема быстросействующей памяти компьютерной техники [3].

Специфика системы ограничений (1)–(6) позволяет использовать метод агрегирования: заменяется процесс решения исходной задачи решением ряда задач значительно меньшей размерности с соответствующей увязкой получаемых решений.

Экспериментальные расчеты по модели (1)–(6) выполнялись на реальных данных Акмолинского областного департамента сельского хозяйства и Комитета статистики Министерств Национальной экономики Республики Казахстан за последние годы с помощью разработанного специализированного диалогового комплекса «ASTYK», обеспечивающего решение в реальном масштабе времени задачи увязки зерновых хозяйств с ХПП на территории области. Предназначенные для проведения расчетов по линейным моделям различного содержания размерности и структуры на базе типовых программных средств, а также процедуры предусматривают параметрическую генерацию моделей, их дорасчетную диагностику, автоматическую настройку программ генерации отчетов, управление диалогом [4, 5].

В соответствии с этим программное обеспечение осуществляет: табличный ввод информации; контроль и коррекцию исходной информации; расчет оптимального плана увязки; анализ и коррекцию полученных результатов; выдачу выходных форм документов.

Экспериментальные расчеты состоят из трех этапов: 1) подготовка исходной информации для решения конкретного варианта задачи; 2) решение задачи; 3) выдача результатов решения в удобной для пользователя форме.

На первом этапе для представления исходной информации в современных пакетах решения оптимизационных задач математического программирования принят MPS-формат представления данных.

Нами разработан комплекс программ, осуществляющий перевод данных в MPS-формат, позволяющий представлять входные данные в виде таблиц, быстро и эффективно корректировать вводимую информацию.

На втором этапе для установления оптимального варианта увязки зерновых хозяйств с ХПП решались следующие задачи: группирование зерновых хозяйств по ХПП с учетом существующего перечня на основании договоров контрактации; группирование зерновых хозяйств по ХПП с учетом наименьшего расстояния подвоза зерна в пределах области; группирование зерновых хозяйств по ХПП с учетом наименьшего расстояния подвоза зерна в пределах района.

При оценке схемы привязки исследуемых вариантов проведенный анализ решения показал, что наиболее оптимальным считается второй вариант, т.е. увязки зерновых хозяйств за ХПП с учетом наименьшего расстояния подвоза зерна в пределах области.

В результате работы хозяйств, ХПП и автомобильного транспорта в соответствии с оптимальной схемой увязки хозяйств с ХПП среднее расстояние подвоза зерна на предприятия сократилось против существующего на 13,1 км, т.е. сократилась стоимость перевозки 1 т зерна на 3024 тенге в целом по области. От оптимизации увязки зерновых хозяйств с ХПП общая экономическая эффективность составила (расчетно) 709128 тыс. тенге.

На третьем этапе на основании полученного решения и первичной информации вычисляются интересующие нас технико-экономические показатели в форме отчетов.

Экспериментальные расчеты показали необходимость учета в модели (1)–(6) еще целого ряда условий и ограничений, причем таких, которые, как правило, заранее неизвестны, и могут быть актуализированы только специалистом-экономистом непосредственно в процессе формирования плана.

Результаты и их обсуждение. В приведенной модели (1)–(6) предполагается, что все величины являются детерминированными, однако исследования показывают, что считать заранее определенными эти величины нельзя, так как в различных условиях они могут значительно изменяться. Поэтому детерминированная модель (1)–(6) не отражает условий, связанных со случайным характером величин, и возникает необходимость рассматривать модели стохастического программирования, учитывающие вероятностный характер исходной информации.

Предположим, что все данные модели (1)–(6), кроме правых частей неравенств (3) и (5), заранее известны. Пусть величина P_{jlt} – объемы заготовок зерна ХПП – является случайной величиной с заданным законом распределения. Тогда задачу (1)–(6) можно сформулировать как одноэтапную стохастическую задачу в виде:

$$Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{l=1}^L \sum_{t=1}^T R_{ilt} X_{ijlt} + M \left(\sum_{j=1}^n \sum_{l=1}^L \sum_{t=1}^T \alpha_{jlt} \left(\max \left(0; \sum_{i=1}^m X_{ijlt} - P_{jlt}(\Theta) \right) \right) \right) + \quad (7)$$

$$+ M \left(\sum_{j=1}^n \sum_{l=1}^L \sum_{t=1}^T \beta_{jlt} \left(\max \left(0; \sum_{i=1}^m U_{ijl} X_{ijlt} - V_{ilt} P_{jlt}(\Theta) \right) \right) \right) \rightarrow \min,$$

$$\sum_{t=1}^T X_{ijlt} \geq Q_{ijl}, \quad i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n}; t = \overline{1, T}; \quad (8)$$

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{l=1}^L X_{ijlt} \geq \alpha_1, \quad l = \overline{1, L}, \quad (9)$$

$$X_{ijlt} \leq 0 \quad i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n}; l = \overline{1, L}; t = \overline{1, T}; \quad (10)$$

где α_{jlt} , β_{jlt} – штрафные множители.

Полученная задача является сложной экспериментальной задачей. Для ее решения неприменимы известные методы линейного программирования. Следует отметить, что сложность решения связана с тем, что практически невозможно получить точное выражение функции Z и ее производных. Поэтому для решения задачи (7)–(10) целесообразно применять прямые вероятностные методы стохастического программирования, в частности метод стохастической линеаризации [6].

Таким образом, по экспериментальному расчету при наименьшем расстоянии подвоза зерна создается экономическая предпосылка по уменьшению расходов на заготовку зерна в зерноперерабатывающем производстве.

Снижение транспортных расходов при транспортировке зерна в комплексной системе «поле–заготовка–переработка», сохранение их качества за счет ускорения транспортировки достигается приложением наиболее рациональных схем перевозок путем оптимальной координации и взаимоувязки его составляющих подсистем.

Нами разработаны двухэтапные оптимизационные модели управления формированием запасов и реализацией целевых партий пшеницы в производственной системе «поле–заготовка–переработка» [7].

Математическая модель транспортировки зерна в комплексной системе «поле–заготовка–переработка» сформулирована как производственно-транспортная задача линейного программирования большой размерности.

Решение задачи транспортировки зерна в комплексной системе «поле–заготовка–переработка» осуществлялось в двух этапах: «поле–заготовка» и «заготовка–переработка», определяющих формирование оптимальных запасов и реализацию целевых партий пшеницы.

Расчеты по системе «поле–заготовка» показывают, что в целом в области: из 104 зерновых хозяйств обеспечены необходимой вместимостью 74, а зерносушильной производительностью – 99, хорошо оснащены ХПП зерноочистительной техникой, так как по третьему варианту расчета почти сбалансирована ее необходимая и фактическая производительность.

Выводы. В комплексной системе «поле–заготовка–переработка» на примере Акмолинской области определены оптимальные варианты прикрепления зерновых хозяйств к хлебоприемным предприятиям на условиях эффективного использования технической возможности их по операциям приема, обработки, размещения, формирования партий зерна и оптимальная схема привязки хлебоприемных предприятий к перерабатывающим заводам с учетом расстояния перевозок для целевого назначения, а также годовой потребности. Данные решения моделей могут быть использованы для обоснования вместимости, пропускной способности хлебоприемных элеваторов и управления реализацией зерна.

ЛИТЕРАТУРА

1 Изтаев А.И., Кулажанов К.С., Сапарбаев А.Д. Инновационные технологии и логистики перерабатывающих производств АПК. – Алматы: ТОО «Фортуна Полиграф». 2019. – 722 с. [Iztaev A.I., Kulazhanov K.S., Saparbaev A.D. Innovacionnyye tekhnologii i logistiki pererabatyvayushchih proizvodstv APK. – Almaty: ТОО «Fortuna Poligraf». 2019. – 722 s.]

2 Сапарбаев А.Д. Транспортная логистика в зерноперерабатывающем производстве. – Алматы: ТОО «Фортуна Полиграф». 2019. – 242 с. [Saparbaev A.D. Transportnaya logistika v zernopererabatyvayushchem proizvodstve. – Almaty: ТОО «Fortuna Poligraf». 2019. – 242 s.]

3 Михалевич В.С., Трубин В.А., Шор Н.З. Оптимизационные задачи производственно-транспортного планирования: модели, методы, алгоритмы. – М.: Наука, 2006. – 264 с. [Mihalevich V.S., Trubin V.A., SHor N.Z. Optimizacionnyye zadachi proizvodstvenno-transportnogo planirovaniya: modeli, metody, algoritmy. – М.: Nauka, 2006. – 264 s.]

4 Михалевич В.С., Архангельский Ю.С. О диалоговых моделях планирования // Моделирование и информатика в РАС и ОГАС. – Киев: Ин-т кибернетики им.В.М. Глушкова АН УССР, 1999.

– С.4-16. [Mihalevich B.C., Arhangel'skij YU.S. O dialogovyh modelyah planirovaniya // Modelirovanie i informatika v RAS i OGAS. – Kiev: In-t kibernetiki im.V.M. Glushkova AN USSR, 1999. – S.4-16.]

5 Brockington N.R. Computer modelling in agriculture. Oxford: Clarendon Press, 2009. – 156 p.

6 Ермолев Ю.М., Ястремский А.И. Стохастические модели и методы в экономическом планировании. – М.: Наука, 2009. – 253 с. [Ermol'ev YU.M., YAstremskij A.I. Stokhasticheskie modeli i metody v ekonomicheskom planirovanii. – М.: Nauka, 2009. – 253 s.]

7 Saparbayev A.D. Modeling logistic flows in the transport of cereals // International scientific journal «Austria-science». – Innsbruck: Austria-science, 2017. – №.2. – P.126-130. [Saparbayev A.D. Modeling logistic flows in the transport of cereals // International scientific journal «Austria-science». – Innsbruck: Austria-science, 2017. – №.2. – P.126-130.]

А. Д. САПАРБАЕВ¹, А. Т. МАКУЛОВА², А. А. ЕЛЕУСОВ³

¹Қайнар академиясы, Алматы, Қазақстан

²“Нархоз университеті” КЕАҚ, Алматы, Қазақстан

³Халықаралық инновациялық технологиялар академиясы, Нұр-Сұлтан, Қазақстан

АСТЫҚТЫ ҚАЙТА ӨНДЕУ ӨНДІРІСТЕРІНІҢ КЕШЕНДІ ЖҮЙЕСІНДЕ АСТЫҚТЫ ТАСЫМАЛДАУ МОДЕЛЬДЕРІ

Ғылыми мақаланың мақсаты – астық қабылдау кәсіпорнына астық шаруашылықтарын бекітудің оңтайлы нұсқаларын анықтау. Жұмысты жазу кезінде библиографиялық дереккөздерді және экономикалық-математикалық модельдеу, жүйелеу, синтездеу, салыстыру, сандық және сапалық талдау принциптерін зерттеу әдістері қолданылды.

Зерттеу нәтижелері – астық қабылдау кәсіпорындарын, олардың өнімді қабылдау, өңдеу, орналастыру, қалыптастыру жұмыстарын жүргізу үшін техникалық мүмкіндіктерін тиімді пайдалану тұрғысында, астық өндіретін шаруашылықтармен тиімді байланыстыру жолдары мен тасымалдау қашықтығын ескере отырып, сондай-ақ жылдық талаптарына сай астық қабылдау кәсіпорындарын өңдеуші зауыттармен байланыстырудың оңтайлы схемасын анықтау болып табылады.

Түйін сөздер: модельдеу, экономикалық және математикалық модельдер, ақпарат, жоспарлау, басқару, технология, оңтайландыру.

A. D. SAPARBAEV¹, A. T. MAKULOVA², A. A. ELEUSOV³

¹Akademiya Kainar, Almaty, Kazakhstan

²Narkhoz University, Almaty, Kazakhstan

³International Academy of innovative technologies, Nur-Sultan, Kazakhstan

MODELS OF GRAIN TRANSPORTATION IN A COMPLEX SYSTEM OF GRAIN PROCESSING PLANTS

The purpose of the scientific article is to determine the optimal options for attaching grain farms to grain receiving enterprises. When writing the work were used methods for studying bibliographic sources and the principles of economic and mathematical modeling, systematization, synthesis, comparison, quantitative and qualitative analysis.

Results of the study – the optimal options for attaching grain farms to grain receiving enterprises were determined on the basis of the effective use of their technical ability in operations of receiving, processing, placing, forming batches of grain and the optimal scheme for linking grain receiving enterprises to processing plants taking into account the distance of transportation for the intended purpose, as well as the annual needs.

Key words: modeling, economic and mathematical models, information, planning, management, technology, optimization.

УДК 519.6

<https://doi.org/10.47533/2020.1606-146X.04>

*A. *ALTYBAY, N. TOKMAGAMBETOV, Z. SPABEKOVA*

Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

GPU COMPUTING FOR 2D WAVE EQUATION BASED ON IMPLICIT FINITE DIFFERENCE SCHEMES

In this paper we will consider the numerical implementation of the 2d wave equation which is a fundamental equation in many engineering problems. An approximate solution of a function is calculated from discrete points in spatial grid based on discrete time steps. The initial values are given by the initial value condition. First we will interpret how to transform a differential equation into an implicit finite-difference equation, respectively, a set of finite-difference equations that can be used to calculate an approximate solution. Then we will change this algorithm to parallelize this task on GPU. Special focus is on improving the performance of

the parallel algorithm. In addition, we will run the implemented parallel code on the GPU and serial code the central processor, calculate the acceleration based on the execution time. We present that the parallel code that runs on a GPU gives the expected results by comparing our results to those obtained by running serial code of the same simulation on the CPU. In fact, in some cases, simulations on the GPU are found to run 22 times faster than on a CPU.

Key words: *Numerical simulation, GPU, CUDA technology, wave equation, finite difference.*

INTRODUCTION. The application of high-performance parallel computing in mathematical modeling opens up new possibilities for studying physical processes in longer time and more extensive spatial domains. Currently, various high-performance parallel computing is used in many areas. One of such applications is acoustics. One of the most important tasks of acoustics is the problem of wave field modeling. Already for several years, GPUs have been used to accelerate well parallelizable computing, only with the advent of a new generation of GPUs with multicore architecture; this direction began to give tangible results. The goal of this work is to develop a parallel implementation of the finite difference method for solving two-dimensional wave equation on a graphics processor using CUDA technology and to study the efficiency of parallelization by comparing the time of solving two-dimensional wave equation on a GPU and a central processor. There is a large amount of work devoted to numerical methods developed for the study of wave processes in recent decades. It includes a finite-difference method [1], a finite-volume method [2], the finite-element method [3], a spectral-element method [4] a two-level compact ADI method [5], the

implicit Finite Difference Time Domain Methods [6], a boundary [integral] element method [7], and spectral methods [8]. A completely non-linear model must be applied to many problems. Most models have been developed for technical applications. These numerical methods provide some of the most natural methods for modeling the propagation and scattering of underlying waves in electromagnetic, acoustic and elastic studies. However, as indicated in [9], the aforementioned methods have several disadvantages if the second-order equations are converted to first-order systems before discretization, especially in the presence of several spatial dimensions. Therefore, recently, much attention has been paid to the development of efficient finite-difference methods that directly discretize second-order differential equations [[10][11]]. The two-dimensional approach considers a highly idealized wave field, since even monochromatic waves in the presence of side perturbations quickly acquire a two-dimensional structure. The difficulties encountered are not a direct result of the increase in size.

The main complication is that the problem cannot be reduced to a two-dimensional problem, and even for the case of a two-periodic wave field, the problem of solving the Laplace-type equation for the velocity potential arises. Most models designed to study the three-dimensional dynamics of waves are based on simplified equations, such as second-order perturbation methods, in which higher-order terms are ignored.

In general, it is unclear what effects are missing in such simplified models. Our current work is motivated by recent interest in the development and application of high-order compact difference methods for solving partial differential equations. Obviously, higher-order compact difference schemes have better resolution on stencils with a compact grid compared to non-compact or low-level methods [12, 13]. For multidimensional problems, the efficiency of an implicit compact difference scheme depends on the computational efficiency of the corresponding matrix solvers. From this point of view, the ADI method [14] is promising because they can decompose a multidimensional problem into a series of one-dimensional problems. It has been shown that schemes acquired are unconditionally stable. For the proper assignment of large domains of modeling, two- or three-dimensional computational grids with a sufficient number of points are used. Calculations on such grids require more CPU time and computer memory resources. To accelerate the computation process, GPU technology was used in this paper, which allows the program to operate on larger grids. The graphics processing unit (GPU) is a highly parallel, multi-threaded, and multi-core processor with enormous processing power. Its low cost and high bandwidth floating point operations and memory access bandwidth are attracting more and more high performance computing researchers [15]. In addition, compared to cluster systems, which consist of several processors, computing on a GPU is inexpensive and requires low power consumption with equivalent performance. In many disciplines of science and technology, users were able to increase productivity by several orders of magnitude using graphics processors [16, 17]. GPU programming on NVIDIA graphics cards has become significantly easier with the introduction at the end of 2006 of the CUDA programming language (NVIDIA Corporation 2009a), which is relatively easy to learn because its syntax is similar to C. With GPU becoming available alternative to CPU for parallel computing, aforementioned parallel tridiagonal solvers and other hybrid methods have been implemented on GPUs [18-25].

Zhang et al. [18] first implemented parallel cyclic reduction (PCR) and then proposed a CR-PCR hybrid algorithm. A hybrid of PCR-Thomas method was proposed by Sakharnykh

[24], and it was also studied by Zhang et al. [18]. There are many examples in the literature of successfully using GPUs for wave propagation simulation [16- 31].

Here we consider some issues in the numerical simulation of some problems in the propagation of the wave in acoustic on GPU.

NUMERICAL EXPERIMENTS. We consider two-dimensional wave equation

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - c^2 \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) = f(x, y, t), (t, (x, y)) \in [0; T] \times [0; l]; \quad (2.1)$$

subject to the initial conditions

$$u(0, x, y) = \varphi_1(x, y); x, y \in [0; l]; \quad (2.2)$$

$$\frac{\partial u(0, x, y)}{\partial t} = \varphi_2(x, y); x, y \in [0; l]; \quad (2.3)$$

and boundary conditions

$$u(t, x, 0) = 0, u(t, x, l) = 0, t \in [0; T], x \in [0; l]; \quad (2.4)$$

$$u(t, 0, y) = 0, u(t, l, y) = 0, t \in [0; T], y \in [0; l]. \quad (2.4)$$

We introduce a space-time grid with steps h_1, h_2, τ respectively, in the variables $x; y; t$:

$$w_{h_1 h_2}^\tau = \{x_i = ih_1, i = \overline{0, N}; y_j = jh_2, j = \overline{0, N}; t_k = k\tau; k = 0, 1, \dots, 2T\} \quad (2.8)$$

2.1. Alternating direction implicit (ADI) method. The Alternating Direction Implicit (ADI) method is a finite difference scheme and has long been used to solve partial differential equations (PDEs) in higher dimension. Originally it was introduced by Peaceman and Rachford [14], but many variants have been invented throughout the years [32-34]. In ADI method, each numerical step is split into several sub-steps based on the spatial dimension of the problem, and the linear equation system is solved implicitly in one direction while treating information in the other direction(s) explicitly. With this alternating calculations, ADI method is unconditionally stable and second order in time and space. Another favorable property of the ADI method is that in each sub-step the equations to be solved have a tridiagonal structure and can be solved efficiently with Tridiagonal Matrix Algorithm (TDMA).

For problem (2.1) the ADI method has the form

$$\frac{u_{i,j}^{k+1/2} - 2u_{i,j}^k + u_{i,j}^{k-1/2}}{\tau^2} - \frac{c^2}{2h^2} \left(u_{i+1,j}^{k+1/2} - 2u_{i,j}^{k+1/2} + u_{i-1,j}^{k+1/2} + u_{i+1,j}^{k-1/2} - 2u_{i,j}^{k-1/2} + u_{i-1,j}^{k-1/2} \right) = f_{i,j}^k \quad (2.9)$$

$$\frac{u_{i,j}^{k+1} - 2u_{i,j}^{k+1/2} + u_{i,j}^k}{\tau^2} - \frac{c^2}{2h^2} \left(u_{i,j+1}^{k+1} - 2u_{i,j}^{k+1} + u_{i,j-1}^{k+1} + u_{i,j+1}^k - 2u_{i,j}^k + u_{i,j-1}^k \right) = f_{i,j}^{k+1/2} \quad (2.10)$$

Equation (2.1) then can be efficiently solved by ADI method [14] in two sub-steps.

At the first sub-step, Equation (2.9) is solved in i direction:

$$a_i u_{i+1,j}^{k+1/2} + b_i u_{i,j}^{k+1/2} + c_i u_{i-1,j}^{k+1/2} = f_{i,j}^k \quad (2.11)$$

where $a_i = \frac{\tau^2}{2}$, $b_i = \tau^2 + h^2$, $c_i = \frac{\tau^2}{2}$ and $f_i = -\frac{\tau^2}{2}u_{i+1,j}^{k-\frac{1}{2}} + (\tau^2 + h^2)u_{i,j}^{k-\frac{1}{2}} - \frac{\tau^2}{2}u_{i-1,j}^{k-\frac{1}{2}} + 2h^2u_{i,j}^k + f_{i,j}^k$. For the next sub-step, Equation (2.10) is solved in j direction:

$$a_j u_{i,j+1}^{k+1} + b_j u_{i,j}^{k+1} + c_j u_{i,j-1}^{k+1} = f_{i,j}^{k+\frac{1}{2}} \tag{2.12}$$

where $a_j = \frac{\tau^2}{2}$, $b_j = \tau^2 + h^2$, $c_j = \frac{\tau^2}{2}$ and $f_j = -\frac{\tau^2}{2}u_{i,j+1}^k + (\tau^2 + h^2)u_{i,j}^k - \frac{\tau^2}{2}u_{i,j-1}^k + 2h^2u_{i,j}^k + f_{i,j}^{k+\frac{1}{2}}$.

2.2. Cyclic reduction algorithm (CR). Cyclic reduction algorithm was invented by W. Hockney in the 1965 [35] and the CR algorithm consists of two steps: forward reduction and backward substitution. The forward reduction step sequentially eliminate the odd-indexed unknowns and then unknowns are re-ordered and the process is continued until one equation with one unknown is left. The backward substitution step solves the remaining one equation and finds the unknown y, consequently finds all unknowns from the previous steps, this algorithm fully described in work zhang[18].

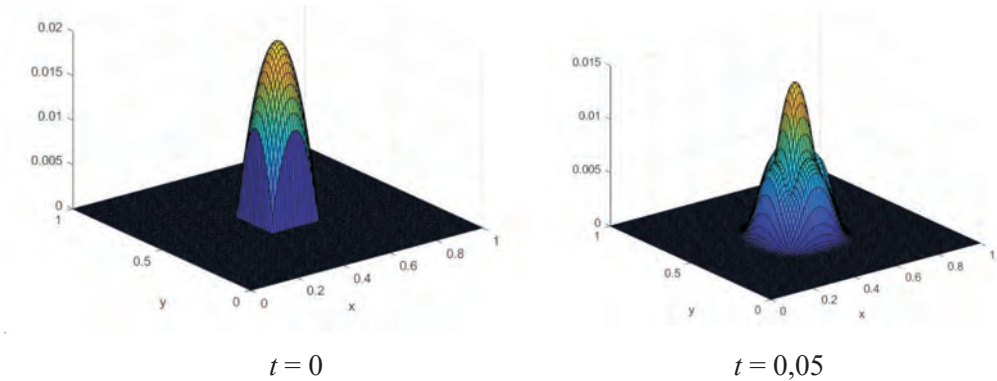
Using the implicit subscheme (2.9), the cyclic reduction method is performed in the x direction, with the result that we get the grid function $u_{i,j}^{k+1/2}$. In the second fractional time step, using the subscheme (2.10), the Cyclic reduction method is performed in the direction of the y axis, with the result that we get the grid function $u_{i,j}^{k+1}$. The Cyclic reduction algorithm has the order $O(\tau + h^2)$, i.e. the first order in time and the second in x and y variables. In the following, we demonstrate numerical simulations.

All calculations are made in C++ by using the cyclic reduction algorithm. For all simulations $\Delta t = 0,01$, $\Delta x = \Delta y = 0,01$. In all visualization of result, we use Matlab R2018b.

For simulation we use initial condition:

$$U(x, y, 0) = \begin{cases} (x-0,4)(x-0,6) + (y-0,4)(y-0,6), & \text{if } 0,4 < x < 0,6 \text{ and } 0,4 < y < 0,6; \\ 0, & \text{else.} \end{cases}$$

$U_t(x, y, 0) = 0$ and dirichlet boundary conditions. Some results are illustrated in Fig.1.



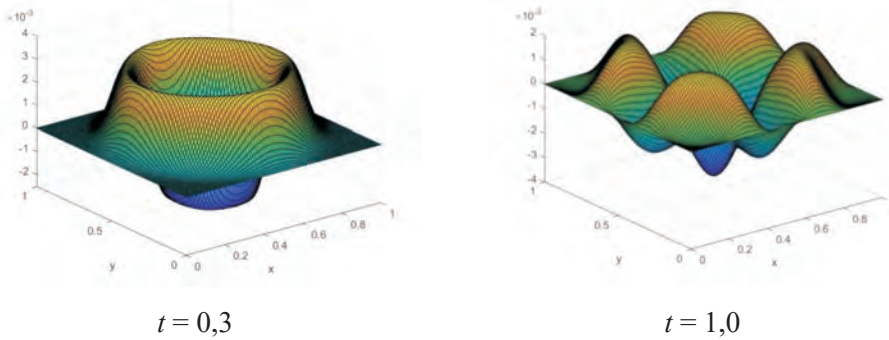


Figure 1 – Displacement of wave at different times.

We adopt the unit square $(x, y) \in [0; 1] \times [0;1]$ as the spatial solution domain with 100 elements per each side and 100 interior points, $c = 1$, with initial condition

$$u(x, y, 0) = \sin(2\pi x) \sin(2\pi y), \frac{\partial u(x, y, 0)}{\partial t} = 0$$

and $u(0, y, t) = u(1, y, t) = u(x, 0, t) = u(x, 1, t) = 0$ on the boundaries. The analytical solution of equation 2.1 is as follows: $u(x, y, t) = \cos(2\pi\sqrt{2}t) \sin(2\pi x) \sin(2\pi y)$.

Graphic comparisons of the exact solution with the numerical and errors are shown in figure 2.

Table 1 – Maximum norm and norm errors.

h	max error	L^2 – norm
0,001	10^{-3}	10^{-22}
0,0001	10^{-3}	10^{-22}
0,00001	10^{-3}	10^{-23}
0,00001	10^{-3}	10^{-25}
0,000001	10^{-3}	10^{-27}

Table 1 displays the convergence rate of displacement solution under grid refinement. The convergence rates in maximum norm at the final time shows fourth order convergence.

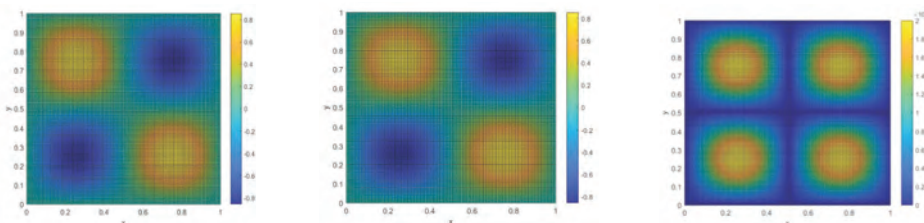


Figure 2 – Solution for time $t = 1$, $\Delta x = \Delta y = 0,010101$, $\Delta t = 0,0001001$ from left to right exact, numerical, error

CUDA IMPLEMENTATION. Nowadays Graphics Processing Units(GPUs) or graphics processors have evolved from fixed-function processors specialized for three-dimensional graphics operations to a fully programmable computing platform for a wide variety of computationally demanding applications. Modern GPUs are massively data-parallel throughput-oriented many-core processors capable of providing TFLOPS of computing performance and quite high memory bandwidth compared to a high performance CPU.

In 2007, NVIDIA introduced CUDA, an extension to C programming language, for general purpose computing on graphics processors. It is designed so that its constructions allow a natural expression of concurrency at the data level. A CUDA program consists of two parts: a sequential program running on the CPU, and a parallel part running on the GPU [37, 38]. The parallel part is called the kernel. A C program using CUDA extensions hand out a large number of copies of the kernel into available multiprocessors to be performed contemporaneously. The CUDA code consists of three computational steps: transferring data to the global GPU memory, running the CUDA core, and transferring the results from the GPU to the CPU memory. The algorithm for solving the problem (2.1) is shown in Algorithm 1.

Algorithm 1 – Implementation of 2D wave equation

1. compute initial condition matrix U_0
2. from initial condition (2.2) we can get $u = U_0$
3. while ($t < t_{\text{end}}$) do
4. for $j = 0, \dots, n$
5. for $i = 0, \dots, n$
6. calculate tridiagonal system elements a_p, b_p, c_p, f_i
7. call function $\text{CR}(a_p, b_p, c_p, f_p, y_p, n)$
8. calculate matrix U_x
9. for $i = 0, \dots, n$
10. for $j = 0, \dots, n$
11. calculate tridiagonal system elements a_j, b_j, c_j, f_j
12. call function $\text{CR}(a_j, b_j, c_j, f_j, y_j, n)$
13. calculate matrix U_y
14. swap (u, U_x)
15. swap (U_0, U_y)
16. $t = t + \Delta t$
17. end while

Here, u, U_0, U_x, U_y denote $u_{i,j}^{k-1/2}, u_{i,j}^k, u_{i,j}^{k+1/2}, u_{i,j}^{k+1}$ respectively

EXPERIMENTAL RESULTS. In this section we show the results obtained on a laptop with configuration, 640 cores GeForce GTX 1050, NVIDIA GPU together with a CPU Intel Core i7 8th gen, 2.20 GHz, RAM 8Gb. Simulation parameters are configured as follows. Mesh size is uniform in both directions with $\Delta x = \Delta y = 1/(N - 1)$, $c = 1$ and numerical time

step Δt is 0.01 s, and simulation time is $T = 1.0$ s, therefore the total number of time steps is 100. To present more realistic data, we tested six cases with domain sizes of 64×64 ; 128×128 ; 512×512 ; 1024×1024 ; 2048×2048 and 4096×4096 .

The performance of a parallel algorithm is determined by calculating its speedup.

Speedup is defined as the ratio of the best-case execution time of the sequential algorithm for a particular problem to the worst-case execution time of the parallel algorithm.

$$\text{Speedup} = \frac{\text{CPUtime}}{\text{GPUtime}}$$

In Table 2 we report the execution times in seconds for serial (CPU time) and CUDA (GPU time) implementation of cyclic reduction method to the problem (2.1)-(2.5) together with the values of the speedup computed as the ratio in different devices

Table 2 – Execution timing and speed up with the Intel Core i7 8th gen, 2.20 GHz, NVIDIA GTX 1050.

Domain sizes	CPU time	GPU time	Speedup
64×64	2.417	0.863	2.8
128×128	7.95	1.558	5.1
512×512	155.33	18.71	8,3
1024×1024	1198.281	76.813	15.6
2048×2048	1885.483	104.343	18.07
4096×4096	3590.3	161.33	22.3

CONCLUSIONS AND FUTURE WORK. In this paper, we have introduced a numerical solution of a two-dimensional wave equation based on an implicit finite difference scheme using the cyclic reduction method. We develop an approach parallelization of the cyclic reduction method on the graphic processing unit parallelization of the cyclic reduction method on the graphic processing unit. And we showed how we accelerated the cyclic reduction method on the NVIDIA GPU. From the test results of table 1, it can be seen that the acceleration algorithm proposed by us gives a good result. Our GPU implementation obtained a speedup around 22,3x.

REFERENCES

- 1 A. P. Engsig-Karup, B. Harry, H. B. Bingham, O.Lindberg. An efficient flexible-order model for 3D nonlinear water waves, J. Comput. Phys., 228, 2100-2118, 2009.
- 2 D. Greaves. Application Of The Finite Volume Method To The Simulation Of Nonlinear Water Waves, Advances in Numerical Simulation of Nonlinear Water Waves, 11, 357-396, 2010.
- 3 G.Richter An explicit finite element method for the wave equation, Applied Numerical Mathematics, 16,65-80.1994
- 4 D. Komatitsch, J. Tromp. Spectral-element simulations of global seismic wave propagation: II Three-dimensional models, oceans, rotation and self-gravitation Geophysical Journal International, 150:1, 303318. 2002.

- 5 H. L. Liao, Z.Z. Sun. A two-level compact ADI method for solving second-order wave equations, *International Journal of Computer Mathematics*, 90:7, 1471-1488,2013.
- 6 H.K. Rouf. *Implicit Finite Difference Time Domain Methods. Theory and Applications/Hasan Khaled Rouf. -LAP Lambert Academic*, 208, 2011.
- 7 J.Grue, D.Fructus. Model For Fully Nonlinear Ocean Wave Simulations Derived Using Fourier Inversion Of Integral Equations In 3D, *Advances in Numerical Simulation of Nonlinear Water Waves*, 11, 1-42, 2010.
- 8 G. Ducrozet, F. Bonnefoy, D. L. Touze, P. Ferrant. Open-source solver for nonlinear waves in open ocean based on High-Order Spectral method, *Comp. Phys. Comm.*, 203, 245-254, 2016.
- 9 H. O. Kreiss, N.A. Petersson, J. Ystrom. Difference approximation for the second-order wave equation, *SIAM J. Numer. Anal.* 40, 1940-1967, 2002.
- 10 M. Dehghan, A. Mohebbi. The combination of collocation, finite difference, and multigrid methods for solution of the two-dimensional wave equation, *Numer. Methods Partial Differential Equation*, 24, 897-910, 2008.
- 11 H.F. Ding, Y.X. Zhang. A new fourth-order compact finite difference scheme for the two dimensional second-order hyperbolic equation, *J. Comput. Appl. Math.*, 72, 626-632, 2009.
- 12 G. Cohen. *High-Order Numerical Methods for Transient Wave Equations*, Springer, New York, 2002.
- 13 J.M. Liu , K.M. Tang. A new unconditionally stable ADI compact scheme for the two spacedimensional linear hyperbolic equation, *Int. J. Comput. Math.* 87:10, 2259-2267,2010.
- 14 D. W. Peaceman, H. H. Rachford. The Numerical Solution of Parabolic and Elliptic Differential Equations, *Journal of the Society for Industrial and Applied Mathematics*, 3.1, 1955, issn: 03684245. url: <http://www.jstor.org/stable/2098834>
- 15 A. Klockner, T.Warburton, J. Bridge, and J.S. Hesthaven. Nodal discontinuous Galerkin methods on graphics processors, *J. Comput. Phys.*, 228: 21,78637882,2009.
- 16 N. Bell, M. Garland. Efficient sparse matrix-vector multiplication on CUDA, NVIDIA Technical Report, 2008.
- 17 E. Elsen, P. LeGresley, E. Darve. Large calculation of the flow over a hypersonic vehicle using a GPU, *J. Comput. Phys*, 227,1014810161, 2008.
- 18 Y. Zhang, J. Cohen, J. Owens, Fast tridiagonal solvers on the GPU, *ACM Signplan Notices*, 45:5,127136,2010
- 19 Y. Zhang, J. Cohen, A. Davidson, J. Owens, A hybrid method for solving tridiagonal systems on the GPU, *GPU Computing Gems Jade Edition*, 117,2011.
- 20 A. Davidson, J. Owens Register packing for cyclic reduction: a case study, *Proceedings of the Fourth Workshop on General Purpose Processing on Graphics Processing Units*, ACM, 4,2011.
- 21 A. Davidson, Y. Zhang, J. Owens An auto-tuned method for solving large tridiagonal systems on the GPU, *Parallel and Distributed Processing Symposium (IPDPS)*, IEEE International, IEEE, 2011,956965,2011.
- 22 D. Goddeke, R. Strzodka. Cyclic reduction tridiagonal solvers on GPUs applied to mixedprecision multigrid, *Parallel and Distributed Systems*, IEEE Transactions, 22:1, 2232, 2011.
- 23 H. Kim, S.Wu, L. Chang, W. Hwu. A scalable tridiagonal solver for GPUs, *Parallel Processing (ICPP)*, 2011 International Conference on, IEEE, 444453, 2011.
- 24 N. Sakharnykh. Tridiagonal solvers on the GPU and applications to fluid simulation, *GPU Technology Conference*, 2009.
- 25 Z. Wei, B. Jang, Y. Zhang, Y.Jia. Parallelizing Alternating Direction Implicit Solver on GPUs, *International Conference on Computational Science, ICCS*, Procedia Computer Science 18, 389398, 2013.

26 M. A. Diaz, M. Solovchuk, W.H. Tony Sheu. High Performance MultiGPU Solver for Describing Nonlinear Acoustic Waves in Homogeneous Thermoviscous Media, Computers and Fluids, doi: 10.1016/j.compuid.2018.03.008,2018

27 D. Michea, D. Komatitsch. Accelerating a three-dimensional finite-difference wave propagation code using GPU graphics cards, Geophys. J. Int, 182, 389402,2010

28 R. Mehra, N. Raghuvanshi, L. Savioja, M. Lin, D. Manocha. An efficient GPU-based time domain solver for the acoustic wave equation Applied Acoustics, 73, 8394, 2012

29 M. Lastra, M.J.Castro, C. Urea, M.Asuncin. Efficient multilayer shallow-water simulation system based on GPUs, Mathematics and Computers in Simulation, 148, 48-65,2018

30 A. Lacasta, M. M. Hernandez, J. Murillo, P. G. Navarro. GPU implementation of the 2D shallow water equations for the simulation of rainfall/runo_ events Environ Earth Sci doi: 10.1007/s12665-015-4215-z

31 R. M. Weiss, J. Shragge. Solving 3D anisotropic elastic wave equations on parallel GPU devices GEOPHYSICS, 78:2, 19,2013.

32 I.J.D. Craig, A.D. Sneyd. An alternating-direction implicit scheme for parabolic equations with mixed derivatives. Computers and Mathematics with Applications, 16:4, 341350, 1988. issn: 0898-1221. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/0898-1221\(88\)90150-2](http://dx.doi.org/10.1016/0898-1221(88)90150-2).

33 J. Douglas, H. H. Rachford. On the numerical solution of heat conduction problems in two and three space variables, Transaction of the American Mathematical Society,82, 421489,1956.

34 Jr. Douglas Jim, James E. Gunn. A general formulation of alternating direction methods. Numerische Mathematik, 6.1,428453.1964

35 R. W. Hockney. A fast direct solution of Poissons equation using Fourier analysis. Journal of the ACM, 12:1, 95113, 1965.

36 NVIDIA, Nvidia, <http://www.nvidia.com/>, Accessed, 2019.

37 P. Song, Z. Zhang, L. Liang, Q. Zhang, Q. Zhao. Implementation and performance analysis of the massively parallel method of characteristics based on GPU, Annals of Nuclear Energy, 131, 257272, 2019

38 J. Nickolls, I. Buck, M. Garland, K.Skadron. Scalable parallel programming with cuda. Queue, 6:2,4053,2008. doi:<http://www.doi.acm.org/10.1145/1365490.1365500>.

39 NVIDIA TURING GPU ARCHITECTURE <https://www.nvidia.com/content/dam/en-zz/Solutions/design-visualization/technologies/turing-architecture/NVIDIA-Turing-Architecture-Whitepaper.pdf>

А. АЛТЫБАЙ, Н. ТОҚМАҒАМБЕТОВ, З. СПАБЕКОВА

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

ЕКІ ӨЛШЕМДІ ТОЛҚЫН ТЕҢДЕУІН АЙЫҚЫН ЕМЕС АЙЫРЫМДЫЛЫҚ ТЕҢДЕУІ НЕГІЗІНДЕ ГРАФИКАЛЫҚ ПРОЦЕССОРДЕ (GPU) ЕСЕПТЕУ

Бұл жұмыста біз көптеген инженерлік есептердің негізгі теңдеу болып табылатын екі өлшемді толқын теңдеудің сандық шешуді қарастырамыз. Функцияның жуық шешімі кеңістіктік тордағы дискретті нүктелерден уақыттың дискретті қадамдары негізінде есептеледі. Бастапқы мәндер бастапқы мәннің шартымен беріледі. Алдымен біз дифференциалдық теңдеуді айқын емес айырымдық теңдеулерге қалай айналдыруға болатындығын, сәйкесінше, шешімді есептеу үшін қолдануға болатын ақырлы-айырымдық теңдеулер жиынтығын түсіндіреміз. Содан кейін біз бұл тапсырманы GPU-ге параллельдеу үшін осы алгоритмді өзгертеміз. Параллель алгоритм-

мде өнімділікті жоғарлатуға ерекше көңіл бөлінеді. Сонымен қатар, біз GPU-де параллель коды және орталық процессордың сериялық кодын іске қосамыз, орындалу уақытына қарай үдеуді есептейміз. Біз GPU-дегі параллель коды және орталық процессорда жүктелген сериялық кодын қолдану арқылы алынған нәтижелермен салыстыру арқылы күтілетін нәтижелер беретінін ұсынамыз. Шындығында, кейбір жағдайларда GPU-да есептеулер процессорға қарағанда 22 есе тез орындалады.

Түйін сөздер: сандық модельдеу, GPU, CUDA технологиясы, толқын теңдеуі, ақырлы айырмашылық.

А. АЛТЫБАЙ, Н. ТОКМАГАМБЕТОВ, З. СПАБЕКОВА

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

РЕШЕНИЕ ДВУМЕРНОГО ВОЛНОВОГО УРАВНЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЯВНОЙ РАЗНОСТНОЙ СХЕМЫ НА ГРАФИЧЕСКОМ ПРОЦЕССОРЕ (GPU)

Рассмотрим численную реализацию двумерного волнового уравнения, которое является фундаментальным уравнением во многих инженерных задачах. Приближенное решение функции вычисляется из дискретных точек в пространственной сетке на основе дискретных временных шагов. Начальные значения задаются условием начального условия. Сначала мы объясним, как преобразовать дифференциальное уравнение в неявное уравнение конечных разностей, соответственно, систему уравнений в конечных разностях, которые можно использовать для вычисления приближенного решения. Затем мы изменим этот алгоритм, чтобы распараллелить эту задачу на GPU. Особое внимание уделяется повышению производительности параллельный алгоритм. Кроме того, мы запустим реализованный параллельный код на графическом процессоре и серийный код центрального процессора, рассчитав ускорение на основе времени выполнения. Мы представляем, что параллельный код, который выполняется на GPU, дает ожидаемые результаты, сравнивая наши результаты с результатами, полученными при запуске последовательного кода той же симуляции на CPU. Фактически, в некоторых случаях моделирование на GPU выполняется в 22 раза быстрее, чем на CPU.

Ключевые слова: численное моделирование, GPU, технология CUDA, волновое уравнение, конечная разность.

Д. Б. ЖАКЕБАЕВ¹, Д. С. АГАДАЕВА^{1*}

¹Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

МОДЕЛЬ КАН-ХИЛЛИАРДА ДЛЯ СМЕСЕЙ БИНАРНЫХ ЖИДКОСТЕЙ

В статье предоставляется модель, которая подходит для моделирования изменения химического потенциала и скорости притяжения фаз с учетом тепловых эффектов с помощью решения уравнения Кан-Хиллиарда при различных начальных условиях. Тепловое излучение решается в рамках уравнения Кан-Хиллиарда, которое применялось ко многим физическим приложениям, таким как двух- и трехфазное течение жидкости, разделение фаз, визуализация потока и формирование квантовых точек. В данной статье численное решение системы уравнений Кан-Хиллиарда произведено на разнесенной сетке, где скалярные величины (давление, фазовая функция, плотность, вязкость) определяются в центре ячейки, а компоненты скорости – на расстоянии полушага. Численное исследование показало, что использование разнесенной сетки позволяет избежать появления так называемого шахматного осциллирующего шаблона для давления. Дополнительным преимуществом использования разнесенной сетки является тот факт, что дискретное поле давления автоматически удовлетворяет дискретному представлению интегрального граничного условия.

Ключевые слова: уравнение Кан-Хиллиарда, разнесенная сетка, интерполяция, сила поверхностного натяжения.

Введение. Уравнение Кан-Хиллиарда возникло из модели разделения фаз, которая называется спиноподальным разложением в бинарном сплаве [1, 2]. Поскольку спиноподальное разложение является одной из немногих моделей фазового превращения в твердых телах [3], уравнение применяется к различным задачам в теоретических и экспериментальных областях материаловедения, таких как морфологическая неустойчивость, вызванная упругим неравновесием, окраска изображений, многофазный поток жидкости, фазовое разделение [4,5], визуализация потока и формирование квантовых точек [6]. Уравнение Кан-Хиллиарда в дифференциальной форме выглядит следующим образом:

$$\alpha_T \rho \frac{\partial u}{\partial t} = \alpha_\mu \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) - \frac{\partial P}{\partial x} + \quad (1)$$

$$\varepsilon \beta \left[\delta \frac{\partial}{\partial x} \left[\left(\frac{\partial \varphi}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial \varphi}{\partial y} \right)^2 \right] - \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial \varphi}{\partial x} \right) \left(\frac{\partial \varphi}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\partial \varphi}{\partial x} \right) \left(\frac{\partial \varphi}{\partial y} \right) \right] + \rho e_x$$

$$\alpha_T \rho \frac{\partial v}{\partial t} = \alpha_\mu \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) - \frac{\partial P}{\partial y} + \quad (2)$$

$$\varepsilon \beta \left[\delta \frac{\partial}{\partial y} \left[\left(\frac{\partial \varphi}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial \varphi}{\partial y} \right)^2 \right] - \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial \varphi}{\partial y} \right) \left(\frac{\partial \varphi}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\partial \varphi}{\partial y} \right) \left(\frac{\partial \varphi}{\partial y} \right) \right] + \rho e_y$$

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = 0 \quad (3)$$

$$\frac{\partial \varphi}{\partial t} + u \frac{\partial \varphi}{\partial x} + v \frac{\partial \varphi}{\partial y} = \varepsilon \left[\frac{\partial^2 \theta}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \theta}{\partial y^2} \right] \quad (4)$$

$$\theta = -\varepsilon \left[\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} \right] + \frac{4\alpha}{\varepsilon} \varphi (\varphi^2 - 1) \quad (5)$$

где $\alpha_T = \frac{L}{gT^2}$, $\alpha_\mu = \frac{2_\mu}{gTL\rho_0}$, I – единичный тензор, ρ_0 – средняя плотность, β – характеризует поверхностное натяжение, θ – химический потенциал, φ – фазовое поле, T – характерное время процесса и v, u – компоненты скорости.

Численный метод. Численное решение системы уравнений (1)-(5) проведено на разнесенной сетке. Так, скалярные величины как давление, фазовая функция, плотность, вязкость определяются в центре ячейки [8,13,14]. А компоненты скорости на разнесенной сетке определены на расстоянии полушага от центра ячейки [10,11,12].

$$\int_c \vec{u} \cdot \vec{n} ds, \quad (6)$$

где c – граница области расчета.

Для получения разностного аналога задачи (1)-(5) использовались следующие дискретизации [7,18]:

$$\left[\alpha_T \rho \frac{\partial u}{\partial t} \right]_{i+\frac{1}{2}j} = \alpha_T \rho_{i+\frac{1}{2}j} \frac{u_{i+\frac{1}{2}j}^{n+1} - u_{i+\frac{1}{2}j}^n}{\tau} \quad (7)$$

$$\left[\alpha_\mu \left[\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right] \right]_{i+\frac{1}{2}j} = \alpha_\mu_{i+\frac{1}{2}j} \left(\frac{u_{i+\frac{3}{2}j} - 2u_{i+\frac{1}{2}j} + u_{i-\frac{1}{2}j}}{dx^2} + \frac{u_{i+\frac{1}{2}j+1} - 2u_{i+\frac{1}{2}j} + u_{i+\frac{1}{2}j-1}}{dy^2} \right) \quad (8)$$

$$\left[-\frac{\partial P}{\partial x} \right]_{i+\frac{1}{2}j} = \frac{P_{i+1j} - P_{ij}}{dx} \quad (9)$$

$$\left[\frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial \varphi}{\partial y} \right)^2 \right]_{i+\frac{1}{2}j} + \left[\frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\partial \varphi}{\partial y} \right) \left(\frac{\partial \varphi}{\partial x} \right) \right]_{i+\frac{1}{2}j} = \frac{\frac{\partial \varphi}{\partial y} \Big|_e \cdot \frac{\partial \varphi}{\partial y} \Big|_e - \frac{\partial \varphi}{\partial y} \Big|_w \cdot \frac{\partial \varphi}{\partial y} \Big|_w}{dx} - \frac{\frac{\partial \varphi}{\partial x} \Big|_n \cdot \frac{\partial \varphi}{\partial y} \Big|_n - \frac{\partial \varphi}{\partial x} \Big|_s \cdot \frac{\partial \varphi}{\partial y} \Big|_s}{dy}, \quad (10)$$

где промежуточные производные находятся следующим образом:

$$\frac{\partial \varphi}{\partial x} \Big|_n = \frac{(\varphi_{i+1j+1} - \varphi_{i-1j+1})}{2dx}$$

$$\frac{\partial \varphi}{\partial x} \Big|_s = \frac{(\varphi_{i+1j} - \varphi_{i-1j})}{2dx}$$

$$\frac{\mathbb{J}}{\mathbb{Y}}|_e = \frac{0.5 \times (\dot{j}_{ij+1} - \dot{j}_{i+1j+1}) - 0.5 \times (\dot{j}_{ij} - \dot{j}_{i+1j})}{dy}$$

$$\frac{\partial \varphi}{\partial y}|_w = \frac{0.5 \cdot (\varphi_{i-1j+1} - \varphi_{ij+1}) - 0.5 \cdot (\varphi_{i-1j} - \varphi_{ij})}{dy}$$

и

$$\left[\frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\partial \varphi}{\partial x} \right)^2 \right]_{ij+\frac{1}{2}} + \left[\frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial \varphi}{\partial y} \right) \left(\frac{\partial \varphi}{\partial x} \right) \right]_{ij+\frac{1}{2}} =$$

$$\frac{\frac{\partial \varphi}{\partial x}|_n \cdot \frac{\partial \varphi}{\partial x}|_n - \frac{\partial \varphi}{\partial x}|_s \cdot \frac{\partial \varphi}{\partial x}|_s}{dy} - \frac{\frac{\partial \varphi}{\partial y}|_e \cdot \frac{\partial \varphi}{\partial x}|_e - \frac{\partial \varphi}{\partial y}|_w \cdot \frac{\partial \varphi}{\partial x}|_w}{dx} \quad (11)$$

Аналогичные разностные аналоги строятся для уравнения (1), центрированного относительно точки $\left(ij + \frac{1}{2} \right)$. Значения ρ и α_μ на расстоянии полушага от центра ячейки находятся с помощью простой интерполяции [9]:

$$\left\{ \begin{array}{l} \rho_{i+\frac{1}{2}j} = \frac{\rho_{i+1j} + \rho_{ij}}{2} \\ \rho_{i-\frac{1}{2}j} = \frac{\rho_{i-1j} + \rho_{ij}}{2} \\ \rho_{ij+\frac{1}{2}} = \frac{\rho_{ij+1} + \rho_{ij}}{2} \\ \rho_{ij-\frac{1}{2}} = \frac{\rho_{ij-1} + \rho_{ij}}{2} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \alpha_{\mu i+\frac{1}{2}j} = \frac{\alpha_{\mu i+1j} + \alpha_{\mu ij}}{2} \\ \alpha_{\mu i-\frac{1}{2}j} = \frac{\alpha_{\mu i-1j} + \alpha_{\mu ij}}{2} \\ \alpha_{\mu ij+\frac{1}{2}} = \frac{\alpha_{\mu ij+1} + \alpha_{\mu ij}}{2} \\ \alpha_{\mu ij-\frac{1}{2}} = \frac{\alpha_{\mu ij-1} + \alpha_{\mu ij}}{2} \end{array} \right.$$

Разностные аналоги для уравнения (3)

$$\left[\frac{\partial \varphi}{\partial t} \right]_{ij} = \frac{\varphi_{ij}^{n+1} - \varphi_{ij}^n}{\tau} \quad (12)$$

$$\left[u \frac{\partial \varphi}{\partial x} \right]_{ij} = \left[\frac{\partial u \varphi}{\partial x} \right]_{ij} = \frac{\left(u_{i+\frac{1}{2}j} \cdot \varphi_{i+\frac{1}{2}j} - u_{i-\frac{1}{2}j} \cdot \varphi_{i-\frac{1}{2}j} \right)}{dx} \quad (13)$$

$$\left[v \frac{\partial \varphi}{\partial y} \right]_{ij} = \left[\frac{\partial v \varphi}{\partial y} \right]_{ij} = \frac{\left(v_{ij+\frac{1}{2}} \cdot \varphi_{ij+\frac{1}{2}} - v_{ij-\frac{1}{2}} \cdot \varphi_{ij-\frac{1}{2}} \right)}{dy} \quad (14)$$

$$\left[\varepsilon \left[\frac{\partial^2 \theta}{\partial x^2} \right] \right]_{ij} = \varepsilon \frac{\theta_{i+1j} - 2\theta_{ij} + \theta_{i-1j}}{dx^2} \quad (15)$$

$$\left[\varepsilon \left[\frac{\partial^2 \theta}{\partial y^2} \right] \right]_{ij} = \varepsilon \frac{\theta_{ij+1} - 2\theta_{ij} + \theta_{ij-1}}{dy^2} \quad (16)$$

$$\left[\varepsilon \left[\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} \right] \right]_{ij} = \varepsilon \frac{\varphi_{i+1j} - 2\varphi_{ij} + \varphi_{i-1j}}{dx^2} \quad (17)$$

$$\left[\varepsilon \left[\frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} \right] \right]_{ij} = \varepsilon \frac{\varphi_{ij+1} - 2\varphi_{ij} + \varphi_{ij-1}}{dy^2} \quad (18)$$

$$\left[\frac{4\alpha}{\varepsilon} \varphi (\varphi^2 - 1) \right]_{ij} = \frac{4\alpha}{\varepsilon} \varphi_{ij} (\varphi_{ij}^2 - 1) \quad (19)$$

Решение дискретных уравнений (1)-(3) проведено так называемым MAC методом [15,19,20]. В данном методе нахождение нового поля скорости выражается в виде

$$u_{i+\frac{1}{2}j}^{n+1} = F_{i+\frac{1}{2}j}^n - \frac{\tau}{dx} [p_{i+1j}^{n+1} - p_{ij}^{n+1}], \quad (20)$$

где

$$F_{i+\frac{1}{2}j}^n = u_{i+\frac{1}{2}j}^n + \tau \left[\alpha_{\mu_{i+\frac{1}{2}j}} \left(\frac{u_{i+\frac{3}{2}j} - 2u_{i+\frac{1}{2}j} + u_{i-\frac{1}{2}j}}{dx^2} + \frac{u_{i+\frac{1}{2}j+1} - 2u_{i+\frac{1}{2}j} + u_{i+\frac{1}{2}j-1}}{dy^2} \right) + f_{\sigma x} \right], \quad (21)$$

где $f_{\sigma x}$ – сила поверхностного натяжения выраженная (10), умноженного на коэффициенты β . Аналогично строится явное выражение для компоненты скорости v :

$$v_{ij+\frac{1}{2}}^{n+1} = G_{ij+\frac{1}{2}}^n - \frac{\tau}{dy} [p_{ij+1}^{n+1} - p_{ij}^{n+1}] \quad (22)$$

$$G_{ij+\frac{1}{2}}^n = v_{ij+\frac{1}{2}}^n + \tau \left[\alpha_{\mu_{i+\frac{1}{2}j}} \left(\frac{v_{ij+\frac{3}{2}} - 2v_{ij+\frac{1}{2}} + v_{ij-\frac{1}{2}}}{dy^2} + \frac{v_{i+1j+\frac{1}{2}} - 2v_{ij+\frac{1}{2}} + v_{i-1j+\frac{1}{2}}}{dy^2} \right) + f_{\sigma y} \right] \quad (23)$$

Новое поле скоростей должно удовлетворять уравнению сохранения массы. Подставляя выражения для $u_{i+\frac{1}{2}j}^{n+1}$, $v_{ij+\frac{1}{2}}^{n+1}$ в уравнения неразрывности, получаем уравнение Пуассона для давления:

$$\frac{\Delta t}{h^2} \left[\frac{1}{\rho_{i+\frac{1}{2}k}} P_{i+1k} + \frac{1}{\rho_{i-\frac{1}{2}k}} P_{i-1k} + \frac{1}{\rho_{ij+\frac{1}{2}}} P_{ij+1} + \frac{1}{\rho_{ij-\frac{1}{2}}} P_{ij-1} - \left(\frac{1}{\rho_{i+\frac{1}{2}j}} + \frac{1}{\rho_{i-\frac{1}{2}j}} + \frac{1}{\rho_{ij+\frac{1}{2}}} + \frac{1}{\rho_{ij-\frac{1}{2}}} \right) P_{ij} \right] = \frac{F_{i+\frac{1}{2}j} - F_{i-\frac{1}{2}j}}{dx} + \frac{G_{ij+\frac{1}{2}} - G_{ij-\frac{1}{2}}}{dy} \quad (24)$$

Уравнение Пуассона решалось методом сопряженных градиентов с предобуславливателем Халецкого [16,17]. После решения уравнения Пуассона для давления находится новое поле скоростей (20), (22), после чего находятся новые значения фазовой функции выраженной явными формулами:

$$\phi_{ij}^{n+1} = \phi_{ij}^n + \tau \left[\frac{\left(u_{i+\frac{1}{2}j} \cdot \phi_{i+\frac{1}{2}j} - u_{i-\frac{1}{2}j} \cdot \phi_{i-\frac{1}{2}j} \right)}{dx} - \frac{\left(v_{ij+\frac{1}{2}} \cdot \phi_{ij+\frac{1}{2}} - v_{ij-\frac{1}{2}} \cdot \phi_{ij-\frac{1}{2}} \right)}{dy} + \varepsilon \frac{\theta_{i+1j} - 2\theta_{ij} + \theta_{i-1j}}{dx^2} + \varepsilon \frac{\theta_{ij+1} - 2\theta_{ij} + \theta_{ij-1}}{dy^2} \right]^n$$

$$\theta_{ij}^n = \left(\varepsilon \frac{\phi_{i+1j} - 2\phi_{ij} + \phi_{i-1j}}{dx^2} + \varepsilon \frac{\phi_{ij+1} - 2\phi_{ij} + \phi_{ij-1}}{dy^2} - \frac{4\alpha}{\varepsilon} \phi_{ij} (\phi_{ij}^2 - 1) \right)^n$$

Результаты моделирования. Численное решение показало, что уменьшение коэффициента ε приводит к снижению химической скорости притяжения фаз, как показано на рисунке 1 и 2 (где размер сетки взят как 64 на 64; область в размере: [0:4] x [0:4] с временным шагом, равным 0.000001):

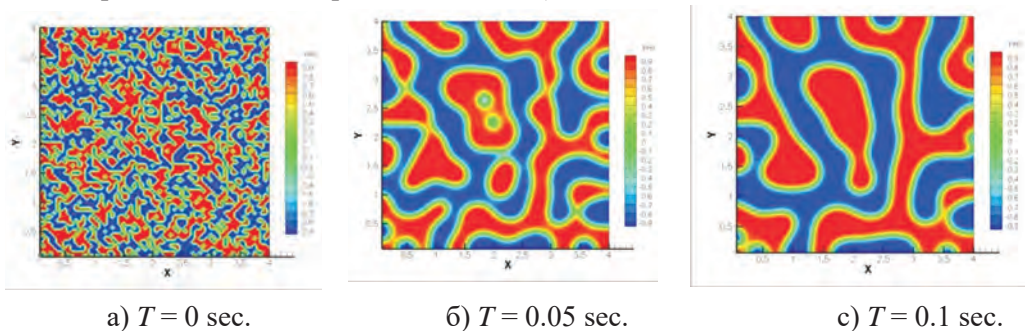
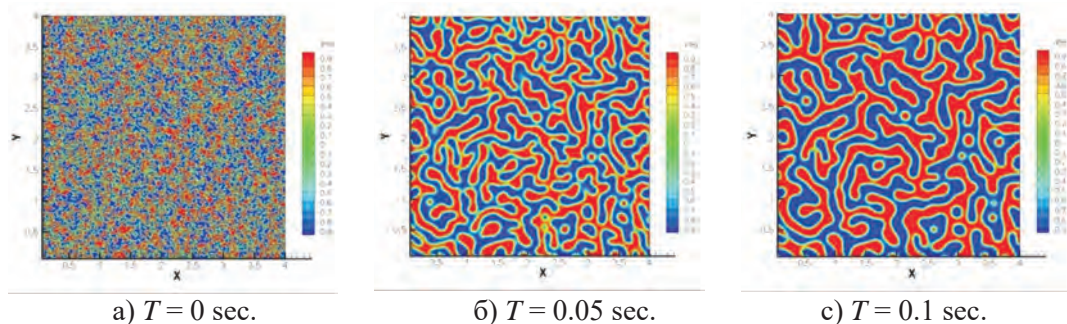
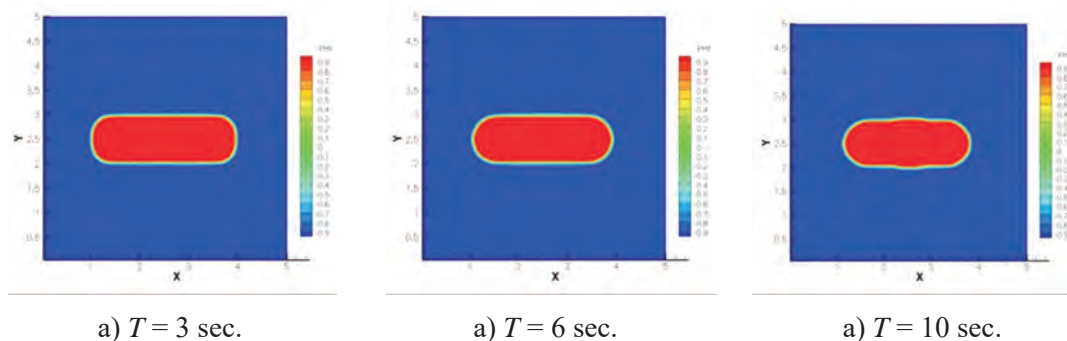
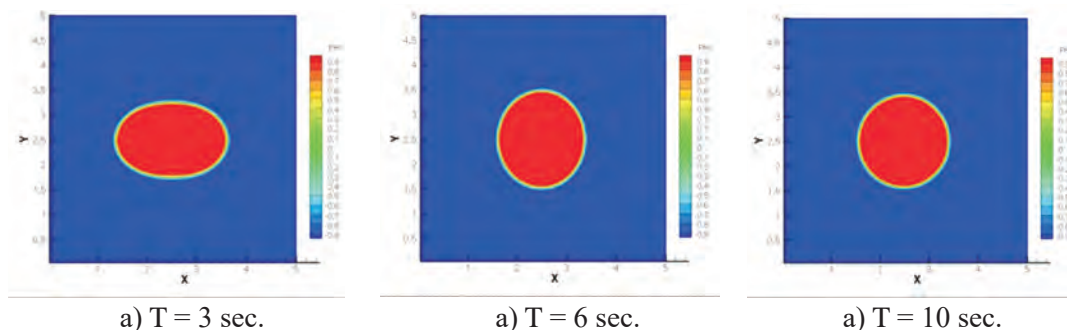


Рисунок 1 – $\varepsilon = 0.1$; $\alpha = 1$; $\beta = 1$.

Рисунок 2 – $\varepsilon = 0.01$; $\alpha = 1$; $\beta = 1$.

Кроме того, при увеличении коэффициента поверхностного натяжения наблюдается более быстрое образование формы в виде шара, что изображено на рисунке 3 и 4 (где размер сетки взят как 120 на 120; область в размере: $[0:5] \times [0:5]$ с временным шагом, равным 0.0001):

Рисунок 3 – $\varepsilon = 0.005$; $\alpha = 0,01$; $\beta = 0,1$, $\rho_1 = 0,333$, $\rho_2 = 1$.Рисунок 4 – $\varepsilon = 0.005$; $\alpha = 0,01$; $\beta = 1$, $\rho_1 = 0,333$, $\rho_2 = 1$.

Закключение. Таким образом, разработана математическая модель и численный алгоритм для моделирования различных смесей бинарных жидкостей с учетом тепловых эффектов, используя уравнение Кан-Хилларда. Модель Кан-Хилларда решена

МАС методом на разнесенной сетке, в результате уменьшение коэффициента ε приводит к снижению химической скорости притяжения фаз. Кроме того, можно заметить, что жидкость образует форму шара быстрее, учитывая увеличение коэффициента поверхностного натяжения β .

Работа выполнена при поддержке грантового финансирования научно-технических программ и проектов Комитетом науки Министерства образования и науки Республики Казахстан, грант №АР08053154.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 J.W. Cahn, J.E. Hilliard Free energy of a non-uniform system//Journal of Chemical Physics. – 1958. – №28 – С. 258-267.
- 2 J.W. Cahn On spinodal decomposition// Journal of Acta. Metall. – 1961. – №9 – С. 795-801.
- 3 Kershaw D. S. The incomplete Cholesky–conjugate gradient method for the iterative solution of systems of linear equations //Journal of Computational Physics. – 1978. – Т. 26. – №. 1 – С. 43-65.
- 4 Morvan D., Dupuy J.L. Modeling of fire spread through a forest fuel bed using a multiphase formulation// Journal of Combustion and Flame – 2001. – №127 – С. 1981-1994.
- 5 Batchelor G. K. Heat convection and buoyancy effects in fluids//Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society – 1954. – V. 80 – №345.
- 6 N. Zhang, Z. Zheng, An improved direct-forcing immersed boundary method for finite difference applications// Journal of Comput. Phys. – 2007. – №221 – С. 250-268.
- 7 Yakush S.E. Hydrodynamics and combustion of gas and two-phase emissions in an open atmosphere: Dis. doc Phys.-Mat. Sciences/Institute for Problems of Mechanics RAS. – Moscow, 2000. – С.336.
- 8 Zatevakhin M.A. Turbulent Thermal in a Humid Atmosphere// Journal of High Temperature – 2001. – V. 39 – №4 – С.532–539.
- 9 F. Harlow, J. Welch, Numerical Calculation of time-dependent viscous incompressible flow of fluid with free surface// Journal of Phys. Fluids – 1965. – №12 – С.2182-2189.
- 10 B. Buzbee, F. Dorr, J. George, G. Golub, The direct solution of the discrete Poisson equation on irregular regions//SIAM Journal of Num. Anal. – 1974. – №11 – С.753-763.
- 11 Kleiveland R.N. Modelling of soot formation and oxidation in turbulent diffusion flames, 2005.
- 12 Modest M. F. Radiative heat transfer. McGraw-Hill, 1993.
- 13 Brookes S.J., Moss J.B. Predictions of Soot and Thermal Radiation Properties in Confined Turbulent Jet Diffusion Flames, 1999.
- 14 P. Tucker, Z. Pan, A Cartesian cut-cell method for incompressible viscous flow// Journal of Appl. Math. Model – 2000. – №24 – С.591-606.
- 15 Van Wagner C.E. Conditions for the start and spread of crown fire//Canadian Journal of Forest Research – 1977. – №7 – С. 23-34.
- 16 Alexander M.E. Crown fire thresholds in exotic pine plantations of Australasia. PhD thesis, Department of Forestry, Australian National University, 1998.
- 17 Van Wagner C.E Prediction of crown fire behavior in conifer stands. In '10th conference on fire and forest meteorology'. Ottawa, Ontario. (Eds D. C. MacIver, H. Auld and R. Whitewood), 1989.– С. 207-212.
- 18 Xanthopoulos G. Development of a wildland crown fire initiation model. PhD thesis, University of Montana, 1990.

19 Rothermel R.C. Crown fire analysis and interpretation. In 11th International conference on fire and forest meteorology. Missoula, Montana, USA, 1991.

Д. Б. ЖАКЕБАЕВ¹, Д. С. АГАДАЕВА¹

¹Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан

БИНАРЛЫ СҰЙЫҚТЫҚ ҚОСПАЛАРЫНА АРНАЛҒАН КАН-ХИЛЛАРДЫ МОДЕЛІ

Мақалада әр түрлі бастапқы шарттарда Кан-Хиллиард теңдеуін шешу арқылы жылу эффектілерін ескере отырып, химиялық потенциалдың өзгеруі мен фазалардың тартылу жылдамдығын модельдеуге арналған модель ұсынылған. Жылу сәулесі Кан-Хиллиард теңдеуі аясында шешіледі, ол екі және үш фазалы сұйықтық ағымы, фазалардың бөлінуі, ағынды визуализациялау және кванттық нүктелердің пайда болуы сияқты көптеген физикалық қосымшаларға қолданылған. Бұл мақалада Кан-Хиллиард теңдеуі жүйесінің сандық шешімі кеңейтілген торда жасалады, онда скаляр шамалар (қысым, фазалық функция, тығыздық, тұтқырлық) ұяшықтың ортасында, ал жылдамдық компоненттері жарты қадам қашықтықта анықталады. Сандық зерттеу көрсеткендей, таратылған торды қолдану қысым үшін Шахмат тербелісі деп аталатын үлгіні болдырмауға мүмкіндік береді. Кеңейтілген торды қолданудың қосымша артықшылығы – дискретті қысым өрісі интегралды шекаралық жағдайдың дискретті көрінісін автоматты түрде қанағаттандырады.

Түйін сөздер: Кан-Хиллиард теңдеуі, кеңейтілген тор, интерполяция, беттік керілу күші.

D. ZHAKEBAYEV¹, D. AGADAYEVA¹

¹Al-Farabi Kazakh National University., Almaty, Kazakhstan

KAHN-HILLIARD MODEL FOR MIXTURES OF BINARY LIQUIDS

This article presents a model that is suitable for modeling changes in the chemical potential and the rate of attraction of phases, taking into account thermal effects, by solving the Kahn-Hilliard equation under various initial conditions. Thermal radiation is solved in the framework of the Kahn-Hilliard equation, which has been applied to many physical applications, such as two - and three-phase fluid flow, phase separation, flow visualization, and quantum dot formation. In this article, the numerical solution of the Kahn-Hilliard equation is made on a spaced grid, where the scalar values (pressure, phase function, density, viscosity) are determined in the center of the cell, and the velocity components are at a distance of half a step. Numerical research has shown that the use of a spaced grid avoids the appearance of a so-called staggered oscillating pattern for pressure. An additional advantage of using a spaced grid is that the discrete pressure field automatically satisfies the discrete representation of the integral boundary condition.

Key words: the Kahn-Hilliard equation, spaced grid, interpolation, surface tension.

М. Б. МУСТАФИН^{*}, О. Н. ТҰРАП¹, Д. Ж. АХМЕД-ЗАКИ²

¹Казахский национальный университет им. аль-Фараби;

²Университет Международного Бизнеса

ТЕСТИРОВАНИЕ ВИЗУАЛИЗАЦИИ VULKAN ДЛЯ ГЕОМОДЕЛЕЙ НА СИСТЕМАХ С ГРАФИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССОРАМИ ДЛЯ ТРАССИРОВКИ ЛУЧЕЙ

В данной работе описывается разработка высокопроизводительного приложения для представления двумерных и трехмерных результатов численных вычислений в графическом виде. Сравниваются два модуля визуализации, разработанные на основе разных методов перевода трехмерной модели в двумерное изображение. Для визуализации моделей используются технологии Vulkan и алгоритмы растеризации и Ray Tracing, и проводятся сравнительные анализы работы двух приложений в разных условиях. Разработанные модули визуализации можно использовать для отображения результатов численного математического моделирования на трехмерных сетках.

Ключевые слова: Vulkan, 2D, 3D, компьютерная графика, визуализация, сеточная модель, трассировка лучей.

ВВЕДЕНИЕ. Разработка систем визуализации двумерных и трехмерных данных для анализа результатов численного моделирования является одним из развивающихся и важных направлений. Представление результатов в графическом виде улучшает восприятие и использование специалистами. В связи с использованием новейших технологий разработано приложение для визуализации результатов вычислений в реальном времени.

В этой области существует высокая потребность в удобных методах представления данных, что привело к развитию индустрии специализированного программного обеспечения для визуализации результатов численных расчетов различными способами. В отличие от большинства других областей научной визуализации, визуализация на нефтяных и газовых месторождениях реализует классическую полигональную визуализацию для представления геометрической модели месторождения. Геологические модели нефтяных месторождений обычно слишком велики с точки зрения количества элементов, чтобы их можно было легко визуализировать со стабильной частотой кадров. Проблемы были связаны с тем, что вычисления ведутся на суперкомпьютерных системах, а визуализация работает на клиентском устройстве. В последнее время были представлены определенные способы визуализации очень большого количества полигонов [1].

Для визуализации моделей на компьютерах была использована технология Vulkan. На сегодняшний день практически все устройства (ПК, мобильные телефоны, планшеты) поддерживают технологию Vulkan. Главным достоинством низкоуровневого Vulkan API является прямой доступ к аппаратным ресурсам графического процессора и распределение нагрузки между центральным процессором и графическим процессором. Таким образом, можно добиться высокой производительности и долгой автономности для мобильных устройств.

Используя технологию Vulkan, были разработаны модули 3D визуализации для настольных компьютеров, оснащенных дискретной графической картой. Также раз-

*Адрес для переписки. E-mail: mustafin.mb@gmail.com

работан модуль 3D визуализации с использованием новейшей технологии Vulkan Ray Tracing в реальном времени. Модуль визуализации, разработанный с использованием технологии трассировки лучей, визуализирует различные модели в реальном времени, что позволяет визуально наблюдать за изменениями какого-либо процесса.

Также в статье представлены примеры визуализаций разных моделей компьютера. Отметим, что разработанное приложение может визуализировать любые результаты численного математического моделирования на структурированных и неструктурированных 3D сетках.

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ. На сегодняшний день существуют несколько программных интерфейсов, использующие двумерную и трехмерную компьютерную графику, такие как OpenGL, DirectX и Vulkan. OpenGL является высокоуровневым программным интерфейсом для графических устройств [2-4]. API Vulkan является приемником OpenGL, но они очень сильно отличаются. Со спецификациями Vulkan API можно ознакомиться в литературах [5-8]. Vulkan поддерживает единственный шейдерный язык SPIR-V [9].

В исследовательской работе [10] изучаются высокопроизводительные API, и проводятся подробные сравнения между стандартным OpenGL и новейшими API таких как Vulkan и DirectX 12. Основное отличие технологии Vulkan от DirectX 12 в кроссплатформенности. DirectX 12 доступен только для ПК с ОС Windows 10, тогда как Vulkan доступен практически для всех устройств (ПК, мобильные телефоны, планшеты).

В статье описывается разработка приложения для визуализации нефтяных месторождений на настольных платформах с использованием технологии Vulkan и проводится тщательный анализ производительности при визуализации больших моделей.

В работе [11,12] разработаны оптимизированные алгоритмы визуализации результатов численного математического моделирования на структурированных сетках с использованием языка шейдеров библиотеки OpenGL, тогда как в описываемой работе используется технология Vulkan и готовый модуль визуализирует любые результаты численного математического моделирования на структурированных и неструктурированных сетках, а для повышения производительности используется технология Vulkan Real Time Ray Tracing [13,14]. Как и в большинстве подобных публикаций, эффективность метода визуализации измеряется путем сравнения количества визуализируемых кадров в секунду (FPS) с использованием различных технологий.

Кроме того, необходимость высокопроизводительной визуализации результатов расчетов нефтегазовых месторождений связана с наличием высокопроизводительных вычислений таких задач. Подобные исследования представлены в предыдущих работах авторов [15-17].

МЕТОДЫ.

Постановка задачи. Чтобы протестировать и сравнить несколько модулей визуализации, нам необходимо определить метод измерения эффективности визуализации. Мы попытались добиться плавных трансформационных манипуляций геометрической модели нефтяного месторождения. Плавность анимации определяется частотой кадров, представленных на экране в секунду (FPS). Комфортное и удобное количество кадров в секунду может варьироваться для разных людей, но в большинстве

случаев оно должно быть ниже 40 в научных приложениях. Некоторые пользователи предпочитают значения 60 или выше. В данной работе мы рассмотрим, сравним и проанализируем на основе гораздо более высоких значений FPS. Это связано с тем, что дальнейшее увеличение геометрической модели приведет к пропорциональному изменению количества FPS.

Для достижения максимально возможных результатов визуализации с помощью разработанных модулей мы использовали сгенерированные модели на основе простой геометрии куба.

Технологии визуализации. Существует два метода перевода 3D модели в двумерное изображение для отображения на экране: растеризация 3D модели и трассировка лучей. Обычно используется метод растеризации. Метод растеризации заключается в следующем. На плоскость экрана проецируются примитивы 3D модели и с помощью специальных алгоритмов получается цвет каждого пикселя, лежащий внутри спроецированных примитивов.

Трассировка лучей - это метод создания трехмерных моделей с применением принципа, подобного реальным физическим процессам. От камеры для каждого пикселя экрана генерируется луч до объекта, затем пиксель окрашивается цветом в месте пересечения с объектом луча. Пример отрисовки методом растеризации и трассировки лучей можно увидеть на рисунке 1.

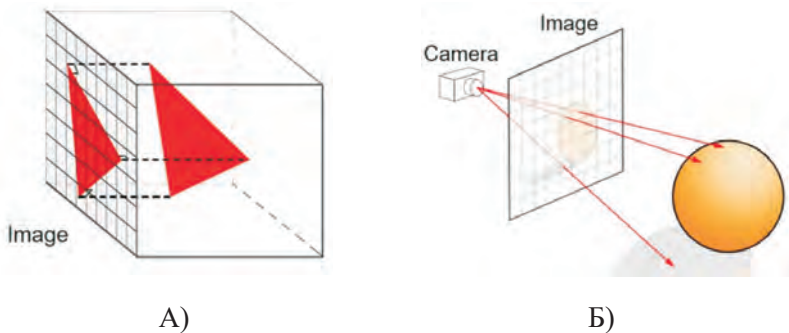


Рисунок 1 – А) отрисовка методом растеризации,
Б) отрисовка методом трассировки лучей

Для работы с трассировкой лучей существуют следующие элементы и понятия:

- Структуры ускорения (Acceleration structures) - специальный объект, инкапсулирующий внутреннюю картину геометрии. Его можно рассматривать как один из видов дерева (BVH), ускоряющий поиск пересечений луча и геометрии.
- Таблица привязки шейдеров (Shader Binding Table, SBT) - структура данных, позволяющая API отправить несколько шейдеров (и / или его отдельных стадий) для трассировки лучей, а затем в динамическом виде вызывают шейдер из этой таблицы в шейдерах.
- Новая команда, которая запускает трассировку (`vkCmdTraceRaysNV`).
- Новый конвейер (pipeline), который может работать с таблицей шейдеров для трассировки лучей.

Компьютерное приложение было реализовано с использованием новейших расширений для трассировки лучей через API Vulkan

Vulkan – это API для графических вычислительных устройств. Vulkan является кроссплатформенным API для высокопроизводительного доступа к графике и вычислений на современных видеокартах. Он может использоваться для разнородных устройств, таких как графические процессоры, мобильные устройства, планшеты. Vulkan предоставляет приложениям непосредственное управление графическим ускорением для улучшения эффективности и производительности. Vulkan единственный высокопроизводительный графический API работающий с несколькими операционными системами включая Windows, Linux и Android.

Входными данными визуализации являются результаты расчетов различных задач. Они содержат геометрию и разные характеристики пласта и имеют формат GRDECL. На рисунке 2 демонстрируется приложения визуализации для мобильных и настольных устройств.

Модуль визуализаций, разработанные с использованием Vulkan API для настольных систем, визуализирует различные модели, что позволяет визуально наблюдать за процессами.

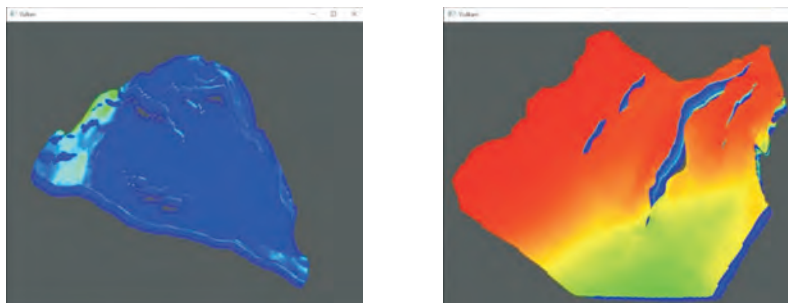


Рисунок 2 – приложение для настольных устройств.

РЕЗУЛЬТАТЫ. Для проведения тестов с визуализатором на компьютерах был использован персональный компьютер (Core i7 3770 3.40 GHz, 16Gb DDR3), оснащенный дискретной графической картой (nVidia GeForce RTX2080 ti, 11Gb GDDR6). На таблице 1 описаны характеристики использованных устройств для тестирования.

Таблица 1 – Характеристики графического устройства Geforce 2080 ti.

	Nvidia Geforce 2080 ti
Количество вычислительных блоков	4352
Теоретическая производительность	28,5/14,2 TFlops
Интерфейс памяти	352 бит
Скорость передачи данных памяти	14000 МГц
Пропускная способность памяти	448 Гб/с
Выделенная видеопамять	8 Гб GDDR6

Сравнение количества кадров в секунду при визуализации очень больших двумерных сеток с использованием Vulkan методом растеризации и трассировки лучей показано в таблице 2.

Таблица 2 – Количество кадров в секунду при визуализации различных сеток большого размера.

Размер	Количество ячеек	Vulkan растер- леу (FPS)	Vulkan RT (FPS)
100x100	20,000	3500	2600
500x500	500,000	3600	1285
1000x1000	2,000,000	1650	1095
2000x2000	8,000,000	650	1005
3000x3000	18,000,000	265	585
4000x4000	32,000,000	155	625
5000x5000	50,000,000	100	600
5700x5700	64,980,000	78	610

Каждая ячейка сетки состоит из двух треугольников, поэтому количество полигонов в два раза больше количества ячеек.

Как видно в таблице 2, при визуализации с использованием метода растеризации в небольших размерах, т. е. примерно до 2000x2000 или до 8 000 000 узлов, количество кадров в секунду больше, чем количество кадров в секунду при визуализации с использованием метода трассировки лучей. Однако, по мере увеличения размера модели результаты при визуализации с использованием метода трассировки лучей превосходят результаты метода растеризации. Метод растеризации, показанный на графике на рисунке 3, показывает, что результат уменьшается с увеличением размера, в то время как метод трассировки лучей показывает стабильный результат при размере более чем 18 миллионов узлов.

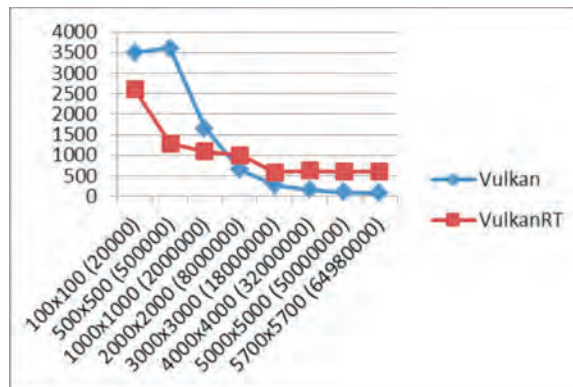


Рисунок 3 – Относительный график количества кадров в секунду при использовании методов растеризации и трассировки лучей

Кроме того, чем больше сеточная модель занимает область окна программы, т. е. чем ближе модель к экрану, тем больше она влияет на производительность, и разница между двумя методами меняется. Результаты визуализации приближенной модели с использованием размеров в таблице 2 показаны в таблице 3.

Таблица 3 – Количество кадров в секунду при визуализации различных больших сеток приближенной модели

Размер	Количество ячеек	Vulkan растеризация (FPS)	Vulkan RT (FPS)
100x100	20000	3500	2340
500x500	500000	3600	1000
1000x1000	2000000	1660	400
2000x2000	8000000	660	207
3000x3000	18000000	265	166
4000x4000	32000000	157	166
5000x5000	50000000	102	149
5700x5700	64980000	77	200

Как видно из таблицы 3, метод растеризации работает более эффективно, чем метод трассировки лучей, до 4000x4000, но при больших размерах метод трассировки лучей показывает стабильный результат, и количество кадров в секунду метода растеризации снижается. Причина уменьшения результата метода растеризации заключается в том, что во время растеризации проекция каждого узла проецируется на плоскость экрана и закрашиваются пиксели, поэтому с увеличением количества узлов увеличивается число процессов растеризации. Метод трассировки лучей генерирует лучи через плоскость экрана, поэтому число кадров в секунду уменьшается по мере приближения модели к окну программы, но график на рисунке 4 показывает, что с большими сетками трассировка лучей работает лучше, чем растеризация.

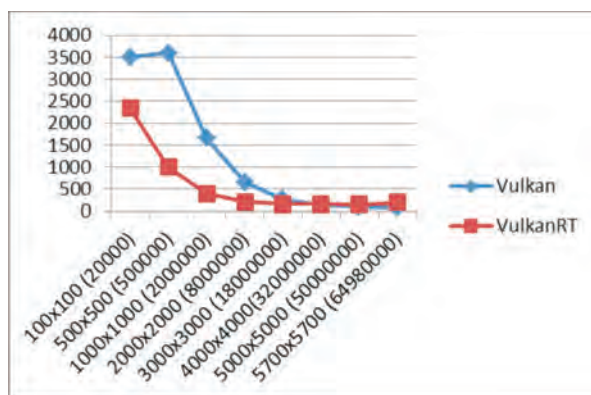


Рисунок 4 – График количества кадров в секунду при визуализации различных больших сеток приближенной модели.

Кроме того, размерность модели сетки влияет на производительность, и разница между этими двумя методами также изменяется. Таблица 4 показывает сравнение количества кадров в секунду двух методов при визуализации трехмерных сеток. Для сравнения была использована модель куба с различными размерами и заполненные случайными цветами изображенные на рисунке 5.

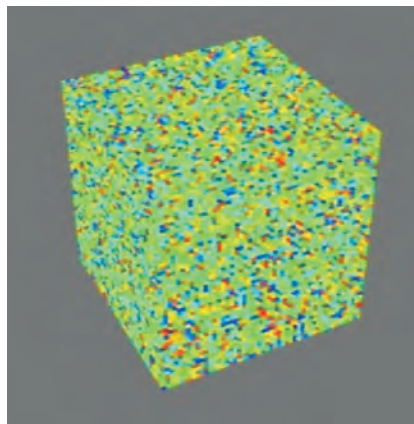


Рисунок 5 – Трехмерная модель куба.

Таблица 4 – Количество кадров в секунду при визуализации различных трехмерных сеточных моделей

Размер	Количество ячеек	Vulkan растеризация (FPS)	VulkanRT
10x10x10	2000	3400	2450
20x20x20	16000	3600	2350
50x50x50	250000	3300	2240
100x100x100	2000000	1460	1700
150x150x150	6750000	515	1550
200x200x200	16000000	255	1325
250x250x250	31250000	146	1120
280x280x280	43904000	109	1000
300x300x300	54000000	88	900

Как видно из таблицы 4, метод трассировки лучей показывает в несколько раз более высокую производительность, чем метод растеризации при визуализации моделей размером более 100x100x100. Поскольку в случае растеризации учитываются все узлы модели, а в случае с трассировкой лучей луч возвращает только цвет на пересечении, а невидимые слои позади не учитываются, поэтому для трехмерных моделей метод трассировки лучей дает хорошую производительность. Результаты таблицы 4 показаны на графике на рисунке 6.

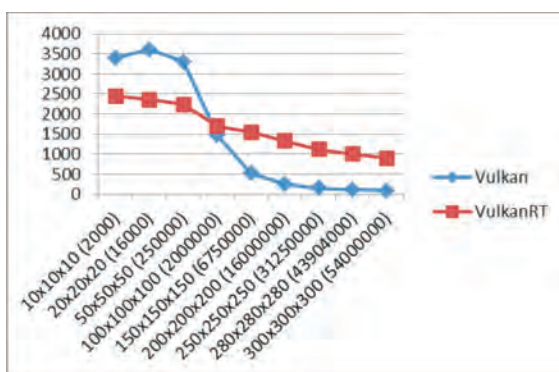


Рисунок 6 – График количества кадров в секунду при визуализации трехмерной сеточной модели.

Результаты визуализации приближенной трехмерной модели показаны в таблице 5 и на графике на рисунке 7.

Таблица 5 – Количество кадров в секунду при визуализации различных больших сеток приближенной трехмерной модели

Размер	Количество ячеек	Vulkan растеризация (FPS)	VulkanRT
10x10x10	2000	3350	2160
20x20x20	16000	3500	2200
50x50x50	250000	1840	1980
100x100x100	2000000	770	1690
150x150x150	6750000	358	1410
200x200x200	16000000	200	1270
250x250x250	31250000	120	1230
280x280x280	43904000	88	1130
300x300x300	54000000	75	1060

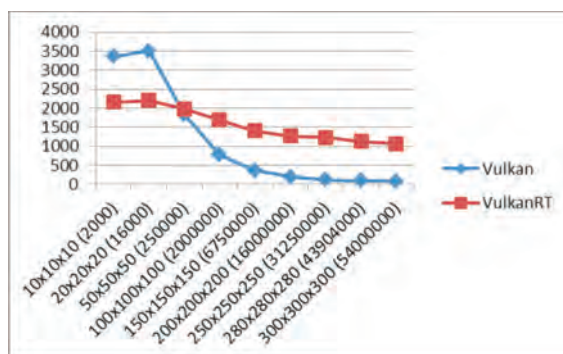


Рисунок 7 – График количества кадров в секунду при визуализации различных больших сеток приближенной трехмерной модели

АНАЛИЗ. Анализируя результаты, полученные при сравнении модулей визуализации, результаты, полученные на настольном GPU, очень высокие и начинается от 4300 FPS при работе с моделями малого размера и с увеличением размера снижается до 615 FPS.

На таблице 2 показаны результаты FPS при визуализации двумерной модели на настольном GPU с использованием метода растеризации и трассировки лучей. Отрисовка методом растеризации до размера 2000x2000 показывает 1650 кадров в секунду, а в методе трассировки лучей FPS равен 1095. По мере увеличения размера модели FPS отрисовки методом трассировки лучей превосходят результаты метода растеризации. На таблице 3 можно увидеть результаты FPS приближенной двумерной модели. При отрисовке приближенной модели до размера 3000x3000 можно заметить, что метод растеризации показывает больше FPS, чем метод трассировки лучей, но при больших размерах ячеек количество кадров в секунду при отрисовке методом растеризации ниже, чем количество кадров в секунду при отрисовке методом трассировки лучей.

На таблице 4 показаны результаты FPS при визуализации трехмерной модели на настольном GPU с использованием метода растеризации и трассировки лучей. Из таблицы можно заметить, что отрисовка методом трассировки лучей показывает более высокий FPS, чем метод растеризации при отрисовке модели размером более 100x100x100. На таблице 5 можно увидеть результаты FPS приближенной трехмерной модели. Тут можно заметить, что, начиная с размера 50x50x50 трехмерной модели, количество кадров в секунду при отрисовке методом трассировки лучей в несколько раз превосходит количества кадров в секунду при отрисовке методом растеризации.

ОБСУЖДЕНИЕ. В результате сравнения метода растеризации показал хорошую производительность при небольших размерах, но по мере увеличения размера модели сетки метод трассировки лучей показал стабильную и высокую производительность. Однако по мере приближения к модели вы можете видеть, что количество кадров в секунду значительно изменяется в методе трассировки лучей. Это связано с тем, что площадь искомого луча увеличивается, а метод растеризации не меняет количество операций, поэтому он существенно не меняется, поскольку проецируется каждая ячейка на экран. Кроме того, при визуализации трехмерных сеточных моделей метод трассировки лучей показал более высокую производительность, чем метод растеризации. Это объясняется тем, что метод растеризации вычисляет проекции каждой ячейки на плоскость экрана, а метод трассировки лучей не учитывает невидимые участки объекта. Следовательно, для визуализации трехмерных сеточных моделей, выгодно использовать метод трассировки лучей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. В данной статье была поставлена задача разработки высокопроизводительного компьютерного приложения. Получены результаты работы компьютерного приложения с использованием метода растеризации и метода трассировки лучей. В качестве входных данных для тестирования производительности была использована модель куба разного размера. Были проведены сравнительные анализы результатов компьютерного приложения с использованием двух методов отображения.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 A first look at Unreal Engine 5, 2020 - <https://www.unrealengine.com/en-US/blog/a-first-lookat-unreal-engine-5>
- 2 Mark S., Kurt A. "The OpenGL Graphics System: A Specification." (2008).
- 3 Sellers G., Wright R.S. Jr., Haemel N. OpenGL SuperBible: Comprehensive Tutorial and Reference (6th Edition). Addison Wesley Professional; 6 edition (July 31, 2013). 2013. – P. – 848.
- 4 OpenGL programming guide: the official guide to learning OpenGL, version 4.3 / Dave Shreiner, Graham Sellers, John Kessenich, Bill Licea-Kane ; the Khronos OpenGL ARB Working Group.---Eighth edition.
- 5 Селлерс Г. Vulkan. Руководство разработчика. Официальное руководство / пер. С англ. А. Б. Борескова. – М.: ДМК Пресс, 2017. – 394с.
- 6 Khronos Vulkan Working Group. Vulkan 1.0.98 - A Specification (with KHR extensions). 1.0.98. Jan. 2019.
- 7 Pawel Lapinski, Vulkan Cookbook. Work through recipes to unlock the full potential of the next generation graphics API—Vulkan. Packt Publishing Ltd. Birmingham (2017).
- 8 Khronos Group. Vulkan. <https://www.khronos.org/vulkan/>. Accessed: 2017-11-13.
- 9 Khronos Group. SPIR Overview. <https://www.khronos.org/spir/>. Accessed: 2018-03-03.
- 10 Shiraef, Joseph A.. "An exploratory study of high performance graphics application programming interfaces." (2016).
- 11 Бадретдинов М. Р., Бадретдинов Т. Р., Боршук М. С., Применение библиотеки opengl для визуализации результатов численного математического моделирования на сетках большой размерности. Вестник УГАТУ, 2015. – № 4. С. 84-94 .[Badretdinov M. R., Badretdinov T. R., Borshchuk M. S., Primenenie biblioteki opengl dlya vizualizacii rezul'tatov chislennogo matematicheskogo modelirovaniya na setkah bol'shoj razmernosti. Vestnik UGATU, 2015. – № 4. S. 84-94]
- 12 Abraham, Frederico & Celes, Waldemar. (2009). Distributed Visualization of Complex Black Oil Reservoir Models.. 87-94. 10.2312/EGPGV/EGPGV09/087-094.
- 13 Khronos Group. Ray Tracing In Vulkan. – <https://www.khronos.org/blog/ray-tracing-invulkan#raytracing1a> Accessed: 2020-03-25.
- 14 NVIDIA Vulkan Ray Tracing Tutorial – <https://developer.nvidia.com/rtx/raytracing/vkray> Accessed: 15.02.2019.
- 15 D.Zh. Akhmed-Zaki, T.S. Imankulov, B. Matkerim, B.S. Daribayev, K.A. Aidarov, O.N. Turar. Large-scale simulation of oil recovery by surfactant-polymer flooding. Eurasian Journal of mathematical and computer applications. – 2016. V. 4, – P. 12-31.
- 16 Akhmed-Zaki D.Zh., Daribayev B.S., Imankulov T.S., Turar O.N. High-performance computing of oil recovery problem on a mobile platform using CUDA technology. Eurasian Journal of mathematical and computer applications. – 2017. V. 5, – P. 4-13.
- 17 T.S. Imankulov, D.Zh. Akhmed-Zaki, B.S. Daribayev and O.N. Turar. HPC Mobile Platform for Solving Oil Recovery Problem. Proceedings of the 13th International Conference on Informatics in Control, Automation and Robotics (ICINCO 2016), V. 2 Lisbon, Portugal. 29 - 31 July 2016. – P. 595-598.
- 18 Ключков Михаил Аркадьевич. "К решению задачи визуализации результатов моделирования процессов разработки нефтегазовых месторождений" Известия Института математики и информатики Удмуртского государственного университета, 2017. – V. 49. – P. 3-16. [Klochkov Mihail Arkad'evich. "K resheniyu zadachi vizualizacii rezul'tatov modelirovaniya processov razrabotki neftegazovyh mestorozhdenij" Izvestiya Instituta matematiki i informatiki Udmurtskogo gosudarstvennogo universiteta, 2017. – V. 49. – R. 3-16.]
- 19 Геологическое и гидродинамическое моделирование месторождений нефти и газа: учебное пособие / Е.А. Гладков; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 99с. [Geologicheskoe i gidrodynamiccheskoe modelirovanie

mestorozhdenij nefi i gaza: uchebnoe posobie / E.A. Gladkov; Tomskij politekhnicheskij universitet. – Tomsk: Izd-vo Tomskogo politekhnicheskogo universiteta, 2012. – 99 s.]

20 Mullen, Tim R., Christian Kothe, Yu M. Chi, Alejandro Ojeda, Trevor Kerth, Scott Makeig, Gert Cauwenberghs and Tzyy-Ping Jung. “Real-time modeling and 3D visualization of source dynamics and connectivity using wearable EEG.” 2013 35th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC) (2013): 2184-2187.

М. Б. МУСТАФИН¹; О. Н. ТҰРАП², Д. Ж. АХМЕД-ЗАКИП

¹Ал-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

²Халықаралық бизнес университеті, Алматы, Қазақстан

ГРАФИКАЛЫҚ ПРОЦЕССОРЛАРЫ БАР ЖҮЙЕЛЕРДЕ СӘУЛЕЛЕРДІҢ ЖОЛ ТАРТУЫН БАҚЫЛАУ ҮШІН VULKAN ВИЗУАЛИЗАЦИЯСЫН ТЕСТІЛЕУ

Бұл жұмыста графикалық түрде сандық есептеулердің екі өлшемді және үш өлшемді нәтижелерін ұсынуға арналған жоғары өнімді қосымшаның әзірленуі сипатталған. Үш өлшемді модельді екі өлшемді бейнеге аударудың әртүрлі әдістеріне негізделген екі визуализациялау модулі салыстырылады. Модельдерді визуализациялау үшін Vulkan технологиялары және растеризация және Ray Tracing алгоритмдері қолданылады, және әртүрлі жағдайларда екі қосымшаның жұмысына салыстырмалы талдау жасалады. Әзірленген визуализациялау модульдерін сандық математикалық модельдеу нәтижелерін үш өлшемді торларда көрсету үшін қолдануға болады.

Түйін сөздер: Vulkan, 2D, 3D, компьютерлік графика, визуализация, торлы модель, сәулелік іздестіру.

M. B. MUSTAFIN¹, O. N. TURAR¹, D. ZH. AKHMED-ZAKIP

¹Al-Farabi Kazakh national University, Almaty, Kazakhstan

²University of International Business, Almaty, Kazakhstan

TESTING VULKAN VISUALIZATION FOR GEOMODELS ON SYSTEMS WITH GRAPHIC PROCESSORS FOR RAY TRACING

This paper describes the development of a high-performance application for representing two-dimensional and three-dimensional results of numerical calculations in graphical form. Two visualization modules developed on the basis of different methods for translating a three-dimensional model into a two-dimensional image are compared. Vulkan technologies and rasterization and Ray Tracing algorithms are used for model visualization, and comparative analyses of the operation of two applications in different conditions are performed. The developed visualization modules can be used to display the results of numerical mathematical modeling on three-dimensional grids.

Key words: Vulkan, 2D, 3D, computer graphics, visualization, grid model, ray tracing.

*N. M. TEMIRBEKOV*¹, *D. R. BAIGEREYEV*², *A. N. TEMIRBEKOV*³

¹*Kazakhstan University Of Engineering And Technology*

²*Sarsen Amanzholov East Kazakhstan University*

³*Al-Farabi Kazakh National University*

USING THE RESOURCES OF A DISTRIBUTED INFORMATION SYSTEM FOR SOLVING APPLIED PROBLEMS

The process of designing and creating an integrated distributed information system for storing digitized works of scientists of research institutes of the academic city of Almaty, carried out within the framework of the grant project of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan AP05131806. The requirements for the storage of digital objects are defined. The system fully provides the necessary computing resources for ongoing research and educational processes, simplifying the prospect of its further development, and allows to build an advanced IT infrastructure for managing intellectual capital, an electronic library that is intended to store all books and scientific works of the Kazakhstan Engineering Technological University and research institutes of the Almaty academic city.

Key words: *Server, IT infrastructure, IT solutions, Big Data, portal, supercomputer.*

Introduction. Today, technological progress requires an unlimited growth rate of computing and information capacities of post-petaflops scales, providing new fundamental knowledge and innovation in the production, environmental, economic and social spheres. In this regard, mathematical modeling of processes and phenomena is rapidly developing, including theoretical and applied research, super-calculations and large-scale computer experiments, operations with super-large data, and artificial intelligence. The solution of such problems requires large amounts of software of a new generation of architectural solutions and constructive technologies. Global trends lead to the creation of integrated computing and information surroundings that form a tool environment for automating the construction of models and algorithms, displaying them on super computer platforms, and creating comfortable interfaces for users with different professional training. Such an ecosystem is designed for a long-life cycle with continuous development and coordinated participation of various development groups. In fact, it leads to the formation of a new industry with mass professions of high supercomputer literacy. The identified scientific and technological challenges require competent organizational and infrastructure solutions, including interdepartmental coordination of academic, educational and production teams [1].

Despite the harmonious development of various socio-economic trends in the twenty-first century, the importance of these trends is obvious. The role of these technologies has dramatically increased after the mass appearance of personal computers, and then in connection with the birth of multiprocessor computers of the teraflops and petaflops level with 10^{12} - 10^{15} operations per second. The rate of increase in computer capacity obeys the law of G. Moore, one of the founders of the company “Intel” – exponential growth of 1000 times in 11 years. Although saturation should have already occurred according to physical laws, the anomalous dynamics remain. Currently, the record-breaking supercomputer has about 200 petaflops, and the appearance of exaflops (10^{18} arithmetic actions per second) already takes place. Such a multiprocessor computing system will have hundreds of millions

of computing devices, and the generation now entering working life will have access to super-calculations of a fundamentally new scale. There is an ability to store and process huge amounts of numeric data [1].

One of the main tasks of the economy is the task of the agro-industrial complex. The use of multiprocessor computers for solving problems of the agro-industrial complex is very necessary. The use of information technologies allowed the agro-industrial complex to reach a new level, increase efficiency and solve strategically important issues. The use of big data in agriculture is rapidly developing. It will allow farmers to increase their harvest.

First, technologies for remote sensing of the earth, precision agriculture, technologies for visualizing space data on the map, rapid access to high-detail images for accurate mapping of field boundaries and crop rotations, fertility zones, and monitoring of vegetation conditions are becoming promising [2]. This uses data from satellites, sensors, and other systems.

Second, the introduction of digital technologies into the library collections and archives of research institutes in the agro-industrial sector is of great applied importance. Creating a digital representation of library resources makes it possible not only to ensure their preservation for many centuries, but also to provide them to a wide range of people. It should be recognized that most of the works published before the middle of the XX century by scientists have not been widely distributed due to the lack of a single repository or scientometric databases.

Third, systems of online control of elements of the production cycle and management of agro-business: machinery, fields and warehouses are relevant. These systems process data about the weather, vegetation index, soil condition, and crop rotation. For example, the Russian project “Agrosignal” [3], which connects more than 150 farms that process more than 2 million hectares of land, focuses mainly on crop control.

Fourth, specialized information services containing catalogs and knowledge bases, as well as observational data, play an important role. These services are often used for publishing news and analytical articles, allowing employees of the agro-industrial sector to discuss pressing issues and share their experience.

Research material and methods. Each of these directions, as a rule, leads to the need for efficient storage of the resulting data array. In the Russian Federation, there are several dozen information services dedicated to the agro-industrial complex. For example, there are portals agroyug.ru, agrofoodinfo.com, webpticeprom.ru, agbz.ru, latifundist.com, agrosver.ru, rynok-apk.ru, agrobook.ru, agro.ru, ya-fermer.ru, agro2b.ru, agroxxi.ru intended for people whose activities are related to agriculture and corresponding goods and services. These portals are distributed to the clients from Russia, Belarus, Moldova, Ukraine, China, Europe and abroad. The sites contain catalogs of companies, manufacturers, products and services, price lists, events, and articles. Thus, these information services provide the population with high-quality content in the field of agro-industrial complex, which helps to solve many problems of producers and consumers of the agro-industrial complex. In the Republic of Kazakhstan, there are very few information services dedicated to IT solutions in the agro-industrial complex. The website of the information and agricultural newspaper “Agro info” agroinfo.kz provides

information on agronomy, animal husbandry, new agricultural machinery and equipment, explanations of legislation, overview of the grain market, answers to readers' questions. The portal *agrobiz.kz* is aimed at improving the effectiveness of systematic interaction of the farming community with government agencies, organizations, financial institutions, the market sector and the population. The idea of the portal is to provide farmers from remote regions a direct access to the open market, increase demand for their products in many ways, and block the path of numerous intermediaries. The portal is intended to become a single database of all farms and rural districts, hundreds of agricultural scientists and experts, and thousands of agricultural enterprises in the country. There is an *agro.kz* portal for publishing ads in the agricultural sector. Recognizing the need to create a similar resource for researchers and employees of the agro-industrial complex, a team of scientists from the Kazakhstan University of engineering and technology, «Academset» LLP and a number of research institutes created the portal of the academic city of Almaty - *acagor.kz*. This system is aimed at solving the following tasks:

- creation of a single repository of scientific articles, monographs, geographical materials, audio and video recordings and other results of intellectual activity of employees of research institutes in the field of agro-industrial complex;
- providing flexible search for necessary information on metadata of documents and their contents;
- organization of information collection on remote digital repositories and from scientometric databases;
- placement of news, business and advertising information and the possibility of information exchange.

The system allows you to keep the results of intellectual activity of research institutes up-to-date and provides access to them on the basis of Web technologies. The created portal corresponds to the “Industry 4.0” strategy, which aims to transfer new technologies to the agro-industrial complex of the Republic of Kazakhstan and search for practical innovative solutions to eliminate factors that limit the development of agriculture in Kazakhstan.

The agroindustrial complex, due to numerous reasons and global trends, is the most important area where these technologies can and should be implemented. Despite the fact that the introduction of information technologies in the agro-industrial sector has always been quite difficult, the new round of technological development has given a strong impetus to the use of the latest digital technologies in this sector of the economy [4].

«Industry 4.0» is a new approach to production, which is formed on the collection of big data. The use of “Big Data” technology helps farmers save more and earn more money. Figure 1 shows a structural diagram of the distributed information system of Akademgorodok.

Only recently introduced into industrial production, high-volume data processing allows you to optimize product quality, save energy, and improve the performance of your equipment. In the context of “Industry 4.0”, the collection and comprehensive evaluation of data obtained from various sources – from production equipment, ERP (Enterprise Resource Planning) and CRM systems of the enterprise (Customer Relationship Management), will become a standard tool for supporting real-time decision-making[4].

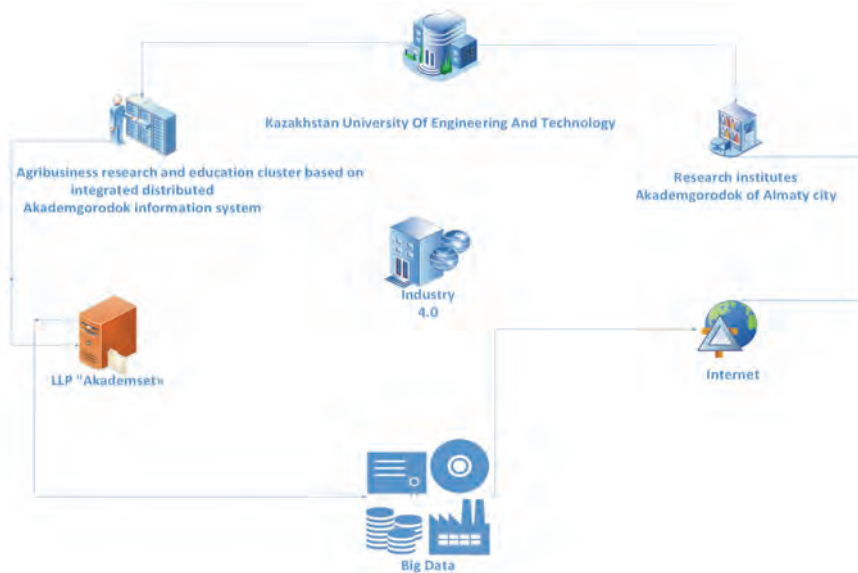


Figure 1 – Block diagram of the distributed information system of Akademgorodok

Today, the authors of the portal set a goal to create a multiprocessor computing cluster within the portal. With the help of it various tasks will be solved in the industrial, environmental, economic and social spheres.

One of these tasks is the task of studying and predicting the epidemiological situation of COVID-19 coronavirus infection. Experts from different fields of science are divided in their opinion on how long the pandemic will last. The Atlantic analyzed and accounted for 4 of the most probable scenarios [5].

The first and second scenarios assumed that the coronavirus would last from one month to four months. A part of the medical community was sure that the coronavirus would not be a serious pathogen. Unfortunately, during this time, the coronavirus did not go down, and the pandemic continues to grow. The third scenario assumed that the pandemic would last up to one year, and the fourth more than a year. These forecasts do not have a clear time frame for the end of the pandemic. They are made analytically.

The research and forecasting methods are devoted to the joint use of mathematical models and real data, which is an effective tool for studying complex epidemiological processes and solving practical problems based on it. Related tasks play a significant and important role here. Direct and feedback links between models and daily real data on the spread of coronavirus and the system organization of computing technologies are convenient to build using variational principles. This approach naturally leads to the combined use of forward and reverse modeling methods.

The approach based on the classical Lagrange variational principle using conjugate equations is the most promising for solving problems of estimating and predicting virus propagation processes.

For a more accurate prediction of the epidemiological situation, it is necessary to develop a mathematical model for the spread of COVID-2019 coronavirus and develop a computational

algorithm for a multiprocessor computing cluster. This will allow us to more accurately describe the epidemiological situation around the world. The diagram of interaction between the Akademgorodok portal and the computer system is shown in figure 2.

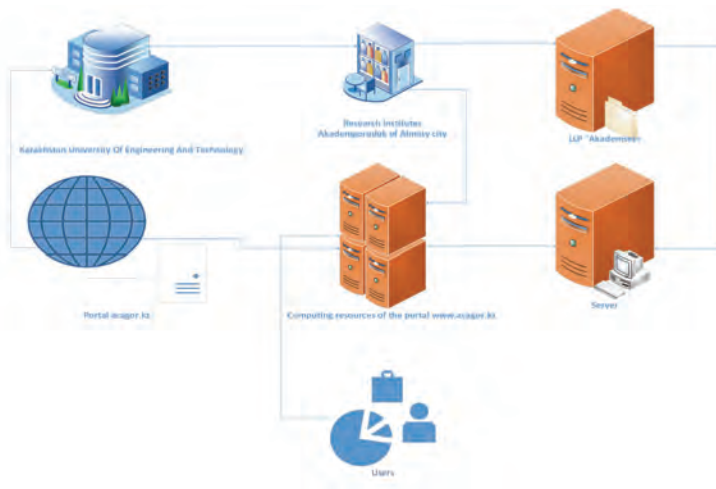


Figure 2 – Block diagram of a computer system based on the Akademgorodok portal

Today, the system allows you to store the following information:

- information about research organizations;
- information about the employee of research organizations, different spellings of his name, including in different languages;
- links to profiles in various databases (Scopus, Researcher ID, ORCID);
- information about research activities (participation in funded projects, conferences, internships, etc.).

The web portal is designed to provide a standardized unified user interface for all functions and modules that are part of a distributed information system. The portal part provides remote access to information resources and services. The subsystem combines the processes of providing access to information resources to all interested subjects of interaction. The provision of services involves:

- navigation through services;
- access to project information and regulatory legal and methodological materials;
- user identification, authentication, and authorization;
- providing basic information about research institutes and their employees;
- providing information about the latest achievements of research institutes, upcoming events, conferences;
- availability of photo and video galleries;
- personal account, analysis of working hours on the site, storage of request history;
- managing requests for searching for authors and titles of publications;
- managing requests for full-text search on resources;
- export data to various formats;
- providing various reports.

Results and discussions. Built information system used to store digitized articles, monographs and technical reports of the staff of the Institute of General genetics and Cytology, Institute of human physiology and animals of the Kazakh research Institute of processing and food industry Kazakh research Institute of fruit growing and viticulture Kazakh scientific research Institute of soil science and Agrochemistry named after U. U. Usmanov, Kazakhstan engineering-technological University, Research Institute of Microbiology and Virology. The repository is filled in by content managers (employees of the research Institute and the Kazakhstan University of engineering and technology) according to the model presented in [6]. As a result of integration of the web portal with the repository of digital objects, metadata and links to materials uploaded to the storage subsystem are displayed on the scientist's profile page and on the information page of research institutes [7-11]. You can search by metadata. In addition, filtering by keywords, institutions, date and language of publication is implemented. Currently, more than 936 works are stored in the repository.

The software implementation of the research integration and support module is based on the interaction of the web application with the scientometric database API with further data analysis and systematization. To do this, a table was created containing the digital IDs of each employee of the research Institute:

- Scopus author ID;
- ID of the Web of Science researcher;
- Google Scholar citation profile;
- ORCID.

These identifiers are being filled by the managers of the content web applications. Main functions of the created module:

- getting a list of publications of research Institute employees;
- synchronize information with profiles of the scientists on the website of the campus;
- display of publications of the research Institute;
- displaying the number of links to publications and calculating the scientist's h-index with or without self-citation;
- reporting that reflects the assessment of the effectiveness and efficiency of the research Institute, the output of structured current and comparative data on scientometric indicators of employees. This function takes into account reporting periods for comparative analysis by quarter, year, and five years;
- export data to various formats.

Note that the h-index is not returned on request. Its calculation is based on the analysis of the list of publications and their citations.

In General, the developed module saved the research Institute employees from the routine manual work of extracting and analyzing information from scientometric databases.

The web portal contains many software modules. With the help of the conference module developed for the Web portal, which was successfully tested at the international conference in April 2019, it is planned to hold an international scientific and practical conference "Computational and Information Technologies in Science, Engineering and Education" (CITech-2020), dedicated to the 1150th anniversary of al-Farabi (Almaty, October 9-10, 2020). All designated papers selected by the international expert Council of the conference

are planned to be published in a collection of articles in the Springer publishing house in the series “Communications in Computer and Information Science” (indexed in the Scopus database) and also to the repository of digital objects of the Web portal acagor.kz. Taking into account the work done, the authors of the integrated distributed system in the future set a goal to create a multiprocessor computing cluster within the portal. With the help of which various tasks will be solved in the industrial, environmental, economic and social spheres.

Gratitudes. The work was supported by grant funding of scientific and technical programs and projects by the Ministry of education and science of the Republic of Kazakhstan (grant № AP05131806, 2018-2020).

REFERENCES

1 Ilyin V. P. How to reorganize computer science and technology// Bulletin of the Russian Academy of Sciences, 2019, V. 89, № 3. – P. 232-242.

2 RKS and “RUSAGRO” unite the efforts for the digitalization of agriculture of Russia [Electron. resource]. - 2017. - URL: <https://www.roscosmos.ru/24458/> (accessed 15.08.2020).

3 Agrosignal - GLONASS / GPS system for monitoring special equipment and agro-business management [Electron. resource]. 2019. - URL: <https://7gis.ru/podderzhka/platformyi/agrosignal.html> (accessed 15.08.2020).

4 Tuskov A. A., Grosheva E. S., Palatkin I. V., Shorokhova O. S. industry 4.0 in agriculture: main trends in the application of Internet of things technologies in agriculture // Models, systems, and networks in Economics, technology, nature, and society. – 2018. – № 1 (25). – C. 55-64.

5 Zhivaya Kuban online diary of the Krasnodar territory [Electron. resource]. - 2020. - URL: livekuban.ru/news/obshchestvo/skolko-budet-dlitsya-epidemiya-koronavirusa/ (accessed 15.08.2020).

6 Shokin Yu. I., Temirbekov N. M., Zhizhimov O. L., Temirbekov A. N., Baigereev D. R. Model of the integrated distributed library information system of the academic city of Almaty // Computing technology. - 2018. - V. 23. - №. 5. - P. 110-119.

7 Temirbekov N., Baigereyev D., Temirbekov A., Smolarz A. Architecture of the distributed information system of the Almaty Akademgorodok // Przegląd Elektrotechniczny. - 2019. - №. 5. – P. 75-78.

8 Temirbekov N. M., Zhizhimov O. L., Baigereev D. R., Omirzhanova B. B., Temirbekov A. N., Orazgalieva A.m. Building a scientific and educational cluster based on the integrated distributed information system of Akademgorodok // Joint issue of the journals “Bulletin of EKSTU named after D. Serikbayev” and “Computing technologies”. - 2018. - V. 1., №. 3., Part 1. - P. 120-127.

9 Temirbekov N. M., Baigereev D. R., Temirbekov A. N. Cloud technologies for the organization of scientific and educational agro-industrial cluster of the academic city of Almaty // Bulletin of alFarabi KazNU, series “mathematics, mechanics, Informatics”, no. 3(103), 2019. – P. 75-89.

10 Temirbekov, N., Baigereyev, D., Temirbekov, A., Omirzhanova, B. Development of an information system for storing digitized works of the Almaty Academic research institutes (Conference Paper). AIP Conference Proceedings. Volume 2183, Article number 080005.-2019.

11 Temirbekov N., Baigereyev D., Temirbekov A., Omirzhanova B. Development of a Distributed Information System of the Almaty Akademgorodok. Journal of Engineering Science and Technology Review Special Issue on Telecommunications, Informatics, Energy and Management 2019.-p.127-130.

Н. М. ТЕМИРБЕКОВ¹, Д. Р. БАЙГЕРЕЕВ², А. Н. ТЕМИРБЕКОВ³

¹Казахстанский инженерно-технологический университет

²Восточно-Казахстанский университет имени Сарсена Аманжолова

³Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕСУРСОВ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ

Проанализирован процесс проектирования и создания интегрированной распределенной информационной системы для хранения оцифрованных трудов ученых научно-исследовательских институтов Академгородка города Алматы, проводимые в рамках грантового проекта МОН РК АР05131806. Определены требования к хранилищу цифровых объектов. Система в полной мере обеспечивает необходимыми вычислительными ресурсами проводимые научные исследования и образовательные процессы, упрощая перспективу дальнейшего его развития, и позволяет построить передовую IT-инфраструктуру управления интеллектуальным капиталом, электронной библиотекой, в которых будут храниться все книги и научные труды Казахского инженерно-технологического университета и научно-исследовательских институтов Академгородка города Алматы.

Ключевые слова: сервер, IT-инфраструктура, IT-решения, Big Data, портал, суперкомпьютер.

Н. М. ТЕМИРБЕКОВ¹, Д. Р. БАЙГЕРЕЕВ², А. Н. ТЕМИРБЕКОВ³

¹Қазақстан инженерлік-технологиялық университеті

²Сәрсен Аманжолов атындағы Шығыс Қазақстан Университеті

³әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

ҚОЛДАНБАЛЫ ЕСЕПТЕРДІ ШЕШУ ҮШІН ТАРАТЫЛҒАН АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕНІҢ РЕСУРСТАРЫН ПАЙДАЛАНУ

Мақалада ҚР БжҒМ гранттық қаржыландырылған АР05131806 жобасы аясында жүргізілген Алматы қаласы Академиялық қалашығының ғылыми-зерттеу институттары ғалымдарының цифрланған еңбектерін сақтау үшін біріктірілген таратылған ақпараттық жүйені жобалау және құру процесі талданды. Сандық объектілерді сақтауға қойылатын талаптар анықталды. Жүйе жүргізілетін ғылыми зерттеулер мен білім беру процестерін оның одан әрі даму перспективасын оңайлата отырып, қажетті есептеу ресурстарымен толық көлемде қамтамасыз етеді және зияткерлік капиталды басқарудың озық IT-инфрақұрылымын, электрондық кітапхананы құруға мүмкіндік береді, онда Қазақстан инженерлік-технологиялық университетінің және Алматы қаласы Академқалашығының ғылыми-зерттеу институттарының барлық кітаптары мен ғылыми еңбектері сақталатын болады.

Түйін сөздер: сервер, IT-инфрақұрылым, IT-шешімдер, Big Data, портал, суперкомпьютер.

УДК 004.272.2:517.951

<https://doi.org/10.47533/2020.1606-146X.07>

Б. С. ДАРИБАЕВ¹, Т. С. ИМАНКУЛОВ¹, Д. Ж. АХМЕД-ЗАКИ²

¹Казахский национальный университет имени аль-Фараби

²Университет Международного Бизнеса

ПАРАЛЛЕЛЬНЫЙ АЛГОРИТМ НА CUDA ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ МНОГОФАЗНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ МНОГОКОМПОНЕНТНОЙ ЖИДКОСТИ В ПОРИСТЫХ СРЕДАХ

Рассматривается реализация параллельного алгоритма продольно-поперечной прогонки с использованием технологии CUDA для решения задач многофазной фильтрации многокомпонентной жидкости в пористых средах. Для решения систем трехдиагональных уравнений продольно-поперечной прогонки были использованы методы циклической и параллельной циклической редукции. Результаты исследования показали, что реализация алгоритмов циклической и параллельной циклической редукции на современных графических процессорах намного эффективней, чем на центральных процессорах.

Ключевые слова: CUDA, метод продольно-поперечной прогонки, циклическая редукция, параллельная циклическая редукция, многофазная фильтрация.

Введение. Гидродинамическое моделирование процессов, которые протекают в нефтяных пластах, является одной из сложных задач механики жидкости. Связано это с тем, что процессы, протекающие в подземных резервуарах, могут быть очень сложны. Развитие современных графических процессоров (GPU) открыло возможность для вычисления такого рода задач. Учитывая этот факт, нами был рассмотрен параллельный алгоритм продольно-поперечной прогонки (Alternating Direction Implicit - ADI) [1] на GPU для решения задачи многофазной фильтрации многокомпонентной жидкости в пористых средах. ADI – это конечно-разностный численный метод для решения параболических, гиперболических и эллиптических уравнений и широко используется в научных и инженерных областях [2-5]. В методе ADI каждый численный шаг разбивается на несколько подэтапов, основанных на пространственном измерении задачи, и система линейного уравнения решается неявно в одном направлении при явной схеме в другом направлении. В метода ADI на каждом подшаге решаемые уравнения имеют трехдиагональную структуру и могут быть решены с помощью трехдиагонального матричного алгоритма (TDMA) [6].

Для решения систем трехдиагональных уравнений было разработано немало параллельных алгоритмов: циклическая редукция (CR) [7], параллельная циклическая

редукция (PCR) [8]. Для распараллеливания метода ADI мы использовали существующие алгоритмы CR и PCR на GPU. Для реализации последовательного алгоритма использовали неявный метод прогонки [9].

Для ускорения такого рода параллельных алгоритмов отлично подходят платформы с неспециализированными вычислениями на GPU (GPGPU). Графический процессор достигает высокой производительности, выполняя более тысячи потоков одновременно, и каждый из них обрабатывает различные наборы данных. В разных областях исследований было много успешных реализации на GPU, таких как анализ медицинский изображений [10] и вычислительная гидродинамика [11, 12].

Математическая модель. Рассмотрим математическую модель движения многофазной многокомпонентной жидкости в пористой среде. В модели учитываются 3 фазы. Номер фазы будем обозначать буквой α . Индекс $\alpha = o$ соответствует нефтяной фазе: нефтяная, газовая и водная, $\alpha = g$ – газовой фазе, $\alpha = w$ – водной фазе. Номер компонента в фазе α будем обозначать буквой j . Уравнение неразрывности для отдельного компонента с номером j , содержащегося в фазе α , в дифференциальной форме и фазовые скорости \vec{U}_α по закону Дарси имеют вид [13-15]:

$$\frac{\partial}{\partial t} \left(\sum_{\alpha} m \rho_{\alpha} C_{\alpha j} \right) + \operatorname{div} \left(\sum_{\alpha} \rho_{\alpha} C_{\alpha j} \vec{U}_{\alpha} \right) = \operatorname{div} \left(m D_{\alpha j} S_{\alpha} \operatorname{grad} (\rho_{\alpha} C_{\alpha j}) \right) \\ \alpha = \overline{w, o, g}; \quad j = \overline{1, n} \quad (1)$$

$$u_{\alpha} = -K \frac{k_{ra}}{\mu_{\alpha}} \nabla (p_{\alpha} - p_{\alpha} g z), \quad \alpha = w, o, g; \quad (2)$$

где, m – пористость породы, S_{α} – насыщенности фаз, \vec{U}_{α} – скорости фильтрации фаз, $D_{j\alpha}$ – коэффициент молекулярной диффузии компонента j в фазе α , K – абсолютная проницаемость, $k_{ra} = k_{ra}(S, T)$ – относительная фазовая проницаемость фазы α , $\mu_{\alpha} = \mu_{\alpha}(p_{\alpha}, T, C_{i\alpha})$ – вязкость фазы, $p_{\alpha} = p_{\alpha}(S)$ – давление фазы, ρ_{α} – массовая плотность фазы, g – ускорение свободного падения, z – глубина.

Давления фаз связаны между собой следующими выражениями:

$$p_o = p_w + p_{cow}(S_w), p_g = p_o + p_{cog}(S_g), \quad (3)$$

где $p_{cow}(S_w, T)$, $p_{cog}(S_g, T)$ капиллярные давления на границе вода – нефть (cow) и нефть – газовой (cog). Эти зависимости считаются заданными функциями насыщенностей.

Циклическая и параллельная циклическая редукция. Для последовательной реализации метода ADI был использован алгоритм прогонки [9].

Для реализации параллельного метода ADI были выбраны алгоритмы циклической (CR) и параллельной циклической редукции (PCR). Алгоритм CR состоит из двух этапов: прямой и обратный ход. На прямом ходе система последовательно уменьшается до меньшей системы с половиной числа неизвестных, пока не будет достигнута система из одного неизвестного. На обратном ходе последовательно находят остальные неизвестные, используя ранее найденные значения.

На каждом шаге прямого хода мы обновляем все уравнения с четным индексом параллельно с уравнением текущей системы как линейную комбинацию уравнений i , $i+1$ и $i-1$, так что мы выводим только систему неизвестных с четными индексами.

Уравнение i имеет вид $a_i x_{i-1} + b_i x_i + c_i x_{i+1} = d_i$. Обновленные значения a_i, b_i, c_i и d_i находятся по следующим формулам:

$$a'_i = -a_{i-1}k_1, b'_i = b_i - c_{i-1}k_1 - a_{i+1}k_2$$

$$c'_i = -c_{i+1}k_2, d'_i = d_i - d_{i-1}k_1 - d_{i+1}k_2$$

$$k_1 = \frac{a_i}{b_{i-1}}, k_2 = \frac{c_i}{b_{i+1}}$$

На каждом шаге обратного хода мы решаем параллельно все x_i с нечетными индексами, подставляя уже решенные значения x_{i-1} и x_{i+1} в уравнение i :

$$x_i = \frac{d'_i - a'_i x_{i-1} - c'_i x_{i+1}}{b'_i}$$

Заметим, что для простоты в приведенном описании мы пренебрегаем специальной обработкой последнего уравнения и первого неизвестного, соответственно, в двух фазах алгоритма. Кроме того, мы решаем систему двух уравнений между двумя фазами алгоритма (Рисунок 1).

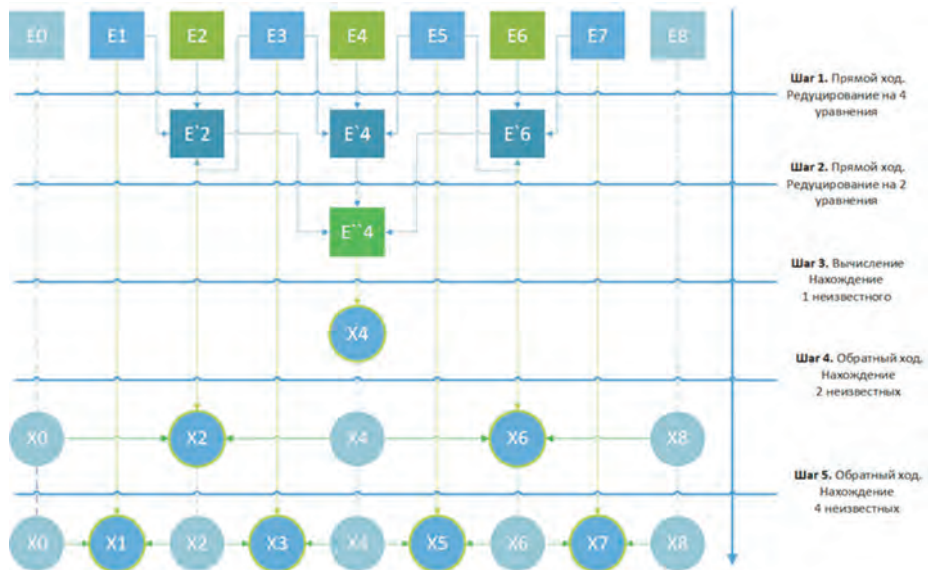


Рисунок 1 – Схема связей алгоритма CR для системы с восемью уравнениями

Параллельный алгоритм CR и последовательный алгоритм прогонки выполняют ряд операций, которые являются линейными по числу неизвестных. Алгоритм прогонки выполняет $8n$ операций, в то время как CR выполняет $17n$ операций. Однако на параллельном компьютере с n процессорами CR требует $2\log_2 n$ шагов, в то время как алгоритм прогонки требует $2n$ шагов.

PCR является усовершенствованным вариантом CR. В отличие от CR, PCR имеет только прямой ход. Хотя механизм редукции и формулы вычисления такие же, как у CR, на каждом этапе редукции PCR уменьшает каждую из существующих систем до

двух систем с половинным размером (Рисунок 2). PCR для завершения выполняет $12n\log_2 n$ операции и $\log_2 n$ шагов.

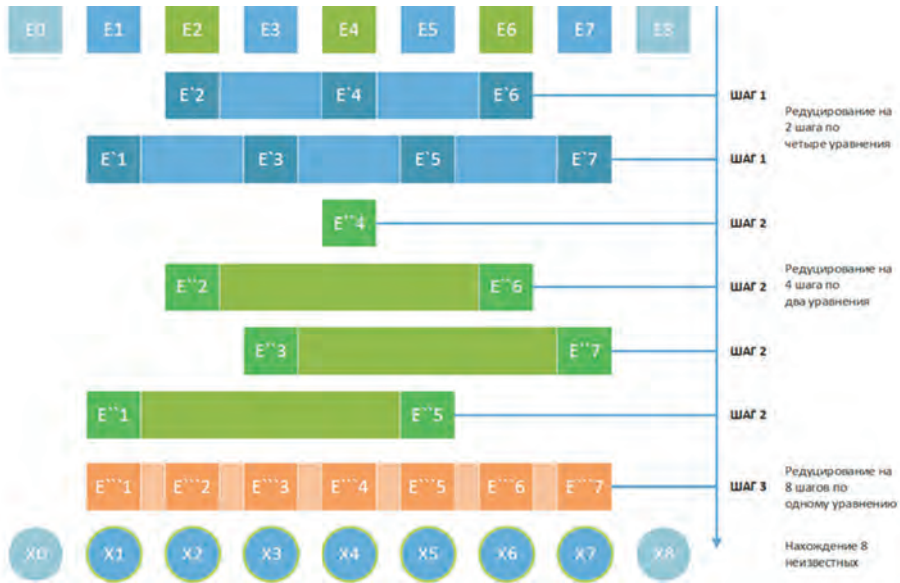


Рисунок 2 – Схема связей алгоритма PCR для системы с восемью уравнениями

Параллельный метод ADI. При параллельной реализации метода ADI на GPU с использованием технологий CUDA для всех реализаций копируем данные один раз с CPU на GPU и сохраняем все данные в памяти GPU, пока не вернем результат в CPU.

При реализации CR на CUDA сначала устанавливаем параметры выполнения ядра. Количество блоков CUDA равно количеству систем, так как каждая отдельная система сопоставляется с одним блоком CUDA. Количество потоков в одном блоке равно половине числа уравнений для каждой системы, так как мы начинаем с обновления только уравнения с четными индексами на первом алгоритмическом шаге.

Используем пять глобальных массивов для хранения трех диагоналей матрицы: нижняя диагональ, основная диагональ, верхняя диагональ, правая сторона и вектор решения. Объем разделяемой памяти, которую выделяем для каждого CUDA блока или каждой трехдиагональной системы равно $\text{system_size} * 5 * \text{sizeof}(\text{float})$ байт.

Прямой ход выполняет $\log_2(\text{system_size}/2)$ алгоритмические шаги. Все пять массивов alist , blist , clist , dlist и xlist представляют собой массивы разделяемой памяти с данными, загружаемыми из глобальной памяти. Шаг начинается с 1 и удваивает значение каждого алгоритмического шага. Количество активных потоков уменьшается на половину на каждом алгоритмическом шаге.

В начале обратного хода мы решаем систему уравнений с двумя уравнениями, полученную на заключительном этапе прямого хода. Затем выполняем $\log_2(\text{system_size}/2)$ алгоритмические шагов для решения всех остальных неизвестных. Соответ-

ственно алгоритму удваиваем количество активных потоков на каждом алгоритмическом шаге.

При реализации PCR на CUDA, как и в методе CR, устанавливаем количество CUDA блоков на количество систем. Но в отличие от CR устанавливаем количество потоков в каждом блоке на количество уравнений в каждой системе, так как в PCR обновляем все уравнения, а не половинные уравнения, на алгоритмическом этапе. Кроме того, число активных потоков остается постоянным на каждом алгоритмическом этапе.

На персональных компьютерах с графическими ускорителями, где вычислительные части программы выгружаются на GPU через шину PCI Express, программа должна минимизировать передачу данных между хостом и устройством. Поэтому лучшим сценарием является то, что данные копируются на устройство только один раз в начале и сохраняются до конца вычисления.

Результаты. В этом разделе мы тестируем параллельный алгоритм ADI, используя двумерную задачу многофазной фильтрации многокомпонентной жидкости в пористых средах на различных размерах сетки. Для тестирования программы использовали персональный компьютер с восьмиядерным процессором Intel Core i7-3770 с тактовой частотой 3.4 ГГц и памятью 8 Гб, графической картой Nvidia RTX 2080 с видеопмятью 8 Гб, с операционной системой Windows 10 с установленной CUDA 10. В качестве языка программирования был выбран C/C++.

Параметры задачи установлены следующим образом: размер сетки (N) является однородным в обоих направлениях $ch = \Delta x = \Delta y = 1 / (N - 1)$, числовой временной шаг Δt составляет 0.001, а время составляет 0.1, поэтому количество итерации по времени составляет 100. Размер сетки должен быть равен степени двойки плюс один. Размер CUDA блока зависит от размера N, из-за этого есть ограничение на размер сетки.

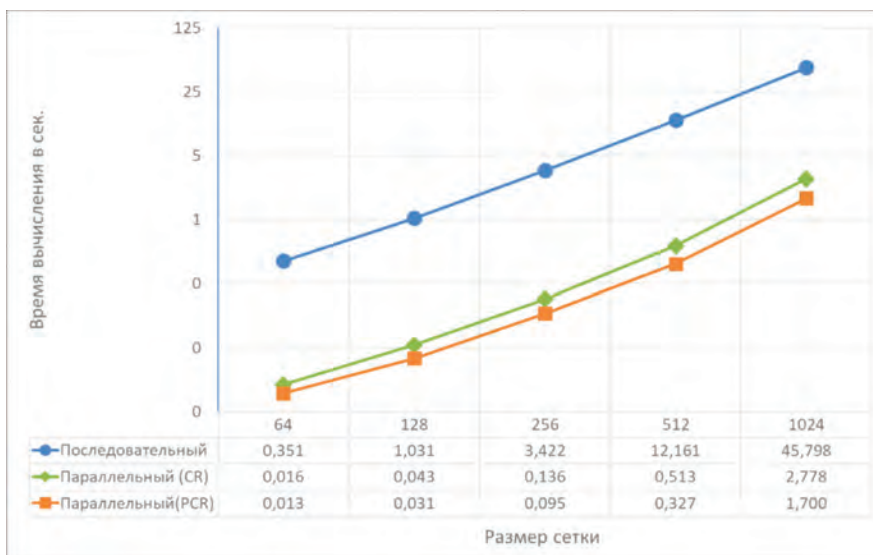


Рисунок 3 – Сравнительный график результатов времени вычисления на различных размерах сетки

В результате мы сравнили время вычисления трех программ: последовательная программа, реализованная с помощью метода прогонки и параллельные программы, реализованные с помощью CR и PCR на CUDA. Результаты тестирования показали, что параллельные программы на графическом процессоре по сравнению с последовательной программой 16-37 раз быстрее работает (рисунок 3). Из рисунка 3 можно заметить, что параллельная PCR программа быстрее работает чем параллельная программа, реализованная с помощью CR. Рисунок 2 показывает, что алгоритм PCR имеет только один прямой ход и на каждом шаге редукции количество уравнений сокращается. За счет этого по сравнению с CR программой уменьшается время вычисления.

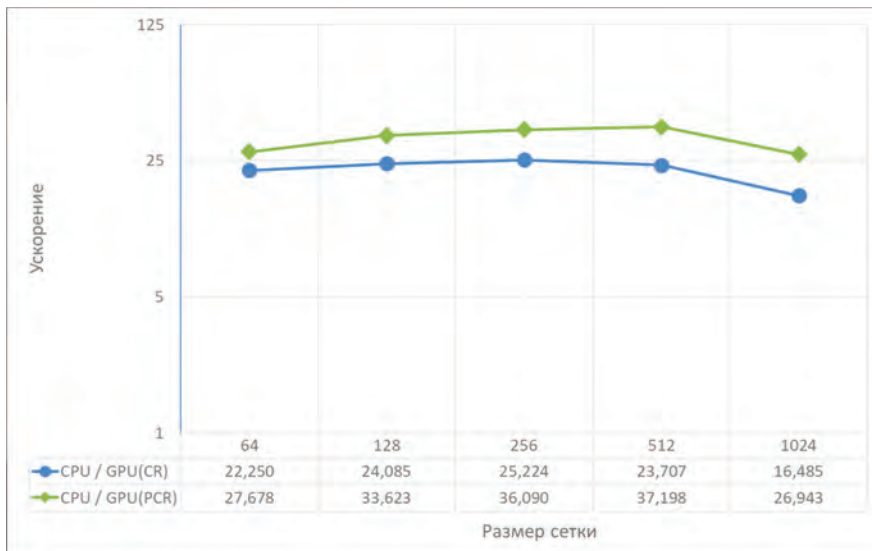


Рисунок 4 – Сравнительный график ускорению параллельных алгоритмов (CR и PCR) на различных размерах сетки

Рисунок 4 показывает, что ускорение по увеличению размера сетки уменьшается. Это связано с накладными расходами при синхронизации данных между хостом и девайсом. В параллельной программе на девайсе выделяются память для 51 двумерного массива с типом float. Примерная требуемая память для этих массивов равна $51 * \text{system_size} * \text{system_size} * \text{sizeof(float)}$. Этот параметр нужно учитывать перед каждым запуском.

Заключение. В работе были реализованы параллельные алгоритмы ADI на CUDA для решения задач многофазной фильтрации многокомпонентной жидкости в пористых средах. Результаты тестирования показали, что алгоритм PCR на CUDA быстрее работает за счет меньшего количества операции по сравнению с алгоритмом CR. На всех алгоритмах есть ограничения по памяти. Учитывая эти ограничения, следующим этапом работы является:

- реализация распределения данных одной системы на несколько CUDA блоков для снятия ограничения размерности вычислительной сетки;

- тестирование разработанных алгоритмов на мобильных устройствах с поддержкой технологий CUDA;
- реализация гибридных алгоритмов для задач многофазной фильтрации многокомпонентной жидкости в пористых средах;
- разработка алгоритма запуска параллельных программ на нескольких графических процессорах.

Работа выполнена в рамках проекта № AP05130366-OT-19 «Разработка интеллектуальной высокопроизводительной информационной системы анализа технологий повышения нефтеотдачи пласта iFields-II» за счет грантового финансирования МОН РК.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Peaceman D., Rachford H. The numerical solution of parabolic and elliptic differential equations // *Journal of the Society for Industrial & Applied Mathematics*. – 1955. – V.3. – N 1. – P. 28-41.
- 2 Casulli V., Cheng R. Semi-implicit finite difference methods for three-dimensional shallow water flow // *International Journal for numerical methods in fluids*. – 2005. – V.15. – N 6. – P. 629-648.
- 3 Ellner N., Wachspress E. Alternating direction implicit iteration for systems with complex spectra // *SIAM journal on numerical analysis*. – 1991. – V.28. – N 3. – P. 859-870.
- 4 Lindemuth I., Killeen J. Alternating direction implicit techniques for two-dimensional magnetohydrodynamic calculations // *Journal of Computational Physics*. – 1972. – V.13 – N 2. – P. 181-208.
- 5 Namiki T. A new FDTD algorithm based on alternating-direction implicit method // *Microwave Theory and Techniques, IEEE Transactions on* 47 (10) (1999) 2003–2007.
- 6 Wu W. *Computational river dynamics* // CRC. – 2007.
- 7 Hockney R. A fast-direct solution of Poisson's equation using Fourier analysis // *Journal of the ACM*. – 1995. – V.12 – N 1. – P. 95-113.
- 8 Hockney R., Jesshope C. *Parallel computers*. – 1981.
- 9 Thomas L.H. *Elliptic Problems in Linear Differential Equations over a Network* // *Watson Sci. Comput. Lab Report*. – New York, 1949.
- 10 Jang B., Kaeli D., Do S., Pien H. Multi GPU implementation of iterative tomographic reconstruction algorithms // *IEEE International Symposium on Biomedical Imaging: From Nano to Macro*. – 2009. – P. 185-188.
- 11 Zhang Y., Jia Y. Parallelization of implicit CCHE2D model using CUDA programming techniques // *World Environment & Water Resources Congress 2013*. – USA, 2013. – P. 1777-1792.
- 12 Zhang Y., Jia Y. Parallelized CCHE2D model with CUDA Fortran on graphics process units // *Computers and Fluids*. – 2013. – P. 359-368.
- 13 Zhangxin Chen. *Reservoir Simulation: Mathematical Techniques in Oil Recovery*. – Society for Industrial and Applied Mathematics, 2007. – 250 p.
- 14 Борисов В.Е., Критский Б.В. и др. Композиционная неизотермическая модель фильтрации в пористой среде с учетом химических реакций и активной твердой фазы. – Москва, 2013. – 32 с. [Borisov V.E., Kritskij B.V. i dr. Kompozicionnaya neizotermicheskaya model' fil'tracii v poristoj srede s uchetom himicheskikh reakcij i aktivnoj tverdoj fazy. – Moskva, 2013. – 32 s.]
- 15 Imankulov T.S., Akhmed-Zaki D.Zh., Daribayev B.S. and et al. Intellectual system for analyzing thermal compositional modeling with chemical reactions // *16th European Conference on the Mathematics of Oil Recovery*. – 2018.

Б. С. ДӘРІБАЕВ¹, Т. С. ИМАНКУЛОВ¹, Д. Ж. АХМЕД-ЗАКИ²

¹әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті

²Халықаралық бизнес университеті

**КЕУЕК ОРТАДА КӨПФАЗАЛЫ КӨПКOMPONENTТІ СҰЙЫҚТЫҚТЫҢ
ФИЛЬТРАЦИЯ ЕСЕПТЕРІН ШЕШУГЕ АРНАЛҒАН CUDA
ПАРАЛЛЕЛЬ АЛГОРИТМІ**

Мақалада кеуек орталарда көп компонентті сұйықтықтағы көп фазалы фильтрация есебін шешу үшін CUDA технологиясын қолдану арқылы бойлық-көлденең қуалау әдісінің параллель алгоритмін жүзеге асыру қарастырылады. Бойлық-көлденең қуалаудың үш диагональды теңдеулер жүйесін шешу үшін циклдік және параллель циклдік редукция әдістері қолданылды. Зерттеудің нәтижелері циклдік және параллель циклдік редукция әдістері орталық процессорларға қарағанда заманауи графикалық процессорларда әлдеқайда тиімді жүзеге асырылатынын көрсетті.

Түйін сөздер: CUDA, бойлық-көлденең қуалау әдісі, циклдік редукция, параллель циклдік редукция, көп фазалық фильтрация.

B. S. DARIBAYEV¹, T. S. IMANKULOV¹, D. ZH. AKHMED-ZAKI²

¹al-Farabi Kazakh National University

²University of International Business

**PARALLEL ALGORITHM ON CUDA FOR SOLVING MULTIPHASE,
MULTICOMPONENT FLUID FILTRATION PROBLEMS IN POROUS MEDIA**

The paper discusses the implementation of alternating direction implicit parallel algorithm with CUDA technology to solve the problems of multiphase filtration of a multicomponent fluid in porous media. To solve the tridiagonal equations systems of alternating direction implicit method, cyclic and parallel cyclic reduction methods were used. The results of the study showed that the implementation of cyclic and parallel cyclic reduction algorithms on modern GPUs is much more efficient than on CPUs.

Key words: CUDA, alternating direction implicit method, cyclic reduction, parallel cyclic reduction, multiphase filtration.

А. Т. ЖАРКИМБЕКОВА, А. Б. ОСПАНОВА, К. М. САГИНДЫКОВ

Еуразиялық ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан

КОМПЬЮТЕРЛІК ЖЕЛІЛЕРДІҢ ҚАУІПСІЗДІГІН ЗЕРТТЕУ БАРЫСЫНДА ҚОЛДАНЫЛАТЫН АҚПАРАТТЫҚ ҚАУІПСІЗДІК САЛАСЫНДАҒЫ НОРМАТИВТІК ҚҰЖАТТАРДЫҢ РӨЛІ

Берілген жұмыста компьютерлік желі қауіпсіздігін зерттеу барысында қолданылған халықаралық және отандық стандарттар қарастырылған. Ақпараттық қауіпсіздік аймағындағы стандарттардың қысқаша тарихы берілген. Ақпаратты қорғау саласындағы стандарттардың қажеттілігі айқындалған. Стандарттардың ерекшелігі мен талаптары зерттелген. Сондай-ақ, автордың ғылыми зерттеу жұмысында қолданылған ақпараттық қауіпсіздік аймағындағы анықтамалар мен нормативтік құжаттар келтірілген.

Түйін сөздер: *ақпараттық технология, ақпаратты қорғау, компьютерлік желі, ақпараттық қауіпсіздік, қауіпсіздікті қамтамасыз ету құралдары мен әдістері, тестілеу.*

Ақпараттық технологиялардың қауіпсіздігін қамтамасыз ету мәселелері компьютерде ақпараттарды өңдеу мезетінен бастау алып, қарқынды түрде дамыған қоғамды ақпараттандырумен бірге артып, компьютерлік жүйелер мен желілерді жетілдіруде маңызды орын алады. Ақпараттық технологияның қауіпсіздігін қамтамасыз ету кешенді үрдіс, ол көптеген факторлардан тәуелді болады. Соның ішінде, ақпараттық технология қауіпсіздігінің аймағындағы жұмыстарды жүргізу барысында заңды негіз болып саналатын нормативтік құжаттардың талаптары маңызды фактор болып саналады. Ақпараттық технологияның қауіпсіздік мәселесін шешудің басты қыры - ақпараттық технология қауіпсіздігінің деңгейін бағалау үшін талаптардың, критерийлердің және көрсеткіштердің жүйесін әзірлеу болып табылады.

Компьютер желісінің қауіпсіздігін талдау есептерінде қолданылатын және компьютер желісінің қауіпсіздігін талдау орны мен рөлін анықтау мүмкіндігін беретін негізгі анықтамалар және нормативтік құжаттарды қарастырайық. Алдымен ақпаратты қорғау аймағындағы әйгілі халықаралық стандарттарға тоқталып, олардың отандық жағдайда қолданылу мүмкіндіктерін зерттейміз.

Ақпараттық қауіпсіздік аймағындағы стандарттардың қажеттілігі компьютерлік желінің даму мезетінен бастап белгілі болды, осы бағытта 1990 жылдары бекітілген құжаттар айтарлықтай өзгерістерге қол жеткізді. Осы саладағы алғашқы құжат 1985 жылы жаңартылып басылып шыққан, АҚШ Қорғаныс Министрлігінің стандарты - «Қызғылт сары кітап» деп аталып кеткен «Компьютерлік желілердің қауіпсіздігін анықтау критерийлері» болатын. Бұл кітапта компьютерлік жүйелердегі қауіпсіздік құралдарының тиімділігін бағалау үшін қажетті негізгі шарттар анықталған. Осы кітаптың аналогы 2005 жылы жетілдіріліп басылып шыққан және көп елдерге жақсы таралған «Ақпараттық технологиялар қауіпсіздігін бағалаудың жалпы критерийлері» деп аталатын ISO/IEC 15408 халықаралық стандарты. Мұнда ақпараттық технология қауіпсіздігі талаптарының жиынтығы жіктеледі, оларды топтау құрылымы және пайдалану қағидалары анықталады. Жалпы критерийлердің басты артықшылықтары

- қауіпсіздік талаптарының және оларды жүйелеудің толықтығы, қолдану икемділігі және әрі қарай дамыту үшін ашықтық болып табылады [1].

Соңғы уақытта әртүрлі елдерде ақпараттық қауіпсіздікті басқару сұрақтарын қарастыратын халықаралық және отандық стандарттар қатары пайда болды. Солардың бірі ақпаратты қорғау саласындағы аса әйгілі стандарт «Ақпараттық технологиялар – Ақпараттық қауіпсіздікті басқару» («Information technology – Information security management») ISO/IEC 17799:2000 (BS 7799-1:2000) халықаралық стандарты болып табылады. ISO/IEC 17799:2000 (BS 7799-1:2000) стандартының қазіргі қолданыстағы нұсқасы ақпараттық қауіпсіздікті қамтамасыз ету қажеттіліктері, ақпараттық қауіпсіздіктің негізгі ұғымдары мен анықтамалары, қауіпсіздік саясаты, ресурстарды басқару, физикалық қауіпсіздік сияқты өзекті сұрақтарды қарастырады [2].

1998 жылы шыққан «Қорғанудың базалық деңгейі үшін ақпараттық технологияларды қорғау жөніндегі нұсқаулық» деп аталатын BSI неміс стандартында ақпараттық қауіпсіздікті басқарудың жалпы әдісі, замануи ақпараттық технологиялардың компоненттерін сипаттау, ақпараттық қауіпсіздік режимін ұйымдастырудың негізгі компоненттерін сипаттау, әр түрлі желілік технологиялар негізіндегі компьютерлік желілердің сипаттамалары, қауіпсіздік қатерлері мен бақылау шараларының толық каталогтары беріледі [3].

Ақпараттық қауіпсіздікті басқарудың алғашқы халықаралық стандарттарының бірі – BS 7799 британдық стандарты. Оның бірінші бөлімі BS 7799-1 «Ақпараттық қауіпсіздікті басқарудың практикалық ережелері» - Shell, National Westminster Bank, Midland Bank, Unilever, British Telecommunications, Marks & Spencer, Logica және т.б. сияқты коммерциялық ұйымдардың қатысуымен Британдық стандарттау институтымен (British Standards Institution) 1995 жылы әзірленген. Бұл стандарттың екінші бөлімі BS7799-2 «Ақпараттық қауіпсіздікті басқару жүйесі. Қолдану бойынша ерекшеліктер және нұсқаулық» 1998 жылы шықты, онда ақпараттық қауіпсіздікті басқару жүйесін құрудың жалпы моделі және де сертификаттау жүргізілуіне тиіс міндетті талаптардың жиынтығы анықталды [4].

Бағалаушы стандарттардың ішіндегі ең толығы ISO/IEC 15408 «Ақпараттық технологиялардың қауіпсіздігін бағалау критерийлері» стандарты, бұл стандарт «Жалпы критерийлер (Common Criteria)» атымен әйгілі. Онда ақпараттық технология қауіпсіздік талаптарының кең жиынтығына жіктеулер келтірілген, оларды топтастыру құрылымы мен пайдалану қағидалары анықталған. Жалпы критерийлердің (ЖК) басты ерекшелігі – қауіпсіздік талаптарының және оларды жүйелеудің толықтығы, қолдану икемділігі және одан әрі дамыту үшін ашықтық. Жалпы критерийлердің талаптары іс жүзінде ақпараттық қауіпсіздіктің энциклопедиясы болып табылады, сондықтан оны ақпараттық технологияның қауіпсіздігі бойынша анықтамалық ретінде пайдалануға болады.

Компьютер желісінің қауіпсіздігін зерттеу және ғылыми зерттеу жұмысын жазу барысында негізгі анықтамалар мен терминдер келесі отандық стандарттар аясында анықталды [5-6]:

1. ҚР СТ 34.007-2002 Ақпараттық технология. Телекоммуникациялық желілер. Негізгі терминдер мен анықтамалар.

2. ҚР СТ 34.005-2002 Ақпараттық технология. Ақпараттық технология.

3. ҚР СТ 34.026-2006 Ақпаратты қорғау. Терминдер мен анықтамалар.

1-кестеде зерттеу барысында қолданылған, ISO/IEC 27002 стандартына негізделген қауіпсіздік саласындағы стандарттар берілген.

1-кесте – ISO/IEC 27002 стандартына негізделген қауіпсіздік саласындағы стандарттар

№	Стандарт	Атауы
1	ҚР СТ ISO/IEC 27011-2018	Ақпараттық технологиялар. Қауіпсіздікті қамтамасыз етудің әдістері мен құралдары. ISO/IEC 27002 стандартына негізделген телекоммуникациялық қызметтерді ұсынатын ұйымдардың ақпараттық қауіпсіздігіне бақылау жүргізу бойынша тәжірибелік нұсқаулық.
2	ҚР СТ ISO/IEC 27011-2013	Ақпараттық технологиялар. Қауіпсіздік әдістері. Телекоммуникациялық қызметтерді ұсынатын ұйымдар үшін ISO/IEC 27002 негізделген, ақпараттық қауіпсіздікті басқару жөніндегі жалпы нұсқаулар
3	ҚР СТ ISO/IEC 27011-2015	Ақпараттық технология. Қауіпсіздікті қамтамасыз ету әдістері мен құралдары. Ақпаратты қорғауды басқару құралдары жөніндегі ережелер жинағы

Халықаралық ISO/IEC 17799-2005 стандартына балама болып, Қазақстан Республикасының мемлекеттік стандарты ҚР СТ ИСО/МЭК 17799-2006 құрылды [7].

Біздің еліміздегі ақпараттық қауіпсіздік саласында қолданылып жүрген және автордың ғылыми зерттеу жұмысында қолданылған, ақпараттық қауіпсіздікті реттейтін ҚР мемлекеттік стандарттарының бірқатар тізімі 2 - кестеде берілген.

2-кесте – Ақпараттық қауіпсіздік саласындағы ҚР мемлекеттік стандарттары

№	Стандарт	Атауы
1	2	3
1	ҚР СТ ГОСТ Р 51188-2007	Ақпаратты қорғау. Бағдарламалық құралдарды компьютерлік вирустардың болуына сынаулар. Жалпы талаптар
2	ҚР СТ 34.022-2006	Ақпаратты қорғау. Ақпараттық жүйелерді жобалауға, орнатуға, ретке келтіруге, пайдалануға және олардың қауіпсіздігін қамтамасыз етуге қойылатын талаптар
3	СТ РК 34.023-2006	Ақпараттық технология. Қауіпсіздік талаптарына ақпараттық жүйелердің сәйкестігін бағалау әдістемесі
4	СТ РК 34.024-2006	Ақпаратты қорғау. Қорғалған орындалудағы автоматтандырылған жүйелер. Жалпы техникалық талаптар

Кестенің-2 соңы

1	2	3
5	СТ РК 34.025-2006	Ақпаратты қорғау. Қорғалған орындалудағы автоматтандырылған жүйелер құру тәртібі. Жалпы ережелер
6	СТ РК 1699-2007	Қол жеткізуді бақылау және басқару жүйелері. Жалпы техникалық талаптар
7	ҚР СТ ISO/IEC 27002-2015	Ақпараттық технология. Қауіпсіздікті қамтамасыз ету әдістері мен құралдары. Ақпаратты қорғауды басқару құралдары жөніндегі ережелер жинағы.
8	ҚР СТ ИСО/МЭК 15408-2-2017	«Ақпараттық технология. Қауіпсіздікті қамтамасыз ету әдістері мен құралдары. Ақпараттық технологиялардың қауіпсіздігін бағалау өлшемшарттары. 2-бөлім. Қауіпсіздікке қойылатын функционалдық талаптар»
9	ҚР СТ ИСО/МЭК 13335-5-2008	«Қауіпсіздікті қамтамасыз ету әдістері мен құралдары. Ақпараттық және коммуникациялық технологияларды қорғауды басқару. 5-бөлім. Желіні қорғауды басқару жөніндегі басшылық»
10	ҚР СТ ISO/IEC 27001-2015	«Қауіпсіздікті қамтамасыз ету әдістері мен құралдары. Ақпараттық қауіпсіздік менеджменті жүйелері»

Қорыта айтсақ, осы мақалада «Компьютер желілерінің қауіпсіздігін зерттеу үшін Raspberry Pi микрокомпьютер негізінде істелген мобильді программалық-аппараттық құрылғыларды жасау әдістері» тақырыбындағы ғылыми зерттеу жұмысы бойынша желі қауіпсіздігін зерттеу барысында қолданылған стандарттар қарастырылған. Осы зерттеу жұмысында компьютерлік желілердің қауіпсіздігін тестілеуге арналған практикалық мақсатта қолданылатын бағдарлама әзірленген болатын. Осы бағдарлама аясында жүргізілген тестілер ақпараттық қауіпсіздік саласындағы қандай да бір талаптарды бұзбайды. Себебі, компьютерлік желі қауіпсіздігіне жүргізілетін сынақтарды орындаудан бұрын, осы мақалада қарастырып кеткен стандарттардың талаптары зерттеліп, компьютер желісінің қауіпсіздігін талдау орны мен рөлін анықтау мүмкіндігін беретін негізгі анықтамалар және нормативтік құжаттардың рөлі қарастырылды.

ӘДЕБИЕТ

1 Международный стандарт ISO/IEC 15408. http://citforum.ru/security/articles/zahita_aktivov/ [Международный стандарт ISO/IEC 15408. http://citforum.ru/security/articles/zahita_aktivov/]

2 Стандарты ISO/IEC 17799:2002 (BS 7799:2000) <https://helpiks.org/2-38949.html> [Standarty ISO/IEC 17799:2002 (BS 7799:2000) <https://helpiks.org/2-38949.html>]

3 Германский стандарт BSI <https://helpiks.org/2-38950.html> [Германский стандарт BSI <https://helpiks.org/2-38950.html>]

4 BS 7799 британдық стандарты. <https://studfile.net/preview/6211050/page:2/> [VS 7799 britandyq standarty. <https://studfile.net/preview/6211050/page:2/>]

5 СТ РК 34.005-2002 Информационная технология. Основные термины и определения. <https://www.enbek.gov.kz/ru/node/595> [ST RK 34.005-2002 Informacionnaya tekhnologiya. Osnovnye terminy i opredeleniya. <https://www.enbek.gov.kz/ru/node/595>]

6 СТ РК 34.007-2002 Ақпараттық технология. Телекоммуникациялық желілер. Негізгі терминдер мен анықтамалар. <https://www.egfntd.kz/rus/tv/80253.html> [ST RK 34.007-2002 Aqparattyq tekhnologiya. Telekommunikaciya lyq zheliler. Negizgi terminder men anyqtamalar. <https://www.egfntd.kz/rus/tv/80253.html>]

7 Қазақстан Республикасының мемлекеттік стандарты ҚР СТ ИСО/МЭК 17799-2006. <https://www.egfntd.kz/kaz/tv/339075.html> [Qazaqstan Respublikasynuñ memlekettik standarty KR ST ISO/MEK 17799-2006. <https://www.egfntd.kz/kaz/tv/339075.html>]

А. Т. ЖАРКИМБЕКОВА, А. Б. ОСПАНОВА, К. М. САГИНДЫКОВ

Евразийский национальный университет, Нур-Султан, Казахстан

РОЛЬ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ В ОБЛАСТИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ БЕЗОПАСНОСТИ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ

В данной работе рассмотрены международные и отечественные стандарты, используемые при изучении безопасности компьютерных сетей. Представлена краткая история стандартов в области информационной безопасности. Определена необходимость стандартов в области защиты информации. Изучены особенности и требования стандартов. Также приведены определения и нормативные документы в области информационной безопасности, используемые в научно-исследовательской работе автора.

Ключевые слова: *информационные технологии, защита информации, компьютерная сеть, информационная безопасность, средства и методы обеспечения безопасности, тестирование.*

А. Т. ZHARKIMBEKOV, А. В. OSPANOV, К. М. SAGINDYKOV

Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan

THE ROLE OF REGULATORY DOCUMENTS IN THE FIELD OF INFORMATION SECURITY USED IN THE STUDY OF THE SECURITY OF COMPUTER NETWORKS

This paper examines international and domestic standards used in the study of computer network security. A brief history of standards in the field of information security is presented. The necessity of standards in the field of information protection is determined. The features and requirements of the standards are studied. Definitions and normative documents in the field of information security used in the author's research work are also given.

Key words: *information technologies, information security, computer network, information security, security tools and methods, testing.*

**О.* МАМЫРБАЕВ¹, А. АХМЕДИЯРОВА¹, А. КЫДЫРБЕКОВА^{1,2},
Н. МЕКЕБАЕВ^{1,2}, М. ТУРДАЛЫУЛЫ^{1,2}**

¹Институт информационных и вычислительных технологий,

²Казахский национальный университет им. аль-Фараби

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ГОЛОСА НА ОСНОВЕ i -ВЕКТОРА И ГЛУБОКИХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОРОТКИХ ВЫСКАЗЫВАНИЙ

Независимое от текста распознавание пользователя по голосу с использованием коротких высказываний является очень сложной задачей из-за большого разброса и несоответствия содержания между короткими высказываниями, чтобы улучшить распознавание пользователя по голосу, планируется выделить несколько наборов отличительных признаков, которые содержат большие информации, связанной с голосом. Системы, основанные на i -векторе и вероятностном линейном дискриминантном анализе (PLDA), стали стандартом в приложениях верификации пользователя по голосу, но они менее эффективны при коротких высказываниях. Результаты показывают, что система i -вектор DNN превосходит систему i -вектор GMM при различной длительности. Тем не менее, характеристики обеих систем значительно ухудшаются по мере уменьшения продолжительности высказываний. Чтобы решить эту проблему, предложена два новых метода нелинейного отображения, которые обучают модели DNN отображать i -векторы, извлеченные из коротких высказываний, в соответствующие им i -векторы длинных высказываний.

Ключевые слова: i -вектор, глубокие нейронные сети, короткие высказывания, нелинейное отображение.

Введение. В статье сравниваем два современных метода обучения универсальной фоновой модели (UBM) для i -векторного моделирования с использованием задач полной и короткой оценки высказываний. Этими двумя методами являются методы, основанные на модели i -вектор GMM и методы, основанные на i -вектор глубоких нейронных сетях (DNN). Результаты показывают, что система i -вектор DNN превосходит систему i -вектор GMM при различной длительности. Тем не менее, характеристики обеих систем значительно ухудшаются по мере уменьшения продолжительности высказываний. Чтобы решить эту проблему, мы предлагаем два новых метода нелинейного отображения, которые обучают модели DNN отображать i -векторы, извлеченные из коротких высказываний, в соответствующие им i -векторы длинных высказываний. Преобразованный i -вектор может восстановить недостающую информацию и уменьшить дисперсию исходных i -векторов с коротким высказыванием. Предложенные методы одновременно моделируют совместное представление коротких и длинных i -векторов высказывания: первый метод обучает автоэнкодер сначала с использованием сцепленных коротких и длинных векторов высказывания, а затем использует предварительно обученные веса для инициализации контролируемой регрессионной модели из короткого на длинную версию; второй метод совместно обучает контролируемую модель регрессии с помощью автоматического кодера, воссоздающего сам i -вектор короткого высказывания.

Основанная на i – вектор структура определила современное состояние для независимого от текста распознавания говорящего. i -векторы извлекаются либо из модели на основе гауссовой смеси (GMM) [1], либо из системы на основе глубокой

нейронной сети (DNN) [2], а для бэкэнда – вероятностный линейный дискриминантный анализ (PLDA) используется широко. Для решения этой проблемы был изучен ряд методов по различным аспектам этой проблемы был целый ряд методов для моделирования вариации коротких i -векторов высказывания. В последнее время было предложено несколько подходов, в которых используются глубокие нейронные сети для обучения встраиванию пользователя по коротким высказываниям. Авторы [3] используют нейронную сеть, которая обучена различать большое количество пользователей, генерировать встроенные голоса фиксированного размера, а встроенные голоса используются для оценки PLDA. Подробно обсудим несколько ключевых факторов предлагаемых моделей отображения DNN, включая итерацию перед обучением, веса регуляризации и глубину кодера. Результаты сопоставления для систем i -вектор GMM и i -вектор DNN сравниваются и показывают значительное улучшение для обеих систем.

Системы проверки пользователей по голосу. Современная система проверки текста, независимая от текста, основана на платформе i -вектор. В этих системах универсальная фоновая модель (UBM) используется для сбора достаточной статистики для извлечения i -вектора, а вероятностный линейный дискриминантный анализ используется для получения оценок сходства между i -векторами. Существует два разных способа моделирования UBM: использование обученных GMM без присмотра или использование DNN, обученного в качестве классификатора *senone*. Поэтому мы представим системы i -вектор GMM и i -вектор DNN, а также моделирование – вероятностный линейный дискриминантный анализ.

1) i -вектор GMM система. Представление i -вектора основано на концепции моделирования полной изменчивости, которая предполагает, что зависящие от динамика и канала переменные находятся в низкоразмерном подпространстве, представленном матрицей полной изменчивости T . Математически супервектор GMM, M – множество объектов распознавания может быть смоделирован как:

$$M = m + Tw \quad (1)$$

m – независимый от голоса пользователя и сессии супервектор (который можно принять за супервектор UBM), T – прямоугольная матрица низкого ранга, w – случайный вектор, имеющий стандартное нормальное распределение $N(0; 1)$. Компоненты вектора w являются суммарными факторами, называем эти векторы как единичные или i -векторы для краткости. Чтобы узнать подпространство полной изменчивости, статистика Баума – Уэлча должна быть вычислена для данного высказывания, которые определены как:

$$N_c = \sum_t P(c|y_t, \Omega) \quad (2)$$

$$F_c = \sum_t P(c|y_t, \Omega) y_t \quad (3)$$

где N_c и F_c представляют статистику нулевого и первого порядка, y_t – выборку признаков в момент времени t , Ω представляют UBM компонентов смеси C , $c = 1, \dots, C$ – индекс Гаусса, а $P(c|y_t, \Omega)$ соответствует апостериорной составляющей смеси c , порождающей вектор y_t . Чтобы оценить вектор, нам также необходимо вычислить централизованную статистику Баума-Уэлча первого порядка на основе компонентов

средней смеси UBM. Кроме того, необходимо вычислить централизованную статистику Баума – Уэлча первого порядка, основанную на математических ожиданиях универсальной фоновой модели:

$$\tilde{F}_c = \sum_{t=1}^L P(c|y_t, \lambda_{UBM})(y_t - \mu_c), \quad (4)$$

где μ_c – математическое ожидание компонента Гауссовой смеси c .

2) \mathbf{i} -вектор DNN система. Для системы вектор GMM – задняя часть компонента смеси c , генерирующего вектор y , вычисляется с помощью акустической модели GMM, обученной неконтролируемым образом.

$$P(c|y, \Omega) \Rightarrow P(c|y, \Theta) \quad (5)$$

Однако в последнее время, вдохновленный успехом акустических моделей DNN в автоматическом распознавании речи (ASR), [2] предложили метод, который использует постериумы DNN сенонам (кластер контекстно-зависимых трифонов) для замены постериодов GMM, как показано в уравнении 5, что приводит к значительному улучшению верификации пользователей. Θ -представляет обученную модель DNN для классификации по сенсонам.

PLDA моделирование. PLDA – это генеративная модель распределения i -вектора для верификации пользователя. Используем упрощенный вариант PLDA, называемый G-PLDA, который широко используется исследователями. Стандартный G-PLDA предполагает, что i -вектор w_i представлен следующим образом:

$$w_i = r + U_x + \epsilon_i \quad (6)$$

r – среднее значение i -векторов, U – определяет подпространство между голосами, x – латентная переменная, представляет идентичность голос пользователя и, как предполагается, имеет стандартное нормальное распределение.

ϵ_i – остаточный член, представляет изменчивость внутри голоса, которая обычно распределяется с нулевым средним и полной ковариацией Σ' . Оценка системы i -вектора на основе PLDA рассчитывается с использованием логарифмического отношения правдоподобия (LLR) между целевым и тестовым i -векторами, которое обозначается как $w_{\text{цель}}$ и $w_{\text{тест}}$. Отношение правдоподобия можно рассчитать следующим образом:

$$LLR = \log \frac{P(w_{\text{цель}}, w_{\text{тест}} | H_1)}{P(w_{\text{цель}} | H_0)}, \quad (7)$$

где H_1 и H_0 обозначают гипотеза о том, что два i -вектора представляют одного и того же говорящего и разных говорящих соответственно. Чтобы показать изменения вариаций между длинным и коротким i -векторами высказывания, сначала вычисляем среднюю диагональную ковариацию (обозначенную как σ_m) i -векторов по всем высказываниям данного говорящего m , а затем вычисляем среднее значение (обозначаемое как означает) ковариаций по всем пользователям. σ_m и σ_{mean} определены в формулах 8 и 9 как:

$$\sigma_m = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N T_r((w_{mn} - \bar{w}_m)(w_{mn} - \bar{w}_m)^T) \quad (8)$$

$$\sigma_{mean} = \frac{1}{M} \sum_{m=1}^M \sigma_m, \quad (9)$$

где \bar{w}_m соответствует среднему значению i -векторов, принадлежащих пользователю m . N представляет общее количество высказываний для пользователя m , T_r представляет операцию трассировки, а M – общее количество голосов. Чтобы сравнить среднее значение для длинных и коротких i -векторов высказывания, выбираем около 200 голос пользователей с множеством длинных высказываний.

i -векторное отображение основано на DNN. Чтобы уменьшить возможное несоответствие фонем в коротких текстозависимых высказываниях, предлагаем несколько способов сопоставить векторы коротких высказываний с их длинной версией. Эксперименты показывают, что контролируемый DNN начинает непосредственно изучать это отображение, что аналогично подходам в [4], улучшение не является значительным из-за чрезмерной подгонки к обучающему набору данных. Первый – это двухэтапный метод: с помощью авто-кодера сначала обучают представлению узкого места как длинных, так и коротких i -векторов высказывания, а затем используют предварительно обученные веса для выполнения контролируемой тонкой настройки модели, которая преобразует i -вектор короткого высказывания в его длинную версию напрямую. Второй – это одностадийный метод: совместно обучить контролируемую модель регрессии с помощью автоматического кодера для восстановления короткого i -вектора. Конечная потеря для оптимизации представляет собой взвешенную сумму контролируемой потери регрессии и потери реконструкции. Далее подробно рассмотрим эти два метода.

DNN₁ (двухэтапный метод): предварительная подготовка и точная настройка. Чтобы найти хорошую инициализацию модели DNN под наблюдением, сначала обучаем совместное представление как коротких, так и длинных векторов высказывания, используя автоэнкодер. Сначала объединяем короткий i -вектор w_s и его длинную версию w_l в z , затем каскадный вектор z используется для обучения автоэнкодера с некоторыми конкретными ограничениями. Автоэнкодер состоит из кодера и декодера. Функция кодера $h = f(z)$ изучает скрытое представление входного вектора z , а функция декодера $\hat{z} = g(h)$ производит реконструкцию. Процесс обучения описывается как минимизация функции потерь $L(z, g(f(z)))$. Чтобы узнать более полезное представление, добавляем ограничение на автоэнкодер: ограничьте скрытое представление h относительно небольшим измерением, чтобы изучить наиболее характерные особенности обучающих данных. Для функции кодера $f(z)$ принимаем варианты из нескольких, полностью связанных слоев для сложенных остаточных блоков [5], чтобы исследовать влияние глубины кодера. Для функции декодера $g(h)$ используем один, полностью связанный слой с слоем линейной регрессии, так как этого достаточно, чтобы приблизить отображение из изученного скрытого представления h к выходному вектору. Для функции потерь используем критерий среднеквадратичной ошибки, который равен $\|g(f(z)) - z\|^2$. После того, как автоэнкодер обучен, используем обученную DNN-структуру и веса для инициализации контролируемого отображения. Оптимизируем потери между предсказанным длинным вектором и действительным длинным i -вектором

$$\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \|\hat{w}_l - w_l\|^2 \quad (10)$$

Обозначим этот метод как DNN_1 .

DNN_2 (одноступенчатый метод): обучение с полудонтолем. Двухэтапный метод, упомянутый в предыдущем разделе, должен сначала обучить совместному представлению с использованием автоэнкодера, а затем выполнить точную настройку для обучения контролируемого отображения. Вводим еще одну унифицированную среду с полууправлением, основанную на нашей предыдущей работе [6], которая может совместно обучать контролируемое отображение с помощью автоматического кодера для минимизации ошибки восстановления. Этот метод обозначается как DNN_2 . Принимаем ту же платформу автоэнкодера, как упомянуто в предыдущем разделе, в которой есть кодер и декодер, но входом для кодера здесь является i -вектор с коротким произнесением w_s . Выходной сигнал от кодера будет подключен к слою линейной регрессии для прогнозирования i -вектора длинных высказываний w_r , и он также будет использоваться для восстановления самого i -вектора коротких высказываний путем ввода его в декодер, что дает подняться к структуре автоэнкодера. Определяем новую целевую функцию для совместного обучения сети. Используем \hat{w}_l и \hat{w}_s для представления выходных данных модели контролируемой регрессии и автоэнкодера соответственно. Можем определить функцию объективных потерь $L_{\text{общ}}$, которая объединяет потери из регрессионной модели и автоэнкодера взвешенным способом как:

$$L_{\text{общ}} = (1 - \alpha)L_r + \alpha L_a \quad (11)$$

где L_r – модель потери регрессии, определяемая как

$$L_r(w_s, w_r; \theta_r) = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \|\hat{w}_l - w_r\|^2 \quad (12)$$

и L_a – потеря автокодера, определяемая как:

$$L_a(w_s, w_s; \theta_a) = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \|\hat{w}_s - w_s\|^2 \quad (13)$$

Кроме того, θ_r и θ_a являются параметрами регрессионной модели и автоматического кодера соответственно, которые совместно обучаются и совместно используют веса уровня кодера. a – скалярный вес, который определяет, насколько ошибка реконструкции используется для регуляризации контролируемого обучения. Потеря реконструкции автоэнкодера L_a заставляет скрытый вектор, сгенерированный из кодера, реконструировать i -вектор короткого высказывания в дополнение к прогнозированию целевого i -вектора длинного высказывания w_r , и помогает предотвратить переопределение скрытого вектора w_r . Для тестирования используем только выход из регрессионной модели w_l в качестве отображенного i -вектора.

Процедура обучения по-прежнему соответствует предлагаемым методам совместного моделирования (DNN_1 или DNN_2). Ожидается, что векторы фонем помогут нормализовать i -вектор коротких высказываний и обеспечат дополнительную информацию для этого отображения. Фонемный вектор p определяется как:

$$p = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N P(c|y_t, \Theta) \quad (14)$$

Задний $P(c|y_t, \Theta)$ генерируется из основанного на TDNN классификатора сенона, который был определен выше.

Экспериментальная установка. i -векторные базовые системы. Оцениваем наши методы с использованием самых современных систем i -вектор/G-PLDA на основе GMM и DNN с использованием инструментария Kaldi [7]. Обучение i -векторному картированию. Все нейронные сети обучаются с использованием стратегии оптимизации Адама [8] с критерием среднеквадратичной ошибки и экспоненциально убывающей скоростью обучения, начиная с 0,001.

i -векторные базовые системы. Представляем и сравниваем две базовые системы: систему i -вектор GMM и систему i -вектор DNN со стандартным полноразмерным условием NIST SRE 10 и усеченными условиями 10с-10с и 5с-5с. Когда обе системы оценивались в усеченных условиях оценки 10с-10с, 5с-5с, характеристики значительно ухудшаются по сравнению с условиями полной длины. Основная причина в том, что когда длина оценочного высказывания короче, между высказываниями возникает значительное фонетическое несоответствие. Однако производительность системы i -вектор DNN по-прежнему превосходит систему i -вектор GMM на 8–24%, хотя улучшение не такое большое, как в условиях полной длины. Влияние потерь при восстановлении для DNN₂ – исследуем влияние весов на потери при восстановлении в DNN₂. Следовательно, кажется, что неконтролируемое обучение очень важно для задачи распознавания голоса пользователя. Поэтому сравним неглубокий (2-слойный) и глубокий (5-слойный) кодеры для DNN₁ и DNN₂ и используем два метода для решения этой проблемы. Во-первых, используем нормализованную инициализацию и пакетный уровень нормализации для нормализации промежуточного скрытого вывода. Во-вторых, применяем остаточное обучение, которое использует несколько остаточных блоков без дополнительных параметров по сравнению с обычными полностью связанными слоями. Эффект от добавления информации о фонемах – показываем результаты при добавлении вектора фонем (среднее значение постер фонем через кадры) с кратким произнесением i -векторов, чтобы выучить отображение. Исследуем эффект добавления информации о фонемах на основе наилучших структур отображения DNN. Результаты показывают, что предлагаемые методы могут быть использованы в реальных условиях, таких как умный дом и криминалистические приложения.

Эффекты картирования. Чтобы исследовать влияние предложенных алгоритмов отображения i -вектора, сначала рассчитываем среднее квадратное евклидово расстояние между короткими и длинными i -векторными парами высказываний в наборе данных оценки SRE10 до и после отображения. Среднеквадратичное евклидово расстояние D_{sl} между коротким и длинным i -вектором произнесения определяется следующим образом:

$$D_{sl} = \frac{1}{N} \sum_{s=1}^N \left(\sum_{i=1}^L (w_s(i) - w_l(i))^2 \right), \quad (15)$$

где w_s и w_l представляют i -вектор короткого и длинного высказывания соответственно, L – длина i -вектора, а N – число коротких и длинных пар i -вектора. Сравниваем значения D_{sl} для 10-секундных и 5-секундных i -векторов короткого высказывания, а также сопоставленные 10-секундные и 5-секундные i -векторы короткого высказывания для женщин и мужчин. Отображенные i -векторы с коротким высказыванием имеют значительно меньший D_{sl} по сравнению с теми, что были до отображения. После отображения D_{sl} в состоянии 10 с меньше, чем в состоянии 5 с. Кроме того, вычисляем и сравниваем j -коэффициент [9] i -векторов с коротким произнесением в Таблице 1,

которая измеряет способность разделения голосов. Учитывая i -векторы для M голосов, j -коэффициент может быть вычислен с использованием уравнений. (16) - (18):

$$S_w = \frac{1}{M} \sum_{s=1}^M R_i \quad (16)$$

$$S_w = \frac{1}{M} \sum_{s=1}^M (w_i - w_0)(w_i - w_0)^T \quad (17)$$

$$j = T_r((S_b + S_w)^{-1} S_b), \quad (18)$$

где S_w – матрица рассеяния внутри класса, S_b – матрица рассеяния между классами, w_i – средний i -вектор означает среднее значение всех значений w_i , R_i – ковариационную матрицу для i -го голоса.

Из Таблицы 1 можем наблюдать, что отображенные i -векторы имеют значительно более высокие j -отношения по сравнению с оригинальными векторами с коротким произнесением для условий 5с и 10с. Эти результаты указывают на то, что предлагаемые методы отображения на основе DNN могут хорошо обобщаться на невидимые голоса и высказывания и улучшать способность i -вектора к разделению голоса.

Таблица 1 – j -отношения по сравнению с оригинальными векторами

	10с		5с	
	оригинал	картирования	оригинал	картирования
женщина	90.96	93.56	88.05	89.76
мужчина	87.45	90.07	86.09	87.87

Выводы. Быстродействие систем верификации голоса i -вектор на основе GMM и DNN быстро ухудшается по мере уменьшения продолжительности оценочных высказываний. Это объясняет и анализирует причины ухудшения и предлагает несколько методов, основанных на DNN, для обучения нелинейного отображения i -векторов с коротким высказыванием на их длинную версию, чтобы улучшить производительность оценки короткого высказывания.

Предложены два метода отображения на основе DNN (DNN_1 и DNN_2), и они оба моделируют совместные представления i -векторов с коротким или длинным высказыванием. Как DNN_1 , так и DNN_2 приводят к значительному улучшению по сравнению с базовой линией оценки коротких высказываний для голоса мужчин и женщин, а также с большим отрывом превосходят другие методы компенсации коротких высказываний. После проведения t -теста ($p < 0,001$) результаты показывают, что все улучшения являются статистически значимыми. Изучаем несколько ключевых факторов моделей DNN и заключаем следующее:

1. Для обученной модели DNN с полууправлением (DNN_2) неконтролируемое обучение играет более важную роль, чем контролируемое обучение в задаче проверки голос пользователя;

2. Увеличивая глубину нейронных сетей, используя остаточные блоки, можем облегчить проблему жесткой оптимизации глубоких нейронных сетей и получить улучшение по сравнению с мелкой сетью, особенно для DNN_1 ;

3. Предложенные методы отображения на основе DNN хорошо работают для коротких высказываний с различной и смешанной длительностью;

4. Предложенные модели могут также улучшить системы *i*-вектор GMM и *i*-вектор DNN, и после отображения система *i*-вектор DNN по-прежнему работает лучше, чем система *i*-вектор GMM и дают значительное улучшение для коротких высказываний произвольной длины.

Данная работа была поддержана Министерством образования и науки Республики Казахстан. IRN AP05131207 Разработка технологий многоязычного автоматического распознавания речи с использованием глубоких нейронных сетей.

ЛИТЕРАТУРА

1 Dehak, N., Кенни, P.J., Dehak, R., Dumouchel, P., Ouellet, P., 2011. Фронтальный факторный анализ для проверки докладчика. IEEE Trans. Audio Речь Ланг. Процесс. – № 19 (4), с. 788–798. [Dehak, N., Kenni, P.J., Dehak, R., Dumouchel, P., Ouellet, P., 2011. Frontal'nyj faktornyj analiz dlya proverki dokladchika. IEEE Trans. Audio Rech' Lang. Process. – № 19 (4), s. 788–798.]

2 Li, L., Wang, D., Zhang, C., Zheng, T.Z. , 2016. Улучшение распознавания коротких высказываний за счет моделирования классов речевых единиц. IEEE Trans. Audio Речь Ланг. Процесс. – № 24 (6), с. 1129–1139. [Li, L., Wang, D., Zhang, C., Zheng, T.Z. , 2016. Uluchshenie raspoznavaniya korotkih vyskazyvanij za schet modelirovaniya klassov rechevyh edinic. IEEE Trans. Audio Rech' Lang. Process. – № 24 (6), s. 1129–1139.]

3 Снайдер Д., Гарсия-Ромеро Д., Повей Д., 2015. Временная задержка универсальных фоновых моделей на основе нейронной сети для распознавания говорящего. Материалы семинара IEEE по автоматическому распознаванию и пониманию речи, с. 92–97. [Snajder D., Garsiya-Romero D., Povej D., 2015. Vremennaya zaderzhka universal'nyh fonovyh modelej na osnove nejronnoj seti dlya raspoznavaniya govoryashchego. Materialy seminaru IEEE po avtomaticheskomu raspoznavaniyu i ponimaniyu rechi, s. 92–97.]

4 Bousquet, P.M., Rouvier, M., 2017. Компенсация несоответствия по длительности с использованием четырехковариантной модели и глубокой нейронной сети для проверки диктора. Материалы Interspeech, с. 1547–1551. [Bousquet, P.M., Rouvier, M., 2017. Kompensaciya nesootvetstviya po dlitel'nosti s ispol'zovaniem chetyrekhkovariantnoj modeli i glubokoj nejronnoj seti dlya proverki diktora. Materialy Interspeech, s. 1547–1551.]

5 He, K., Zhang, X., Ren, S., Sun, J. 2016. Deep residual learning for imagerecognition, in Proc. of the IEEE conference on computer vision and patternrecognition 2016. – P. 770 –778.

6 О.Ж.Мамырбаев, М.Отман, А.Т.Ахмедиярова, А.С.Кыдырбекова, Н.О.Мекебаев «Голосовая верификация с использованием *i*-векторов и нейронных сетей с ограниченными данными обучения» Бюллетень Национальной академии наук РК Выпуск: 3, 2019, с.36-43. [O.ZH.Mamyrbayev, M.Otman, A.T.Ahmediyarova, A.S.Kydyrbekova, N.O.Mekebaev «Golosoovaya verifikaciya s ispol'zovaniem *i*-vektorov i nejronnyh setej s ogranichennymi dannymi obucheniya» Byulleten' Nacional'noj akademii nauk RK Vypusk: 3, 2019, s.36-43.]

7 Повей Д., Гошаль А., Буляинн Г., Бургет Л., Глембек О., Гозль Н., Силовский Дж., 2011. Инструментарий распознавания речи Kaldi. Материалы семинара по распознаванию и пониманию речи IEEE. Prince, S.J., Elder, J.H., 2007. Вероятностный линейный дискриминантный анализ для выводов об идентичности. Слушания ICCV, 1–8. [Povej D., Goshal' A., Bulyann G., Burget L., Glembek O., Goel' N., Silovskij Dzh., 2011. Instrumentarij raspoznavaniya rechi Kaldi. Materialy seminaru po raspoznavaniyu i ponimaniyu rechi IEEE. Prince, S.J., Elder, J.H., 2007. Veroyatnostnyj linejnij diskriminantnyj analiz dlya vyvodov ob identichnosti. Slushaniya ICCV, 1–8.]

8 Кингма Д., Ба, Дж., 2014. Адам: метод стохастической оптимизации. arXiv: 1412.6980 Lei, Y., Scheffer, N., Ferrer, L., McLaren, M., 2014. Новая схема распознавания говорящего с использованием фонетически осведомленной глубокой нейронной сети. Слушания ICASSP, 1695–1699. [Kingma D., Ba, Dzh., 2014. Adam: metod stohasticheskoj optimizacii. arXiv: 1412.6980 Lei, Y., Scheffer, N., Ferrer,

L., McLaren, M., 2014. Novaya skhema raspoznavaniya govoryashchego s ispol'zovaniem foneticheskoi osvedomlennoy glubokoy nejronnoj seti. Slushaniya ICASSP, 1695–1699.]

9 Фукунага, К., 1990. Введение в статистическое распознавание образов. Академическая пресса. Glorot, X., Bengio, Y., 2010. Понимание сложности обучения глубоких нейронных сетей с прямой связью. Труды тринадцатой Международной конференции по искусственному интеллекту и статистике. – С. 249–256. [Fukunaga, K., 1990. Vvedenie v statisticheskoe raspoznavanie obrazov. Akademicheskaya pressa. Glorot, X., Bengio, Y., 2010. Ponimanie slozhnosti obucheniya glubokih nejronnyh setej s pryamoj svyaz'yu. Trudy trinadcatoy Mezhdunarodnoj konferencii po iskusstvennomu intellektu i statistike. – S. 249–256.]

**О. МАМЫРБАЕВ¹, А. АХМЕДИЯРОВА¹, А. ҚЫДЫРБЕКОВА^{1,2},
Н. МЕКЕБАЕВ^{1,2}, М. ТҰРДАЛЫ^{1,2}**

¹Ақпараттық және есептеуіш технологиялар институты,

²Әл-Фараби атындағы қазақ ұлттық университеті

ҚЫСҚА МӘЛІМДЕМЕЛЕРДІ ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, I-ВЕКТОРҒА ЖӘНЕ ТЕРЕҢ НЕЙРОНДЫҚ ЖЕЛІЛЕРГЕ НЕГІЗДЕЛГЕН ДАУЫСТЫ АНЫҚТАУ

Қысқа сөйлемдерді пайдалана отырып дауыс арқылы тану – қысқа сөйлемдер арасындағы мазмұнның кең таралуы мен сәйкес келмеуіне байланысты өте қиын міндет, өйткені пайдаланушыны дауыс арқылы тануды жақсарту үшін, дауысқа қатысты көбірек ақпаратты қамтитын бірнеше ерекшеліктерді бөліп көрсету жоспарланған. Жүргізілген зерттеу нәтижелері *i*-векторлы DNN жүйесінің әртүрлі ұзындықтарға арналған GMM *i*-векторлық жүйеден жоғары екенін көрсетеді. Алайда, екі жүйенің сипаттамалары сөйлемдердің ұзақтығы қысқарған сайын айтарлықтай нашарлайды. Бұл мәселені шешу үшін DNN модельдерін қысқа сөйлемдерден алынған ұзын сөйлемдердің сәйкес келетін *i*-векторларына салыстыруға үйрететін екі жаңа сызықты емес әдісті ұсынамыз.

Түйін сөздер: *i*-вектор, терең нейрондық желілер, қысқа сөйлемдер, сызықты емес әдіс.

**О. МАМЫРБАЕВ¹, А. АХМЕДИЯРОВ¹, А. КЫДЫРБЕКОВ^{1,2},
Н. МЕКЕБАЕВ^{1,2}, М. ТУРДАЛЫҰЛЫ^{1,2}**

¹Institute of information and computing technologies,

²Kazakh al-Farabi national university

VOICE IDENTIFICATION BASED ON THE I-VECTOR AND DEEP NEURAL NETWORKS USING SHORT UTTERANCES

Text-independent voice recognition of the user using short sentences is a very difficult task due to the large spread and inconsistency of the content between short sentences, in order to improve user recognition by voice, it is planned to highlight several sets of distinguishing features that contain more information related to the voice. The results show that the *i*-vector DNN system is superior to the GMM *i*-vector system for various durations. However, the characteristics of both systems deteriorate significantly as the duration of the sentences decreases. To solve this problem, we propose two new nonlinear mapping methods that train DNN models to map *i*-vectors extracted from short sentences to their corresponding *i*-vectors of long sentences.

Key words: *i*-vector, deep neural networks, short utterances, nonlinear mapping.

G. N.*TURSUNGALIYEVA

L. N. Gumilyov Eurasian National University

COMPUTER RESEARCH OF THE MATHEMATICAL MODEL OF ETHNIC GROUP DEVELOPMENT

This article highlights the main factors - subsystems that affect the development processes of ethnic groups. A mathematical model of ethnic groups is constructed and a computer study of this system is carried out.

A qualitative study of the dynamic system of ethnic groups is carried out for the case when political differentiation and the degree of adaptation is constant. Relations are written out characterizing the number of equilibrium states, their type, the number of singular points at infinity, and phase portraits are presented using application programs.

This computer study on a given set of characteristics will allow you to simulate the occurrence of problem situations and make changes in advance.

Key words: *computer research, mathematical model, ethnos, ethnic groups, passionarity, passionarity.*

With the development of digital technology in the humanities, tools and approaches of the natural sciences have become increasingly used. Today, mathematical methods are widely used in sociology, economics, medicine, politics, etc.

For a mathematical description of ethnic groups in Kazakhstan, Talcott Parson's systematic approach will be used and based on this approach we will compose differential equations describing the dynamics of changes in the phase variables of the system under consideration, which is equivalently constructed to the A.K. dynamic system Gutsa [1] and A.A. Laptev [2]. The system consists of constituent elements that are interconnected and interdependent. Elements have integral properties, they strive to maintain the integrity of the system. Each change in the position of one part inevitably leads to a change in other parts [3].

At the Parsons system level, we distinguish four subsystems of ethnic systems of Kazakhstan, each of which performs one of four main functions: economic, designed to ensure the adaptation of the system to the environment, political, the purpose of which is to achieve the goal, ethnic groups (a single team that obeys a certain accepted normative order), which ensures internal unity, and the governing institute of ethnic systems of Kazakhstan (Assembly of the Peoples of Kazakhstan (APK)), which is responsible for the legitimization of the normative order and Saving the state of unity [4].

The main control parameter is the passion voltage P . The components of the dynamic system of ethnic groups are described as follows: $L(t)$ - this is a function that describes the political system; $E(t)$ - economic system, $T(t)$ - function describing the development of ethnic groups; $H(t)$ - function describing the dynamics of the APK Institute.

Thus, the model of ethnic groups in Kazakhstan is a system of four differential equations:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dL}{dt} = k_{LL}(e^{\delta P - \delta_1} - 1) \cdot L + k_{LE} e^{-\mu E + \mu_1} \cdot E + k_{LT}(P - P_1)(T + H) \cdot L \\ \frac{dE}{dt} = k_{EE}(e^{\delta P - \delta_1} - 1) \cdot E + k_{EL} e^{-\gamma E + \gamma_1} \cdot L + k_{ET}(P - P_2)(T + H) \cdot E \\ \frac{dT}{dt} = k_{TL}(L^2 - E^2)k_1 \cdot T - k_{TH} \cdot H^2 \\ \frac{dH}{dt} = k_{HL} \cdot L^2 - k_2 \cdot H - k_{HT} \cdot T^2 \\ L|_{t=0} = L_0, E|_{t=0} = E_0, T|_{t=0} = T_0, H|_{t=0} = H_0, \end{array} \right. \quad (1)$$

Let's consider the case when L-political differentiation and E - degree of adaptation are constant, i.e. fixed at some level and do not change over time. Then, in this case, we can assume that these variables are equal to some constants.

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dT}{dt} = k_{TL}(L^2 + E^2) - k_1 \cdot T - k_{TH} \cdot H^2 \\ \frac{dH}{dt} = k_{HL} \cdot L^2 - k_2 \cdot H - k_{HT} \cdot T^2 \\ T|_{t=0} = T_0, H|_{t=0} = H_0 \end{array} \right. \quad (2)$$

To simplify the study, assume that the following coefficients are equal:

- coefficients that characterize the share of political systems that affect the change of ethnic groups and the institution of the Assembly of people of Kazakhstan (APK), so $k_{TL} = k_{HL}$;

- intensity of losses of ethnic groups and the Institute of the Assembly of people of Kazakhstan, so $k_1 = k_2$;

- coefficients of mutual influence of ethnic groups and the Institute of the Assembly of people of Kazakhstan, so $k_{TH} = k_{HT}$

Let's introduce new designations: $s_1 = k_{TL}(L^2 + E^2)$, $s_2 = k_{HL} \cdot L^2$, $k = k_1 = k_2$, $l = k_{KD} = k_{DK}$ and we assume that s_1, s_2, k, l are positive coefficients and k depends linearly on the positive parameter P . And note that $s_1 \leq s_2$. Also, we denote the variables T and H on x and y , respectively, and we do not impose any restrictions on the initial data T_0, H_0 .

Then we get a system of equations:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dx}{dt} = s_1 - k \cdot x - l \cdot y^2, \\ \frac{dy}{dt} = s_2 - k \cdot x - l \cdot y^2, \\ x|_{t=0} = x_0, y|_{t=0} = y_0, \end{array} \right. \quad (3)$$

Let's follow the change in the qualitative picture of the solution of the system (3) depending on the parameter P . To do this, we study the possible equilibrium states and directions along which trajectories can tend to them. We find the number of equilibrium

states. To do this, we find the singular points equating the right-hand sides of the system of equations (3) to zero.

To study the equilibrium state, we consider the right-hand sides of the system of equations (3):

$$R(x_0, y_0) = s_1 - k \cdot x_0 - l \cdot y_0^2,$$

$$S(x_0, y_0) = s_2 - k \cdot y_0 - l \cdot x_0^2.$$

(x_0, y_0) - the nature of the equilibrium state is determined by the sign of the following three quantities:

$$\Delta = \Delta(x_0, y_0) = \begin{vmatrix} R'_x(x_0, y_0) & R'_y(x_0, y_0) \\ S'_x(x_0, y_0) & S'_y(x_0, y_0) \end{vmatrix} = k^2 - 4l^2 x_0 y_0,$$

$$\sigma = \sigma(x_0, y_0) = R'_x(x_0, y_0) + S'_y(x_0, y_0) = -2k,$$

$$\sigma^2 - 4\Delta = 16l^2 x_0 y_0.$$

Then for functions Δ :

- in the I and III quarters the sign of the functions Δ is positive, for $k^2 - 4l^2 > 0$, so $k < -2l$ и $k > 2l$; otherwise, so for $2l < k < -2l$ the sign of the functions Δ is negative;

- in the II and IV quarters the sign of the functions Δ is positive, for any value of k and l .

And the signs of the functions $\sigma^2 - 4\Delta$ (for any value of k and l):

- in the I and III quarters are positive;
- and in the II and IV quarters are negative.

Thus, we obtain the following types of equilibrium:

1. When $2l < k < -2l$, saddle is in the I and III quarters, because $\Delta < 0$
2. When $k < -2l$ and $k > 2l$, node is in the I and III quarters, because $\Delta > 0$, $\sigma^2 - 4\Delta > 0$
3. Focus is in the II and IV quarters, because $\Delta > 0$, $\sigma^2 - 4\Delta < 0$.

Given initial conditions on the function $L|_{t=0} = L_0$, $E|_{t=0} = E_0$, $T|_{t=0} = T_0$, $H|_{t=0} = H_0$, implemented a computer model of ethnic groups. Let's follow the change of the phase portraits of the system (3), depending on the parameter P . The parameter P is present as a multiplier in the coefficients $k_1 = k_{\text{TT}} e^{-\eta E + \eta_1} \cdot P$ and $k_2 = k_{\text{HH}} e^{-\theta E + \theta_1} \cdot P$, but is not explicitly included in the number of coefficients of the system (3). Therefore, we introduce other new coefficient designations: $k_3 = k_{\text{TT}} e^{-\eta E + \eta_1}$, $k_4 = k_{\text{HH}} e^{-\theta E + \theta_1}$ and get a system of equations:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = s_1 - k_3 \cdot P \cdot x - l \cdot y^2, \\ \frac{dy}{dt} = s_2 - k_4 \cdot P \cdot y - l \cdot x^2, \\ x|_{t=0} = x_0, y|_{t=0} = y_0, \end{cases} \quad (4)$$

A computer study was used to trace the dynamics of the relative position of two parabolas, as well as curves, which allow us to determine the type of equilibrium state: $\Delta(x, y) = 0$, $\sigma^2(x, y) - 4\Delta(x, y) = 0$, где

$$\begin{aligned}\Delta(x, y) &= k_3 \cdot k_4 \cdot P^2 - 4l^2xy \\ \sigma(x, y) &= -k_3 \cdot P - k_4 \cdot P, \\ \sigma^2(x, y) - 4\Delta(x, y) &= P^2(k_3 - k_4)^2 + 4l^2xy.\end{aligned}$$

The computer study made it possible to effectively consider the change in the solution pattern with changes in the parameter P of values from a certain numerical segment and confirm the results of determining the types of equilibrium states obtained analytically.

REFERENCES

- 1 Guts A. K. Global ethnosociology: a Textbook. – Omsk: OmsSU, 1997.
- 2 Guts A.K., Korobitsyn V.V., Laptev A.A., Pautova L.A., Frolova Yu.V. Mathematical models of social systems: Tutorial. – Omsk: Omsk, state. Univ., 2000. – 256 p.
- 3 Laptev A. A. Mathematical modeling of social processes // Mathematical structures and modeling. Omsk state University. 1999. – №3. – P. 109-124.
- 4 Sagindykov K.M., Konyrkhanova A.A., Tursyngaliyeva G.N. Mathematical model of social and ethnic construction of the people of kazakhstan. Bulletin of Almaty University of energy and communications. Almaty. – №1 (44). – 2019. – P. 38-42.

Г. Н. ТҰРСЫНҒАЛИЕВА

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті

ЭТНИКАЛЫҚ ТОП ДАМУЫНЫҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛІН КОМПЬЮТЕРЛІК ЗЕРТТЕУ

Бұл мақалада этникалық топтардың даму процестеріне әсер ететін негізгі факторлар – ішкі жүйелер көрсетілген. Этникалық топтардың математикалық моделі құрылып, осы жүйенің компьютерлік зерттеуі жүргізілді.

Саяси дифференциация мен бейімделу дәрежесі тұрақты болған жағдайдағы этникалық топтардың динамикалық жүйесіне сапалы зерттеу жүргізілді. Тепе-теңдік күйлерінің санын, олардың түрін, шексіздіктегі ерекше нүктелердің санын сипаттайтын қатынастар көрсетілген және қолданбалы бағдарламалар көмегімен фазалық портреттер келтірілген.

Берілген сипаттамалар жиынтығы бойынша жүргізілген осы компьютерлік зерттеу проблемалық жағдайлардың туындауын алдын алуға және уақытында өзгерістер енгізуге мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: компьютерлік зерттеу, математикалық модель, этнос, этникалық топтар, пассионарлық, пассионарлық кернеу.

Г. Н. ТУРСЫНҒАЛИЕВА

Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева г. Нур-Султан

КОМПЬЮТЕРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ РАЗВИТИЯ ЭТНИЧЕСКОЙ ГРУППЫ

В данной статье выделены основные факторы – подсистемы, влияющие на процессы развития этнических групп. Построена математическая модель этнических групп и проведено компьютерное исследование этой системы.

Проведено качественное исследование динамической системы этнических групп для случая, когда политическая дифференциация и степень адаптации постоянно. Выписаны соотношения, характеризующие число состояний равновесия, их тип, количество особых точек на бесконечности, и приведены фазовые портреты с помощью прикладных программ.

Данное компьютерное исследование по заданному набору характеристик позволит имитировать возникновение проблемных ситуаций и заблаговременно вносить изменения.

Ключевые слова: *компьютерное исследование, математическая модель, этнос, этнические группы, пассионарность, пассионарное напряжение.*

УДК 504.064.45

<https://doi.org/10.47533/2020.1606-146X.14>

С. М. *БАЗАРБАЕВА

Казахский университет экономики, финансов и международной торговли

ОГНЕЗАЩИТНЫЕ СОСТАВЫ ДЛЯ ДРЕВЕСИНЫ НА ОСНОВЕ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ

Некоторые участки территории Западного Казахстана, являющиеся геохимическими провинциями по бору, представляют значительный риск как для объектов окружающей среды, так и для здоровья человека. Вызывают серьезную обеспокоенность заброшенные шламонакопители, содержащие большое количество борных соединений в виде отходов производства бывшего химзавода, которые являются особо токсичными для человека, животных и растений. Целью работы явилось исследование возможности применения борсодержащих отходов в качестве антипиренов для деревообрабатывающей промышленности. Проведен химический анализ состава отходов из шламонакопителей. Выявлено, что наибольшая концентрация бора содержится в верхнем горизонте центра шламонакопителя. Разработан оптимальный состав для огнезащиты древесины.

Ключевые слова: *шламонакопитель, борсодержащие отходы, древесина, антипирены, состав, образец.*

Обеспечение экологической безопасности является наиважнейшим в любой стране мира, поскольку от уровня ее состояния зависит благополучие государства и общества.

На территории многих областей Республики Казахстан сохранились участки, оставшиеся в наследство от некогда промышленных гигантов бывшего Советского Союза – с разрушенными строениями производственных корпусов, со значительным количеством промышленных отходов, с высоким уровнем загрязнения окружающей среды. Данные участки территории представляют значительный риск как для объектов окружающей среды, так и для здоровья человека.

Одним из таких участков является промышленная площадка бывшего Алгинского химического завода (АХЗ) им. С.М. Кирова (г. Алга, Актюбинская область), в исторических шламонакопителях которых имеются токсичные борсодержащие отходы. Поиск путей переработки отходов является актуальной задачей нашего времени.

Целью данной работы было исследование концентрации бора в почве промышленной площадки бывшего химзавода и возможности применения борсодержащих отходов в качестве сырья для производства антипиренов.

Подготовка почвы к анализу, проведение анализа, приготовление почвенной вытяжки и обработка результатов проводили согласно методике [1].

Отбор проб почвы на содержание бора производился методом «конверта» в соответствии с ГОСТ 17.4.3.01 – 83 [2] и ГОСТ 17.4.4.02 – 84 [3], с глубиной отбора 0-20 см, с трех мест: территория бывшего АХЗ, центра шламонакопителя и на расстоянии 5-6 м от центра шламонакопителя (горизонты отбора проб 0-5, 5-10, 10-20см). Среднее количество почвы в пробе составила 1 кг. Почва просеивалась через мелкое сито, сыпалась в матерчатые мешки и маркировалась (дата и место отбора).

Результаты определения концентрации бора с территории бывшего АХЗ представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Концентрация бора в почве (июнь, 2018 г.)

№ п/п	Показатели	НД на методы испытаний	Фактически полученные данные		
			0-5 см	5-10 см	10-20 см
Отбор проб с территории бывшего Алгинского химзавода					
1	Концентрация бора, мг/кг	ГОСТ ИСО 22036-2014	11,04	8,43	5,82
Отбор проб с центра шламонакопителя					
2	Концентрация бора, мг/кг	ГОСТ ИСО 22036-2014	471,23	269,4	184,6
Отбор проб на расстоянии 5-6 м от центра шламонакопителя					
3	Концентрация бора, мг/кг	ГОСТ ИСО 22036-2014	189,3	144,2	118,9

Из таблицы 1 следует, что наибольшая концентрация бора присутствует в пробе №2 центр шламонакопителя, где максимальное количество концентрации бора составило 471,23 мг/кг и где большее содержание бора содержится в верхнем горизонте почвы центра шламонакопителя.

Минимальная концентрация содержания бора находится в отдаленном месте от шламонакопителя, где количество бора составило 11,04 мг/кг в верхнем слое почвы.

В почвах на расстоянии 5-6 м от центра шламонакопителя содержится в 2-2,5 раза меньше концентрации бора, чем в почвах с центра шламонакопителя.

Далее разрабатывался оптимальный состав антипиренов для огнезащиты древесины. Известно, что одним из оптимальных составов для повышения огнестойкости древесины являются антипирены, состоящие из борной кислоты и тетрабората натрия (буры).

Опираясь на то, что боратовые руды можно разложить кислотами либо щелочами, для получения борной кислоты из борсодержащих отходов использовался кислотный метод, щелочными получается бора. В ходе опытных испытаний наблюдения показали, что борная кислота преобладала при pH меньше 7, а борат-ионы преимущественно в растворах с pH выше 7.

В данной работе изучаемый раствор в качестве антипирена был взят в различном соотношении состава раствора, который подробно показан в таблице 2.

Таблица 2 – Соотношение компонентов испытуемого раствора

Компоненты раствора	Соотношение компонентов, мг/л		
Борная кислота H_3BO_3 (из борсодержащих отходов)	2	5	10
Тетраборат натрия $Na_2B_4O_7$ (из борсодержащих отходов)	3	5	10
Вода	95	90	80

Для испытания на возможность применения раствора в качестве антипиренов были использованы образцы древесины видов ольха (*Alnus*), береза (*Betula*), тополь (*Populus*), карагач (*Ulmus parvifolia*) и сосна (*Pinus*) в виде небольших брусков с размером $10 \times 1 \times 0,5$ см. Была проведена глубокая пропитка указанных образцов древесины приготовленным раствором согласно методике [4].

Испытания на огнестойкость в сравнении обработанных и необработанных образцов древесины (опытных и контрольных образцов) проводились по методу, изложенному в ГОСТ 16363-98.

В таблицах 3-6 представлены результаты испытаний контрольных и опытных образцов различных видов древесины.

Таблица 3 – Результаты испытаний на огнестойкость контрольных образцов древесины при температуре 205 °С

Вид древесины	Время самостоятельного горения, сек.	Потеря массы, %
ольха	84	55,86
береза	47	32,4
тополь	52	58
карагач	38	49,3
сосна	32	56,7

Из данных вышеуказанной таблицы следует, что горение контрольных (необработанных) образцов древесины при температуре 205°С имеют потерю массы, составившую примерно 50 – 55%. С увеличением скорости нагревания наблюдается рост величины потери массы контрольных (необработанных) образцов древесины.

Результаты испытаний свидетельствуют о том, что время самостоятельного горения контрольных образцов в 2-3 раза меньше, чем у опытных образцов. Максимальную длительность самостоятельного горения имеет ольха – 84 сек., минимальную сосна – 32 сек.

Таблица 4 – Результаты испытаний на огнестойкость опытных образцов, обработанных раствором в соотношении (2:3:95) при температуре 205 °С

Вид древесины	Время самостоятельного горения, с	Потеря массы, %
1	2	3
ольха	127	9,1

Окончание таблицы 4

1	2	3
береза	76	5,3
тополь	125	10,2
карагач	79	7,4
сосна	61	9,5

Из полученных данных таблицы 4 следует, что время самостоятельного горения при температуре 205°C у опытных образцов древесины, обработанных раствором в соотношении (2:3:95), увеличивается в 1,5 – 2 раза, чем у контрольных образцов. Максимальная длительность горения отмечается у образцов ольхи и тополя, минимальный результат у сосны. Учитывается продолжительность самостоятельного горения опытных образцов пламенем и тлением, а также потеря его массы (%). Потеря массы сокращается, составляя примерно 7,5-10%.

Обработка испытуемых образцов древесины раствором в соотношении (2:3:95) по сравнению с контрольными образцами.

Таблица 5 – Результаты испытаний на огнестойкость опытных образцов, обработанных раствором в соотношении (5:5:90) при температуре 205 °С

Вид древесины	Время самостоятельного горения, с	Потеря массы, %
ольха	144	8,2
береза	87	4,7
тополь	145	8,34
карагач	93	6,8
сосна	73	7,9

Результаты испытаний на огнестойкость опытных образцов древесины, обработанные раствором в соотношении (5:5:90), данные в вышеуказанных таблицах и рисунках, свидетельствуют о том, что длительность самостоятельного горения опытных образцов наиболее возрастает во времени, увеличиваясь в 1,5 - 2 раза контрольных образцов.

Обработка образцов испытуемым раствором способствует снижению потери массы, почти в 8 раз, чем у контрольных образцов, потеря массы которых составляет 8-10 %.

Таблица 6 – Результаты испытаний на огнестойкость опытных образцов, обработанных раствором в соотношении (10:10:80) при температуре 205 °С

Вид древесины	Время самостоятельного горения, с	Потеря массы, %
1	2	3
ольха	174	6,9

Окончание таблицы 6

1	2	3
береза	109	3,1
тополь	172	7,8
карагач	123	5,3
сосна	104	6,1

Согласно данным вышеуказанной таблицы, следует, что с увеличением содержания борной кислоты и тетрабората натрия закономерно повышается огнезащитная способность испытуемого антипирена.

При горении опытных образцов древесины, обработанных составом в соотношении 10:10:80, время самостоятельного горения увеличивается в 2-2,5 раза, чем у контрольных образцов. Имеет также наименьшую потерю массы, составляющую примерно 5 - 8%.

Наилучшие результаты по времени самостоятельного горения и потери массы образцов, имеют опытные образцы обработанные раствором в соотношении (10:10:80).

Результаты испытаний свидетельствуют о том, что время самостоятельного горения контрольных образцов ольхи в 2 раза меньше, чем у опытных образцов обработанных испытуемым раствором.

Обработка образцов испытуемым раствором способствует меньшей потере массы, почти в 8 раз, чем у контрольных образцов, потеря массы которых составляет 55,86 %.

Наилучшие результаты по времени самостоятельного горения и потери массы образцов, имеют виды образца ольха обработанные раствором в соотношении (10:10:80) мг/л.

Время самостоятельного горения контрольных образцов березы в 1,5 раза меньше, чем у опытных образцов обработанные испытуемым раствором.

Время самостоятельного горения контрольных образцов тополя почти в 2,5 раза меньше, чем у опытных образцов, обработанных испытуемым раствором. И потеря массы контрольных образцов почти в 6-7 раз больше, чем у опытных образцов. Наилучшие результаты по времени самостоятельного горения и потери массы образцов имеют виды, обработанные раствором в соотношении (10:10:80) мг/л.

Время самостоятельного горения контрольных образцов карагача в 2,5-3 раза меньше, чем у опытных образцов, обработанных испытуемым раствором. И потеря массы контрольных образцов почти в 8-9 раз больше, чем у опытных образцов. Наилучшие результаты по времени самостоятельного горения и потери массы образцов имеют виды образца данной древесины, обработанные раствором в соотношении (10:10:80) мг/л.

Время самостоятельного горения контрольных образцов сосны в 2 раза меньше, чем у опытных образцов, обработанных испытуемым раствором. И потеря массы контрольных образцов почти в 8-9 раз больше, чем у опытных образцов. Наилучшие результаты по времени самостоятельного горения и потери массы образцов имеют виды образца ольхи, обработанные раствором в соотношении (10:10:80) мг/л.

В процессе экспериментов выявлено, что как и дымообразование во время горения у всех контрольных образцов высокое, у всех опытных более умеренное, так и степень обугливания у контрольных образцов заметно сильнее, чем у опытных.

Таким образом, был проведен химический анализ состава твердых отходов шламонакопителей на территории бывшего АХЗ им. С.М.Кирова на содержание бора. Обнаружено, что наибольшая концентрация бора содержится в верхнем горизонте центра шламонакопителя, где максимальное количество концентрации бора составило 471,23 мг/кг, минимальная концентрация бора содержится в отдаленном месте от шламонакопителя, где количество бора составило 11,04 мг/кг.

Выявлен оптимальный состав, придающий огнезащиту для древесины.

Показано, что время самостоятельного горения у опытных образцов древесины, обработанных исследуемыми составами, увеличивается в 2 – 3 раза, чем у контрольных образцов, также потеря массы сокращается в 8-10%. Наиболее огнестойкими из всех образцов были образцы древесины ольхи, максимальная длительность горения которых составила 174 секунды.

Полученные результаты экспериментов доказывают возможность применения борсодержащих отходов с территории Алгинского химзавода в качестве сырья для производства антипиренов.

ЛИТЕРАТУРА

1 ГОСТ 50688-94. Почвы. Определение подвижных соединений бора по методу Бергера и Труога в модификации ЦИНАО. [GOST 50688-94. Pochvy. Opredelenie podvizhnyh soedinenij bora po metodu Bergera i Truoga v modifikacii CINAO.]

2 ГОСТ 17.4.3.01-83. Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб. М.: Изд. стандартов, 1983. [GOST 17.4.3.01-83. Ohrana prirody. Pochvy. Obshchie trebovaniya k otboru prob. M.: Izd. standartov, 1983.]

3 ГОСТ 17.4.4.02-84. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. 1984. [GOST 17.4.4.02-84. Ohrana prirody. Pochvy. Metody otbora i podgotovki prob dlya himicheskogo, bakteriologicheskogo, gel'mintologicheskogo analiza. 1984.]

4 ГОСТ 16363-98. Средства огнезащитные для древесины. Методы определения огнезащитных свойств. [GOST 16363-98. Sredstva ognezashchitnye dlya drevesiny. Metody opredeleniya ognezashchitnyh svojstv.]

С. М. БАЗАРБАЕВА

Казахский университет экономики, финансов и международной торговли

ТЕХНОГЕНДІК ҚАЛДЫҚТАР НЕГІЗІНДЕГІ СҮРЕККЕ АРНАЛҒАН ОТТАН ҚОРҒАУ ҚҰРАМДАРЫ

Бор элементінің геохимиялық аумағы болып табылатын Батыс Қазақстанның кейбір аумақтары адам денсаулығы мен қоршаған ортаға айтарлықтай қауіп түндіруде. Бұрынғы химиялық зауыт өндірісінің қалдықтары ретінде көп мөлшерде борқалдықтары жиналған шламжинағыштар адамзатқа, жануарларға және өсімдіктерге үлкен зардабын тигізуде.

Жұмыстың мақсаты – борқосылған қалдықтарды ағаш өңдеу өндірісінде антипирен ретінде қолдануды зерттеу. Жұмыстың нәтижесінде шламжинақтағыш ішіндегі қалдықтардың құрамына химиялық талдау жүргізілді. Бордың көп мөлшері зауыттағы шламжинақтағыш және айналасындағы топырағының жоғарғы қабатында болатындығы анықталды. Ағашты өрттен қорғаудың оңтайлы құрамы жасалды.

Түйінді сөздер: шламжинақтағыш, борқосылған қалдықтар, ағаш, антипирен, құрам, үлгі

S. M. BAZARBAYEVA

Казахский университет экономики, финансов и международной торговли

FLAME RETARDANTS FOR WOOD BASED ON MAN-MADE WASTE

Certain areas of the West Kazakhstan, which are the geochemical region of the Bor element, have a serious threat to human health and the environment. Sludge harvesters, which have accumulated large amounts of fatty acid as a remnants of the former chemical plant, have a huge impact on humanity, animals and plants.

The purpose of the research is to study the use of lubricants as flame retardant in woodworking industry. As a result, the chemical analysis of the residues in the sludge cutter was carried out. The large amount of boron is found on the crumbling plant and the top layer of the soil around it. The optimal composition of fire protection is made.

Key words: *sludge collector, boron waste, wood, flame retardant, composition, sample.*

**К. Ж. *ДАКИЕВА¹, Ж. Б. ТУСУПОВА², В. А. СЕДЕЛЕВ¹, С. А. ГАРМАШОВА¹
Р. С. БЕЙСЕМБАЕВА¹, А. П. ЦЫГАНОВ¹, А. С. КАЙСАРОВА¹.**

¹*Восточно-Казахстанский государственный университет
имени С.Аманжолова, г. Усть-Каменогорск*

²*Евразийский национальный университет им. Л.Н.Гумилева*

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ФАКТОРОВ ТИТАНО-МАГНИЕВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Нами с целью уточнения характера патологических изменений в организме животных, развивающихся под влиянием комплекса токсических газов и пыли (аэрозоль двуокиси титана, пыль металлического титана, четыреххлористый титан и продукты его гидролиза, а также хлор и фосген) были выполнены экспериментальные исследования непосредственно в условиях титано-магниевого производства. Такой подход, с нашей точки зрения, может создать наиболее выгодную экспериментальную модель, позволяющую с максимальной полнотой проводить соответствующие клинично-экспериментальные параллели. Поэтому серию экспериментальных животных поместили на территорию трех основных цехов АО «УК ТМК». Животные помещались в специально изготовленные клетки по 25-26 голов в каждой, которые были установлены на уровне органов дыхания человека. Экспериментальных животных контрольной серии опыта содержали на территории комбината, но в значительном удалении от основных цехов производства в отдельной, чистой, хорошо проветриваемой комнате. Животных контрольной группы забивали в эти же сроки, что и экспериментальных животных.

Эти исследования помогают в разработке научно-обоснованных мероприятиях по улучшению состояния здоровья рабочих, занятых во вредных условиях труда

Ключевые слова: *липидный и пигментный спектры крови, токсические газы и пыль.*

Титано-магниевый комбинат в Усть-Каменогорске функционирует как один из самых передовых предприятий в Казахстане и как один из ведущих предприятий в странах СНГ по комплексному использованию сырья, степени извлечения металлов, качеству продукции [1].

В состав АО «УК ТМК» входят 3 основных цеха: цех 1 – по производству магния; цех 2 – по производству тетраоксида титана; цех 3 – по производству титановой губки и 10 вспомогательных цехов.

В настоящее время применяется магниетермический метод получения титановой губки, основанный на реализации взаимодействия хлористого титана и магния.

Магний получают электролитическим методом, процесс осуществляется в электролизных ваннах двух типов – диафрагменных и бездиафрагменных с верхним вводом анода. Сырьем служит расплавленный карналлит и хлористый магний.

Трудовые операции производятся в условиях повышенной температуры, теплоизлучения, пыле- и газовой выделений. Кроме того, работы требуют физических усилий по очистке миксера от шлака и выборке шлама из плавильной печи. В смену для проведения трудовых операций рабочие затрачивают 70% времени.

В воздушной среде основных цехов магниевого производства содержатся токсические химические вещества: сернистый газ, хлористый водород, хлористый магний. Концентрация этих веществ нередко превышает допустимый уровень в несколько десятков раз [2,3].

Технологический процесс получения титана имеет несколько стадий: прием и обработку шихты для технологической готовности, хлорирование титаносодержащего сырья с последующей очисткой технического тетрахлорида титана, восстановление металлического титана и дистилляцию титана.

Источниками пылевыделения на площадке приемного склада при разгрузке из вагонов сырья, помимо самого процесса разгрузки, являются пневмонасосы и воздуховоды, предназначенные для транспортировки шихты в связи с недостаточной их герметизацией.

Хлорирование титаносодержащего сырья проводится в хлораторах, куда пневмотранспортом подаются шлак, кокс, расплав магниевых ванн, а по трубопроводам подается анодный хлор. Диоксид титана, содержащийся в смеси, при температуре 750-800°C соединяется с хлором, затем охлаждается и далее поступает на фильтрацию. В воздушную среду дробильно-размольного отделения выделяется аэрозоль четыреххлористого титана, хлор, фосген, оксид углерода [4].

Усть-Каменогорский титано-магниевый комбинат Казахстана является одним из крупнейших предприятий по производству титана, оснащенным высокопроизводительным оборудованием и выпускающим одну из лучших в мире титановую губку.

В процессе своей трудовой деятельности (при добыче, обогащении и переработке титановых руд, при получении различных титановых соединений, а также выбивке, переработке и сортировке титановой губки) работники могут подвергаться воздействию пыли металлического титана (Ti) и его диоксида (TiO₂), высокотоксичных химических соединений – газообразного четыреххлористого титана (TiCl₄), продуктов его гидролиза, паров хлора и фосгена, а также влиянию электромагнитных полей и факторов производственной среды и трудового процесса [5;6]

Сведения о действии титана, магния и его соединений на отдельные органы и системы в литературе ограничены.

Особую актуальность представляет изучение биохимических маркеров, а именно липидного и пигментного спектров крови экспериментальных животных, помещенных на территорию основных цехов титано-магниевого комбината.

Экспериментальная часть работы проводилась на половозрелых белых крысах-самцах, массой 180-220 г.

Изучение липидных и пигментных показателей проводили через 2 недели (острый опыт), 4 недели (подострый период) и 12 недель (хронический опыт). В эти же сроки исследовали животных контрольных групп.

Из показателей липидного обмена и пигментного спектра в крови животных, находившихся на территории цехов №1, №2 и №3 определяли: общие липиды, β-липопротеиды, триглицериды, холестерол, билирубин (общий и прямой или связанный).

В крови животных, находившихся на территории цехов № 1-3, обнаружена тенденция к повышению уровня общих липидов крови, особенно при сроках 2 и 4 недели, затем к 12 неделям их уровень несколько снижался.

Уровень β-липопротеидов увеличивался в крови животных, находившихся в цехе №1 к 2 неделям на 33% до 48± 4,0 ЕД, p<0,001 (против контроля - 36±1,0). Через 4 недели уровень β-ЛП увеличивался на 24% до 56±3,0 ЕД, p<0,01 по сравнению с кон-

тролем $45 \pm 1,2$ ЕД. Через 12 недель содержание β -ЛПП продолжало увеличиваться до $74 \pm 2,0$, на 28% выше контроля ($58 \pm 1,1$), $p < 0,01$.

У животных, находившихся в цехе №2 через 2 недели, уровень β -ЛПП увеличивался на 22% до $44 \pm 3,0$ ЕД, $p < 0,01$; через 4 недели – на 16% до $52 \pm 2,5$ и через 12 недель – на 29% до $72 \pm 4,0$ ЕД, $p < 0,01$.

У животных, находившихся на территории цеха №3, количество β -ЛПП увеличивалось через 2 недели на 28% до $46 \pm 3,5$, $p < 0,01$; через 4 недели – до $50 \pm 2,0$ или на 11% выше контроля, $p < 0,05$ и через 12 недель – до $70 \pm 4,0$ (на 21% выше контрольных величин), $p < 0,01$.

В крови животных, находившихся на территории 3-х цехов, установлено увеличение атерогенных липидов – триглицеридов и холестерина.

В крови животных, находившихся на территории цеха №1, установлено увеличение триглицериды (ТГ) через 2 недели до $0,98 \pm 0,4$, что на 14% больше контроля – $0,86 \pm 0,01$ мМ/л. Через 4 недели от начала эксперимента ТГ увеличивались в крови на 52% до $1,4 \pm 0,2$ мМ/л против контрольных величин – $0,92 \pm 0,02$. Через 12 недель уровень ТГ в крови продолжал увеличиваться до $3,6 \pm 0,5$, что было на 71% выше контроля – $2,1 \pm 0,02$.

В крови животных, находившихся на территории цеха №2, через 2 недели ТГ увеличивались на 12% до $0,96 \pm 0,03$, $p < 0,05$, через 4 недели – на 30% до $1,2 \pm 0,1$, $p < 0,01$, через 12 недель – на 62% до $3,4 \pm 0,4$ мМ/л, $p < 0,001$.

В крови животных, находившихся на территории цеха №3, через 2 недели уровень ТГ увеличивался на 28% до $1,1 \pm 0,06$, $p < 0,001$, через 4 недели – до $1,4 \pm 0,1$, $p < 0,001$, (на 52% выше контроля) и через 12 недель – на 57% против контроля до $3,3 \pm 0,4$ мМ/л, ($p < 0,001$).

Содержание в крови холестерина у животных цеха №1 через 2 недели увеличивалось на 24% до $6,2 \pm 0,4$ мМ/л, против контроля $5,0 \pm 0,03$, $p < 0,01$. Через 4 недели уровень холестерина увеличивался до $7,4 \pm 0,5$, $p < 0,01$, что было на 28% выше контрольных величин – $5,8 \pm 0,02$ мМ/л. Через 12 недель содержание холестерина продолжало увеличиваться на 23% до $8,5 \pm 0,4$ мМ/л, $p < 0,01$ по сравнению с контролем ($6,9 \pm 0,04$ мМ/л).

В крови животных, находившихся в цехе №2, холестерол увеличивался с 2 недельного срока – на 18% до $5,9 \pm 0,3$, $p < 0,05$. Через 4 недели – на 12% до $6,5 \pm 0,3$ мМ/л, $p < 0,05$ и через 12 недель – на 13% до $7,8 \pm 0,3$ мМ/л, $p < 0,05$.

В крови животных, находившихся на территории цеха №1, установлено увеличение триглицериды (ТГ) через 2 недели до $0,98 \pm 0,4$, что на 14% больше контроля – $0,86 \pm 0,01$ мМ/л. Через 4 недели от начала эксперимента ТГ увеличивались в крови на 52% до $1,4 \pm 0,2$ мМ/л против контрольных величин – $0,92 \pm 0,02$. Через 12 недель уровень ТГ в крови продолжал увеличиваться до $3,6 \pm 0,5$, что было на 71% выше контроля – $2,1 \pm 0,02$. В крови животных, находившихся на территории цеха №2, через 2 недели ТГ увеличивались на 12% до $0,96 \pm 0,03$, $p < 0,05$, через 4 недели – на 30% до $1,2 \pm 0,1$, $p < 0,01$, через 12 недель – на 62% до $3,4 \pm 0,4$ мМ/л, $p < 0,001$.

В крови животных, находившихся на территории цеха №3, через 2 недели уровень ТГ увеличивался на 28% до $1,1 \pm 0,06$, $p < 0,001$, через 4 недели – до $1,4 \pm 0,1$, $p < 0,001$, (на 52% выше контроля) и через 12 недель – на 57% против контроля до $3,3 \pm 0,4$ мМ/л, ($p < 0,001$).

Содержание в крови холестерина у животных цеха №1 через 2 недели увеличивалось на 24% до $6,2 \pm 0,4$ мМ/л, против контроля $5,0 \pm 0,03$, $p < 0,01$. Через 4 недели уровень холестерина увеличивался до $7,4 \pm 0,5$, $p < 0,01$, что было на 28% выше контрольных величин – $5,8 \pm 0,02$ мМ/л. Через 12 недель содержание холестерина продолжало увеличиваться на 23% до $8,5 \pm 0,4$ мМ/л, $p < 0,01$ по сравнению с контролем ($6,9 \pm 0,04$ мМ/л).

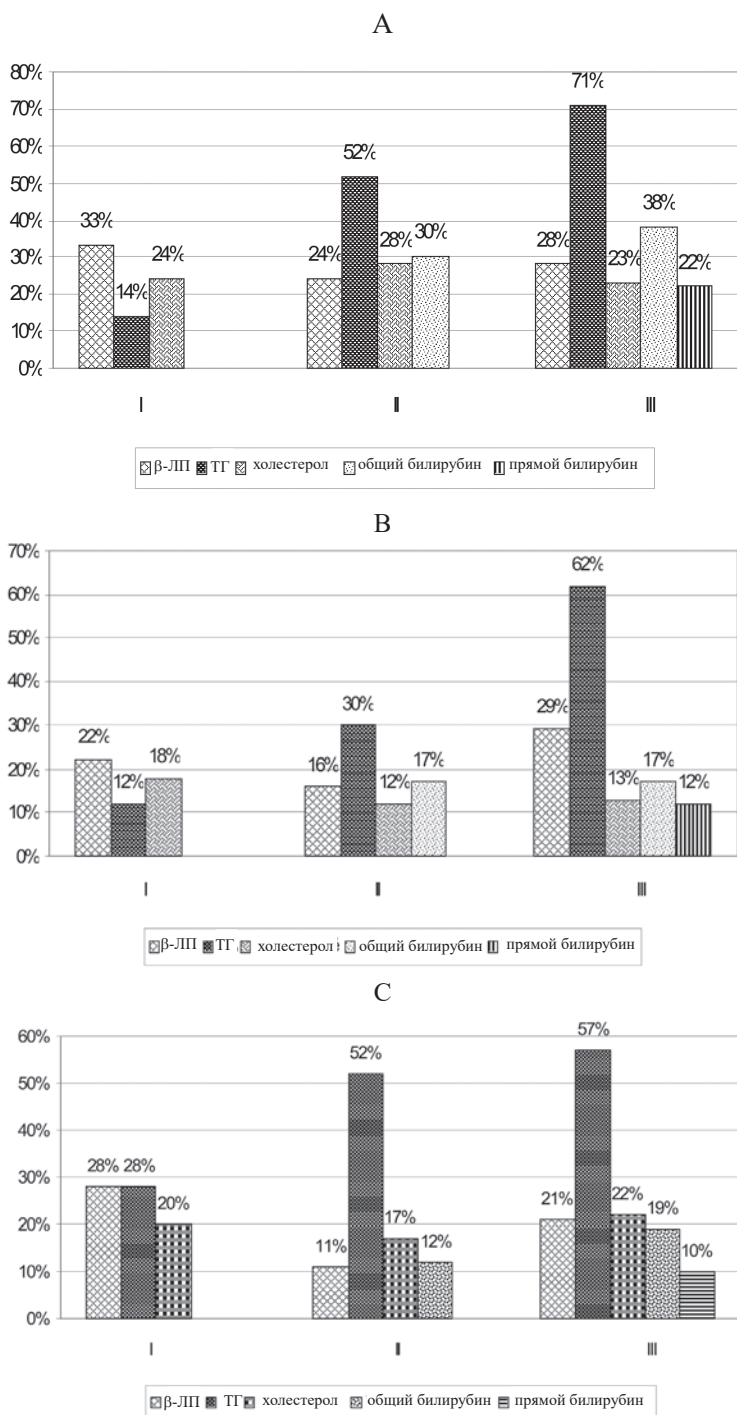
В крови животных, находившихся в цехе №2, холестерол увеличивался с 2 недельного срока – на 18% до $5,9 \pm 0,3$, $p < 0,05$. Через 4 недели – на 12% до $6,5 \pm 0,3$ мМ/л, $p < 0,05$ и через 12 недель – на 13% до $7,8 \pm 0,3$ мМ/л, $p < 0,05$.

У животных, находившихся в цехе №3, холестерол крови увеличивался через 2 недели на 20% до $6,0 \pm 0,3$, $p < 0,01$, через 4 недели – на 17% до $6,8 \pm 0,3$, $p < 0,05$ и через 12 недель – на 22% до $8,4 \pm 0,5$, $p < 0,01$.

Таблица 1 – Показатели липидного и пигментного спектров в крови экспериментальных животных, находившихся на территории цехов АО «УК ТМК»

№ п/п	Показатели Серии животных	n	Общие липиды, г/л	β-ЛП, ЕД	ТГ	Холес-терол	Билирубин	
							общий	прямой
мМ/л								
1	Контроль: 2 недели	10	$5,8 \pm 1,2$	$36 \pm 1,0$	$0,86 \pm 0,01$	$5,0 \pm 0,03$	$18,9 \pm 0,3$	$3,2 \pm 0,2$
	4 недели	9	$6,0 \pm 1,5$	$45 \pm 1,2$	$0,92 \pm 0,02$	$5,8 \pm 0,02$	$20 \pm 0,5$	$3,9 \pm 0,3$
	12 недель	9	$5,4 \pm 1,0$	$58 \pm 1,1$	$2,1 \pm 0,02$	$6,9 \pm 0,04$	$21,8 \pm 0,7$	$4,1 \pm 0,4$
2	Цех 1: 2 недели	9	$6,9 \pm 0,5$	$48 \pm 4,0^{xxx}$	$0,98 \pm 0,4^{xx}$	$6,2 \pm 0,4^{xx}$	$20,1 \pm 0,5$	$3,6 \pm 0,2$
	4 недели	8	$5,2 \pm 0,2$	$56 \pm 3,0^{xx}$	$1,4 \pm 0,2^{xx}$	$7,4 \pm 0,5^{xx}$	$26,0 \pm 0,2^{xx}$	$4,5 \pm 0,2$
	12 недель	8	$4,5 \pm 0,5$	$74 \pm 2,0^{xx}$	$3,6 \pm 0,5^{xxx}$	$8,5 \pm 0,4^{xx}$	$30,0 \pm 0,2^{xxx}$	$5,0 \pm 0,3^{xx}$
3	Цех 2: 2 недели	9	$6,5 \pm 0,6$	$44 \pm 3,0^{xx}$	$0,96 \pm 0,03^x$	$5,9 \pm 0,3^x$	$19,2 \pm 0,4$	$3,4 \pm 0,3$
	4 недели	9	$6,2 \pm 0,8$	$52 \pm 2,5^{xx}$	$1,2 \pm 0,1^{xx}$	$6,5 \pm 0,3^x$	$23,4 \pm 0,8^{xx}$	$4,1 \pm 0,4$
	12 недель	8	$5,2 \pm 0,6$	$72 \pm 4,0^{xx}$	$3,4 \pm 0,4^{xxx}$	$7,8 \pm 0,3^x$	$25,6 \pm 0,7^x$	$4,6 \pm 0,2^{xx}$
4	Цех 3: 2 недели	9	$6,4 \pm 0,2$	$46 \pm 3,5^{xx}$	$1,1 \pm 0,06^{xxx}$	$6,0 \pm 0,3^{xx}$	$19,6 \pm 0,5$	$3,3 \pm 0,3$
	4 недели	9	$5,8 \pm 0,3$	$50 \pm 2,0^x$	$1,4 \pm 0,1^{xxx}$	$6,8 \pm 0,3^x$	$24,0 \pm 0,2^x$	$4,0 \pm 0,4$
	12 недель	8	$5,0 \pm 0,5$	$70 \pm 4,0^{xx}$	$3,3 \pm 0,4^{xxx}$	$8,4 \pm 0,5^{xx}$	$26,0 \pm 0,5^{xx}$	$4,5 \pm 0,2^x$

Примечание - x – $p < 0,05$; xx – $p < 0,01$; xxx – $p < 0,001$



Сроки эксперимента: I – 2 недели, II – 4 недели, III – 12 недель.

Цеха: А – цех №1, В – цех №2, С – цех №3.

Рисунок 1 – Приросты (+) показателей липидного и пигментного спектров крови экспериментальных животных, находившихся на территории цехов АО «УК ТМК»

Изменения в спектре липидов происходили на фоне некоторого увеличения особенно в поздние (4 и 12 недель) сроки эксперимента – уровня общего и прямого (связанного) билирубина в крови.

Так, уровень общего билирубина увеличивался через 4 и 12 недель у животных, находившихся в цехе №1, на 30% до $26 \pm 0,2$, $p < 0,01$ (в контроле $20 \pm 0,5$ мм/л), через 12 недель – до $30 \pm 0,2$, что было выше контрольных величин на 38% $p < 0,001$ ($21,8 \pm 0,7$).

У животных, находившихся на территории цеха №2, общий билирубин увеличивался в эти же сроки на 17% до $23,4 \pm 0,8$, $p < 0,01$ и на 17% до $25,6 \pm 0,7$, $p < 0,05$.

У животных, находившихся на территории цеха №3, в эти же сроки общий билирубин увеличивался на 12 и 19% до $24 \pm 0,2$ и $26 \pm 0,5$, $p < 0,05$ и $p < 0,01$.

Уровень прямого (связанного) билирубина увеличивался во всех цехах только через 12 недель эксперимента на 22% до $5,0 \pm 0,3$ в цехе №1, $p < 0,01$ (контроль – $4,1 \pm 0,4$ мм/л), в цехе №2 – на 12% до $4,6 \pm 0,2$, $p < 0,01$ и в 3-ьем цехе – на 10% до $4,5 \pm 0,2$, $p < 0,05$.

Выявленные изменения уровней общего и прямого (связанного) билирубина свидетельствуют о влиянии факторов производственной среды на ткань печени.

При анализе данных литературы по гигиенической оценке условий труда на титано-магниевом производстве выявлена их крайняя малочисленность. Эти исследования, в основном, выполнены сравнительно давно на первых отечественных предприятиях по производству титана и магния в 60-х годах. За прошедшее время технологический процесс и оборудование практически полностью изменились. Однако все исследователи отмечают высокий уровень загрязненности воздуха рабочей зоны [7]. Отсутствует должная гигиеническая оценка физических факторов: вопросы состояния микроклимата и загрязненности воздуха рабочей зоны токсическими парами и газами требуют дальнейшего изучения и конкретных решений.

Особую тревогу в этих условиях, естественно, вызывает состояние здоровья работников титано-магниевого производства.

Изучение влияния вредных производственных факторов на гомеостаз организма животных и рабочих являются вопросами чрезвычайной актуальности, которые до сих пор не были изученными. Эти исследования необходимы для разработки мероприятий по улучшению условий труда и состояния здоровья рабочих, подвергшихся воздействию комплекса вредных производственных факторов.

ЛИТЕРАТУРА

1 Машеков С.А. Проблемы титана в Казахстане //Новости науки Казахстана. – 2001, № 2. – С.9-16. [Mashekov S.A. Problemy titana v Kazahstane //Novosti nauki Kazahstana. – 2001, № 2. – С.9-16]

2 Бородюк Т.М. Гигиенические аспекты оценки условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса // Токсикологический вестник. – 1995. – № 3. – С.40-41. [Borodyuk T.M. Gigienicheskie aspekty ocenki uslovij truda po pokazatelyam vrednosti i opasnosti faktorov proizvodstvennoj sredy, tyazhesti i napryazhennosti trudovogo processa // Toksikologicheskij vestnik. – 1995. – № 3. – С.40-41.]

3 Паранько Н.М. Гигиена труда при производстве и обработке титана и магния. – Киев.: Изд-во Здоровье, 1988. – 54 с. [Paran'ko N.M. Gigiena truda pri proizvodstve i obrabotke titana i magniya. – Kiev.: Izd-vo Zdorov'e, 1988. – 54 s.]

4 Султанбеков З.К. Гигиеническая оценка условий труда и реальной дозой нагрузки производственных вредностей на рабочих магниевом производстве // Медицина. – 2006. – №7. – С.57-58.[Sultanbekov Z.K. Gigienicheskaya ocenka uslovij truda i real'noj doznoj nagruzki proizvodstvennyh vrednostej na rabochih magnievogo proizvodstva // Medicina. – 2006. – №7. – S.57-58.]

5 Карабалин С.К. Сочетанные действия факторов производственной среды титаномагниевого производства на функциональное состояние работающих // Медицина труда и промышленная экология. – 2006. – №14. – С.43-45. [Karabalin S.K. Sochetannye dejstviya faktorov proizvodstvennoj sredy titanomagnievogo proizvodstva na funkcional'noe sostoyanie rabotayushchih // Medicina truda i promyshlennaya ekologiya. – 2006. – №14. – S.43-45.]

6 Султанбеков З. К., Карабалин С. К., Таткеев Т. А. Система оценки и управления профессиональным риском в титано-магниевом производстве на основе реальных оценок гигиенических условий труда // Медицина. – 2006. – № 4. – С. 65-68. [Sultanbekov Z. K., Karabalin S. K., Tatkeev T. A. Sistema ocenki i upravleniya professional'nym riskom v titano-magnievom proizvodstve na osnove real'nyh ocenok gigienicheskikh uslovij truda // Medicina. – 2006. – № 4. – S. 65-68.]

7 Буданова Л. Ф., Суворов И. М., Пастушкова И.Н. Некоторые аспекты патогенеза, клиники и диагностики хронических бронхитов профессиональной этиологии // Медицина труда и промышленная экология. – 2017. – № 10. – С. 24-28.[Budanova L. F., Suvorov I. M., Pastushkova I.N. Nekotorye aspekty patogeneza, kliniki i diagnostiki hronicheskikh bronhitov professional'noj etiologii // Medicina truda i promyshlennaya ekologiya. – 2017. – № 10. – S. 24-28.]

**К. Ж. ДАКИЕВА¹, Ж. Б. ТҮСІПОВА², В. А. СЕДЕЛЕВ¹, С. А. ГАРМАШОВА¹,
Р. С. БЕЙСЕМБАЕВА¹, А. П. ЦЫГАНОВ¹, А. С. ҚАЙСАРОВ¹**

¹С. Аманжолов атындағы Шығыс-Қазақстан мемлекеттік университеті,
Өскемен қаласы

²Л.Н.Гумилев атындағы Еуразиялық ұлттық университеті.

ТИТАН-МАГНИЙ ӨНДІРІСІНІҢ ҚОЛАЙСЫЗ ФАКТОРЛАРЫНЫҢ ӘСЕРІН ЭКСПЕРИМЕНТТІК БАҒАЛАУ

Біз улы газдар мен шаңның (титан қос тотығының аэрозолі, металл титан шаңы, төрт хлорлы титан және оның гидролиз өнімдері, сондай-ақ хлор және фосген) әсерінен дамиды жанауарлар организміндегі патологиялық өзгерістердің сипатын анықтау мақсатында тікелей титан-магний өндірісі жағдайында тәжірибелік зерттеулер жүргізілді. Мұндай тәсіл, біздің көзқарасымызша, тиісті клиникалық-эксперименталдық параллельдерді барынша толық жүргізуге мүмкіндік беретін ең тиімді эксперименталдық модель жасай алады. Сондықтан тәжірибелік Жанауарлар сериясын «ОҚ ТМК» АҚ-ның негізгі үш цехының аумағына орналастырды. Жанауарлар адамның тыныс алу органдары деңгейінде орнатылған әр адамға 25-26 бастан арнайы дайындалған клеткаларға орналастырылды. Тәжірибе сериясындағы эксперименталды Жанауарлар комбинат аумағында, бірақ өндірістің негізгі цехтарынан едәуір алыста жеке, таза, жақсы желдетілетін бөлмеде болды. Бақылау тобының жанауарлары Эксперименталды жанауарларды сол мерзімде сойды.

Бұл зерттеулер зиянды еңбек жағдайында жұмыс істейтін жұмысшылардың денсаулық жағдайын жақсарту бойынша ғылыми негізделген іс-шараларды әзірлеуге көмектеседі.

Түйін сөздер: липидті және пигментті қан спектрлері, улы газдар мен шаң.

**K. ZH. DAKIEVA¹, ZH., B. TUSUPOVA², V. A. SEDELEV¹, S. A. GARMASHOVA¹,
R. S. BEISEMBAEVA¹, A. P. TSYGANOV¹, A. S. KAISAROVA¹**

¹The S. Amanzholov East Kazakhstan state University, Ust-Kamenogorsk

²The L. N. Gumilyov Eurasian national University

EXPERIMENTAL ASSESSMENT OF THE IMPACT OF ADVERSE FACTORS OF TITANIUM-MAGNESIUM PRODUCTION

In order to clarify the nature of pathological changes in animals that develop under the influence of a complex of toxic gases and dust (titanium dioxide aerosol, titanium metal dust, titanium tetrachloride and its hydrolysis products, as well as chlorine and phosgene), we performed experimental studies directly in the conditions of titanium-magnesium production. This approach, from our point of view, can create the most profitable experimental model that allows for the maximum completeness of the corresponding clinical and experimental Parallels. Therefore, a series of experimental animals were placed on the territory of the three main workshops of JSC «CC TMK». The animals were placed in specially made cages of 25-26 heads each, which were installed at the level of the human respiratory system. Experimental animals of the control series of the experiment were kept on the territory of the plant, but at a considerable distance from the main production shops in a separate, clean, well-ventilated room. The animals of the control group were slaughtered at the same time as the experimental animals.

These studies help in the development of evidence-based measures to improve the health of workers engaged in harmful working conditions. In such production conditions, workers often had acute respiratory infections, chronic bronchitis, etc. the degree of retention of compounds containing chlorine anion (chlorine, hydrogen chloride, titanium tetrachloride, phosgene, magnesium dihydride) was relatively high and ranged from 39-85%. At the same time, higher indicators of the degree of delay in all the main workshops were usually observed for gaseous substances (chlorine, hydrogen chloride, phosgene), which is probably due to their good solubility.

Key words: blood lipid and pigment spectra, toxic gases and dust.

Б. М. ИЗТЕЛЕУ¹, Г. Е. *АЗИМБАЕВА¹, А. А. БАКИБАЕВ²

¹Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан

²Томск мемлекеттік ғылыми-зерттеу университеті, Томск қ., Ресей

DAHIA EVELINE ӨСІМДІГІНІҢ ҚҰРАМЫНДАҒЫ ДӘРУМЕНДЕРДІ ТИТРИМЕТРИЯЛЫҚ ПЕН КАПИЛЛЯРЛЫ ЭЛЕКТРОФОРЕЗ ӘДІСТЕРІМЕН ЗЕРТТЕУ

Ұсынылып отырған жұмыста *Dahlia evelines* өсімдігінің жер үсті және жер асты мүшелерінің құрамындағы биологиялық белсенді заттар қарастырылған. Биологиялық белсенді заттар өсіп келе жатқан бала ағзасына тигізетін әсері өте зор, өйткені олар заттардың алмасуын, иммунитеттің дұрыс қалыптасуын, жүйке жүйесінің қызметін реттейді. *Dahlia Eveline* өсімдігінің құрамындағы С (аскорбин қышқылы) дәруменінің мөлшері титриметриялық әдіспен анықталса, В тобындағы дәрумендер М-04-41-2005 «Капель-105» «Люмэкс» құрылғысында капиллярлық электрофорез әдісімен анықталған. Зерттеу нәтижесінде жалпы тіршілікке пайдалы дәрумендер *Dahlia Eveline* өсімдігінің жемісінде де, жапырағында да, сабағында да, гүлінде де көп екендігі көрсетілген.

Түйін сөздер: *Dahlia evelines*, биологиялық белсенді заттар, дәрумендер, титриметриялық, электрофорез әдісі.

Кіріспе. Бүгінгі күні дәрілік өсімдіктерді зерттеумен алуан түрлі мамандық иелері ботаниктер, химиктер, фармакологтар мен әртүрлі мамандықтағы дәрігерлер шұғылданауда. Осындай өсімдіктің бірі – *Dahlia Eveline* гүлі. *Dahlia Eveline* гүлінің түрлері көп, бірақ аз зерттелген [1].

Dahlia Eveline (георгин) – астралылар тұқымдасына жататын баданалы, көп жылдық шөптесін өсімдіктер. Оңтүстік Америкада өсетін 15 түрі белгілі. Қазақстанда қолдан өсіріледі. Гүл шорығында будандастырылған (негізінен құбылмалы нарғызгүлден алынған) 8 мыңнан астам сорты пайдаланылады. Биіктігі 20 – 200 см-дей, тамыры жуан, түйнекті болады, сабағының іші қуыс. Қауырсынды жапырақтарының шеті тілімденген, олар сабаққа қарама-қарсы орналасады. Гүлдерінің түсі алуан түрлі, гүлшоғыры – себет (оның диам. 35 см-дей) [2].

Dahlia Eveline өсімдігі туралы алғашқы ақпарат Мексикада 1525 жылы гүлдерді тапқан испандықтар арқылы Еуропаға келді. Индейлер оларды тағамға және эпилеп-сияға ауруын емдеуге, ал іші қуыс сабағын тыныс алу түтіктерін жасауға пайдаланды [3].

Dahlia Eveline өсімдігі биологиялық белсенді заттарға өте бай. Өсімдіктің құрамындағы белсенді заттар ағзаны токсин, холестерин және ауыр металдардан тазартады. Ал гүлінің қайнатпасы метаболикалық процестерді және асқазан безінің функциясын қалыпқа келтіреді және жүрек-тамыр жүйесі үшін де өте пайдалы. *Dahlia Eveline* өсімдігі дәрумендерге бай. Дәрумендер – адам мен жануарлардың тіршілігіне, олардың организміндегі зат алмасудың бірқалыпты болуы үшін аз мөлшерде өте қажетті биологиялық активті органикалық қоспалар. Дәрумендердің өсіп келе жатқан бала ағзасына тигізетін әсері өте зор, өйткені олар заттардың алмасуын, иммунитеттің дұрыс қалыптасуын, жүйке жүйесінің қызметін реттейді. Өсімдіктің тамыры мен

жапырағы полисахаридтер, амин қышқылдары, микро және макроэлементтерге, жемісі инулинге бай. Өсімдіктің тұнбасы диабетке қарсы жақсы профилактика болып табылады. Сонымен қатар, гүлі мен жемісі шаш, дене күтімі үшін де қолданылады [4,5].

Зерттеу нысанасы ретінде Алматы қаласы, Түркісіб ауданынан күздік Dahlia Eveline өсімдігінің жемісі, сабағы, жапырағы, гүлі жиналып алынды. Күздік шикізаттар 2015-2017 жылдың қазан – қараша айларында жиналған.

Тәжірибелік бөлімі. Dahlia Eveline өсімдігінің құрамындағы С (аскорбин қышқылы) дәруменінің мөлшері титриметриялық әдіспен анықталды.

Әдістің принципі. Аскорбин қышқылын анықтау әдісі оның редуцирлеу қасиетіне негізделген. Аскорбин қышқылының әсерінен көк түсті 2,6-дихлорфенолиндофенол ерітіндісі түссіз қосылысқа дейін тотықсызданады. Аскорбин қышқылын өсімдіктен 1% HCl ерітіндісімен бөліп алып, ерітіндіні 2,6-дихлорфенолиндофенол ерітіндісімен титрлейді. Титрлеуге жұмсалған бояудың саны бойынша аскорбин қышқылының мөлшері анықталады [6].

Аскорбин қышқылының мөлшерін анықтау кезінде экстракцияға қолданылатын қышқылдардың (20 мл 1% HCl мен 80 мл 2% метафосфор қышқылының қоспасы немесе 80 мл 1% қымыздық қышқылы мен 20 мл 1% HCl-дың қоспасы) редуцирлеу қабілеттерін есепке алу қажет. Ол үшін қышқылдар қоспасынан 10 мл-ден алып, сол бояумен ашық-күлгін түске дейін титрлейді. Алынған түзетуді (әдетте, краска ерітіндісі 0,08-0,10 мл-ден аспайды) тәжірибелік ерітіндіні титрлеуден алынған мәліметтен шегереді [7].

Dahlia Eveline өсімдігінің құрамындағы В тобындағы дәрумендер М-04-41-2005 «Капель-105» «Люмэкс» құрылғысында капиллярлық электрофорез әдісімен анықталды.

Витаминдерді анықтау, 200 нм және 267 нм толқын ұзындығы бойынша бағдарламаланатын толқын ұзындығының комбинациясы арқылы өздерінің жұтуымен жүзеге асырылды. В5 дәрумені 200 нм толқын ұзындығындағы өзінің сіңіруі арқылы мицеллярлы электрокинетикалық хроматография әдісімен анықталды [8].

Бөлу шарттары: Температура: + 30 °С, Толқын ұзындығы: 200 нм

1- сатысы: Уақыт: 899 сек., қысымы: 0 мбар, кернеуі: + 25 кВ, толқын ұзындығы: 200 нм.

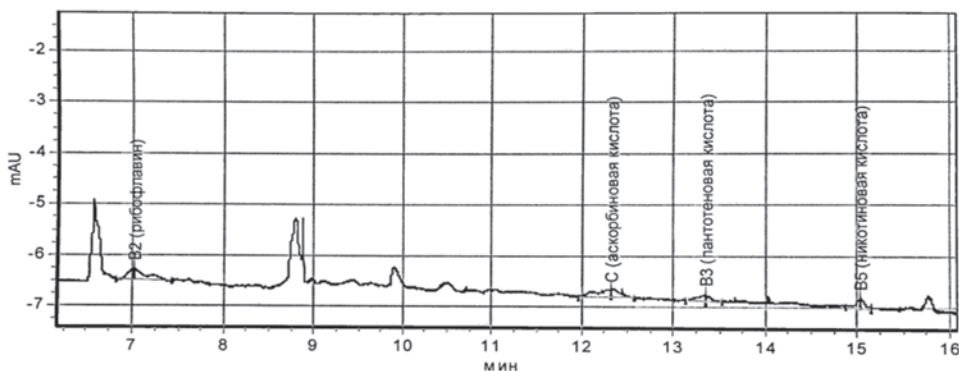
2- сатысы: Уақыт: 300 сек., қысымы: 50 мбар, кернеуі: + 25 кВ, толқын ұзындығы: 200 нм.

Зерттеу нәтижелерін талқылау. Зерттеу нәтижесінде Dahlia Eveline өсімдігінің жерүсті және жерасты бөліктері, гүлі, жемісі, жапырағы мен сабағының құрамында В1 (тиаминхлорид), В2 (рибофлавин), С (аскорбин қышқылы), В3 (пантотен қышқылы), В5 (никотин қышқылы) дәрумендерінің бар екендігі анықталды. Dahlia Eveline өсімдігінің құрамындағы дәрумендердің мөлшері өсімдіктің жерүсті және жерасты бөліктерінде әртүрлі мөлшерде таралғандығы белгілі болды. Зерттеудің нәтижелері 1-4 кесте және 1-4 суреттерде көрсетілген.

Кесте 1 – *Dahlia Eveline* өсімдігінің гүлінің құрамындағы дәрумендердің мөлшері

№	Уақыты	Компонент	Биіктігі	Басы	Соңы	Аумағы	Конц, мг/л	г/кг	мг/100г
1	5.343	В1 (тиамин-хлорид)	0.647	5.293	5.560	52.29	0.02	0,00057±0,00011	0,057±0,011
2	7.678	В2 (рибофлавин)	2.640	7.343	8.043	288.9	0.091	0,0026±0,0011	0,026±0,011
3	15.220	С (аскорбин қышқылы)	2.449	15.027	15.287	166.1	0.30	0,0085±0,0029	0,85±0,29
4	15.580	В3 (пантотен қышқылы)	0.873	15.432	15.630	33.91	0.026	0,00074±0,00015	0,074±0,015
5	17.080	В5 (никотин қышқылы)	8.558	16.873	17.472	642.2	0.12	0,0034±0,0006	0,34±0,06

1 – Кесте мен 1 – суреттің мәліметтері бойынша, *Dahlia Eveline* өсімдігінің гүлінің құрамындағы дәрумендердің мөлшері келесідей өсу заңдылығымен таралған: С (аскорбин қышқылы) → В3 (пантотен қышқылы) → В1 (тиаминхлорид) → В5 (никотин қышқылы) → В2 (рибофлавин). Зерттеу нәтижесіне сүйенсек, *Dahlia Eveline* өсімдігінің гүлінің құрамында С (аскорбин қышқылы) дәруменінің мөлшері жоғары.

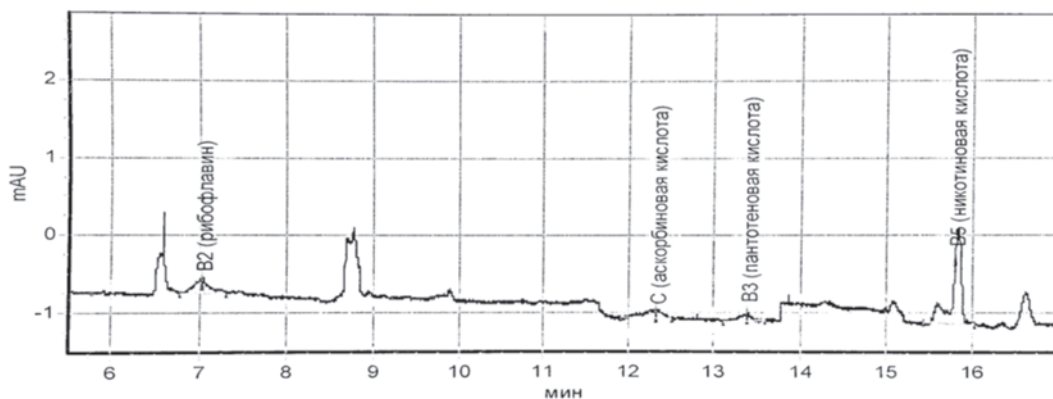


Сурет 1 – *Dahlia Fleurel* өсімдігінің гүлінің құрамындағы дәрумендердің мөлшері

Кесте 2 – *Dahlia Eveline* өсімдігінің жемісінің құрамындағы дәрумендердің мөлшері

№	Уақыты	Компонент	Биіктігі	Басы	Соңы	Аумағы	Конц, мг/л	г/кг	мг/100г
1	7.038	В2 (рибофлавин)	0.201	6.783	7.303	24.98	0.0079	0,00029±0,00012	0,029±0,012
2	12.335	С (аскорбин қышқылы)	0.093	11.913	12.512	13.57	0.025	0,00092±0,00031	0,092±0,031
3	13.395	В3 (пантотен қышқылы)	0.107	13.112	13.587	8.107	0.0062	0,00023±0,00005	0,023±0,005
4	15.802	В5 (никотин қышқылы)	0.901	15.433	16.033	88.18	0.017	0,00063±0,00011	0,063±0,011

2–Кесте мен 2–суреттің мәліметтері бойынша, Dahlia Eveline өсімдігінің жемісінің құрамындағы дәрумендердің мөлшері келесідей өсу заңдылығымен таралған: С (аскорбин қышқылы) → В5 (никотин қышқылы) → В2 (рибофлавин) → В3 (пантотен қышқылы). Зерттеу нәтижесіне сүйенсек, Dahlia Eveline өсімдігінің жемісінің құрамында С (аскорбин қышқылы) дәруменінің мөлшері жоғары, яғни $0,092 \pm 0,031$ мг мөлшерді құрайды. Дегенмен, өсімдіктің гүлінің құрамындағы С дәруменінің мөлшерімен салыстырғанда жемісінде 9,2 есе кем. Кестедегі мәліметтерден көретініміз, В1 (тиаминхлорид) дәрумені Dahlia Eveline өсімдігінің жемісінде жоқ екендігі белгілі болды.



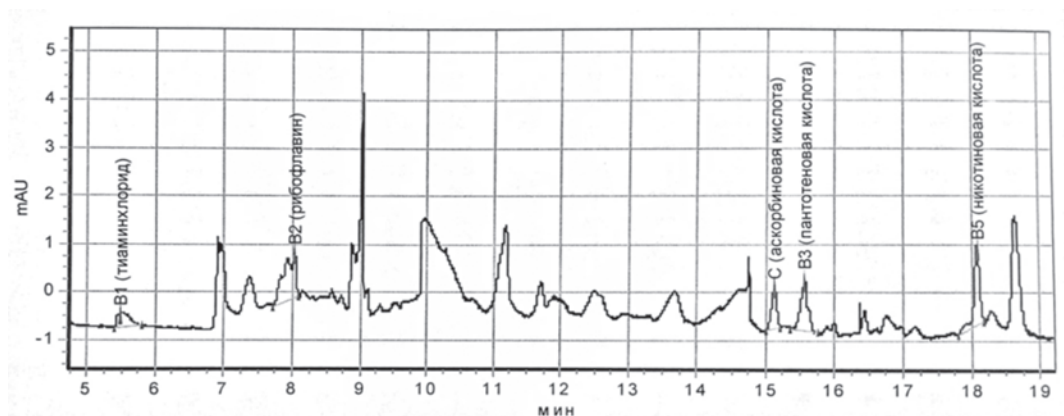
Сурет 2 – Dahlia Fleurel өсімдігінің жемісінің құрамындағы дәрумендердің мөлшері

Кесте 3 – Dahlia Eveline өсімдігінің жапырағының құрамындағы дәрумендердің мөлшері

№	Уақыты	Компонент	Биіктігі	Басы	Соңы	Аумағы	Конц, мг/л	г/кг	мг/100г
1	5.497	В1 (тиаминхлорид)	0.296	5.388	5.975	36.68	0.014	$0,00029 \pm 0,00006$	$0,057 \pm 0,011$
2	8.033	В2 (рибофлавин)	0.975	7.725	8.100	120.5	0.038	$0,00078 \pm 0,00033$	$0,26 \pm 0,11$
3	15.118	С (аскорбин қышқылы)	0.880	15.007	15.200	44.74	0.081	$0,0017 \pm 0,00056$	$0,17 \pm 0,056$
4	15.558	В3 (пантотен қышқылы)	1.050	15.357	15.750	75.83	0.058	$0,0012 \pm 0,00024$	$0,12 \pm 0,024$
5	18.093	В5 (никотин қышқылы)	1.605	17.810	18.198	102.4	0.02	$0,0005 \pm 0,00009$	$0,05 \pm 0,009$

3 – Кесте мен 3 – суреттің мәліметтері бойынша, Dahlia Eveline өсімдігінің жапырағының құрамындағы дәруменінің мөлшері келесідей өсу заңдылығымен таралған: В1 (тиаминхлорид) → В2 (рибофлавин) → С (аскорбин қышқылы) → В3 (пантотен қышқылы) → В5 (никотин қышқылы). Зерттеу нәтижесіне сүйенсек,

жапырағының құрамында В1 (тиаминхлорид) дәруменінің мөлшері жоғары, яғни $0,057 \pm 0,011$ мг мөлшерін құрады. *Dahlia Eveline* өсімдігінің жапырағы мен гүлінің құрамындағы В1 дәрумені бірдей көрсеткішті көрсетсе, ал жемісінде В1 дәрумені мүлде кездеспейді.

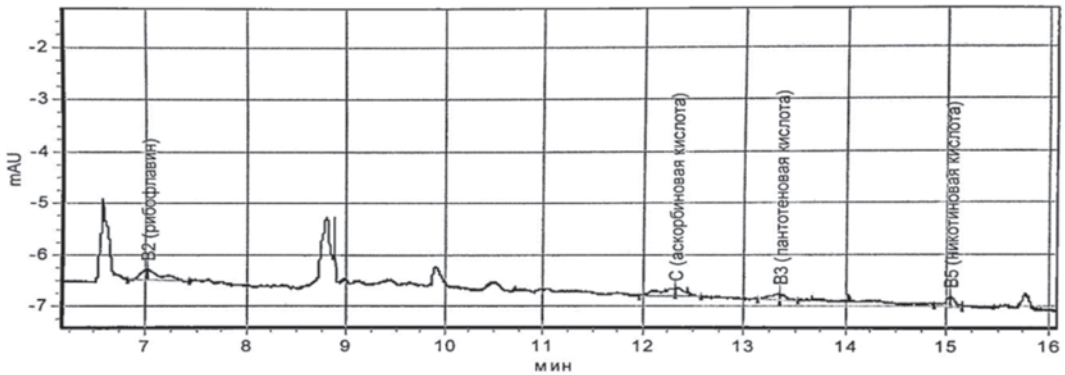


Сурет 3 – *Dahlia Fleurel* өсімдігінің жапырағының құрамындағы дәрумендердің мөлшері

Кесте 4 – *Dahlia Eveline* өсімдігінің сабағының құрамындағы дәрумендердің мөлшері

№	Уақыты	Компонент	Биіктігі	Басы	Соңы	Аумағы	Конц, мг/л	г/кг	мг/100г
1	7.010	В2 (рибофлавин)	0.229	6.822	7.425	27.81	0.0087	$0,00019 \pm 0,00008$	$0,019 \pm 0,008$
2	12.322	С (аскорбин қышқылы)	0.156	11.975	12.578	27.96	0.051	$0,0011 \pm 0,0004$	$0,11 \pm 0,04$
3	13.352	В3 (пантотен қышқылы)	0.102	13.137	13.528	9.326	0.0071	$0,00015 \pm 0,00003$	$0,015 \pm 0,003$
4	15.033	В5 (никотин қышқылы)	0.180	14.882	15.155	11.6	0.0022	$0,00005 \pm 0,00001$	$0,005 \pm 0,01$

4 – Кесте мен 4 – суреттің мәліметтері бойынша, *Dahlia Eveline* өсімдігінің сабағының құрамындағы дәрумендердің мөлшері келесідей өсу заңдылығымен таралған: В2 (рибофлавин) → В3 (пантотен қышқылы) → С (аскорбин қышқылы) → В5 (никотин қышқылы). Зерттеу нәтижесіне сүйенсек, сабағының құрамында В2 (рибофлавин) дәруменінің мөлшері жоғары, яғни $0,019 \pm 0,008$ мг мөлшерін көрсетті. Дегенмен, *Dahlia Eveline* өсімдігінің сабағының құрамындағы дәрумендердің мөлшері гүлі және жапырағымен салыстырғанда 1,35 есе, жемісімен салыстырғанда 1,6 есе кемірек. Ал В1 (тиаминхлорид) дәрумені *Dahlia Eveline* өсімдігінің сабағында жоқ екендігі белгілі болды.



Сурет 4 – Dahlia Fleurel өсімдігінің сабағының құрамындағы дәрумендердің мөлшері

Қорытынды. Қорыта келгенде, тәжірибелердің нәтижесі көрсеткендей, адам ағзасына, жалпы тіршілікке пайдалы дәрумендер Dahlia Eveline өсімдігінің жемісінде де, жапырағында да, сабағында да, гүлінде де көп.

С дәрумені Dahlia Eveline өсімдігінің сабағы, жапырағы, жемісімен салыстырғанда гүлінің құрамында көбірек, гүлінде $0,85 \pm 0,29$ мг. Өсімдіктің гүлінің құрамындағы С дәруменінің мөлшері жемісінің құрамындағы С дәруменінің мөлшерімен салыстырғанда 9,2 есе, жапырағынан 5 есе, сабағынан 7,7 есе көп.

В1 дәрумені Dahlia Eveline өсімдігінің гүлі мен жапырағында бірдей мөлшерде, яғни екеуінде де $0,057 \pm 0,011$ мг. Ал сабағы мен жемісінде мүлде кездеспейді.

В2 дәрумені Dahlia Eveline өсімдігінің жемісінің құрамында көп мөлшерде, яғни $0,029 \pm 0,012$ мг. Өсімдіктің жемісінің құрамындағы В2 дәруменінің мөлшері гүлі мен жапырағының құрамындағы В2 дәруменінің мөлшерімен салыстырғанда 1,1 есе, сабағынан 1,5 есе көп.

В3 дәрумені Dahlia Eveline өсімдігінің жапырағында көбірек, яғни $0,12 \pm 0,024$ мг. Өсімдіктің жапырағының құрамындағы В3 дәруменінің мөлшері гүлінің құрамындағы В3 дәруменінің мөлшерімен салыстырғанда 1,6 есе, жемісінен 5есе, сабағынан 8 есе көп.

В5 дәрумені Dahlia Eveline өсімдігінің гүлінің құрамында көп мөлшерде, яғни $0,34 \pm 0,06$ мг. Өсімдіктің гүлінің құрамындағы В5 дәруменінің мөлшері жапырағының құрамындағы В5 дәруменінің мөлшерімен салыстырғанда 6,8 есе, жемісінен 5,4 есе, сабағынан 67 есе көп.

Атап айтса, В1, В2, С, В3, В5 дәрумендерінің кез-келген ағзаның тіршілігі үшін өте маңызды болғандықтан, азық-түліктің, жан-жануар қорегінің құрамында бұл дәрумендер көп болуы шарт. Мысалы, адам ағзасының саулығы үшін тәулігіне С дәруменінің 50-100 мг мөлшерін, В1 дәруменінің 1,1-1,2 мг, В2 дәруменінің 1,2-3 мг, В3 дәруменінің 13-25 мг, ал В5 дәруменінің 1,5-2,8 мг мөлшерін тұтынып отыру керек [9].

Әрине қазір неше түрлі тағаммен бірге пайдаланатын қоспалар, дәрумендер т.с.с. медицинаның табыстары жетерлік. Бірақ табиғи шикізат көзін Dahlia Eveline өсімдігін пайдаланған бірнеше есе пайдалы. Өйткені, өсімдік тек дәрумендерге ғана

емес, инулинге, органикалық қышқылдар, минералдар және мынадай Ca, Mg, Zn, Cu, Fe және P элементтерге бай. Өсімдіктің осындай биологиялық белсенді заттарға бай болуы өз кезегінде түрлі аурулардың алдын алумен қатар, тіпті аурумен күресуге де септігін тигізбек.

Dahlia Eveline өсімдігінің қолданыс аясы кең болғандықтан болашағы зор өсімдік ретінде қарауға болады. Оны - болашақтың өсімдігі деп бекер айтпаса керек.

ӘДЕБИЕТ

1 Денисова С.Г., Пупыкина К.А., Миронова Л.Н., Файзуллина Р.Р. Особенности наполнения биологически активных веществ в корнеклубнях георгин // Традиционная медицина. -2012. – №5. – С. 213-215. [Denisova S.G., Pupykina K.A., Mironova L.N., Fajzullina R.R. Osobennosti napolneniya biologicheskii aktivnykh veshchestv v korneklubnyakh georgin // Tradicionnaya medicina. -2012. – №5. – С. 213-215.]

2 *Dahlia* (album): Jesse Russell. -Санкт-Петербург. – 2013. – 102 с. [*Dahlia* (album): Jesse Russell. -Sankt-Peterburg. – 2013. – 102 s.]

3 Katz, Solomon H.; Weaver, William Woys. *Encyclopedia of Food and Culture*. - New York: The Gale Group, 2002.

4 *Dahlia* (англ.). *The Plant List*. Version 1.1. -2013. Проверено 9 августа 2016.

5 Георгины, гладиолусы, пионы и другие клубневые. Секреты красоты вашего сада: Галина Кизима — Санкт-Петербург, Вектор, 2014. - 128 с. [Georginy, gladiolusy, piony i drugie klubnevyye. Sekrety krasoty vashego sada: Galina Kizima — Sankt-Peterburg, Vektor, 2014. - 128 s.]

6 Дука М., Хомченко Т., Савка Е. Физиология растений: практикум для студентов биолого-почвенного факультета. – Кишинэу, 2003. – 133 с. [Duka M., Homchenko T., Savka E. Fiziologiya rastenij: praktikum dlya studentov biologorochvennogo fakul'teta. – Kishinau, 2003. – 133 s.]

7 Н.И Гриниевич, доц. Л.Н Сафронич. Химический анализ лекарственных растений. Москва, «Высшая школа», 1983. – С. 5-12. [N.I Grinieвич, doc. L.N Safronich. Himicheskij analiz lekarstvennykh rastenij. Moskva, «Vysshaya shkola», 1983. – S. 5-12.]

8 Улащик В.С. Электрофорез лекарственных веществ. Издательский дом «Белорусская наука», 2010г.[Ulashchik V.S. Elektroforez lekarstvennykh veshchestv. Izdatel'skij dom «Belorusskaya nauka», 2010g.]

9 В.И. Конюков, А.Д. Стрекаловская, Т.А. Санеева. Витамины. Оренбург, 2012.[V.I. Konyukov, A.D. Strekalovskaya, T.A. Saneeva. Vitaminy. Orenburg, 2012.]

Б. М. ИЗТЕЛЕУ¹, Г. Е. АЗИМБАЕВА¹, А. А. БАКИБАЕВ²

¹*Казахский национальный женский педагогический университет,*

г. Алматы, Казахстан

²*Томский Государственный научно-исследовательский университет,*

г. Томск, Россия

ИССЛЕДОВАНИЕ ВИТАМИНОВ МЕТОДАМИ ТИТРИМЕТРИЧЕСКОГО И КАПИЛЛЯРНОГО ЭЛЕКТРОФОРЕЗА, СОДЕРЖАЩИХСЯ В РАСТЕНИИ *DAHLIA EVELINE*

*В данной работе рассматриваются биологические активные вещества, входящие в состав надземной и подземной части растения *Dahlia evelines*. Роль биологически активных веществ на растущие организм является более важной, т.к. они участвуют в регулирование обмена веществ,*

укреплении иммунитета и функции нервной системы. Количество витамина С (аскорбиновой кислоты), содержащегося в растении *Dahlia Eveline*, определяли титриметрическим методом, а группу витаминов В определяли методом капиллярного электрофореза на М-04-41-2005 «Капель-105» «Люмэкс». В результате исследования выявлено, что жизненно важные витамины содержатся в плодах растения *Dahlia Eveline*, листьях, стеблях и цветках.

Ключевые слова: *Evelines* георгина, биологически активные вещества, витамины, титриметрия, электрофорез.

B. M. IZTELEU¹, G. E. AZIMBAEVA¹, A. A. BAKIBAEV²

¹*Kazakhstan National Women's Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan*

²*Tomsk State Research University, Tomsk, Russia*

STUDY OF THE VITAMINS CONTAINED IN THE DAHLIA EVELINE PLANT BY TITRIMETRIC AND CAPILLARY ELECTROPHORESIS METHODS

*In this research work, we consider the biological active substances that make up the aboveground and underground parts of the plant *Dahlia evelines*. The role of biological active substances on the growing organism is more important, because they are involved in the regulation of metabolism, strengthening immunity and the function of the nervous system. The amount of vitamin C (ascorbic acid) contained in the *Dahlia Eveline* plant was determined by the titrimetric method, and the vitamin B group was determined by capillary electrophoresis on M-04-41-2005 “Drop-105” “Lumex”. The study revealed that vital vitamins are found in the fruits of the *Dahlia Eveline* plant, leaves, stems and flowers.*

Key words: *Dahlia Eveline*, biologically active ingredients, vitamins, titrimetry, electrophoresis.

**Л. Б. ИРИСКИНА¹, Ш. А.* МУЗДЫБАЕВА¹, М. К. ЖАМАНБАЕВА²,
А. Ш. БУКУНОВА², Г. К. ДАУМОВА²**

¹Казахстанский инженерно-технологический университет,
Алматы, Республика Казахстан,

²Восточно-Казахстанский государственный технический университет
имени Д.Серикбаева, Усть-Каменогорск, Республика Казахстан

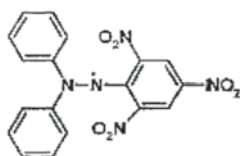
ИССЛЕДОВАНИЕ АНТИРАДИКАЛЬНЫХ СВОЙСТВ ФЕНОЛОВ И ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИХ АМИНОВ

В настоящей работе представлены результаты исследований по изучению антирадикальной активности фенолов и гетероциклических аминов. Антирадикальную активность изучали с помощью реакции взаимодействия со стабильным окрашенным радикалом спектрофотометрическим методом. Исследована антирадикальная активность природного полифенола кверцетина. Определено содержание кверцетина в лекарственной форме. Показано, что изученные фенолы являются ингибиторами средней силы, а гетероциклические амины проявляют слабую ингибирующую активность.

Ключевые слова: антирадикальная активность, стабильный окрашенный радикал, фенол, амин, кверцетин, спектрофотометрия.

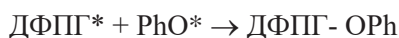
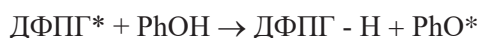
Для защиты от нежелательных цепных радикальных процессов, протекающих в углеводородных композициях и в живых организмах, широко используются синтетические и природные ингибиторы, а также антиоксиданты. Главная задача антиоксиданта – перехват свободных радикалов, возникающих в процессе окисления или деструкции углеводородных композиций (алкильные и перекисные радикалы) или радикалов, возникающих в клетке живого организма и способных атаковать жизненно важные мишени. В результате этого образуются неактивные радикалы, способные замедлять эти нежелательные процессы. Исследование свойств природных соединений, содержащих фенольные группы, на антирадикальную и антиокислительную активности позволяет расширить круг их использования в качестве противоопухолевых средств, радиопротекторов, нетоксичных антиоксидантов органических композиций, а также понять их роль в окислительно-восстановительных реакциях организма [1].

В настоящее время предложено много модельных реакций для определения антирадикальной активности потенциальных ингибиторов и антиоксидантов для подавления нежелательных цепных реакций, протекающих в углеводородных композициях, полимерах, жирах и маслах, живых организмах [2, 3]. В данной работе использована цветная реакция со стабильным радикалом, позволяющая определить антирадикальную активность соединений с подвижным атомом водорода. Стабильный радикал ДФП* – кристаллическое вещество пурпурной окраски, растворимое в большинстве органических растворителей; в воде практически не растворим. Его структурная формула приведена ниже:



Максимум спиновой плотности неспаренного электрона радикала ДФПГ* расположен при атоме азота, соединенного с пикрильной группой. Благодаря наличию объемных заместителей при атомах азота вещество стабильно в кристаллическом состоянии в течении многих лет, а в растворе несколько суток.

В основе метода лежит реакция взаимодействия дифенилпикрилгидразила (ДФПГ*) с подвижным водородом гидроксильной группы фенола (PhOH) или амина, протекающая по следующей схеме:



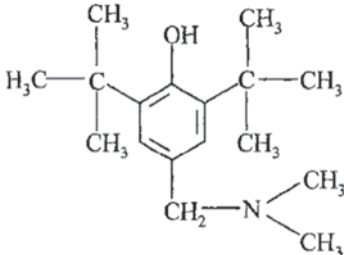
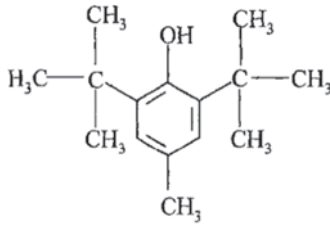
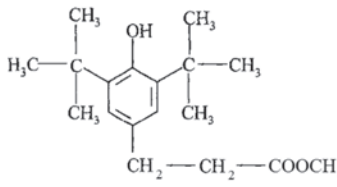
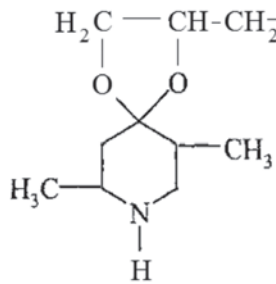
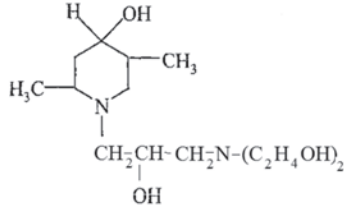
При этом меняется окраска реакционной смеси от фиолетовой до желтой, поэтому за ходом реакции удобно следить фотоколориметрическим методом по уменьшению оптической плотности исследуемых растворов. В работе использовали фотоэлектроколориметр КФК-2 с фильтром 540 нм в кюветах с толщиной 5,09 мм. За меру реакционной способности применяли константу скорости взаимодействия исследуемых соединений со стабильным радикалом ДФПГ*. Согласно литературным данным реакция с фенолами и вторичными ароматическими аминами протекает по второму порядку и при стехиометрическом соотношении исходных реагентов спрямляется в координатах $1/[\text{ДФПГ}^*] - \text{время} / 3/$. Значение константы вычисляли по тангенсу угла наклона прямой.

В качестве объектов исследования использовали фенольные антиоксиданты – 2,6-дитретбутил-4-метилфенол (ионол), метиловый эфир 3,5-дитретбутил-4-гидроксифенилпропионовый кислоты (фенозан – 1), 2,6-дитретбутил-4-диаминометилфенол, 1-(3,5-дитретбутил-4-гидроксibenзил)-2,5диметилпиперидин-4-ол, и гетероциклические амины - 2,5-диметил-1-(2-гидрокси-3-диэтиламинопропил) пиперидол-4 и кеталь этиленхлоргидрида 2,5-диметилпиперидона-4. Представленные данные сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Константы взаимодействия фенольных ингибиторов с ДФПГ* при 333 К в этаноле

№	Ингибитор	Формула ингибитора	$K, \text{м}^3/\text{кмоль} \cdot \text{с}$
1	2	3	4
1	1-(3,5-Дитретбутил-4-гидроксibenзил)-2,5диметилпиперидин-4-ол		$21,47 \pm 4,0$

Окончание таблицы 1

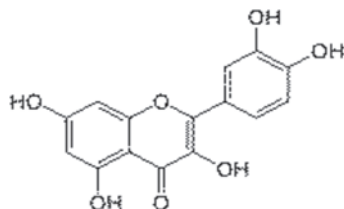
1	2	3	4
2	2,6-Дитретбутил-4-диаминометилфенол		16,9±0,3
3	2,6-Дитретбутил-4-метилфенол (ионол)		13,0±0, 4
4	Метилвый эфир 3,5-дитретбутил-4-гидроксилфенилпропионый ксилон (фенозан – 1)		10,7±0,8
5	Кеталь этиленхлоргидрина 2,5-диметилпиперидон-4.		1,03±0,05
6	2,5-Диметил-1-(2-гидрокси-3-диэтанол-аминопропил) пиперидол-4		0,057±0,05

Из данных таблицы видно, что соединения 1-4 являются ингибиторами средней силы. Соединение 1 по активности превосходит ионол и фенольное основание Манниха (ингибиторы 2 и 3) за счет повышения электронной плотности на атоме азота и экранирования феноксильного радикала пиперидиновым циклом [4]. Пиперидиновые основания 5 и 6 проявляют слабую ингибирующую активность за счет отрыва атомов водорода от N-H или O-H групп. Влияние электроноакцепторной сложноэфирной группы фенозана 1 проявляется незначительно, так как она удалена от кольца на две CH_2 -группы. Электродонорная диметиламино- группа ингибитора 2 также оказывает небольшое влияние на активность соединения по сравнению с ионолом.

Этот метод можно использовать и для определения содержания фенольных соединений в различных композициях[5].

В качестве объектов изучения были выбраны природный полифенол кверцетин (3, 5, 7, 3', 4', - пентагидроксифлавонон) – промышленный образец и медицинский препарат кверцетина в виде таблеток. Как многие природные полифенолы, кверцетин обладает Р-витаминоподобным свойством, участвует в окислительно-восстановительных процессах организма, улучшает деятельность сердца, обладает противоопухолевым и противолучевыми действиями.

Структурная формула кверцетина следующая:



Изучена реакция взаимодействия ДФПГ* с кверцетином в различных растворителях – этаноле, диоксане, диметилсульфоксиде при 60°C и различных концентрациях кверцетина. Начальная концентрация ДФПГ* составила $2 \cdot 10^{-4}$ моль/л.

Показано, что в диметилсульфоксиде реакция не идет, вероятно, за счет образования комплексных соединений с растворителем, что снижает реакционную способность реагентов. В диоксане реакция протекает с меньшей скоростью, чем в этаноле. Можно предположить, что образуются межмолекулярные связи в кверцетине. Этот факт подтверждается экспериментальными данными о количестве реакционных групп. Для определения стехиометрического коэффициента a ($a = n/f$), т.е. числа молей ДФПГ, реагирующих с одним молем антиоксиданта, реакцию проводят при одной и той же концентрации ДФПГ* и разных концентрациях антиоксиданта варьирующихся в широком диапазоне. Измеряя оптическую плотность D , соответствующее фиксированному времени реакции, определяют точку излома на кривой $\Delta D - [\text{PhOH}]$. Абсцисса точки излома соответствует стехиометрической концентрации фенольного антиоксиданта.

Исследования показали, (рисунок 1) что в спиртовом растворе реагирует все пять гидроксильных групп кверцетина, а в диоксане - две.

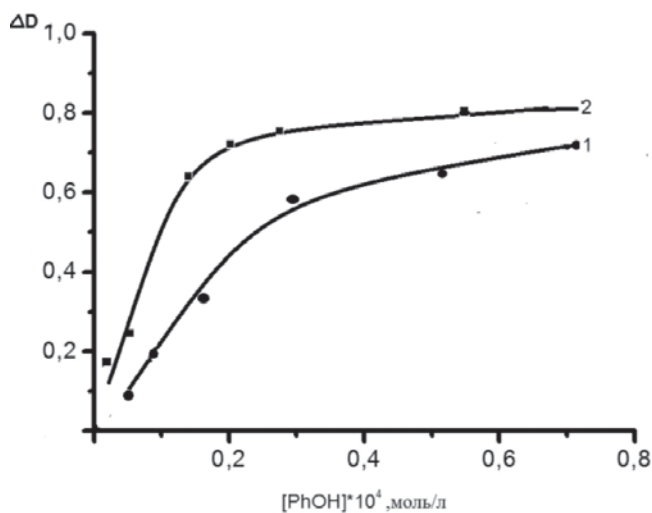


Рисунок 1 – Зависимость ΔD от концентрации кверцетина в различных растворителях-диоксане /1/ и этаноле /2/.

В этаноле перегиб кинетической кривой наблюдается при концентрации ингибитора $0,2 \cdot 10^{-4}$ моль/л, отсюда $nf = 10$ (где n – количество реакционных групп, f – стехиометрический коэффициент, для фенолов он равен 2). В растворе диоксана перегиб кривой наблюдается при концентрации $0,5 \cdot 10^{-4}$ моль/л что соответствует $nf = 4$.

Если в молекуле кверцетина заменить гидроксильные группы на сложноэфирные (ацетатные), то практически подавляется реакция с ДФПГ[·], т.е. кверцетин теряет антирадикальные свойства. Это экспериментально подтверждает предполагаемый механизм отрыва подвижных атомов водородов гидроксильных групп свободным радикалом. 3, 5, 7, 3', 4', - Пентаацетоксифлавоны с т.пл. 198 -200°C синтезированы в КазНУ им. аль-Фараби ацелированием кверцетина уксусным ангидридом в среде абсолютного пиридина.

В ИК-спектре этого соединения исчезают характеристические частоты гидроксильных групп ($3400 - 3600 \text{ см}^{-1}$), появляются полосы поглощения сложноэфирных групп ($1720, 1760, 1780 \text{ см}^{-1}$).

За меру реакционной способности кверцетина принимали константу скорости взаимодействия со стабильным радикалом ДФПГ^{·*} по уравнению второго порядка, аналогично описанным выше ингибиторам [3]. Полученное значение константы ингибирования, в расчете на одну реакционную группу, равно $1,0 \pm 0,2 \text{ л/моль} \cdot \text{с}$, т.е. кверцетин можно отнести к антиоксидантам средней силы.

На примере кверцетина показано, что реакцию ДФПГ^{·*} можно использовать для количественного анализа природных полифенолов в различных композициях. Предварительно снимали калибровочную кривую зависимости изменения оптической плотности раствора за 30 мин от концентрации кверцетина (рисунок 2).

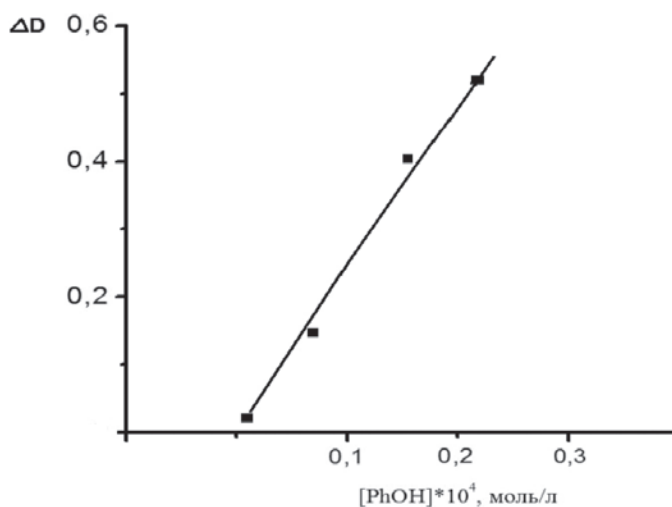


Рисунок 2 – Калибровочная кривая для определения кверцетина (в этаноле; 60°C; время реакции 30 мин).

Брали медицинский препарат кверцетина в виде таблеток по 0,02 г. Таблетки тщательно измельчали, и точные навески растворяли в этаноле. Полностью смешивали равные объемы исследуемых растворов и ДФПГ*, выдерживали в термостате при 60°C 30 мин и затем определяли оптическую плотность. По калибровочной кривой находили концентрации неизвестных растворов с учетом разбавления. Содержание кверцетина в таблетках равно $0,022 \pm 0,05$ г. Относительная ошибка 5%. Согласно рецептуре содержание кверцетина в таблетках около 0,02 г.

Таким образом, с помощью спектрофотометрического метода с использованием реакции со стабильным окрашенным радикалом ДФПГ* показана возможность оценки антирадикальной активности ряда пространственно затрудненных фенолов и гетероциклических аминов. Изучена антирадикальная активность природного полифенола кверцетина и его количественный анализ в лекарственных формах.

ЛИТЕРАТУРА

1 Кабиев С.К., Балмуханов С.Б. Природные фенолы – перспективный класс противоопухолевых и радиопотенцирующих соединений. -М.- Медицина.- 1975. – С. 60-150. [Kabiev S.K., Valmuhanov S.B. Prirodnye fenoly – perspektivnyj klass protivopuholevyh i radiopotenciruyushchih soedinenij. -М.- Medicina.- 1975. – S. 60-150.]

2 Рогинский В. А. Фенольные антиоксиданты. Реакционная способность и эффективность. М.:Наука,1988. – 247 с. [Roginskij V. A. Fenol'nye antioksidanty. Reakcionnaya sposobnost' i effektivnost'. М.:Наука,1988. – 247 s.]

3 Китаева Д. Х., Туреханов Т. М., Ирискина Л. Б. и др. Некоторые модельные реакции тестирования антиоксидантов (Препринт) Черногловка: 1987. – 31с.[Kitaeva D. H., Turekhanov T. M., Iriskina L. B. i dr. Nekotorye model'nye reakcii testirovaniya antioksidantov (Preprint) Chernogolovka: 1987. – 31s.]

4 Ирискина Л.Б. Алимжанова С.К. Синтез азотосодержащих органических присадок к углеводородным композициям//Вестник КазНУ. Серия химич., 2003. – №2. – С.106-108 [Iriskina L.B. Alimzhanova S.K. Sintez azotosoderzhashehkih organicheskikh prisadok k uglevododorodnym kompoziciyam//Vestnik KazNU. Seriya himich., 2003. – №2. – S.106-108]

5 Шпигун Л.К., Замятина Н.Н., Шушеначев Я.В., Камилова П.М. Методы количественной оценки антиоксидантной активности лекарственных веществ на основе свободнорадикальных реакций// Ин-т биохимической физики РАН. - М., 2009. - С. 49-52. [Shpigun L.K., Zamyatina N.N., Shushenachev YA. V., Kamilova P.M. Metody kolichestvennoj ocenki antioksidantnoj aktivnosti lekarstvennyh veshchestv na osnove svobodnoradikal'nyh reakcij// In-t bihimicheskoy fiziki RAN. - M., 2009. - S. 49-52.]

**Л. Б. ИРИСКИНА¹, Ш. А. МУЗДЫБАЕВА¹, М. К. ЖАМАНБАЕВА²,
А. Ш. БУКУНОВА², Г. К. ДАУМОВА²**

¹Казахстанский инженерно-технологический университет,
Алматы, Республика Казахстан,

²Восточно-Казахстанский государственный технический университет
имени Д.Серикбаева, Усть-Каменогорск, Республика Казахстан

ГЕТЕРОЦИКЛДІ АМИНДЕР МЕН ФЕНОЛДАРДЫҢ АНТИРАДИКАЛДЫ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ

Бұл жұмыста фенолдар мен гетероциклді аминдердің антирадикалық белсенділігі туралы зерттеулер нәтижелері келтірілген. Антирадикалық белсенділік спектрофотометриялық әдіспен тұрақты түсті радикалмен әрекеттесу реакциясын қолдана отырып зерттелді. Табиғи полифенолды кверцетиннің антирадиялық белсенділігі, дәрілік формадағы керсетиннің құрамы анықталды. Зерттелген фенолдардың орташа берік ингибиторлары екендігі, ал гетероциклді аминдер әлсіз ингибиторлық белсенділікті екендігі көрсетілді.

Түйін сөздер: антирадиялық белсенділік, тұрақты түсті радикал, фенол, амин, кверцетин, спектрофотометрия.

**L. B. IRISKINA¹, W. A. MUSABAEVA¹, M. K. AMANBAEVA²,
A. S. BAKUNOVA², G. K. NAUMOVA²**

¹Казахстанский инженерно-технологический университет,
Алматы, Республика Казахстан,

²Восточно-Казахстанский государственный технический университет
имени Д.Серикбаева, Усть-Каменогорск, Республика Казахстан

STUDYING OF ANTI-RADICAL PROPERTIES OF PHENOLS AND HETEROCYCLIC AMINES

This work presents the results of studies on the antiradical activity of phenols and heterocyclic amines. The antiradical activity was studied using the reaction of interaction with a stable colored radical by spectrophotometric method. The antiradical activity of natural polyphenol quercetin was studied. The content of quercetin in the dosage form was determined. It was shown that the studied phenols are medium strength inhibitors, and heterocyclic amines exhibit weak inhibitory activity.

Key words: antiradical activity, stable colored radical, phenol, amine, quercetin, spectrophotometry.

**С. А. *МОНТАЕВ, А. Б. ШИНГУЖИЕВА, К. Ж. ДОСОВ,
Б. Т. ШАКЕШЕВ, Н. С. МОНТАЕВА**

*Западно-Казахстанский аграрно-технический университет
имени Жангир хана*

ИССЛЕДОВАНИЕ СУШИЛЬНЫХ СВОЙСТВ КЕРАМИЧЕСКОЙ МАССЫ В СИСТЕМЕ «ЛЁССОВИДНЫЙ СУГЛИНОК – ЗОЛА ЭКИБАСТУЗСКОЙ ГРЭС»

В статье исследованы сушильные свойства керамической массы в системе «лессовидный суглинок – зола Экибастузской ГРЭС». В качестве контрольного образца выбран керамдор, полученный из чистого суглинка.

Изменение структурно-механических характеристик керамических масс в процессе сушки связано с изменением температуры и влагосодержания материала.

Получены следующие результаты: показатели формовочной влажности, числа пластичности снижаются с увеличением золы. Согласно классификации глинистого сырья по пластичности суглинок из умеренно пластичного состояния переходит в категорию малопластичного сырья. С увеличением содержания золы до 20% коэффициент чувствительности к сушке приводит к увеличению времени появления трещин на образцах. Незначительное снижение показателей прочности наблюдается с 5,4 до 4, 5 МПа.

Таким образом, результаты служат основой для разработки технологических параметров с целью получения керамдора.

Ключевые слова: *сушка, керамдор, суглинок, зола, сырьевая прочность, пластичность, формовочная влажность.*

Большое значение в технологии сушки имеет физико-химическая механика дисперсных структур – новая область науки, созданная академиком П.А. Ребиндером, сущность которой заключается в установлении связей между технологическими свойствами материалов и процессами их переработки в условиях совместного действия термических, физико-химических и механических факторов. Данное направление науки служит основой для получения материалов с заданными механическими свойствами и структурой и определения оптимальных технологических режимов.

По физико-химической механике дисперсных структур в технологии строительной керамики имеется ряд исследований, часть из которых посвящена исследованию механических свойств коагуляционных структур глин и керамических масс во взаимосвязи с их течением в процессе формования, а другая часть – исследованию структурообразования в вяжущих системах высыхания и влияния его на процесс сушки.

Изменение структурно-механических характеристик керамических масс в процессе сушки связано с изменением температуры и влагосодержания материала. При исследовании этого вопроса используют специально приготовленные образцы, структура и состав которых в значительной степени отличаются от структуры свежееотформованных в заводских условиях изделий. Другие исследователи использовали образцы, вырезанные из заводских свежееотформованных изделий, что так же близко к реальным условиям.

Процесс формирования структуры керамического изделия при сушке отличается большой сложностью и еще недостаточно хорошо изучен. На него воздействуют

не только внешние условия подвода тепла к материалу, но также его структурно-реологические свойства и форма. Совокупность этих факторов определяет объемно-напряженное состояние материала, кинетику его развития и, в конечном итоге, качество изделия [1, 2].

В работе исследованы керамические пасты – дисперсные системы, в которых твердая фаза состоит из грубодисперсных порошков зол и (или) измельченных шлаков ТЭС и высокодисперсных глинистых частиц и которые предназначены для получения пористых заполнителей [3].

При изготовлении многих керамических изделий сушка оказывает решающее влияние на качество готовой продукции [4]. Так, трещины, появляющиеся при сушке многих керамических изделий, обуславливают их брак, а при производстве кирпича существенно снижают его качество. Процесс сушки оказывает заметное влияние на экономику производства, поскольку его осуществление требует значительных расходов топлива и электроэнергии, а денежные затраты на этот процесс составляют в ряде случаев 10-12% от общей себестоимости готовых изделий [5,6].

Для улучшения сушильных свойств керамических масс посвящены труды многих ученых, и они направлены на создание технологий производства эффективных строительных материалов на основе техногенных природных сырьевых ресурсов Казахстана [7-9].

Разработка технологии создания эффективных строительных материалов с использованием зол ТЭС имеет мировую актуальность касательно их утилизации с выходом готовой продукции [10].

В Испании [11] разработана технология производства тротуарной керамической плитки на основе летучей золы крупной испанской электростанции Теруэль.

В работе [12] с целью эффективного использования промышленных отходов была успешно синтезирована новая пенокерамика с помощью обычного процесса спекания керамики с использованием летучей золы и красного шлама в качестве основного сырья. В качестве флюсующего агента использован борат натрия и силиката натрия в качестве пенообразователя.

Работы ученых [13] посвящены исследованию по эффективному использованию летучей золы от сжигания пылевидного угля с китайской электростанции для производства пеностекла. Оптимальные составы были получены при расходе до 33,3–43,3% летучей золы с добавлением 9–11% флюсующего агента Na_2CO_3 и 0,5% пенообразователя в виде силиката натрия. Образцы пеностекла обжигались при температуре 865–915 °С с выдержкой 15 минут при конечной температуре. При этом исследователями проведены научно-экспериментальные работы по использованию в составе сырьевых компонентов переработанного стеклобоя. Установлено, что введение большого количества порошкообразного стеклобоя существенно улучшает процесс вспенивания и основные физико-механические свойства готового продукта.

Анализ проведенных исследований показал, что использование золы ТЭС в качестве основного сырья и модифицирующего компонента при производстве широкого спектра новых композиционных материалов является весьма перспективным направлением касательно рационального использования техногенных ресурсов и охраны окружающей среды. При этом при разработке технологических параметров

производства строительных материалов на основе сырьевых композиций с использованием золы ТЭЦ возникает объективная необходимость проведения научно-экспериментальных работ с учетом их конкретных физико-механических и химико-минералогических характеристик.

Цель исследования – установление основных закономерностей изменения сушильных свойств керамической композиции в системе лессовидный суглинок-зола Экибастузской ГРЭС с целью получения керамического дорожного материала – керамдора.

В качестве основного сырья использовали лессовидный суглинок Атырауского месторождения. В качестве модифицирующего компонента использовали золу Экибастузской ГРЭС. В таблице 1 представлены химические составы исследуемых сырьевых материалов.

Таблица 1 – Химический состав исследуемых сырьевых материалов

Наименование сырья	Содержание оксидов, мас.%										
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	SO ₃	CO ₂	Na ₂ O	K ₂ O	п.п.п.
Суглинок Атырауского месторождения	52,5	12,2	-	12,0	2,1	5,1	2,57	-	3,60	-	9,78
Зола Экибастузской ГРЭС	57,7	24,5	-	1,10	1,0	4,1	0,13	-	1,57	-	8,70

Минералогический состав лессовидного суглинка Атырауского месторождения содержит до 5 % монтмориллонитового компонента, находящегося в форме смешаннослойных образований с гидрослюдой и каолинитом.

Из кристаллических фаз в суглинке также содержится кварц $d/n = 4,23; 3,34; 1,974; 1,813; 1,538 \cdot 10^{-10}$ м, полевой шпат $d/n = 3,18; 2,286 \cdot 10^{-10}$ м, кальцит $d/n = 3,02; 2,018; 1,912 \cdot 10^{-10}$ м и гематит $d/n = 1,839; 1,686; 1,590 \cdot 10^{-10}$ м.

Зола Экибастузской ГРЭС представляет собой рыхлый порошкообразный материал черно-серого цвета.

В начале научно-экспериментальных работ были изучены следующие основные физико-механические свойства золы Экибастузской ГРЭС:

- удельная поверхность золы см²/г – 3200-3700;
- истинная плотность г/см³ – 1,75-1,84;
- насыпная плотность кг/м³ – 675-740.

Гранулометрический состав золы: содержание фракций, % при размере частиц, мм: более - 0,25 - 5,98 %; 0,25-0,05 – 34,8 %; 0,05-0,01- 43,07 %; 0,01-0,005 – 6,55 %; 0,005-0,001- 6,40 %; менее 0,001- 4,35.

Исследования керамической композиции проводились в области соотношений ограниченных в следующих предельных концентрациях, мас. %: лессовидный суглинок 80-95, зола Экибастузской ГРЭС 5-20. В качестве контрольного образца параллельно исследовался лессовидный суглинок Атырауского месторождения без добавления золы.

Для проведения экспериментов лессовидный суглинок и зола сначала подвергались сушке в сушильном шкафу марки ШСП – 0,5 – 70 при температуре 80-85 °С до

остаточной влажности 5-7%. После сушки лессовидный суглинок подвергался помолу в лабораторной шаровой мельнице марки МШЛ 250х100.

Зола Экибастузской ГРЭС использовалась без помола в связи с высокой ее удельной поверхности.

В качестве основных доминирующих сушильных свойств исследуемой керамической массы были приняты формовочная влажность, пластичность, коэффициент чувствительности к сушке по Чижскому, и сырцовая прочность при сжатии высушенных образцов цилиндров с размерами 50х50х50мм.

При проведении научно-экспериментальных работ руководствовались требованиями ГОСТ 21216-2014. Межгосударственный стандарт. Сырье глинистое.

Для определения показателей коэффициента чувствительности к сушке специально сконструирована установка согласно предложенной схеме А.Ф. Чижского (рисунок 1)



Рисунок 1 – Установка по определению коэффициента чувствительности к сушке а) общий вид установки, б) момент проведения экспериментальных работ.

Выбор методики А.Ф. Чижского обоснован тем, что она заключается в определении времени, в течение которого на образце появятся трещины при тепловом облучении, и полнее учитывает динамику сушки.

Результаты проведения научно-экспериментальных работ по изучению сушильных свойств керамической композиций в системе лессовидный суглинок-зола Экибастузской ГРЭС представлены на рисунках 2, 3, 4 и 5.

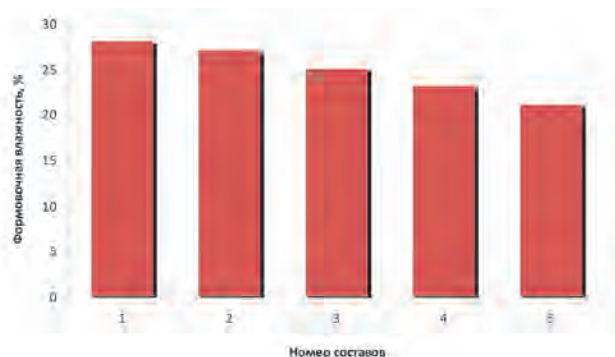


Рисунок 2 – Зависимости формовочной влажности от составов на основе чистого суглинка и в системе «лессовидный суглинок-зола»

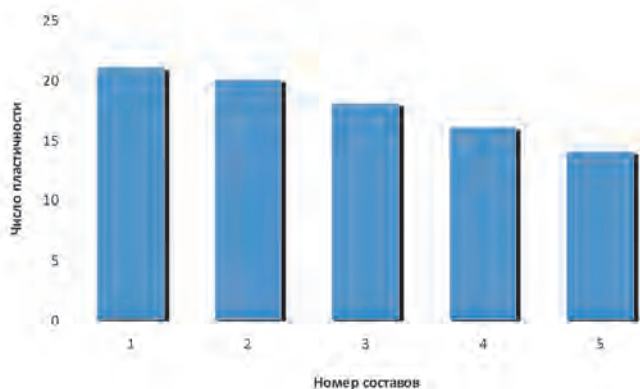


Рисунок 3 – Зависимости числа пластичности от составов на основе чистого суглинка и в системе «лессовидный суглинок-зола»

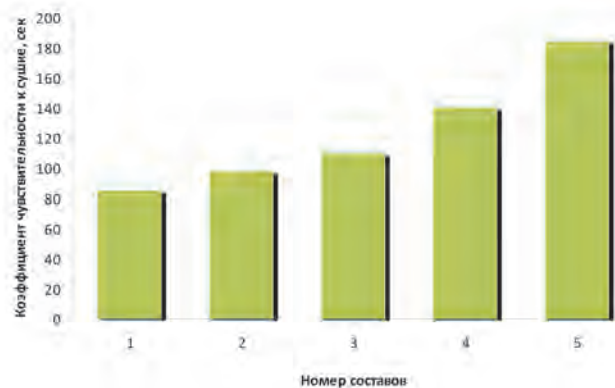


Рисунок 4 – Зависимости коэффициента чувствительности к сушке от составов на основе чистого суглинка и в системе «лессовидный суглинок-зола»

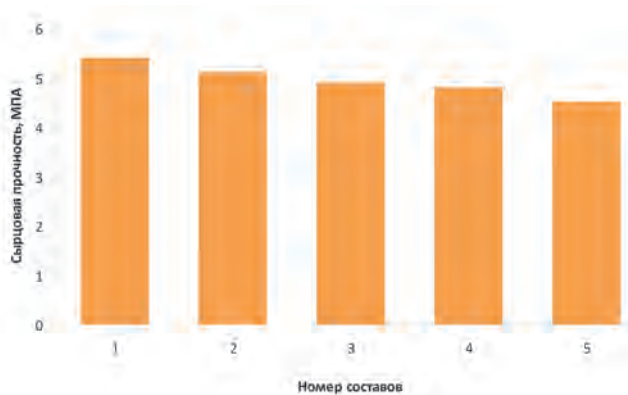


Рисунок 5 – Зависимости сырцовой прочности от составов на основе чистого суглинка и в системе «лессовидный суглинок-зола»

Как показывают результаты экспериментальных работ, с увеличением содержания золы постепенно снижаются показатели формовочной влажности. Так, при содержании золы в составе композиции 20% снижение формовочной влажности составляет до 7%. Параллельно наблюдается снижение показателей числа пластичности. Снижение составляет от 21 до 14. При этом, согласно классификации глинистого сырья по пластичности, суглинок из умеренно пластичного состояния переходит к категории малопластичного сырья. Что касается изменения коэффициента чувствительности к сушке, то с увеличением содержания золы до 20%, приводит к увеличению времени появления трещин на образцах.

Время появления трещин у суглинка без добавки составляет 85 секунд, а при содержании золы в составе керамической композиции 20% увеличивает время появления трещин до 184 секунд. При этом керамическая композиция переводится из категории высокочувствительной в категорию малочувствительной.

Анализ изменения показателей сырцової прочности показывает, что, несмотря на увеличения содержания непластичной золы в составе керамической массы, наблюдается незначительное снижение их показателей. Снижение составляет всего от 5,4 до 4,5 МПа.

Выводы:

- изучены основные закономерности изменения доминирующих факторов, характеризующие сушильные свойства керамической композиции в системе «лессовидный суглинок-зола Экибастузской ГРЭС»;

- установлено, что введение золы в керамическую массу до 20% способствует снижению формовочной влажности и числа пластичности. В результате керамическая композиция переводится из умеренно-пластичного состояния в состояние малопластичного;

- установлено, что добавка золы значительно влияет на коэффициент чувствительности к сушке. Содержание золы в составе керамической массы до 20% способствует переводу сырьевой смеси в категорию малочувствительных.

- установлено, что введение золы в состав керамической композиции до 20% не оказывает существенного влияния на показатели сырцової прочности образцов.

- полученные результаты служат основой для разработки технологических режимов подготовки, сушки и формования образцов с целью получения керамического дорожного материала – керамдора по способу скоростной сушки и обжига.

ЛИТЕРАТУРА

1 Ребиндер П.А. Избранные труды. Поверхностные явления в дисперсных системах. Физико-химическая механика. М. : Наука, 1979. – 382 с. [Rebinder P.A. Izbrannyye trudy. Poverhnostnyye yavleniya v dispersnyh sistemah. Fiziko-himicheskaya mekhanika. M. : Nauka, 1979. – 382 s.]

2 Нечипоренко С.П. Физико-химическая механика дисперсных структур в технологии строительной керамики. Киев : Наукова думка, 1971. 72 с.[Nechiporenko S.P. Fiziko-himicheskaya mekhanika dispersnyh struktur v tekhnologii stroitel'noj keramiki. Kiev : Naukova dumka, 1971. 72 s.]

3 Петров В.П. Исследование реологии керамических паст из зол и шлаков ТЭС. Сборник СМиИ, 2007 год. [Petrov V.P. Issledovanie reologii keramicheskikh past iz zol i shlakov TES. Sbornik SMiI, 2007 god.]

4 Абдрахимов В.З. Повышение экологической безопасности за счет использования межсланцевой глины и электросталеплавильного шлака в производстве керамического кирпича // Энергосбережение и водоподготовка. 2018. – № 6. – С. 47-51. [Abdrahimov V.Z. Povyshenie ekologicheskoy bezopasnosti za schet ispol'zovaniya mezhslancavoj gliny i elektrostaleplavil'nogo shlaka v proizvodstve keramicheskogo kirpicha // Energoberezhenie i vodopodgotovka. 2018. – № 6. – S. 47-51.]

5 Абдрахимова Е.С. Исследование сушильных свойств керамических материалов на основе отходов топливно-энергетического комплекса // Уголь. 2019. – № 9. – С. 67-69 doi: [http:// dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-9-67-69](http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-9-67-69) (дата обращения: 02.08.2019) [Abdrahimova E.S. Issledovanie sushil'nyh svojstv keramicheskikh materialov na osnove othodov toplivno-energeticheskogo kompleksa // Ugol'. 2019. – № 9. – S. 67-69 doi: [http:// dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-9-67-69](http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-9-67-69) (data obrashcheniya: 02.08.2019)]

6 Абдрахимов В.З. Снижение экологического ущерба экосистемам за счет использования межсланцевой глины и золошлакового материала в производстве легковесного кирпича и пористого заполнителя // Уголь. 2018. – № 10. – С. 77-83. doi: 10.18796/0041-5790-2018-10-77-83. url: <http://www.ugolinfo.ru/free/102018.pdf> (дата обращения: 15.08.2019). [Abdrahimov V.Z. Snizhenie ekologicheskogo ushcherba ekosistemam za schet ispol'zovaniya mezhslancavoj gliny i zoloshlakovogo materiala v proizvodstve legkovesnogo kirpicha i poristogo zapolnatelya // Ugol'. 2018. – № 10. – S. 77-83. doi: 10.18796/0041-5790-2018-10-77-83. url: <http://www.ugolinfo.ru/free/102018.pdf> (data obrashcheniya: 15.08.2019).]

7 Сайбулатов С.Ж., Сулейменов С.Т., Ралко А.В. Золокерамические стеновые материалы. Алма-Ата: Наука, 1982. – 292 с. [Sajbulatov S.ZH., Sulejmenov S.T., Ralko A.V. Zolokeramicheskie stenovye materialy. Alma-Ata: Nauka, 1982. – 292 s.]

8 Сулейменов С.Т. Физико-химические процессы структурообразования в строительных материалах и минеральных отходов промышленности. М.: Моноскрип, 1996. – 298 с. [Sulejmenov S.T. Fiziko-himicheskie processy strukturoobrazovaniya v stroitel'nyh materialah i mineral'nyh othodov promyshlennosti. M.: Monuskrip, 1996. – 298 s.]

9 Монтаев С.А., Сулейменов Ж.Т. Стеновая керамика на основе композиций техногенного и природного сырья Казахстана. Алматы: Гылым, 2006. – 107 с. [Montaev S.A., Sulejmenov ZH.T. Stenovaya keramika na osnove kompozicij tekhnogenного i prirodnogo syr'ya Kazahstana. Almaty: Gylym, 2006. – 107 s.]

10 Е.И. Путилин, В.С. Цветков. Обзорная информация отечественного и зарубежного опыта применения отходов от сжигания твердого топлива на ТЭС. - Союздории. М., 2003. [E.I. Putilin, V.S. Cvetkov. Obzornaya informaciya otechestvennogo i zarubezhnogo opyta primeneniya othodov ot szhiganiya tverdogo topliva na TES. - Soyuzdornii. M., 2003.]

11 Ignasi Queralt, Xavier Quero, lAngel López, Soler Feliciano Plana. Use of coal fly ash for ceramics: a case study for a large Spanish power station // Fuel. Volume 76, Issue 8, June 1997, P. 787-791.

12 Xingjun Chen Anxian Lu Gao Qu. Preparation and characterization of foam ceramics from red mud and fly ash using sodium silicate as foaming agent // Ceramics International. Volume 39, Issue 2, March 2013, P. 1923-1929.

13 Jing Lia, Xinguo Zhuang, Eliseo Monfort, Xavier Querol, Alejandro Saburit, Llaudis Orio, lFont Natalia, Moreno Francisco, Javier García Ten, Maria Izquierdo. Utilization of coal fly ash from a Chinese power plant for manufacturing highly insulating foam glass: Implications of physical, mechanical properties and environmental features // Construction and Building Materials. Volume 175, 30 June 2018, P. 64-76.

**С. А. МОНТАЕВ, А. Б. ШИНГУЖИЕВА, К. Ж. ДОСОВ,
Б. Т. ШАКЕШЕВ, Н. С. МОНТАЕВА**

Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университетінің

«ЛЕСТІ САЗДАҚ - ЕКІБАСТҰЗ ГРЭС КҮЛІ» ЖҮЙЕСІНДЕГІ КЕРАМИКАЛЫҚ МАССАНЫҢ КЕПТІРУ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ

Мақалада «лесті саздақ – Экибастуз ГРЭС күлі» жүйесіндегі керамикалық массаның кептіру қасиеттері зерттелген. Бақылау үлгі ретінде таза саздақтан алынған керамдор таңдалды.

Кептіру кезіндегі керамикалық массалардың құрылымдық-механикалық өзгерістер материалдың температура өзгеруі мен ылғал мөлшеріне байланысты.

Келесі нәтижелер алынды: қалыптау ылғалдығы, икемділік санын көрсеткіштері күлдің мөлшері көбейген сайын төмендейді. Сазды шикізат классификациясына сәйкес саздақ иілгіштігі бір қалыпты күйінен иілгіштігі аз шикізат категориясына санатына жатады. Күлдің мөлшері 20 % көбейген сайын C увеличением содержания золы до 20 кептіру сезімталдық коэффициенті үлгілерде жарықшақтар пайда болу уақытының ұлғаюына әкеледі. Беріктік көрсеткіштерінің шамалы төмендеуі 5,4-тен 4,5 МПа-ға дейін байқалады.

Осылайша, алынған нәтижелер керамдорды алу үшін технологиялық параметрлердің дамуына негіз болады.

Түйін сөздер: кептіру, керамдор, саздақ, күл, шикізат беріктігі, икемділік, қалыптау ылғалдығы.

**S. A. MONTAYEV, A. B. SHINGUZHIEVA, K. ZH. DOSOV,
B. T. SHAKESHEV, N. S. MONTAYEVA**

West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir Khan

RESEARCH OF DRYING PROPERTIES OF CERAMIC MASS IN THE SYSTEM «LOESSLIKE LOAM - ASH OF EKIBASTUZ HPP»

The article investigates the drying properties of ceramic mass in the system “loesslike loam - ash of Ekibastuz HPP”. Ceramdor obtained from pure loam was selected as a control sample.

A change in the structural and mechanical characteristics of ceramic masses during the drying process is associated with a change in temperature and moisture content of the material.

The following results were obtained: molding moisture indicators, ductility numbers decrease with increasing ash. According to the classification of clay raw materials by plasticity, loam from a moderately plastic state goes into the category of low-plastic raw materials. With an increase in ash content of up to 20%, the sensitivity coefficient to drying leads to an increase in the time of crack appearance on the samples. A slight decrease in strength indicators is observed from 5.4 to 4.5 MPa.

Thus, the results serve as the basis for the development of technological parameters in order to obtain ceramdor.

Key words: drying, ceramdor, loam, ash, raw strength, ductility, molding moisture.

UDC 336.71(574)

<https://doi.org/10.47533/2020.1606-146X.20>

L. BAIBULEKOVA¹, G. LUKHMANOVA², N. ZAITENOVA³, A. MUSINA⁴

¹Kazakh-German University, Almaty

²Zhetysu State University named after I. Zhansugurov, Taldykorgan.

³University of International Business, Almaty

⁴Toraighyrov University, Pavlodar

ANALYSIS OF MEASURES OF ANTI-CRISIS REGULATION OF THE KAZAKHSTAN'S BANKING SECTOR

The purpose of this paper is to conduct research on the effectiveness of the banking market regulation and the development of some proposals in the field of forming a stable and efficient banking system capable of rationally managing capital flows. An analysis of the practice of prudential regulation of second-tier banks was conducted. Its weaknesses in terms of information disclosure are identified, which allows a formalized approach to meeting the requirements of the regulator. Underestimated risks that form a misconception of the regulator about the state of the banking sector were identified. It was proposed to conduct a parallel assessment of the credit risk's level by the regulator, based on our own motivated judgment, and also as an indicator reflecting the negative impact of macroeconomic shocks, to use not only the capital of banks, but also the level of non-performing loans.

Key words: *banking system, second-tier banks, loans, risks, non-performing loans, regulation, Basel III.*

In previous works [1, 2, 3] we noted that, in the pre-crisis years, the banking system of Kazakhstan was considered one of the best in the CIS. The activity of the regulator has played a significant role in achieving such results [4]. However, the financial crisis revealed shortcomings in the existing model of state regulation of the financial market. Work on improving the banking system of Kazakhstan was carried out in three areas: providing the banking system with liquidity and funding, improving the quality of banks' loan portfolios, improving the regulation of the financial sector in order to increase its sustainability.

The solution to the first problem was carried out through the National Bank interventions in the money and foreign exchange markets, an increase in refinancing volumes, a reduction in the base of reserve obligations and standards for minimum reserve requirements. In 2008, 112.26 billion tenge was allocated from the Samruk-Kazyna National Welfare Fund, which is approximately 1.1% of the total liabilities of second-tier banks. In 2009, more than 922.7 billion tenge was allocated from the fund, of which 308 billion tenge (about 2% of GDP) [5]. The chosen distribution scheme should have had a double effect, help small and

medium-sized businesses (SMEs) and increase the credit activity of banks. In fact, in recent years there has been an increase to the volume of lending to SMEs until 2016, according to the National Bank of the Republic of Kazakhstan (NBK), the growth of loans only to small businesses was 51%, and as of January 1, 2018 - 34.3% (or 4665 billion tenge), as of December 1, 2018. - the share was only 33.6% (or 4 520 billion tenge). The structure of lending to SMEs by sectors of the economy indicates a persistence of imbalances in lending to the economy, and consequently an inefficient distribution of funds.

The second problem is the low quality of the loan portfolios of banks, which is reflected in the increase in the share of problem loans (loans with overdue payments over 90 days). This is the result of the financial insolvency of the borrower, or the borrower's evasion from repaying the loan [6]. In order to reduce the level of non-performing loans in November 2008, the Agency of the Republic of Kazakhstan on Regulation and Supervision of the Financial Market and Financial Organizations approved the Rules for the application of early response measures and methods for determining factors affecting the deterioration of the financial situation of a second-tier bank (Instruction No. 200) [7]. In practice, solving problems with toxic loans was more formal. The most popular ways to "clean up" the loan portfolio were: 1) carrying out the restructuring of problem loans, after revising and changing the initial conditions of the loan agreement, for example, extending the loan terms or providing "holidays" to the borrower, this loan could be attributed to the standard loan group 2) temporary transfer of a pool of loans with overdue over 90 days to collection companies under a cession agreement. In 2012-2013 The National Bank established a limit on the share of loans with overdue principal and (or) accrued interest over ninety days in the total volume of the bank's loan portfolio not more than 20%, and from 2014 onwards. no more than 15%. According to the NBK, in 2013-2014, there was an increase in toxic loans in large and medium-sized banks with high credit activity. In general, the decline in the level of problem loans, according to the NBK, was due to: under the influence of the tenge exchange rate adjustments, non-performing loans increased by 9.9%; reduction of NPL by 51.6%, as a result of the interconnected work of the regulator with second-tier banks in reducing problem loans; the emergence of new problem loans caused a growth of 22.1% [5]. In addition to the development of measures to identify the factors of increasing credit risk, in 2012, schemes were developed and implemented to improve the loan portfolios of banks through the sale of a pool of toxic loans to JSC «Problem Loan Fund». In the part of loans for which the probability of repayment was extremely low, conditions for forgiving debt were introduced without incurring additional tax liabilities for the bank. In 2014, the National Bank of Kazakhstan established the Commission for the Evaluation and Control of Overdue Loan Reduction Activities [8]. The regulator has taken a number of measures to rationalize legislation regarding taxation of banks, as well as removing administrative restrictions that generally contribute to activating banks in solving problems with toxic loans [5].

Taking into account all these activities done by the National Bank from January 1, 2016, the maximum limit for non-performing loans was reduced to less than 10% of the loan portfolio. The banking sector of the Republic of Kazakhstan as of October 1, 2018 is represented by 28 second-tier banks (STB), decreasing by 4 compared with the beginning of the year. Of these, 14 are banks with foreign participation in the capital. The bank's assets amounted to KZT 24,539 billion (42.1% of GDP), including the loan portfolio amounted to

more than 50% or KZT 13,194 billion. Non-performing loans over 90 days overdue (NPL) amounted to more than 1,123 billion tenge or 8.5% of the loan portfolio. Regulatory capital has developed in the amount of 3 666.8 billion tenge or 14.9%. Banking sector revenues amounted to more than 506 billion tenge, ROA - 2.35%, ROE - 19.01%. The dynamic development of the economy of Kazakhstan in the pre-crisis period required corresponding changes in the banking system (Table 1).

Table 1 – Indicators of the banking sector of the Republic of Kazakhstan for 2000-2018.

At the end of the year	Assets			Loans			Deposits		
	billion tenge	growth rate, %	in% of GDP	billion tenge	growth rate, %	in% of GDP	billion tenge	growth rate, %	in% of GDP
2000	528	154,8	20,3	273	176,4	10	319,6	122,1	12,2
2001	818	154,9	25,2	649	237,7	20	438	143,1	13,5
2002	1 145	140	30,3	717	110,6	19	576	131,6	15,3
2003	1 676	146,4	36,3	1 087	151,5	23,6	731	126,9	15,9
2004	2 690	160,5	45,8	1 629	149,9	27,7	1 255	171,7	21,4
2005	4 515	167,9	59,5	3 062	188	40,3	2 523	201	33,2
2006	8 875	196,6	86,9	5 992	195,7	58,7	4 715	186,9	46,2
2007	11 685	131,7	90,9	8 868	148	69	6 424	136,2	50
2008	11 890	101,8	74,1	9 245	104,2	57,6	6 873	107	42,8
2009	11 557	97,2	68	9 639	104,3	56,7	7 799	113,5	45,9
2010	12 031	104,1	55,2	9 066	94,1	41,6	6 851	87,8	31,4
2011	12 818	106,5	45,4	10 473	115,5	37,1	7 799	113,8	27,6
2012	13 880	108,3	44,8	11 658	111,3	37,6	8 533	109,4	27,5
2013	15 462	111,4	43	13 348	114,5	37,1	9 846	115,4	27,3
2014	18 239	118	46	14 184	106,3	35,8	11 351	115,3	28,6
2015	23 780	130,4	58,2	15 554	109,7	38	15 605	137,5	38,2
2016	25 557	107,5	54,4	15 511	99,7	33,0	17 269	110,6	36,8
2017	24 158	94,5	46,5	13 591	87,6	26,2	16 681	96,6	40,7
01.10.2018	24 539	101,6	42,1	13 194	97,1	22,7	16 639	99,7	28,6

Note. The table is compiled by the authors of the source [2].

As can be seen from the table, in 2005-2007, the total assets of second-tier banks increased from 59.5% of GDP to 91% of GDP, and in 2000 the banking sector was only 20% of GDP. The deposit portfolio of banks grew by an average of 57% over the year, and by the end of 2007 it was 50% of GDP. The loan portfolio of banks grew at a higher rate, on average, lending increased by 68% over the year over the period 2001-2007. Funding of the banking business from foreign sources was carried out against the background of growing lending activity of foreign banks, an excess of inexpensive resources, and a low level of interest rates.

In our opinion, the actual level of non-performing loans is much higher than official value. Thus, the statistical data of the National Bank is based on the financial statements of the STB, and the market is characterized by asymmetric information. The ability of banks to distort financial statements in order to conceal the real state of the quality of their assets is one of the important problems in the current system of regulation and supervision [9].

Tightening the requirements of the regulator leads to a greater concealment of negative trends in the activities of the bank. The recognition by the bank of the presence of a large proportion of low-quality assets, first of all, requires the formation of the volume of reserves corresponding to potential risks. In the face of increasing requirements for capital adequacy, banks are more inclined to conceal information than to provide true values. In view of the fact that the financial statements of the STB of the Republic of Kazakhstan, which do not reflect the true state of affairs, in our opinion, first of all, reduces the effectiveness of the regulatory measures taken by the National Bank, secondly leads to the formation of new risks within the banking sector, and in the economy as a whole.

In order to solve the third problem, the regulator introduced a number of changes to the regulatory framework governing the activities of financial institutions. There has been a shift in focus from micro-prudential to macroprudential regulation of the financial sector. The main instrument for the introduction of macro-prudential regulation of the banking sector is the international standards of banking supervision - Basel II, countercyclical regulation - Basel III. Basel standards contain minimum requirements for banks, and are advisory in nature. In practice, central banks put higher demands on the bank in order to ensure its resistance to various kinds of shocks [10, 11].

We are interested in: how effective will the implementation of the principles of the Basel Accords be in the practice of domestic banking supervision; as far as they are applicable to the conditions of the domestic economy. The latest agreement of the Basel Committee on Banking Supervision recommends increasing the requirements for the quality and capital structure of a bank by removing elements from it that do not meet the established requirements, increasing the minimum value of the capital requirements, and minimizing pro-cyclical regulation by creating additional capital buffers [12]. In 2012, the National Bank developed and agreed with the STB a schedule for introducing the transition to international capital standards, with the phased implementation of standards from January 2014 to January 2019. The latest changes in the schedule of transition to international standards of capital regulation were made in 2016. The second component of Basel III, International Approaches to Measuring Liquidity Risk, Standards and Monitoring, complements stricter requirements for the structure and quality of capital and minimal requirements for maintaining liquidity by introducing prudential standards into the system of short-term liquidity and net stable funding. Starting from 2016, second-tier banks on the basis of monitoring conditions, calculate these indicators. As a prudential requirement, the short-term liquidity ratio should be introduced in the second half of 2017 with an initial value of 60, a target value of 100 is planned to be achieved by 2021. [13]. The positive effect of these measures is possible, in case of identifying all the risks to which the banking sector is exposed. The previous Basel II agreement expanded the risk base (weighting of assets takes into account three types of risks: credit, market and operational).

An alternative is the IRB approach based on the use of the bank's internal ratings in determining the borrower's creditworthiness. The calculation of risk is based on a mathematical model with the inclusion of four variables: the probability of the bankruptcy of the borrower (PD); share of losses in case of counterparty bankruptcy (LGD); loss expressed in monetary unit (EAD), the balance of the loan obligation (M). On the basis of this model, the values of expected (EL) and unexpected (UL) losses are calculated, subsequently used in the calculation of capital adequacy [14]. The implementation of these methods for assessing credit risk in practice did not bring the expected effect.

Improving early response measures includes the National Bank conducting stress testing of the banking sector for its resistance to external and internal shocks [15]. The concept of stress testing has a positive effect, but the use of managerial rather than financial statements of second-tier banks will bring more results.

Thus, the measures taken by the regulator ultimately lose their effectiveness. One of the main problems, in our opinion, which is an obstacle to the improvement of the current system of regulation and supervision is the absence in the banking legislation of the rules providing for liability (penalties) of the organizations of the banking sector in case of violation of information disclosure requirements. The post-crisis concept adopted in almost all countries - regulation at the macro level, taking into account procyclicality, carried out by a single regulator - in practical application will manifest itself in the direct impact of the mega-regulator on economic development, elimination of imbalances in the structure of the economy, cyclical component.

Conclusion. One of the important tasks is to identify banking risks, and the adoption of appropriate measures to reduce their level. The main problem that reduces the effectiveness of the measures taken by the supervisory authority is the lack of prudential discipline of banking institutions, which is expressed in violation of information transparency standards. In fact, a number of activities carried out by the National Bank to reduce the level of problem loans in the banking sector brought a positive result, according to official statistics, however, unconfirmed by the real improvement in the quality of loan portfolios. Meeting the requirements of the regulator, was mostly of a formal nature.

REFERENCES

1 G.Lukhmanova, K.Baisholanova, L.Baibulekova, K.Primzharova, G.Kassymbekova. Financial Market of Kazakhstan: Current State and Ways of Stabilization in the Context of Global Instability// Journal of Advanced Research in Law and Economics. – 2018. – V. IX. – № 6(36). – P. 2056-2059.

2 Zaytenova N.K. Sovershenstvovaniye sistemy regulirovaniya i nadzora bankovskogo sektora Kazakhstana v usloviyakh mezhdunarodnoy konvergentsii finansovykh rynkov: diss. ... stepeni doktora filosofii (PhD). – Almaty. 2017. – 109 p.

3 Zaytenova N.K. Sovershenstvovaniye sistemy regulirovaniya i nadzora bankovskogo sektora Kazakhstana v usloviyakh mezhdunarodnoy konvergentsii finansovykh rynkov: diss. ... stepeni doktora filosofii (PhD). – Almaty. 2017. – 109 p.

4 Lukhmanova G.K. Denezhno-kreditnaya politika kak prioriternaya zadacha Natsionalnogo banka Respubliki Kazakhstan v obespechenii stabilnosti tsen // Vestnik Universiteta «Turan». – 2014. – №2 (62). – P. 54-59.

5 Official site of National Bank of Kazakhstan. – URL: <https://nationalbank.kz/>

6 Osnovnyye faktory uyazvimosti bankovskogo sektora i ikh minimizatsiya v usloviyakh tsiklichnosti ekonomicheskogo razvitiya: kollektivnaya monografiya / pod red. O.I. Lavrushina.- Riga: SIA Finansu Universiate. 2017. – 169 p.

7 Shayakhmetova K.O. Osnovnyye priority organizatsii risk-menedzhmenta v bankakh vtorogo urovnya // Vestnik KazNU. Seriya ekonomicheskaya. – 2010. – №4.– P. 53-59.

8 L.A. Baibulekova, N.K. Zaitenova. Evaluation of influence of macroeconomic shocks on the banking sector of Kazakhstan // International Journal of Economics and Financial Issues.– 2016. – 6(S2) – P.188-194.

9 Zajtenova N.K. Problemy monetizatsii ehkonomiki Kazahstana //Nauchnaya diskussiya: innovatsii v sovremennom mire: sb. statej. – M.: Internauka, 2016. – № 6(49) – P.52-57.

10 Bazel' III: voprosy vnedreniya. KPMG, 2011. – URL: <https://home.kpmg.com/ru/ru/home/insights/2011/06/basel-3-implementation-issues.html>

11 Zajtenova N.K. Osobennosti garmonizatsii kazahstanskoj bankovskoj normativno-zakonodatel'noj bazy s mezhdunarodnymi standartami // The Fourth International Conference on Economic Sciences: proceedings of the Conference. – Vienna, 2014. – P.110-117.

12 Basel III: the net stable funding ratio // Basel Committee on Banking Supervision. – October 2014. – URL: <https://www.bis.org>

13 Ob odobrenii Programmy povysheniya finansovoj ustojchivosti bankovskogo sektora Respubliki Kazahstan: postanovlenie Pravleniya Nacional'nogo Banka Respubliki Kazahstan 30 iyunya 2017. № 129.– URL: <http://nationalbank.kz>

14 Konsul'tativnyj dokument o perspektivah primeneniya rossijskimi bankami IRB-podhoda Komponenta I Bazelya II v nadzornyh celyah i neobhodimyh dlya ehtogo meropriyatijah (deystvijah). – M.: Bank Rossii, 2011. – P.30.

15 Zajtenova N.K. Razvitie metodologii stress-testirovaniya bankovskogo sektora // Nauchnaya diskussiya: innovatsii v sovremennom mire: sb. statej. – M.: Mezhdunarodnyj centr nauki i obrazovaniya, 2015. – № 1(33) – P. 22-27.

**Л. А. БАЙБУЛЕКОВА¹, Г. К. ЛУХМАНОВА², Н. К. ЗАЙТЕНОВА³,
А. Ж. МУСИНА⁴**

¹Казахстанско-Немецкий университет, г.Алматы.

²Жетысуский университет им. И.Жансугурова, г.Талдыкорган.

³Университет международного бизнеса, г.Алматы.

⁴Торайгыров университет, г.Павлодар

АНАЛИЗ МЕР АНТИКРИЗИСНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ БАНКОВСКОГО СЕКТОРА КАЗАХСТАНА

Цель работы – провести исследования эффективности регулирования банковского рынка и выработка некоторых предложений в сфере формирования устойчивой и эффективной банковской системы, способной рационально управлять потоками капитала. Проведен анализ практики пруденциального регулирования банков второго уровня, выявлены ее слабые стороны в части раскрытия информации, что допускает формализованный подход к выполнению требований регулятора. Идентифицированы недооцененные риски, которые формируют неправильное представление регулятора о состоянии банковского сектора. Предложено проведение параллельной оценки уровня кредитного риска регулятором, на основе собственного мотивированного суждения, а

также в качестве индикатора, отражающего негативное влияние макроэкономических шоков, использовать не только капитал банков, но также уровень неработающих кредитов.

Ключевые слова: банковская система, банки второго уровня, кредиты, риски, неработающие (проблемные) кредиты, регулирование, Базель III.

**Л. А. БАЙБУЛЕКОВА¹, Г. К. ЛУХМАНОВА², Н. К. ЗАЙТЕНОВА³,
А. Ж. МУСИНА⁴**

¹Қазақ-Неміс университеті, Алматы қаласы.

²І. Жансүгірив ат-ғы Жетісу университеті, Талдықорған қаласы.

³Халықаралық бизнес университеті, Алматы қаласы.

⁴Торайғыров университеті, Павлодар қаласы

ҚАЗАҚСТАН БАНК СЕКТОРЫНЫҢ ДАҒДАРЫСҚА ҚАРСЫ РЕТТЕУ ШАРАЛАРЫН ТАЛДАУ

Жұмыстың мақсаты – банк нарығы реттеуінің тиімділігін көрсететін зерттеулер жүргізу, сонымен қатар капитал ағындарын ұтымды басқаруға қабілетті тұрақты және тиімді банк жүйесін қалыптастыру саласында бірқатар ұсыныстар әзірлеу. Екінші деңгейлі банктерді пруденциалдық реттеу тәжірибесіне талдау жүргізілді, сонымен қатар реттеушінің талаптарын орындауға формальды көзқарас жіберетін, ақпаратты ашатын оның әлсіз жақтары анықталды. Банк секторы ахуалы туралы реттеушінің қате түсінігін қалыптастыратын бағаланбаған тәуекелдер теңдестірілген. Авторлар пікіріне негізделген, реттеушінің кредиттік тәуекел деңгейінің параллельді бағалауы, сонымен қатар макроэкономикалық сілкіністердің жағымсыз әсерін көрсететін индикатор ретінде банк капиталымен қатар жұмыс істемейтін несиелерін де пайдалануы ұсынылды.

Түйін сөздер: банк жүйесі, екінші деңгейлі банктер, тәуекелдер, жұмыс жасамайтын (проблемалық) несиелер, реттеу, Базель III.

А. Ж.* БАЙМУХАМЕТОВА

Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы

ЭВОЛЮЦИОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В СОДЕРЖАНИИ ИННОВАЦИОННОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА

Цель статьи – проследить эволюционный путь развития инновационного предпринимательства, а также обосновать необходимость применения современных методов управления высокотехнологической экономикой. В статье проанализировано значение бизнеса на разных ступенях экономического развития и изучены труды классиков инновационного менеджмента и предпринимательства, были сравнены подходы в развитии предпринимательства стран отличившимися высокими темпами развития в Глобальном инновационном индексе.

Актуальность статьи вызвана повышением роли предпринимательства в индустрии 4.0. Важны новые подходы к ведению бизнес процессов с точки зрения инновационного менеджмента. Методологической базой исследования являются методы эмпирического исследования такие как: системный и сравнительный анализ, анализ причинно-следственных связей, наблюдение, группировка.

Ключевые слова: эволюционные изменения, инновации, предпринимательство, менеджмент, экономический рост.

Предпринимательство как образ мышления формируется на протяжении развития homo sapiens. Начиная с добычи огня, человек развивает свои трудовые и понятийные навыки, создает новые продукты, средства производства, повышая тем самым производительность труда.

Предпринимательская деятельность позволяет увеличивать доходы, появляется мотивация к улучшению своего производства, оснащению новым оборудованием, формированию персонала.

Технологическая трансформация вносит значительные изменения в ход общемирового развития и меняет инструменты воздействия на рычаги управления экономикой. Совокупность производственных отношений определяется состоянием компонентов, образующих данную систему, среди которых одними из наиболее важных являются хозяйствующие субъекты бизнеса. Глубинное понимание термина «инновационное предпринимательство» приходит после ретроградного исследования значения данного понятия.

В XVIII веке в трудах шотландского ученого Р.Кантильона впервые раскрывается предпринимательская деятельность, имеющая рисковый характер в условиях неопределенности [1].

До начала XIX века предпринимательство рассматривалось лишь с точки зрения извлечения прибыли при грамотном распределении ресурсов. Феномен предпринимательства рассматривался в узком смысле и нес в себе во многом негативный характер, так как воспринимался обществом как слишком рисковые или обманные манипуляции. Только в начале XX века инновации стали неотъемлемой частью предпринимательской деятельности в процессе эволюционного развития [2].

В индустриальном периоде назрело большое количество проблем, которые не позволяли выйти из кризиса: необходимость в организационном менеджменте, марке-

*Адрес для переписки. E-mail: aifer-@mail.ru

тинге, поиске новых рынков, HR- менеджменте. В постиндустриальном периоде движущей силой в экономике становятся информационные потоки и знания.

Историко-логический анализ эволюции производительных сил позволяет определить, что инновационное развитие – это естественный процесс перехода к коммерциализации новых технологий, развитие которых породили необходимость продвижения обслуживающих производств. Таким образом, характерной чертой постиндустриального периода становится расширение масштабов сферы услуг, изменение ее структуры и появление новых ниш, а также увеличение доли инновационной составляющей в предпринимательстве.

После открытия цикличности развития экономики такими учеными, как Х.Кларк, В.Джевонс, К.Маркс и, наконец, Н.Кондратьевым стало ясно, что появление инноваций – это результат решения накопленной критической массы проблем, сдерживающих выход из кризиса, принуждавших активизировать разработки новых технологий.

В одной из глав своей работы «Право, законодательство и свобода» представитель австрийской школы Хайек Ф. раскрывает понятие «Конкуренция» как один из подходов предпринимателя к определению наиболее эффективного способа выявить потребности покупателя. Таким образом, данный феномен идентифицирует себя как процесс открытия, эксперимента [3].

Однако в научном наследии и в современной трактовке мы находим множество определений этого понятия, которые были предложены задолго до появления инновационной компоненты в предпринимательстве.

Большую роль внес американский ученый П. Друкер. По его мнению, предпринимательство начинает трактоваться как стиль поведения, в основе которого лежит стремление к новаторству, инновационное обновление, реализация корпоративных стратегических решений. Предприниматель является человеком, который создает производство, управляет им в целях достижения прибыли на основе внедрения инноваций и учета важнейших стратегических целей [2].

Шумпетер считал, что предприниматель – это субъект, занимающийся новаторской деятельностью, которая влияет на экономический прогресс страны в целом. Более того, в своем труде «Теория экономического развития» автор отдает предпринимателю центральное значение, который призван создавать новый продукт, искать новые рынки сбыта путем анализа рыночной ситуации и прогнозирования возможных изменений факторов, влияющих на деятельность компании, в основе которой лежит инновационная деятельность [4].

Проанализировав и обобщив теории экономических школ, можно сделать вывод о том, что многократно подчеркивается рискованная природа предпринимательской деятельности, которая является основной характерной чертой определения предпринимательства раннего периода. Однако одним из главных упущений раннего периода заключалось в том, что ученые, давая определение и характеристики предпринимателю как особому виду деятельности, отождествили функции предпринимателей и капиталистов. Также ученые не разглядели и инновационной составляющей природы предпринимательства.

В разное время, так же как и при переходе от индустриального периода к постиндустриальному, двигателями прогресса становились различные технологии, а также элементы, составляющие новый технологический уклад. «Технологические уклады

– это группы технологических совокупностей, выделяемые в структуре экономики, связанные друг с другом однотипными технологическими цепями и образующие воспроизводящиеся целостности».

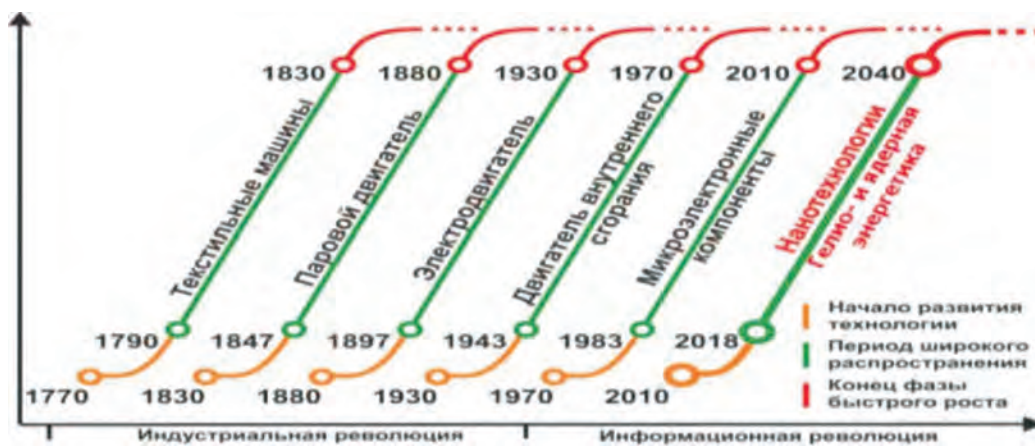


Рисунок 1 – Периодическая смена технологических укладов в мировом технико-экономическом развитии

По определению российского экономиста и государственного деятеля С.Глазьева, смена технологических укладов — это циклический процесс обновления конечного продукта. Исходя из опыта развития технологических укладов, принято считать, что данный период делится на 3 фазы: зарождение, рост и фаза угасания. С 2010 года человечество вступило в начальную фазу 6 технологического уклада [5].

В связи с глобальной экономической интеграцией, сменяя один технологический строй другим, меняются не только технологии, но и лидеры, задающие тенденции развития и определяющие темпы роста экономики. Так, с 2007 года в борьбе за мировое лидерство по такому важному показателю инновационного развития, как доходность вложений в инновационной сфере стали значительно продвигаться такие развивающиеся страны, как Китай и Индия, что во многом отразилось на менеджменте инновационных предприятий, ранее фокусирующихся на рынках только развитых стран. В таблице 1 и 2 видно, что Индия занимает первое место по экономическому развитию среди 9 стран в Центральной и Южной Азии, а Китай – первое место среди 34 стран с доходом выше среднего, согласно отчету по Глобальному инновационному Индексу 2019 года. Отчет формируется один раз в год и на основании 80 показателей анализирует инновационное развитие 129 стран мира [6].

Таблица 1 – Позиция Китая в Глобальном инновационном Индексе

	ГИИ	Ресурсы для проведения инноваций	Практические результаты осуществления инноваций
2019	14	26	5
2018	17	27	10
2017	22	31	11

Таблица 2 – Позиция Индии в Глобальном инновационном Индексе

	ГИИ	Ресурсы для проведения инноваций	Практические результаты осуществления инноваций
2019	52	61	51
2018	57	63	57
2017	60	66	58

Однако, как видно из таблицы 3, показатели по Республике Казахстан в глобальном инновационном индексе снижены по сравнению с прошлым годом на 5 пунктов.

Таблица 3 – Позиция Казахстана в Глобальном инновационном Индексе

	ГИИ	Ресурсы для проведения инноваций	Практические результаты осуществления инноваций
2019	79	64	92
2018	74	55	91
2017	78	64	93

В условиях развития нового технологического уклада знания превращаются в главный ресурс достижения поставленных задач, а «когнитивная экономика» становится приоритетной областью развития в инновационных компаниях. Большой сложностью в данном аспекте является тот факт, что не все знания способны давать какого-либо рода экономический эффект, что является обязательным условием их продуцирования в инновационной экономике. Знания как таковые не имеют ценности, поэтому важнейшей задачей, как на уровне инновационных предприятий, так и на уровне государства сегодня является менеджмент знаний, который коммерциализирует знания в продукт или нематериальный актив и превращает его в инновации. Страны, сумевшие встать на новые инновационные рельсы благодаря «знаниевой» экономике, стали лидерами в конкурентной борьбе [7].

Переход к шестому ТУ совершается через очередную технологическую революцию, кардинально повышающую эффективность основных направлений развития экономики. Стоимость производства и эксплуатации средств вычислительной техники на нанотехнологической основе снизится еще на порядок, многократно возрастут объемы ее применения в связи с миниатюризацией и приспособлением к конкретным потребительским нуждам. Отрасли, которым даст толчок начало новой эры в инновационном предпринимательстве: автономные роботы в логистике и производстве, развитие агропромышленного комплекса при помощи дронов и сенсоров, горнодобывающая и обрабатывающая промышленность.

Развивающиеся страны выбрали для себя кардинально новый путь в борьбе за глобальное лидерство.

Так, например, на протяжении десятков лет компания General Electric – американская компания, производящая множество видов техники, начиная от локомотив-

вов заканчивая медицинским оборудованием и военной техникой, использовали систему производства продукции таким образом, что производили высокотехнологичную технику «дома», а затем адаптировали ее по всему миру с учетом особенностей каждой страны, что называлось процессом глокализации. Однако в связи с резким скачком в развитии Китая они вынуждены были поменять систему на противоположную, так называемую обратную инновацию, т. е. продвигать простые продукты на растущих рынках. В связи с последними тенденциями в экономическом и политическом развитии GE меняли систему менеджмента. Сменили стратегию по работе с рынками. Раньше ориентир был направлен на реализацию продукции на рынках развитых стран в связи с преобладанием и захватом мирового влияния развивающихся стран, таких как Индия, Китай. Производство перебазировалось на территорию локальных рынков, продукт стал дешевле и охватывает гораздо большее количество потребителей. Развивающиеся страны выводят новый продукт, создавая новую модель конструирования цены и производительности [8].

В своей монографии «Дилемма инноватора» профессор Клейтон Кристенсен, американский ученый, профессор Гарвардского университета, объясняет на конкретных примерах, почему компании, находящиеся на пике популярности и успеха, вдруг резко начинают терять привилегии на рынке и превращаются в итоге в нежизнеспособный организм. Автор утверждает, что важно не просто ввести инновации любыми способами, но и то, каким образом устроен данный процесс. Наиболее частая ошибка в процессе введения инноваций с позиции инновационного менеджмента – это отсутствие четкого алгоритма в разработке и внедрении инноваций. Это тот случай, когда руководством дается распоряжение одному из структурных подразделений выполнить внедрение определенного количества инноваций в год, вследствие чего страдает либо качество инноваций, либо произведенные вновь продукты становятся невостребованными на рынке [9].

Таким образом, существует огромное количество известных компаний, будучи быстрорастущими на рынке, но переживающие упадок на каком-то этапе своего развития. Конечно, не существует единого шаблона «падения», однако существует отличительная особенность в данном процессе. Ошибки допускались именно тогда, когда компания находилась на пике. Противоречивое мнение высказывает автор в своем труде. Он говорит о том, что крах компаний происходит не из-за плохого менеджмента, а из-за хорошего. Суть в том, что существует две разновидности инноваций: подрывные и поддерживающие. Для введения подрывных инноваций менеджеры проводят скрупулёзное исследование рынка, желаний потребителя, осуществляют слишком большие вложения в совершенствование продукта. Однако далеко не всегда подрывные инновации являются спасением для той или иной компании, а зачастую, наоборот, оказывает губительное влияние. Парадокс подрывных технологий в том, что, будучи основным фактором в переходе от одного технологического уклада к другому, они могут разрушить компанию.

На протяжении долгих лет инновационное предпринимательство претерпевало эволюционные изменения, что диктовалось сменой времен. Значение данного понятия совершенно изменилось, обрело новые качества и характеристики. Страны со

средним уровнем дохода вносят все более весомый вклад в развитие глобальных НИ-ОКР, выходя на передовые позиции.

Как говорится в выводах отчета Глобального инновационного индекса, эффективное государственное планирование в сфере инноваций является важнейшим фактором успешного ведения инновационной политики страны, а значит и для конкурентоспособности на глобальном уровне. Помимо прочего, высокий уровень протекционизма, низкие затраты на НИОКР, неэффективная отдача от инвестиций, игнорирование кластерного подхода к развитию инноваций также были выделены среди проблем ослабления многих стран в рейтинге. Технологическое развитие опережает потребности людей, и главная цель инновационного менеджмента – преодолевать консерватизм и самим формировать психологию потребителя при помощи механизмов инновационного менеджмента, включая в этот процесс социальную среду [6].

ЛИТЕРАТУРА

1 Накипова Г.Н. Эволюция взглядов на предпринимательство в западных экономических концепциях.–2006.– №11. – [Электронный ресурс].– Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/evolyutsiya-vzglyadov-na-predprinimatelstvo-v-zapadnyh-ekonomicheskikh-kontseptsiyah>. [Nakipova G.N. Evolyuciya vzglyadov na predprinimatel'stvo v zapadnyh ekonomicheskikh koncepciyah.–2006.– №11. – [Elektronnyj resurs].– Rezhim dostupa: <https://cyberleninka.ru/article/n/evolyutsiya-vzglyadov-na-predprinimatelstvo-v-zapadnyh-ekonomicheskikh-kontseptsiyah>]

2 Рахимова С.А. Комплексная характеристика инновационного предпринимательства: от эволюции к современности. – 2013. – №4.–[Электронный ресурс].– Режим доступа: <http://repository.kaznu.kz/bitstream/handle/123456789/1578/372-751-1-SM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. [Rahimova S.A. Kompleksnaya harakteristika innovacionnogo predprinimatel'stva: ot evolyucii k sovremennosti. – 2013. – №4.–[Elektronnyj resurs].– Rezhim dostupa: <http://repository.kaznu.kz/bitstream/handle/123456789/1578/372-751-1-SM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>]

3 Хайек Ф. Право, законодательство и свобода.–2006.–[Электронный ресурс].–Режим доступа <http://library.khpg.org/files/docs/1456813399.pdf> [Haiek F. Pravo, zakonodatel'stvo i svoboda.– 2006.–[Elektronnyj resurs].–Rezhim dostupa <http://library.khpg.org/files/docs/1456813399.pdf>]

4 Шумпетер Й. Теория экономического развития.–2008.–[Электронный ресурс].–Режим доступа: <http://uaterra.in.ua/wp-content/uploads/2017/11/SHumpeter-Teoryya-ekonomycheskogorazvytyya.pdf> [Shumpeter J. Teoriya ekonomicheskogo razvitiya. – 2008.– [Elektronnyj resurs].–Rezhim dostupa: <http://uaterra.in.ua/wp-content/uploads/2017/11/SHumpeter-Teoryya-ekonomycheskogorazvytyya.pdf>]

5 Глазьев С.Ю. Рынок в будущее [Текст]/ С.Ю.Глазьев. – М.:Книжный мир, 2018. – 768 с. [Glaz'ev S.YU. Ryvok v budushchee [Tekst]/ S.YU.Glaz'ev. – М.:Knizhnyj mir, 2018. – 768 s.]

6 Глобальный инновационный индекс 2019 г.– [Электронный ресурс].–Режим доступа: https://www.wipo.int/pressroom/ru/articles/2019/article_0008.html [Global'nyj innovacionnyj indeks 2019 g.– [Elektronnyj resurs].–Rezhim dostupa: https://www.wipo.int/pressroom/ru/articles/2019/article_0008.html]

7 Решетов К. Ю. Развитие методологии конкурентоспособности инновационного предпринимательства [Текст]: дис. на соискание учен. степени док. экон. наук: 08.00.05/ Москва, 2015. – 277 с. [Reshetov K. YU. Razvitie metodologii konkurentosposobnosti innovacionnogo predprinimatel'stva [Tekst]: dis. na soiskanie uchen. stepeni dok. ekon. nauk: 08.00.05/ Moskva, 2015. – 277 s.]

8 Harvard business review: 10 лучших статей [Текст]/ Пер. с англ. – 2-е изд. М.: Альпина И66 Паблшер, 2019. – 206 с. [Harvard business review: 10 luchshih statej [Tekst]/ Per. s angl. – 2-e izd. M.: Al'pina I66 Pablisher, 2019. – 206 s.]

9 Кристенсен К.М. Дилемма инноватора [Текст]/ Пер. с англ. – изд. М.: Альпина Бизнес Букс, 2004. – 239 с. [Kristensen K.M. Dilemma innovatora [Tekst]/ Per. s angl. – izd. M.: Al'pina Biznes Buks, 2004. – 239 s.]

А. Ж. БАЙМҰХАМЕТОВА

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы

ИННОВАЦИЯЛЫҚ КӘСІПКЕРЛІК МАЗМҰНЫНДАҒЫ ЭВОЛЮЦИЯЛЫҚ ӨЗГЕРІСТЕР

Мақала мақсаты – инновациялық кәсіпкерліктің эволюциялық даму жолын бақылау, сонымен бірге жоғары технологиялық экономиканы басқарудың заманауи әдістерін қолданудың қажеттілігін негіздеу. Мақалада экономикалық дамудың түрлі кезеңдеріндегі бизнестің маңызына талдау жасалынды және инновациялық менеджмент және кәсіпкерлік саласындағы классиктердің еңбектері зерделенді. Жаһандық инновациялар индексінде жоғары даму қарқынымен ерекшеленетін елдерің кәсіпкерлікті дамыту тәсілдері салыстырылды.

Мақаланың өзектілігі 4.0. индустриясындағы кәсіпкерлік рөлінің артуына байланысты туындайды. Инновациялық менеджмент тұрғысынан бизнес үдерістерін жүргізудің жаңа тәсілдері маңызды. Зерттеудің әдіснамалық негізіне келесідей эмпирикалық зерттеу әдістері жатады: жүйелілік және салыстырмалы талдау, себеп-салдарлық байланысын талдау, бақылау, топтау.

Түйін сөздер: *эволюциялық өзгерістер, инновация, кәсіпкерлік, менеджмент, экономикалық даму.*

А. ЗН. БАЙМУХАМЕТОВА

Al-Farabi Kazakh national University, Almaty

EVOLUTIONARY CHANGES IN THE CONTENT OF INNOVATIVE ENTREPRENEURSHIP

The purpose of the article is to trace the evolutionary path of innovative entrepreneurship development, as well as to justify the need for modern methods of managing a high-tech economy. In the article the importance of business at different levels of economic development analyzed, the works of the innovation management classics and entrepreneurship were studied and approaches to the development of countries entrepreneurship with high growth rates in the Global Innovation Index were compared.

The relevance of the article is caused by the increasing role of entrepreneurship in industry 4.0. New approaches to business processes are important from the innovation management point of view.

The methodological base of the research is empirical research methods such as: system and comparative analysis, analysis of cause and effect relationships, observation, grouping.

Key words: *evolutionary changes, innovations, entrepreneurship, management, economic growth.*

Р. Н. *ЖАНГИРОВА

Казахский национальный аграрный университет, г. Алматы, Казахстан

ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ТРУДА – ОДИН ИЗ ОСНОВНЫХ КРИТЕРИЕВ ЭФФЕКТИВНОСТИ АГРАРНОГО СЕКТОРА РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Рассмотрена связь категории производительности труда с эффективностью. Исследованы факторы, влияющие на уровень производительности труда в сельскохозяйственной отрасли. Показаны проблемы повышения производительности труда и эффективности аграрного производства. Проведен анализ производительности труда в сельском хозяйстве Республики Казахстан. Представлены основные направления повышения производительности труда в аграрном секторе Казахстана.

Ключевые слова: *производительность труда, сельское хозяйство, экономическая эффективность, конкурентоспособность, инновационная активность, ресурсосберегающие технологии.*

Успешное развитие сельского хозяйства страны зависит от максимального повышения эффективности использования факторов производства. В практике отмечены три стадии экономического развития. При первой стадии идет применение дешевой рабочей силы, усиленно эксплуатируются природные ресурсы. Вторая ступень рассматривает использование методов ведения эффективной экономики: производительности труда, фондоотдачи, материалоемкости и энергоемкости. Третья стадия – инновационная экономика, где развитие базируется на достижениях науки, прогрессивной технологии, инновациях. На современном этапе выдвинуты качественно новые задачи – повышение конкурентоспособности и качества человеческих ресурсов страны как стратегического ресурса государства.

Производительность труда играет важную роль в системе критериев и показателей экономического роста общественного производства. Она определяет расстановку и положение хозяйствующих субъектов в каждой отрасли, в том числе в сельском хозяйстве, так как от ее уровня во многом зависит их конкурентоспособность [1].

Основными направлениями повышения конкурентоспособности аграрной экономики являются перевод ее на инновационный тип развития, усиление роли государства в поддержке этой важной сферы, улучшение научного и кадрового обеспечения АПК страны, увеличение эффективности использования земель, трудовых, материальных и финансовых ресурсов села, импортозамещение продовольствия [2].

Добиться высоких темпов роста производительности труда и объема валового производства возможно, если инновационная политика будет строиться на достижениях научно-технического прогресса и передовой практики, новой техники и новых технологий, рыночной организации и управления. В этой связи индустриализация аграрного производства – один из базовых факторов повышения производительности. Индустриализация агропромышленного комплекса обеспечивается через комплекс мер по качественному росту технической оснащенности отраслей АПК, соблюдению научно обоснованных агротехнологий, усилению исследований и внедрения инновационных разработок, формированию системы кадрового обеспечения в соответствии с потребностями реального сектора.

В таблице 1 представлены данные о производительности труда в сельском, лесном и рыбном хозяйстве Казахстана за 2017-2018 годы [3].

Таблица 1 – Расчетная таблица для определения производительности труда в аграрном секторе Республики Казахстан за 2017-2018 годы

Показатель	2017 год	2018 год	Индивидуальный индекс
Валовый выпуск продукции (q), млн. тенге	4 092 333,0	4 497 585,4	1,099
Численность работников (Т), чел.	1 319 000	1 228 200	0,931
Производительность труда (w), млн.тенге	3,1026027	3,6619324	1,180

Взаимосвязь между приведенными в таблице 1 факторами имеет вид:

$$q = wT$$

Как видно из приведенных данных, валовый выпуск продукции (услуг) сельского, лесного и рыбного хозяйства (q) возрос на:

$$\Delta q = 4\,497\,585,4 - 4\,092\,333,0 = 405\,252,4 \text{ млн. тенге или } 9,9\%$$

Это произошло в результате изменения как численности работников, так и производительности труда.

Вследствие уменьшения численности работников при прежнем уровне производительности труда валовый выпуск продукции (услуг) сельского, лесного и рыбного хозяйства уменьшился на 6,9%, т.е. на величину:

$$\Delta q_T = T_1 w_0 - T_0 w_0 = w_0 (T_1 - T_0) = w_0 \Delta T$$

$$\Delta q_T = 3,1026027 (1228\,200 - 1319000) = -281716,3 \text{ млн.тенге}$$

В результате повышения производительности труда при прежнем уровне численности работников валовый выпуск продукции (услуг) сельского, лесного и рыбного хозяйства возрос на 16,8%, или на:

$$\Delta q_w = w_1 T_1 - w_0 T_1 = T_1 \Delta w$$

$$\Delta q_w = 1228\,200 (3,6619324 - 3,1026027) = 686968,7 \text{ млн.тенге}$$

Таким образом, общий прирост валового выпуска продукции (услуг) сельского, лесного и рыбного хозяйства, равный 405252,4 млн.тенге, состоит из его снижения из-за уменьшения численности работников – 281716,3 млн.тенге и из прироста за счет повышения производительности труда – 686968,7 млн. тенге, т.е.

$$\Delta q = \Delta q_T + \Delta q_w = -281716,3 + 686968,7 = 405252,4 \text{ млн.тенге}$$

В таблице 2 показаны показатели производительности труда в аграрной отрасли по областям Казахстана за 2018 год.

В регионах с высокой производительностью заметна преобладающая доля животноводства.

Таблица 2 – Производительность труда в сельском, лесном и рыбном хозяйстве по регионам Республики Казахстан в 2018 году

Область	Валовый выпуск продукции (услуг), млн. тенге	Занятое население, человек	Производительность труда, млн.тенге
Акмолинская	410 097,4	122400	3,4
Актюбинская	234 989,0	30200	7,8
Алматинская	737 083,7	205400	3,6
Атырауская	68 562,8	8000	8,6
Западно-Казахстанская	140 025,2	72600	1,9
Жамбылская	269 239,9	142700	1,9
Карагандинская	278 077,9	31300	8,9
Костанайская	387 470,8	128400	3,0
Кызылординская	105 168,9	28100	3,7
Мангистауская	16 627,7	1400	11,9
Павлодарская	229 241,3	65900	3,5
Северо-Казахстанская	516 533,2	94600	5,5
Туркестанская	551 005,0	179800	3,1
Восточно-Казахстанская	517 870,3	104900	4,9
г. Нур-Султан	2 785,7	2300	1,2
г. Алматы	7 118,7	2800	2,5
г. Шымкент	25 687,9	7500	3,4
Итого	4 497 585,4	1 228 200	3,7

В разрезе регионов Казахстана отличия производительности труда значительны, на одном полюсе находятся Мангистауская, Карагандинская, Атырауская области с 8,6-11,9 млн.тенге на одного работника в год, на другом – г.Нур-Султан, Жамбылская и Западно-Казахстанская области с 1,2-1,9 млн.тенге.

Проблемы роста производительности труда и эффективности сельскохозяйственного производства приобретают в сегодняшних условиях первостепенное значение. Рыночный механизм, основанный на взаимодействии и взаимозависимости элементов рынка (спроса, предложения и цены), вносит значительные изменения в укоренившиеся взгляды на процессы увеличения производительности труда и экономической эффективности [4].

Низкий уровень производительности труда в сельском хозяйстве отражается на уровне оплаты труда, который остается одним из самых низких в экономике и тем самым не стимулирует приток необходимых кадров.

Сдерживающим фактором развития рынка материально-технических ресурсов является дефицит финансовых ресурсов у сельскохозяйственных товаропроизводителей, что в свою очередь сказывается на уровне производительности труда, эффективности и конкурентоспособности производства [5].

Основные препятствия для повышения производительности лежат на поверхности: низкая урожайность в растениеводстве, неудовлетворительная продуктивность в животноводстве, износ основных средств и устаревшие технологии, неприемлемое состояние сельской инфраструктуры.

Низкая производительность труда также тесно связана с низкими затратами на сельскохозяйственную науку [6].

Для инновационного развития аграрной сферы проводятся ключевые научно-технические исследования в земледелии, мелиорации, водном и лесном хозяйстве; растениеводческой отрасли и защите растений; в области зоотехнических мероприятий и ветеринарной медицины; в механизации, электрификации и автоматизации производства; в системе хранения и переработки сельскохозяйственной продукции; в сфере информатизации и электрификации.

Аграрная наука Республики Казахстан ставит стратегической целью получение ориентированной на удовлетворение спроса агробизнеса наукоемкой и конкурентоспособной продукции, что проявляется в исследовании, внедрении, сопровождении, консалтинге.

Для обеспечения устойчивого развития агропромышленного комплекса необходимы масштабная технологическая модернизация отрасли, развитие производственной и сервисной инфраструктуры, диверсификация производства, увеличение валового производства основных экспорто-ориентированных видов продукции.

Диверсификация посевных площадей и новые технологии позволят повысить эффективность земледелия в Казахстане. Основными факторами роста производительности труда в растениеводстве предлагаются качество семян и переход от производства зерновых к более востребованным культурам (кормовым, масличным, овощебахчевым, др.), а для животноводства – расширение пастбищ и решение проблемы дороговизны кормов.

Таким образом, для дальнейшего качественного развития аграрного сектора в Республике Казахстан необходимо повышение уровня производительности сельского хозяйства за счет увеличения объемов отечественного производства на основе ускорения инновационной активности, в частности за счет замены морально и устаревших физических машин и оборудования, внедрения современных ресурсосберегающих технологий.

ЛИТЕРАТУРА

1 Арутюнян Ф.Г. Методологические основы оценки производительности труда в сельском хозяйстве //АПК: экономика, управление. – 2015. – № 8. – С.45-52. [Arutyunyan F.G. Metodologicheskie osnovy ocenki proizvoditel'nosti truda v sel'skom hozyajstve //АПК: экономика, управление. – 2015. – № 8. – С.45-52.]

2 Трубилин А., Сидоренко В., Михайлушкин П. Конкурентоспособность аграрного сектора России //Международный сельскохозяйственный журнал. – 2016. – №5. – С.4-8. [Trubilin A., Sidorenko V., Mihajlushkin P. Konkurentosposobnost' agrarnogo sektora Rossii //Mezhdunarodnyj sel'skohozyajstvennyj zhurnal. – 2016. – №5. – С.4-8.]

3 Официальные данные Комитета по статистике Министерства национальной экономики Республики Казахстан за 2017-2018 г.г.: www.stat.gov.kz [Oficial'nye dannye Komiteta po

statistike Ministerstva nacional'noj ekonomiki Respubliki Kazahstan za 2017-2018 g.g.: www.stat.gov.kz]

4 Смирнова Е.А., Тарасова Е.А., Постнова М.В. Методологические аспекты измерения производительности // Экономика труда. – 2018. – Том 5. – № 4. – С.1263-1276. [Smirnova E.A., Tarasova E.A., Postnova M.V. Metodologicheskie aspekty izmereniya proizvoditel'nosti // Ekonomika truda. – 2018. – Том 5. – № 4. – С.1263-1276.]

5 Ибришев Н.Н. Ресурсы как основа эффективного функционирования аграрной отрасли // Проблемы агрорынка. – 2019. – №1. – С.40-48. [Ibrishev N.N. Resursy kak osnova effektivnogo funkcionirovaniya agrarnoj otrasli // Problemy agrorynka. – 2019. – №1. – С.40-48.]

6 Мухышбаева А. Аграрный сектор Казахстана: состояние и пути развития // Казахстан-Спектр. – 2017. – №2 (80). – С.90-104. [Muhyshbaeva A. Agrarnyj sektor Kazahstana: sostoyanie i puti razvitiya // KazahstanSpektr. – 2017. – №2 (80). – С.90-104.]

Р. Н. ЖАНГИРОВА

Қазақ ұлттық аграрлық университеті, Алматы қ., Қазақстан

ЕҢБЕК ӨНІМДІЛІГІ – ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ АГРАРЛЫҚ СЕКТОРЫ ТИІМДІЛІГІНІҢ НЕГІЗГІ ӨЛШЕМДЕРІНІҢ БІРІ

Мақалада еңбек өнімділігі мен тиімділік категориясының арасындағы байланыс қарастырылады. Ауылшаруашылық саласында еңбек өнімділігінің деңгейіне әсер ететін факторлар зерттеледі. Еңбек өнімділігі мен ауылшаруашылық өндірісінің тиімділігін арттыру мәселелері көрсетілген. Қазақстан Республикасының ауыл шаруашылығындағы еңбек өнімділігін талдау жүргізілді. Қазақстанның аграрлық секторында еңбек өнімділігін арттырудың негізгі бағыттары көрсетілген.

Түйін сөздер: еңбек өнімділігі, ауыл шаруашылығы, экономикалық тиімділік, бәсекеге қабілеттілік, инновациялық белсенділік, ресурстарды үнемдеу технологиялары.

R. N. ZHANGIROVA

Kazakh national agrarian University, Almaty, Kazakhstan

LABOR PRODUCTIVITY– ONE OF THE MAJOR EFFICIENCY CRITERIA OF THE AGRICULTURAL SECTOR OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

The article considers the relationship between the category of labor productivity and efficiency. The factors affecting the level of labor productivity in the agricultural industry are investigated. The problems of increasing labor productivity and the efficiency of agricultural production are shown. The analysis of labor productivity in agriculture of the Republic of Kazakhstan. The main directions of increasing labor productivity in the agricultural sector of Kazakhstan are presented.

Key words: labor productivity, agriculture, economic efficiency, competitiveness, innovative activity, resource-saving technologies.

А. С. ЖУПАРОВА, Д. С.*ЖАЙСАНОВА

Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан,

ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОДДЕРЖКА И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ СТИМУЛЫ РАЗВИТИЯ НАУКОЕМКИХ ПРОИЗВОДСТВ В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН

В данном исследовании рассматривается позиция Казахстана среди нефтедобывающих стран, входящих в единое экономическое пространство, а также лидирующие страны по глобальному индексу конкурентоспособности. Одним из наиболее действенных инструментов государственной поддержки и стимулирования развития наукоемких производств являются налоговые преференции и создание национальной инновационной системы. При проведении опроса готовности перехода к наукоемкой экономике, а также рассмотрении динамики по внутренним затратам на НИОКР по отраслям науки можно заметить повышенный интерес в развитии наукоемких производств со стороны государства, однако наблюдается низкая вовлеченность в инновационную деятельность со стороны отечественных компаний в виду отсутствия связи между наукой и производством.

Ключевые слова: наукоемкие производства, экономика знаний, экономические стимулы.

Введение. За годы независимости Казахстан приобрел стабильный статус страны догоняющего развития, для которой экономический рост, эффективное функционирование воспроизводственной базы, рост производительности труда и, следовательно, конкурентоспособность являются стратегически важными задачами на пути интеграции в мировую экономику. Согласно данным отчета Индекса глобальной конкурентоспособности (далее - ГИИ) за 2019 год, из 141 стран Казахстан занимает 55 место по ГИИ по таким составляющим показателям конкурентоспособности, как способность к инновациям – 95, известность научно-исследовательских учреждений – 82, расходы компании на исследования и разработки – 101, многостороннее сотрудничество – 63, разнообразие рабочей силы – 58, что показывает более худший результат по сравнению с такими нефтедобывающими странами-соседями, как Азербайджан и Россия, которые имеют более близкие позиции к лидирующим-странам как Швейцария, Сингапур и Китай.

Таблица 1 – Показатели ГИИ

Страна	Азербайджан	Казахстан	Китай	Россия	Сингапур	Швейцария
1	2	3	4	5	6	7
Индекс глобальной конкурентоспособности	58	55	28	43	1	5
Способность к инновациям	68	95	24	32	13	3
Известность научно-исследовательских учреждений	78	82	2	9	21	20

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7
Расходы компании на исследования и разработки	94	101	15	34	14	3
Многостороннее сотрудничество	23	63	30	48	11	4
Разнообразие рабочей силы	19	58	78	37	1	21
<i>Источник: Global Competitiveness Report 2019</i>						

Учитывая вышеизложенные показатели конкурентоспособности и инновационной позиции, можно отметить, что успешное формирование механизма научно-технологического развития позволяет улучшить конкурентоспособность страны, при этом роль государства в решении возникающих проблем чрезвычайно велика.

В целях формирования основы развития наукоемкой экономики в развивающихся странах в качестве стимулирования были разработаны и приняты государственные программы. Так, например, программа Института Всемирного банка (WBI) «Знания для развития» использует структуру экономики знаний, которая включает в себя сущность структур АТЭС и ОЭСР, однако отличительной чертой структуры Всемирного банка являются ее основные строительные блоки экономики знаний – столпы экономики знаний, которые взаимно поддерживают общую структуру [1]. Эта структура состоит из следующих столпов знаний:

- эффективные государственные институты и экономические стимулы, способствующие эффективному созданию, приобретению, распространению и использованию знаний; а также эффективное использование существующих и новых знаний и процветание частного сектора в целом;
- образование и обучение, которые производят продуктивную и инновационную рабочую силу и создают культуру обучения на протяжении всей жизни, которая способствует усвоению и развитию новых знаний;
- инфраструктура информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) для передачи знаний из внешних источников и эффективного распространения знаний и их использования;
- система исследований, разработок и инноваций (НИОКР и инновации), которая создает динамичное взаимодействие между местными научно-техническими институтами, консультантами, университетами и местным частным сектором, чтобы использовать их в растущем объеме глобальных знаний.

Структура экономики знаний Института Всемирного банка, по-видимому, обеспечивает основную координацию среди трех структур, рассмотренных выше. Это обусловлено тем, что он фокусируется на постепенном вводе данных в процессе наращивания ресурсов и возможностей, имеющихся в любой стране, с учетом специфики различных стран, в том числе условий их управления, обеспечивает более безопасный

путь для развития экономики знаний в развивающейся стране. Вместо того, чтобы навязывать единственную, уникальную модель для оценки и продвижения возможностей роста, данный подход направлен понять и расставить приоритеты в отношении минимальных изменений, которые могут способствовать достижению прогресса и роста. Под этим подразумевается, что развитие экономики знаний действительно является долгосрочным процессом, включающим формирование и распространение новых социально-экономических ценностей, которые осуществляют динамическое изменение посредством повышения производительности, инноваций и обучения на протяжении всей жизни.

Структура была разработана, главным образом, на основе более чем 83 индикаторов ввода-вывода[1]. При построении фундамента экономики знаний в развивающихся странах следует использовать не все 83 показателя, а те показатели, которые соответствуют их конкретным особенностям и возможностям.

Методы. В процессе исследования применялись методы изучения объекта исследования (методы анализа и синтеза, сравнение, индукции и дедукции, а также логико-экономический анализ) с целью определения барьеров, ограничивающих развитие наукоемких производств. Вместе с тем, авторами был использован опросный метод в целях оценки экономических стимулов и государственной поддержки наукоемких производств.

Результаты и обсуждение. Со стороны государства Республики Казахстан был утвержден ряд программ и приняты меры в целях реализации государственных программ. Самой первой была принята стратегия индустриально-инновационного развития Республики Казахстан на 2003-2015 годы, которая способствовала проведению активного государственного регулирования и предусматривала поддержку оптимальных механизмов возникновения, распространения и использования инноваций в экономике страны, а также их эффективной коммерциализации. В рамках стратегии индустриально - инновационного развития Республики Казахстан на 2003-2015 годы отмечалось, что для решения долгосрочных стратегических задач особое внимание необходимо уделять созданию условий для развития наукоемких и высокотехнологичных производств [2]. Кроме того, предусматривалось привлечение помощи международных организаций и стран-доноров для реализации наиболее приоритетных и эффективных проектов, направленных на создание новых технологичных и наукоемких производств, развитие инфраструктуры. Для этих целей сформировалась национальная инновационная система (далее – НИС), которая отражала интересы всех сфер общества, и придерживалась принципов открытого характера системы, активной роли государства в процессе формирования и развития НИС и партнерства государства с частным капиталом.

Необходимость формирования Национальной инновационной системы в Казахстане – это возможность преодолеть сырьевую ориентацию экономики, превратив ее в экономику знаний. Более того, национальная инновационная система (НИС) влияет на общее развитие инноваций, в особенности, это сеть учреждений в государственном и частном секторах, чья деятельность и взаимодействие иницируют, импортируют, модифицируют и распространяют новые технологии [3]. Технологическая система существенно отличается от НИС в следующих трех аспектах. Во-первых,

технологическая система делает упор на создание новых технологий, в то время как НИС фокусируется на передаче и применении технологий. Во-вторых, сила технологической системы в каждой технологической области значительно отличается на национальном уровне. В-третьих, основная классификация технологической системы ориентирована на технологии, а не на национальных границах [4].

Учитывая вышеизложенное, можно заметить, что институциональные взаимодействия, связанные с инновациями и основными производственными системами, являются основными характеристиками НИС. Основное значение НИС – национальные инновационные усилия, которые вкладываются каждым подразделением, что трансформируется в экономическое развитие и рост производительности, что в конечном итоге приводит к национальной конкурентоспособности.

Одним из эффективных механизмов реализации стратегии, стимулирования инвестиций в несырьевые и сервисные секторы экономики стали инвестиционные налоговые преференции.

По налоговому стимулированию наукоемких производств можно выделить следующие меры, которые, согласно Налоговому Кодексу, предусматривают включение статей о вычете по расходам на научно-исследовательские, научно-технические работы и приобретение исключительных прав на объекты интеллектуальной собственности, по вычетам расходов недропользователя по финансированию научно-исследовательских, научно-технических работ и (или) опытно-конструкторских работ, а также по перечислению денег в автономный кластерный фонд, уменьшение налогооблагаемого дохода, налогообложение организаций, осуществляющих деятельность в социальной сфере, обороты по реализации товаров, работ, услуг, освобожденные от налога на добавленную стоимость [5].

С 2010 г. руководство Казахстана активизировало политику диверсификации экономики. Начала действовать пятилетняя государственная «Программа форсированного индустриально-инновационного развития», нацеленная на значительное ускорение развития обрабатывающей промышленности и полуторакратное увеличение в ней производительности труда.

Основной задачей программы в период с 2010 по 2014 годы была реализация первого этапа создания полноценной космической отрасли как наукоемкого и высокотехнологичного сектора экономики, способствующего ускорению индустриально-инновационного развития республики, укреплению национальной безопасности и обороны, развитию науки и высоких технологий [6].

Государственная программа индустриально-инновационного развития Республики Казахстан на 2015-2019 годы стала продолжением государственной программы по форсированному индустриально-инновационному развитию Республики Казахстан на 2010-2014 годы, которая является частью промышленной политики Казахстана и сфокусирована на развитии обрабатывающей промышленности с концентрацией усилий и ресурсов на ограниченном числе секторов, региональной специализации с применением кластерного подхода и эффективным отраслевым регулированием.

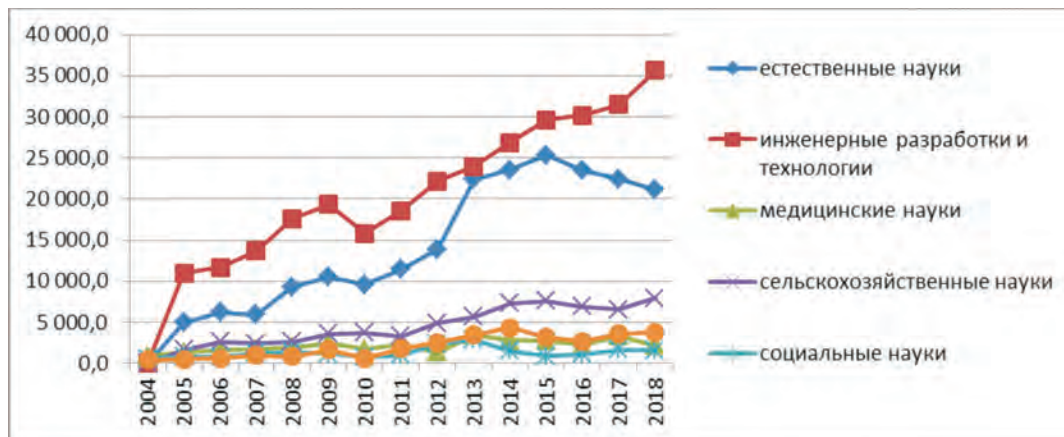
Одной из главных задач программы стало стимулирование развития инновационных и наукоемких производств, при этом инновационная деятельность способствовала развитию всех отраслей и секторов обрабатывающей промышленности. Целью

программы было сокращение разрыва уровня технологичности и наукоемкости приоритетных отраслей промышленности Казахстана и отраслей стран ОЭСР с выполнением задач по стимулированию трансферта технологий и локализации высокотехнологичных производств в приоритетных секторах, стимулирование повышения спроса на инновации, а также повышение технологических и управленческих компетенций [7].

При этом были созданы инновационные кластеры, которые способствовали формированию новых конкурентных преимуществ страны на мировом рынке (кластер знаний, мировой технологический аутсорсинг) на основе создания ранее не существовавших в стране наукоемких производств и секторов экономики, новых технологических компетенций, обеспечения инновационного прорыва.

В настоящее время действует государственная программа индустриально-инновационного развития Республики Казахстан на 2020 – 2025 годы, которая является логическим продолжением долгосрочного курса по диверсификации экономики в целях создания конкурентоспособной обрабатывающей промышленности в условиях обострения геополитической ситуации и глобальных торговых войн, что требует проведение последовательной и взвешенной государственной политики с учетом соблюдения баланса интересов бизнеса и государства и улучшения социально-экономического развития страны [8].

Согласно данным Комитета статистики Министерства национальной экономики РК, наблюдается следующая динамика по внутренним затратам на НИОКР по отраслям науки:

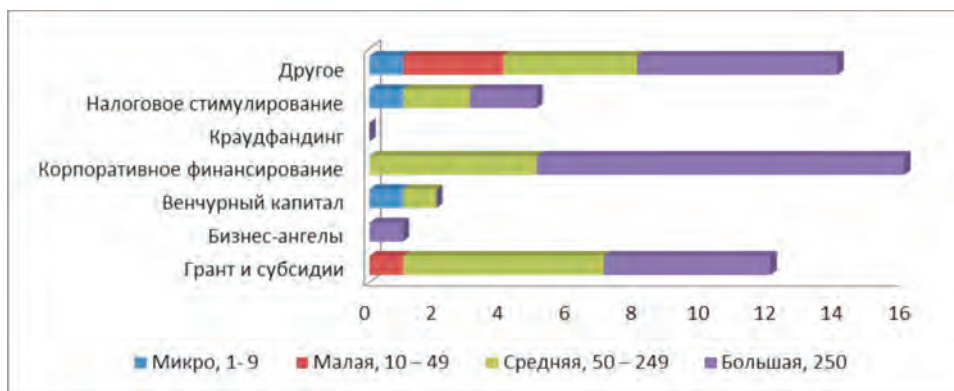


Источник: www.stat.gov.kz

Рисунок 1 – Динамика по внутренним затратам на НИОКР по отраслям науки в период с 2004 по 2018 годы

В процессе изучения опыта зарубежных стран можно привести пример исследования ученых Китая, которые рассматривали эффективность инноваций в период переходной экономики, а также государственных грантов, частного финансирования НИОКР. Зарубежные ученые исследовали взаимосвязь государственных грантов, частного финансирования НИОКР и эффективности инноваций индустрии высоких технологий в Китае, в результате чего выяснили, что государственные субсидии не вытесняют частное финансирование, но стимулируют частные расходы на НИОКР

[9]. Частное финансирование НИОКР положительно повлияло на инновации в китайской индустрии высоких технологий, но потенциал эффективности широкого использования остался низким. Вместе с тем, государственные гранты негативно влияют на инновации крупных фирм в китайской индустрии высоких технологий. Кроме того, они обнаружили, что человеческий капитал может способствовать улучшению инновационных показателей высокотехнологичных фирм, за исключением средних.



Источник: [10]

Рисунок 2 – Основные методы финансирования НИОКР

С учетом зарубежного опыта авторами был произведен опрос по анализу готовности перехода к наукоёмкой экономике [10] среди отечественных компаний как частных, так и с государственным участием. По основным методам финансирования НИОКР наблюдается преобладание корпоративного финансирования среди респондентов в размере 39%, 34% – другое (собственные средства и не финансируется), 29% гранты и субсидии, 12% – налоговое стимулирование и остальные – менее 5% соответственно (рис. 2).

По изменению инвестиции в инновации в последние 3 года 59% респондентов не внесло изменений, 39% увеличило и 2% значительно увеличило (рис. 3).

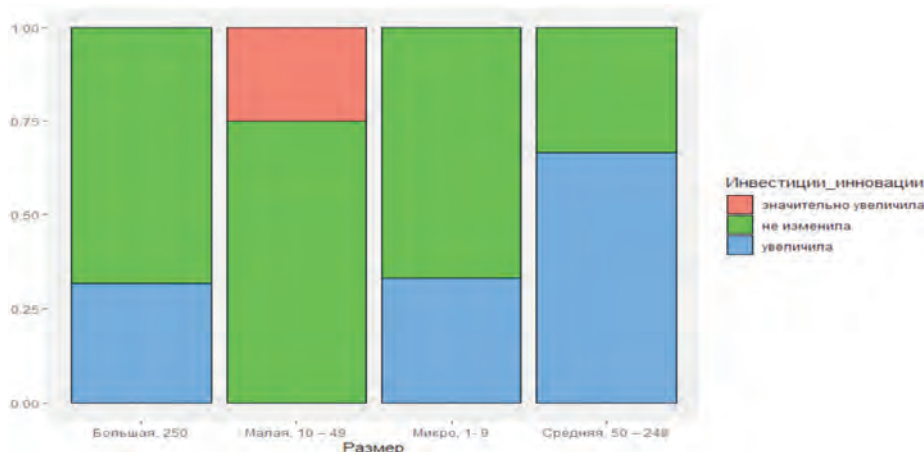


Рисунок 3 – Инвестиции в инновации за последние 3 года

Заключение. Таким образом, в результате опроса можно отметить повышение заинтересованности со стороны государства в развитии наукоемких производств, что также привело к положительному влиянию государственного участия в поддержке инновационной деятельности. Между тем, учитывая показатели по расходам на исследования НИОКР, сотрудничество университетов и промышленности в сфере НИОКР, а также по наличию ученых и инженеров, входящих в индекс глобальной конкурентоспособности, можно отметить, что готовность к наукоемкой экономике находится на начальном этапе развития в связи с отсутствием связи между наукой и производством, а также низкой вовлеченности в инновационную деятельность со стороны отечественных компаний ввиду не достаточной вовлеченности в реализации государственных программ по инновационному развитию, способствующих развитию наукоемких производств в стране.

ЛИТЕРАТУРА

1 World Bank, Washington DC., Chen, D.H.C. and Gawande, K. (2007), 'Underlying Dimensions of Knowledge Assessment: Factor Analysis of the Knowledge Assessment Methodology Data', World Bank, Washington DC;

2 Стратегия 2003-2015 Стратегия индустриально-инновационного развития Республики Казахстан на 2003-2015 годы, утв. Указом Президента Республики Казахстан от 17 мая 2003 года, N 1096; [Strategiya 2003-2015 Strategiya industrial'no-innovacionnogo razvitiya Respubliki Kazahstan na 2003-2015 gody, utv. Ukazom Prezidenta Respubliki Kazahstan ot 17 maya 2003 goda, N 1096;]

3 Freeman C., The 'National System of Innovation' in historical perspective, Camb. J. Econ. 19 (1995) 5–24 (Scopus);

4 Wen-Min Lu, Qian Long Kweh, Chia-Liang Huang, "Intellectual capital and national innovation systems performance", Knowledge-Based Systems, 71, 2014. – P. 201-210 (Scopus);

5 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 19.04.2019 г.) [Kodeks Respubliki Kazahstan ot 25 dekabrya 2017 goda №120-VI "O nalogah i drugih obyazatel'nyh platezhah v byudzheth" (Nalogovyy kodeks) (s izmeneniyami i dopolneniyami po sostoyaniyu na 19.04.2019 g.)]

6 Государственная программа по форсированному индустриально-инновационному развитию Республики Казахстан на 2010-2014 годы, утвержденная Указом Президента Республики Казахстан от 19 марта 2010 года, № 958; [Gosudarstvennaya programma po forsirovannomu industrial'no-innovacionnomu razvitiyu Respubliki Kazahstan na 2010-2014 gody, utverzhdennaya Ukazom Prezidenta Respubliki Kazahstan ot 19 marta 2010 goda, № 958;]

7 Государственная программа индустриально-инновационного развития Республики Казахстан на 2015-2019 годы, утвержденная Указом Президента Республики Казахстан от 1 августа 2014 года, № 874; [Gosudarstvennaya programma industrial'no-innovacionnogo razvitiya Respubliki Kazahstan na 2015-2019 gody, utverzhdennaya Ukazom Prezidenta Respubliki Kazahstan ot 1 avgusta 2014 goda, № 874;]

8 Государственная программа индустриально-инновационного развития Республики Казахстан на 2020-2025 годы, утвержденная Постановлением Правительства Республики Казахстан от 31 декабря 2019 года, № 1050; [Gosudarstvennaya programma industrial'no-innovacionnogo razvitiya Respubliki Kazahstan na 2020-2025 gody, utverzhdennaya Postanovleniem Pravitel'stva Respubliki Kazahstan ot 31 dekabrya 2019 goda, № 1050;]

9 Jin Hong, Song Hong, Liangbing Wang, Yi Xu and Dingtao Zhao, Government grants, private R&D funding and innovation efficiency in transition economy, *Technology Analysis & Strategic Management*, 2015. – V. 27. – № 9. – P. 1068–1096.

10 Результаты опроса: Формирование эффективных моделей финансирования наукоемких производств в Республике Казахстан: отчет НИР (промежуточный) КазНУ имени аль-Фараби : рук. Жупарова А.С. – Алматы, 2018. – №AP05131314-OT-18; [Rezult'aty oprosa: Formirovanie effektivnykh modelej finansirovaniya naukoemkikh proizvodstv v Respublike Kazahstan: otchet NIR (promezhutochnyj) KazNU imeni al'-Farabi : ruk. Zhuparova A.S. – Almaty, 2018. – №AP05131314-OT-18]

А. С. ЖУПАРОВА, Д. С. ЖАЙСАНОВА

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНДАҒЫ ҒЫЛЫМИ ӨНІМДІ ДАМУДЫ МЕМЛЕКЕТТІК ҚОЛДАУ ЖӘНЕ ЭКОНОМИКАЛЫҚ ҒЫНТАЛАНДЫРУ

Бұл зерттеу Қазақстанның біртұтас экономикалық кеңістіктегі мұнай өндіруші елдердің, сондай-ақ жаһандық бәсекеге қабілеттілік индексындағы жетекші елдердің позициясын қарастырады. Ғылымды қажет ететін өндірістерді дамытуды мемлекеттік қолдау мен ғынталандырудың тиімді құралдарының бірі – салықтық преференциялар, ұлттық инновациялық жүйені құру болып саналады. Білімге негізделген экономикаға өтуге дайындық мәселесін зерттеу кезінде, сондай-ақ отандық ҒЗТҚЖ шығындарының ғылым салалары бойынша қарқындылығын ескере отырып, ғылымды қажет ететін салаларды дамытуға деген қызығушылықтың арта түскенін байқауға болады, бірақ ғылым мен өндіріс арасындағы байланыс болмағандықтан отандық компаниялардың инновациялық қызметте үлесі шағын.

Түйін сөздер: ғылымды қажет ететін өндірістер, білімге негізделген экономика, экономикалық ғынталандыру.

A. S. Zhuparova, D. S. Zhaisanova

al -Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

STATE SUPPORT AND ECONOMIC INCENTIVES FOR THE DEVELOPMENT OF SCIENTIFIC PRODUCTION IN THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

This study examines the position of Kazakhstan among oil-producing countries within a single economic space, as well as leading countries in the global competitiveness index. One of the incentives of the development of knowledge-intensive productions was creating the national innovation system and tax preferences. According to the official data of initial R&D expenditures by branches of science and the results of survey about readiness for the transition to the knowledge-based economy it could be noticed an increased interest in the development of knowledge-intensive industries, however, there is a low involvement in innovative activities from domestic companies due to the lack of interaction between science and industry.

Key words: knowledge-intensive productions, knowledge economy, economic incentives.

МРНТИ: 65.55.39

УДК 664.41

<https://doi.org/10.47533/2020.1606-146X.23>

Т. У. ИСКАКОВ¹, А. У. ИСАЕВА², Г. Н. ДОСЫБАЕВА³, К. К. НУРАШЕВА⁴

¹ Университет дружбы народов имени академика А.Куатбекова

² Шымкентский университет

³ Южно-Казахстанская медицинская академия

⁴ Южно-Казахстанский государственный университет им.М.Ауэзова

ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ ПРОДУКЦИИ КАЗАХСТАНСКОЙ КОМПАНИИ АО «АРАЛТУЗ»

Цель исследования – изучить факторы конкурентоспособности продукции АО «Аралтуз». Изучены сильные и слабые стороны компании, соблюдение технических условий. Взяты многочисленные пробы на химический анализ сухого вещества, содержание тяжелых металлов. В результате сравнения поваренной соли на рынке Казахстана сделан вывод, что по органолептическим, вкусовым и другим показателям лучше продукция АО «Аралтуз».

Ключевые слова: конкурентоспособность; АО «Аралтуз»; химический анализ; органолептические показатели.

Введение. Развитие и укрепление контроля за качеством и безопасностью продуктов питания является одним из приоритетных направлений современной науки о питании. Проблема обеспечения безопасности пищи является важнейшим государственным и научным приоритетом, направленным на сохранение и улучшение здоровья населения, производство высококачественных и безопасных продуктов [1]. Производство отечественных продуктов питания и обеспечение ими населения Республики Казахстан приобретает в последнее время особо важное значение. Вместе с тем, стоят новые задачи, требующие развития и совершенствования государственных систем стандартизации и сертификации отечественных товаров, повышается роль государственного надзора и контроля за соблюдением обязательных требований нормативных документов по стандартизации, правил сертификации продукции.

На территории Республики действует Закон РК «О безопасности пищевой продукции», который устанавливает правовые основы обеспечения безопасности пищевой продукции для защиты и здоровья человека, законных интересов потребителей и охраны окружающей среды на территории Республики Казахстан [2]. Согласно пункта 26 статьи 1 данного Закона, соль пищевая относится к пищевым добавкам. Пищевые добавки – натуральные и искусственные вещества и их соединения, специально вводимые в пищевые продукты в целях придания им заданных свойств, не влияющие на их биологическую и энергетическую ценность и не употребляемые сами по себе в качестве пищевых продуктов.

По п.48, ст. 1 экологически чистая пищевая продукция - пищевая продукция, изготовленная в соответствии со стандартами на производство (изготовление) экологически чистой пищевой продукции; по п.49, ст.2 знак экологически чистой пищевой продукции - зарегистрированный знак, который подтверждает соответствие маркированной пищевой продукции стандартам экологически чистой пищевой продукции; по

п.4, ст. 16 Оценка экологических аспектов, связанных с производством (изготовлением) пищевой продукции, проводится в соответствии с экологическим законодательством Республики Казахстан.

Кроме того, в статье 26. Специальные требования к экологически чистой пищевой продукции описано, что: 1. Производство (изготовление), маркировка экологически чистой пищевой продукции осуществляются в соответствии с требованиями нормативных документов по стандартизации на производство (изготовление) экологически чистой пищевой продукции. 2. Экологически чистая пищевая продукция маркируется знаком экологически чистой пищевой продукции только при соблюдении требований, установленных пунктом 1 указанной статьи. Необходимо отметить слабые и сильные стороны производства пищевой соли в соответствии данными требованиями (таблица 1).

Таблица 1 – Аргументация производства соли согласно требованиям статьи 26

Сильные стороны:	Слабые стороны:
1. Подтверждение соответствия на уровне мировых стандартов.	1. Возможное увеличение стоимости по сравнению с «грязными» товарами.
2. Исключительная новая специфика подтверждения соответствия.	2. Периодический контроль для подтверждения соответствия.
3. Употребление в производстве экологически чистых продуктов и промышленных товаров «суперкачества».	3. Расходы на новую упаковку со знаком «ЭКО».
4. Использование экологической маркировки, принятой в мировом сообществе.	4. Моральная тяжесть постоянно соответствовать высоким критериям.
5. Включение в реестр – это залог здоровья, молодости и здорового поколения.	5. Участие в мероприятиях, акциях, посвященных «Экологически чистой продукции»

Согласно стандарту ISO 14020, экологическая маркировка подразделяется на три типа [3].

1. Экологическая маркировка I типа – это присваивание соответствующего знака по результатам сертификации продукции третьей стороной – юридическим или физическим лицом, аккредитованным в национальной системе сертификации.

2. Экологическая маркировка II типа – это самодекларируемые экологические заявления – (по ГОСТ Р ИСО 14021-2000). Это заявления, которые могут быть сделаны самими изготовителями продукции, импортерами, дистрибьюторами, розничными торговцами или кем-нибудь еще, кто может получить выгоду от таких заявлений, без согласования с третьими сторонами.

3. Экологическая маркировка III типа применяется для избежания трудностей, возникающих при сертификации по типу I. Оно проводится третьей стороной по ряду показателей, устанавливаемым для конкретного вида продукции. Данный вид маркирования не использует специальных знаков, но на этикетке может быть указана организация, которая проводила сертификацию.

Целью данного исследования является изучение факторов, влияющих на конкурентоспособность продукции казахстанской компании АО «Аралтуз» и соответствие выпускаемой продукции требованиям экологической маркировки.

Объекты и методы исследований. Для анализа качества пищевой соли были отобраны пробы производителей поваренной соли следующих фирм:

1. АО «Аралтуз». Соль поваренная пищевая самосадочная йодированная, помол №1. Место отбора: Рынок «Алтын Орда», склад № 14.

2. ТОО Соляная компания «Асыл-тұз». Соль поваренная пищевая самосадочная йодированная, помол №1. Место отбора: Рынок «Алтын Орда»

3. ИП «Жусамбаев М.» Соль пищевая йодированная «Айдар Тұз». Место отбора: Рынок «Барыс», первый ряд, контейнер 8.

4. ТОО «Азия Тұз». Соль поваренная пищевая самосадочная йодированная, помол №1. Место отбора: Рынок «Барыс» первый ряд, контейнер 21 «А».

5. ТОО «Алтын Орда». Соль пищевая йодированная «Хан Тұз». Место отбора: Магазин «Интерфуд».

6. AG «EdekaZentrale». Соль йодированная с добавлением фтора «JOD SALZ». Место отбора: Магазин «Интерфуд».

7. ОАО «Мозырь соль». Соль поваренная пищевая морская йодированная. Место отбора: Рынок «Барыс», 1 ряд, контейнер 21 «А».

8. ООО «Руссоль». «Илецкая йодированная». Соль поваренная пищевая йодированная, помол №1. Место отбора: Магазин «Small».

Анализы выполнены в аккредитованной испытательной лаборатории ТОО «НУ-ТРИТЕСТ». Испытания проводились в соответствии с СТ ГОСТ Р 51574-2003, п.п.4.2.2, 4.2.4. Условия проведения испытаний: температура – 21-23оС; влажность – 68-74%.

При анализе двух стандартов выявлено, что при определении основных физико-химических показателей в ГОСТ 51574-2018, помимо методов испытаний, контролируемых ГОСТ 13685-84, используют дополнительно: ГОСТ 33770-2016 Соль пищевая. Отбор проб. Определение органолептических показателей, ГОСТ Р 54345-2011 Соль поваренная пищевая. Определение массовой доли нерастворимого в воде остатка, ГОСТ Р 54352-2011 Соль поваренная пищевая. Определение массовой доли магний-иона и кальций-иона комплексометрическим методом, ГОСТ Р 54353-2011 Соль поваренная пищевая. Определение массовой доли сульфат-иона гравиметрическим методом, ГОСТ Р 54729-2011 Соль поваренная пищевая. Определение массовой доли влаги термогравиметрическим методом, ГОСТ Р 54730-2011 Соль поваренная пищевая. Определение массовой доли калий-иона пламенно-фотометрическим методом.

С введением в Российской Федерации нового ГОСТ 51574-2018 от 01.09.2018 года изменен метод йодирования [4]. Раньше можно было применять два вещества: йодат калия и йодид калия. Учеными было установлено, что йодид слишком летуч – йод пропадает буквально за несколько месяцев. Йодат сохраняется полтора года при официальном сроке хранения соли 12 месяцев.

Согласно действующего СТ РК ГОСТ Р 51574-2003 определение токсичных элементов в пищевой соли проводят строгом в соответствии со следующими нормативными документами и установленными в них методиками выполнения анализа [5]:

ГОСТ 26927-86 Сырье и продукты пищевые. Методы определения ртути.

ГОСТ 26930-86 Сырье и продукты пищевые. Методы определения мышьяка.

ГОСТ 26931-86 Сырье и продукты пищевые. Методы определения меди.

ГОСТ 26932-86 Сырье и продукты пищевые. Методы определения свинца.

ГОСТ 26933-86 Сырье и продукты пищевые. Методы определения кадмия.

ГОСТ 26934-86 Сырье и продукты пищевые. Методы определения цинка.

ГОСТ 30178-96 Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов.

Содержание токсичных элементов и радионуклидов в пищевой поваренной соли не должно превышать установленные допустимые уровни. Для СТ РК ГОСТ Р 51574-2003 данные уровни регламентируются СанПин 2.3.2.560-96 (4.01.047-97) Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов [6], для ГОСТ 51574-2018 данные уровни регламентируются ТР ТС 021/2011 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» [7].

Основные оценочные показатели на пищевую соль на рынке РК контролируют в соответствии с нормативным документом (НД) СТ ГОСТ Р 51574-2003, п.п.4.2.2, 4.2.4.

Результаты исследований и их анализ.

Анализ производства пищевой соли АО «Аралтуз». АО «Аралтуз» является одним из крупнейших предприятий в СНГ, добывающих и производящих соль. Первые соляные разработки на озерах начались в 1913 году, в 1925 году в «Соль-артели» они достигли промышленных масштабов. Позднее артель была преобразована в комбинат «Аралсоль», а в 1994 году – в АО «Аралтуз». Компания неоднократно улучшала техническое оснащение производства [8]. АО «Аралтуз» производит широкий ассортимент продукции: соль поваренная пищевая, в мягкой и твердой упаковке, разной степени помола, соль кормовая брикетированная, так называемый, лизуец, без которого не обходятся в животноводстве, соль таблетированная, а также соль поваренная для технических нужд. В 2002 году без остановки производства на предприятии АО «Аралтуз» успешно была внедрена технология по вторичному обогащению соли. Готовая соль на транспортере подается в автомат, который фасует ее в тару. В 2017 году завершился крупный модернизационный проект, который стал возможен после того, как в 2012 году предприятие вошло в число проектов государственной программы индустриально-инновационного развития. Инвестиционный проект позволил увеличить производственные мощности до 300 тыс. тонн в течение 5 лет (с 2012 по 2017 гг.). В 2013 и 2016 годах была произведена реконструкция компании. Проект и оборудование изготовила ведущая в солеперерабатывающей отрасли испанская компания SERRA Salt Machinery [8]. В настоящее время АО «Аралтуз» перерабатывает более 450 тыс. тонн продукции и поставляет ее в страны Таможенного союза. Компания также намерена выйти на рынки Китая, Кореи и ОАЭ.

Требования к пищевой соли. Согласно данным Национального центра по аккредитации на территории Республики Казахстан действует СТ РК ГОСТ Р 51574-2003 Соль поваренная пищевая. Технические условия. Область применения настоящего стандарта распространяется на пищевую поваренную соль, изготовленную не только для внутреннего рынка, но и экспорта. Пищевая поваренная соль должна отвечать следующим требованиям [5]:

1. Органолептические показатели (таблица 2).

Таблица 2 – Органолептические показатели соли

Наименование показателя	Характеристика первого сорта
Внешний вид	Кристаллический сыпучий продукт. Не допускается наличие посторонних механических примесей, не связанных с происхождением и способом производства соли
Вкус	Соленый, без постороннего привкуса
Цвет	Белый или серый с оттенками в зависимости от происхождения и способа производства соли
Запах	Без посторонних запахов
<i>Примечания:</i>	
1 В соли первого сорта допускается наличие темных частиц в пределах содержания нерастворимого в воде остатка и оксида железа.	
2 При введении в пищевую соль йодирующей добавки допускается слабый запах йода	

2. Физико-химические показатели соли без добавок должны соответствовать нормам, указанным в таблице 3.

Таблица 3 – Сравнительная характеристика СТ РК ГОСТ Р 51574-2003 и ГОСТ 51574-2018

Показатель	СТ РК ГОСТ Р 51574-2003	ГОСТ 51574-2018	Примечание
	Значение	Значение	НД по анализам
1. Массовая доля хлористого натрия, %, не менее	97,5	97,7	ГОСТ 13685-84
2. Массовая доля кальций-иона, %, не более	0,55	0,50	ГОСТ 13685-84
3. Массовая доля магний-иона, %, не более	0,10*	0,10	ГОСТ 13685-84
4. Массовая доля сульфат-иона, %, не более	1,20	1,20	ГОСТ 13685-84
5. Массовая доля калий-иона, %, не более	0,20**	0,10***	ГОСТ 13685-84
6. Массовая доля оксида железа (III), %, не более	0,040	0,010	ГОСТ 13685-84
7. Массовая доля сульфата натрия, %, не более	Не нормируется	Не нормируется	ГОСТ 13685-84
8. Массовая доля не растворимого в воде остатка, %, не более	0,45	0,45	ГОСТ 13685-84
9. Массовая доля влаги, %, не более, для соли: самосадочной и садочной	4,00	4,00	ГОСТ 13685-84
10. pH раствора	Не нормируется	Не нормируется	
<i>Примечание:</i> * Допускается массовая доля магний-иона в первом сорте поваренной соли ОАО «Аралтуз» не более 0,2 %			
** В пищевой поваренной соли калийных комбинатов допускается массовая доля калий-иона не более 0,42 %			
*** В пищевой соли калийных комбинатов допускается массовая доля калий-иона не более 0,42%			

Сравнительная характеристика нормативных документов представлена в таблице 4.

Таблица 4 – Сравнительные данные СанПиН 2.3.2.560-96 (4.01.047-97) и ТР ТС 021/2011

Токсичные элементы	СанПиН 2.3.2.560-96 (4.01.047-97)	ТР ТС 021/2011
	Значение	Значение
Свинец, мг/кг, не более	2,0	2,0
Мышьяк, мг/кг, не более	1,0	1,0
Кадмий, мг/кг, не более	0,1	0,1
Ртуть, мг/кг, не более	0,1	0,1
Цинк, мг/кг, не более	10,0	Данные отсутствуют
Медь, мг/кг, не более	3,0	Данные отсутствуют
Йод, мг/г	0,04*	0,04*

Примечание: соль йодированная; при определении допустимый уровень 0,04±0,015

СанПиН 2.3.2.560-96 (4.01.047-97) регламентируется содержание радионуклидов в соли поваренной и лечебно-профилактической, Бк/кг: цезий-137 – 300; стронций-90 – 100.

Выборочный анализ пищевой соли АО «Аралтуз» был проведен на основе продукции непосредственно в цехе 4 компании АО «Аралтуз». В таблицах 5 и 6 представлен химический анализ сухого вещества и солевой состав поваренной соли различных анализов.

Таблица 5 – Химический анализ сухого вещества

Компоненты	№ анализа и дата отбора проб	Химический состав, %	№ анализа и дата отбора проб	Химический состав, %	ГОСТ 51574-2003
Mg	№ 69, 23.07.18	0,177	№ 75, 13.08.18	0,171	0,2
Ca	№ 69, 23.07.18	0,342	№ 75, 13.08.18	0,423	0,55
SO ₄	№ 69, 23.07.18	0,896	№ 75, 13.08.18	1,197	1,20
Cl	№ 69, 23.07.18	59,671	№ 75, 13.08.18	59,711	
Na	№ 69, 23.07.18	38,413	№ 75, 13.08.18	38,602	
CaSO ₄	№ 69, 23.07.18	1,162	№ 75, 13.08.18	1,437	
MgSO ₄	№ 69, 23.07.18	0,096	№ 75, 13.08.18	0,230	
MgCl ₂	№ 69, 23.07.18	0,618	№ 75, 13.08.18	0,488	
NaCl	№ 69, 23.07.18	97,625	№ 75, 13.08.18	97,849	97,50
Влага	№ 69, 23.07.18	0,551	№ 75, 13.08.18	0,979	4,00

Таблица 6 – Солевой состав поваренной соли

Компоненты	№ анализа и дата отбора проб	Химический состав, %	№ анализа и дата отбора проб	Химический состав, %
NaCl	№ 69, 23.07.18	97,625	№ 75, 13.08.18	97,849
CaSO ₄	№ 69, 23.07.18	1,162	№ 75, 13.08.18	1,437
MgSO ₄	№ 69, 23.07.18	0,096	№ 75, 13.08.18	0,230
MgCl ₂	№ 69, 23.07.18	0,618	№ 75, 13.08.18	0,488

Анализ наиболее распространенной пищевой соли на рынке Казахстана. Одним из основных показателей продукции являются его физико-химические показатели [9], поэтому в таблице 7 приведены сравнительные характеристики солей различных производителей.

Анализ проб пищевой соли всех восьми производителей по влаге, доле нерастворимого в воде остатка и доле хлористого натрия соответствуют требованиям СТ ГОСТ Р 51574-2003.

Таблица 8 – Анализ проб пищевой соли различных производителей на рынке Казахстана

№	Производители пищевой соли	Физико-химические: влага, % не более	Массовая доля нерастворимого в воде остатка, %, не более	Минеральные вещества: йод, мкг/г
1.	АО «Аралтуз»	0,45	0,17	47,6
2.	ТОО Соляная компания «Асылтұз»	0,11	0,13	Не обнаружено
3.	ИП «Жусамбаев М.»	0,20	0,14	Не обнаружено
4.	ТОО «Азия Тұз»	0,26	0,19	Не обнаружено
5.	ТОО «Алтын Орда»	0,38	0,15	15,8
6.	AG «EdekaZentrale»	0,017	-	28,5
7.	ОАО «Мозырь Соль»	0,052	-	38
8.	ООО «Руссоль»	0,04	0,11	62,4
9.	Допустимые нормы по НД	4,0	0,45	40±15
10.	Обозначение НД на методы испытаний	ГОСТ 13685-84	ГОСТ 13685-84	СТ РК ГОСТ Р 51575-2003

Однако по содержанию йода не все пробы, рассмотренных производителей пищевой соли соответствуют требованиям. Из рассмотренных проб пищевых солей, присутствующих на рынке Казахстана, требованиям СТ ГОСТ Р 51574-2003 соответствуют пищевые соли только трех фирм: АО «Аралтуз», ОАО «Мозырь Соль» и AG «Edeka-Zentrale». В пробах солей производителей ТОО «Асыл-тұз», ИП «Жусамбаев М.», ТОО «Азия Тұз» йода не обнаружено, хотя данные соли заявлены как йодированные.

В соли ТОО «Алтын Орда» наблюдается недостаток йода 10 мкг/г или недостает 40% к нижнему пределу. В соли ООО «Руссоль» содержание йода превышает на 7,4 мкг/г по верхнему пределу, что соответствует превышению на 13,4% по верхнему пределу. Таким образом, требованиям СТ ГОСТ Р 51574-2003 соответствуют соли трех фирм АО «Аралтуз», ОАО «Мозырь Соль» и АГ «EdekaZentrale». Из них только АО «Аралтуз» является отечественным производителем, соль фирмы «Мозырь Соль» поступает из Гомельской области Республики Беларусь, соль фирмы АГ «EdekaZentrale» импортируют из Германии.

Для получения экологически чистой продукции необходимо жестко соблюдать содержание токсичных элементов в пищевой поваренной соли, которые не должны превышать предельно допустимые концентрации [9]. Исследования показали, что соль АО «Аралтуз» соответствует требованиям СанПин 2.3.2.560-96 (4.01.047-97).

Требования к качеству пищевой поваренной соли для экспорта, ее маркировке, упаковке и транспортированию могут быть изменены в соответствии с требованиями, предусмотренными контрактом с иностранными партнерами.

Экологическая сертификация направлена на стимулирование производителей к внедрению современных технологических процессов и выпуск таких товаров, которые будут минимально загрязнять окружающую среду. Принципы международной экологической сертификации были разработаны Техническим комитетом ТС 207 «Управление окружающей средой» ISO и закреплены в Международном стандарте ISO 14020 [3]. Целью производителя является присуждение своей продукции какого-либо экологического знака. Экологический знак присваивается продукции, которая обладает определенными экологическими преимуществами перед аналогами в пределах группы однородной продукции. Такая маркировка является добровольной и может иметь национальный, региональный или международный масштаб.

На данном этапе сертификации продукции нами предлагалась применить экологическую маркировку II типа. Минимальная информация, которую необходимо документировать должна включать в себя:

- описание используемого стандарта или метода проверки;
- документальные данные, если заявление нельзя проверить испытанием конечной продукции;
- четко сформулированное описание используемого метода, результаты испытаний продукции и любые сделанные допущения, если экологическое заявление включает сравнение с другой продукцией.
- свидетельство того, что оценка заявления, проведенная самим заявителем, гарантирует сохранение точности экологического заявления на период нахождения продукции на рынке и на некоторый период сверх того с учетом срока службы продукции.

По результатам обследования и критериальной оценки продукция АО «Аралтуз» сертифицирована как экологически чистой продукции с получением маркировки «ЭКО» (рисунок 1).

Заключение. На основании проведенного анализа установлено, что технологическая схема переработки поваренной соли на АО «Аралтуз»; состав оборудования технологической линии; характеристика исходного сырья; нормы технологического режима; химический состав слабоминерализованной воды; химический состав отработанного воздуха; средний химический состав рапы озера Жаксыккылыш; средний химический состав оборотного рассола; контроль процессов производства, в том числе хра-

нение, отвечают всем экологическим требованиям и соответствуют МС ИСО 9001, МС ИСО 22000, а сама продукция АО «Аралтуз» критериально оценена как экологически чистая с получением маркировки «ЭКО». На сегодняшний день АО «Аралтуз» является несомненным лидером в обеспечении населения Казахстана экологически чистой и безопасной продукцией, а нарастающие темпы экспорта производимой продукции подтверждает высокую конкурентоспособность отечественного продукта.



Рисунок 1 – Сертификат экологически чистой продукции АО «Аралтуз»

ЛИТЕРАТУРА

1 Джакупова И.Б., Сейлхан А.С. Экологическая безопасность продуктов питания // Вестник КазНПУ. – Алматы. – 2012. [Dzhakupova I.B., Sejlhan A.S. Ekologicheskaya bezopasnost' produktov pitaniya // Vestnik KazNPU. – Almaty. – 2012.]

2 Закон Республики Казахстан от 21 июля 2007 года № 301-III ЗРК «О безопасности пищевой продукции». [Zakon Respubliki Kazahstan ot 21 iyulya 2007 goda № 301-III ZRK «O bezopasnosti pishchevoj produkcii».]

3 ISO 14000 series of environmental standards. The International Standards Organization. https://www.iisd.org/business/markets/eco_label_iso14020.aspx [ISO 14000 series of environmental standards. The International Standards Organization. https://www.iisd.org/business/markets/eco_label_iso14020.aspx]

4 Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 51574-2018 «Соль пищевая. Общие технические условия» введен в действие 1 сентября 2018 г. <https://internet-law.ru/gosts/gost/69252/> [Nacional'nyj standart Rossijskoj Federacii GOST R 51574-2018 «Sol' pishchevaya. Obshchie tekhnicheskie usloviya» vveden v dejstvie 1 sentyabrya 2018 g. <https://internet-law.ru/gosts/gost/69252/>]

5 СТ РК ГОСТ Р 51574-2003 Соль поваренная пищевая. Технические условия. [ST RK GOST R 51574-2003 Sol' povarennaya pishchevaya. Tekhnicheskie usloviya.]

6 СанПин 2.3.2.560-96 (4.01.047-97) Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов. [SanPin 2.3.2.560-96 (4.01.047-97) Gigienicheskie trebovaniya k kachestvu i bezopasnosti prodovol'stvennogo syr'ya i pishchevyh produktov.]

7 ТР ТС 021/2011 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции». [TR TS 021/2011 Tekhnicheskij reglament Tamozhennogo soyuza «O bezopasnosti pishchevoj produkcii».]

8 Электронный ресурс: www.araltuz.kz [Elektronnyj resurs: www.araltuz.kz]

9 Позин М.Е. Технология минеральных солей. – Т. 1, стр. 60-97. [Pozin M.E. Tekhnologiya mineral'nyh solej. – Т. 1, str. 60-97.]

Т. У. ИСКАКОВ¹, А. У. ИСАЕВА², Г. Н. ДОСЫБАЕВА³, К. К. НҰРАШЕВА⁴

¹Академик А. Қуатбеков атындағы Халықтар достығы университеті

²Шымкент университеті

³Оңтүстік-Қазақстан медицина академиясы

⁴М. Әуезов ат-ғы Оңтүстік-Қазақстан мемлекеттік университеті

«АРАЛТҰЗ» АҚ ҚАЗАҚСТАН КОМПАНИЯСЫ ӨНІМДЕРІНІҢ БӘСЕКЕГЕ ҚАБІЛЕТТІЛІГІНЕ ӘСЕР ЕТЕТІН ФАКТОРЛАРДЫ ЗЕРТТЕУ

Азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз ету проблемасы - халықтың денсаулығын сақтау мен жақсартуға, сапалы және қауіпсіз өнім өндіруге бағытталған маңызды мемлекеттік және ғылыми приоритеті. Зерттеу нәтижелері бойынша «Аралтұз» АҚ қазақстандық кәсіпорнында технологиялық желінің қондырғыларының құрамынан бастап тұз өндірудің барлық кезеңдері; шикізат сипаттамасы; өндіру және сақтау процестерін басқарумен аяқталатын, технологиялық режимнің нормалары MS ISO 9001, MS ISO 22000 талаптарына сәйкес келеді және «Аралтұз» АҚ өнімдері «ЭКО» таңбасын алумен экологиялық таза деп бағаланады. Қазіргі уақытта «Аралтұз» АҚ Қазақстан халқын экологиялық таза және қауіпсіз өнімдермен қамтамасыз етуде сөзсіз көшбасшы болып табылады және өндірілетін өнімнің экспорттық қарқынының өсуі отандық өнімнің жоғары бәсекеге қабілеттілігін растайды.

Түйін сөздер: тұз, экологиялық сертификаттау, тамақ қауіпсіздігі, экологиялық таңбалау, өндіріс.

T. U. ISKAKOV¹, A. U. ISSAYEVA², G. N. DOSYBAYEVA³, K. K. NURASHEVA⁴

¹peoples' friendship University named after academician A. Kuatbekov

²Shymkent University

³South Kazakhstan medical Academy

⁴South Kazakhstan state University named after M. Auezov

RESEARCH OF FACTORS INFLUENCING THE COMPETITIVENESS OF PRODUCTS OF KAZAKHSTAN COMPANY ARALTUZ JSC

The problem of ensuring food safety is the most important state and scientific priority aimed at maintaining and improving the health of the population, the production of high-quality and safe products. As a result of the studies, it was found that at the Kazakhstani enterprise Araltuz JSC all stages of table salt production, starting from the composition of the equipment of the processing line; characteristics of the feedstock; norms of the technological regime and ending with control over the processes of production and storage, meet all the requirements of MS ISO 9001, MS ISO 22000, and the products of Araltuz JSC are assessed as environmentally friendly with the receipt of the marking "ECO". At present, Araltuz JSC is the undisputed leader in providing the population of Kazakhstan with environmentally friendly and safe products, and the growing export rate of manufactured products confirms the high competitiveness of the domestic product.

Key words: salt, environmental certification, food safety, environmental labeling, production.

*Д. Т.*КАЛМАКОВА, А. ЖИДЕБЕККЫЗЫ*

Казахский национальный университет имени аль-Фараби

АНАЛИЗ ЗАРУБЕЖНЫХ ПОДХОДОВ К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОММЕРЦИАЛИЗАЦИИ ИННОВАЦИЙ

Статья посвящена исследованию зарубежных подходов к оценке эффективности коммерциализации инноваций, выявлению показателей, наиболее точно отражающих эффективность данного процесса. Эффективность представляет собой отношение результата к затратам, обусловившим достижение данного результата. В связи с этим все показатели эффективности коммерциализации могут быть поделены на так называемые «входные» показатели, т.е. затраты ресурсов и «выходные», т.е. результаты, полученные в процессе коммерциализации. Авторами проведен комплексный литературный обзор публикаций зарубежных ученых по теме оценки эффективности коммерциализации инноваций. По результатам обзора обобщены и систематизированы показатели, наиболее точно отражающие результативность коммерциализации инноваций.

Ключевые слова: *эффективность коммерциализации инноваций, коммерциализация инноваций, показатели эффективности.*

Целью исследования является обобщение и систематизация показателей результативности коммерциализации инноваций на основе комплексного литературного обзора.

Объектом исследования явились публикации ведущих зарубежных ученых, изучавших проблемы оценки эффективности коммерциализации инноваций.

Введение. Казахстан, будучи интегрированным в мировое экономическое пространство, в целях достижения устойчивой конкурентоспособности, поставил задачу ослабления сырьевой направленности национальной экономики и усиления ее диверсификации с преобладанием доли высокотехнологичных отраслей. Необходимость решения данной задачи актуализирует вопросы развития инновационных наукоемких производств.

Основная часть. В процессе развития инновационных высокотехнологичных производств важное значение приобретают вопросы эффективного применения научно-технологических разработок в реальных секторах экономики, т.е., по сути, вопросы эффективности коммерциализации инноваций. Актуальность данного вопроса подтверждается тем, что страны-лидеры по расходам на НИОКР не всегда способны обеспечить эффективность данных расходов. В 2018 году мировыми лидерами по доле расходов на НИОКР в ВВП стали Израиль, Республика Корея, Швейцария, Швеция и Япония, потратив от 3,1 до 4,3% собственного ВВП на НИОКР. [1] Однако из перечисленных стран в 2018 году только Швейцария и Швеция смогли добиться ведущих позиций по уровню эффективности национальной инновационной системы. [2] Это говорит о том, что осуществление значительных инвестиций в НИОКР не является залогом успешного перевода национальных экономик на «инновационные рельсы». Необходимо также обеспечить эффективное применение на практике полученных результатов НИОКР.

В Казахстане доля расходов на НИОКР в ВВП за последние пять лет составляет в среднем 0,15%. [3] Такой относительно низкий уровень расходов на НИОКР не

позволяет ожидать от национальной инновационной системы значительных результатов. Однако Стратегический план развития Республики Казахстан до 2025 года предусматривает увеличение доли затрат на НИОКР по отношению к ВВП до 1%. [4] В условиях увеличения расходов государства на научно-технологические разработки вопросы адекватной оценки эффективности коммерциализации результатов научно-исследовательских работ становятся особенно актуальными.

Изучение исследований зарубежных ученых по вопросам оценки эффективности процесса коммерциализации инноваций позволил убедиться в наличии достаточно широкого перечня показателей, характеризующих эффективность данного процесса. Стоит отметить, что эффективность по своей сути представляет отношение результата к затратам, обусловившим достижение данного результата. В связи с этим все показатели эффективности коммерциализации могут быть поделены на так называемые «входные» показатели, т.е. затраты ресурсов и «выходные», т.е. результаты, полученные в процессе коммерциализации. В таблице 1 обобщены и систематизированы показатели, отражающие эффективность коммерциализации инноваций.

Таблица 1 – Анализ публикаций зарубежных авторов по вопросам оценки эффективности коммерциализации инноваций

№	Автор	Входные параметры (затраты)	Выходные параметры (результаты)
1	2	3	4
1	Chen, X	1) затраты на разработку новых продуктов; 2) затраты на технологическую модернизацию; 3) количество работников	выручка от реализации инновационных продуктов
2	Jacobsson, S	1) расходы на НИОКР; 2) доля расходов на НИОКР в ВВП	1) количество созданных стартапов, спинофф-компаний, патентов; 2) доля высокотехнологичной продукции в промышленном производстве, в экспорте; 3) количество созданных новых компаний и темпы их роста (размер компаний: среднее количество работников, объем продаж, темпы роста оборотов)
3	D. Siegel	1) расходы на защиту интеллектуальной собственности	1) ежегодное количество полученных патентов; 2) ежегодные доходы от лицензионной деятельности; 3) количество создаваемых стартапов; 4) дополнительные инвестиции и новые рабочие места, количество лицензионных договоров; 5) количество разрабатываемых продуктов; 6) количество продуктов, выведенных на рынок

Окончание таблицы 1

1	2	3	4
4	Lipkova L.	1) доля расходов на НИОКР в ВВП; 2) количество исследователей	1) показатели экспорта высокотехнологичной продукции, услуг; 2) доход от лицензионных договоров; 3) темпы роста оборотов компании, связанные с инновационными продуктами или услугами; 4) стоимость патента; 5) количество заявок на патент; 6) количество патентов; 7) количество публикаций
5	Bin Zhang	1) расходы на технологическую модернизацию; 2) расходы на приобретение зарубежных или отечественных технологий; 3) расходы на освоение технологий; 4) расходы на разработку новых продуктов; 5) количество штатных работников в сфере НИОКР; 6) количество заявок на патенты; 7) количество действующих патентов	1) выручка от реализации новых продуктов; 2) стоимость контрактов на отечественных технологических рынках
6	Magnus Gulbrandsen	количество проектов, получивших финансовую поддержку	1) количество внедренных или лицензированных патентов, или патентов, явившихся основой для создания спиннофф; 2) количество спиннофф-компаний и лицензионных договоров; 3) прямые экономические эффекты: стоимость лицензионных договоров, темпы развития спиннофф-компаний (темпы роста оборотов и количество работников), прибыль от коммерциализации; 3) объемы дополнительного внешнего инвестирования; 4) размеры операционной прибыли и уровень заработной платы сотрудников спиннофф-компаний
Составлено авторами на основе [5-10]			

Результаты и обсуждение. Из входных параметров, предлагаемых Chen X [5], наиболее подходящим в целях оценки эффективности коммерциализации считаем показатель количества работников, вовлеченных в НИОКР, а также их долю в общей

численности занятых, т.к. данный параметр отражает затраты человеческих ресурсов. Затраты на разработку новых продуктов – достаточно широкое понятие, которое может включать затраты на НИОКР, на оплату труда и другие статьи расходов, связанные с разработкой инновационных продуктов. В связи с этим, считаем необходимым конкретизировать данный показатель в целях адекватной оценки эффективности коммерциализации. Расходы на технологическую модернизацию прямо не относятся к процессу коммерциализации инноваций, соответственно, не могут быть использованы для оценки эффективности данного процесса. Chen определяет выручку от реализации инновационных продуктов в качестве результирующего показателя, отражающего эффект коммерциализации. Мы согласны с Chen в части того, что выручка от реализации инновационных продуктов действительно способна отразить результат коммерциализации, поскольку конечной целью коммерциализации является получение дохода от результатов научно-исследовательских работ.

На наш взгляд, Jacobsson [6] правильно выделил расходы на НИОКР в абсолютном выражении и по отношению к ВВП в качестве входных параметров, определяющих эффективность внедрения результатов НИР в практику.

Количество созданных стартапов, спинофф-компаний, полученных патентов не способно отразить результат коммерциализации, поскольку само по себе создание спинофф-компаний или получение патента еще не говорит о коммерциализации. Созданная компания должна развиваться, а полученный патент должен стать объектом лицензионного договора. Только в таких случаях можно говорить о коммерциализации. В связи с этим, количество созданных стартапов, спинофф-компаний, полученных патентов, на наш взгляд, не могут быть использованы в качестве выходного параметра в целях оценки эффективности коммерциализации.

В то же время Jacobsson [6] приводит в своем исследовании показатели роста компаний, которые, на наш взгляд, действительно отражают результат коммерциализации. К этим показателям относятся динамика среднего количества работников, объема продаж, оборотов.

Целью разработки инновации является производство продукции на ее основе, поэтому считаем необходимым согласиться с мнением Jacobsson и использовать долю высокотехнологичной продукции в промышленном производстве и экспорте в качестве результата коммерциализации.

Надлежащая защита интеллектуальной собственности является залогом эффективной коммерциализации инноваций. Мы согласны с мнением Siegel [7] в том, что расходы на защиту интеллектуальной собственности отражают затраты ресурсов, совершаемые в целях коммерциализации.

Из выходных параметров, отражающих результативность коммерциализации инноваций, которые приводят Siegel и Липкова [7,8] в своих исследованиях наиболее подходящими для целей оценки эффективности коммерциализации считаем доход от лицензионной деятельности, объемы дополнительно привлеченных инвестиций и количество созданных новых рабочих мест. Доход от лицензионной деятельности напрямую отражает успех коммерциализации, т.к. объемы и динамика лицензионных доходов свидетельствуют о степени востребованности инновации на рынке. Объемы инвестиций, дополнительно привлекаемых для совершенствования инновационной

разработки, расширения производства говорят о вере инвесторов в инновацию. Количество создаваемых новых рабочих мест также способно стать результирующим показателем, отражающим эффект коммерциализации.

Количество заявок на патент, количество патентов и публикаций, определяемые Липковой [8], как выходные параметры оценки эффекта коммерциализации, на наш взгляд, не способны реально отразить результативность внедрения результатов НИР в практику. Однако мы согласны с Липковой в том, что стоимость патента может служить полноценным выходным параметром оценки эффективности коммерциализации, т.к. стоимость патента отражает ценность использования или приобретения патента для рынка.

Bin Zhang [9] рассматривает расходы на приобретение зарубежных или отечественных технологий, а также расходы на освоение технологий в качестве независимых параметров, определяющих эффективность коммерциализации инноваций. Использование приобретенных технологий, освоение новых технологий также могут принести определенный положительный эффект в виде повышения конкурентоспособности продукции, производительности труда и т.д.

На взгляд Bin Zhang, количество действующих патентов отражает затраты ресурсов в процессе оценки эффективности коммерциализации. Мы согласны с мнением автора на этот счет, т.к. чтобы получить патент и поддерживать его в силе, необходимы затраты временных и финансовых ресурсов. Однако не все полученные и действующие патенты активно используются. Часть патентов может оказаться рыночно непривлекательной и так и не стать объектом лицензионных договоров. В таком случае будет иметь место неэффективность коммерциализации, т.к. затраты на получение и поддержание в силе патента не будут покрываться доходами от использования патента.

Стоимость контрактов на отечественных технологических рынках по сути представляет собой стоимость лицензионных договоров, которые действительно являются показателем востребованности патентов, являющихся объектами данных лицензионных договоров.

Мы согласны с Gulbrandsen [10] в том, что количество проектов, получивших финансовую поддержку, может быть принято в качестве входного параметра в целях оценки эффективности коммерциализации инноваций. Результирующими, так называемыми «выходными» параметрами, которые Gulbrandsen [10] называет в своей работе и которые, на наш взгляд, отражают результат коммерциализации, являются: количество внедренных или лицензированных патентов, а также патентов, явившихся основой для создания спинофф-компаний, количество и стоимость лицензионных договоров, темпы развития спинофф-компаний (темпы роста оборотов и количества работников), объемы дополнительного внешнего инвестирования, размеры операционной прибыли.

Выводы. Таким образом, обобщение и систематизация показателей результативности коммерциализации инноваций, приведенных в публикациях ряда зарубежных авторов, позволили нам выделить те показатели, которые, на наш взгляд, наиболее адекватно оценивают эффективность коммерциализации инноваций. К входным показателям мы отнесли такие показатели, как:

- 1) количество исследователей;

2) расходы на НИОКР в абсолютном выражении, а также долю расходов на НИОКР в ВВП;

3) расходы на защиту интеллектуальной собственности;

4) расходы на приобретение зарубежных или отечественных технологий;

5) расходы на освоение технологий;

6) количество действующих патентов;

7) количество проектов, получивших финансовую поддержку.

В качестве «выходных» параметров, отражающих, на наш взгляд, результат коммерциализации инноваций, нами выделены:

1) выручка от реализации инновационных продуктов и размеры операционной прибыли;

2) доля высокотехнологичной продукции в промышленном производстве, в экспорте, а также показатели экспорта высокотехнологичных услуг;

3) темпы роста спинофф- и стартап-компаний (динамика среднего количества работников, объема продаж, темпы роста оборотов);

4) доходы от лицензионной деятельности;

5) объемы дополнительно привлеченных инвестиций и количество созданных новых рабочих мест;

4) стоимость патента и контрактов на отечественных технологических рынках;

5) количество внедренных или лицензированных патентов, или патентов, явившихся основой для создания спинофф.

ЛИТЕРАТУРА

1 The Global Competitiveness Report 2018. <http://reports.weforum.org/global-competitivenessreport-2018/>

2 Cornell University, INSEAD, and WIPO (2018): The Global Innovation Index 2018: Energizing the World with Innovation. Ithaca, Fontainebleau, and Geneva <https://www.wipo.int/publications/en/details.jsp?id=4330>

3 «Основные показатели состояния и развития науки» [Электронный ресурс] <http://stat.gov.kz> [«Osnoynye pokazateli sostoyaniya i razvitiya nauki» [Elektronnyj resurs] <http://stat.gov.kz>]

4 Стратегический план развития Республики Казахстан до 2025 года [Strategicheskij plan razvitiya Respubliki Kazahstan do 2025 goda]

5 Chen X. Performance evaluation of China's high-tech innovation process: Analysis based on the innovation value chain//Technovation. – 2018 (в печати)

6 Jacobsson, S., Lindholm-Dahlstrand, Å., & Elg, L. Is the commercialization of European academic R&D weak? - A critical assessment of a dominant belief and associated policy responses// Research Policy. – 2013. – №42(4). – p.874–885.

7 Siegel, Donald S. and Veugelers, Reinhilde and Wright, Mike. Technology Transfer Offices and Commercialization of University Intellectual Property: Performance and Policy Implications// Oxford Review of Economic Policy. – 2007. – V. 23, – p. 640-660.

8 Lipkova L. Measuring commercialization success of innovations in the EU//Маркетинг и менеджмент инноваций. – 2016. – № 4. – С. 15-30

9 Zhang B. Eciency evaluation of China's high-tech industry with a multi-activity network data envelopment analysis approach//Socio-Economic Planning Sciences. – 2018 (в печати)

10 Magnus Gulbrandsen & Einar Rasmussen. The use and development of indicators for the commercialisation of university research in a national support programme//Technology Analysis & Strategic Management. – 2012. – №24(5). – p.481-49

Д. Т. КАЛМАКОВА, А. ЖИДЕБЕККЫЗЫ

әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті

ИННОВАЦИЯЛАРДЫ КОММЕРЦИЯЛАНДЫРУ ТИІМДІЛІГІН БАҒАЛАУЫНА ШЕТЕЛДІК ТӘСІЛДЕМЕЛЕРДІ ТАЛДАУ

Мақала инновацияларды коммерцияландырудың тиімділігін бағалаудың шетелдік әдістерін зерттеуге, осы процестің тиімділігін дәл көрсететін индикаторларды анықтауға арналған. Коммерцияландыру тиімділігінің барлық көрсеткіштерін «кіріс» көрсеткіштеріне бөлуге болады, яғни, ресурстық шығындар және «шығыс», яғни, коммерцияландыру процессінде алынған нәтижелер. Авторлар инновацияларды коммерцияландыру тиімділігін бағалау тақырыбы бойынша шетел ғалымдарының мақалаларын кешенді әдеби шолу жасады. Зерттеу нәтижелері бойынша инновацияларды коммерцияландырудың тиімділігін дәл көрсететін индикаторлар қорытындыланған және жүйелендірілген.

Түйін сөздер: *инновацияларды коммерцияландырудың тиімділігі, инновацияларды коммерцияландыру, тиімділік көрсеткіштері.*

D. T. KALMAKOVA, A. ZHIDEBEKKYZY

Al-Farabi Kazakh National University

ANALYSIS OF FOREIGN APPROACHES TO THE ESTIMATION OF INNOVATIONS' COMMERCIALIZATION EFFECTIVENESS

The article is devoted to the study of foreign approaches to assessing the innovations' commercialization effectiveness, identifying indicators that most accurately reflect the performance of this process. Efficiency is the ratio of the result to the costs that led to the achievement of this result. In this regard, all indicators of commercialization effectiveness can be divided into so-called "input" indicators, i.e. resource costs and "output", i.e. results obtained in the commercialization process. The authors conducted a comprehensive literary review of foreign scientists' publications on the topic of evaluating the innovations' commercialization effectiveness. Based on the results of the review, indicators that most accurately reflect the effectiveness of innovations' commercialization are summarized and systematized.

Key words: *efficiency of innovations' commercialization, commercialization of innovations, performance indicators.*

A. M. ^{*}KARAKOZHAYEVA, B. N. ISSABEKOV

¹Eurasian national University named after L. N. Gumilev

METHODOLOGICAL APPROACHES TO ASSESSING THE EFFECTIVENESS OF HUMAN CAPITAL IN INNOVATIVE COMPANIES

The article is devoted to the study of the features of the use and provision of methodological approaches to assessing the effectiveness of human capital in innovative companies. Quantitative and qualitative types of methods are considered, their influence in the evaluation of human capital is also characterized. A number of examples of modern international practice of personnel assessment methods are given. As a result of the effective application of human resources assessment, it was possible to determine the possibilities of its use for the improvement of innovative companies.

Key words: *assessment methods, human capital, efficiency assessment, innovation.*

Modern companies have to operate in the conditions of the global financial and economic crisis, which, as a rule, has negative consequences for them. In such a situation, perceiving the crisis as an objective reality, business leaders should rebuild the entire management system and create an effective mechanism that allows you to make complex management decisions in any environment, to improve the efficiency of their own activities, using their potential, intra-and inter-industry relations

Efficient use of human capital implies that the results of staff work correspond to the objectives and goals of enterprises. At the same time, the results should be achieved with minimal costs. The effective use of human capital depends on many parameters. This is primarily the qualitative characteristics of the staff, competent organization of labor, socio-psychological climate, etc. [1].

Most modern companies, as before, use the traditional system of personnel management, which arose in the Soviet period and has the following characteristics:

- the main structural unit of the enterprise is the workplace, i.e. a position with a certain set of responsibilities;
- the organization is a stable hierarchical structure, which, in fact, is a hierarchy of salaries corresponding to the hierarchy of jobs;
- the main relations at the enterprise are the relations arising between the head and the subordinate; they have steady character and predetermine an exclusive role of the head in a personnel management system.

Such management methods are effective for companies operating in stable markets with traditional consumers and using mass production technologies. Due to the fact that traditional management methods did not provide the necessary level of profitability, advanced companies began to create personnel management systems based on other principles. This has led to the emergence of several trends in the development of non-traditional methods of evaluation:

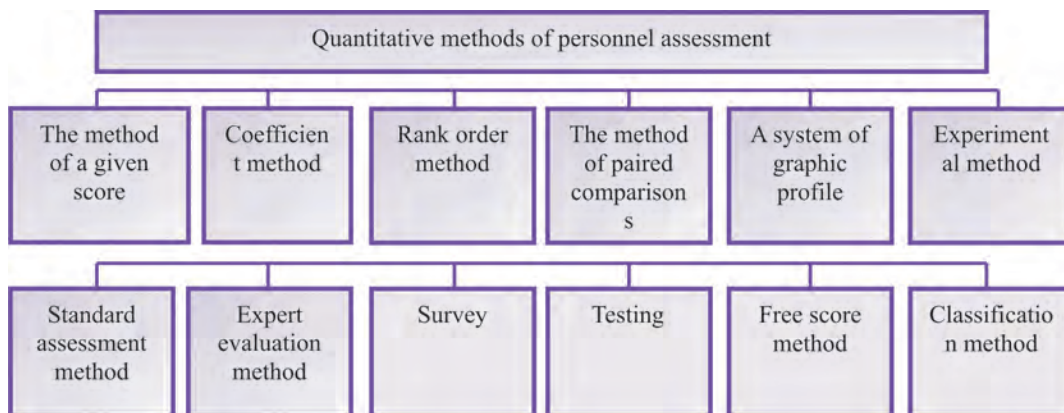
- new methods of personnel assessment as the main unit of the enterprise consider the working group (division, crew, temporary staff); in these methods the emphasis is

placed on the assessment of the employee by his colleagues and his ability to work in the group;

- evaluation of an individual employee and a working group is carried out taking into account the results of the whole company;
- attention is directed not so much successful progress of current jobs, as the ability of the employee to professional development and the development of new occupations and skills.

In the planned, current or target assessment of personnel of companies apply methods that can be divided into three groups: quantitative, qualitative (descriptive) and combined (intermediate) [2].

The quantitative methods of assessing human resources include methods with a numerical assessment of the level of qualities of employees that affect the effectiveness of professional activity. These are methods of ranking and scoring personnel, which are based on formalized quantitative criteria.



Note: compiled by the authors

Figure 1 – Basic quantitative methods of personnel assessment

In accordance with figure 1, the main quantitative methods of assessing the personnel of enterprises include: point, coefficient, rank order method, the method of paired comparisons, the system of graphic profile, the method of experiment, etc. Among them, the most simple and effective are the method of coefficients and the point method. They are also open, because each employee has the opportunity to calculate their coefficients or points, to assess the effectiveness of their work.

Qualitative methods, which are also called descriptive methods, are methods of biographical description, business characteristics, special oral feedback, reference, and evaluation based on discussion. Such assessments correspond to a specific set of qualities. Qualitative methods determine professional and functional qualities of employees without their quantitative expression [3].

Table 1 – Characteristics of qualitative methods of personnel assessment

Method	Brief description of the method
Matrix method	One of the simplest and most common descriptive methods, the essence of which is to compare the actual qualities of employees with a set of qualities required by the position
Reference method	The method resembles a matrix method, but it compares the actual data not with the skills and behavior required by the position, but with the characteristics of the most successful employees of this direction
The random characteristics of	A fairly common method, which provides for a fairly free (oral or written) form of evaluation of employees. The Manager, group of managers or experts describe the successes and omissions of subordinates for a certain period of their activity
Method of evaluation of the implementation of	The method is similar to the method of arbitrary characteristics. In addition to experts, managers can also give an assessment. Not the best moments of activity of the employee are estimated, and all his work a certain period of time
Group discussion method	It belongs to the number of descriptive methods. A group of managers or experts is interviewed about their activities. The method allows for certain criteria to choose the most active, independent, logical reasoning people
Biographical method	The essence of the method is that managers evaluate all work activities of the employee
In-depth interview method	The method is based on interviewing the Manager with the employee. It is used to set and agree tasks and indicators in order to assess the interim results of the work, as well as to adjust the tasks, which allows to carry out the final result of the activity
Business game	The method is used to identify the potential of the head, in particular, his leadership skills in deciding on the appointment to a senior position
Descriptive method	The essence of the method is to describe the professional and personal qualities of workers in any form
Critical case method	The essence of the method is to monitor the employee. Then is a good and undesirable examples of his behavior
<i>Note:</i> compiled by the authors	

According to table 1, a number of activities are required to use these methods, since qualitative assessment is even more than quantitative, depending on the completeness and reliability of the information required. In particular, it is necessary to determine the characteristics of the elements that make up the content of the assessment; to draw up a program and choose the methods of collecting and processing information; to determine whether it is possible to quantify the presence of a particular quality of the employee and by what indicators to measure its level; to show how to measure different indicators to obtain the overall characteristics of the employee [4]. For example, in practice, the following methods of collecting information are used: the study of

documents and other written sources, surveys, observations, interviews, testing and questionnaires.

Combined (intermediate) methods to some extent combine quantitative and qualitative assessments of work. These are widespread and diverse methods of expert evaluation of the degree of manifestation of certain qualities. Combined methods are based on a preliminary description and evaluation of certain features, which are then compared with the actual quality of the estimated employee [5].

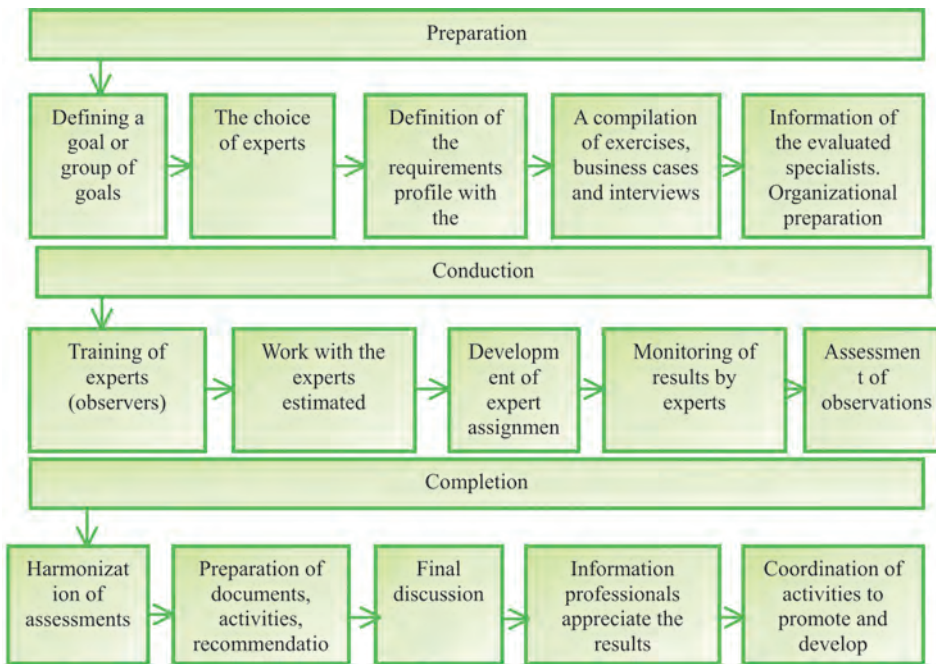
The above methods belong to the group of traditional methods of personnel assessment. They allow to solve only specific issues of assessing the potential abilities of the staff and do not allow to assess the capabilities of the employee in all its manifestations. With the development of business technologies, the key resources of any company were human resources that needed to be properly evaluated. [6].

Modern international practice highlights the following methods of personnel assessment:

1. Assessment Center (AC). This method refers to standardized methods. It allows you to get an objective, multi-component assessment of workers using a series of exercises that simulate work, as well as interviews and tests that give an idea of human behavior in working situations. In other words, the essence of the method is that a specially selected set of tests is used. Tasks are carried out in the form of business and role-playing games, individual exercises and discussions. This allows employees to maximize their professional competence. Each situation (case) allows you to evaluate several competencies in different combinations. Moreover, the exercises are performed in pairs or in a group. Supervision of employees is carried out by external consultants, specialists of the personnel management Department. The advantages of the method are that it can be applied at any stage of work with the staff, starting from hiring and ending with the creation of a personnel reserve. According to statistics, the reliability and efficiency of the method ranges from 68-80%. However, the method can be used only by specially trained specialists, which is not enough [7]. The General technology of the method is shown in figure 2.

2. Management by Objectives (MBO). This method takes into account the personal achievements of each employee. Attention is paid to the results of the work performed for a certain period of time, for example, for a year. First, a list of tasks is drawn up, which is formulated by the head himself, later leading him to subordinates. Tasks are adjusted based on employee suggestions. Moreover, the tasks are developed separately by the head and subordinates, and during the interview their coordination takes place. Then, in accordance with the strategic direction of the company, the criteria for the tasks are determined. Further, the success of the designated task is determined, measures to improve the quality of work are developed. The advantages of the method are that the employee knows the criteria for the success of their work before the start of the tasks.

3. Management by values (MBV). This method involves the evaluation of employees on the basis of their values that they set for themselves to achieve a positive result. By changing the way human resources are managed, they have become unique organizations that are able to renew themselves and achieve impressive results over a long period of time. Since the mid-2000s, the practice of companies formulating their mission, principles and corporate values, adopting ethical codes has been spreading in Kazakhstan [9].



Note: compiled by the authors on the basis of the source [8]

Figure 2 – Procedural diagram of the Assessment Center

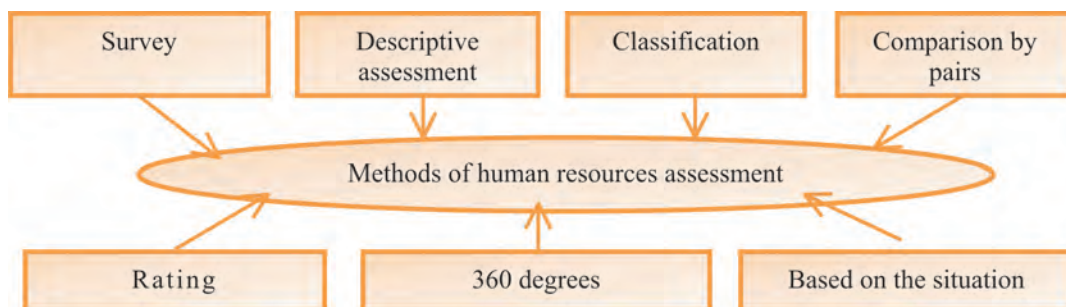
4. Performance Management (PM). In this method, the assessment of the employee's performance is complemented by an assessment of his personal qualities, which assesses the results of his work and competence. The advantages of the method are that it gives a clear understanding of the evaluation criteria of the subordinate and his place in the company. The disadvantages of the method are that it requires a lot of time, it can be used only in enterprises where the corporate culture is highly developed. In addition, the introduction of the method involves the preliminary work of managers, sometimes taking several years [10].

5. Method KPI (key performance indicators). This method uses pre-agreed quantitative indicators that reflect the critical success factors of the business unit. The essence of the method is that a motivation system is developed in the company based on key performance indicators. A great advantage of the KPI-based assessment methodology is that the assessment is interrelated with the motivation of staff [11].

6. Assessment method based on competency models. Competency models are used in assessing the intellectual and business qualities of the employee, his interpersonal communication skills. Based on the analysis, the gap between the necessary and the existing level of competence is determined, which is the basis for the development of individual professional development plans. In turn, individual development plans become the subject of employee evaluation and self-assessment [12].

These methods of personnel assessment are widely used in practice, but the most common method is “assessment center”. This tool is used in the world practice for about 50 years, and in the post-Soviet space it began to introduce a few years ago.

The most frequently used methods of human resources assessment in domestic enterprises are shown in figure 3.



Note: compiled by the authors

Figure 3 – Methods most commonly used in domestic practice

In improving the effectiveness of staff assessment procedures, it is important to choose the method or group of methods that are best suited to each case. In practice, dozens of different methods of assessing human resources are used. However, many of them are analogues or significantly repeat each other.

In Kazakhstan, the traditional method of assessment – certification of personnel is mainly used. Modern methods of assessment in the country appeared not so long ago, after the arrival of the domestic market of Western companies. The number of organizations that use modern estimates of human resources is increasing, but, however, not very fast.

In our opinion, the main obstacle is distrust of Western technologies, the desire for conservatism and stability. Of course, it is necessary to adopt the latest technologies in the assessment and management of human resources, but it should avoid blind copying, given the economic situation in the country, the possibility of introducing into the management structure, mentality and other factors.

REFERENCES

- 1 Kolosova R. P., Vasilyuk T. N., Artamonova M. V., Ludanik M. V. personnel Economics: textbook. – M.: INFRA-M, 2010
- 2 Noskova K. A. Evaluation of human capital of the i-th employee of the organization // Topical issues of economic Sciences: mater. II international. scientific. Conf. – Ufa: Summer, 2013
- 3 Tuguskina G. N. Development of methods of quantitative assessment of human capital // Creative economy. – 2009. – № 1
- 4 Ostapenko Yu. M. labor Economics. – M.: INFRA-M, 2007
- 5 Egorshin A. P. personnel Management: Textbook for universities. – 6th ed., EXT. and pererab. – N. Novgorod: NIMBUS, 2007
- 6 Gavrilova O. Review of systems, methods and techniques of personnel assessment // Personnel service and personnel management. – 2009. – № 6. – P. 80-88
- 7 Malinovsky P. D. Methods of personnel assessment. – M.: 2007. – 197 p.
- 8 Korneev V. V. Guidelines for the evaluation of the personnel service. – M: 2014. – 53 p.

9 Kabalina V. I. cheglakova L. M. Corporate values in management of Russian companies // Russian journal of management. – 2013. – № 3. – P. 5-30

10 Ivantsevich D. M. Human resources management: foundations of personnel management. – М.: Business, 2006. – 317 p.

11 Kurina N. With'kyi V. V. Peculiarities of personnel evaluation in the new economic situation // Vestnik of IDTU. – 2012. – № 2. – P. 207-211

12 Stepkina N., Tretyakova L. A. the Modern technology for the assessment of competencies and performance of the personnel // www.scienceforum.ru/2014

А. М. ҚАРАҚОЖАЕВА, Б. Н. ИССАБЕКОВ

Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті

ИННОВАЦИЯЛЫҚ ДАМЫҒАН КОМПАНИЯЛАРДАҒЫ АДАМИ КАПИТАЛДЫҢ ТИІМДІЛІГІН БАҒАЛАУДЫҢ ӘДІСТЕМЕЛІК ТӘСІЛДЕРІ

Мақала инновациялық дамыған компаниялардағы адами капиталдың тиімділігін бағалаудың әдістемелік тәсілдерін пайдалану және қамтамасыз ету ерекшеліктерін зерттеуге арналған. Әдістердің сандық және сапалық түрлері қарастырылады, сондай-ақ олардың адами капиталын бағалауда әсері сипатталады. Персоналды бағалау әдістерінің қазіргі заманғы халықаралық практикасының бірқатар мысалдары келтірілді. Адами ресурстарын бағалауды тиімді қолдану нәтижесінде инновациялық дамыған компанияларды жетілдіру мақсатында оны пайдалану мүмкіндігін анықтауға мүмкіндік берді.

Түйін сөздер: бағалау әдістері, адами капитал, тиімділікті бағалау, инновация.

А. М. ҚАРАҚОЖАЕВА, Б. Н. ИССАБЕКОВ

Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА В ИННОВАЦИОННО-РАЗВИТЫХ КОМПАНИЯХ

Статья посвящена исследованию особенностей использования и обеспечения методических подходов к оценке эффективности человеческого капитала в инновационно-развитых компаниях. Рассматриваются количественные и качественные виды методов, также характеризуется их влияние при оценке человеческого капитала. Приводится ряд примеров современной международной практики методов оценки персонала. В результате эффективного применения оценки человеческих ресурсов позволил определить возможности его использования в целях совершенствования инновационно развитых компаниях.

Ключевые слова: методы оценки, человеческий капитал, оценка эффективности, инновация.

*Д. А. *КУНАНБАЕВА, Л. Б. БАЙЖАНОВА*

Казахский национальный университет имени аль-Фараби

ПРОЕКТНЫЕ БИЗНЕС - МОДЕЛИ КАК ИНСТРУМЕНТ ИННОВАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ КОМПАНИЯМИ

Рассматривается управленческая деятельность организации при помощи проектного подхода. Указана роль открытых и закрытых инноваций в проектно-ориентированном бизнесе. Выделены и изучены две основные формы проектов в бизнесе: проекты развития и контрактные проекты (называют также проектным производством). Показано инновационное управление компаниями в пищевой промышленности на примере фабрик «Рахат» и «ФудМастер». Бизнес-модель предприятия показывает распределение результатов и затрат по стадиям реализации. Она служит инструментом ресурсного обеспечения и является основой для создания плановых документов, регламентирующих привлечение и распределение ресурсов в ходе реализации проекта.

***Ключевые слова:** открытые и закрытые инновации, проектные бизнес-модели, проектно-ориентированный бизнес, проекты развития, контрактные проекты, слияние и поглощение, инновационные кластеры.*

Проектно-ориентированный бизнес — это бизнес, результаты которого доставляются потребителю в виде реализованных проектов и программ, целью которых являются создание продуктов и представление разнообразных услуг. Бизнес — это производственная система, на входе которой заказы, контракты, соглашения и договоры, каждый из них реализуется как программа или проект, и на выходе предоставляются заказчику вновь созданные продукты и услуги [1]. Проектной бизнес-моделью называют синтез идей и оформленного документально набора действий по её реализации, в результате которых появляется продукт.

В настоящее время понятие «проектная бизнес-модель» включает: постановку конкретной цели, определение времени начала и окончания работ, кадровые, финансовые и другие ресурсные ограничения, формулирование уникальности торгового предложения для рынка, уточнение особых потребностей по затратам, качеству, времени работ, осуществление специфического проектного управления с привлечением экспертов и специалистов.

Динамично развивающаяся бизнес среда в настоящее время является вызовом для многих компаний. Без постоянного улучшения своей бизнес-модели, поиска путей совершенствования продукта, введения новшеств ни один бизнес не может выжить. В результате, инновации становятся неотъемлемой частью жизни компаний. По Шумпетеру, основоположнику теории инноваций, под инновацией понимается осуществление новых комбинаций благ, задающее форму и содержание экономического развития [1]. Йозеф Шумпетер в труде «Теория экономического развития» рассматривает инновацию как средство предпринимательства для получения прибыли. Ученый разработал авторскую классификацию инноваций, выделив пять основных изменений в экономическом развитии, возможны следующие виды инноваций: 1) изготовление нового, еще неизвестного потребителям продукта; 2) внедрение нового метода производства или нового способа коммерческого использования известного продукта; 3) освоение нового рынка сбыта; 4) открытие нового источника сырья; 5)

реорганизация, например, обеспечение себе монопольного положения в отрасли посредством создания треста [2].

Применительно к пищевой промышленности (производству пищевых продуктов питания) инновации представляют собой реализацию в хозяйственной практике результатов исследований и разработок в виде новых улучшенных продуктов питания, новых технологий, новых форм организации и управления различными сферами отрасли, новых подходов к социальным услугам и управлению кадровым потенциалом. Роль и значение инноваций в пищевой промышленности невозможно переоценить. Как показывает практика, покупателю постоянно предлагается широкий спектр товаров: продукты быстро изменяются, совершенствуются. Не используя инновационный потенциал, производитель обрекает себя на неизбежное отставание. Требуется постоянно совершенствовать оборудование, внедрять инновации, пересматривать подходы к совершенствованию кадровой политики. Эмпирические исследования свидетельствуют о том, что в инновационной бизнес-модели заложен куда больший потенциал успеха, нежели в инновационном продукте или процессе. Например, еще один объявленный адептами открытых инноваций тренд – переход, слияние и поглощение крупными компаниями средних, выбор новой бизнес-модели, которые оказываются успешнее при помощи открытых инноваций. Так, кондитерская фабрика «Рахат» интегрировалась с кондитерской компанией Южной Кореи «LotteConfectionery». На всех рынках, куда они вошли, включая Юго-Восточную Азию и части Европы, сохранились местные традиции производства. Но при этом Lotte выпускает напитки, снеки, мороженое. Компании «Рахат» и «Lotte» намерены обновить свою стратегию и на основе новой бизнес-стратегии, касающейся соединения двух компаний, создать общую совершенствованную инновационную бизнес-модель, направленную на импортозамещение и экспортоориентированность продукции. АО «Рахат» намерено выйти к инвесторам с планом расширения линейки [3].

Еще один пример слияния и поглощения – покупка казахстанской компании молочной промышленности европейским инвестором. Французская компания Lactalis приобрела заводы компании FoodMaster International в Казахстане, теперь FoodMaster получила статус «казахстанской компании с французским капиталом». Lactalis является вторым по мощности производителем молочной продукции в Европе с передовыми технологиями производства, которые будут внедрены и на заводах FoodMaster – все это положительно повлияет на капитализацию бизнеса компании, способствуя интеграции в международный рынок. К тому же данное слияние и поглощение компаний поднимет конкурентную среду на новый уровень [4]. Исследование организаций пищевой промышленности Казахстана показало, что кто использует инновационную бизнес-модель, получает больше прибыли, чем те, кто ограничивается усовершенствованием продуктов или процессов. В связи с этим новаторские компании в мире используют инновационные бизнес-модели. Лидеры пищевой промышленности Казахстана обновляют свою бизнес-модель в два раза чаще, чем отстающие компании. Более того, исследования на практике пищевых предприятий установили, что инновационная бизнес-модель — это ключ к инновациям, способствующим успешному устойчивому развитию. Компании, осуществивших подобные перемены, сообщали об увеличении прибыли.

Джон К. Кристенсен, профессор кафедры операционного менеджмента Копенгагенской школы, а также Марта Гаспарин и Клау Дж. Варнес исследуют дизайн, реализацию и влияние технологий управления на инновации и управление проектами. Ученые Дании заметили, что компании должны развивать возможности для обмена, интеграции, распознавания внешних источников знаний и извлечения из них выгод, что должно быть подкреплено системами, нормами и корпоративными ценностями, которые признают ценность внешних знаний. В частности, компании могут коммерциализировать внутренние идеи через каналы за пределами своего текущего бизнеса, чтобы создавать ценность для организации. Джон Кристенсен отмечает, что модификация существующей бизнес-модели для стимулирования более открытого инновационного подхода является результатом изменений в том, как компании взаимодействуют с внешними сетями, обменом знаниями и защитой ИР. Таким образом, движение к открытию инноваций включает изменения вокруг множества взаимосвязанных организационных отношений, которые связаны с бизнес-моделью [5].

Под проектной бизнес-моделью понимается деятельность коммерческой организации с целью создания уникальных продуктов или услуг в условиях бюджетных и временных ограничений. Проекты в предпринимательском секторе носят черты бизнес-задач. То есть, преследуя конкретно поставленные цели, они служат достижению заданных результатов, прямо или косвенно направленных на получение прибыли в перспективе. Сущность проектной бизнес-модели хорошо раскрывается через стратегическую модель реализации развития компании. Стратегия «спускается вниз» благодаря инструментам до низовых процессов основного производства, проходя через срединную зону, именуемую «Программы и проекты развития». Внутри основного производства есть вариант развертывания так называемого «Проектного производства», которое является спецификой отдельных видов бизнеса.

Таким образом, выделяют две основных формы проектов в бизнесе: проекты развития и контрактные проекты (называют также проектным производством). Каждый проект должен быть обеспечен достаточными ресурсами и внедрен в структуры бизнеса (организационную, финансовую и информационную).

Приведем несколько примеров таких проектов:

- выход на новые рынки;
- запуск новой продукции или услуг;
- масштабирование производства;
- маркетинговые кампании;
- внутренние проекты, связанные с реорганизацией или внедрением ИТ-систем;
- слияния-поглощения.

Сущность контрактных проектов определяется отраслью деятельности компании. Проектное производство представляют те компании, которые зарабатывают деньги, реализуя проекты как способы создания продукта. Особенностью такой формы является однородность ресурсов, поскольку они носят производственный характер, например, мелкосерийное и штучное производство, консалтинговый бизнес.

Критерии успеха project management зависят от трех ключевых параметров: содержания, ограничений и рисков проекта. Структура проекта определяется правиль-

ностью избранных целей, эффективной организацией управления, техническим и ресурсным обеспечением выполнения задачи. Чем масштабнее проект, чем он сложнее, тем выше значение управленческой составляющей и технико-ресурсного обеспечения

Чтобы оставаться конкурентоспособными, компании должны постоянно исследовать новые возможности развития бизнеса, искать лучшие способы повышения производительности или обслуживания их покупателей. Иногда принимаемые законы вынуждают организации делать свою продукцию более безопасной или повышать качество охраны окружающей среды в ходе осуществления производственных процессов. Как отмечает ученый в области управления проектами К. Хелдман, большинство проектов – следствие одного из шести требований или потребностей: требования рынка, экономические потребности, запросы покупателей, технический прогресс, юридические требования и общественные потребности.

Современные исследования выделяют три основных подхода к инновациям в области бизнес-моделей, которые могут быть применены отдельно или в различных сочетаниях:

- инновации на уровне отрасли: тектонические изменения в отраслевой цепочке создания ценности, которые происходят за счет создания кардинально новых и перераспределения существующих отраслей, а также сопровождаются развитием уникальных активов и компетенций;
- инновации на уровне компании: смена роли, которую занимает компания в отраслевой цепочке создания ценности за счет реструктуризации компании и/или создания совместно с другими экономическими субъектами сети для ведения бизнеса (как правило, такие процессы сопровождаются изменениями в конфигурации активов, компетенций и способностей);
- инновации на уровне потребительского предложения: повышение ценности потребителей за счет усовершенствования товаров и услуг, а также изменения модели ценообразования.

Использование инноваций в построении новых моделей бизнеса является решающим для их устойчивости. Модель является тем более устойчивой, чем радикальнее инновации. Бизнес-модель как источник конкурентных преимуществ должна быть чем-то большим, чем просто хорошо логически обоснованным способом ведения бизнеса. Бизнес-модель иллюстрирует связь между созданием ценности и ее захватом, оценивает существующую цепочку ценностей и связывает имеющиеся возможности с ключевыми компетенциями в рамках цепочки ценности. Открытая бизнес-модель используется компаниями для того, чтобы привлечь внешние идеи, снизить издержки и найти новые источники прибыли. Открытая бизнес-модель отличается от типичной закрытой тем, как компании работают с внешними партнерами и получают дополнительную ценность. Данный подход подробно описывает Генри Чесбро в книге «Открытые бизнес-модели. Как преуспеть в новом инновационном окружении». Он сравнивает две главные функции бизнес-модели — создание ценности и получение части этой ценности — под углом открытой и закрытой бизнес-модели. По мнению автора, стандартные бизнес-модели не могут сейчас создавать столько ценностей, сколько могли несколько лет назад по двум причинам:

рост издержек на инновации и сокращение жизненного цикла продукта. Выходом из этой ситуации может стать открытая бизнес-модель. Открытая бизнес-модель позволяет снизить издержки и ускорить запуск, а большие доходы возможны благодаря лицензированию, продажам [6].

Под открытыми инновациями подразумевается поиск новшеств, идей вне компании, с помощью различных партнеров. В то время как закрытые инновации подразумевают поиск идей внутри компании путем ведения внутренних разработок усилиями своих сотрудников. Однако в настоящее время это все меньше и меньше работает, так как возросла мобильность знаний и людей, работники все меньше привязаны к своему месту и с легкостью меняют работодателей. Таким образом, возрастает популярность открытых инноваций, когда компании коммерциализируют внешние идеи.

ЛИТЕРАТУРА

1 Сухотерин П. А., Кошелевский И. С. Управление проектами на промышленном предприятии [Текст] // Проблемы современной экономики: материалы II Междунар. науч. конф. (г. Челябинск, октябрь 2012 г.). – Челябинск: Два комсомольца, 2012. – С. 184-186. [Suhoterin P. A., Koshelevskij I. S. Upravlenie proektami na promyshlennom predpriyatii [Tekst] // Problemy sovremennoj ekonomiki: materialy II Mezhdunar. nauch. konf. (g. CHelyabinsk, oktyabr' 2012 g.). – CHelyabinsk: Dva komsomol'ca, 2012. – S. 184-186.]

2 Шумпетер Йозеф «Теория экономического развития» – М.: Прогресс, 1982. – С. 45-47. [Shumpeter Jozef «Teoriya ekonomicheskogo razvitiya» – M.: Progress, 1982. – S. 45-47.]

3 Официальный сайт кондитерской компании Рахат www.rakhat.kz [Oficial'nyj sajt konditerckoj kompanii Rahat www.rakhat.kz]

4 Официальный сайт молочной компании «ФудМастер» www.foodmaster.kz [Oficial'nyj sajt molochnoj kompanii «FudMaster» www.Foodma]

5 How experiments in the fuzzy front end using prototyping generates new options. CERN IdeaSquare Journal of Experimental Innovation, 2017; 1(1): 35. John K. Christiansen and Marta Gasparin. Link: DOI: <https://doi.org/10.23726/cij.2017>. – 463 p.

6 H. Chesbrough (2006) «Open Business Models. How to Thrive in the New Innovation Landscape», Harvard Business School Press, ISBN 1- 4221- 0427-3, p. 150-154

Д. А. ҚҰНАНБАЕВА, Л. Б. БАЙЖАНОВА

ал-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті

ЖОБАЛЫҚ БИЗНЕС-МОДЕЛЬДЕР КОМПАНИЯЛАРДЫ ИННОВАЦИЯЛЫҚ ҚҰРАЛ РЕТІНДЕ БАСҚАРУ

Бұл мақалада жобалық тәсіл қолдана отырып, ұйымның басқару қызметі туралы айтылады. Жобаға бағытталған бизнесте ашық және жабық инновациялардың рөлі көрсетілген. Бизнес-жобалардың екі негізгі формасы анықталды және зерттелді: дамыту жобалары және келісімішарт жобалары (жобалық өндіріс деп те аталады). «Рахат» және «Фуд-Мастер» мысалында тамақ өнеркәсібіндегі компаниялардың инновациялық менеджменті

көрсетілген. Кәсіпорынның бизнес-моделі нәтижелер мен шығындарды іске асыру кезеңдері бойынша бөлуді көрсетеді. Бұл ресурстарды қолдау құралы ретінде қызмет етеді және жобаны іске асыру кезінде ресурстарды тарту мен бөлуді реттейтін жоспарлау құжаттарын құруға негіз болады.

Түйін сөздер: ашық және жабық инновациялар, жобалық бизнес модельдері, жобаларға бағытталған бизнес, даму жобалары, келісім-шарт жобалары, бірігу және сатып алу, инновациялық кластерлер.

D. A. KUNANBAEVA, L. B. BAIZHANOVA

Al-Farabi Kazakh National University

DESIGN BUSINESS MODELS AS A TOOL FOR INNOVATIVE MANAGEMENT OF COMPANIES

This article discusses the management activities of the organization using the project approach. The role of open and closed innovations in a project-oriented business is indicated. Two main forms of business projects have been identified and studied: development projects and contract projects (also called project production). The innovative management of companies in the food industry by the example of “Rakhat” and “Foodmaster” is shown. The business model of the enterprise shows the distribution of results and costs by stages of implementation. It serves as a resource support tool and is the basis for creating planning documents governing the attraction and distribution of resources during the implementation of the project. This article discusses the management activities of the organization using the project approach. The role of open and closed innovations in a project-oriented business is indicated. Two main forms of business projects have been identified and studied: development projects and contract projects (also called project production). The innovative management of companies in the food industry by the example of “Rakhat” and “Foodmaster” is shown. The business model of the enterprise shows the distribution of results and costs by stages of implementation. It serves as a resource support tool and is the basis for creating planning documents governing the attraction and distribution of resources during the implementation of the project.

Key words: *open and closed innovations, project business models, project-oriented business, development projects, contract projects, mergers and acquisitions, innovation clusters.*

S. UMIRZAKOV¹, A. NURGABDESHOV¹, D.*ZAMANBEKOV², N.GUMAROVA¹

¹*Narxoz University*

²*Suleyman Demirel University*

CULTURAL INTELLIGENCE AND WORK ENGAGEMENT OF EXPATRIATES: MODERATING ROLE OF SUPPORTING PRACTICES

Cultural intelligence (CQ) has gained significant role in research on expatriates. However, few studies include aspects as work engagement and supporting practices in cross-cultural management research. The growing number of multinationals and international assignments lead both expatriates and host country nationals to experience complex cultural, racial, and religious diversity that pose greater challenges to human resource managers. This study aims to examine the relationship between CQ of HCNs and their impact on expatriates' work engagement, with the presence of supporting practices as a moderating factor. The results indicate that high level of HCNs' CQ is related to an increase in employee involvement. Furthermore, it is found that two facets of ESP, financial and career ESP, had a negatively moderating effect on the positive relationship between two variables.

Key words: *Cultural intelligence, expatriates, HCNs, work engagement, supporting practices*

INTRODUCTION. International assignments become a key aspect of multinational corporations (MNCs) in today's dynamic and rapidly changing business environment. MNCs should consider the workforce diversity as a crucial strategic factor for organization, hence reflect on advantages and risks of hiring local employees for particular position. Certainly expatriate employees are potential actors in expansion into new international environment and so they are exposed to substantial cultural diversity. Global practice highlights incompetency of expatriates and failure of international assignments that consequently impact on MNCs' performance [1]. Given both the significance of global assignments and MNCs' global achievement, it is highly demanded to ensure the success of expatriates i.e. focus on effective cross-cultural work setting [2].

Takeuchi stress on the cultural adaptation and adjustment that may lead to the termination of expatriates' assignment [3]. Another common reason might be family related: relocation of the family can be troublesome owing to the lack of language skills, inadaptability to the host country environment and culture [4].

Pomeroy also gives particular importance to problems that 53% of employees have in the host country owing to the inability to coordinate and liaise with foreign subsidiaries in the various aspects [5]. According to given arguments, it can be reasoned that adjustment and adaptation of expatriates is primarily caused by socio-cultural factors and it is notably distinguished from the individual's professional skills. Thus, host country's cultural values continue as critical facet that should be considered by employees and organizations.

Expatriate adjustment phase is determined by host country Fundamentally, as Toh et. al. explained that host country nationals (HCNs) or socializing party or administrative bodies act as the source of knowledge which is valuable to know for employees for being competitive with the new cultural and organizational conditions [6]. MNCs do not implement practices as rewards or bonuses for HCNs to motivate them participate in expatriates' adaptation process. Therefore, it is worth to emphasize specific benefit to search for the initiatives for

host company to help the expatriates to adapt local environment and then engage at work. Studies asserted that besides job type, personal characteristics, spouse and family support, HNCs' socializing action has an impact on the success of expatriate engaged performance. Numerous studies even claimed that knowledge transferred from HCNs may dominate or replace information provided from training arranged by parent company [7].

In Shin, Morgeson, and Campion paper stated emerged significance, concern available to support that employees should behaviourally adapt into key aspects of the host culture [8].

Researchers examine expatriate's cross-cultural interaction and expatriate performance success. Studies advocate the use of proposed concept such as cultural intelligence (CQ) to easily navigate and understand cultural values and norms of the host organization and they are expected to be more successful in intercultural involvement [9].

Yet, on the basis of the novelty of the CQ concept several points of this notion are still unexplored. Relatively gaps in the research is CQ of HCNs and its influence on expatriate work performance. Despite that expatriates are culturally intelligent and well instructed but the host coworkers and local team lack to cooperate and adjust to the changes with the newcomers with various cultural background, more probably then overseas assignment will terminate unsuccessfully [10]. That is, same individual with the same competences may act differently based on the level of HCNs' CQ .

Research objective is to clarify the factors that influence expatriate work engagement and analyze local employees' role in this phase. Expose is to research if the cultural intelligence of host company members is a critical factor in international process and what are the probable impact on the work engagement. Here the research question arises:

What is the effect of Cultural Intelligence of host country nationals on expatriate work engagement procedure?

LITERATURE REVIEW. MNCs attempt to implement different strategic goals to involve employees in international assignment since the rate of unreasoned repatriation of expatriates and target failure remain particularly high. Therefore a topical question for MNCs is to understand the core elements which may affect employees engagement process in a positive way [11]. The notion of work engagement has been broadened during the last years by many empirical studies and researches in this matter. The concept was explored from different perspectives: Big Five personality traits – personality characteristics on adjustment, cultural diversity and its impact on performance, family-related adjustment effect on expatriate adaptation, employee's effective commitment, career and organizational support and expatriate's CQ level [12]. Besides, research emphasis is given to the host support that also distinguished as: perceived organizational support (POS), exchange of leader member, interactional support with foreign nationals and family support. Basically, the above stated studies are done in the regard to individual's CQ and its effect of expatriates' engagement. However, characteristics and abilities of HCNs and their support that substantially contribute to the adjustment, i.e. to the expatriate's involvement, are much less directed. Accordingly the following sections include contextual framework to provide better understanding of the terms.

CQ and work engagement. Cultural competence and openness of HCNs assist in the way expatriates adapt within the new conditions. Due to the multi-faceted importance of CQ, all aspects of life and various structures of developing the competence are covered as

cognitive, metacognitive, behavioral and motivational. Effect of cross-cultural interaction closely related to these structures' enhancement and what is essential, not different, but in as integral skill. Fulfilling such competence and basic psychological needs of individual lead to the work engagement as overall adjustment bring a positive affective-motivational work related state [13]. For this reason, CQ is a significant construct that is to be studied in refer to work engagement. Limited research exists on the theme of how culturally experienced local employees can affect the work engagement of newcomers. The relation between two facets as CQ and engagement have been studied by very few scholars. However, due to the "trendy" CQ construct, this study give a significant insight into the following hypothesis:

H1: HCNs' CQ is positively related to employee engagement among expatriates

Moderating role of supportingpractices. Expatriates supporting practices (ESP) can be defined as "the employees' global beliefs that the organization values their contributions and cares about their well-being" [14]. As it was defined in Table 1. ESP consist of four multidimensional constructs: cross-cultural adjustment, financial assistance, career progression and spouse and family support. Based on these dimensions, expatriates accept their advantageous or hostile attitude as an sign whether actions are valued or not [15]. Once employees understand that organization support them, they distinguish the range which refer to the cares about staff and value given to individual's effort and performance. Van der Heijden et al. indicate that employees perceiving ESP have substantial level of involvement, commitment and loyalty [16]. AlsoLazarova and Caligiuristressed employees' acquisition of supporting practices are highly influential. Researches define that implementation of supporting practices is objective, yet value and realization is crucial. Thus supporting practices lead employees to make an effort either work and nonwork engagement as a effect of the perception that company is committed to the international assignment.

H2: ESP moderates the relationship between CQ and work engagement such that the relationship will be stronger given that higher expatriate supporting.

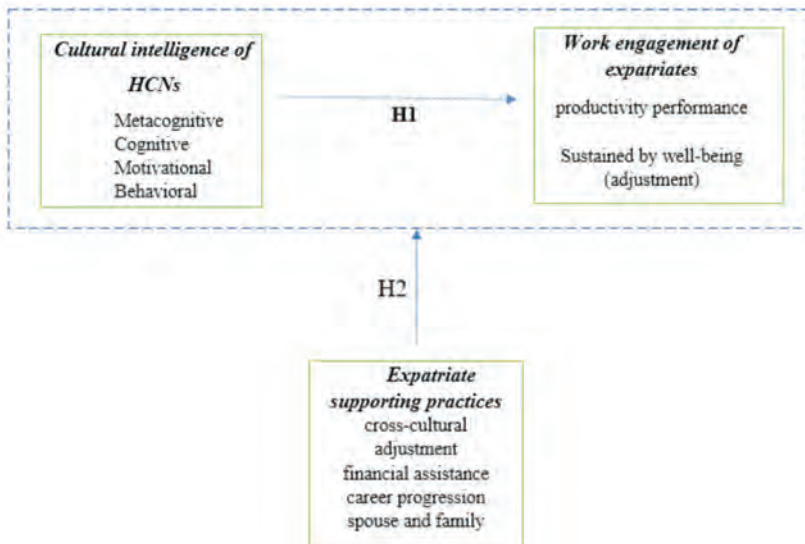


Figure 1 – Conceptual model

FINDINGS AND DISCUSSION. Study showed a positive significant relationship between CQ of locals and expatriates performance. It is based on the PCT and the equity theory in line with hypothesis 1 result. Both theories state that an exchange relationship between local employees and newcomers should be balanced: inputs and outputs should be common. Once stating hypothetical situations and measuring each facet separately, participants highlight the importance of motivation in assisting process of expatriates involvement.

Furthermore, the results correspond with the earlier studies that state positive effect of motivational CQ on all kind of interaction and adaptation, therefore it is considered as the essential facet of the CQ [18]. Also it was proven from the answers of respondents that motivational CQ leads expatriates to more culture and value recognition, so it also triggers both host nationals and expats focus on a consensus decision at any potential issue. Author may propose that the reason might be solitude that expats bear the beginning of their assignment. As the result, HCNs can show initiative and make expatriates feel accompanied and see that host nationals are open to build not only work ties but also welcoming and friendly relationships.

The second expectation was that ESP could act as a buffer when expatriates concerns work engagement. It was found that the results were partly in line with hypothesis 2. A negatively moderating effect was found for financial and career ESP. Any negative idea could be compensated by the employer by providing more organizational support. In this way, financial- and career ESP could act as a buffer for experiencing any concerns, and thereby rise the expatriates' engagement. For the third construct of adjustment ESP, no significant moderating effect was found. One possible explanation for this might be that adjustment support does not have implications for the situation in the expatriates' organization in the home country. When the expatriates' adjustment abroad is supported, this has no implications. Thus, when an expatriates is well adjusted abroad and the organization supports this, this does not take away the concerns about their work. In contrast, financial and career ESP have more impact on the future career of the expatriate, which might take away concerns upon any issue.

REFERENCES

- 1 Fang, Y., Jiang, G.-L.F., Makino, S. & Beamish, P. Multinational firm knowledge, use of expatriates and foreign subsidiary performance.//*Journal of Management Studies*, 2010. - №47.- P. 27-54.
- 2 Suutari, V. Global managers: career orientation, career tracks, life-style implications and career commitment.// *Journal of Managerial Psychology*, 2003 -18(3). – P. 185-207.
- 3 Takeuchi, R. A critical review of expatriate adjustment research through a multiple stakeholder view: Progress, emerging trends and prospects.// *Journal of Management*, 2010. – №36. – P. 1-25.
- 4 Hechanova, R., Behr, T. A., & Christiansen, N. D. Antecedents and consequences of employees' adjustment to overseas assignment: A meta-analytic review.// *Applied Psychology: An International Review*, 2003 - №52, – P. 213-236.
- 5 Pomeroy, A. Better executive on boarding processes needed.// *HR Magazine*, 2006 - 51(8): 16.
- 6 Toh, S. M., & DeNisi, A. S. Host country nationals as socializing agents: A social identity approach.//*Journal of Organizational Behavior*, 2006 - V. 28. – № 3. – P. 281-301
- 7 Caligiuri, P., & Lazarova, M. A model for the influence of social interaction and social support on female expatriates' cross-cultural adjustment.// *International Journal of Human Resource Management*, 2002. – 13(5). – P. 761-772.

8 Shin, S. J., Morgeson, F. P., & Campion, M. A. What you do depends on where you are: Understanding how domestic and expatriate work requirements depend upon the cultural context./ *Journal of International Business Studies*, 2007. – 38(1). – P. 64-83.

9 Bhaskar-Shrinivas, P., Harrison, D. A., Shaffer, M. A., & Luk, D. M. Input-based and timebased models of international adjustment: Meta-analytic evidence and theoretical extensions./ *Academy of Management Journal*, 2005. – № 48(2). – P. 257-281.

10 Templer, K. J., Tay, C., & Chandrasekar, N. A. Motivational cultural intelligence, realistic job preview, realistic living conditions preview, and cross-cultural adjustment./ *Group & Organization Management*, 2006. – № 31(1). – P. 154-173.

11 Ang, S., Van Dyne, L., Koh, C., Ng, K.Y., Templer, K.J., Tay, C., and Chandrasekar, N.A. Cultural Intelligence: Its Measurement and Effects on Cultural Judgment and Decision Making, Cultural Adaptation and Task Performance./ *Management and Organization Review*, 2007. № 3. – P. 335–371.

12 Caligiuri P., Di Santo V. Global competence: What is it, and can it be developed through global assignments?/ *Human Resource Planning*, 2001. – № 24(3). – P. 27–35.

13 Kraimer, M. L., & Wayne, S. J. An examination of perceived organizational support as a multidimensional construct in the context of an expatriate assignment./ *Journal of Management*, 2004. – 30(2). – P. 209-237.

14 Caligiuri P., Di Santo V. Global competence: What is it, and can it be developed through global assignments?/ *Human Resource Planning*, 2001. – № 24(3). – P. 27–35.

15 Rhoades, L., & Eisenberger, R. Perceived organizational support: a review of the literature./ *Journal of applied psychology*, 2002. – № 87(4). – P. 698.

16 Van Der Heijden, Beatrice, et al. Employability enhancement through formal and informal learning: an empirical study among Dutch non-academic university staff members./ *International journal of training and development*, 2009. – P. 19-37.

17 Schaufeli, W.B., Salanova, M., González-Romá, V. and Bakker, A.B. The measurement of engagement and burnout: a two sample confirmatory factor analytic approach./ *Journal of Happiness Studies*, 2002. – V. 3, № 1. – P. 71-92.

18 Imai, Lynn, and Michele J. Gelfand. The culturally intelligent negotiator: The impact of cultural intelligence (CQ) on negotiation sequences and outcomes./ *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 2010. – № 112(2). – P. 83-98.

С. УМИРЗАКОВ¹, А. НУРГАБДЕШОВ¹, Д. ЗАМАНБЕКОВ², Н. ГУМАРОВА¹

¹Нархоз Университет

²Университет имени Сулеймена Демиреля

ШЕТЕЛДІК ЖҰМЫСШЫЛАРДЫҢ МӘДЕНИ ИНТЕЛЛЕКТІ МЕН ЖҰМЫСҚА ЖҰМЫЛДЫРЫЛУЫ: ҚОЛДАУ ПРАКТИКАСЫНЫҢ РӨЛІ

Мәдени интеллект шетелдік жұмысшыларды зерттеуде маңызды рөлге ие болды. Алайда, бірнеше зерттеулерде жұмысқа жұмылдыру және қолдау тәжірибелері сияқты аспектілер мәдениаралық басқаруда толығымен қарастырылмаған. Көптеген ұлттар мен халықаралық тағайындаулардың өсуі шетелдік және жергілікті жұмысшылардың күрделі мәдени, нәсілдік және діни айырмашылық бар ортада жұмыс істеуге алып келеді. Мұндай тәжірибе адами ресурстарды басқаруда үлкен қиындықтар тудырады. Бұл зерттеу жергілікті азаматтардың мәдени интеллекті мен шетелдіктердің жұмысқа тартылуына әсері қолдау практикасының

қатысуымен бағытталған. Нәтижелер жергілікті азаматтардың мәдени интеллекті жоғары деңгейі жұмысшыларды тарту деңгейінің артуымен байланысты екенін көрсетеді. Сонымен қатар, қолдау практикасының екі аспектісі: қаржылық және мансаптық факторлар теріс әсер ететіні анықталды.

Түйін сөздер: мәдени интеллект, шетелдік, жергілікті жұмысшылар, жұмылдыру, қолдау практикасы

С. УМИРЗАКОВ¹, А. НУРГАБДЕШОВ¹, Д. ЗАМАНБЕКОВ², Н. ГУМАРОВА¹

¹Нархоз Университет

²Университет имени Сулеймена Демиреля

КУЛЬТУРНЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЭКСПАТРИАТОВ: РОЛЬ ПОДДЕРЖИВАЮЩИХ ПРАКТИК

Культурный интеллект (CQ) приобрел значительную роль в исследованиях экспатриантов. Тем не менее, лишь немногие исследования включают такие аспекты, как привлечение к работе и вспомогательные практики в исследованиях межкультурного управления. Растущее число транснациональных корпораций и международных назначений заставляет как экспатриантов, так и граждан принимающей страны испытывать сложное культурное, расовое и религиозное разнообразие, что создают большие проблемы для менеджеров по персоналу. Это исследование направлено на изучение взаимосвязи между культурным интеллектом и их влиянием на трудовую деятельность экспатриантов включая поддерживающих практик в качестве модулирующего фактора. Результаты показывают, что высокий уровень культурного интеллекта связан с увеличением вовлеченности сотрудников. Кроме того, установлено, что два аспекта поддерживающих практик – финансовый и карьерный – оказали негативное влияние на положительные отношения между двумя переменными.

Ключевые слова: культурный интеллект, экспатриант, вовлечение сотрудников, поддерживающие практики.

УДК 631.362.36:57.087.3

<https://doi.org/10.47533/2020.1606-146X.26>

A. B. OSPANOV, B. O. ^{}KULZHANOVA, SH. D. TOLYBAYEV*

Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry, Almaty, Kazakhstan

RESEARCH OF DESIGN AND TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF CLEANING CLOVER SEEDS BY COLOR SORTING

The article presents the results of study to establish the design and technological parameters of an experimental sample of the color sorter, carried out within the framework of the grant project of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan AP05130398. The regularities of the technological process of color sorting - cleaning of clover seeds from seeds of quarantine and hard-separable impurities and rational regimes providing high efficiency of processing of clover seed material - have been established. A constructive feature of the tray feeding the seed mixture is proposed, which allows reducing the massiveness of the separator while increasing the productivity, reducing the useful production area.

Key words: *cleaning seeds of fodder crops (clover) from quarantine and hard-separable impurities, color sorting.*

Introduction. The quality of succulent feed for animal husbandry is determined by the availability of full seeds, which in turn is determined by the level of equipment of seed farms with effective seed-cleaning unit for cleaning seed material from seeds of quarantine and hard-separable weeds. Today, seed producers of fodder crops in the country are import-dependent for clover seeds, about 60% of seed material is purchased abroad [1].

In world practice, the highest results of cleaning seeds of quarantine and hard-separable impurities are achieved by separating machines, the operating principle of which is based on optical-electronic recognition of seeds of impurities. More than 15 machine manufacturing companies produce these color sorting machines in the world [2]. Their cost varies from 15 to 120 thousand US dollars, which is unbearable for small producers of fodder crops in the country.

As part of our project, we have set a goal - to improve the design and technological parameters of the color sorter, achieving a reduction in its cost.

Research methodology and results. Researches were carried out on an experimental sample of the color sorter [3], the block diagram of which is shown in Figure 1. The sequence of technological processes in the color sorter includes: SH - storage hopper; VT - vibrating tray; IPT - inclined pitched tray; VC - video cameras; RU - recognition unit; MC - microcontroller; PE - pneumatic ejectors; SA1; SA2 - respectively, amplifiers for signals

*Адрес для переписки. E-mail: saule.kulshikova@mail.ru

of pneumatic ejectors and vibrating tray; Ifr. and IIfr. - respectively, outlet pipes for the first (alfalfa seeds) and second (seeds of quarantine and hard-separable impurities) fractions.

The experimental setup is equipped with CCD Nikon AF NIKKOR cameras (52mm) with a minimum resolution of 1800-4500 pixels. A Raspberry Pi3 processor was used as a microcontroller, and a JMGD LED-W LED lamp was used to supply lighting, providing 32lx illumination in the object recognition area. Also, the color sorter is equipped with a Vibrator110V Small model vibrating tray, Ejector 20 Blocks pneumatic ejectors, a Trays size 306mm profile pitched tray, a 64 Holes nozzle plate blowing panel, an air filter and a valve.

The optical-electronic control unit operates on the basis of its own software product “Digital Seed Cleaning”, which makes it possible to recognize seeds of quarantine and hard-separable impurities with defects of up to 64 classes [4]. The performance of the separator was regulated by the speed of transportation on a horizontal vibrating tray, at which uniform movement of the flow of seeds was ensured in one layer. Once in the survey area, each seed is examined by cameras separately, so that a high degree of purity of the seed fraction of the main crop can be achieved with a color sorter.

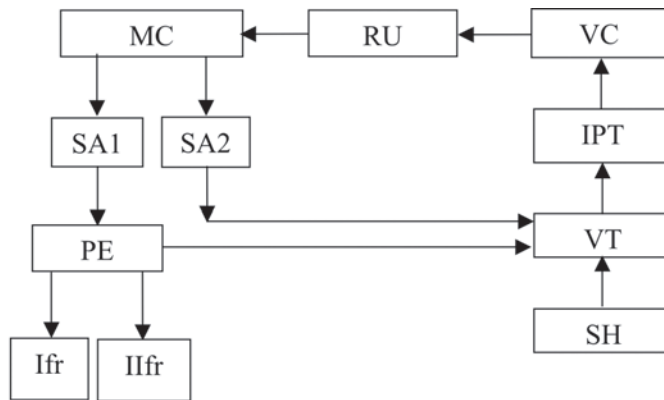


Figure 1 – Block diagram of technological processes in the color separator

Basically, impurity seeds differ from clover seeds in shape, weight and color. But, there is a certain amount of impurities (0.2-1.5%) that have identical parameters with clover seeds. Because of this, clover seeds overlap with impurities in the inspection area, which leads to loss - carryover of full alfalfa seeds to waste, or to an increase in waste in a suitable product, and this, in turn, affects the performance of the separator as a whole.

Based on the above, the following adjustable parameters of the cleaning process are adopted, which determine the outcome of the technological process of optical-electronic separation: the productivity of the vibrating horizontal tray; angle of inclination and length of the pitched tray; place of installation of pneumatic ejectors. Decoding of the video frames made it possible to determine the speed of vibratory transport of the mixture in the range from 0.85 to 2.5 m/s, at a frequency of 150 ... 350 1/min and amplitude of oscillations of 0.5 mm. In all experiments, the moisture content of the seed mixture varied within 14.0% ...

15.0%. In the experimental seed mixture, the content of impurities was: quarantine - 0.09%; hard-separable - 0.17%.

The quantitative and qualitative analysis of the technological process of cleaning clover seed from quarantine and hard-separable impurities was assessed by two indicators:

– the coefficient of purity ε of clover seeds, which evaluates the quality aspect of the separation process, is equal to the ratio of the mass of clover seeds in the first fraction M_{1c}

$$\text{to the total mass of the first fraction, } \varepsilon = \frac{M_{1c}}{M_1} \cdot 100\% ;$$

– the coefficient of clover seed carryover β , reflecting the quantitative aspect of the separation process, is equal to the ratio of the mass of the kernel in the second fraction M_{2c}

$$\text{to the mass of clover seeds in the original seed mixture } M_c, \beta = \frac{M_{2c}}{M_c} \cdot 100\% .$$

The uniformity of feeding the seed mixture in one layer was controlled by a high-speed video camera, and as a result, the dependence of the change in the throughput of the tray Q on its inclination angle α , at various values of the tray length L .

As can be seen from the dependence $Q(\alpha)$ (Fig. 2), with an increase in the angle of inclination of the pitched tray, it is possible to achieve an increase in the throughput of the chute, i.e. improve productivity. At the same time, with an increase in the angle of inclination of the tray, the value of productivity approaches the extreme, and with values of α close to 90 degrees productivity becomes the same for all cases of tray length L , which is quite natural that when, upon reaching the vertical position of the tray, in all cases of tray length, the speed of movement of the seeds is equal to the speed of free fall.

The design productivity of the machine sample – 500 kg/h is ensured with the length and inclination angle of the tray equal, respectively, $L(y_1) = 30 \text{ cm} - \alpha = 60^\circ \dots 65^\circ$; $L(y_2) = 50 \text{ cm} - \alpha = 55^\circ \dots 60^\circ$; $L(y_3) = 70 \text{ cm} - \alpha = 53^\circ \dots 55^\circ$.

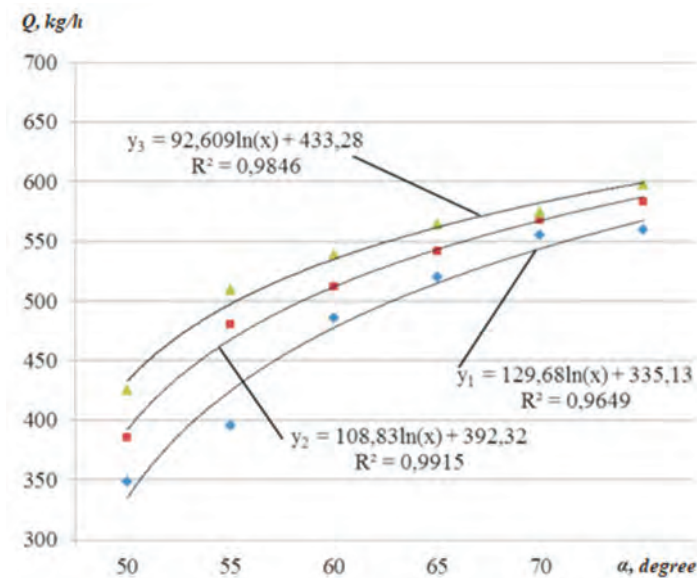


Figure 2 – Dependence $Q(\alpha)$

Figure 3 shows the dependence of the coefficient of purity of the seed mixture of clover ε when cleaning from hard-separable impurities (seeds of the cornflower and pigweed) from the angle of inclination of the tray α , under experimental conditions: productivity - 500 kg/h; tray width - 120 mm; the surface of the tray - smooth glass.

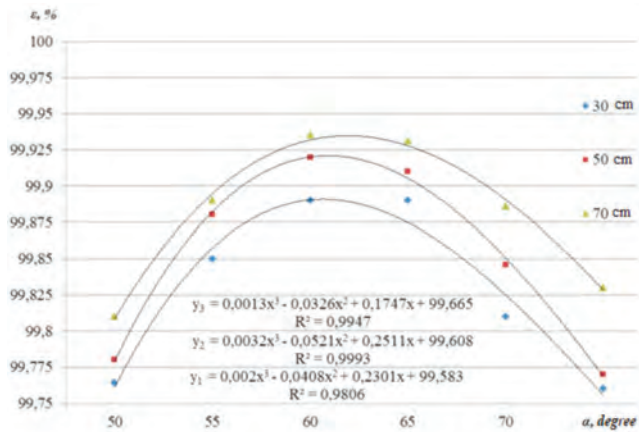


Figure 3 – Dependence $\varepsilon(\alpha)$ during cleaning hard-separable impurities

As it can be seen, the dependence $\varepsilon(\alpha)$ is extreme in nature - it reaches a maximum with an increase in the angle of inclination of the pitched tray and then decreases, the highest values of alfalfa purity correspond to a longer tray - 70 cm, with an angle of inclination of the pitched tray - 58°...65°. This is due to the fact that at small angles of inclination of the tray, the purity of the seeds decreases, due to an increase in the flow of the mixture, which complicates the conditions for recognizing objects, and at large angles of inclination of the tray, the number of seeds bouncing off the tray increases, which violates the uniformity of distribution of seeds along the width and length of the tray ...

Figure 4 shows the dependence $\varepsilon(\alpha)$ when cleaning from quarantine impurities (seeds of pink bitterling and dodder), under the conditions: productivity - 500 kg/h; the distance between the tray and the center of the ejector nozzle is 90 mm.

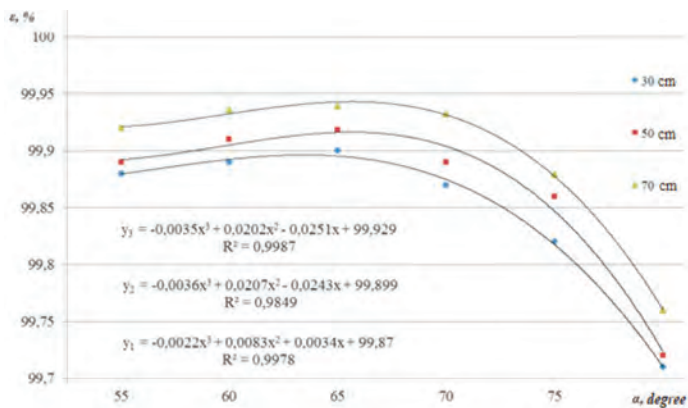


Figure 4 – Dependence $\varepsilon(\alpha)$ during cleaning quarantine impurities

As it can be seen, at an angle of inclination of the tray within 60° ... 65° , the greatest degree of clover seeds cleaning from quarantine impurities is provided. Moreover, this is observed in all values of the tray length.

Figure 5 shows the dependence β (α), under the conditions: productivity - 500 kg/h; the distance between the tray and the ejector is 90 mm. As can be seen, the β (α) dependence has a negative extreme character with a low value of clover seed carryover to waste. With the values of the inclination angle of the tray from 62° to 66° , the carryover of clover seeds to waste is below 2%, which meets the requirements for organizing the production of fodder seeds.

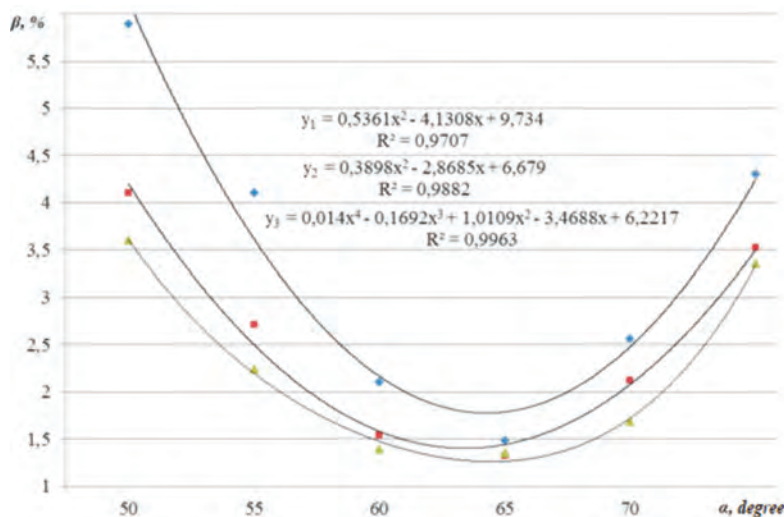


Figure 5 – Dependence $\beta(\alpha)$

Based on the results of the research, it is concluded that rational design and technological parameters of the experimental sample of the color sorter have been determined, which ensure the quality of clover seed material that meets the requirements for the production of fodder seeds. With a pitched tray width of 120 mm, uniform feed of the seed mixture in one layer was achieved at a productivity of 500 k/h. The highest purity of clover seeds from quarantine and hard-separable impurities (99.8%) and clover seeds carry-over to waste (less than 2%) was reached at an angle of inclination of the pitched tray of 60° ... 65° .

In general, the insignificant influence of the tray length (in the range from 30 cm to 70 cm) on the techno-design parameters of the cleaning process was established, which makes it possible to assert the possibility of reducing the tray length to 30 cm, while at the same time achieving sufficiently high cleaning rates for the clover seed mixture.

REFERENCES

- 1 State program for the development of the agro-industrial complex of the Republic of Kazakhstan for 2017-2021. Astana, February 14, 2017.
- 2 Analytical report DISCOVERY RESEARCH GROUP. Analysis of the color sorters market in Russia. https://drgroup.ru/components/com_jshopping/files/demo_products/Demo.Analiz-rynkaFotoseparatorov-v-Rossii.pdf (19.07.2020).

3 A.B. Ospanov, B.O. Toxanbayeva, Sh.D. Tolybayev, D.Sh. Baimuratov, N. Omarov. Research of technological parameters of an optical-electronic separator / Scientific and practical electronic journal "Original Research" (ORIS). V. 9, № 10. – 2019. – P. 96-102.

4 Ospanov, A.B., Toxanbayeva, B.O., Tolybayev, Sh.Zh. "Digital seed Cleaning" program. Certificate of entering information into the state register of rights to objects protected by copyright No. 11519 dated August 4, 2020. Object creation date: 07/27/2020

А. Б. ОСПАНОВ, Б. О. ҚҰЛЖАНОВА, Ш. Д. ТОЛЫБАЕВ

*Қазақ қайта өңдеу және тағам өнеркәсіптері ғылыми-зерттеу институты,
Алматы қаласы*

ФОТОСҰРЫПТАУ МЕН БЕДЕ ТҰҚЫМДАРЫН ТАЗАЛАУДЫҢ КОНСТРУКТИВТІК-ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ПАРАМЕТРЛЕРІН ЗЕРТТЕУ

Мақалада ҚР БжҒМ гранттық қаржыландырылған АР05130398 жобасы аясында жүргізілген фотосепаратордың тәжірибелік үлгісінің тиімді конструктивтік-технологиялық параметрлерін анықтауға бағытталған зерттеу нәтижелері келтірілген. Фотосұрыптау технологиялық процесінің жоғарғы тиімділікті көрсеткіштеріне жеткізетін заңдылықтары айқындалды – беде тұқымдарын карантинді және қиын бөлінетін қоспалардан тазарту мен рационалды режимдерін анықталды. Тұқымдық қоспаны көлбеу бағыттаушының сепаратордың массивті көлемін азайтуға мүмкіндік беретін конструктивті тиімді сұлбасы ұсынылды, ол өзгешелік өндірістік ауданды кішірейте отырып, өнімділікті көбейтуге мүмкіндік береді.

***Түйін сөздер:** мал азығы дақылдарының тұқымдарын (беде) карантиндік және қиын бөлінетін қоспалардан тазарту, фотосұрыптау.*

А. Б. ОСПАНОВ, Б. О. КУЛЖАНОВА, Ш. Д. ТОЛЫБАЕВ

*Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей
и пищевой промышленности, г. Алматы*

ИССЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОЧИСТКИ СЕМЯН КЛЕВЕРА ФОТОСЕПАРИРОВАНИЕМ

Представлены результаты исследования по определению конструктивно-технологических параметров экспериментального образца фотосепаратора, проводимые в рамках грантового проекта МОН РК АР05130398. Установлены закономерности технологического процесса фотосепарирования – очистки семян клевера от семян карантинных и трудноотделимых примесей и рациональные режимы, обеспечивающие высокие показатели эффективности обработки семенного материала клевера. Предложена конструктивная особенность подающего семенную смесь лотка, позволяющую уменьшить массивность сепаратора при увеличении производительности, снижая полезную производственную площадь.

***Ключевые слова:** очистка семян кормовых культур (клевера) от карантинных и трудноотделимых примесей, фотосепарирование.*

ЮБИЛЕЙНЫЕ ДАТЫ

БАЙМУРАТОВ УРАЗ БАЙМУРАТОВИЧ

(К 85-летию со дня рождения)

14 сентября 2020 года исполнилось 85 лет **Баймуратову Ураз Баймуратовичу** – доктору экономических наук, профессору, академику Международной инженерной академии, Национальной инженерной академии Республики Казахстан и Национальной академии наук Республики Казахстан.

У. Б. Баймуратов прошел путь от младшего научного сотрудника, ученого секретаря до заведующего отделом Института экономики Академии наук Казахской ССР.

Впоследствии был назначен первым заместителем Председателя, Председателем Совета по изучению производительных сил (СОПС) Академии наук Казахской ССР, а затем Председателем Комитета Верховного Совета Республики Казахстан по финансам, бюджету и банковскому делу. В 1996 г. был назначен директором Института социальной экономики и финансов.

У.Б. Баймуратов активно участвовал в становлении современной казахской государственности, в подготовке и принятии Декларации о суверенитете Казахстана, первой Конституции страны, Налогового и Таможенного кодексов, Законов о собственности, природных ресурсах, о Национальном банке, банковской системе и многих других законов, в разработке первых правительственных программ по переходу к рыночным отношениям.

Несмотря на высокие и ответственные должности, Ураз Баймуратович непрерывно занимается наукой. Он автор и соавтор 37 монографий (из них единолично написанных – 15), имеет свыше 600 научных трудов, опубликованных в Казахстане и других странах ближнего и дальнего зарубежья на многих языках мира.

У.Б. Баймуратов является основателем нескольких научных школ по направлениям: эффективность инвестиций, науковедение и экономика науки, развитие денежно-финансовой системы в условиях глобализации, социальная гармоничная экономика и др. Он основал новое научное направление изучения социальной эволюции по вектору Гармонии и открытие парадигмы и объективных законов социальной Гармонии.

За годы научной деятельности вырастил целую плеяду высококвалифицированных научных кадров и специалистов. Под его научным руководством подготовлено 50 докторских и кандидатских диссертаций.

Его работа высоко оценена государством и обществом. Он является Заслуженным деятелем науки РК и лауреатом премии имени Чокана Валиханова, награжден орденом «Құрмет» и рядом других наград.

Президиум Национальной инженерной академии РК поздравляет **Баймуратова Ураза Баймуратовича** с юбилеем, желает ему крепкого здоровья, долгих лет жизни, новых достижений и научных изысканий.



КОЖАХМЕТОВ СУЛТАНБЕК МЫРЗАХМЕТОВИЧ

(К 85-летию со дня рождения)



15 сентября 2020 года исполнилось 85 лет **Кожакметову Султанбеку Мырзахметовичу** – крупному ученому-металлургу, академику Национальной инженерной академии Республики Казахстан, Национальной академии наук Республики Казахстан и Национальной академии естественных наук Республики Казахстан, главному научному сотруднику Института металлургии и обогащения, доктору технических наук, профессору, лауреату Государственной премии СССР.

В 1958 году после окончания Московского института цветных металлов и золота им. М.И. Калинина по ходатайству Президента АН КазССР, академика К.И. Сатпаева он был направлен на работу в Институт металлургии и обогащения АН Казахской ССР, где прошел все ступени научной деятельности от старшего лаборанта до директора института

и вице-президента Академии наук Казахской ССР.

Академик С.М. Кожакметов – известный ученый в области теории и новых технологий получения тяжелых цветных металлов и сопутствующих им элементов. При его непосредственном участии и научном руководстве создано научное направление «Физико-химические основы и разработка высокоэффективных и новых автогенных процессов в металлургии меди». На основе фундаментальных исследований в области теории высокотемпературных металлургических процессов им развиты новые представления о термодинамике, кинетике и механизме окислительно-восстановительных процессов сульфидно-оксидных систем, содержащих тяжелые цветные и редкие металлы, и взаимодействии штейно-шлаковых расплавов автогенных процессов с газовой фазой.

В течение последнего десятилетия под руководством С.М. Кожакметова совместно с ближайшими сотрудниками разрабатывается физико-химические основы и технология пирометаллургического вскрытия упорного сырья золота и окисленных никелевых руд.

Широко внедрены на медеплавильных заводах Республики Казахстан разработанные под руководством С.М. Кожакметова совместно с учеными России и Казахстана принципиально новые автогенные процессы – кивцэтный способ плавки медно-цинковых концентратов (Иртышский медеплавильный завод) и процесс плавки медных концентратов в жидкой ванне, процесс Ванюкова (Балхашский медеплавильный завод). В промышленном масштабе процесс Ванюкова освоен в России и Узбекистане учеными МИСиС (Норильский, Среднеуральский и Алмалыкский медеплавильные заводы).

С.М. Кожакметов награжден орденами «Дружбы народов», «Күрмет», медалями и почетными грамотами Верховного Совета Казахской ССР и Республики Казахстан, является лауреатом Международного Общества минералов, металлов и материалов (США) и Международного академического рейтинга популярности «Золотая Фортуна» (г. Киев). Он избирался депутатом Верховного Совета Казахской ССР 11-го созыва и являлся председателем Комитета по рациональному использованию природных ресурсов и охране окружающей среды Верховного Совета КазССР.

Президиум Национальной Инженерной академии РК поздравляет **Кожакметова Султанбека Мырзахметовича** с юбилеем, желает ему крепкого здоровья, благополучия и дальнейших творческих успехов!

АКБЕРДИН ТЛЕС ЖУМАТАЕВИЧ

(К 80-летию со дня рождения)

4 августа 2020 года исполнилось 80 лет **Акбердину Тлесу Жуматаевичу** – инженеру-конструктору, кандидату технических наук, Почетному строителю, академику Международной инженерной академии и Национальной инженерной академии Республики Казахстан.

Тлес Жуматаевич после окончания Казахского политехнического института по специальности «Промышленное и гражданское строительство» работал инженером-технологом завода ЖБИ-2, в 1964-1980 гг. – аспирант, преподаватель, старший преподаватель кафедры инженерных конструкций КазПТИ. В 1978 г. защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук в Московском инженерно-строительном институте. С 1980 по 1996 г. – доцент, профессор, декан общетехнического факультета Алматинского архитектурно-строительного института (ныне Казахская головная архитектурно-строительная академия). В 1996-2003 гг. – главный конструктор, директор Инфотехцентра, с 2003 г. по настоящее время – советник по международным и техническим нормативам ПА KAZGOR.



Академик Акбердин Т.Ж. успешно совмещает научную и преподавательскую деятельность. Большое внимание в своей научной деятельности Тлес Жуматаевич Акбердин уделяет вопросам проектирования зданий в сейсмических районах.

Активно занимается разработкой и внедрением современных стандартов на основе аналогов ISO и CEN, является автором более ста научных и методических работ, технических и проектно-изыскательских разработок, одним из авторов архитектурно-строительных казахско-русских и русско-казахских терминологических словарей, изданных в 1994, 2000 и 2014 гг.

Особо следует отметить большой вклад Тлеса Жуматаевича в становление и развитие Национальной инженерной академии Республики Казахстан.

Результаты его самотверженной работы были высоко оценены государством. Свидетельством тому являются высшие награды нашей страны – «Ветеран труда СССР», медаль Высшей школы СССР «За лучший труд», «10 лет Независимости Республики Казахстан», знак «Почетного строителя Казахстана» и ряд других наград.

Его сильная гражданская позиция и непоколебимая уверенность в завтрашнем дне страны всегда являются примером для молодого поколения.

Президиум Национальной инженерной академии поздравляет **Акбердина Тлеса Жуматаевича** с юбилеем и желает ему крепкого здоровья, благополучия, счастья, неиссякаемый энергии, плодотворных успехов и творческого долголетия!

БИТИМБАЕВ МАРАТ ЖАКУПОВИЧ

(К 80-летию со дня рождения)



18 августа 2020 года исполнилось 80 лет **Битимбаеву Марату Жакуповичу** – доктору технических наук, профессору, академику Международной инженерной академии и Национальной инженерной академии РК.

Битимбаев М.Ж. начал свою карьеру на Асысайском полиметаллургическом заводе: работал мастером, начальником рудника, заместителем директора, затем в 1984–1987 годах – главным инженером, директором Иртышского полиметаллургического завода, начальником Южно-Казахстанского управления государственного технического надзора Казахской ССР. Благодаря своему упорному труду был назначен заместителем Министра промышленности и Министра геологии и охраны недр Республики Казахстан, генеральным директором Национальной акционерной компании «Казатомпром», директором Горного института имени Д.А. Кунаева, ТОО «Шалкия Цинк», заместителем генерального директора ТОО «Мерейтой», генеральным директором ТОО «Data Invest», а также членом Совета директоров.

Битимбаев М.Ж. непрерывно занимается наукой. Результаты его исследований отражены в более чем 80 научных трудах. Он, являясь членом Президиума Национальной инженерной академии Республики Казахстан, вносит большой вклад в развитие Академии и инженерной науки.

Следующие слова Марата Жакуповича полностью отражают его отношение к делу его жизни: «Горное дело и сопровождающие его, предшествующие ему и следующие за ним технологические и производственные процессы требуют от специалиста, заинтересованного в плодах своего труда, полной самоотдачи, обладания глубокими общетехническими и профессиональными знаниями, умения применить эти знания в любой производственной обстановке, быть на острие событий, не прячась в трудную минуту за спину другого, сознания собственной ответственности и творческого подхода к решению самых тривиальных и повседневных задач».

Плодотворная работа Марата Жакуповича высоко оценена государством и обществом. Он награжден орденами «Знак Почета», «Құрмет», «Инженерная Слава» (высшая награда Высшего инженерного Совета Российской Федерации), медалью «За доблестный труд, в ознаменование 100-летия со дня рождения В.И. Ленина», почетным знаком «Шахтерская слава» 1-ой, 2-ой, 3-ей степеней (полный кавалер этой награды), премией Совета Министров СССР, премией и золотой медалью имени академика У. Джолдасбекова, премией и золотой медалью имени акад. Ш. Есенова и рядом многих других наград.

Президиум Национальной инженерной академии РК поздравляет **Битимбаева Марата Жакуповича** с юбилеем, желает ему крепкого здоровья, долгих лет жизни, новых достижений в деле подготовки кадров и научных изысканий.

ЖОЛТАЕВ ГЕРОЙ ЖОЛТАЕВИЧ (К 80-летию со дня рождения)

28 сентября 2020 года исполнилось 80 лет **Жолтаеву Герою Жолтаевичу** – доктору геолого-минералогических наук, крупному ученому-металлургу, профессору, академику Международной инженерной академии и Национальной инженерной академии Республики Казахстан.

Г.Ж. Жолтаев, с отличием окончив Казахский политехнический институт, там же начал работать сначала ассистентом, старшим преподавателем, доцентом, заведующим кафедрой, а затем и деканом нефтяного факультета Казахского политехнического института, преподаватель Алжирского института нефти и химии, заведующим кафедрой геологии нефти и газа.

Герой Жолтаевич непрерывно занимается наукой. Благодаря этому, сегодня результаты его научных исследований нашли отражение в более чем 200 научных работах, 4 монографиях, 15 методических указаниях и 5 учебных пособиях.

Основным научным направлением исследований Героя Жолтаева является создание геодинамических моделей осадочных бассейнов Казахстана с позиции теории тектоники плит. Предложенная им модель строения юга Евразии, охватывающая территорию Казахстана, России, Украины, Азербайджана, Ирана и Туркмении, основанная на идее двухуровневого проявления процессов при движении литосферных плит, поддержана многими учеными-геологами и признана значительным вкладом в развитие фундаментальных положений теории тектоники плит.

В порядке обмена опытом Г.Ж. Жолтаев читал лекции и выступал с докладами в университетах, нефтяных и геологических компаниях США, Франции, Германии, России, Англии, Италии, Японии, Норвегии, Китая и других стран.

В последние годы активно и плодотворно работает со своими учениками над проблемой управления скважинами с межколонным давлением, которая является актуальной для безопасной разработки крупнейших месторождений Тенгиз и Карачаганак.

Свидетельством признания его достижений являются его награды, такие как орден «Құрмет», медаль «За доблестный труд», нагрудные знаки «Почетный разведчик недр Республики Казахстан», «Отличник нефтяной промышленности» СССР, «За заслуги в развитии науки Республики Казахстан», «За заслуги в развитии инженерного дела в Республике Казахстан», звания лауреата премии им. К.И. Сагпаева, звания «Лучший преподаватель вуза», а также международные награды золотая медаль Евросоюза, медаль «Золотой Прометей», медаль им. Каддафи и ряд других наград.

Президиум Национальной Инженерной академии РК поздравляет **Жолтаева Героя Жолтаевича** с юбилеем, желает ему крепкого здоровья, благополучия и дальнейших творческих успехов!



ДОСМАНБЕТОВ БАКБЕРГЕН САРСЕНОВИЧ

(К 75-летию со дня рождения)



21 сентября 2020 года исполнилось 75 лет **Досманбетову Бакбергену Сарсеновичу** – доктору экономических наук, профессору, академику Национальной инженерной академии Республики Казахстан.

Бакберген Сарсенович, окончив Московский инженерно-экономический институт им. Серго Орджоникидзе, получил специальность инженера-экономиста. После окончания института преподавал в Кызылординском педагогическом институте им. Н. В. Гоголя. Затем с 1973 до 1976 года проходил обучение в аспирантуре в Москве. С 1976 года вновь работал в Кызыл-Ординском педагогическом институте им. Н.В. Гоголя старшим преподавателем, заведующим кафедрой, проректором. А впоследствии стал ректором Кызылординского гуманитарного университета.

В дальнейшем Бакберген Сарсенович был назначен акимом города Кызылорда и председателем административного совета Кызылординской специальной экономической зоны, избран в Сенат Парламента РК II, III и IV созывов, секретарем Комитета по экономике, финансам и бюджету, советником президента АО НК «Қазақстан темір жолы», научным руководителем университета «Болашак» города Кызылорда.

Он достойно занимал все ответственные должности. Несмотря на свою большую занятость, Бакберген Сарсенович всегда находил время на науку.

На сегодняшний день результаты его исследований отражены более чем в 100 научных трудах и 6 монографиях. Под научным руководством Досманбетова Б.С. было защищено 2 докторских и 10 кандидатских диссертаций.

За свои заслуги он награжден орденами «Құрмет», «Парасат», медалями «10 лет Независимости Республики Казахстан», «10 лет Астана», имеет благодарность Президента РК и многие другие награды.

Президиум Национальной инженерной академии РК поздравляет **Досманбетова Бакбергена Сарсеновича** с юбилеем, желает ему крепкого здоровья, благополучия, счастья и дальнейших творческих успехов!

ТУЛЕБАЕВ КОПСЕКБАЙ РАТКУЛОВИЧ

(К 70-летию со дня рождения)

1 сентября 2020 года исполнилось 70 лет **Тулбаеву Копсекбаю Раткуловичу** – доктору технических наук, академику Международной инженерной академии и Национальной инженерной академии РК, лауреату Государственной премии Республики Казахстан в области архитектуры, члену Союза архитекторов Республики Казахстан, члену Президиума НИА РК, председателю Отделения архитектуры, строительства и строительных материалов НИА РК, известному инженеру.

Свою трудовую деятельность как инженер начал с октября месяца 1973 года в ГПИ «Алматыгипрогор». В этом институте он прошел путь от инженера-конструктора до директора проектной организации, затем работал в Казахской Государственной архитектурно-строительной академии старшим преподавателем, доцентом, заведующим кафедрой. Под руководством и личным участием Копсекбая Раткуловича разработаны и обновлены учебно-планирующие и методические документации, внедрены нетрадиционные методы обучения и контроля знаний студентов, обучающихся на государственном языке по дисциплинам «Сопrotивление материалов» и «Строительная механика». С 2001 года является руководителем исполнительного органа проектного института «Алматыгипрогор-1».

Инженер-конструктор Копсекбай Раткулович является автором проектов уникальных объектов жилищно-гражданского назначения, таких как: Комплекс лечебно-оздоровительных бань «Арасан» в г. Алматы; универсальный спортивно-зрелищный зал на 10500 зрителей в г. Алматы; Республиканская художественная школа-интернат на 400 учащихся; административно-бытовой и инженерный корпус объекта «Н-409»; здание Центральной мечети по ул. Пушкина; Египетский исламский центр в г. Алматы; Мавзолей «Домалак ана» в Южно-Казахстанской области; здание Сената Парламента РК в г. Астане; административное здание КНБ РК в г. Астане; торгово-развлекательный центр «Ритц-палас» в г. Алматы и др.

За проектирование и строительство объекта Комплекс лечебно-оздоровительных бань «Арасан» Тулбаеву К.Р. Президиумом Верховного Совета Казахской ССР была присуждена Государственная премия Республики Казахстан в области архитектуры и за достигнутые успехи в выполнении плановых заданий и обязательств.

Сколькими бы проектами он ни управлял, Копсекбай Раткулович не прекращает свои исследования в науке. На сегодняшний день результаты исследований отражены в более чем 170 научных трудов, статьях и 31 авторском свидетельстве.

В знак признания его достижений Тулбаев К.Р. награжден медалями «За заслуги в развитии инженерного дела в Казахстане», «Ветеран труда», отмечен множеством нагрудных знаков, является Заслуженным деятелем Казахстана, имеет звание «Почетный гражданин Мойынкумского района» Жамбылской области, за личные заслуги и достижения в области науки и техники награжден орденом «Звезда Содружества» Комитета Совета Федерального Собрания РФ по делам СНГ, почетным знаком «Даңқты құрылысшы» ассоциации строителей Казахстана и многими другими наградами.

Президиум Национальной инженерной академии РК поздравляет **Тулбаева Копсекбая Раткуловича** с юбилеем, желает ему крепкого здоровья, благополучия в семье, счастья, дальнейших творческих успехов!



САТОВА РАУШАН КУЛМАГАМБЕТОВНА

(К 70-летию со дня рождения)



8 сентября 2020 года исполнилось 70 лет **Сатовой Раушан Кулмагамбетовне** – доктору экономических наук, профессору, член-корреспонденту Национальной инженерной академии Республики Казахстан, академику Международной академии транспорта, почетному работнику образования Республики Казахстан.

Раушан Кулмагамбетовна – одна из первых выпускниц очной аспирантуры Алматинского энергетического института (АЭИ). Трудовую деятельность начала в Институте экономики АН КазССР в Отделе комплексного освоения минерально-сырьевых и топливно-энергетических ресурсов.

После успешной защиты кандидатской диссертации на тему «Эффективность углей и угольных отходов» была назначена заведующей аспирантуры Института экономики, а затем по конкурсу перешла на преподавательскую работу в АИНХ на кафедре «Экономики природопользования» на должность доцента.

В 1997 году после защиты докторской диссертации на тему «Повышение эффективности комплексного использования топливно-энергетических ресурсов (на материалах угольной промышленности Казахстана)» была приглашена на работу в Центральный аппарат Министерства образования и науки РК в Главное управление государственного заказа, которое осуществило переход на новую модель формирования студенческого контингента.

Она является автором более 150 публикаций, ею подготовлены 7 докторов и более 50 кандидатов экономических наук, при ее активном содействии сформирована целостная научная школа транспортников Казахстана.

За свои успехи Раушан Кулмагамбетовна награждена медалью МОН РК «За заслуги в развитии науки РК», отмечена почетным знаком «Отличник образования РК», медалями «К 100-летию железных дорог РК», к 85-летию КазАТК им. М.Тынышпаева и рядом других наград.

Ее красота, отвага, сильная позиция, храбрость в соответствии с женственностью – достойный пример подражания для молодого поколения.

Президиум Национальной инженерной академии РК поздравляет **Сатову Раушан Кулмагамбетовну** с юбилеем, желает ей крепкого здоровья и долгих лет жизни!

ТЕМИРБЕКОВ НУРЛАН МУХАНОВИЧ

(К 60-летию со дня рождения)

20 августа 2020 года исполнилось 60 лет со дня рождения **Темирбекова Нурлана Мухановича** – доктору физико-математических наук, профессору, академику Международной инженерной академии и Национальной инженерной академии Республики Казахстан, члену-корреспонденту Национальной академии наук Республики Казахстан, вице-президенту Национальной инженерной академии Республики Казахстан.

Темирбеков Н.М. – уважаемый государственный и общественный деятель, известный математик, заслуженный педагог.

За многолетнюю научную и общественную деятельность Нурлан Муханович внес большой вклад в развитие страны. Этому способствовали его целеустремленность, ответственность, открытость, умение найти оперативное и стратегическое решение вопроса и исключительная порядочность.

После окончания факультета механики и прикладной математики Казахского государственного университета им. С.М. Кирова (ныне Казахский национальный университет им. аль-Фараби) он прошел все вузовские ступени – ассистент, старший преподаватель, доцент, заместитель декана, декан, проректор и ректор.

В 2012-2016 гг. являлся депутатом Маслихата Восточно-Казахстанской области и председателем постоянной Комиссии по вопросам бюджета, экономических реформ и регионального развития областного маслихата.

Темирбеков Н.М. с 2018 года по настоящее время является вице-президентом Национальной инженерной академии Республики Казахстан и вносит большой вклад в ее развитие. Он также является членом редколлегии международных журналов «TWMS Journal Pure and Applied Mathematics», входящей в базу данных Web of Sciences, «Вычислительные технологии» и «Вестник НИА РК».

Помимо управленческих качеств, Темирбеков Н.М. уделяет особое внимание науке. По результатам научных исследований им опубликовано две монографии и более 100 научных статей. Основной сферой его научной деятельности являются проблемы численного решения уравнений Навье-Стокса. Им предложены эффективные алгоритмы компьютерного моделирования задач гидродинамики в сложных областях. Была создана геоинформационная система (ГИС) для оценки влияния антропогенных источников загрязнения на качество атмосферного воздуха промышленного города.

Темирбеков Н.М. является автором автоматизированной информационной системы организаций учебного процесса в вузе при кредитной системе обучения.

Результаты его трудовой деятельности были высоко оценены. Он награждён нагрудными знаками МОН РК «За заслуги в развитии науки Республики Казахстан», «Ы.Алтынсарин», «За заслуги в развитии инженерного дела в Казахстане», золотой медалью А. Байтурсынова, благодарственным письмом Президента Республики Казахстан и многими другими наградами.

Президиум Национальной инженерной академии поздравляет **Темирбекова Нурлана Мухановича** с юбилеем и желает ему крепкого здоровья, благополучия в семье, счастья, неиссякаемой энергии, плодотворных успехов и творческого долголетия!



НАЦИОНАЛЬНАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ АКАДЕМИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ХРОНИКА, СОБЫТИЯ, ФАКТЫ

Расширенное заседание Президиума Национальной инженерной академии Республики Казахстан

23 сентября 2020 года состоялось расширенное заседание Президиума Национальной инженерной академии Республики Казахстан.

Были обсуждены задачи Национальной инженерной академии Республики Казахстан в свете реализации Послания Президента Республики Казахстан.

С вступительной речью выступил президент Национальной инженерной академии РК, депутат Сената Парламента РК Б.Т. Жумагулов.

Он сообщил о том, что в Послании поставлены важные задачи и предложены эффективные способы их решения. Определены меры по обеспечению социально-экономической стабильности страны. В Послании, по сути, изложен новый курс развития Казахстана, направленный на принципиальную диверсификацию экономики и формирование новой модели государственного управления. Хорошо известно, что ключевым фактором продвижения вперед, прогресса в современном мире выступает человеческий и интеллектуальный капитал. Именно его в первую очередь и формируют сферы образования и науки.

В подразделениях и региональных филиалах Национальной инженерной академии РК были обсуждены основные положения Послания Президента Республики Казахстан К.К. Токаева. Члены Академии объявили свои обязанности по реализации текущих задач Послания Президента в своих планах работы и статьях, опубликованных в СМИ.

Поэтому Национальная инженерная академия фокусирует свою практическую деятельность на новых разработках и технологиях, повышающих производительность.

С анализом работы отделений и филиалов Академии в 2020 году выступил вице-президент Академии Н.М. Темирбеков.

С докладами выступили председатель отделения Машиностроения НИА РК академик М.М. Молдабеков и председатель Карагандинского филиала НИА РК, академик НИА РК М.К. Ибатов.

Были определены новые задачи, стоящие перед учеными и инженерами страны, в целях выполнения Послания Президента РК.

По итогам заседания было принято постановление Президиума НИА РК.

О путях повышения роли ученых и инженерного корпуса страны в решении задачи диверсификации экономики, поставленной Президентом Республики Казахстан в его Послании народу Казахстана

*Выступление на расширенном заседании Президиума НИИ РК
23 сентября 2020 г.*

*Докладчик: председатель отделения Машиностроения НИИ РК,
д.т.н., профессор, академик
Молдабеков М.М.*

В своем Послании народу Казахстана от 1 сентября 2020 года Президент Республики Казахстан К.К.Токаев отметил, что создание по-настоящему диверсифицированной, технологичной экономики для нас не просто необходимость – этот путь уже безальтернативен.

Ұлттық экономиканың стратегиялық қуатын арттыру үшін тез арада қайта өңдеу ісінің дамыту қажет жаңа салаларының ішінде Қазақстан Президенті машина жасау саласын атап өтті.

В числе новых отраслей, в которых необходимо быстрое развитие перерабатывающего дела для увеличения стратегических мощностей национальной экономики, Президент Казахстана отметил машиностроительную отрасль.

Развитие машиностроения достигается за счет освоения высоких технологий. Основой для внедрения в производство высоких технологий является научно-технологическая база машиностроения.

В развитии научно-технологической базы машиностроения высока роль НИИ РК, объединяющей в своих рядах ученых и инженерный корпус страны со значительным научно-техническим потенциалом.

На сегодняшний день наука Казахстана еще не стала реальной производительной силой, что обусловлено двумя основными факторами.

Первый – наука и разработки в Казахстане по финансированию находятся в числе откровенных аутсайдеров как среди государств постсоветского пространства, так и среди других стран, даже не относящихся к развитым.

Второй – в нашей стране не работает связка «наука – технологии – производство». Без научно-технологической поддержки производство в принципе не может развиваться.

По данным Международного валютного фонда и Стокгольмского института исследования проблем мира SIPRI, соотношение ученых, конструкторов и работников опытных производств в Казахстане составляет 25:4:1, в то время как в ведущих государствах мира (США, Великобритания, Франция, Германия, Китай, Япония, Россия, Израиль) этот сопоставительный показатель равен 1:2:4.

Ввиду этого перекоса в финансировании в сторону НИР во вред ОКР результаты НИР, не доведенные до экспериментальных разработок, остаются в виде научных отчетов, не реализуются в виде опытных образцов продукции и технологий ее производства.

Чтобы изменить структуру финансирования науки в сторону увеличения доли ОКР и технологических работ по отношению к доле НИР и обеспечить использование выделяемого для развития науки финансирования с высокой эффективностью требуется принятие комплекса мер, направленных на:

- целеполагание науки на уровне социально значимых, стратегически важных государственных задач;
- стимулирование частных инвестиций в науку путем гарантирования спроса на конечную продукцию.

Существующая система организации научных исследований нацелена не на конечного потребителя результатов научной разработки, а на стимулирование искусственных предложений самих ученых, поэтому вся машина работает абсолютно вхолостую.

В государственных органах работают, как правило, не ученые, а управленцы, поэтому они не должны определять темы и задачи научных исследований, а должны определять их конечный результат в виде социально-экономического эффекта.

Госорганам необходимо стимулировать спрос на те научные разработки, которые направлены на выполнение конкретного социального заказа.

Ярким примером эффективности целеполагания является развитие науки в СССР в ходе решения стратегически важных государственных задач создания ядерного оружия и ракетной техники. Результатом решения этих задач стал мощный прорыв в развитии как фундаментальных наук, так и прикладных наук.

Этот опыт развития науки и человеческого потенциала в СССР через стратегическое целеполагание используют сейчас Объединенные Арабские Эмираты, Израиль, Китай.

Большой импульс развитию казахстанской космической науки дали принятие и реализация Государственной программы развития космической деятельности в Республике Казахстан на 2005-2007 годы, принятая при прямой поддержке Елбасы.

В результате ее реализации создана новая для Казахстана наукоемкая космическая отрасль. Силами отечественных ученых и инженеров создана система высокоточной спутниковой навигации Республики Казахстан, созданы и запущены 4 декабря 2018 года два космических аппарата отечественной разработки – один научного и другой технологического назначения, которые сейчас успешно работают на космической орбите.

Главной проблемой в развитии отечественной науки является то, что в структуре финансирования основным источником финансирования является государственный бюджет. В развитых странах доля государства в финансировании НИОКР составляет одну треть, остальное финансируется развитым наукоемким производственным сектором.

Такого развитого наукоемкого сектора в Казахстане нет, тем не менее, имеется значительный неиспользованный потенциал внебюджетного финансирования.

Это – стимулирование научных организаций на проведение разработок отечественных технологий за счет собственных средств и средств различных фондов или привлечения средств частных инвесторов. Базой для этих технологических разработок могут служить результаты НИР, выполненных научными организациями в рамках ранее выделенных бюджетных средств.

Опыт Казкосмоса показал, что разработка отечественных технологий вполне возможна за счет собственных средств или привлечения средств частных инвесторов, если у разработчиков имеется твердая уверенность в том, что эта продукция будет иметь гарантированный спрос.

При этом заделом для разработки технологий стали научные результаты, полученные Казкосмосом в рамках ранее выполненных НИР по программе прикладных исследований в области космической деятельности.

Вклад вузовской науки в развитие экономики Карагандинского региона в свете приоритетных задач Послания Главы государства К.К. Токаева народу Казахстана «Казахстан в новой реальности: время действий»

*Выступление на расширенном заседании Президиума НИА РК
23 сентября 2020 г.*

*Докладчик: председатель Карагандинского филиала НИА РК,
ректор Карагандинского технического университета,
д.т.н., профессор, академик НИА РК
Ибатов М.К.*

В своем Послании народу Казахстана «Казахстан в новой реальности: время действий», озвученном 1 сентября 2020 года на совместном заседании обеих Палат Парламента, Глава государства К.К. Токаев предложил новую стратегию социально-экономического развития страны с учетом серьезных изменений конъюнктуры мирового рынка, вызванных глобальной пандемией.

Нынешнее Послание как главный программный документ страны является продолжением курса, намеченного Первым Президентом Республики Казахстан – Елбасы Н.А. Назарбаевым, и знаменует новый этап масштабных преобразований, главным лейтмотивом которых является реальная забота о благосостоянии народа.

Глава государства представил в своем Послании глубоко продуманную комплексную программу конкретных действий в рамках таких ключевых приоритетов новой социально-экономической политики, как научно-технологическое развитие отраслей и обеспечение самодостаточности экономики, эффективный государственный сектор, дальнейшее улучшение инвестиционного и бизнес-климата, стимулирующая макроэкономическая политика и развитие финансового рынка, качественный человеческий капитал, сбалансированное региональное развитие.

В качестве приоритетных задач программы научно-технологического развития страны Президент Казахстана определил развитие конкурентоспособной экономики, привлечение науки для решения прикладных проблем национального уровня и сбалансированного развития регионов, в частности – формирование в Карагандинской области одного из центров высокотехнологичных, наукоемких производств и технических услуг.

Данная задача является приоритетным направлением в деятельности Карагандинского филиала Национальной инженерной академии Республики Казахстан. Ученые

филиала имеют успешный опыт взаимодействия с ключевыми для национальной экономики промышленными компаниями в рамках регионального Совета по науке, инновациям и новым технологиям, в частности – по разработке и внедрению импортозамещающих наукоемких и цифровых технологий на предприятиях ТОО «Корпорация Казахмыс», АО «АрселорМиттал Темиртау», АО «Жайремский ГОК», АО «Шубарколь комир» других.

4 сентября т.г. состоялось расширенное заседание Ученого совета Карагандинского технического университета по обсуждению основных задач вуза в свете реализации приоритетных задач, поставленных в Послании. В обсуждении вопросов приняли участие ведущие ученые – представители Карагандинского филиала Национальной инженерной академии РК. По итогам заседания Ученого совета единогласно принято решение о полной поддержке стратегии социально-экономического развития страны в посткризисных условиях, предложенной Главой государства К.К. Токаевым в его новом Послании народу Казахстана. Подготовлен и утвержден Комплексный план на 2020-2021 годы по реализации Карагандинским техническим университетом задач, поставленных Главой государства в Послании.

Научно-исследовательская деятельность вуза будет сфокусирована:

- на технологические инновации и инжиниринг,
- на создание современной научной инфраструктуры,
- на формирование и развитие новых, востребованных производством научных направлений по повышению качества продукции на основе наукоемких и цифровых технологий в металлургии, горном деле, машиностроении, энергетике, транспорте, строительстве, автоматизации производственных процессов, IT-индустрии.

Для этого в Карагандинском техническом университете имеются современная научная инфраструктура, представленная Международным центром материаловедения, испытательной лабораторией инженерного профиля, а также 5 НИИ, 4 научно-образовательными комплексами и 16 инновационными центрами, оснащенными оборудованием и программным обеспечением мировых производителей: FESTO, Siemens, Schneider Electric, Mitsubishi Electric, Leica Geosystems, Agilent Technologies и других компаний – лидеров отрасли.

В вузе имеются эффективно работающие творческие коллективы, созданные на основе научных школ авторитетных в стране и за рубежом докторов наук, профессоров: Дрижда Н.А. – в области разведки и добычи метана угольных пластов; Исагулова А.З. – в области металлургии и точного литья; Низаметдинова Ф.К. – в области маркшейдерии, геомеханики, горного дела и геодезии; Брейдо И.В. – в области автоматики и средств защиты в электроэнергетике; Кадырова А.С. – в области транспорта и транспортной техники; Нугужина Ж.С. – в области строительства и реконструкции зданий и сооружений и других.

В университете достигнута положительная динамика значительного роста общего объема финансирования НИОКР. В целом по вузу за последние три года объем финансирования НИОКР увеличился на 88% (с 490,5 млн. тг в 2016 г. до 923,5 млн. тг в 2019 г.). При этом количество высокорейтинговых публикаций преподавателей и сотрудников в наиболее авторитетных международных научных изданиях увеличилось на 54%, а число полученных охранных документов авторских прав выросло в 2,6 раза.

Значительный рост и результативность научных исследований и наукометрических показателей послужили одним из критериев, обеспечивших высокую позицию КарТУ в мировом рейтинге университетов – QS World University Rankings. Университет на сегодняшний день является единственным вузом в регионе и одним из 10 – в Казахстане, входящим в данный рейтинг.

Большое внимание в вузе уделяется формированию научно-педагогических кадров: за три последних года контингент магистрантов вырос более чем в 2 раза, а докторантов – в 3 раза. В вузе открыты и действуют 5 диссертационных советов по защите диссертаций на присуждение степени доктора философии (PhD) по 8 специальностям. Молодые исследователи активно участвуют в выполнении востребованных производством грантовых и хоздоговорных НИОКР, многие из них являются научными руководителями проектов.

Значительно увеличить объемы выполняемых вузом исследований и разработок, их коммерциализацию помогло творческое взаимовыгодное сотрудничество с реальным сектором экономики региона. Одним из характерных примеров, внедренных в практику импортозамещающих наукоемких технологий, разработанных творческим коллективом ученых университета под научным руководством д.т.н., профессора Исагулова А.З., является проект «Разработка жаропрочных сплавов и технологий нового поколения для производства и обработки деталей на их основе». Проект реализован совместно с ведущими предприятиями региона – АО «АрселорМиттал Темиртау», ТОО «Корпорация «Казахмыс», ТОО «Карагандинский машиностроительный консорциум» и ряда других крупных компаний национальной индустрии. Для Казахстана исследования в данной области имеют стратегическое значение, так как в настоящее время подобных разработок практически нет, что делает импортозависимыми такие отрасли нашей индустрии, как энергетика, металлургия, оборудование нефтегазового сектора и многие другие. Ученым университета удалось создать сплав с жаропрочными свойствами выше, чем используемые в настоящее время стали на 30-40% при снижении его себестоимости на 20-25% за счет введения железа в никель или кобальт и сбалансированной композиции легирующих элементов, таких как молибден, ниобий, ванадий и бор в матрицу, а также усовершенствованной технологии литья по газифицируемым моделям, позволяющей отливать детали высокого качества с минимальными потерями металла. На состав нового сплава и технологию производства деталей из него получены десятки не только казахстанских, но и евразийских патентов. Экономическая эффективность от внедрения технологий получения жаропрочных сплавов, изготовления на их основе деталей и защитных покрытий промышленного оборудования с высокими эксплуатационными свойствами на предприятиях региона составил за три последних года более 540 млн. тг.

Разработанные и реализованные на практике малоотходные, энерго- и материалосберегающие технологии ученых университета позволили создать новые рабочие места, сократить импорт жаропрочных сплавов в страну и способствовали повышению эффективности производства и развитию экономики Казахстана.

Успешное внедрение результатов НИОКР на практике является реальным вкладом ученых вуза и Карагандинского филиала Национальной инженерной академии Республики Казахстан в повышение эффективности промышленного производства

за счет наукоемких импортозамещающих технологий, что позволило создать новые рабочие места.

Будет усилено взаимодействие с ведущими предприятиями региона, в том числе 70 крупными промышленными компаниями, входящими в функционирующий на базе вуза консорциум «Корпоративный Университет», по разработке, софинансированию и внедрению в производство инновационных технологий с высоким казахстанским содержанием.

Планируется обеспечить прирост как минимум на 15% численности исследователей от общего количества ППС и студентов, а также увеличение до 70% доли коммерциализируемых проектов от общего числа завершенных НИОКР.

Таким образом, социально-экономическая модернизация Независимого Казахстана в новой реальности будет опираться на прорывное научно-технологическое развитие, привлечение науки для решения прикладных проблем национального уровня, сбалансированного развития регионов.

Президент Казахстана в своем Послании очень точно и емко отметил важность данного вектора развития казахстанской науки в новых реалиях: «Создание по-настоящему диверсифицированной, технологичной экономики для нас не просто необходимость, этот путь уже безальтернативен. При этом, экономика обязана работать на повышение благосостояния народа».

Сегодня все творческие коллективы ученых Карагандинского филиала Национальной инженерной академии Республики Казахстан нацелены на качественное и результативное выполнение приоритетных задач, поставленных Главой государства К.К. Токаевым в его нынешнем Послании.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1. Агадаева Д. С. – PhD докторант, КазНУ им. аль-Фараби
2. Азимбаева Г. Е. – кандидат химических наук, доцент, и.о. профессора кафедры Химии Казахского государственного женского педагогического университета
3. Алтыбай А. – PhD, Казахский национальный университет им. аль-Фараби, кафедра компьютерных наук, Алматы, Казахстан
4. Ахмед-Заки Д. Ж. – доктор технических наук, президент Университета Международного Бизнеса
5. Ахмедиярова А. – Институт информационных и вычислительных технологий
6. Базарбаева С. М. – доктор технических наук, Казахский университет экономики, финансов и международной торговли
7. Байбулекова Л. А. – к.э.н., доцент, Казахстанско-Немецкий университет, г. Алматы.
8. Байгереев Д. Р. – Восточно-Казахстанский университет имени Сарсена Аманжолова
9. Байжанова Л. Б. – докторант кафедры менеджмента, Высшая Школа Экономики и Бизнеса, Казахский национальный университет имени аль-Фараби
10. Баймухаметова А. Ж. – Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы
11. Бакибаев А. А. – доктор химических наук, профессор, ведущий научный сотрудник лаборатории каталитических исследований Национального исследовательского Томского государственного университета.
12. Бейсембаева Р. С. – кандидат географических наук, профессор кафедры «Экологии и географии», ВКГУ им. С. Аманжолова
13. Букунова А. Ш. – к.м.н., старший преподаватель кафедры безопасность жизнедеятельности и охраны окружающей среды ВКГТУ им. Д. Серикбаева

14. Гармашова С. А. – кандидат технических наук, доцент кафедры «Экологии и географии» ВКГУ им. С. Аманжолова
15. Гумарова Н. – МВА, ст. преподаватель, аспирант Университета Нархоз
16. Дакиева К. Ж. – к.б.н., ВКГУ имени С. Аманжолова, зав. кафедрой «Экология и география»
17. Дарибаев Б. С. – PhD, и. о. доцента кафедры информатики, факультета информационных технологий Казахского национального университета имени аль-Фараби
18. Джакияев Д. К. – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Механика и машиностроение» ТарГУ им. М. Х. Дулати
19. Досов К. Ж. – докторант специальности «Производство строительных материалов, изделий и конструкций» высшей школы «Строительство и строительные материалы» Западно-Казахстанского аграрно-технического университета имени Жангир хана.
20. Досыбаева Г. Н. – доктор медицинских наук, Южно-Казахстанская медицинская академия
21. Елеусов А. – старший научный сотрудник Международной академии инновационных технологий
22. Жангирова Р. Н. – к.э.н., доцент, профессор Казахского национального аграрного университета, г. Алматы
23. Жашен С. Ж. – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Механика и машиностроение» ТарГУ им. М. Х. Дулати
24. Жидебеккызы А. – доктор PhD, зам. декана Высшей школы экономики и бизнеса КазНУ им. аль-Фараби по научно-инновационной деятельности и международным связям
25. Жунисбеков С. – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Механика и машиностроение» ТарГУ им. М. Х. Дулати
26. Жакебаев Д. Б. – PhD доктор, и.о. доцента КазНУ им. аль-Фараби

-
27. Жаманбаева М. К. – к.х.н. доцент кафедры безопасности жизнедеятельности и охраны окружающей среды ВКГТУ им. Д. Серикбаева
28. Жаркимбекова А. Т. – докторант, Евразийский национальный университет им. Л. Н. Гумилева, кафедра «Информатика и информационная безопасность»
29. Жупарова С. – PhD, Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан
30. Жайсанова Д. С. – докторант PhD, Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан
31. Заманбеков Д. – кандидат наук PhD, профессор, профессор-исследователь Университета Сулеймана Демиреля
32. Зайтенова Н. К. – PhD, и.о. доцента, Университет международного бизнеса, г. Алматы.
33. Иманкулов Т. С. – PhD, заведующий кафедрой информатика, факультета информационных технологий, Казахского национального университета имени аль-Фараби
34. Иссабеков Б. Н. – д.э.н., профессор, Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева
35. Исаков Т. У. – академик НИА РК, Университет дружбы народов имени академика А. Куатбекова
36. Изтелеу Б. М. – PhD-докторант по специальности 6D060600-химия Казахского государственного женского педагогического университета
37. Ирискина Л. В. – к.х.н., ассоц. профессор кафедры естественно-научных дисциплин Казахстанского инженерно-технологического Университета
38. Исаева А. У. – д. б. н., профессор, Шымкентский университет
39. Кайсарова А. С. – магистр естественных наук, преподаватель кафедры «Экологии и географии», ВКГУ им. С. Аманжолова
40. Калмакова Д. Т. – докторант специальности «Инновационный менеджмент» Высшей школы экономики и бизнеса КазНУ им. аль-Фараби

41. Каракожаева А. М. – к.т.н., Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева
42. Кунанбаева Д. А. – д. э. н., профессор, научный руководитель. Кафедра менеджмента, Высшая школа экономики и бизнеса, Казахский национальный университет имени аль-Фараби
43. Кулжанова Б. О. – Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности, г. Алматы
44. Кыдырбекова А. – Казахский национальный университет им. аль-Фараби
45. Кырыкбаев Б. Ж. – к.ф-м.н, доцент ВАК, доцент Алматинского университета энергетики и связи имени Гумарбека Даукеева
46. Лухманова Г. К. – к.э.н., доцент, Жетысуский университет им. И. Жансугурова, г. Талдыкорган.
47. Максут Д. М. – Назарбаев интеллектуальная школа, г. Алматы
48. Макулова А. Т. – д. э. н., профессор НАО «Университет Нархоз»
49. Мамырбаев О. – Институт информационных и вычислительных технологий
50. Мекебаев Н. – Казахский национальный университет им. аль-Фараби
51. Монтаева Н. С. – доктор PhD специальности «Ветеринарная санитария», преподаватель высшей школы «Эпизоотология, паразитология и ВСЭ» Западно-Казахстанского аграрно-технического университета имени Жангир хана.
52. Монтаев С.А. – д.т.н., директор индустриально-технологического института Западно-Казахстанского аграрно-технического университета имени Жангир хана
53. Муздыбаева Ш. А. – к.х.н, доцент, заведующий кафедрой естественно-научных дисциплин Казахстанского инженерно-технологического университета
54. Мусина А. Ж. – к.э.н., PhD, доцент, Торайгыров университет, г. Павлодар

-
55. Мустафин М. Б. – докторант 1-го курса, Казахский национальный университет им. аль-Фараби
56. Нурашева К. К. – д.э.н., профессор, Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова
57. Нургабдешов А. – доктор философии (PhD), профессор, директор Центра HR, профессор-исследователь Университета Нархоз
58. Оспанова А. Б. – к.ф.-м.н., докторант, Евразийский национальный университет им. Л. Н. Гумилева, кафедра «Информатика и информационная безопасность»
59. Сагиндыков К. М. – к.т.н, доцент, докторант, Евразийский национальный университет им. Л. Н. Гумилева, кафедра «Информатика и информационная безопасность»
60. Сапарбаев А. Д. – Заслуженный деятель Казахстана, почетный академик НАН РК, доктор экономических наук, профессор, директор Института экономических исследований Академии «Кайнар»
61. Спабекова Ж. – ст.преподаватель, Казахский национальный университет им. аль-Фараби
62. Седелев В. А. – д.т.н., ст.преподаватель кафедры «Экологии и географии» ВКГУ имени С. Аманжолова
63. Темирбеков А. Н. – Казахский национальный университет им. аль-Фараби
64. Темирбеков Н. М. – Казахстанский Инженерно-Технологический Университет
65. Толыбаев Ш. Д. – Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности, г. Алматы
66. Токмагамбетов Н. – PhD, ассоц. профессор, Казахский национальный университет им. аль-Фараби
67. Тусупова Ж. Б. – к.б.н., доцент кафедры «Управление и инжиниринга в сфере охраны окружающей среды», Евразийский национальный университет им. Л. Н. Гумилева
68. Турсбекова Г. Ж. – ст.преподаватель естественно-научных дисциплин КазИТУ

69. Турдалыулы М. – Казахский национальный университет им. аль-Фараби
70. Турсынғалиева Г. Н. – докторант кафедры информатики и информационной безопасности, Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева, г. Нур-Султан
71. Тұрар О. Н. – заведующий кафедрой, Казахский национальный университет им. аль-Фараби
72. Умирзаков С. – д. э. н., профессор, проректор по учебной работе Университета Нархоз
73. Утелиева Н. К. – магистр, старший преподаватель, Алматинский университет энергетики и связи имени Гумарбека Даукеева
74. Цыганов А. П. – кандидат биологических наук, доцент кафедры «Экологии и географии» ВКГУ им. С. Аманжолова
75. Шакешев Б. Т. – к.т.н., руководитель высшей школы «Строительство и строительные материалы» Западно-Казахстанского аграрно-технического университета имени Жангир хана
76. Шаншаркулов А. А. – студент 4 курса специальности 6В07101- Химическая технология органических веществ
77. Шингужиева А. Б. – доктор PhD специальности «Производство строительных материалов, изделий и конструкций», старший преподаватель высшей школы «Строительство и строительные материалы» Западно-Казахстанского аграрно-технического университета имени Жангир хана

СОДЕРЖАНИЕ

КЛЮЧЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Б. Т. Жумагулов. Ключ к движению вперед 5

ИНЖЕНЕРНАЯ МЕХАНИКА

Жашен С. Ж., Джакияев Д. К., Жунисбеков С. Исследование многоциклового усталости элементов оборудования и машин при сложном напряженном состоянии и нестационарном нагружении 11

Кырыкбаев Б. Ж., Утелиева Н. К., Шингисов Б. Т., Максут Д. М. Осесимметричный изгиб цилиндрического резервуара 18

Сапарбаев А. Д., Макулова А. Т., Елеусов А. А. Модели транспортировки зерна в комплексной системе зерноперерабатывающих производств 26

ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА

Алтыбай А., Токмагамбетов Н., Спабекова З. Решение двумерного волнового уравнения с использованием неявной разностной схемы на графическом процессоре (GPU) 32

Жакебаев Д. Б., Агадаева Д. С. Модель Кан-Хиллиарда для смесей бинарных жидкостей 42

Мустафин М. Б., Турар О. Н., Ахмед-Заки Д. Ж. Тестирование визуализации VULKAN для геометрических моделей на системах с графическими процессорами для трассировки лучей 50

Темирбеков Н. М., Байгереев Д. Р., Темирбеков А. Н. Использование ресурсов распределенной информационной системы для решения прикладных задач 61

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Дарибаев Б. С., Иманкулов Т. С., Ахмед-Заки Д. Ж. Параллельный алгоритм на cuda для решения задач многофазной фильтрации многокомпонентной жидкости в пористых средах 69

Жаркимбекова А. Т., Оспанова А. Б., Сагиндыков К. М. Роль нормативных документов в области информационной безопасности, используемых при исследовании безопасности компьютерных сетей 77

Мамырбаев О. А., Ахмедиярова А., Кыдырбекова А., Мекебаев Н., Турдалылы М. Идентификация голоса на основе *i*-вектора и глубоких нейронных сетей с использованием коротких высказываний 82

<i>Турсынғалиева Г. Н.</i> Компьютерное исследование математической модели развития этнической группы	91
---	----

ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

<i>Базарбаева С. М.</i> Огнезащитные составы для древесины на основе техногенных отходов	96
<i>Дакиева К. Ж., Тусупова Ж. Б., Седелев В. А., Гармашова С. А., Бейсембаева Р. С., Цыганов А. П., Кайсарова А. С.</i> Экспериментальная оценка воздействия неблагоприятных факторов титано-магниевого производства	103
<i>Изтелеу Б. М., Азимбаева Г. Е., Бакибаев А. А.</i> Исследование витаминов, методами титриметрического и капиллярного электрофореза, содержащихся в растении DANLIA EVELINE	111
<i>Ирискина Л. Б., Муздыбаева Ш. А., Жаманбаева М. К., Букунова А. Ш., Даумова Г.К.</i> Исследование антирадикальных свойств фенолов и гетероциклических аминов	119
<i>Монтаев С. А., Шингужиева А. Б., Досов К. Ж., Шакешев Б. Т, Монтаева Н.С.</i> Исследование сушильных свойств керамической массы в системе «лёссовидный суглинок – зола Экибастузской ГРЭС»	126

ЭКОНОМИКА

<i>Байбулекова Л. А., Лухманова Г. К., Зайтенова Н. К., Мусина А. Ж.</i> Анализ мер антикризисного регулирования банковского сектора Казахстана	134
<i>Баймухаметова А. Ж.</i> Эволюционные изменения в содержании инновационного предпринимательства	141
<i>Жангирова Р. Н.</i> Производительность труда – один из основных критериев эффективности аграрного сектора Республики Казахстан	148
<i>Жупарова А. С., Жайсанова Д. С.</i> Государственная поддержка и экономические стимулы развития наукоемких производств в Республике Казахстан	153
<i>Искаков Т. У., Исаева А.У., Досыбаева Г. Н., Нурашева К. К.</i> Исследование факторов, влияющих на конкурентоспособность продукции казахстанской компании АО «АРАЛТУЗ»	161
<i>Калмакова Д. Т., Жидебеккызы А.</i> Анализ зарубежных подходов к оценке эффективности коммерциализации инноваций	171
<i>Каракожаева А. М., Иссабеков Б. Н.</i> Методические подходы к оценке эффективности человеческого капитала в инновационно-развитых компаниях	178
<i>Кунанбаева Д. А., Байжанова Л. Б.</i> Проектные бизнес - модели как инструмент инновационного управления компаниями	185

<i>Умирзаков С., Нургабдешов А., Заманбеков Д., Гумарова Н.</i> Культурный интеллект и взаимодействие экспатриатов: роль поддерживающих практик	191
---	-----

АГРОПРОМЫШЛЕННОСТЬ

<i>Оспанов А. Б., Құлжанова Б. О., Толыбаев Ш. Д.</i> Исследование конструктивно-технологических параметров очистки семян клевера фотосепарированием	197
--	-----

ЮБИЛЕЙНЫЕ ДАТЫ

Баймуратов Ураз Баймуратович (К 85-летию со дня рождения)	203
Кожаметов Султанбек Мырзахметович (К 85-летию со дня рождения) ..	204
Акбердин Тлес Жуматаевич (К 80-летию со дня рождения)	205
Битимбаев Марат Жакупович (К 80-летию со дня рождения)	206
Жолтаев Герой Жолтаевич (К 80-летию со дня рождения)	207
Досманбетов Бакберген Сарсенович (К 75-летию со дня рождения) ...	208
Түлебаев Копсекбай Ратқұлович (К 70-летию со дня рождения)	209
Сатова Раушан Кулмагамбетовна (К 70-летию со дня рождения)	210
Темирбеков Нурлан Муханович (К 60-летию со дня рождения)	211
ХРОНИКА, СОБЫТИЯ, ФАКТЫ	212
СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	219

CONTENTS

THE KEY PROBLEMS of the DEVELOPMENT of SCIENCE and ENGINEERING ACTIVITY

<i>B. T. Key to moving forward</i>	5
--	---

ENGINEERING MECHANICS

<i>Jasen S. J., Jakiyev D. K., Zhunisbekov S.</i> Investigation of multi-cycle fatigue of equipment and machinery elements under complex stress conditions and non-stationary loading	11
---	----

<i>Kyrykbaev B. Zh., Utelieva N. K., Shingisov B. T., Maksut D. M.</i> Axisymmetric bending of a cylindrical tank	18
---	----

<i>Saparbaev A. D., Makulova A. T., Eleusov A. A.</i> Models of grain transportation in a complex system of grain processing plants	26
---	----

APPLIED MATHEMATICS

<i>Altybay A., Tokmagambetov N., Spabekova Z.</i> GPU computing for 2D wave equation based on implicit finite difference schemes	32
--	----

<i>Zhakebayev D., Agadayeva D.</i> Kahn-Hilliard model for mixtures of binary liquids.....	42
--	----

<i>Mustafin M. B., Turar O. N., Akhmed-Zaki D. Zh.</i> Testing Vulkan visualization for geomodels on systems with graphic processors for ray tracing	50
--	----

<i>Temirbekov N. M., Baigereyev D. R., Temirbekov A. N.</i> Using the resources of a distributed information system for solving applied problems	61
--	----

DIGITAL TECHNOLOGY

<i>Daribayev B. S. , Imankulov T. S., Akhmed-Zaki D. Zh.</i> Parallel algorithm on cuda for solving multiphase, multicomponent fluid filtration problems in porous media.	69
--	----

<i>Zharkimbekov A. T., Ospanov A. B., Sagindykov K. M.</i> The role of regulatory documents in the field of information security used in the study of the security of computer networks.	77
---	----

<i>Mamyrbayev O., Akhmediyarov A., Kydyrbekov A., Mekebayev N. M. Turdalyuly M.</i> Voice identification based on the i-vector and deep neural networks using short utterances	82
--	----

<i>Tursyngaliyeva G. N.</i> Computer research of the mathematical model of ethnic group development	91
---	----

CHEMICAL TECHNOLOGY

<i>Bazarbayeva S. M.</i> Flame retardants for wood based on man-made waste	96
<i>Dakieva K. Zh., Tusupova Zh. B., Sedelev V. A., Garmashova S. A., Beisembaeva R. S., Tsyganov A. P., Kaisarova A. S.</i> Experimental assessment of the impact of adverse factors of titanium-magnesium production	103
<i>Izteleu B. M., Azimbaeva G. E., Bakibaev A. A.</i> Study of the vitamins contained in the DAHLIA EVELINE plant by titrimetric and capillary electrophoresis methods	111
<i>Iriskina L. B., Musabaeva W. A., Amanbaeva, M. K. Bakunova A. S., Naumova G.K.</i> Studying of anti-radical properties of phenols and heterocyclic amines	119
<i>Montayev S. A., Shinguzhiyeva A. B., Dosov K. Zh., Shakeshev B. T., Montayeva N. S.</i> Research of drying properties of ceramic mass in the system «loess-like loam - ash of Ekibastuz hpp»	126

ECONOMY

<i>Baibulekova L., Lukhmanova G., Zaitenova N., Musina A.</i> Analysis of measures of anti-crisis regulation of the Kazakhstan's banking sector	134
<i>Baimukhametova A. Zh.</i> Evolutionary changes in the content of innovative entrepreneurship	141
<i>Zhangirova R. N.</i> Labor productivity – one of the major efficiency criteria of the agricultural sector of the Republic of Kazakhstan.	148
<i>Zhuparova A. S., Zhaisanova D. S.</i> State support and economic incentives for the development of scientific production in the Republic of Kazakhstan	153
<i>Iskakov T. U., Issayeva A. U., Dosybayeva G. N., Nurasheva K. K.</i> Research of factors influencing the competitiveness of products of Kazakhstan company «Araltuz jsc»	161
<i>Kalmakova D. T., Zhidebekkyzy A.</i> Analysis of foreign approaches to the estimation of innovations' commercialization effectiveness	171
<i>Karakozhayeva A. M., Issabekov B. N.</i> Methodological approaches to assessing the effectiveness of human capital in innovative companies	178
<i>Kunanbaeva D. A., Baizhanova L. B.</i> Design business models as a tool for innovative management of companies	185
<i>Umirzakov S., Nurgabdeshev A., Zamanbekov D., Gumarova N.</i> Cultural intelligence and work engagement of expatriates: moderating role of supporting practices	191

AGROINDUSTRY

<i>Ospanov A. B., Kulzhanova B. O., Tolybayev Sh. D.</i> Research of design and technological parameters of cleaning clover seeds by color sorting	197
--	-----

JUBILEE DATE

Baimuratov Uraz Baimuratovich (To 85-th birthday)	203
Kozhakhmetov Sultanbek Myrzakhmetovich (To 85-th birthday)	204
Akberdin Tles Zhumataevich (To 80-th birthday)	205
Bitimbaev Marat Zhakupovich (To 80-th birthday)	206
Zholtaev Geroy Zholtaevich (To 80-th birthday)	207
Dosmanbetov Bakbergen Sarsenovich (To 75-th birthday)	208
Tulebaev Kopsekbai Ratkulovich (To 70-th birthday)	209
Satova Raushan Kulmagambetovna (To 70-th birthday)	210
Temirbekov Nurlan Mukhanovich (To 60-th birthday)	211

THE CHRONICLE, EVENTS, FACTS	212
---	-----

THE INFORMATION ABOUT AUTHORS	219
--	-----

Редактор *М. Ахметова*
Верстка на компьютере *Е.В. Огурцовой*

Адрес редакции:
Национальная инженерная академия РК
050010, г. Алматы, ул. Богенбай батыра, 80
Тел. 8(727)-2915290

Подписано в печать 25.09.2020 г.
Гарнитура Таймс. Формат 70x100 ¹/₁₆.
Уч.-изд. л. 10,8. Тираж 1000 экз.

Отпечатано в типографии ТОО «Luxe Media Publishing»