



TEMIR TAU TECH  
UNIVERSITY

Қарағанды мемлекеттік  
индустриялық университетінің  
**ХАБАРШЫСЫ**

**ВЕСТНИК**  
Карагандинского государственного  
индустриального университета

**BULLETIN**  
of the Karaganda state  
industrial university

<https://ttu.edu.kz/ru/vestnik-kariu/>

2

(49) 2025

Қарағанды индустриялық университеті



ISSN 2309-1177

Основан в 1991 году  
Переименован в 2001 г. и 2013 г.

Периодичность 4 раза в год  
№ 2 (49) 2025 г.

**РЕСПУБЛИКАНСКИЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ**

**«ВЕСТНИК КАРАГАНДИНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
ИНДУСТРИАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА»**

Главный редактор – Б. Жаутиков  
Ректор, доктор технических наук, профессор энергетики

**«Қарағанды мемлекеттік индустриялық университетінің хабаршысы»**

**«Qaraǵandy memlekettik indýstrialyq úniversitetiniń habarshysy»**

Журнал зарегистрирован в Министерстве культуры и информации Республики Казахстан (регистрационное свидетельство № 13579-Ж от 30.04.2013 г.)

**Основная тематическая направленность:** публикация результатов научных исследований по широкому спектру проблем в металлургии, технологии новых материалов, строительстве, машиностроении, технологических машинах и транспорте, энергетике, автоматизации и вычислительной технике, экономике, химической технологии, безопасности жизнедеятельности, общеобразовательных фундаментальных (базовых) дисциплинах.

**Языки публикаций:** казахский, русский, английский.

**Периодичность:** 1 раз в квартал (4 раза в год).

**Собственник: Некоммерческое акционерное общество «Карагандинский индустриальный университет»**

**Главный редактор**

<b>Жаутиков Бахыт Ахатович</b>	<i>Председатель Правления-Ректор НАО «Карагандинский индустриальный университет», д.т.н., профессор энергетики, главный редактор</i>
<b>Редакционная коллегия</b>	
<b>Белов Николай Александрович</b>	<i>Директор инжинирингового центра ИЛТМ при кафедре «Технология литейных процессов» Национального исследовательского технологического университета «Московский институт стали и сплавов», д.т.н., профессор, Россия</i>
<b>Ким Александр Сергеевич</b>	<i>Главный научный сотрудник лаборатории БОР Химико-металлургического института им. Ж. Абишева, д.т.н., Казахстан</i>
<b>Павлов Александр Васильевич</b>	<i>Профессор кафедры «Металлургия стали и ферросплавов» Национального исследовательского технологического университета «Московский институт стали и сплавов», д.т.н., Россия</i>
<b>Панин Евгений Александрович</b>	<i>Доцент кафедры «Обработка металлов давлением» НАО «Карагандинский индустриальный университет», PhD, Казахстан</i>
<b>Riad Taha Al-Kasasbeh</b>	<i>Профессор Прикладного университета Al-Balqa (Al-Balqa' Applied University), PhD, г. Амман, Иордания</i>
<b>Richard Fabik</b>	<i>Профессор кафедры «Обработка материалов» Технического университета, PhD, г. Острава, Чехия</i>
<b>Syed Abdul Rahman Al-Haddad</b>	<i>Профессор факультета компьютерных и коммуникационных систем, Universiti Putra Malaysia (UPM), д.т.н., PhD, Малайзия</i>
<b>Ответственный секретарь</b>	
<b>Кунаев Вячеслав Александрович</b>	<i>Директор Департамента науки и инновации НАО «Карагандинский индустриальный университет», PhD, Казахстан</i>

**Наименование типографии, её адрес и адрес редакции:**

ДЦТ Карагандинского индустриального университета,  
101400 г. Темиртау, Карагандинская обл., пр. Республики, 30.

## СОДЕРЖАНИЕ

	стр
<b>Раздел 1. Металлургия, технологии новых материалов .....</b>	<b>7</b>
1.1 А.Г.БУРУМБАЕВ, МАХАМБЕТОВ Е.Н., КАБЫЛКАНОВ С.К., ЖАҚАН А.М. Использование техногенных и природных отходов в синтезе карбида кремния: инновационные подходы, решения и технологические аспекты	8
1.2 ГЕРАЩЕНКО Д.В., ЛЕЙС С.Я., МОЛЧАНОВ Н.С. Исследование смазочных материалов оборудования участка методических нагревательных печей ЛПЦ-1 АО «Qarmet»	13
1.3 КАЗАКОВ В.И., СЕМЕРОВ Д.А., БРАЖНИКОВ А.С., ИСАБЕКОВА А.С. Сокращение оксидных неметаллических включений в стальном расплаве за счет совершенствования схемы подачи раскисляющих материалов в сталь-ковш	19
<b>Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство» .....</b>	<b>25</b>
2.1 М.Ж.АБИШКЕНОВ, Е.С.БЕСТЕМБЕК, С.КУЛИДАН Циклдік жабық штамптау процесіндегі материал ағыстарының сипаттамаларын сандық модельдеу арқылы зерттеу	26
2.2 Б.А.БАЗАРОВ, А.Н.КОНАКБАЕВА, Е.С.АЙТБАЕВ, А.Ж.ЖУНУСОВА Құрылыс конструкцияларының техникалық жай-күйін және ЖЭО-2 әкімшілік-тұрмыстық корпусы ғимаратының пайдалану жарамдылығын бағалау	33
2.3 А.Ж.ЖУНУСОВА, Б.О.КАЛДАНОВА, Ж.Қ.САКЕНОВА Сәулет және климаттық қару: ғимараттар табиғи апаттардан қорғаныс ретінде	39
2.4 А.С.КОШМАГАНБЕТОВА, С.Ж.КАБИКЕНОВ Электромобильдерге арналған батарея технологиясы. Мәселелер мен перспективалар	43
2.5 Б.Ж.УНАЙБАЕВ, Б.Б.УНАЙБАЕВ, А.Ш.ИЩАНОВА, К.А.АБДРАХМАНОВА, А.А.АБДРАХМАНОВА, Ш.Б.ТОЛЕУБАЕВА, И.Б.ТАШМУХАНБЕТОВА Научная и практическая концепция застройки территорий, сложенных пылевато-глинистыми грунтами	48
<b>Раздел 3. IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника .....</b>	<b>55</b>
3.1 Б.А.ЖАУТИКОВ, Д.Б.АХАТОВ, С.Н.КАМАРОВА, В.М.ДРУЖИНИН, А.В.НИКУЛЬШИН Қазақстан энергетикалық жүйесіне HVDC технологияларын енгізудің тұжырымдамалық негізі	56
3.2 С.Е.АДИЛЬКЕШЕВ, А.М.УТЕЕВ, В.Г.НОСОВ, Ж.К.КАПАШЕВА Практическое применение цифровых технологий в изучении языков	63
3.3 Н.Н. АСАБИНА	67

	<i>Барабанды қазандықтардың буқыздырғыштарының металл коррозиясы</i>	
3.4	<i>А.БАУЫРЖАНҰЛЫ, А.А.ТӨЛЕГЕН, Л.М.БЕЛГИБАЕВА Жасанды интеллект чат-боттары: мүмкіндіктері, қолдану салалары және болашағы</i>	73
3.5	<i>Й.П.БУБЕЛИС, Д.В.СТАНКЕВИЧ, Ж.И.ТИТОВА Разработка обучающего VR-симулятора сборки персонального компьютера</i>	79
3.6	<i>Е.С.ЖАСЕНОВ, О.М. ЖАНАЙДАРОВ, М.А.ЖАКИПБАЕВА, У.М.АЛМУХАН, А.К.ЖУНУСОВА Цифровая трансформация и искусственный интеллект в инженерии: новая эра возможностей</i>	85
3.7	<i>Т.С.КЕНЖЕБАЕВА Айқынсыз шығыс жүйесін қолдана отырып күкірт өндірудің технологиялық процесін басқару әдістері</i>	91
3.8	<i>А.В.НИКУЛЬШИН, Е.В.КУНТУШ Перспективы внедрения технологий HVDC в энергосистему Казахстана на основе международного опыта</i>	95
3.9	<i>A.V.NIKULSHIN, YE.V.KUNTUSH HVDC Technologies: Operating Principles, Global Practices, and Prospects for Implementation in Qazaqstan</i>	103
3.10	<i>А.М.НУРМАНБАЕВА, С.В.КАН Сравнительный анализ популярных нейросетей для генерации изображений</i>	108
	<b>Раздел 4. Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины.....</b>	<b>115</b>
4.1	<i>A.W. FAYEZ WAZANI, Z.S. GELMANOVA Analysis and modeling of a photovoltaic system at a solar power plant in Surubi, Afghanistan</i>	116
4.2	<i>Г.Е.БАТЫРОВА, А.Т.МЫРЗАХАНОВА Стимулирование мотивации молодежи к выбору инженерных и рабочих профессий в Казахстане</i>	131
4.3	<i>Б.Т.ДҮЙСЕНБАЕВ, А.Н.ҚОЖАМБЕРДІ Зелёная экономика и устойчивое предпринимательство: вызовы и перспективы для Казахстана</i>	135
4.4	<i>А.Б.КАНАТБАЕВА, Э.Г.ЛОБАНОВА Сыбайлас жемқорлықтың жастар санасына әсері және оны болдырмау жолдары</i>	144
4.5	<i>Р.К.КОЛЕСНИКОВА, А.Л.МОСУНОВ, А.Т.БАХТЕЕВ Студенттердің денсаулығын сақтау үшін қозғалыс белсенділігінің маңызы</i>	148
4.6	<i>О.В.МЕЛЕШКО Виды физических нагрузок</i>	152
4.7	<i>О.В.МЕЛЕШКО Воспитание интереса у студентов к занятиям физической культурой</i>	156
4.8	<i>Б.Ж.РЫСПЕКОВА, А.Е.АЛДАБАЕВА Женщины в инженерии: научные открытия, меняющие стереотипы</i>	161

4.9	<i>Л.К.ХАБЕЛАШВИЛИ, А.Е.АЛДАБАЕВА</i> <i>Анализ изменений в налоговом законодательстве Казахстана за 2025 год</i>	167
4.10	<i>В.А.ЧАЩИН, Л.В. ЧЕПЕЛЯН</i> <i>Влияние цифровизации на человеческий капитал в Республике Казахстан</i>	171
<b>Раздел 5. Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности .....</b>		<b>177</b>
5.1	<i>И.М.АКМАЛОВА, В.В.МЕРКУЛОВ</i> <i>Антикоррозионный потенциал диэтиламида жирных кислот льняного масла</i>	178
5.2	<i>Н.К.АПАЧИДИ, А.З.БИГАЛИЕВА</i> <i>Исследование содержания и количественная оценка редких и рассеянных элементов</i>	185
5.3	<i>Ә.БАУРАЙ, Г.М.ЖУМАНАЗАРОВА</i> <i>Мақтадан алынатын компоненттердің косметикалық қолданылуы</i>	190
5.4	<i>З.Н.БЕРІК, Ф.С.КЕРУЕНБАЕВА, Д.И.КУАНДЫКОВ</i> <i>Фитокомпозиция негізінде жәтелге қарсы сироп алу</i>	197
5.5	<i>Г.М.ЖУМАНАЗАРОВА, Е.Б.НАУКЕНОВА, С.БАЙФОНЫСОВА, А.АРЫЗҚҰЛОВА, Е.ЖАЙЛАУ, А.Ж.САРСЕНБЕКОВА</i> <i>Исследование кинетики термического распада сополимеров</i>	204
5.6	<i>С.Д.МАКАШЕВА, А.Б.СОВЕТБЕКОВА, А.Ж.КАН, А.Ж.САРСЕНБЕКОВА, Ф.С.КЕРУЕНБАЕВА, Г.М.ЖУМАНАЗАРОВА</i> <i>Кинетика и моделирование термического разложения: метод ABS и полиномиальная аппроксимация</i>	212
5.7	<i>А.Т.ИСМАИЛ</i> <i>Ғылым, тұрақты даму және химиялық технология мен экологияға арналған инженерлік шешімдер</i>	218
5.8	<i>С.Н.МАНТЛЕР, А.И.АЛМАЗОВ, Д.К.КУАНДЫКОВ</i> <i>Лекарственные средства в фармакотерапии кожного псориаза</i>	223
5.9	<i>Г.М.ТЕМІР, В.В.МЕРКУЛОВ, Б.Х.ИСАНОВА, Е.В.СИТДИКОВА, Ф.С.КЕРУЕНБАЕВА</i> <i>Ацетилен гликольдерін алу және олардың негізінде күрделі эфирлер синтездеу</i>	230
<b>Сведения об авторах .....</b>		<b>235</b>
<b>Правила оформления и предоставления статей .....</b>		<b>239</b>

---

---

**Раздел 1**

**Металлургия,  
технологии новых  
материалов**

**Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»**МРНТИ 31.06.01  
УДК: 669.168DOI [10.53002/026](https://doi.org/10.53002/026)А.Г. Бурумбаев<sup>1</sup>, Е.Н. Махамбетов<sup>1</sup>, С.К. Кабылканов<sup>2</sup>, А.М. Жақан<sup>2</sup><sup>1</sup> *Карагандинский индустриальный университет, Караганда, Казахстан  
(E-mail: burumbayev.azamat@mail.ru, m.ye.n@mail.ru)*<sup>2</sup> *Химико-металлургический институт им. Ж.Абишева, Караганда, Казахстан  
(E-mail: kabyl\_96@mail.ru; armat.01.01@mail.ru)***Использование техногенных и природных отходов в синтезе карбида кремния:  
инновационные подходы, решения и технологические аспекты**

Статья посвящена использованию техногенных и природных отходов, таких как микрокремнезем и рисовая шелуха, в синтезе карбида кремния (SiC) – ключевого материала, востребованного в различных отраслях. Рассматриваются традиционные и альтернативные методы производства SiC, включая переработку отходов для создания экологически безопасных и экономичных технологий. Особое внимание уделено улучшению качества синтеза через предварительную обработку исходных материалов и оптимизацию реакции. Полученные результаты показывают высокую эффективность и перспективность применения отходов в промышленности, что способствует снижению экологической нагрузки и повышению устойчивости металлургической отрасли.

*Ключевые слова:* карбид кремния, синтез, микрокремнезем, рисовая шелуха, переработка отходов, экология, металлургия, устойчивые технологии, абразивные материалы, экологическая безопасность.

*Введение*

Современная металлургическая отрасль сталкивается с проблемами, связанными с экстракцией ресурсов, улучшением качества продукции и адаптацией к экологическим требованиям. Одним из ключевых материалов, который активно используется в различных отраслях, является карбид кремния (SiC). Этот материал востребован благодаря своей химической стабильности, высокой термостойкости и устойчивости к воздействию ионизирующих излучений.

Процесс получения SiC традиционно используется в технологии Ачесона, но существует потребность в поиске альтернативных и экологически безопасных материалов, которые могут заменить традиционные сырьевые компоненты, такие как кварцевый песок и углеродистые восстановители.

*Методы и материалы*

Карбид кремния обладает уникальными свойствами, которые делают его незаменимым материалом в экстремальных условиях эксплуатации. Он используется как абразивный и полупроводниковый материал, предназначенный для работы в условиях высоких температур, высоких плотностей тока и агрессивных химических сред. SiC применяется в аэрокосмической, энергетической, электронной и других отраслях. Его высокая химическая стойкость, прочность и термостойкость обеспечивают надежную работу в жестких эксплуатационных условиях [1].

Традиционно карбид кремния получают методом Ачесона в печах сопротивления, где используются высокочистые кварцевые пески и углеродистые восстановители. Однако этот метод требует высококачественного сырья, что увеличивает стоимость производства, а также связано с большими энергетическими затратами. В ходе реакции кремний диоксид (SiO<sub>2</sub>) взаимодействует с углеродом, что приводит к образованию карбида кремния (SiC) и выделению углекислого газа. [2].

*Альтернативные сырьевые материалы:* микрокремнезем и рисовая шелуха

## Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»

Микрокремнезем – это техногенный отход, который образуется при производстве кремниевых сплавов и технического кремния.

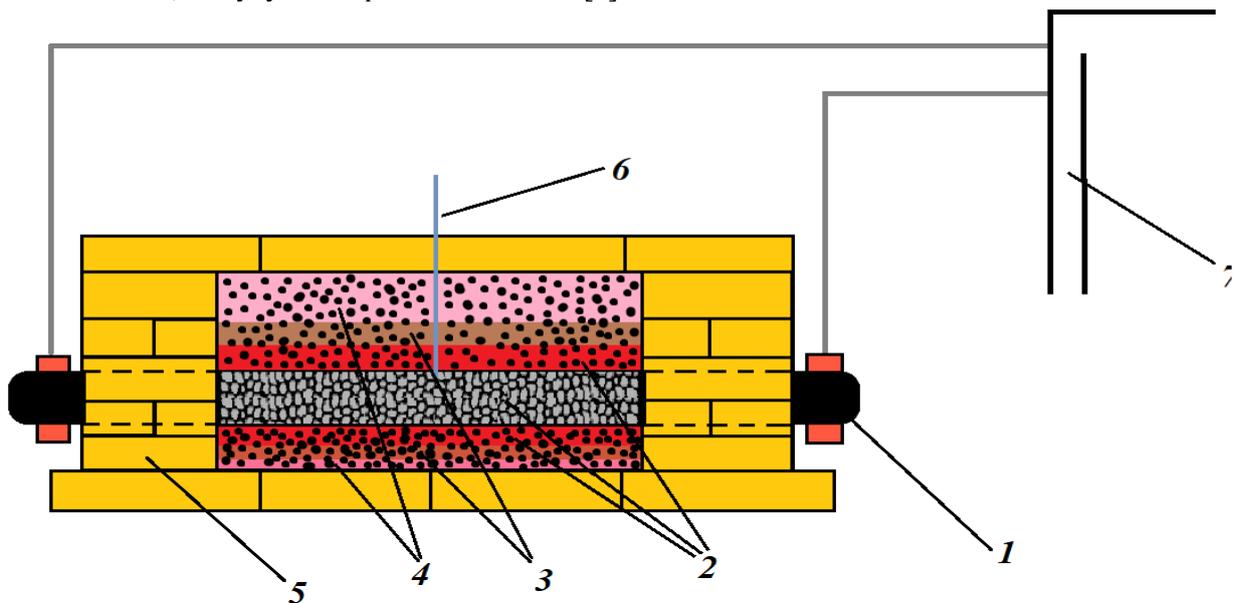
Содержание аморфного диоксида кремния в микрокремнеземе составляет более 92%, и его накопление создает серьезные экологические проблемы. В последние годы внимание исследователей привлекло использование микрокремнезема как альтернативного сырья для синтеза SiC. Это решение позволяет не только снизить затраты на сырье, но и уменьшить воздействие на окружающую среду за счет переработки отходов [3].

Рисовая шелуха, являющаяся отходом рисоперерабатывающих предприятий, также рассматривается как потенциальное сырье для производства SiC. Примерно 160-170 кг рисовой шелухи образуется на каждую тонну переработанного риса. Она содержит кремний в виде силикатных соединений, что делает ее пригодной для термической переработки в кремнеуглеродистый материал, который можно использовать для синтеза SiC [4].

### Процесс синтеза карбида кремния

Синтез карбида кремния из микрокремнезема и углеродных восстановителей осуществляется через восстановительную реакцию  $\text{SiO}_2$  с углеродом, при которой образуется SiC и углекислый газ. Этот процесс происходит на высоких температурах в печах сопротивления, что позволяет получить чистый карбид кремния.

Взаимодействие кремнезема с углеродом происходит по нескольким стадиям, в ходе которых образуются промежуточные продукты, такие как газообразный монооксид кремния (SiO) и углекислый газ (CO). Важно отметить, что на эффективность этого процесса влияет качество сырья, а также его измельченность, что улучшает реакцию синтеза [5].



1 – графитовый электрод; 2 – реакционные зоны; 3 – зоны спекания, 4 – зоны оборотной шихты, 5 – шамотные кирпичи, 6 – термопара ВР-5/20; 7 – печной трансформатор

Рисунок 1 – Схема лабораторной печи для получения карбида кремния

### Использование микрокремнезема и рисовой шелухи в синтезе SiC

Для улучшения качества синтеза и повышения скорости реакции, сырьевые материалы проходят предварительную обработку. Микрокремнезем и рисовая шелуха подвергаются тщательному измельчению в планетарно-центробежных мельницах, что позволяет достичь необходимой степени дисперсности. Это улучшает контакт между частицами исходных материалов, ускоряет диффузионные процессы и повышает эффективность синтеза SiC.

В случае рисовой шелухи, процесс начинается с пиролиза – термической обработки при высоких температурах (около 900°C) в условиях отсутствия кислорода. В результате пиролиза органические вещества шелухи распадаются на углеродистые и кремнеземистые остатки, которые затем

## Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»

используются в процессе восстановления кремния. Этот метод позволяет перерабатывать отходы сельского хозяйства, превращая их в полезное сырье для промышленности.

### Результаты и обсуждение

Образцы проб SiC после полного охлаждения были извлечены из лабораторной печи для дальнейшего исследования. Образцы были рассмотрены на сканирующем электронном микроскопе (СЭМ), для оценки морфологии, структуры и распределения компонентов карбида кремния, полученного из микрокремнезема с нефтекоксом и рисовой шелухой. Снимок СЭМ SiC из отходов показан на рисунке 2.

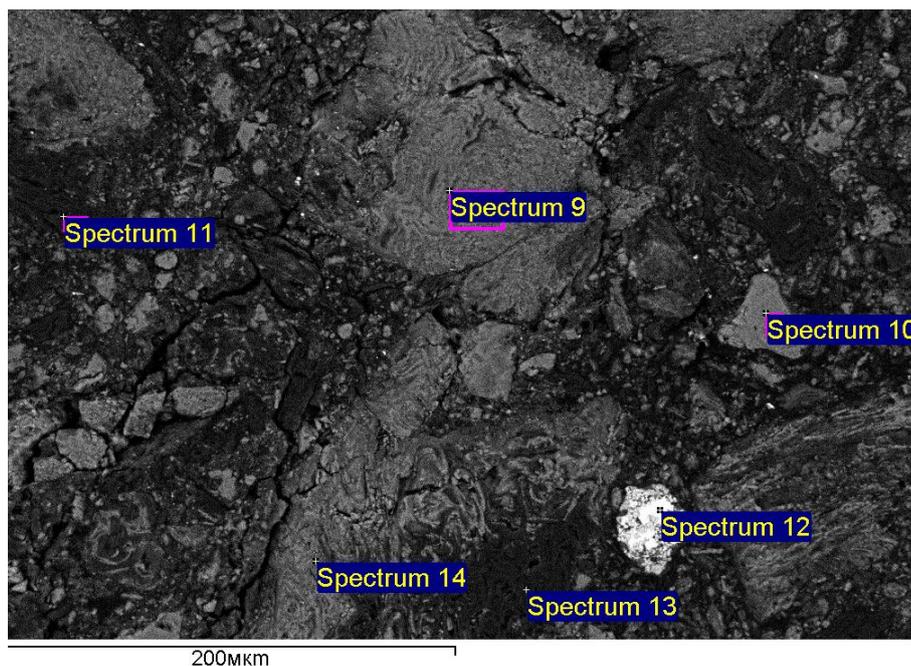


Рисунок 2 – СЭМ изображение морфологии частиц SiC  
Результаты в весовых % представлены в таблице 1.

Таблица 1

### Результаты в весовых % SiC

Спектры	C	O	Al	Si	Ca	Ti	Cr	Fe
Спектр 9	51.5			48.5				
Спектр 10		45.1	2.8	49.9	2.2			
Спектр 11	97.0			3.0				
Спектр 12	14.1			12.9		2.7	2.1	68.3
Спектр 13	100.0							
Спектр 14	54.7			45.3				

СЭМ исследования помогли всесторонне оценить морфологические и структурные особенности карбида кремния, а также подтвердить его соответствие заявленным требованиям для дальнейшего применения в различных отраслях.

Синтез карбида кремния из микрокремнезема с нефтекоксом и рисовой шелухой - это интересный и перспективный подход, который может быть реализован в различных промышленных масштабах, особенно в контексте устойчивых и экологически безопасных технологий.

Использование микрокремнезема и рисовой шелухи в качестве альтернативных сырьевых материалов для синтеза карбида кремния представляет собой не только экономически выгодный, но и экологически устойчивый подход.

## Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»

### Выводы

Переработка этих отходов позволяет снизить экологическое воздействие производства, а также улучшить эффективность синтеза SiC, что открывает новые возможности для применения этих материалов в различных отраслях.

Дальнейшее совершенствование технологий переработки отходов и оптимизация процессов синтеза будут способствовать устойчивому развитию металлургической и других отраслей промышленности.

### Список литературы

1. Лебедев А.С., В. Е. Еремяшев, А. В. Суздальцев, В. Н. Анфилогов. Упрочнение легких металлов и сплавов ультрадисперсным волокнистым карбидом кремния  $\beta$ -модификации // ЭлектроМеталлургия. – 2020 – № 1 – С. 17–24.
2. Семейко К.В., Малиновский А.И., Гребеньков А.Ж., Саенко С.Ю., Лобач К.В., Кустовская А.Д., Ляпощенко А.А., Склабинский В.И. // Разработки технологий получения карбида кремния (обзор) / Вестник НЯЦ РК 2021 - №2 – С. 30-41.
3. Andresen B. The metallurgical silicon process revisited // Silicon for the chemical and solar industry X: Proc. Intern. conf. (Alesund-Geiranger, 28 June-02 July 2010). Trondheim: NTNU, 2010. P. 11-23.
4. G. Akhmetova, G. Ulyeva, K. Tuyskhan, I. Volokitina. // Application of spark plasma sintering as a method for producing new ceramic materials from silicon production waste / Journal of Chemical Technology and Metallurgy – 2024 – Vol. 59, №3 – P. 605-611.
5. Rohani, A.B. Production of High Purity Amorphous Silica from Rice Husk / A.B. Rohani, Y. Rosiyah, N.G. Seng // Procedia Chemistry. – 2016. – V. 19. – P. 189 – 195.

А.Г. Бурумбаев, Е.Н. Махамбетов, С.К. Кабылканов, А.М. Жақан

### Техногендік және табиғи қалдықтарды кремний карбидін синтездеуде пайдалану: инновациялық көзқарастар, шешімдер және технологиялық аспектілер

Мақала кремний карбиді (SiC) синтезінде техногендік және табиғи қалдықтарды, атап айтқанда, микрокремнезем мен күріш қабығын пайдалануға арналған. Бұл материал түрлі салаларда сұранысқа ие негізгі материал болып табылады. SiC өндірісінің дәстүрлі және альтернативті әдістері қарастырылып, қалдықтарды қайта өңдеу арқылы экологиялық қауіпсіз және экономикалық тиімді технологиялар жасау мүмкіндіктері талқыланады. Синтез сапасын жақсарту үшін бастапқы материалдарды алдын ала өңдеу және реакцияны оңтайландыруға ерекше назар аударылған. Алынған нәтижелер қалдықтарды өнеркәсіпте қолданудың жоғары тиімділігі мен перспективасын көрсетіп, экологиялық жүктемені азайту мен металлургия саласының тұрақтылығын арттыруға ықпал етеді.

*Түйінді сөздер:* кремний карбиді, синтез, микрокремнезем, күріш қабығы, қалдықтарды қайта өңдеу, экология, металлургия, тұрақты технологиялар, абразивті материалдар, экологиялық қауіпсіздік.

A.G. Burumbaev, E.N. Makhambetov, S.K. Kabyllkanov, A.M. Zhakan

### The use of man-made and natural waste in the synthesis of silicon carbide: innovative approaches, solutions and technological aspects

The article is devoted to the use of man-made and natural waste, such as silica and rice husk, in the synthesis of silicon carbide (SiC), a key material in demand in various industries. Traditional and alternative methods of SiC production are considered, including waste recycling to create

### **Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»**

environmentally safe and cost-effective technologies. Special attention is paid to improving the quality of synthesis through pretreatment of the starting materials and optimization of the reaction. The results obtained show the high efficiency and promising use of waste in industry, which helps to reduce the environmental burden and increase the sustainability of the metallurgical industry.

*Keywords:* silicon carbide, synthesis, microsilicon, rice husk, waste recycling, ecology, metallurgy, sustainable technologies, abrasives, environmental safety.

#### References

- 1 Lebedev A.S., V. E. Eremyashev, A. V. Suzdaltsev, V. N. Anfilogov. Uprochnenie legkikh metallov i splavov ultradispersnym voloknistym karbidom kremniya  $\beta$ -modifikatsii // ElektroMetallurgiya. – 2020 – № 1 – S. 17–24.
- 2 Semeiko K.V., Malinovskiy A.I., Greben'kov A.Zh., Saenko S.Yu., Lobač K.V., Kustovskaya A.D., Lyaposhenko A.A., Sklabinskiy V.I. // Razrabotki tekhnologiy polucheniya karbida kremniya (obzor) / Vestnik NYATS RK 2021 - №2 – S. 30-41.
- 3 Andresen B. The metallurgical silicon process revisited // Silicon for the chemical and solar industry X: Proc. Intern. conf. (Alesund-Geiranger, 28 June-02 July 2010). Trondheim: NTNU, 2010. P. 11-23.
- 4 G. Akhmetova, G. Ulyeva, K. Tuyskhan, I. Volokitina. // Application of spark plasma sintering as a method for producing new ceramic materials from silicon production waste / Journal of Chemical Technology and Metallurgy – 2024 – Vol. 59, №3 – P. 605-611.
- 5 Rohani, A.B. Production of High Purity Amorphous Silica from Rice Husk / A.B. Rohani, Y. Rosiyah, N.G. Seng // Procedia Chemistry. – 2016. –V. 19. – P. 189 – 195.

**Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»**

МРНТИ 53.49.15  
УДК: 621.892

DOI [10.53002/027](https://doi.org/10.53002/027)

Д.В.Герашенко, С.Я.Лейс, Н.С.Молчанов

*Темиртауский высший политехнический колледж, Темиртау, Казахстан  
(E-mail leisstefani09@gmail.com)*

**Исследование смазочных материалов оборудования участка методических  
нагревательных печей ЛПЦ-1 АО «Qarmet»**

В данной статье рассматривается мониторинг состояния смазочных материалов и систем смазки является важным аспектом для повышения надежности и срока службы оборудования. Исследование проведено на базе листопрокатного цеха №1 АО «Qarmet», где изучены условия работы оборудования, подвергающегося воздействию высоких температур, механических нагрузок и химических агентов. Лабораторные анализы смазки Quartek-320 G показали её низкую термостойкость и загрязнение в условиях эксплуатации. Рекомендованы альтернативные смазки: Lubrico Infinity Lithium Grease EP №2 и Литол-24, которые обеспечивают стабильную работу при экстремальных температурах и способствуют снижению износа подшипников и затрат на обслуживание.

*Ключевые слова:* смазочные материалы, системы смазки, подшипники, эксплуатационные условия, термостойкость, износ, лабораторный анализ, листопрокатный цех, экономический расчет, смазка.

*Введение*

Мониторинг состояния смазочных материалов и систем смазки играет важную роль в обеспечении надежности и эффективности работы оборудования. Это позволяет продлить срок службы подшипников и механизмов, предотвратить преждевременный износ, снизить вероятность поломок, повысить эффективность работы оборудования и сократить затраты на ремонт и замену деталей.

*Методы и материалы*

Листопрокатный цех №1 АО «Qarmet» производит горячекатаную листовую сталь толщиной 2,0-12,0 мм и шириной 900-1520 мм, подкат для холодной прокатки и цеха жести.

Для нагрева слябов перед прокаткой на листовом прокатном стане 1700 применяют пятizonные методические пламенные печи. Слябы к печам подаются по подающему рольгангу.

Оборудование стана горячей прокатки подвергается сложному и многофакторному воздействию, включая высокие температуры, механические нагрузки, вибрации, химические воздействия и другие факторы.

Для обеспечения долгосрочной и эффективной работы оборудования важно учитывать эти условия и обеспечивать высокое качество материалов, смазки, точность настройки и регулярное техническое обслуживание оборудования.

Отсутствие защитных экранов на загрузочной стороне методических печей, обусловленное сложностями с их закупкой, приводит к значительному повышению температуры в рабочей зоне оборудования от 300 до 600 °С.

В результате происходит изменение физико-химических свойств, выгорание смазки, ускоренный износ подшипников и сокращение их эксплуатационного срока, что увеличивает затраты на ремонт и обслуживание оборудования [1].

Подающий рольганг предназначен для подачи металла к методическим печам.

Рольганг состоит из пяти секций с групповым приводом роликов. В состав каждой секции входят рама, узел ролика и групповой привод вращения роликов.

## Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»

Ролики рольганга работают в тяжелых условиях, они находятся под воздействием высокой температуры и подвергается ударным нагрузкам. Подшипники в металлургии обеспечивают поддержку вращающихся элементов, воспринимают нагрузки, снижают трение и износ [2].

Смазка снижает трение, предотвращает износ, отводит тепло и защищает от коррозии. Пластичные смазки применяют в подшипниках при температуре до 100°C и частоте до 3000 об/мин. Они обеспечивают лучшую герметичность и защиту от загрязнений. Жидкие масла подходят для высоких скоростей и отвода тепла.

### Результаты и обсуждение

Твердые смазки применяются при экстремальных температурах.

Централизованные системы смазки автоматизируют подачу смазки, снижая износ узлов и расход материалов [3].

Во время производственной практики студенты группы ЭМОП-2022 Темиртауского высшего политехнического колледжа изучили эту проблему.

Для лабораторного исследования им были предоставлены образцы смазки Quartek-320 G (как свежей, так и отработанной).

Лабораторный анализ смазочных материалов проводился с использованием набора SKF TKGT 1, который позволяет выполнить три косвенных испытания оценки качества пластичных смазок: консистенция, маслоотделение, загрязнение [4].

Дополнительно использовался метод каплепадения по Уббелоде. В испытаниях принимали участие студенты группы ЛТ-2022 по специальности «Лабораторная технология». Результаты анализа приведены в таблице 1.

Таблица 1

### Результаты анализа смазки

Методики исследования	Свежая (неиспользованная) QUAKERTEK*™ 320 1 (G-1)	Использованная QUAKERTEK™ 320 1 (G-1)
Первый визуальный осмотр	Цвет: желтоватая. Блестит и выглядит маслянистой. Запах: слабый технический запах (литиевые смазки передают слегка мыльный запах) Не имеет сгустков. Прозрачнее.	Цвет: Коричневая. Так как незаметно и не выглядит маслянисто, возможно базовое масло выработано. Запах: горелый запах (возникший из-за перегрева или окисления смазки. Это происходит в высокотемпературных или перегруженных условиях) Имеет сгустки. Почернение
Испытание на консистенцию (пенетрация)	Класс NLGI:1 Пенетрация: 310-340 Очень мягкая	Класс NLGI:4 Пенетрация: 175-205 Твёрдая
Испытание на маслоотделение	DAvFresh=27,5мм SFresh=0,785*(27,52-100)=515.15м %Diff=-57,29%	DAvUsed =19,5мм SUsed=0,785*(19,52-100)=219,99м %Diff=-57,29%
Испытание на загрязнение	Свежая смазка выглядит однородной, имеет более светлый оттенок и минимальные примеси, что говорит о её стабильном состоянии.	Использованная смазка имеет выраженную текстуру, неоднородность и может иметь красно-коричневый оттенок, что указывает на загрязнение, износ (металлические частицы) или термическое разложение. Она также может содержать твердые частицы или иметь измененную вязкость.
Температура каплепадения	Каплеобразование-265 Каплепадение-285	При высокой температуре произошел процесс коксования или карбонизации.

## Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»

Анализ показал, что используемая смазка не соответствует условиям работы оборудования из-за высокой температуры и нагрузки.

Недостаточная термостойкость приводит к быстрому разрушению подшипниковых узлов, особенно со стороны, подверженной тепловому воздействию.

Требуется подбор более устойчивой смазки, соответствующей условиям эксплуатации тяжелых механизмов.

На основании вывода предложены альтернативные виды смазок в сравнении с приведенные в таблице 2 [3].

Таблица 2

Альтернативные виды смазок

Название смазки	Свойства	Цена, тг/кг	Изготовитель
Quartek 320-G	Низкая вязкость обеспечивает минимальное энергопотребление механизмов Температурный диапазон -20 до +150	4000	Quaker Houghton Казахстан
Lubrico Infinity Lithium Grease EP №2	Сохраняет свою структуру при высоких температурах предотвращает появление царапин в подшипниках Температурный диапазон -300 до +1200	4150	LUBRICO Турция
Литол - 24	Водостойкость Снижение износа узлов и механизмов, широкий диапазон температура Температурный диапазон -400 до +1300	2875	Газпромнефть Россия

На основании выводов произведен экономический расчет применения альтернативных смазок. Использовались данные технической документации листопркатного цеха №1. [2]

Таблица 3

Данные технической документации

Условия обслуживания	Расход смазки, холостая сторона рольганга, г	Расход смазки, приводная сторона рольганга, г	Цикл, с
Летний цикл	15	5	500
Зимний цикл	10	5	800

Расчет циклов подачи смазки в сутки:

$$N = \frac{T}{t} \quad (1)$$

где, N-количество циклов за сутки

T- количество циклов, с

t- время одного цикла, с.

В условиях летнего периода:

$$N = \frac{86400}{500} = 172 \text{ кг}$$

В условиях зимнего периода:

$$N = \frac{86400}{800} = 108 \text{ кг}$$

Расход смазки на холостую часть подшипниковых узлов:

$$m = N \cdot Q_1 \cdot n \quad (2)$$

**Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»**

где,  $m$ - масса смазки, кг  
 $N$ -количество циклов за сутки  
 $Q_1$ - расход смазки на холостом  
 $n$ - количество подшипников

В условиях летнего периода:

$$m = 172 \cdot 15 \cdot 20 = 51.6 \text{ кг}$$

В условиях зимнего периода:

$$m = 108 \cdot 10 \cdot 20 = 21.6 \text{ кг}$$

Расход смазки на приводную часть подшипниковых узлов:

$$m = N \cdot Q_2 \cdot n \tag{3}$$

где,  $m$ - масса смазки в кг  
 $N$ -количество циклов за сутки  
 $Q_2$ - расход смазки на приводном  
 $n$ - количество подшипников

В условиях летнего периода

$$m = 172 \cdot 5 \cdot 20 = 17.2 \text{ кг}$$

В условиях зимнего периода

$$m = 108 \cdot 5 \cdot 20 = 10.8 \text{ кг}$$

Общий расход смазки на подшипниковый узел:

$$m_{\text{общ}} = m_1 + m_2 \tag{4}$$

где,  $m_{\text{общ}}$ - общий расход смазки  
 $m_1$ - масса смазки приводной части  
 $m_2$ -масса смазки ходовой части

В условиях летнего периода

$$m_{\text{общ}} = 51.6 + 17.2 = 68,8 \approx 69 \text{ кг}$$

В условиях зимнего периода

$$m_{\text{общ}} = 21.6 + 10.8 = 32,4 \approx 32 \text{ кг}$$

Таблица 4

Сравнительный анализ экономического эффекта

Характеристики смазки	Quartek 320-G	Lubrico Infinity Lithium Grease EP	Литол - 24
Стоимость за кг/тг	4000	4150	2875
Затраты на смазку в летний период за день,тг	276000	286350	198375
Затраты на смазку в летний период за месяц	828000	590500	5951250
Затраты на смазку в зимний период за день	128000	132800	82400
Затраты на смазку в зимний период за месяц	3840000	3984000	2472000

*Выводы*

Анализ теоретической части и сравнительный обзор смазочных материалов показали, что Quartek-320 G не соответствует условиям работы оборудования.

В качестве замены предлагается Lubrico Infinity Lithium Grease EP №2, которая обеспечивает стабильную работу при -30°C до +1200°C, устойчива к перегреву, сохраняет структуру при экстремальных температурах и предотвращает износ подшипников.

## Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»

Альтернативный вариант – Литол-24, обладающий высокой термостойкостью (-40°C до +1200°C, кратковременно до +1300°C), устойчивостью к воде, механической стабильностью и надежной защитой от износа. Данный вариант выгоден с экономической и технической точки зрения.

В связи с тем, что позволит уменьшить расход смазочного материала избежать выход из строя подшипников роликов тем самым увеличить срок службы подшипников и увеличить требуемый долговечности [5]

### Список литературы

1. Производственные технологические инструкции прокатных цехов АО «Арселор Миттал Темиртау», 2018
2. Васюнина, Т. Р. Гильманшина, Э. А. Рудницкий. Оборудование металлургического производства. Учебное пособие; Сиб. федер. ун-т, Ин-т цвет. металлов и материаловедения. - Красноярск: СФУ, 2021
3. Царев О.А., Зезюля В.В. Смазочные материалы. Учебное пособие. Москва.: изд-во МГТУ им Баумана, 2017.
4. Инструкция лабораторного комплекта SKF ТКGT 1, 2020.
5. Правила технической эксплуатации оборудования цехов горячей прокатки, 2018 АО «Арселор Миттал Темиртау».

Д.В.Герашенко, С.Я.Лейс, Н.С.Молчанов

### «Qarmet» АҚ ЛПЦ-1 әдістемелік қыздыру пештері учаскесі жабдығының майлау материалдарын зерттеу

Бұл мақалада майлау материалдары мен майлау жүйелерінің жай-күйін бақылау – жабдықтың сенімділігі мен қызмет ету мерзімін арттырудың маңызды аспектісі ретінде қарастырылады. Зерттеу «Qarmet» АҚ-ның №1 табақ илеу цехының базасында жүргізілді, мұнда жоғары температура, механикалық жүктемелер және химиялық агенттердің әсеріне ұшырайтын жабдықтардың жұмыс жағдайлары зерттелді. Quartek-320 G майының зертханалық талдауы оның термиялық тұрақтылығының төмендігін және пайдалану жағдайларындағы ластануын көрсетті. Альтернативті майлар ретінде экстремалды температура жағдайында тұрақты жұмыс істеуді қамтамасыз ететін және мойынтіректердің тозуын, қызмет көрсету шығындарын азайтатын Lubrico Infinity Lithium Grease EP №2 және Литол-24 ұсынылды.

*Түйінді сөздер:* майлау материалдары, майлау жүйелері, мойынтіректер, пайдалану жағдайлары, термотұрақтылық, тозу, зертханалық талдау, табақ илеу цехы, экономикалық есеп, май.

D.V. Gerashchenko, S.Ya. Leys, N.S. Molchanov

### Study of Lubricants Used in the Equipment of the Methodical Heating Furnaces Section at Hot Rolling Mill No. 1 of JSC «Qarmet»

This article examines the monitoring of the condition of lubricants and lubrication systems as a key factor in enhancing equipment reliability and service life. The study was conducted at Hot Rolling Mill No. 1 of JSC «Qarmet» where the operating conditions of equipment exposed to high temperatures, mechanical loads, and chemical agents were investigated. Laboratory analyses of Quartek-320 G lubricant revealed its low thermal resistance and contamination under operating conditions. Alternative lubricants – Lubricous Infinity Lithium Grease EP No. 2 and Litol-24—were recommended, as they ensure stable performance under extreme temperatures and contribute to reducing bearing wear and maintenance costs.

## **Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»**

*Keywords:* lubricants, lubrication systems, bearings, operating conditions, thermal resistance, wear, laboratory analysis, hot rolling mill, economic calculation, lubrication.

### References

1. Proizvodstvennye tekhnologicheskie instruktsii prokatnykh tsekhov AO «Arselor Mittal Temirtau», 2018
2. Vasyunina, T. R., Gil'manshina, E. A., Rudnitskiy. Oborudovanie metallurgicheskogo proizvodstva. Uchebnoe posobie; Sib. feder. un-t, In-t tsvet. metallov i materialovedeniya. – Krasnoyarsk: SFU, 2021
3. Tsarev O.A., Zezyulya V.V. Smazochnye materialy. Uchebnoe posobie. Moskva: izd-vo MGTU im. Baumana, 2017
4. Instruktsiya laboratornogo komplekta SKF TKGT 1, 2020
5. Pravila tekhnicheskoy ekspluatatsii oborudovaniya tsekhov goryachey prokatki, 2018 AO «Arselor Mittal Temirtau»

**Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»**

МРНТИ 53.31.23  
УДК: 669.154.002.61

DOI [10.53002/028](https://doi.org/10.53002/028)

В.И.Казаков<sup>1</sup>, Д.А.Семерок<sup>1</sup>, А.С.Бражников<sup>1</sup>, В.С.Кузьмин<sup>1</sup>, А.С.Исабекова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан  
(E-mail: v.kazakov@ttu.edu.kz)*

<sup>2</sup>*Университет имени Шакарима города Семей, Семей, Казахстан  
(E-mail: isabekovaarai.com)*

**Сокращение оксидных неметаллических включений в стальном расплаве за счет совершенствования схемы подачи раскисляющих материалов в сталь-ковш**

В статье рассматриваются причины образования оксидных неметаллических включений (ОНВ) в процессе выпуска углеродистого пролупродукта из кислородно-конвертерного агрегата и их влияние на качество металла. Известно, что основными источниками кислорода в стали являются остаточный кислород после продувки и атмосферный кислород которым струя металла насыщается в процессе выпуска в сталь-ковш. На основании теоретического анализа и численного моделирования с использованием ANSYS Fluent обоснована эффективность подачи раскисляющих материалов непосредственно под струю металла. Такой подход обеспечивает лучшее перемешивание, более полное усвоение реагентов и снижение образования включений, по сравнению с традиционной подачей на периферию ковша. Представлены рекомендации по модернизации схемы введения сыпучих материалов с целью повышения эффективности операции раскисления и снижения себестоимости производства стали.

*Ключевые слова:* раскисление, стальной расплав, оксидные включения, сталь-ковш, ферросплавы, алюминий, моделирование, гидродинамика, шлак, кислород.

*Введение*

Выпуск плавки из кислородно-конвертерного агрегата сопровождается операцией раскисления-легирования металла с целью удаления из расплава растворенного кислорода, оставшегося после продувки, а также в результате взаимодействия струи расплава с атмосферным воздухом. Наличие свободного кислорода в стали приводит к образованию газовых пор (пузырей) в процессе затвердевания слитка, повышенному количеству неметаллических включений и окислению легирующих элементов.

*Методы и материалы*

Оксидные неметаллические включения (ОНВ) представляют собой твердые частицы, образующиеся в стальном расплаве в результате взаимодействия кислорода с компонентами, стали или шлака [1,2]. К ним относятся, в первую очередь, соединения на основе оксидов алюминия ( $Al_2O_3$ ), кремния ( $SiO_2$ ), кальция ( $CaO$ ), магния ( $MgO$ ) химические реакции образования данных оксидов приведены ниже.



ОНВ имеют негативное влияние на качественные характеристики стали, а именно:

## Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»

1. Снижают механические свойства. Включения являются концентраторами напряжений и могут способствовать зарождению и распространению трещин, особенно при динамических и циклических нагрузках [2]. Это ухудшает прочностные и пластические характеристики стали.

2. Затрудняют обрабатываемость. Включения могут мешать резке, сварке, прокатке и другим видам обработки. Твердые и остроугольные оксиды алюминия, например, вызывают ускоренный износ инструмента.

3. Приводят к дефектам поверхности. При прокатке включения вытягиваются в нитевидные образования, вызывая поверхностные и подповерхностные дефекты, влияющие на внешний вид и коррозионную стойкость изделия.

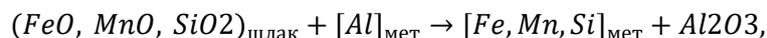
4. Ухудшают качество сварных соединений. Включения на границах зерен могут привести к хрупкости сварного шва и снижению его прочности.

Основным источником кислорода в металле является остаточный кислород, оставшийся в расплаве после продувки (примерно 300–1000 ppm). Без дополнительной обработки этот растворённый кислород при снижении температуры и взаимодействии с легирующими элементами образует оксидные включения непосредственно в металле (*эндогенные* включения). Например, в традиционном процессе конвертерной плавки избыток кислорода сначала накапливается в расплаве, а затем при раскислении превращается в продукты раскисления, остающиеся в металле [3].

Концентрация кислорода в стали (полученной без вакуумной обработки) после внепечной доводки составляет порядка  $100 \cdot 10^{-6}$  (100 ppm), однако современными методами её удаётся снизить до ~10 ppm и даже <5 ppm для специальных сталей [2].

Конечный конвертерный шлак содержит значительное количество оксидов FeO и MnO (FeO 5–10%, MnO >1%). При выпуске часть шлака может захватываться вместе с металлом в сталеразливочный ковш.

Взаимодействие горячего металла с захваченным окисленным шлаком приводит к реакциям повторного окисления: растворенный алюминий, кремний и марганец встали окисляются этими оксидами шлака, восстанавливая Fe и Mn, а в металле образуются новые оксидные включения, например,  $Al_2O_3$ . Такая реакция может быть представлена упрощённо:



то есть оксиды из шлака «отнимают» кислород у стали, формируя крупные включения глинозёма переменного состава. Аналогично, присутствие свободного  $SiO_2$  в футеровке ковша или шибера может окислять растворённый алюминий стали, увеличивая количество оксидных включений. Поэтому важно максимально отсекал шлак при выпуске стали из конвертера.

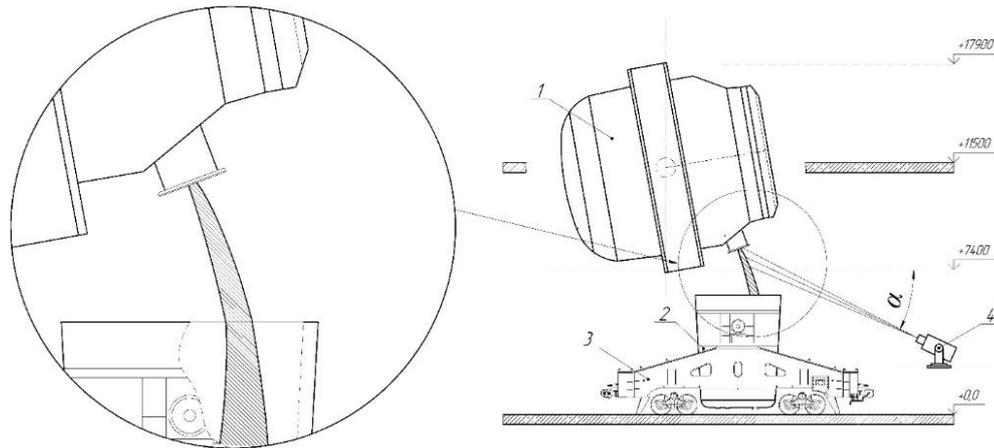
Падение струи расплава в ковш сопровождается интенсивным контактом металла с воздухом. Струя металла эжектирует окружающий воздух. Кислород воздуха ( $O_2$  ~21%) мгновенно окисляет поверхность струи, образуя оксидные плёнки и мелкодисперсные включения, которые затем попадают в объём расплава ковша.

Кроме того, одновременно струя металла захватывает из воздуха азот и водяной пар, что приводит к росту содержания [N] в стали и образованию водорода [H]. Эти газы тоже могут вызывать дефекты (азотная хрупкость, флокены), однако основной ущерб качеству металла наносит именно окисление поверхности струи с образованием неметаллических оксидных продуктов. Ситуация усугубляется при сильном износе леточного канала и образовании шлакометаллического настыля на торце выпускного отверстия.

В таких условиях струя становится распылённой, что увеличивает площадь контакта расплава с воздухом и, как следствие, усиливает окисление металла.

Из рисунка 1 видно, что, струя расплава по мере падения приобретает раздробленный характер и ее диаметр значительно увеличивается в сравнении с выпускным отверстием конвертера которое в зависимости от степени износа составляет 150-180мм.

## Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»



1 – кислородный конвертер; 2 – сталь-ковш; 3 – сталеvoz; 4 – камера инфракрасного излучения

Рисунок 1 – Профильная проекция выпуска плавки из кислородного конвертера

В кислородно-конвертерном производстве широко применяется осаждающее раскисление – введение раскисляющих материалов непосредственно в струю выпускаемого металла или в ковш во время заливки. Классическая схема раскисления спокойной стали включает последовательное добавление ферромарганца, затем ферросилиция, и окончательное раскисление алюминием. Как правило, часть алюминия добавляют *под конец выпуска*, когда ковш уже почти заполнен, чтобы он равномерно распределился в объёме расплава. Именно такая последовательность ( $Mn \rightarrow Si \rightarrow Al$ ) обеспечивает высокую степень раскисления: достигается спокойная сталь, не дающая газовых пузыристых выделений при затвердевании слитка.

Введение раскисляющих добавок *непосредственно в струю* сливаемого металла обладает рядом термодинамических и кинетических преимуществ по сравнению с добавлением их на периферию ковша. При добавлении раскислителей под струю реакция с кислородом происходит практически сразу, в объёме падающего металла и в зоне удара струи. Это ведет к быстрому уменьшению активности кислорода  $[O]$  в расплаве.

Наиболее эффективно подавать раскислители в область контакта зеркала металла и падающей струи т.к. подавая материалы в струю расплава раскислители будут подвергаться чрезмерному атмосферному окислению ввиду распыленного характера струи и тем самым в меньшей мере взаимодействовать с металлом.

Главным преимуществом подачи раскислителей под струю является обеспечение эффективного перемешивания добавок с металлом за счёт кинетической энергии падающей струи. Если бросать раскислители в уже стоящий металл т.е. на поверхность расплава, материалы прежде чем достичь металла должны пройти слой шлака.

Материалы со сравнительно большой плотностью, как  $FeSi$  ( $\rho=3,5 \div 5,0 \text{ г/см}^3$ ) и  $FeMn$  ( $\rho=6,5 \div 7,3 \text{ г/см}^3$ ), способны пройти слой шлака имеющего плотность порядка  $4,5 \text{ г/см}^3$  (в зависимости от состава), однако в случае ферросилиция последний ввиду своей граничной плотности со шлаком не так активно устремляется вглубь расплава, а в отдельных случаях даже может оставаться на его поверхности. Легкий  $Al$  ( $\rho=2,3 \div 2,7 \text{ г/см}^3$ ) зачастую остается плавать на поверхности шлака. При добавлении же в поток частицы раскислителя вовлекаются циркуляцией, быстро расплавляются в горячей струе и разносятся по всему объёму ковша (см. рис. 2).

Таким образом, реакция раскисления протекает в объёме расплава, а не локально у стенок ковша. Это более эффективно связывает кислород и сокращает время полного усвоения раскислителей.

На практике отмечено, что степень использования алюминия при добавлении «под струю» значительно выше. При добавлении крупными кусками (чущками) на поверхность металла угар  $Al$  может достигать 70-80% – то есть большая часть металла сгорает, не успев раскислить сталь.

Как упоминалось выше, по мере протекания раскисления ферросплавами и алюминием, в металле образуются продукты – оксидные включения. Важным положительным моментом является то, что при подаче раскислителей ступенчато можно контролировать состав и размер образующихся включений. Например, кремний и марганец, введенные первыми, создают относительно крупные жидкие

## Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»

включения  $MnO \cdot SiO_2$ , которые частично успевают всплыть до конца выпуска. Затем оставшийся кислород удаляется алюминием – образуются более мелкие твердые  $Al_2O_3$ . В итоге суммарное количество неметаллических включений уменьшается, так как часть их вышла с силикатами, а оставшийся глинозём распределён мелко.

Кроме того, благодаря предварительному раскислению кремнием и марганцем требуется меньшее количество алюминия, что сокращает образование избыточного  $Al_2O_3$ , который мог бы повысить вязкость шлака или вызвать осаждение на стенках ковша.

Для моделирования динамики потоков расплавленного металла в процессе слива из конвертера была применена программа ANSYS Fluent. В качестве расчётной области использовалась типовая геометрия 300-тонного сталеразливочного ковша, причём конечно-элементная сетка включала 16 901 элемент.

Параметры стали, принятые в расчёте, соответствовали плотности  $7700 \text{ кг/м}^3$  и динамической вязкости  $0,007 \text{ кг/(м}\cdot\text{с)}$ . Скорость истечения струи из леточного отверстия была принята по расчетам [3] выполненным магистрантом Семерок Д. А. и составила  $4,9 \text{ м/с}$ .

Для описания взаимодействия расплава с окружающей газовой средой была использована мультифазная модель, позволяющая одновременно учитывать фазы воздуха и жидкой стали. Такой подход обеспечивает более точное воспроизведение реальной картины течения и позволяет выявить особенности гидродинамики металла внутри ковша при различных режимах слива.

### Результаты и обсуждение

На рисунке 2 продемонстрированы результаты получившихся расчетов, из которых видно, что падающая струя металла из конвертера образует турбулентные завихрения в толще расплава, которые усиливают перемешивание и способствуют более равномерному распределению тепла и реагентов в объёме ковша. Желтыми стрелками показаны характерные траектории движения гидравлических потоков внутри ковша.

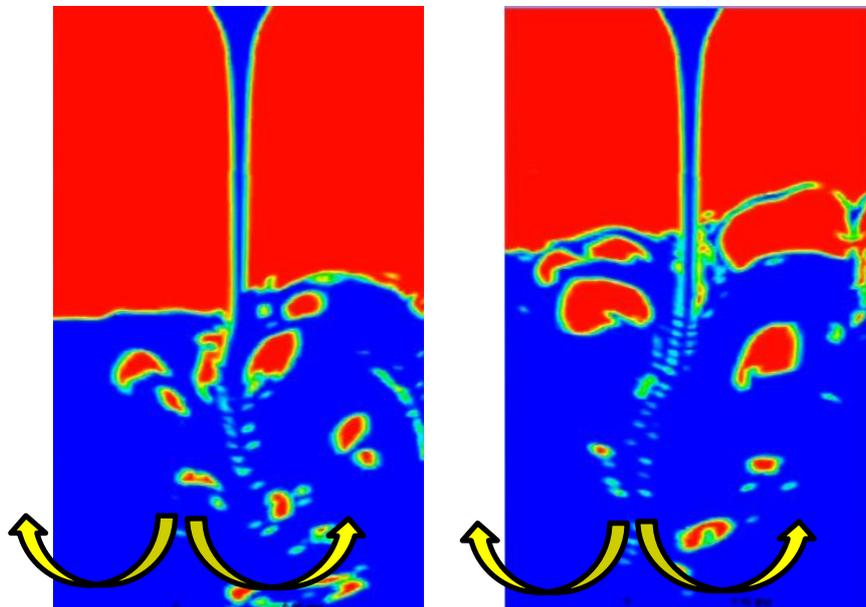


Рисунок 2 – Гидравлические возмущения металла в ковше образованные кинетической энергией падающей струи (результаты получены с использованием ПО Ansys Fluent)

### Выводы и рекомендации

Эффективность подачи раскислителей под струю сливаемого углеродистого полупродукта подтверждается выполненными расчетами. Однако на множестве предприятий описанной проблеме

## Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»

уделяется недостаточное внимание, что влечет за собой повышенный угар дорогостоящих раскисляюще-легирующих материалов и соответственно влияет на себестоимость выпускаемой продукции. Это выражается в использовании гравитационного транспорта, не позволяющего вносить реагенты в описанную зону, подача большую часть времени выпуска осуществляется на периферию ковша где материалы взаимодействуют с шлаком на поверхности металла, что снижает эффективность их использования и ведет к дополнительному образованию ОНВ которые в дальнейшем взаимодействуют с металлом в граничном слое металл-шлак.

Таким образом с целью повышения эффективности операции раскисления-легирования и снижения себестоимости стальной продукции необходимо модернизировать схему введения сыпучих материалов со стационарным исполнением гравитационного полотна на подвижную.

### Список литературы

1. Ефимов В.А. Вторичное окисление и рафинирование при непрерывной разливке стали / Ефимов В.А. // Вестник Приазовского Государственного технического университета. – 1999. №7. – С. 135–141.
2. Скребцов А.М., Кузьмин Ю.Д., Терзи В.В., Качиков А.С., Секачев А.О. Содержание оксидных неметаллических включений в стали в зависимости от агрегата ее выплавки / Скребцов А.М., Кузьмин Ю.Д., Терзи В.В., Качиков А.С., Секачев А.О. // Вестник Приазовского Государственного технического университета. – 2012. №25. – С. 51–53.
3. Wei Xiao, Min Wang, Yanping Bao the Research of Low-Oxygen Control and Oxygen Behavior during RH Process in Silicon-Deoxidization Bearing Steel // Metals, 2019, № 9, 812, DOI:10.3390/met9080812.
4. Zhong-Liang Wang, Yanping Bao Development and prospects of molten steel deoxidation in steelmaking process // International Journal of Minerals Metallurgy and Materials, 2024, 31(1), DOI:10.1007/s12613-023-2740-4
5. Д.А. Семерок, В.И. Казаков, В.С. Кузьмин, А.С.Бражников Аспекты образования закристаллизовавшегося раструба на торцевом сечении сталевыпускного узла кислородного конвертера / Д.А. Семерок, В.И. Казаков, В.С. Кузьмин, А.С.Бражников // Сборник LIV Республиканская научно-практическая конференция. – 2024. – С. 47–55.

В.И. Казаков, Д.А.Семерок, А.С.Бражников, В.С.Кузьмин, А.С.Исабекова

### Оксидті метал емес қоспаларды болат балқымасындағы азайту үшін раскисляушы материалдардың болат-ковшқа беру схемасын жетілдіру

Мақалада оттегі конвертер қондырғысынан көміртекті жартылай фабрикаттарды шығару кезінде оксидті металл емес қосындылардың пайда болу себептері және олардың металл сапасына әсері қарастырылады. Болаттағы оттегінің негізгі көздері үрлеуден кейінгі қалдық оттегі және болат шөмішке жіберу кезінде металл ағыны қаныққан атмосфералық оттегі екені белгілі. Теориялық талдау және ANSYS Fluent көмегімен сандық модельдеу негізінде тотықсыздандыратын материалдарды металл ағынының астында тікелей беру тиімділігі дәлелденді. Бұл тәсіл шөміштің шегіне дәстүрлі берумен салыстырғанда жақсырақ араластыруды, реагенттердің толық ассимиляциясын және қосындылардың түзілуін азайтуды қамтамасыз етеді. Тотықсыздандыру операциясының тиімділігін арттыру және болат өндірісінің өзіндік құнын төмендету мақсатында сусымалы материалдарды енгізу схемасын жаңарту бойынша ұсыныстар берілген.

*Түйінді сөздер:* раскисляция, болат балқымасы, оксидті қоспалар, болат ковш, ферросплавар, алюминий, модельдеу, гидродинамика, шлак, оттегі.

## **Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»**

V.I. Kazakov, D.A.Semerok, A.S.Brazhnikov, V.S.Kuzmin, A.S.Isabekova

### **Kazakh improvement of the scheme for feeding deoxidizing materials into steel ladle**

The article discusses the causes of formation of oxide non-metallic inclusions (ONI) during the release of carbon semi-finished product from the oxygen converter unit and their impact on the quality of the metal. It is known that the main sources of oxygen in steel are residual oxygen after blowing and atmospheric oxygen with which the metal stream is saturated during the release into the steel ladle. Based on theoretical analysis and numerical modeling using ANSYS Fluent, the efficiency of feeding deoxidizing materials directly under the metal stream is substantiated. This approach ensures better mixing, more complete assimilation of reagents and reduced formation of inclusions, compared to traditional feeding to the periphery of the ladle. Recommendations are presented for modernizing the scheme for introducing bulk materials in order to improve the efficiency of the deoxidation operation and reduce the cost of steel production.

Keywords: deoxidation, steel melt, oxide inclusions, bucket steel, ferroalloys, aluminum, modeling, hydrodynamics, slag, oxygen.

#### References

- 1 Efimov V.A. Vtorichnoe okislenie i rafinirovanie pri nepreryvnoy razlivke stali / Efimov V.A. // Vestnik Priazovskogo Gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. – 1999. №7. – S. 135–141.
- 2 Skrebtsov A.M., Kuz'min Yu.D., Terzi V.V., Kachikov A.S., Sekachev A.O. Soderzhanie okisidnykh nemetallcheskikh vklyucheniye v stali v zavisimosti ot agregata ee vyplavki / Skrebtsov A.M., Kuz'min Yu.D., Terzi V.V., Kachikov A.S., Sekachev A.O. // Vestnik Priazovskogo Gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. – 2012. №25. – S. 51–53.
- 3 Wei Xiao, Min Wang, Yanping Bao. The Research of Low-Oxygen Control and Oxygen Behavior during RH Process in Silicon-Deoxidization Bearing Steel // Metals, 2019, № 9, 812, DOI:10.3390/met9080812.
- 4 Zhong-Liang Wang, Yanping Bao. Development and Prospects of Molten Steel Deoxidation in Steelmaking Process // International Journal of Minerals Metallurgy and Materials, 2024, 31(1), DOI:10.1007/s12613-023-2740-4.
- 5 D.A. Semerok, V.I. Kazakov, V.S. Kuz'min, A.S. Brazhnikov. Aspekty obrazovaniya zakristallizovavshegosya rastruba na torstevom sechenii stalevypusknogo uzla kislородного конвертера / D.A. Semerok, V.I. Kazakov, V.S. Kuz'min, A.S. Brazhnikov // Sbornik LIV Respublikanskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya. – 2024. – S. 47–55.

---

---

**Раздел 2**

**Машиностроение,  
технологические  
машины и транспорт,  
строительство**

## **Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»**

FTAMP 55.16.17  
ЭОЖ 621.73.043

DOI [10.53002/029](https://doi.org/10.53002/029)

М.Ж.Абишкенов, Е.С.Бестембек, С.Кулидан

*Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан  
(E-mail: m.abishkenov@tttu.edu.kz)*

### **Циклдік жабық штамптау процесіндегі материал ағыстарының сипаттамаларын сандық модельдеу арқылы зерттеу**

Соғу-штамптау технологиялары саласындағы мақсаттардың бірі процесті жеңілдету және бастапқы немесе бастапқыға өте жақын дайындаманың өлшемі мен пішінін деформациялық цикл аяқталғаннан кейін сақтай алатын процестерді әзірлеу болып табылады. Мұндай процестерді әзірлеудегі соңғы жетістіктерді ескере отырып, осы мақалада ауыспалы циклдік жүктемені қамтамасыз ететін жабдықтың құрылымын жасауға әрекет жасалып, циклдік жабық штамптау (ЦЖШ) тәсілі ұсынылды. ЦЖШ тәсілінің бастапқы бағалауын жүргізу және 6061-T4 алюминий қорытпасының ЦЖШ кезіндегі пластикалық ағысын зерттеу үшін DEFORM-3D коммерциялық FEM бағдарламасы арқылы ақырлы элементтер әдісімен (FEM) сандық модельдеу жүргізілді. Негізгі назар металл ағынының сипаттамаларына аударылды. Модельдеу ЦЖШ тәсілінде металда диагональды және құйын тәрізді ағындардың орын алатынын, ағындардың сипаты біркелкі еместігін көрсетті.

*Кілт сөздер:* ақырлы элементтер әдісі (FEM), циклдік жабық штамптау (ЦЖШ) тәсілі, металл ағыстары, 6061-T4 алюминий қорытпасы, DEFORM-3D.

#### *Kipicne*

Қазіргі уақытта ең танымал баламалы қысыммен өңдеу әдістері – қарқынды пластикалық деформация (ҚПД) деп аталатын әдістер жиынтығы. Бұл әдістердің дәстүрлі қысыммен өңдеу әдістерімен салыстырғанда басты артықшылығы – кристаллиттердің немесе түйіршіктердің нанокристалдық деңгейге дейін қарқынды ұсақталуы және күрделі деформация режимдерінің қолданылуы нәтижесінде [1] көптеген өндірістік металл материалдардың эксплуатациялық қасиеттерін айтарлықтай жақсартуға мүмкіндігі. [2] еңбекте Сегал ҚПД процестері тән ықтимал деформация режимдерінің таза ығысу мен қарапайым ығысудан тұратынын атап өтеді: мұнда таза ығысу дәстүрлі қысыммен өңдеу процестері үшін қолайлы болып саналады, ал қарапайым ығысу материал құрылымын түрлендіру және оны қарқынды ұсақтау үшін оңтайлы болып табылады. Осы екі жағдайда да, дәстүрлі қысыммен өңдеумен салыстырғанда жоғары қасиеттер кешеніне ие металл материалдарды алу үшін материалға белгілі бір шектен жоғары эквивалентті деформация берілуі қажет деп есептеледі.

ҚПД процестерінің тиімділігін негіздеу үшін, ең алдымен, материалдағы кернеу мен деформация сияқты негізгі механикалық параметрлерді, олардың таралуын және ағу сипаттамаларын талдау және бағалау ерекше маңызды рөл атқарады [2]. Мұндай талдаулар үшін металды қысыммен өңдеу процестерінде көбінесе сырғу сызықтары әдісі [3, 4], ақырлы элементтер әдісімен (FEM) сандық модельдеу [5, 6], термомеханикалық симуляторларды қолданатын физикалық модельдеу [7, 8] және модельдік материалдармен модельдеу [9, 10] сияқты түрлі әдістер қолданылады. Олардың ішінде ең өнімдісі – FEM әдісі арқылы жүзеге асырылатын сандық модельдеу; ол қазіргі таңда DEFORM-3D сияқты жетілдірілген және қуатты компьютерлік симуляциялық бағдарламалар арқылы орындалады. Бұл бағдарлама дискреттелген бейсызық алгебралық теңдеулердің итерациялық шешіміне негізделген, ал бұл теңдеулер өз кезегінде вариациялық әдісті қатты тұтқыр-пластикалық теңдеулерге қолдану арқылы алынған жалпы теңдеулерден түрлендірілген [11]. Бұл теңдеулер пластикалық деформацияның негізгі шарттары және/немесе гипотезаларына сәйкес келеді және металды қысыммен өңдеу процестеріндегі қатты тұтқыр-пластикалық денелердің қасиеттерін сипаттайтын кернеу, деформация,

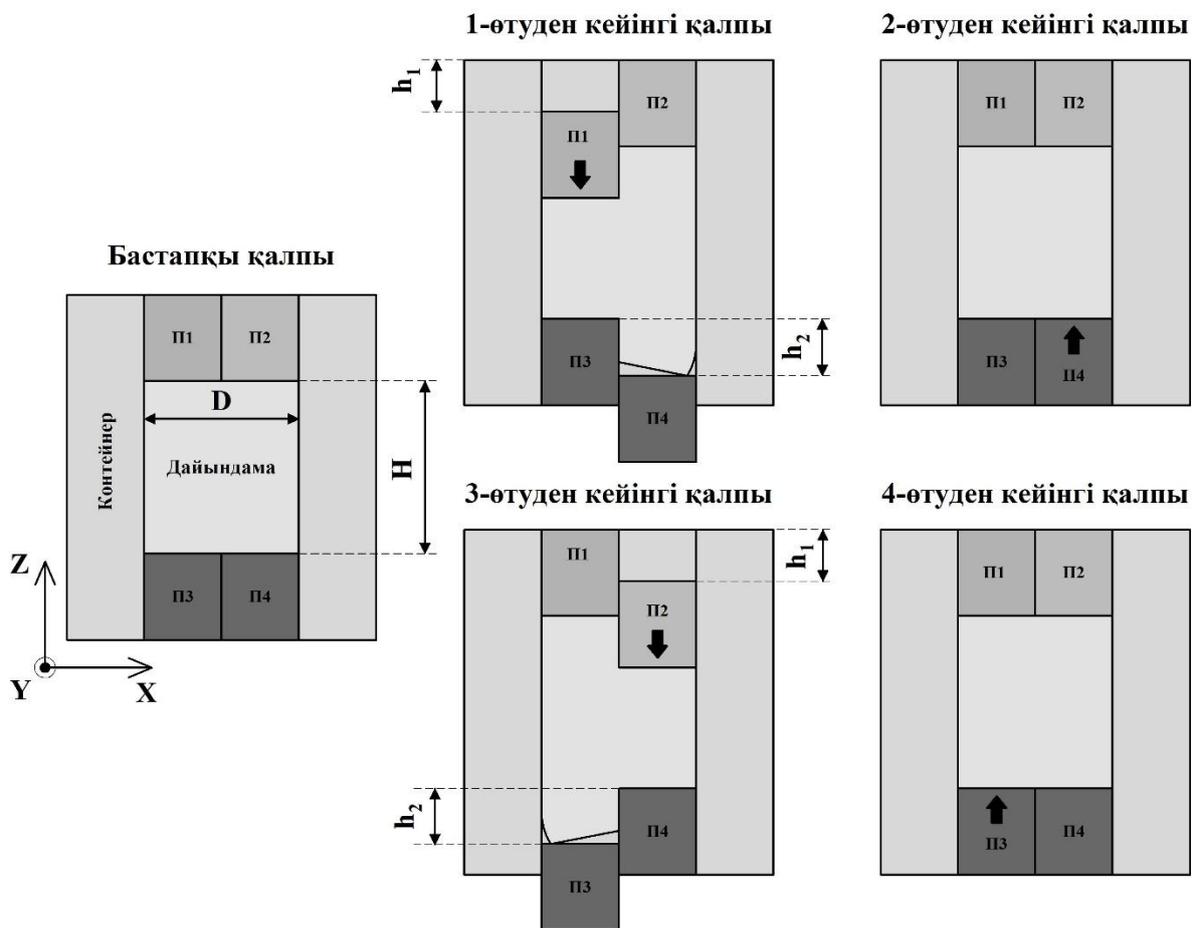
## Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»

жылдамдық, күш, температура сияқты барлық негізгі параметрлерді қамтиды.

Ұсынылып отырған зерттеудің негізгі мақсаты – деформация циклі аяқталғаннан кейін бастапқы немесе бастапқыға өте жақын өлшем мен пішіндегі металл материал алу мүмкіндігі бар, қарапайымдылығымен ерекшеленетін циклдік жабық штамптау (ЦЖШ) тәсілінің әлеуетін ғылыми тұрғыдан бағалау. Бұл мақсатқа қол жеткізу үшін 6061-Т4 алюминий қорытпасының мысалында ағу сипаттамаларын соңғы элементтік талдау арқылы зерттеу көзделеді.

### Зерттеу әдістемесі

ЦЖШ процесінің схемасы сурет 1 көрсетілген. ЦЖШ іске асыруға арналған құрылғының қарапайымдатылған құрылысы қуысына диаметрі  $D$  және биіктігі  $H$  болатын цилиндрлік дайындама орналастырылатын контейнерден, бірдей өлшемдегі төрт жартылай цилиндр пішінді пуансондардан (П1, П2, П3, П4) тұрады.



Сурет 1. ЦЖШ тәсілінің схемасы (өтулері)

ЦЖШ процесінің бір толық циклі төрт өтуден тұрады және олар пуансондармен кезектесіп орындалады. 1 және 3 өтулер П1 және П2 пуансондардың  $h_1$  жүрісімен орындалады, бұл кезде диагональ бойынша қарама-қарсы орналасқан немесе П1 және П2 пуансондарына қатысты нүктелік инверсияланған П4 және П3 пуансондары бекітілмеген күйде болады, ал қалған екі пуансон бекітілген күйде болады (сурет 1). Нәтижесінде пайда болған материал ағынымен артық материал бекітілмеген пуансондардың қуысына  $h_2$  қашықтыққа ығыстырылады, бұл 2 және 4-өтулерде тиісінше П4 және П3 пуансондармен қайтадан итеріледі, осылайша дайындаманың бастапқы немесе бастапқыға барынша жақын өлшемдері қалпына келтіріледі. 2 және 4-өтулерде белсенді пуансоннан басқа қалған үшеуі бекітілген күйде қалады. ЦЖШ процесі дайындаманы контейнер қуысында бұрамастан немесе

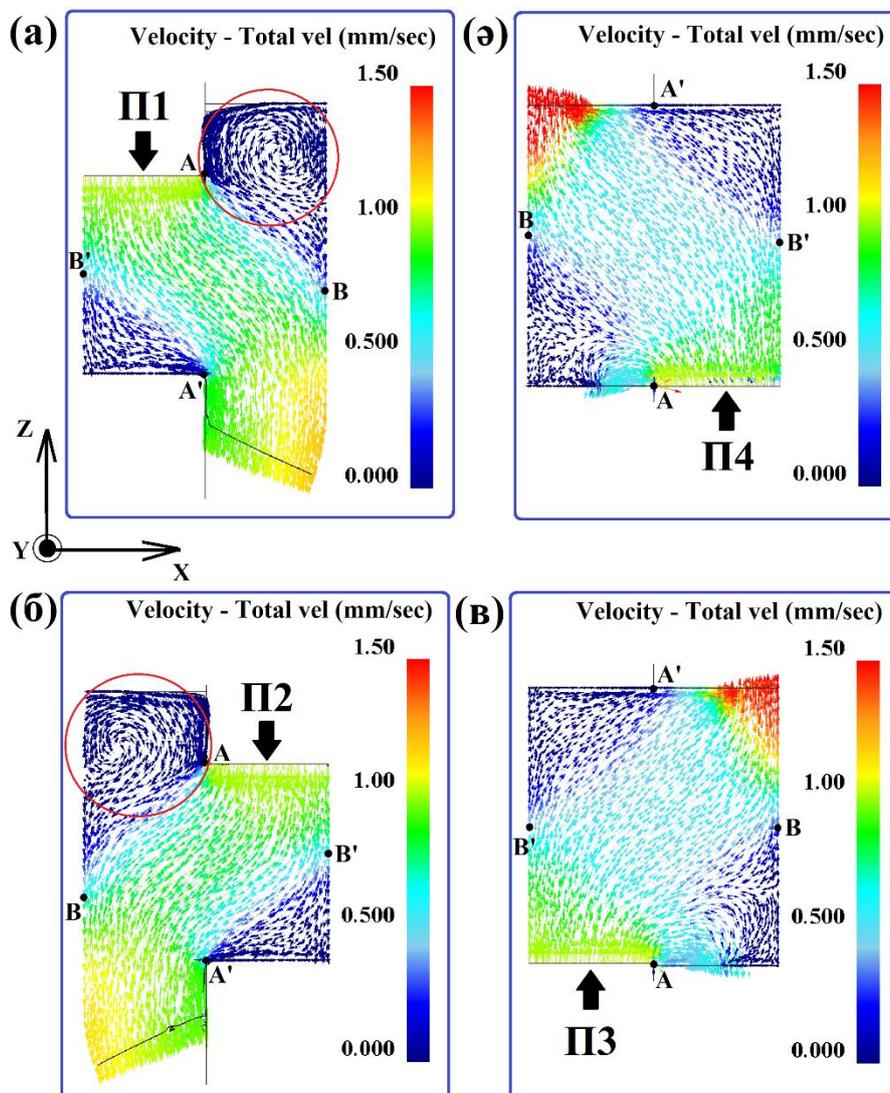
**Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»**

шығармастан орындалады.

Осы зерттеуде ЦЖШ процесін сандық модельдеу үшін коммерциялық DEFORM-3D ақырлы элементтік әдіс (FEM) коды қолданылды. DEFORM-3D бағдарламасындағы ақырлы элементтік талдаудың (FEA) негізгі параметрлері келесідей (сурет 1 бойынша):  $D = 40$  мм,  $H = 45$  мм, дайындама материалы – 6061-T4 алюминий қорытпасы, үйкеліс коэффициенті 0,12 (тұрақты), температура режимі – салқиндай. Қажетсіз ығысуды және  $h_2$  параметрінің шамадан тыс артуын болдырмау үшін, бұл зерттеуде П1 және П2 пуансондардың жүрісінің максималды шамасы ретінде  $h_1 \sim 0.25H \sim 12$  мм таңдалды. 1 және 3-өтулерді модельдеуден кейін  $h_2 \sim 17$  мм екені анықталды. Процесс пуансондардың жылдамдығы  $v = 1$  мм/с тұрақты мәнінде модельденді.

*Нәтижелер және нәтижелерді талқылау*

Сурет 2 ЦЖШ процесі кезіндегі жылдамдық өрісінің таралуын сипаттайды. Айнымалы жүктеме жағдайында материал бөлшектерінің жылдамдығы айтарлықтай өзгереді және ең үлкен жылдамдықтағы негізгі ағындар диагональ бойынша орналасқан пуансондардың арасында қалыптасатыны байқалды.



Сурет 2. ЦЖШ процесінің 1 (а), 2 (ә), 3 (б) және 4 (в) өтулерінен кейінгі металл ағыстарының сипаты. Қызыл шеңберлермен генерацияланған құйын ағындары көрсетілген.

## **Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»**

Барлық төрт өтуде үш бөлек ағыс немесе локализацияланған ағындар байқалады, олардың ішінде негізгі диагональды ағыс және оның жоғары және төменгі жағынан шартты түрде қалыптасқан екі ағыс бар. Сурет 2 негізгі ағыстың және екі басқа ағынның шартты шекаралары А мен В, А' мен В' нүктелерінің арасында орналасқанын байқатады. Мұнда А және А' – сәйкесінше негізгі белсенді пуансонның және оған диагональ бойынша орналасқан, бекітілмеген пуансонның ұштық нүктелері болып табылады, ал В және В' – металл контейнердің бетімен жанасатын бүйірлік нүктелері, олар шамамен осы беттің ортасында орналасқан. Бұл нүктелер – диагональды ағыс аймағы мен оның екі жағында орналасқан шартты түрде бөлінген үш аймақтың шекаралары болып табылады. Бұл аймақтардың шартты шекаралары А мен В', А' мен В нүктелерінің арасында орналасқан, яғни АВА'В' төртбұрышымен шартты түрде шектелген аймақ – диагональды ағыс аймағы, ал АВ' және А'В кесінділерінің жоғары және төмен жағындағы үшбұрышты аймақтар диагональсыз ағыс аймақтарын білдіреді, мұнда қысу жүктемесі жағдайында олардың жылдамдық векторлары немесе ағу бағыттары Z осіне параллель.

Сурет 2(а) және 2(б) негізгі ағыстың мұндай аймақтарға бөлінуі көбінесе бірінші және екінші белсенді пуансондардың жүктемесі әсерінен болатын пластикалық деформацияның диагональды немесе эксцентрикалық сипатына байланысты, ал үшінші және төртінші пуансондардың бекітілмеген немесе пассивті күйде болуы материал бөлшектерінің бос қуысқа қарай қозғалуына ықпал ететінін аңғартады. Ұқсас жағдай 2 және 4-өтулерде де байқалады: 2(ә) және (в) суреттерінен көріп тұрғанымыздай, төртінші және үшінші белсенді пуансондардың жүктемесі салдарынан материал бөлшектері бос қуысқа қозғалады немесе 1 және 3-өтулерде бірінші және екінші пуансондармен қалыптасқан қуысты толтыруға ұмтылады. ЦЖШ процесінде геометриялық параметрлер мен жүктеме ерекшеліктерімен қатар, арматура элементтері мен дайындама материалы арасындағы үйкеліс жағдайлары да маңызды рөл атқарады. 2(а) және (б) суреттерінен бірінші және екінші белсенді пуансондардың қозғалысы кезінде металл бөлшектері тиісінше 1 және 3-өтулерде белсенді емес және бекітілген екінші және бірінші пуансондардың астында орналасқан жағдайда, белсенді пуансондар тудырған негізгі диагональды ағыстан радиалды тартылыс алып, контейнердің, белсенді және белсенді емес пуансондардың беттерімен шектелген аймаққа ағады, нәтижесінде үйкеліс әсерінен суретте қызыл шеңбермен белгіленген, АВ кесіндісінің үстінде орналасқан құйын тәрізді ағындар пайда болады. Liu және басқалар [12] еңбекте осындай құйын ағындарын баламалы (танбаауыспалы) экструзия процесінде де байқаған. 2(ә) және (в) суреттері АВ шартты кесіндісінің астында құйын ағындарының бастамасы қалыптасып жатқанын көрсетеді және егер төртінші және үшінші белсенді пуансондардың қозғалысы 1 және 2-өтулердегідей жалғастырылса, онда бұл аймақтарда да айқын құйын ағындары пайда болады деп айтуға болады.

Бірқатар авторлар әртүрлі пластикалық деформациялау әдістерін зерттеу барысында осындай құйын тәрізді ағындарды байқағанын хабарлайды. Kulagin және тең авторлар [13] еңбекте биметалл ламинатын ығыстыра бұрау әдісімен өңдеу кезінде мұндай ағындарды бақылап, құйын тәрізді ағындардың ығысу деформациясының локалдық тежелуінен туындаған пластикалық тұрақсыздықтар салдарынан пайда болатынын атап өтті. Beugelzimer және тең авторлар [14] еңбекте винтті экструзия процесінде үлкен деформация градиентімен құйын тәрізді ағындарды байқады және мұндай ағындардың кинематикасының ерекшеліктері металл бөлшектерін созып, араластыруға мүмкіндік беретінін және бұл жаңа микроқұрылымдарды зерттеуге әрі қалыптастыруға жол ашатынын тұжырымдады. Бұл жұмыста авторлар Al, Cu және Ti қорытпаларында жақсы қасиеттері бар ультраұсақ түйіршікті микроқұрылымдарды алу үшін құйын тәрізді ағынның ерекшеліктерін сәтті пайдалану мысалдарын келтіреді. Металл реологиясы мен үйкеліс жағдайларын ескере отырып, құйын тәрізді ағындардың күрделі кинематикасы [15] жұмыста жеке қарастырылған.

Сондай-ақ, құйынды экструзия әдісін [16] атап өткен жөн; мұнда құралдың геометриясы құйын тәрізді ағындарды жасауға толықтай бағытталған және бұл олардың «қасиет–микроқұрылым» арақатынасы тұрғысынан тиімді мүмкіндіктерін пайдалануға негізделген. Сондықтан, ЦЖШ тәсілінде құйын тәрізді ағындарды, сондай-ақ негізгі ағын бағытының ауысып отыруын іске асыру алдағы уақытта қажетті микроқұрылымды тиімді қалыптастыруға және оның оңтайлы пайдалану қасиеттеріне қол жеткізуге мүмкіндік береді деп алдын ала тұжырымдауға болады.

## **Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»**

### *Қорытынды*

Жүргізілген зерттеу нәтижелері ЦЖШ (циклдік жабық штамптау) тәсілінің металл материалдардың құрылымын түрлендіруге және қасиеттерін жақсартуға бағытталған қарқынды пластикалық деформация (ҚПД) әдістерінің перспективалы түрі екенін дәлелдеді. Сандық модельдеу арқылы алынған мәліметтер деформация процесінің күрделі сипатқа ие екенін, оның ішінде материал ағысының негізгі бағыттарының диагональ бойынша ұйымдастырылатынын және белсенді пуансондар әрекетіне байланысты локализацияланған ағындар мен құйын тәрізді қозғалыстардың пайда болатынын көрсетті.

Зерттеу барысында алынған жылдамдық өрістерінің, деформация аймақтарының және құйын ағындарының талдауы ЦЖШ процесінің тиімділігіне үйкеліс, пуансон жүрісі және дайындама геометриясының айтарлықтай әсер ететінін көрсетті. Бұл нәтижелер ЦЖШ тәсілін құрылымдық ұсақталу мен біркелкі деформацияға қол жеткізу үшін тиімді құрал ретінде қолдану мүмкіндігін айқындайды.

Жалпы бұл жұмыс ЦЖШ әдісінің ғылыми негізделуіне және оны практикалық қолдануға бағытталған болашақ зерттеулерге берік платформа қалыптастырады. Сонымен қатар, алынған нәтижелер ҚПД әдістерін қолдану арқылы металл материалдардың құрылымдық қасиеттерін оңтайландыруға бағытталған жаңа технологиялық шешімдер ұсынуға мүмкіндік береді.

### Әдебиеттер тізімі

- 1 Edalati K., Bachmaier A., Beloshenko V.A., Beygelzimer Y., Blank V.D., Botta W.J., Bryła K., Čížek J., Divinski S., Enikeev N.A., Estrin Y., Faraji G., Figueiredo R.B., Fuji M., Furuta T., Grosdidier T., Gubicza J., Hohenwarter A., Horita Z., Huot J., Ikoma Y., Janeček M., Kawasaki M., Král P., Kuramoto S., Langdon T.G., Leiva D.R., Levitas V.I., Mazilkin A., Mito M., Miyamoto H., Nishizaki T., Pippan R., Popov V.V., Popova E.N., Purcek G., Renk O., Révész Á., Sauvage X., Sklenicka V., Skrotzki W., Straumal B.B., Suwas S., Toth L.S., Tsuji N., Valiev R.Z., Wilde G., Zehetbauer M.J., Zhu X. Nanomaterials by severe plastic deformation: review of historical developments and recent advances // *Materials Research Letters*. – 2022. – Vol. 10(4). – P. 163–256.
- 2 Segal V. Review: Modes and Processes of Severe Plastic Deformation (SPD) // *Materials*. – 2018. – Vol. 11. – P. 1175.
- 3 Abishkenov M., Ashkeyev Z., Nogaev K. Investigation of the shape rolling process implementing intense shear strains in special diamond passes // *Materialia*. – 2022. – Vol. 26. – P. 101573.
- 4 Ashkeyev Z., Abishkenov M., Mashekov S., Kawalek A. Stress state and power parameters during pulling workpieces through a special die with an inclined working surface // *Engineering Solid Mechanics*. – 2021. – Vol. 9(2). – P. 161–176.
- 5 Abishkenov M., Ashkeyev Z., Nogaev K., Bestembek Y., Azimbayev K., Tavshanov I. On the possibility of implementing a simple shear in the cross-section of metal materials during caliber rolling // *Engineering Solid Mechanics*. – 2023. – Vol. 11(3). – P. 253–262.
- 6 Obiko J.O., Mwema F.M., Bodunrin M.O. Finite element simulation of X20CrMoV121 steel billet forging process using the Deform 3D software // *SN Applied Sciences*. – 2019. – Vol. 1. – P. 1044.
- 7 Berczki P., Szombathelyi V., Krállics G. Determination of flow curve at large cyclic plastic strain by multiaxial forging on MaxStrain System // *International Journal of Mechanical Sciences*. – 2014. – Vol. 84. – P. 182–188.
- 8 Berczki P., Krallics G., Renkó J. The effect of strain rate under multiple forging on the mechanical and microstructural properties // *Procedia Manufacturing*. – 2019. – Vol. 37. – P. 253–260.
- 9 Moon Y.H., Van Tyne C.J. Validation via FEM and plasticine modeling of upper bound criteria of a process-induced side-surface defect in forgings // *Journal of Materials Processing Technology*. – 2000. – Vol. 99(1–3). – P. 185–196.
- 10 Zhou W., Shi Z., Lin J., Dean T.A. An upper bound solution for deformation field analysis in differential velocity sideways extrusion using a unified stream function // *International Journal of Mechanical Sciences*. – 2022. – Vol. 224. – P. 107323.

## **Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»**

11 Hsiang S.-H., Lin S.-L. Application of 3D FEM-slab method to shape rolling // International Journal of Mechanical Sciences. – 2001. – Vol. 43(5). – P. 1155–1177.

12 Liu Y., Li F., Jiang H.W. Microstructural analysis and mechanical properties of AZ31 magnesium alloy prepared by alternate extrusion (AE) // International Journal of Advanced Manufacturing Technology. – 2017. – Vol. 92. – P. 4293–4301.

13 Kulagin R., Beygelzimer Y., Ivanisenko Yu., Mazilkin A., Straumal B., Hahn H. Instabilities of interfaces between dissimilar metals induced by high pressure torsion // Materials Letters. – 2018. – Vol. 222. – P. 172–175.

14 Beygelzimer Y., Varyukhin V., Synkov S., Orlov D. Useful properties of twist extrusion // Materials Science and Engineering: A. – 2009. – Vol. 503(1–2). – P. 14–17.

15 Beygelzimer Y., Reshetov A., Synkov S., Prokof'eva O., Kulagin R. Kinematics of metal flow during twist extrusion investigated with a new experimental method // Journal of Materials Processing Technology. – 2009. – Vol. 209(7). – P. 3650–3656.

16 Shahbaz M., Pardis N., Ebrahimi R., Talebanpour B. A novel single pass severe plastic deformation technique: Vortex extrusion // Materials Science and Engineering: A. – 2011. – Vol. 530. – P. 469–472.

М.Ж.Абишкенов, Е.С.Бестембек, С.Кулидан

### **Исследование характеристик потоков материала в процессе циклической закрытой штамповки методом численного моделирования**

Одной из целей в области технологийковки и штамповки является упрощение процесса и разработка таких технологий, которые после завершения цикла деформации позволяют сохранять размеры и форму заготовки, соответствующие исходным или максимально приближенные к ним. С учётом последних достижений в разработке таких процессов, в данной статье предпринята попытка создания конструкции оборудования, обеспечивающего переменное циклическое нагружение, и предложен метод циклической закрытой штамповки (ЦЗШ). Для предварительной оценки метода ЦЗШ и исследования пластического течения алюминиевого сплава 6061-T4 при ЦЗШ проведено численное моделирование методом конечных элементов (МКЭ) с использованием коммерческой FEM-программы DEFORM-3D. Основное внимание уделено характеристикам течения металла. Моделирование показало, что при ЦЗШ в металле возникают диагональные и вихреобразные потоки, а характер течения является неравномерным.

*Ключевые слова:* метод конечных элементов (FEM), метод циклической закрытой штамповки (ЦЗШ), потоки металла, алюминиевый сплав 6061-T4, DEFORM-3D.

M.Abishkenov, Ye.Bestembek, S.Kulidan

### **Numerical simulation of material flow in the cyclic closed-die forging process**

One of the objectives in forging and stamping technologies is to simplify the process and develop technologies that allow the workpiece to retain its initial or nearly initial dimensions and shape after the deformation cycle is completed. Considering the recent advancements in the development of such processes, this article presents an attempt to design equipment capable of providing variable cyclic loading and proposes a cyclic closed-die forging (CCDF) method. To conduct a preliminary evaluation of the CCDF method and to investigate the plastic flow of 6061-T4 aluminum alloy during CCDF, numerical modeling was carried out using the finite element method (FEM) in the commercial FEM software DEFORM-3D. The main focus was on the characteristics of the metal flow. The simulation revealed the presence of diagonal and vortex-like flows in the metal during CCDF, with the flow pattern being non-uniform.

## Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»

*Keywords:* finite element method (FEM), cyclic closed-die forging (CCDF) method, metal flow, 6061-T4 aluminum alloy, DEFORM-3D.

### References

- 1 Edalati K., Bachmaier A., Beloshenko V.A., Beygelzimer Y., Blank V.D., Botta W.J., Bryła K., Čížek J., Divinski S., Enikeev N.A., Estrin Y., Faraji G., Figueiredo R.B., Fuji M., Furuta T., Grosdidier T., Gubicza J., Hohenwarter A., Horita Z., Huot J., Ikoma Y., Janeček M., Kawasaki M., Král P., Kuramoto S., Langdon T.G., Leiva D.R., Levitas V.I., Mazilkin A., Mito M., Miyamoto H., Nishizaki T., Pippan R., Popov V.V., Popova E.N., Purcek G., Renk O., Révész Á., Sauvage X., Sklenicka V., Skrotzki W., Straumal B.B., Suwas S., Toth L.S., Tsuji N., Valiev R.Z., Wilde G., Zehetbauer M.J., Zhu X. Nanomaterials by severe plastic deformation: review of historical developments and recent advances // *Materials Research Letters*. – 2022. – Vol. 10(4). – P. 163–256.
- 2 Segal V. Review: Modes and Processes of Severe Plastic Deformation (SPD) // *Materials*. – 2018. – Vol. 11. – P. 1175.
- 3 Abishkenov M., Ashkeyev Z., Nogaev K. Investigation of the shape rolling process implementing intense shear strains in special diamond passes // *Materialia*. – 2022. – Vol. 26. – P. 101573.
- 4 Ashkeyev Z., Abishkenov M., Mashekov S., Kawalek A. Stress state and power parameters during pulling workpieces through a special die with an inclined working surface // *Engineering Solid Mechanics*. – 2021. – Vol. 9(2). – P. 161–176.
- 5 Abishkenov M., Ashkeyev Z., Nogaev K., Bestembek Y., Azimbayev K., Tavshanov I. On the possibility of implementing a simple shear in the cross-section of metal materials during caliber rolling // *Engineering Solid Mechanics*. – 2023. – Vol. 11(3). – P. 253–262.
- 6 Obiko J.O., Mwema F.M., Bodunrin M.O. Finite element simulation of X20CrMoV121 steel billet forging process using the Deform 3D software // *SN Applied Sciences*. – 2019. – Vol. 1. – P. 1044.
- 7 Berezki P., Szombathelyi V., Krállics G. Determination of flow curve at large cyclic plastic strain by multiaxial forging on MaxStrain System // *International Journal of Mechanical Sciences*. – 2014. – Vol. 84. – P. 182–188.
- 8 Berezki P., Krállics G., Renkó J. The effect of strain rate under multiple forging on the mechanical and microstructural properties // *Procedia Manufacturing*. – 2019. – Vol. 37. – P. 253–260.
- 9 Moon Y.H., Van Tyne C.J. Validation via FEM and plasticine modeling of upper bound criteria of a process-induced side-surface defect in forgings // *Journal of Materials Processing Technology*. – 2000. – Vol. 99(1–3). – P. 185–196.
- 10 Zhou W., Shi Z., Lin J., Dean T.A. An upper bound solution for deformation field analysis in differential velocity sideways extrusion using a unified stream function // *International Journal of Mechanical Sciences*. – 2022. – Vol. 224. – P. 107323.
- 11 Hsiang S.-H., Lin S.-L. Application of 3D FEM-slab method to shape rolling // *International Journal of Mechanical Sciences*. – 2001. – Vol. 43(5). – P. 1155–1177.
- 12 Liu Y., Li F., Jiang H.W. Microstructural analysis and mechanical properties of AZ31 magnesium alloy prepared by alternate extrusion (AE) // *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. – 2017. – Vol. 92. – P. 4293–4301.
- 13 Kulagin R., Beygelzimer Y., Ivanisenko Yu., Mazilkin A., Straumal B., Hahn H. Instabilities of interfaces between dissimilar metals induced by high pressure torsion // *Materials Letters*. – 2018. – Vol. 222. – P. 172–175.
- 14 Beygelzimer Y., Varyukhin V., Synkov S., Orlov D. Useful properties of twist extrusion // *Materials Science and Engineering: A*. – 2009. – Vol. 503(1–2). – P. 14–17.
- 15 Beygelzimer Y., Reshetov A., Synkov S., Prokof'eva O., Kulagin R. Kinematics of metal flow during twist extrusion investigated with a new experimental method // *Journal of Materials Processing Technology*. – 2009. – Vol. 209(7). – P. 3650–3656.
- 16 Shahbaz M., Pardis N., Ebrahimi R., Talebanpour B. A novel single pass severe plastic deformation technique: Vortex extrusion // *Materials Science and Engineering: A*. – 2011. – Vol. 530. – P. 469–472.

## **Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»**

FTAMP 45.01.25  
ЭОЖ: 69.69.058.2

DOI [10.53002/030](https://doi.org/10.53002/030)

Б.А.Базаров, А.Н.Конакбаева, Е.С.Айтбаев, А.Ж.Жунусова

(E-mail.ru: [ba.bazarov@mail.ru](mailto:ba.bazarov@mail.ru), [a.konakbayeva@tttu.edu.kz](mailto:a.konakbayeva@tttu.edu.kz), [e.aitbaev@tttu.edu.kz](mailto:e.aitbaev@tttu.edu.kz),  
[a.zhunusova@tttu.edu.kz](mailto:a.zhunusova@tttu.edu.kz))

### **Құрылыс конструкцияларының техникалық жай-күйін және ЖЭО-2 әкімшілік-тұрмыстық корпусы ғимаратының пайдалану жарамдылығын бағалау**

Бұл мақалада ЖЭО-2 әкімшілік-тұрмыстық корпусы ғимаратының құрылыс конструкциялары мен пайдалану жарамдылығын зерттеудің қысқаша сипаттамасы қарастырылады. Техникалық тексеру нәтижелері бойынша жалпы қорытындылар келтіріледі. Мақала объектілерді пайдалану, салу, жобалау және қайта құру кезінде маңызды көрсеткіштер болып табылатын ғимараттар мен үймереттердің беріктігі, сенімділігі мен тұрақтылығы мәселелеріне арналған. Құрылыс конструкцияларын жүйелі түрде тексерудің негізгі аспектілері сипатталған, соның ішінде өлшеу жұмыстарын жүргізу, жүк көтергіштігін тексеру, сондай-ақ ғимараттардағы ақаулар мен жағымсыз процестерді анықтауға бағытталған инженерлік зерттеулер. Уақтылы техникалық тексерудің маңыздылығы экономикалық шығындардың, адамдардың денсаулығына қауіп төндірудің және басқа да жағымсыз салдардың алдын алу үшін атап өтіледі.

*Түйінді сөздер:* тексеру, қайта жаңғырту, ақауларды анықтау, ғимаратты жөндеу, жүктемелер, құрылыс-монтаж жұмыстары, өндірістік кешен, конструктивтік шешімдер, темірбетон конструкциялар, металл жабын, ғимарат, коммуникациялар жүйесі.

#### *Kipicne*

Ғимараттар мен үймереттердің беріктігі, сенімділігі мен тұрақтылығы пайдалану, құрылыс, жобалау және қайта құру жұмыстарының тиімділігін бағалау үшін басым көрсеткіштер болып табылады. Осы ережелерді сақтамау және бұзушылықтар туралы ақпараттың жеткіліксіздігі үлкен экономикалық шығынға, адам шығынына және басқа да жағымсыз салдарға әкелуі мүмкін.

Осыған байланысты құрылыс құрылымдарына, ғимараттар мен үймереттерді жүйелі түрде тексеру, өлшеу жұмыстарын орындау, ғимараттың толық жүк көтергіштігін қамтамасыз етудің сақталуын тексеру, шурфтарды үңгілеу, ғимараттар мен үймереттерді объективті тексеруге, теріс процестердің көрінуіне көмектесетін басқа да инженерлік жұмыстарды жүргізу, мұның бәрі ғимараттарды салу мен пайдаланудың маңызды кезеңдері. Ғимараттар мен үймереттерді уақтылы тексеру құрылыс құрылымдарындағы ақаулардың болжамды дамуы туралы болжам жасауға және оларды жою немесе тұрақтандыру бойынша іс-шаралар жасауға мүмкіндік береді.

#### *Әдістер мен материалдар*

Ғимараттар мен үймереттерді техникалық тексеру оларды болжамды қайта құруға, олардың пайдалану сапасына күмән келтіретін құрылыс құрылымдарының ақауларын анықтауға байланысты, ғимараттардың немесе үймереттердің аварияларынан кейін, құрылыс - жөндеу жұмыстарында ұзақ үзілістен кейін құрылысты қайта бастау кезінде жүргізіледі. Техникалық 1-О тексеруді жүргізуге негіз техникалық тексеруге арналған тапсырма болып табылады, онда: тексеру жүргізуге арналған мотивтер, қайта құру мақсаты, қайта құрудан кейін болжамды жоспарланған пайдалы жүктемелер, қолданыстағы пайдалы жүктемелер, жоспарлы шешімдер және қайта құрудан кейінгі пайдалану шарттары көрсетіледі. Тапсырмада ғимаратты немесе үймеретті қайта құру және жөндеу жұмыстарына тарту көзделетін құрылыс ұйымдарының мүмкіндіктері, оларда бар құрылыс материалдары, механизмдері және т. б. туралы деректер келтірген жөн. Кез-келген ғимараттың құрылысында оның қауіпсіздігі

## **Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»**

жұмыс кезінде адамдардың өмірі мен денсаулығы үшін өте маңызды. Егер жаппай пайдалануға арналған ғимарат – сауда кешені, әуежай, аурухана, оқу орны немесе көпқабатты үй салынса, онда қауіпсіздік екі есе маңызды. Сонымен қатар, уақыт өте келе Құрылыс конструкциялары тозады және ғимараттар мен үймереттерді уақытында техникалық тексеруден өткізу өте маңызды.

Ғимараттардың техникалық жай-күйін тексеру және бағалау қауіпсіздікті қамтамасыз етуге және пайдаланылатын объектілердің кемшіліктерін уақтылы анықтауға мүмкіндік беретін іс-шаралардың тұтас кешені болып табылады. Техникалық тексеруге сәйкес ғимаратты қандай мерзімде қайта құру немесе жөндеу қажет екендігі анықталады, апаттардың себептері анықталады және оның одан әрі жағдайы болжанады.

Зерттеу барысында жиналған мәліметтер құрылымдардың техникалық жағдайын, объектінің параметрлерін, оның пайдалануға жарамдылығы мен жұмыс қабілеттілігін объективті бағалауға мүмкіндік береді. Ғимараттарды кәсіби түрде тексеру құрылымда ақаулардың болуы және құрылысты пайдалануды жалғастыру мүмкіндігі немесе қалпына келтіру, күшейту немесе толық қайта құру жобасын әзірлеу қажеттілігі туралы ақпарат береді.

Зерттеу басталғанға дейін зерттелетін ғимараттар мен үймереттерді салу және пайдалану уақытын қамтитын тарихи кезеңдегі жобалау және құрылыс тәжірибесін, қолданылған құрылымдық шешімдерді, құрылыс материалдарын зерделеу қажет. Әдетте тексеру жұмыстары екі кезеңде жүзеге асырылады, яғни.:

- 1) алдын ала немесе жалпы тексеру;
- 2) егжей-тегжейлі тексеру.

1. Техникалық тексеру жүргізу үшін негіздеме:

ҚР «Азаматтық қорғау туралы» 2014 жылғы 11 сәуірдегі №188-V Заңы; ҚР Үкіметінің 2010 жылғы 17 қарашадағы № 1202 «Ғимараттар мен үймереттердің, құрылыс материалдары мен бұйымдарының қауіпсіздігіне қойылатын талаптар» қаулысымен бекітілген Техникалық регламент; ҚР БК 1.04-101-2012. «Ғимараттар мен үймереттердің техникалық жай-күйін тексеру және бағалау» және ҚР РДС 2.01-01-2012 «Ғимараттардың, үймереттердің, олардың бөліктері мен құрылымдық элементтерінің апат себептерін тергеу туралы ереже».

Техникалық тексеруді жүргізу үшін мыналар негіз болып табылады: 21.08.2017 ж. № 4100026930 жұмыстарды орындауға тапсырыс және «АрселорМиттал Теміртау» АҚ «Үлбатецхенр» ЖШС орындаушысына директор А. Г. Мендіғалиев мырзаның атынан берілген техникалық тапсырма.

Берілген техникалық тапсырмаға сәйкес өнеркәсіптік қауіпсіздік сараптамасын жүргізе отырып, техникалық тексеруді орындау «АрселорМиттал Теміртау» АҚ–ның 2-ЖЭО әкімшілік-тұрмыстық корпусының, бұдан әрі (АБК) ғимараты бойынша орындалуы тиіс.

2. Зерттеудің мазмұны

ҚР қауіпті өндірістік объектілеріне техникалық тексеру жүргізуді регламенттейтін нормативтік-техникалық құжаттамаға, сондай-ақ техникалық тапсырмаға сәйкес. Тексеру кезінде пайдаланылған нормативтік-техникалық құжаттаманың тізбесі Пайдаланылған әдебиеттер тізімінде келтірілген.

3. Ғимараттың қысқаша сипаттамасы.

АБК, ЖЭО-2 ғимаратының жобасын 1978 жылы КСРО МЭ «Ростов филиалының жылу электр жобасы» әзірледі.

Тапсырыс беруші-Қарағанды металлургия комбинаты (қазіргі «Qarmet» АҚ), бас мердігерлік ұйым – «Қазметаллургстрой» тресі, ЖШС Монтажстрой.

АБК, ЖЭО-2 ғимараты қаңқалы, алты қабатты, жылытылатын, мәжбүрлі желдету жүйесі бар. ҚНжЕ 2.03.11-85 сәйкес, АБК, ЖЭО-2 әуе пайдалану ортасы агрессивті емес ортаға жатады.

Зерттелетін ғимараттың жалпы көрінісі 1 - суретте көрсетілген. Тексеру үшін келесі таңбалау схемалары орындалды:

Осьтердегі ғимараттың өлшемдері 30x30м.

Ғимараттың биіктігі-22,99 М.

Зерттелетін объектінің бағандарының орналасу жоспары

Ригельдердің орналасу жоспары

Жабын тақталарының орналасу жоспары ғимарат жақтауы бағандардан, тіректерден және қаттылық диафрагмаларынан тұрады.

Қаптаманың тірек элементтері-6 м қадаммен және аралықпен орнатылған темірбетон тіректері.

## **Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»**

Ғимараттың көлденең және бойлық қаттылығы ригель бағандары мен диафрагмалардың қатты қосылуымен қамтамасыз етіледі.

АБК (6м x 1,5 м.) жабыны мен жабынының қуыс т/б плиталары ригельдер бойымен төселген. Плиталар штангалық кернеу арматурасымен, жақтаулармен және тормен нығайтылған. Жабын мен еден плиталары арасындағы тігістер 100 маркалы цемент-құм ерітіндісімен монолитті.

Ғимараттың төбесі жұмсақ үш қабатты

Шатырдан су бұру – ішкі ұйымдастырылған.

Қабырға панельдері негізінен кеңейтілген сазды бетон (6000 x 1500 мм) және (6000x1200 мм)

Едендер - бетон. Еден жабыны: Ағаш паркет, ағаш палуба; линолеум; ванна бөлмелері мен душ бөлмелерінде: керамикалық плиткалар.



1 - сурет. Қасбеттің жалпы түрі

3. Ғимараттың құрылыс конструкцияларын зерттеу әдістемесі.

Құрылымдарды зерттеу келесі жұмыс түрлерін қамтыды:

- а) дайындық;
- б) конструкцияларды заттай зерттеу;
- в) заттай зерттеу нәтижелерін талдау;
- г) құрылымдардың тозу дәрежесін бағалау.

### *Нәтижелер мен талқылау*

Тексеру нәтижелері тексеру есептеулерін жүргізу және одан әрі пайдалану мүмкіндігі туралы қорытынды жасау үшін бастапқы материалдар болып табылады.

Скринингтік дайындық жұмыстары келесідей болды:

- зерттеу объектілерімен жалпы танысу;
- пайдалану жүктемелерін жинау және талдау және олардың құрылыс конструкцияларына әсері.

Құрылыс конструкцияларын алдын-ала тексеру барысында конструкцияларға қол жетімділік, қосымша құрылғылардың қажеттілігі анықталды

тораптардың конструкцияларын тексеруге арналған құрылғылар.

Келесі параметрлер қай жерде анықталды:

Ғимараттың, үймереттің жалпы жағдайы мен сыртқы түрі;

- құрылымдық элементтердің нақты өлшемдері мен ұзындығы;
- элементтердің нақты қималары;
- құрылымдық элементтердің ақаулары мен зақымдануы.

4. Зерттеу міндеттері.

## **Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»**

Пайдаланылатын құрылысты, ғимаратты зерттеудің негізгі міндеттері оның құрылыс конструкцияларының нақты жай-күйін анықтау және белгіленген талаптарға сәйкестігін тексеру болып табылады.

Тексеру кезінде сонымен қатар жұмыстар жүргізілді:

- ғимараттың, үймереттің құрылыс құрылымдарын өлшеу;
- ғимараттың, үймереттің құрылыс құрылымдарының белгілерін геодезиялық тәсілмен анықтау;
- бұзбайтын әдістердің көмегімен материалдардың сапасын бақылау.

5. Зерттеу деректері бойынша үймеретті, ғимаратты бағалау.

Ғимараттың жай-күйі мен жұмысын бағалау орындалған жұмыстардың барлық түрлері бойынша тексеру кезінде алынған деректерді жан-жақты талдау жолымен жүргізіледі.

Зерттеу кезінде анықталған ақаулар мен құрылымдардың зақымдануы олардың ғимараттың жүк көтергіштігіне, беріктігіне және пайдалану қасиеттеріне әсері тұрғысынан бағаланды.

Жүргізілген зерттеулер материалдары бойынша, сондай-ақ ғимараттың нақты жай-күйін бағалау нәтижелері бойынша құрылыс конструкцияларын қалыпты және қауіпсіз пайдалануды қамтамасыз ету жөніндегі шаралар әзірленеді.

Анықталған ақаулар мен зақымданулардың сипатына, маңыздылығына және таралуына байланысты жөндеу жұмыстарының әртүрлі түрлерін жүргізу, жекелеген элементтерді күшейту және т. б. көзделеді.

Зерттеу нәтижелері техникалық түрінде ресімделеді

### *Қорытынды.*

Қорытындыда сызбалар, сызбалар, фотосуреттер және басқа да иллюстрациялық материалдар қамтылады. Материалдар және т. б. қосымшаларда келтірілген.

Жүргізілген егжей-тегжейлі зерттеулер негізінде құрылымдардың жай-күйінің сипаттамасы нақтыланады.

Құрылымдарды техникалық тексеру нәтижелері бойынша құрылыс құрылымдарының техникалық жай-күйін бағалау көтеру қабілеті мен пайдалану жарамдылығы санаттары бойынша жүргізілді. Санаттар бойынша ғимараттар мен үймереттердің құрылымдарын бағалау критерийлері ҚР БК сәйкес қабылданды 1.04-101-2012 «Ғимараттар мен үймереттерді тексеру» жүргізілген көрнекі және аспаптық тексерулер нәтижесінде анықталған зақымданулар негізінде.

Бар ақаулар мен зақымдануларға байланысты құрылыс құрылымдарының техникалық жағдайы олардың жүк көтергіштігі мен пайдалану жарамдылығын сипаттайтын санаттар бойынша анықталады.

### Әдебиеттер тізімі

1. ҚР ҚЕ 1.04-101-2012. Ғимараттар мен үймереттердің техникалық жағдайын тексеру және бағалау. – Астана: 2012.
2. ҚНЖЕ 5.03-35-2005. Бетонды және темірбетонды конструкциялар. Негізгі ережелер.
3. ҚР ҚНЖЕ 5.01-01-2002. Ғимараттар мен үймереттердің іргетасы.
4. ҚР ҚНЖЕ 3.02-02-2009. Қоғамдық ғимараттар мен құрылыстар.
5. ҚР ҚНЖЕ 5.04-23-2002. Болат конструкциялар. Жобалау нормалары.
6. ҚР ҚЕ 1.04-102-2012. Ғимараттар мен үймереттердің физикалық тозуын бағалау ережелері / Қазақстан Республикасы Индустрия және сауда министрлігі, Құрылыс істері комитеті. – Астана: 2012.
7. Нуғужинов Ж.С., Фендт Б.Э., Нәмен В.Н. Ғимараттар мен үймереттерді тексеру және қайта құру. – Алматы: Ғылым, 1998. – 315 б.
8. Қазақстан Республикасының 2002 жылғы 3 сәуірдегі №314 "Қауіпті өндірістік объектілердегі өндірістік қауіпсіздік туралы" Заңы.
9. МЕМСТ 22690–88. Бетондар. Механикалық әдістермен бұзбайтын бақылау арқылы беріктікті анықтау.
10. МЕМСТ 22904–93. Темірбетон конструкциялары. Бетонның қорғау қабатының қалыңдығы мен арматураның орналасуын магниттік әдіспен анықтау.
11. ҚР ҚНЖЕ 2.02-05-2009\*. Ғимараттар мен үймереттердің өрт қауіпсіздігі.

## **Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»**

12. ҚР ҚНЖЕ 2.01-19-2004. Құрылыс конструкцияларын коррозиядан қорғау.
13. ҚР ҚНЖЕ 3.02-06-2009. Шатырлар мен төбелер.
14. ҚР ҚНЖЕ 2.04-01-2010. Құрылыс климатологиясы.

Б.А.Базаров, А.Н.Конакбаева, Е.С.Айтбаев, А.Ж.Жунусова

### **Оценка технического состояния строительных конструкций и эксплуатационной пригодности здания административно–бытового корпуса ТЭЦ-2**

В данной статье рассматривается краткое описание обследования строительных конструкций и эксплуатационной пригодности здания административно–бытового корпуса ТЭЦ-2. Приводятся общие выводы по результатам технического обследования. Статья посвящена вопросам долговечности, надежности и устойчивости зданий и сооружений, которые являются важнейшими показателями при эксплуатации, строительстве, проектировании и реконструкции объектов. Описаны ключевые аспекты регулярного обследования строительных конструкций, включая проведение обмерных работ, проверку несущей способности, а также инженерных исследований, направленных на выявление дефектов и негативных процессов в зданиях. Важность своевременного технического обследования подчеркивается для предотвращения экономических потерь, угроз для здоровья людей и других отрицательных последствий.

*Ключевые слова:* Обследование, реконструкция, дефектация, ремонт здания, нагрузки, стоительно-монтажные работы производственный комплекс, конструктивные решения, железобетонные конструкции, металлическая кровля, здание, система коммуникаций.

### **Assessment of the Technical Condition of Building Structures and Operational Suitability of the Administrative and Utility Building of CHP-2**

This article provides a brief description of the survey of building structures and the operational suitability of the administrative and utility building of CHP-2. General conclusions based on the results of the technical inspection are presented. The article addresses issues of durability, reliability, and stability of buildings and structures, which are crucial indicators in the operation, construction, design, and reconstruction of facilities. It outlines the key aspects of regular inspections of building structures, including measurement work, assessment of load-bearing capacity, and engineering studies aimed at identifying defects and harmful processes in buildings. The importance of timely technical inspections is emphasized to prevent economic losses, health risks, and other negative consequences.

*Keywords:* Inspection, reconstruction, defect identification, building repair, loads, construction and installation works, industrial complex, structural solutions, reinforced concrete structures, metal roofing, building, communication systems.

#### References

1. RK KE 1.04-101-2012. Examination and Assessment of the Technical Condition of Buildings and Structures. – Astana, 2012.
2. SN RK 5.03-35-2005. Concrete and Reinforced Concrete Structures. General Provisions.
3. SN RK 5.01-01-2002. Foundations of Buildings and Structures.
4. SN RK 3.02-02-2009. Public Buildings and Structures.
5. SN RK 5.04-23-2002. Steel Structures. Design Standards.

**Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»**

6. RK KE 1.04-102-2012. Rules for Assessing Physical Deterioration of Buildings and Structures / Ministry of Industry and Trade of the Republic of Kazakhstan, Committee for Construction Affairs. – Astana, 2012.
7. Nuguzhinov Zh.S., Fendt B.E., Nämen V.N. Inspection and Reconstruction of Buildings and Structures. – Almaty: Gylym, 1998. – 315 p.
8. Law of the Republic of Kazakhstan No. 314 of April 3, 2002 “On Industrial Safety at Hazardous Production Facilities”.
9. GOST 22690–88. Concretes. Determination of Strength by Non-Destructive Mechanical Methods.
10. GOST 22904–93. Reinforced Concrete Structures. Determination of Concrete Cover Thickness and Reinforcement Layout Using Magnetic Method.
11. SN RK 2.02-05-2009\*. Fire Safety of Buildings and Structures.
12. SN RK 2.01-19-2004. Protection of Building Structures Against Corrosion.
13. SN RK 3.02-06-2009. Roofs and Ceilings.
14. SN RK 2.04-01-2010. Construction Climatology.

## **Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»**

FTAMP 30.19.53  
ЭОЖ: 69.699.833

DOI [10.53002/031](https://doi.org/10.53002/031)

А.Ж.Жунусова, Б.О.Калданова, Ж.Қ.Сакенова

*Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан  
(E-mail: a.zhunusova@ttu.edu.kz, b.kaldanova@ttu.edu.kz, zh.sakenova@ttu.edu.kz)*

### **Сәулет және климаттық қару: ғимараттар табиғи апаттардан қорғаныс ретінде**

Мақала өрт, жер сілкінісі, су тасқыны және дауыл сияқты табиғи апаттардан қорғауға бағытталған сәулет және құрылыс технологияларын дамытуға бағытталған. Жаһандық климаттық өзгерістер жағдайында ғимараттарды жобалауда элементтердің қауіптерін ескеру қажеттілігі үлкен рөл атқарады. Өрттен өзін-өзі қорғау жүйелерін, жер сілкінісіне төзімді құрылымдарды, су тасқыны мен дауылдан қорғау технологияларын және белсенді қорғаныс функциялары бар «ақылды» ғимараттарды әзірлеуді қоса алғанда, Инновациялық архитектуралық шешімдер қарастырылуда. Өзгермелі жағдайларға бейімделуге және тұрғындардың қауіпсіздігін қамтамасыз етуге қабілетті жаңа материалдар мен технологияларды пайдалануға ерекше назар аударылады. Архитектураның болашағы табиғи қауіптерден тиімді қорғау үшін қауіпсіздікті, тұрақтылықты және ақылды технологияны біріктіретін гибриді құрылымдарды жасау болып табылады.

*Түйін сөздер:* Сәулет, табиғи апаттар, климаттың өзгеруі, жер сілкінісіне төзімділік, өрттен қорғау, инновациялық материалдар, ақылды ғимараттар, өзін-өзі қорғау жүйелері, су тасқынынан қорғау, дауылдар, торнадо, құрылыс технологиялары, автоматты жүйелер, гибриді құрылымдар, элементтерге төзімділік.

### *Kipicne*

Соңғы онжылдықтарда климаттық апаттар біздің шындықтың ажырамас бөлігіне айналды. Дауылдар, су тасқыны, жер сілкінісі және дала өрттері – бұл табиғи апаттардың барлығы адамдардың өміріне қауіп төндіріп қана қоймай, айтарлықтай экономикалық және әлеуметтік шығындар тудырады. Осы қиындықтарға жауап ретінде сәулет және құрылыс жаңа инновациялық тәсілдерді қолдана бастайды, «ақылды» ғимараттар құра бастайды, олар өмір сүруге ыңғайлы кеңістік ретінде ғана емес, сонымен қатар табиғи апаттардан қорғаушы ретінде де қызмет ете алады.

### *Әдістер мен материалдар*

Табиғи апаттар мәселесі: не қауіп төндіреді?

Әрбір табиғи апаттың өзіндік ерекшелігі мен қоршаған ортаға әсері бар:

Өрттер: орман және қалалық өрттер табиғатқа ғана емес, адам қоныстарына да үлкен зиян келтіреді. Құрылыс тығыздығы жоғары және су көздеріне қол жетімділігі шектеулі қалалардағы өрттер ерекше қауіп төндіреді.

Жер сілкінісі: сейсмикалық белсенді аймақтарда күтілетін жер сілкінісі ғимараттардың бұзылуына, сумен жабдықтаудың бұзылуына және инфрақұрылымның бұзылуына әкелуі мүмкін.

Су тасқыны: жаһандық жылынуға байланысты өзендер мен мұхиттардағы су деңгейі жоғарылайды, бұл жағалаудағы және ойпатты жерлерде су тасқыны ықтималдығын арттырады. Бұрын су тасқынына ұшырамаған жер учаскелері осал болады.

Дауылдар мен торнадо: бұл апаттар ғимараттарды қиратып, инфрақұрылымды зақымдауы мүмкін қатты жел мен жаңбырмен бірге жүреді.

Сәулетшілер мен инженерлер бұл қауіптерден қорғану үшін жергілікті климаттық жағдайларды ескере отырып ғимараттарды жобалау ғана емес, сонымен қатар элементтерге тиімді төтеп бере алатын инновациялық жүйелерді дамыту қажет екенін түсінеді.

## **Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»**

### *Нәтижелер мен талқылау*

Табиғи апаттардан қорғауға арналған сәулет шешімдері. Қазіргі заманғы сәулет экстремалды жағдайларға бейімделуге және тіпті зиянды болдырмауға қабілетті ғимараттар құру үшін ғылыми әзірлемелер мен инновацияларды белсенді қолданады. Олардың кейбіреулері мыналарды қамтиды:

#### 1. Өрттен өзін-өзі қорғау

Орман және қалалық өрттерден қорғау үшін отқа төзімді қасиеттері бар инновациялық материалдар әзірленуде. Осындай шешімдердің бірі-өрттің қасбетке немесе терезелер арқылы таралуына жол бермейтін ғимараттар үшін отқа төзімді жабындарды пайдалану. Сондай - ақ, отқа төзімді құрылымдары бар ғимараттарды-арнайы отқа төзімді бетоннан немесе шыны талшықтан жасалған қабырғалар мен шатырларды жобалау маңызды.

Сонымен қатар, кейбір аймақтарда сыртқы су көздеріне тәуелді емес және температураның көтерілуіне жедел жауап бере алатын автоматты өрт сөндіру жүйелері енгізілуде. Мысалы, ғимараттың айналасында өрттің дамуын тежейтін жасанды тұман тудыратын тұман жүйелері немесе жылу мен өрттің өтуіне жол бермейтін ыстыққа төзімді терезе жүйелері.

#### 2. Антисейсмикалық сәулет

Жер сілкіністерін белгілі бір ықтималдықпен болжауға болады, бірақ олардың алдын алу мүмкін емес. Бұл тұрғыда ғимараттар сейсмикалық жүктемелерге төтеп беру үшін жобалануы керек. Заманауи шешімдердің бірі-жердің тербелісін жастықтайтын жылжымалы іргетастары бар жер сілкінісіне төзімді құрылымдарды пайдалану.

Мысалы, амортизациялық материалдарды қолданатын оқшауланған іргетастар (мысалы, резеңке металл жастықтар) ғимаратқа сілкіністердің әсерін едәуір азайтуға мүмкіндік береді. Сондай-ақ, ғимараттарға тербелістермен «ойнауға» мүмкіндік беретін және қатты жер сілкінісі кезінде құрылымдардың бұзылуына жол бермейтін икемді рамалық жүйелер қолданылад

#### 3. Су тасқынынан қорғауға арналған инновациялар

Су тасқынынан қорғау үшін арнайы платформаларға көтерілу мүмкіндігі бар ғимараттар әзірленуде. Бұл әсіресе теңіз деңгейінен төмен жағалаудағы қалалар мен аймақтарға қатысты. Мысал сияқты жағдайларда ғимараттар гидравликалық лифттермен жабдықталуы мүмкін, бұл ғимараттарды немесе олардың бөліктерін су басу қаупі төнген кезде қауіпсіз аймақтарға жылжытуға мүмкіндік береді.

Бұған қоса, су тасқынының алдын алу үшін қаланың инфрақұрылым деңгейінде су бұру жүйелері құрылуда. Ғимараттардың төбелері мен қасбеттерінде перфорацияланған жабындарды пайдалану шалшықтар мен су тасқынын тудырмай судың еркін ағып кетуіне мүмкіндік береді.

#### 4. Дауыл мен торнадоға төзімділік

Дауыл мен торнадо жиі болатын аудандарда қатты желге төтеп бере алатын ғимараттар жобаланған. Бұған жабық қасбеттерді, сондай-ақ монолитті бетон немесе болат жақтаулар сияқты қаттылығы жоғары құрылымдарды пайдалану арқылы қол жеткізіледі.

Құрылымдардағы жел қысымын болдырмау үшін ауа ағынының бағытын автоматты түрде өзгерте алатын желдету жүйелеріне ерекше назар аударылады. Сондай-ақ, ғимаратқа ауыртпалық түсірмеу үшін қатты жел болған жағдайда ашылуы мүмкін арнайы қорғаныс экрандары мен белсенді желден қорғау жүйелері қолданылады.

#### 5. Белсенді қорғаныс функциялары бар ақылды ғимараттар

Болашақ сәулет өнеріндегі ең қызықты бағыттардың бірі-қоршаған ортаның өзгеруіне бейімделе алатын ақылды ғимараттар құру. Бұл ғимараттар нақты уақыттағы жағдайды талдай алатын және қорғаныс функцияларын автоматты түрде іске қосатын ақылды жүйелермен жабдықталған.

Мұндай технологиялардың мысалы ретінде температура, ылғалдылық, сейсмикалық белсенділік және тіпті су деңгейлерін қамтуы мүмкін нақты уақыттағы қауіптерді анықтауға арналған бақылау жүйесі болып табылады.

Қауіп төнген жағдайда жүйе қорғаныс жүйелерін іске қоса алады: апаттық шығуларды ашу, құрылымдарды нығайту, дренаждық жүйелерді қосу немесе гидравликалық механизмдер арқылы ғимараттарды көтеру.

## **Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»**

### *Қорытынды*

Заманауи сәулет тек эстетикалық тартымды және жайлы ғимараттар жасау туралы емес. Жыл сайын құрылыс талаптары қатайып келеді және сәулетшілер табиғи апаттардан тиімді қорғауға қабілетті нысандарды құруға ұмтылады.

Дизайндағы инновациялық тәсілдер, заманауи материалдар мен ақылды технологияларды қолдану ғимараттарды элементтерге төзімді етіп қана қоймай, адамдар мен қоршаған орта үшін белсенді қорғаушыларға айналдыруға мүмкіндік береді.

Сәулет пен құрылыстың болашағы кез-келген табиғи қауіптен қорғану үшін қауіпсіздікті, тұрақтылықты және ақылды технологияны біріктіретін гибриді құрылымдарды құруда жатыр.

### *Әдебиеттер тізімі*

1. Ким С. М., Турсунов М. А. Сейсмикалық белсенді аймақтардағы ғимараттар мен құрылыс объектілерінің архитектурасы мен дизайны // Қазақстанның техникалық ғылымдары. – 2020. – Т. 5, № 2. – С. 63–71.
2. Калинин В. А. Қазіргі материалдар мен технологиялар ғимараттар мен құрылыстарды өрттен қорғау үшін. – М.: Стройиздат, 2019. – 184 с.
3. Голубев А. В. Ғимараттардың табиғи апаттарға төзімділігі: дәстүрлі шешімдерден инновацияларға дейін. – СПб.: Строительный мир, 2022. – 208 с.
4. Яковлев Н. А. Құрылыс саласындағы инновациялық технологиялар: теориядан практикаға дейін. – М.: Высшая школа, 2021. – 176 с.
5. Петров В. П. Ғимараттарды табиғи апаттардан қорғау жүйелері. – М.: Стройпроект, 2022. – 192с.

А.Ж.Жунусова, Б.О.Калданова, Ж.Қ.Сакенова

### **Архитектура и климатическое оружие: здания как защита от природных катастроф**

Статья посвящена развитию архитектурных и строительных технологий, направленных на защиту от природных катастроф, таких как пожары, землетрясения, наводнения и ураганы. В условиях глобальных климатических изменений важную роль играет необходимость учета природных угроз при проектировании зданий. Рассматриваются инновационные архитектурные решения, включая системы самозащиты от пожаров, сейсмоустойчивые конструкции, технологии защиты от наводнений и ураганов, а также «умные» здания с активными функциями безопасности. Особое внимание уделяется использованию новых материалов и технологий, способных адаптироваться к изменяющимся условиям и обеспечивать безопасность населения. Будущее архитектуры заключается в создании гибридных конструкций, объединяющих безопасность, устойчивость и интеллектуальные технологии для эффективной защиты от природных угроз.

*Ключевые слова:* архитектура, природные катастрофы, изменение климата, сейсмоустойчивость, противопожарная защита, инновационные материалы, умные здания, системы самозащиты, защита от наводнений, ураганы, торнадо, строительные технологии, автоматизированные системы, гибридные конструкции, устойчивость к природным воздействиям.

A.Zh. Zhunusova, B.O. Kaldanova, Zh.Kh. Sakenova

### **Architecture and climate weapons: buildings as protection against natural disasters**

## **Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»**

The article focuses on the development of architectural and construction technologies aimed at protecting buildings from natural disasters such as fires, earthquakes, floods, and storms. In the context of global climate change, accounting for environmental hazards in building design plays a crucial role. Innovative architectural solutions are being explored, including self-protection systems against fire, earthquake-resistant structures, technologies for flood and storm protection, and "smart" buildings with active defense functions. Special attention is given to the use of new materials and technologies capable of adapting to changing conditions and ensuring the safety of residents. The future of architecture lies in the creation of hybrid structures that combine safety, sustainability, and smart technologies for effective protection against natural hazards.

*Keywords:* architecture, natural disasters, climate change, earthquake resistance, fire protection, innovative materials, smart buildings, self-defense systems, flood protection, storms, tornadoes, construction technologies, automated systems, hybrid structures, hazard resistance.

### References

1. Kim S. M., Tursunov M. A. Architecture and Design of Buildings and Construction Facilities in Seismically Active Zones // Technical Sciences of Kazakhstan. – 2020. – Vol. 5, No. 2. – P. 63–71.
2. Kalinin V. A. Modern Materials and Technologies for Fire Protection of Buildings and Structures. – Moscow: Stroyizdat, 2019. – 184 p.
3. Golubev A. V. Disaster Resistance of Buildings: From Traditional Solutions to Innovations. – St. Petersburg: Stroitelny Mir, 2022. – 208 p.
4. Yakovlev N. A. Innovative Technologies in Construction: From Theory to Practice. – Moscow: Vysshaya Shkola, 2021. – 176 p.
5. Petrov V. P. Systems for Protecting Buildings from Natural Disasters. – Moscow: Stroyproekt, 2022. – 192 p.

## **Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»**

FTAMP 35.23.26  
ӨОЖ: 62.93

DOI [10.53002/032](https://doi.org/10.53002/032)

А.С.Кошмаганбетова, С.Ж.Кабикенов

*Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті, Қарағанды,  
Қазақстан  
(E-mail: aizhan\_150985@mail.ru, sapargk@mail.ru)*

### **Электромобильдерге арналған батарея технологиясы. Мәселелер мен перспективалар**

Қазіргі таңда көлік саласындағы электрлендіру трендтері экологиялық таза энергия көздеріне бетбұрысты көрсетеді. Электромобильдердің дамуы батарея технологияларына байланысты болып отыр, әсіресе литий-күкірт (Li-S) аккумуляторларына деген қызығушылық артып келеді. Бұл батареялар жоғары энергия тығыздығымен, ұзақ қызмет ету мерзімімен және экологиялық қауіпсіздігімен ерекшеленеді. Алайда олардың кең таралуы әлі де техникалық қиындықтарға байланысты шектелуде ма полисульфидтердің миграциясы, дендриттер түзілуі және жоғары температурадағы қауіпсіздік мәселелері. Мақалада Li-S батареяларының артықшылықтары мен кемшіліктері, олардың құрылымы мен жұмыс принциптері, сондай-ақ болашақта қолдану әлеуеті қарастырылады.

*Түйінді сөздер:* электромобильдер, литий-күкірт батареялары, энергия тығыздығы, аккумулятор, экологиялық қауіпсіздік, жаңартылатын энергия, полисульфид, дендриттер, батарея технологиясы, энергия сақтау.

#### *Кіріспе*

Көлік саласының дамуындағы қазіргі тенденциялар экологиялық таза және тұрақты энергия көздеріне деген қызығушылықтың артып келе жатқанын көрсетеді, олардың арасында электромобильдер (ЭМ) жетекші орын алады. Көлікті электрлендіруде айтарлықтай прогреске қарамастан, электромобильдердің кең таралуын шектейтін негізгі мәселелердің бірі олардың бір батарея зарядындағы ауқымы болып қала береді. Бұл сипаттама пайдаланудың ыңғайлылығына да, дәстүрлі көліктен электромобильге ауысу туралы шешім қабылдауға да әсер етеді.

Қазіргі уақытта батарея технологиясының жетістіктеріне және зарядтау станциясының инфрақұрылымының өсуіне қарамастан, сапар ауқымын ұлғайту қажеттілігі өзекті болып қала береді. Бұл аккумулятордың шектеулі сыйымдылығы, жұмыс кезінде энергияның жоғалуы, сондай-ақ сыртқы жағдайлардың (температура, жер бедері, жүргізу стилі) әсері сияқты әртүрлі факторларға байланысты. Электромобильдердің техникалық сипаттамаларын жақсартуға ғана емес, сонымен қатар олардың пайдалану параметрлерін нақты жағдайда оңтайландыруға мүмкіндік беретін тиімді және жан-жақты шараларды әзірлеу маңызды.

#### *Әдістер мен материалдар*

Мақалада техникалық аспектілер (батареяларды оңтайландыру, энергияны басқару жүйелері) және операциялық нұсқаулар, соның ішінде сыртқы факторлардың әсері және жүргізушілердің мінез-құлқы қарастырылады, олар бір зарядта сапар ауқымын айтарлықтай жақсарты алады.

Жаңа аккумулятор материалдарын зерттеу маңызды тақырып болып табылады, өйткені олар электромобиль батареяларының сыйымдылығын, беріктігін және қауіпсіздігін айтарлықтай арттырады және олардың құнын төмендетеді.

Қытайлық General New Energy (GNE) компаниясы литий-күкірт (Li-S) аккумуляторының прототипін 700 ватт/сағ / кг энергия тығыздығымен ұсынды, бұл литий-ионды батареялардың мүмкіндіктерінен үш есе жоғары. Литий-күкірт батареялары қауіпсіз, тапшы материалдары аз,

## **Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»**

сонымен қатар ауқымы мен қауіпсіздігін арттырады. GNE зерттеушілері осындай батареялардың өнімділігі мен тұрақтылығына қатысты көптеген техникалық мәселелерді шешіп, технологияны коммерцияландыруға дайындалуда.

Компанияның негізгі мақсаты-энергетика саласындағы экологиялық таза және тұрақты шешімдерді әзірлеу және өндіру. Негізгі назар көміртегі шығарындыларын азайтуға және тұрақты энергия көздеріне көшуге бағытталған. 2025 жылға қарай GNE күн және жел нарығындағы позициясын нығайта отырып, өз жұмысын едәуір кеңейтті.

Күкіртті катод ретінде, ал литий металды анод ретінде пайдаланатын литий-күкірт батареялары дәстүрлі литий-ионды аккумуляторларға перспективалы балама болып табылады. Теориялық тұрғыдан литий-күкірт батареялары энергия тығыздығына 2600 Вт·сағ/кг дейін жетуі мүмкін, бұл олардың литий-иондық аналогтарынан бес есе артық. Сонымен қатар, күкірт кең таралған, арзан және экологиялық таза материал болып табылады, бұл литий-күкірт батареяларына шығындар мен тұрақтылыққа артықшылық береді.

GNE зерттеушілері он жылдан астам уақыт ішінде негізгі техникалық мәселелерді шеше отырып, Li-S батарея технологиясында көптеген жетістіктерге жетті. Мысалы, топ наноматериал жабындары мен электролит қоспаларын қолдана отырып, күкірт өткізгіштігі мен иондардың тасымалдануын жақсартты. Олар сондай-ақ батареяның қызмет ету мерзімін де, оның қауіпсіздігін де жақсартатын жаңа электролиттік материалдарды әзірледі.

Зерттеудің басқа бағыттары:

- полисульфидтерді ұстау әдістерін әзірлеу;
- дендриттердің пайда болуын болдырмау үшін литийде қорғаныс қабатын қалыптастыру;
- сұйық немесе қатты арналары бар арнайы электролиттерді құрастыру.

Тәуекелдерге келетін болсақ, INERIS ұлттық өнеркәсіптік орта және тәуекелдер институты жақында жүргізген зерттеуде күкірт негізіндегі оң электродты пайдалану белгілі бір жағдайларда (мысалы, температураның жоғарылауы) белгілі бір улы  $H_2S$  (онай тұтанғыш) және  $SO_2$  газдарының ықтимал түзілуіне әкелуі мүмкін екендігі атап өтілді [1].

Сондай-ақ, Li-S батареясының температурасы қауіпсіз жұмыс ауқымында қалуы үшін батареяны басқарудың сенімді жүйесін жасау ұсынылады. Екінші жағынан, литий металының болуы ішкі қысқа тұйықталу қаупі бар дендриттердің пайда болуына және өсуіне ықпал етеді, бірақ материалдарды таңдау арқылы дендриттердің пайда болуын және өсуін болдырмауға және/немесе кейбір компоненттердің жанғыштығын төмендетуге болады [2].

Литий күкірт батареяларының негізгі артықшылықтары.

Литий күкірт батареяларының (Li-S) негізгі артықшылықтары олардың бірегей сипаттамалары мен бірқатар қолданбалар үшін әлеуеті болып табылады:

1. Жоғары энергия тығыздығы. Li-S батареялары батареялардың барлық түрлерінің ішіндегі ең жоғары энергия тығыздығына ие. Бұл олардың көптеген басқа батарея технологияларына қарағанда масса бірлігіне көбірек энергия сақтауға қабілетті екенін білдіреді. Жоғары энергия тығыздығы оларды электр машиналары мен портативті құрылғылар сияқты жоғары энергия сыйымдылығы маңызды қосымшалар үшін өте қолайлы етеді.

2. Ұзақ қызмет ету мерзімі. Li-S батареялары ұзақ қызмет етуге уәде береді. Бұл олардың сыйымдылығын айтарлықтай жоғалтпай көптеген заряд және разряд циклдарын көтеру қабілетіне байланысты. Олар сондай-ақ «жадтың» пайда болуымен байланысты мәселелерге төзімді (толық емес зарядсызданғаннан кейін сыйымдылықты жоғалту әсері), бұл батареялардың кейбір басқа түрлері үшін проблема болып табылады.

3. Температуралық жағдайларға жақсы төзімділік. Li-S батареялары төмен және жоғары мәндерді қоса алғанда, кең температура диапазонында тұрақты жұмыс істей алады. Бұл оларды әртүрлі климаттық жағдайларда және әртүрлі салаларда, соның ішінде ғарышта және авиацияда қолдануға жарамды етеді.

4. Төмен уыттылық және экологиялық қауіпсіздік. Батареялардың кейбір басқа түрлерімен салыстырғанда, Li-S батареялары аз уытты және экологиялық таза болып саналады, өйткені олардың құрамында кобальт сияқты ауыр металдар жоқ. Бұл қоршаған ортаға және адам денсаулығына ықтимал жағымсыз әсерлерді азайтады.

## Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»

5. Жаңартылатын көздерден энергияны сақтау мүмкіндігі. Li-S батареялары күн батареялары мен жел генераторлары сияқты жаңартылатын көздерден энергияны сақтауда шешуші рөл атқара алады. Олардың жоғары энергия тығыздығы және ұзақ қызмет ету мерзімі оларды жаңартылатын көздердің тұрақсыздығын шешуге көмектесетін энергияны сақтау жүйелерінде қолдануға тартымды етеді.

Тұтастай алғанда, Li-S батареялары сенімді және тиімді энергияны сақтауды қажет ететін әртүрлі салалар үшін перспективалық шешім болып табылады. Олардың бірегей сипаттамалары мен аккумуляторлық технологияларды жақсарту әлеуеті болашақта тұрақты және экологиялық таза энергия көздерін дамытуға ықпал етуі мүмкін.

Литий күкірт батареяларының кемшіліктері

Бірқатар артықшылықтарға қарамастан, литий күкірт батареяларының (Li-S) кейбір кемшіліктері мен шектеулері бар, оларды ескеру қажет:

1. Циклдік және өзін-өзі босату мәселелері. Li-S батареялары ұзақ мерзімді циклдік мәселелерге бейім. Бірнеше зарядтау және разряд циклдарынан кейін олар сыйымдылығын жоғалтуы мүмкін, бұл олардың қызмет ету мерзімін шектейді. Сонымен қатар, Li-S батареялары өздігінен разрядтың жоғары деңгейіне ие, яғни олар пайдаланылмаған жағдайда да таусылуы мүмкін.

2. Шөгінділердің пайда болу проблемалары. Зарядтау және разряд циклдары процесінде анодта артық литий шөгінділері пайда болуы мүмкін, бұл батареяның өнімділігін төмендетеді және қысқа тұйықталуды тудыруы мүмкін.

3. Жетілдіру қажеттілігі. Li-S батарея технологиясы әлі де белсенді зерттеу және әзірлеу сатысында. Бұл технологияның толық әлеуетін жүзеге асыру үшін сипатталған кемшіліктерді жою және техникалық қиындықтарды жеңу қажет.

4. Температура жағдайындағы шектеулер. Li-S батареялары төмен температурада жақсы өнімділікке ие болғанымен, жоғары температурада олар газ түзілуі және термиялық ыдырау сияқты мәселелерге тап болуы мүмкін.

Осы кемшіліктерге қарамастан, Li-S батарея технологиясын жетілдіру және аталған шектеулерді жеңу мақсатында белсенді зерттеулер мен әзірлемелер жалғасуда.

Батареялардың осы түрлерінің арасындағы айырмашылықтарды түсіну нақты талаптар мен қосымшаларға байланысты ең қолайлы шешімді таңдау үшін маңызды.

1. Энергия тығыздығы-батареяның масса бірлігіне қанша энергия сақтай алатынын анықтайды.

2. Қызмет ету мерзімі-бұл батареяның өнімділігі төмендегенге дейін өтуі мүмкін заряд пен разряд циклдарының саны.

3. Өзін – өзі разрядтау-пайдаланылмаған кезде де батареяның қаншалықты тез таусылатынын анықтайды.

4. Жад эффектісі-батареяның зарядын «есте сақтау» қабілетіне жатады.

5. Уыттылық және экологиялық қауіпсіздік – батареяның қоршаған ортаға әсерін ескереді.

6. Жұмыс температурасы-батареялар тиімді жұмыс істей алатын температура диапазонын көрсетеді.

7. Жылдам зарядтау-батареяның жылдам зарядтау қабілетін көрсетеді.

1 - кесте

Li-S батареяларын батареяның басқа түрлерімен салыстыру

Параметр	Li-ion	LiPo	Li-S	Ni-Cd	Ni-MH	Pb-Acid
Энергия тығыздығы (Вт / кг)	Жоғары	Өте жоғары	Жоғары	Төмен	Орташа	Төмен
Қызмет ету мерзімі (циклдар)	300-1000+	300-1000+	Перспективалы жоғары	1000+	300-500+	200-800+
Өздігінен разряд (айына)	Төмен	Төмен	Орташа	Жоғары	Жоғары	Жоғары
Жад әсері	Жоқ	Жоқ	Жоқ	Иә	Иә	Иә
Уыттылық	Жоғары	Жоғары	Жоғары	Орташа	Орташа	Төмен

## Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»

Экологиялық қауіпсіздік	Жоғары	Жоғары	Жоғары	Орташа	Орташа	Төмен
Жұмыс температурасы (°C)	-20-дан +60-қа дейін	-20-дан +50-ге дейін				
Өнімділікті зарядтау	Иә	Иә	Иә	Жоқ	Жоқ	Жоқ

Литий күкірт батареялары: жұмыс принципі

Литий-күкірт батареялары (Li-S) литий-ионды аккумуляторлармен байланысты, бірақ дизайны мен химиялық процестері бойынша айтарлықтай ерекшеленеді. Литий батареяларының бұл түрі оң электрод ретінде қолданылады күкірт, ал литий металы теріс электрод ретінде қолданылады. Литий күкірт элементі келесі принцип бойынша күкіртті пайдаланып литийдің қайтымды түрленуіне негізделген:

анод реакциясы:  $16\text{Li} \rightarrow 16\text{Li}^+ + 16\text{e}^-$

катод реакциясы:  $\text{S}_8 + 16\text{e}^- \rightarrow 8\text{S}^{2-}$

жалпы реакция:  $16\text{Li} + \text{S}_8 \rightarrow 8\text{Li}_2\text{S}$  ( $E^\circ = 2.24 \text{ В}$ )

Батареяның теориялық потенциалы реакция энтальпиясына негізделген  $E^\circ = 2.24 \text{ в}$  ретінде есептеледі ( $\Delta_r G^\circ$  (25°C температурада) = -432.57 кДж/моль [Li<sub>2</sub>S]). Теориялық сыйымдылығы 1167 мАч/г (Li<sub>2</sub>S), нәтижесінде алынған теориялық энергия тығыздығы 2613 Вт/кг (Li<sub>2</sub>S) құрайды. Бұл мән әдеттегі жүйелерге қарағанда бірнеше есе жоғары. Әдебиеттерде катодтық реакцияның өзі жиі сипатталады, сондықтан онда көрсетілген сыйымдылық әдетте күкіртке жатады. Ол 1672 мАч/г (S) құрайды.

### Қорытынды

Литий-күкірт (Li-S) батареялары аккумуляторлық шешімдер әлемінде перспективалы технологияны ұсынады. Жоғары энергия тығыздығымен, ұзақ қызмет ету мерзімімен және аккумуляторлардың басқа түрлеріне тән кейбір шектеулерді жою мүмкіндігімен Li-S батареялары болашақ энергетикалық жүйелердің негізгі құрамдас бөлігі болуға барлық мүмкіндіктерге ие.

Li-S батареяларының негізгі артықшылықтары олардың жоғары энергетикалық тиімділігін, құрылғылардың салмағы мен көлемін азайту мүмкіндігін, оларды күн энергиясында және ғарыштық қолданбаларда пайдалануды қамтиды. Дегенмен, көптеген артықшылықтарға қарамастан, Li-S батареяларының қосымша зерттеулер мен әзірлемелерді қажет ететін циклдік және қауіпсіздік мәселелері сияқты кемшіліктері де бар.

Li-S батареяларының өнімділігі мен сенімділігін арттыруда полисульфидтердің иммобилизациясын қамтамасыз ететін және электр өткізгіштігін жақсартатын металл нанокластерлер маңызды рөл атқарады. Олардың осы батареяларды оңтайландырудағы рөлі осы саладағы зерттеулердің маңызды бөлігі болып табылады. Кәдімгі энергия көздерінен айырмашылығы, LiS аз көлем мен салмақта көбірек энергияны сақтап қана қоймайды, сонымен қатар қызып кету және тұтану қаупін азайтып, қауіпсіздікті арттырады.

### Әдебиеттер тізімі

1. Э. Джутон, К.Рейн, В.Совант-Мойно, Ф.Орсини, К.Сабер, С.Бача, О.Бету, Э.Лабуре; Электромобиль: устройство, принцип работы, инфраструктура; ДМК Пресс, 153 стр., Москва 2022.
2. Rapport detude n° DRA-19-180147-00590A, Batteries haute densite energetique au Li-S: differences avec la technologie Li-ion, evaluation des risques et mise en securite, Lecocq Amandine, Bordes Arnaud, INERIS 2019.

## **Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»**

А.С.Кошмаганбетова, С.Ж.Кабикенов

### **Технологии аккумуляторов для электромобилей: проблемы и перспективы.**

В настоящее время тенденции электрификации в транспортной отрасли отражают переход к экологически чистым источникам энергии. Развитие электромобилей напрямую связано с технологиями аккумуляторов, особенно растёт интерес к литий-серным (Li-S) батареям. Эти аккумуляторы отличаются высокой энергетической плотностью, длительным сроком службы и экологической безопасностью. Однако их широкое распространение по-прежнему ограничено рядом технических проблем – миграцией полисульфидов, образованием дендритов и вопросами безопасности при высоких температурах. В статье рассматриваются преимущества и недостатки Li-S батарей, их структура и принцип работы, а также потенциал применения в будущем.

*Ключевые слова:* электромобили, литий-серные батареи, энергетическая плотность, аккумулятор, экологическая безопасность, возобновляемая энергия, полисульфид, дендриты, аккумуляторные технологии, хранение энергии.

**A.S. Koshmangabetova, S.Zh. Kabikenov**

### **Battery technologies for electric vehicles: challenges and prospects**

Currently, electrification trends in the transportation sector reflect a shift toward environmentally friendly energy sources. The development of electric vehicles depends largely on battery technologies, with increasing interest in lithium-sulfur (Li-S) batteries. These batteries are characterized by high energy density, long service life, and environmental safety. However, their widespread adoption is still limited by technical challenges – such as polysulfide migration, dendrite formation, and safety concerns at high temperatures. This article explores the advantages and disadvantages of Li-S batteries, their structure and operating principles, as well as their future application potential.

*Keywords:* electric vehicles, lithium-sulfur batteries, energy density, battery, environmental safety, renewable energy, polysulfide, dendrites, battery technology, energy storage.

#### References

1. Djuton E., Rain K., Sovant-Moyno V., Orsini F., Saber K., Bacha S., Betu O., Labure E. Electric Vehicle: Design, Operating Principle, Infrastructure. – Moscow: DMK Press, 2022. – 153 p.
2. Lecocq Amandine, Bordes Arnaud. Study Report No. DRA-19-180147-00590A: High-Energy Density Li-S Batteries – Differences with Li-ion Technology, Risk Assessment and Safety Measures. – INERIS, 2019.

## **Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»**

МРНТИ 67.13.29  
УДК: 624.1(075): 624.151

DOI [10.53002/033](https://doi.org/10.53002/033)

Б.Ж. Унайбаев<sup>1</sup>, Б.Б. Унайбаев<sup>1</sup>, А. Ш. Ищанова<sup>1</sup>, К. А. Абдрахманова<sup>2</sup>,  
А. А. Абдрахманова<sup>2\*</sup>, Ш.Б. Толеубаева<sup>3</sup>, И.Б. Ташмуханбетова<sup>4</sup>

<sup>1</sup>*Екибастузский инженерно-технический институт имени академика К.Сатпаева, Экибастуз, Казахстан*

<sup>2</sup>*Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагынова, Караганды, Казахстан*

<sup>3</sup>*Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан*

<sup>4</sup>*Международная образовательная корпорация, Алматы, Казахстан  
(E-mail: aardasha @list.ru)*

### **Научная и практическая концепция застройки территорий, сложенных пылевато-глинистыми грунтами**

Предположено, что многочисленные аварии, низкое качество и эффективность возведения и эксплуатации объектов топливно-энергетического комплекса, промышленного и гражданского строительства на пылевато-глинистые грунты различного типа и степени засоления ЗПГГ напрямую связана с несовершенством сложившегося технологического комплексного процесса фундаментостроения по застройке этих территорий, которая в нашем понимании представляет собой совокупность и последовательность операций и действий, осуществляемых в процессе изысканий, проектирования и строительства, направленных на получения готового изделия (ЗС) с наилучшими эксплуатационными показателями назначения. Такое понимание в исследованиях позволяет нам не потерять оптимальные варианты решения затронутой проблемы. По результатам теоретических и экспериментальных исследований сформулированы научные положения, разработаны предложения для внесения в нормативно-законодательные документы и практические рекомендации, конструктивно-технологические и технические решения, превосходящие по своим показателям лучшие отечественные и зарубежные аналоги, совокупность которых позволила развить технологический комплекс процесса фундаментостроения обеспечивающий решение актуальной научно-прикладной проблемы – повышение качества и эффективности застройки территорий сложенных ЗПГГ.

*Ключевые слова:* технология, опыт, соль, стандарт, оценка, качество, проблема, критерий.

#### *Введение*

Пылевато-глинистые грунты различного типа и степени засоления (ЗПГГ) широко распространены на земном шаре. Они залегают в странах СНГ, исламском мире, Китае, Африке, Латинской Америке. В этих грунтах преимущественно содержатся труднорастворимые (от 10 до 30% и более) и незначительное количество легко и среднерастворимых солей (до 5%) [2]. В естественном маловлажном состоянии эти грунты характеризуются I и II типами просадочности, слабой агрессивностью, высокой пористостью и прочностью, наличием макропор, большим содержанием пылеватых частиц, малым количеством глинистых частиц, коэффициента фильтрации от 0,1 до 2,5 м/сутки.

Строительство зданий и сооружений на территориях, сложенных ЗПГГ в соответствии со сложившейся нормативно-законодательной базой, связана с повышением материальных и трудовых затрат (на 5...25% и более) при сопоставлении со строительством на обычных грунтах. При этом надежность эксплуатации возведенных объектов не гарантируется, о чем свидетельствуют многочисленные аварии объектов на ЗПГГ в гг. Н.Узень, Балхаше, Джезказгане, Волгодонске, Ереване, Тбилиси и др.

## **Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»**

Зачастую стоимость затрат на восстановление, ремонт и усиление аварийных объектов на ЗППГ превышают первоначальные капитальные вложения на их строительство в 1,5 – 2 раза и более [4].

### *Материалы и методы*

Согласно выдвинутого предположения был проведен критический анализ и экспертная оценка известных и регламентируемых технологий изысканий, проектирования и устройства оснований и фундаментов на ЗППГ который показал, что сложившаяся в настоящее время нормативно-законодательная строительная база основывается на исследованиях грунтов, содержащих только легко- и среднерастворимые соли. Последнее не отвечает практике, современного строительства потому как преимущественно распространены и застраиваются территории, сложенные грунтами смешанного и карбонатного типа засоления.

Действующий стандарт (ГОСТ 25100-95) предполагает литологическую классификацию засоленных грунтов в строительстве только по одному показателю – определенное содержание легко- и среднерастворимой соли ( $\geq 5\%$ ). В основе этой классификации заложено ошибочное мнение, основанное на положении, что суффозионная неустойчивость ЗППГ в основании обусловлена растворимостью и выщелачиванием содержащихся солей в дистиллированной воде, а масштабы проявления суффозионных деформаций определяются объемом вымытых солей в грунтовом основании [4].

Исходя из того, что растворимость карбонатов ( $\text{CaCO}_2$ ,  $\text{MgCO}_3$ ) в дистиллированной воде слабая действующий ГОСТ ЗППГ содержащих карбонаты относят к категории незасоленных, а потому строительство на ЗППГ ведется согласно регламента, как на обычных суффозионных устойчивых грунтах. Однако, результаты проведенных исследований и испытаний, опыт застройки территории, сложенных ЗППГ показал, что в современных условиях повышенной, растворяющей способности грунтовых (техногенных) вод, которые зачастую насыщены растворами солей, кислот и щелочей, наблюдается существенное ухудшение строительных свойств ЗППГ в основании обусловленное выщелачиванием как легко, средне, так и труднорастворимых солей техногенными водами, что сказывается на повышенной их коррозионной активности, развитии дополнительных деформаций грунтов (зачастую превышающей объем вымытых солей), снижение несущей способности и устойчивости возводимых объектов. Следовательно, строительная оценка (т.е. классификация) ЗППГ и грунтовых вод на строительной площадке должна осуществляется по совокупности показателей физико-химического состояния грунтов и грунтовых вод, интенсивности протекания, в грунтах основания коррозионных, суффозионных и деформационных процессов, интенсивного выщелачивания как легко, средне, так и труднорастворимых солей [1].

Следует отметить, что согласно требованиям регламента СП РК 1.02-105-2014 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения», в отчетах по изысканиям территорий, сложенных ЗППГ, преимущественно карбонатного типа засоления, обычно приводятся только лишь рекомендации по защите фундамента от коррозии. При этом опасность проявления ЗППГ выраженная динамикой развития в них суффозионного процесса, просадочных и послепросадочных суффозионных деформаций под воздействием природных и техногенных факторов и их влияние на надежность возведения и эксплуатации зданий и сооружений не учитывается.

Расчетные характеристики солепереноса грунта при проведении инженерно-геологических изысканий на ЗППГ (далее ИГИ) согласно СП РК 1.02-105-2014 не подлежат определению, а потому суффозионный процесс, интенсивность его протекания и влияние на работу ЗППГ в основании изначально не подлежат оценке в фундаментостроении. Испытания суффозионной сжимаемости грунтов [3] по известным [4], в том числе и стандартным способом (ГОСТ 12248.5 – 2020) показали, что за период от 1,5...3 месяцев до 1 года, (это же было подтверждено в исследованиях НИИОСПа; ПНИИИС и др.), достигается в лучшем случае только 50...60% выщелоченность образцов [4].

Следовательно, достоверность определения основного показателя, используемого в расчетах осадки при проектировании основания объектов на ЗППГ ставится под сомнением. Результаты лабораторных определений других физико-механических характеристик ЗППГ определенные в испытаниях стандартными и общепринятыми методами существенно отличаются [3].

## **Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»**

Указанные обстоятельства объясняют в свою очередь повышенную стоимость и трудоемкости изысканий на ЗПГГ, а также низкую точность определения расчетных характеристик. Низкая точность определения расчетных характеристик ЗПГГ определяет низкое качество проектных и последующих строительных работ, следовательно, и надежность эксплуатации проектируемого объекта.

Интенсивная массовая застройка территорий, сложенных ЗПГГ, а это широкомасштабное строительство объектов, топливно-энергетического, нефтегазового, промышленного и гражданского комплекса осложняется жестокими требованиями регламента СНиП РК 5.01-01-2002 «Основания зданий и сооружений». Это неоправданные расходы на малоэффективные водозащитные мероприятия, закрепление грунтов, устройство искусственных оснований, путем замены засоленных грунтов в основании, применение забивных и набивных свай-стоек и обмазочным и защитным покрытием.

Удорожание и повышение трудоемкости работ нулевого цикла на реализацию положений регламента существенно превышает затраты на аналогичные работы в обычных грунтах. При этом защитное покрытие оголовков и конструкция свай в процессе забивки, растрескивается, сдвигается обмазочное покрытие, а потому в процессе дальнейшей эксплуатации конструкций активно корродирует. Долговечность буронабивных свай в ЗПГГ также невысокая, потому, как уже в процессе формирования структуры и набора прочности свежесложенный бетон контактирует с агрессивной водно-солевой грунтовой средой, которая формируется в основании, сложенном ЗПГГ при устройстве свай. Обеспечить необходимую плотность укладки бетона и контролировать его качество по стволу свай в процессе работ на строительной площадке не предоставляется возможным.

Грунтовые воды на площадках, застроенных промышленными объектами, которые формируются в процессе эксплуатации вследствие утечек, это насыщенные растворы солей, кислот, щелочей. Через 8-10 лет эксплуатации от обычного бетона и буронабивной свай в агрессивной водно-солевой грунтовой среде г.г. Н.Узень, Балхаш, Шымкент, Атырау, Темиртау остается практически только голый щебень и остатки ржавой арматуры. Стоимость химического закрепления ЗПГГ в основании, регламентируемом нормативами не позволительна для условий массовой застройки территорий, потому как сопоставима со стоимостью возведения надземной части.

Анализ многолетнего опыта застройки территорий, сложенных ЗПГГ и экспертная оценка известных и регламентируемых методов изысканий, проектирования, строительства и эксплуатации зданий и сооружений показали, что сложившийся в настоящее время затратный механизм застройки территорий, сложенных ЗПГГ, сопровождаемый аварийными осадками промышленных и гражданских сооружений требует скорейшего пересмотра. Однако бороться следует не с последствиями многочисленных аварийных осадок, как это сложилось в современной практике, а выстраивать систему достижения требуемого качества и эффективности на всех этапах технологического комплекса фундаментостроения на основе адаптации технологических процессов к ЗПГГ [13].

При застройке территорий необходимо понимать, что фундамент – это инженерная конструкция, расположенная на стыке независимых систем – «суффозионно-неустойчивый грунт и искусственные сооружение», которая в процессе эксплуатации постоянно находится в области риска. Суффозионно-неустойчивый грунт – продукт естественной деятельности природы с трудно контролируемыми и плохо прогнозируемыми свойствами в условиях природного и техногенного воздействия. Однако искусственная система - объекта, возведенная на этом грунте должна оставаться неизменным, потому как с даже незначительное развитие неравномерной просадки или суффозионной осадки, коррозия конструкции фундамента влечет за собой появление дополнительных усилий в надземных конструкция, а при достижении определенных величин может привести к аварии объекта.

Одним из сдерживающих факторов по решению проблемы застройки территории сложенных по ЗПГГ, является отсутствие системного и комплексного подхода к ее решению. Многочисленные разработки известные в области строительства на ЗПГГ [7, 8] базируются на основе разрозненных результатов исследования физико-механических свойств региональных разновидностей грунтов, содержащих легко и среднерастворимые соли, конструкции основания, фундамента, сооружения, технологий [9] возведения уникальных объектов на этих грунтах. При этом технологические аспекты реализации этих многочисленных результатов исследования, их взаимосвязь и комплексный подход для условий индустриальной массовой застройки ЗПГГ, остается практически не затронутым [5,6].

Для решения обозначенной проблемы была выдвинута новая научная концепция качественной и эффективной застройки территории сложенных ЗПГГ которая предполагает развитие

## **Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»**

технологического комплекса фундаментостроения (ТКФ) и создаваемую при этом продукцию рассматривать, как единую и совокупную систему, разработанную на основе адаптации конструктивно-технологических и технических решений в рамках этой единой системы к изменяющимся условиям на ЗПГ протекающим под воздействием природных и техногенных факторов на солевую компоненту грунта. Учитывая тот факт, что оптимизация ТКФ на ЗПГ, определяется разнородностью исследуемых факторов (природных, техногенных, конструктивных, технологических, организационных, экономических и пр.) решение проблемы должно осуществляться путем экономико-математического моделирования этой единой системы в сочетании с математическим и гидрогеохимическим моделированием работы ЗПГ в основании [1].

Поиск должен быть направлен на решение проблемной ситуации, включающий многообразие конструктивно-технологических приемов и способов производства изыскательских, проектных и строительных работ, в отсутствие удовлетворительной методологии единого подхода, научного обоснования, выбора и прогнозирования качественных и эффективных решений, адаптированных к условиям суффозионно-неустойчивых грунтовых условий.

Основным фактором, определяющим стратегию застройки территории сложными ЗПГ является суффозионная и структурная неустойчивость этих грунтов, которая может проявиться на любом этапе возведения, либо эксплуатации проектируемого объекта, под влиянием как естественных (природных), так и техногенных факторов. Исходя из этого уже на стадии предпроектных, инженерно-геологических изысканий, а также на последующих этапах развития ТКФ, должна ставиться задача максимальной адаптации проектируемого объекта к условиям эксплуатации в суффозионно-неустойчивых грунтовых условиях. С этой целью определяющими критериями при оценке эффективности конструктивно-технологических и технических решений на различных этапах возведения объектов на ЗПГ было определено:

- при изысканиях – достоверность определения и прогноза изменения расчетных параметров ЗПГ при воздействии техногенных факторов (нагрузки, подтопления, химических составов и концентрация грунтовых вод)
- при проектировании- оптимизация проектного решения;
- при строительстве – эффективность и качество работ;
- при эксплуатации – надежность проектного решения [9-10].

### *Результаты и обсуждение*

Основопологающим критерием возведения и эксплуатации объекта на ЗПГ, определена – надежность и экономическая эффективность, т.е. прибыль с учетом предполагаемых рисков строительства в засоленных грунтах.

Следовательно, из всего многообразия альтернативных технологий предпочтение должно отдаваться той, которая требует наименьших затрат. Однако экономия затрат ни в коем мере не должна влиять на снижение надежности и качество объекта, как в процессе проектирования строительства, так и при последующей эксплуатации. Принятие решения после анализа альтернативных вариантов должно быть за заказчиком – организатором работ, который соотносит это решение с возможностями подрядных организации и надежной эксплуатацией возводимого объекта в конкретных условиях строительства и эксплуатации. Системный и комплексный подход при оптимизации предлагаемого решения заключается в выдвигании и сопоставлении альтернативных вариантов технологии изыскательских, проектных и строительных работ по определяющим критериям каждого этапа определяющих конечную цель - надежность эксплуатации проектируемого объекта [11].

В целом системный анализ включает в себя: формирование конечной цели; выбор определяющих критериев оптимизации на каждом этапе; исходя из конечной цели (надежность) определение взаимосвязи каждого элемента в изучаемой системе; анализ решений; оценка конечного экономического эффекта (прибыли, с учетом рисков, связанных со строительством на засоленных грунтах) [12]

## **Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»**

### *Выводы*

Структурно-логическая схема реализации предлагаемой научной концепции качественной и эффективной застройки на ЗППГ, с опытно-промышленной апробацией результатов исследования в массовом строительстве, содержит следующие задачи: анализ известных конструктивно-технологических и технических решений в проблемной области; установление закономерностей влияния гидрогеохимических и технологических аспектов на качество и эффективность изысканий, проектирования, строительства и эксплуатации, совершенствование технологии изысканий при оценке основных расчетных характеристик засоленных грунтов; разработка методики оптимизации ТКФ на создание готовой продукции на основе адаптации к ЗППГ, натурные испытания и апробация новых конструктивно-технологических и технических решений в рамках единой системы «ОФС–ТКФ», разработка нормативно-законодательных документов, регламентирующих предполагаемые технологии изысканий, проектирования и устройства оснований и фундаментов на ЗППГ. Процесс научно-исследовательской и практической деятельности по решению проблемы застройки территорий, сложенных на ЗППГ отражен в опубликованных нами источниках [13-16].

### Список литературы

1. Унаибаяев Б.Ж., Унаибаяев Б.Б. и др. Соли в грунтовом основании как фактор, формирующий их коррозионную активность, осадку и сжимаемость // Вестник – научный журнал Казахской головной архитектурно-строительной академии (КазГАСА). – Алматы, № 4 (78), 2020. – С. 253–259.
2. Унаибаяев Б.Ж., Унаибаяев Б.Б. Строительство фундаментов на засоленных грунтах (Теория и практика): монография. – Алматы: Northsmith, 2018. – 192 с.
3. Унаибаяев Б.Ж., Унаибаяев Б.Б. Сваи в засоленных грунтах Казахстана: монография. – Алматы: Издательство «Эверо», 2018. – 376 с.
4. Петрухин В.П. Строительство сооружений на засоленных грунтах. – М.: Стройиздат, 1989. – 264 с.
5. Москвин В.М., Иванов Ф.М., Алексеев С.Н., Грузев Е.А. Коррозия бетона и железобетона, методы их защиты. – М.: Стройиздат, 1980. – 536 с.
6. Способ устройства буронабивной сваи в засоленных лессовых просадочных грунтах: инновационный патент на изобретение № 22796 от 10.08.2010 г., бюл. № 8.
7. Аскалонов В.В. Силикатизация лессовых грунтов. – М., 1959.
8. Ржаницын Б.А. Химическое закрепление грунтов в строительстве. – М.: Стройиздат, 1986. – 264 с.: ил. – (Надежность и качество).
9. Соколов В.Е. Химическое закрепление грунтов. – М.: Стройиздат, 1980. – 119 с.
10. Унаибаяев Б.Ж., Унаибаяев Б.Б. Эффективные технологии защиты свай от коррозии в засоленных агрессивных грунтах // Научный журнал «Вестник» – СГУ им. Шакарима, № 53, 2019.
11. Unaibayev B.Z., Unaibayev V.Z., Alibekova N., Sarsembayeva A. Устройство буронабивных свай с защитной силикатной оболочкой новой конструкции в засоленных илистоголинистых грунтах // Applied Sciences. – 2021. – Т. 11, № 15. – С. 6935. <https://doi.org/10.3390/app11156935>.
12. Unaibayev V.Z., Unaibayev V.B., Andreyachshenko V. Свайные оболочки монолитного бетонирования на основе нефтебитумных пород (кирс) в засоленных грунтах // Scientific Review Engineering and Environmental Sciences (SREES). – 2021. – Т. 30, № 1. – С. 51–61. <https://doi.org/10.22630/PNIKS.2021.30.1.5>.
13. Унаибаяев Б.Ж., Унаибаяев Б.Б., Ищанова А.С. и др. Рекомендации по проектированию и устройству защитной и несущей оболочки буронабивных свай, возводимых в засоленных пылевато-глинистых грунтах: учебное пособие. – Экибастуз: ЕИТИ им. К. Сатпаева, 2022. – 55 с.
14. Рекомендации по проектированию и устройству фундаментов в засоленных грунтах с использованием набивных котлованов. – Казахский технический институт при ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, 2001. – 105 с.
15. Рекомендации по проектированию и устройству свайных фундаментов с защитной оболочкой в буровых скважинах. – Казахский технический институт при ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, 2001. – 68 с.
16. НТД РК. Строительство на засоленных грунтах. – Астана, 2015.

## **Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»**

Б.Ж. Унайбаев<sup>1</sup>, Б.Б. Унайбаев<sup>1</sup>, А. Ш. Ищанова<sup>1</sup>,  
К. А. Абдрахманова<sup>2</sup>, А. А. Абдрахманова<sup>2\*</sup>, Ш.Б. Толеубаева<sup>3</sup>, И.Б. Ташмуханбетова<sup>4</sup>

### **Шаң-балшықты топырақтарға көмкерілген аймақтардағы құрылыстың ғылыми және практикалық тұжырымдамасы**

Жан-жақты зерттеулер нәтижесінде жанар-энергетикалық кешен, өнеркәсіптік және азаматтық құрылыс нысандарының шаңды-балшықты әртүрлі типтегі және тұздану дәрежесіндегі топырақтарда (ЗПГГ) жиі апатқа ұшырауы, сапасының төмендігі және тиімділігінің жеткіліксіздігі бұл аумақтарды игеруге арналған іргетас салудың қазіргі технологиялық кешенді процесінің жетілмегендігімен тікелей байланысты деген болжам жасалды. Біздің түсінігімізде бұл процесс ізденіс, жобалау және құрылыс жұмыстары кезінде орындалатын операциялар мен іс-әрекеттердің жиынтығы мен дәйектілігін білдіреді, оның негізгі мақсаты жоғары пайдалану сипаттамалары бар дайын іргетас жүйесін (ЗС) жасау болып табылады. Мұндай тәсіл бізге аталған мәселенің оңтайлы шешімдерін жоғалтпай, ең тиімді жолдарын анықтауға мүмкіндік береді. Теориялық және эксперименттік зерттеулер негізінде ғылыми қағидалар тұжырымдалып, нормативтік-заңнамалық құжаттарға толықтырулар енгізу бойынша ұсыныстар, сондай-ақ тәжірибелік ұсынымдар, конструктивті-технологиялық және техникалық шешімдер әзірленді. Бұл шешімдер отандық және шетелдік үздік аналогтардан асып түседі және олардың үйлесуі іргетас салу технологиялық процесін дамытып, ЗПГГ аумақтарындағы құрылыс сапасы мен тиімділігін арттыру бойынша өзекті ғылыми-қолданбалы мәселені шешуге мүмкіндік берді.

*Түйін сөздер:* технология, тәжірибе, тұз, стандарт, бағалау, сапа, мәселе, критерий.

Unaibayev B. Z.<sup>1</sup>, Unaibayev B. B.<sup>1</sup>, Ishchanova A. Sh.<sup>1</sup>,  
Abdrakhmanova K. A.<sup>2</sup>, Abdrakhmanova A. A.<sup>2\*</sup>, Sh. Toleubayeva<sup>3</sup>,  
I. Tashmukhanbetova<sup>4</sup>

### **Scientific and practical concept of territory development on complex silty-clay soils**

Materials and methods it is assumed that numerous accidents, poor quality and efficiency of the construction and operation of facilities of the fuel and energy complex, industrial and civil construction at the ZPGG are directly related to the imperfection of the established technological complex process of foundation construction for the development of these territories, which in our understanding is a set and sequence of operations and actions carried out in the process of surveys, design and construction, aimed at obtaining a finished product (PO) with the best performance indicators for the purpose. This understanding in research allows us not to lose the optimal solutions to the problem raised. Based on the results of theoretical and experimental research, scientific provisions have been formulated, proposals have been developed for inclusion in regulatory and legislative documents and practical recommendations, constructive, technological and technical solutions that surpass the best domestic and foreign analogues in their indicators, the totality of which allowed the development of a technological complex of the foundation building process providing a solution to an urgent scientific and applied problem – improving the quality and efficiency of development of territories composed of pulverized clay soils of various types and degrees of salinity (ZPPG).

*Keywords:* technology, experience, salt, standard, assessment, quality, problem, criterion.

## **Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»**

### References

1. Unaibayev B.J.; Unaibayev B.B. et al. Salts in the base groups as a factor forming their corrosion activity, subsidence and compressibility. Vestnik is a scientific journal of the Kazakh Head Architectural and Construction Academy. Scientific Journal, KazGASA, Almaty, No.4 (78) 2020, pp. 253-259.
2. Unaibayev BZH., Unaibayev B.B. Foundation construction on saline soils (Theory and practice): Monograph – Almaty. Northsmith, 2018. – 192с.
3. Unaibaev B.J. Unaibayev B.B. Piles in saline soils of Kazakhstan. – Monograph. – Almaty: Evero Publishing House, 2018. – 376 p.
4. Petrukhin V.P. Construction of structures on saline soils. – М.: Stroyizdat, 1989. – 264 p.
5. Moskvina V.M., Ivanov F.M., Alekseev S.N., Gruzev E.A. Corrosion of concrete and reinforced concrete, methods of their protection. – М.; Stroyizdat, 1980. – 536 p
6. Method of erecting a bored pile in saline loess subsidence soils. Innovative patent for invention No.22796 dated 08/10/2010, byul. No.8.
7. Askalonov V.V. Silicatization of loess soils. – М. 1959.
8. Rzhantsyn B.A. Chemical fixation of soils in construction. – М.: Stroyizdat, 1986.-264с.:ил. – (Reliability and quality)
9. V.E. Sokolov Chemical fixation of soils. – М.: Stroyizdat. 1980 – 119 p.
10. Unaibaev B.J., Unaibaev B.B. Effective technologies for protecting piles from corrosion in saline aggressive soils. The scientific journal «Vestnik». – Semey GU named after.Shakarima No. 53, 2019
11. Unaibayev BB, Unaibayev BZ, Alibekova N, Sarsembayeva A. Installation of Bored Piles with a Protective Silicate Shell of a New Design in Saline Silty-Clayey Soils. Applied Sciences. 2021; 11(15):6935. <https://doi.org/10.3390/app11156935>.
12. Unaibayev, V. Z., Unaibayev, V. B., & Andreyachshenko, V. (2021). Cast-in-situ piles encasements based on oil-bituminous rocks (kirs) in saline soils. Scientific Review Engineering and Environmental Sciences (SREES), 30(1), 51-61. <https://doi.org/10.22630/PNIKS.2021.30.1.5>.
13. Recommendations for the design and installation of foundations in saline soils with a rammed pit – Kazakh Technical Institute at the L.N. Gumilev ENU, 2001. - 105 p.
14. Recommendations for the design and installation of stacked piles
15. foundations with a protective shell in drilled wells – Kazakh Technical Institute at the L.N. Gumilyov ENU, 2001. - 68 p.
16. Unaibaev B.J.; Unaibaev B.B.; Ishchanova A.S. and others. Recommendations for the design and installation of a protective and load-bearing shell of bored piles erected in saline dusty clay soils. Study guide / – Ekibastuz: YITI named after K.Satpayev, 2022 - 55 p.
17. NTD RK Construction on saline soils. – Astana.: 2015.

---

---

## **Раздел 3**

**IT-технологии,  
энергетика,  
автоматизация и  
вычислительная  
техника**

### Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»

FTAMP 44.29.37  
ЭОЖ: 621.3

DOI [10.53002/034](https://doi.org/10.53002/034)

Б.А.Жаутиков, Д.Б.Ахатов, С.Н.Камарова, В.М.Дружинин, А.В.Никульшин

*Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау., Қазақстан*  
(E-mail: [bakhyt.zhautikov@ttu.edu.kz](mailto:bakhyt.zhautikov@ttu.edu.kz), [s.kamarova@ttu.edu.kz](mailto:s.kamarova@ttu.edu.kz), [v.druzhinin@ttu.edu.kz](mailto:v.druzhinin@ttu.edu.kz),  
[a.nikulshin@ttu.edu.kz](mailto:a.nikulshin@ttu.edu.kz))

#### Қазақстан энергетикалық жүйесіне HVDC технологияларын енгізудің тұжырымдамалық негізі

Мақалада тұрақты токтың жоғары кернеулі (HVDC) электр энергиясын жеткізу технологиялары, соның ішінде LCC және VSC түрлендіргіштері қарастырылады. Дәстүрлі HVAC жүйелерімен салыстырмалы талдау жүргізіліп, HVDC технологиясының жоғалтуларды азайту және жүйенің тұрақтылығын арттырудағы артықшылықтары анықталды. Қытай мен Үндістанның халықаралық тәжірибесі зерттеліп, Қазақстандағы аймақтық энергетикалық теңгерімді ескере отырып, HVDC енгізу перспективалары ұсынылды. Павлодар–Алматы бағыты бойынша HVDC желісінің тұжырымдамалық моделі әзірленді. Зерттеу нәтижелері HVDC технологиясының энергетикалық жүйені жаңғырту, жаңартылатын энергия көздерін интеграциялау және елдің энергетикалық қауіпсіздігін арттырудағы әлеуетін көрсетеді.

*Түйін сөздер:* HVDC, электр энергиясын беру, жаңартылатын энергия көздері (ЖЭК), тұрақты токпен берілетін инфрақұрылым.

#### *Кіріспе*

Қазіргі уақытта энергия тұтынудың өсуі мен жаңартылатын энергия көздерінің үлесінің артуы электр энергиясын беру жүйелерін жаңғыртудың өзектілігін арттырып отыр [1-2]. Тұрақты токтың жоғары вольтты беру технологиялары (HVDC) электр энергиясын жеткізу кезіндегі шығындарды едәуір азайтуға, энергиямен жабдықтаудың сенімділігі мен икемділігін қамтамасыз етуге, сондай-ақ генерация мен тұтыну орналасқан қашық аймақтарды тиімді біріктіруге мүмкіндік береді [3-4]. Мақалада HVDC түрлендіргіштерінің негізгі түрлері – LCC және VSC қарастырылып, дәстүрлі айнымалы ток жүйелерімен (HVAC) салыстырмалы талдау жүргізілген, халықаралық тәжірибе (Қытай, Үндістан) сарапталып, Қазақстан энергетикалық жүйесіне HVDC енгізудің жолдары ұсынылған [5-7]. Ұсынылған тұжырымдамалық модель ұлттық энергетикалық жүйенің тиімділігі мен тұрақтылығын заманауи технологиялар есебінен арттыру мүмкіндіктерін көрсетеді [8].

#### *Материалдар мен әдістер*

Зерттеу барысында тұрақты токтың жоғары кернеулі берілуі (HVDC) технологиялары бойынша ғылыми және ресми дереккөздердегі өзекті мәліметтер жиналды. Негізгі материалдар ретінде халықаралық ғылыми мақалалар, шолу еңбектер, техникалық есептер, сондай-ақ Қазақстан Республикасының Энергетика министрлігінің ресми интернет-ресурстарындағы деректер пайдаланылды [1, 3, 7].

Ақпаратты іздеу үшін Scopus, Google Scholar, ScienceDirect сияқты ғылыми дерекқорлар қолданылды. Сонымен қатар, Қазақстанның энергетика саласындағы ағымдағы жағдайы мен даму жоспарларына қатысты ақпаратты алу үшін Энергетика министрлігінің ресми сайтындағы мәліметтер қарастырылды [7, 9].

Материалдарды таңдау кезінде жарияланған мерзімі, тақырыптың мақала мазмұнына сәйкестігі, HVDC және айнымалы ток жүйелері (HVAC) бойынша техникалық-экономикалық салыстыру

### **Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»**

мәліметтерінің болуы ескерілді [4, 10, 11]. Сондай-ақ Қытай мен Үндістандағы жүзеге асырылған жобаларға қатысты нақты деректер назарға алынды [5, 6].

Жиналған ақпараттар келесі зерттеу әдістері арқылы талданды:

1. **Салыстырмалы талдау** – HVDC және HVAC желілерінің, сондай-ақ LCC және VSC түрлендіргіштерінің техникалық ерекшеліктері мен артықшылықтарын салыстыру үшін қолданылды [3, 12, 13].

2. **Халықаралық тәжірибені зерделеу** – Қытай мен Үндістандағы жобаларды қарастыра отырып, Қазақстанның энергетикалық жүйесіне бейімдеуге болатын тәсілдер айқындалды [5, 6, 14].

3. **Техникалық шешімдерді жалпылау** – Павлодар–Алматы бағыты бойынша ұсынылған HVDC желісінің тұжырымдамалық моделін қалыптастыруға негіз болды [8, 15].

Бұл зерттеу бұрынғы жарияланған материалдарды талдау негізінде жүргізіліп, тәжірибелік немесе модельдік есептеулерді қамтымайды.

#### *Негізгі бөлім*

HVDC жүйесінде электр станцияларымен өндірілетін айнымалы ток (AC) түзеткіш станциясында тұрақты токқа (DC) түрлендіріледі, содан кейін желі арқылы беріледі және қабылдаушы энергетикалық жүйеге жіберілмес бұрын инверторлық станцияда қайтадан айнымалы токқа түрленеді [3]. Мұндай тәсіл арқылы 100 МВт-тан 10000 МВт-қа дейінгі қуатты тасымалдауға болады, бұл HVDC-ті ірі энергетикалық жобалар үшін таптырмас технология етеді [1, 8]. HVDC жүйелерінің тиімділігі ең алдымен тасымалданатын қуат мөлшері мен желі архитектурасына байланысты. Түзеткіш станциялар салыстырмалы түрде қымбат болғанымен, HVDC тасымалдау желілері HVAC желілеріне қарағанда арзанырақ [10]. Нәтижесінде белгілі бір қашықтықтан бастап HVDC экономикалық жағынан тиімдірек болады. HVAC технологиясын қолданатын жерасты және суасты кабельдік желілер ұзындығы бойынша шектелген (әдетте 50 км-ге дейін), себебі сыйымдылықтық шығындар артады, ал HVDC кабельдері 600 км және одан да ұзақ қашықтықтарға қолданылуы мүмкін [4, 12].

HVDC технологиясы түрлі жиілікте жұмыс істейтін энергетикалық жүйелерді біріктіру үшін де қолданылады. Мысалы, Жапонияда энергетикалық желінің бір бөлігі 50 Гц жиілікте, ал екіншісі – 60 Гц жиілікте жұмыс істейді, сондықтан HVAC технологиясы арқылы тікелей қосу мүмкін емес. Алайда HVDC түрлендіргіш станциялары мұндай асинхронды жүйелер арасында энергия алмасуын қамтамасыз етеді, жиіліктердің тәуелсіздігін сақтай отырып. Бұл HVDC технологиясын трансшекаралық және өңіраралық байланыстар үшін негізгі құрал етеді, электр энергиясын тұрақты әрі тиімді тасымалдауды қамтамасыз етеді [1, 15].

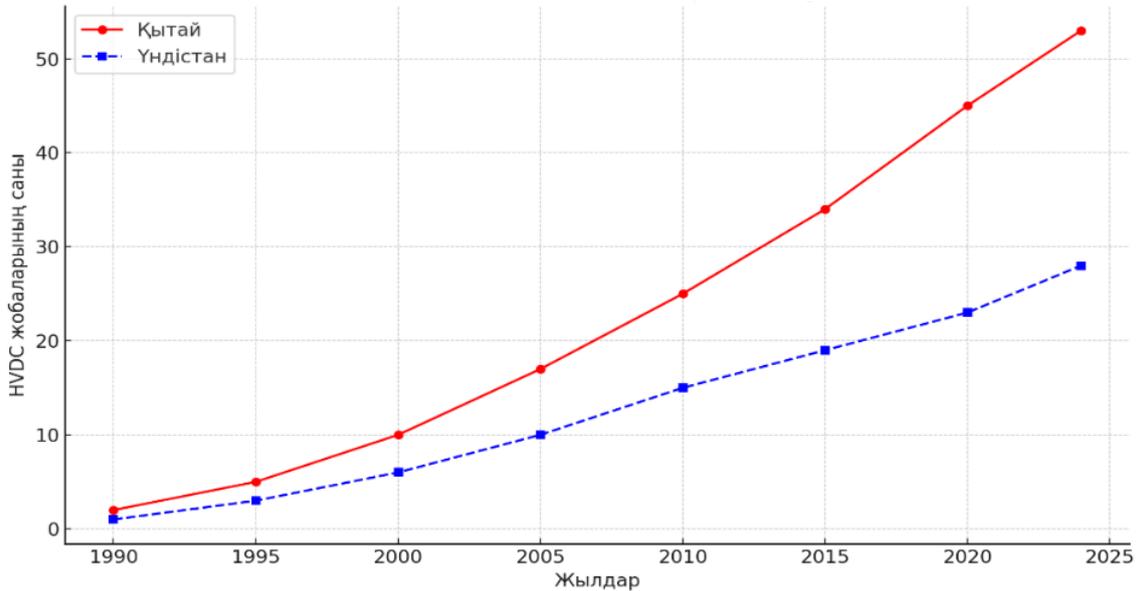
LCC-HVDC, яғни ток көзіне негізделген түрлендіргіштер (CSC) – HVDC жүйелері арқылы энергия тасымалдау үшін ең кең қолданылатын технология. Олардың жұмысы тек бір бағытта ток өткізе алатын тиристорлы вентильдерге негізделген. Тиристорлар басқарушы импульс арқылы қосылады, бірақ ток нөлге түскенде ғана автоматты түрде өшіріледі, бұл олардың негізгі жұмыс режимін анықтайды. LCC жүйелері тиристорлардың қосылу бұрышын (фаза бұрышы  $\alpha$ ) басқару арқылы жұмыс істейді, бұл түзеткіш және инверторлық станцияларда қуатты реттеуге мүмкіндік береді [3]. Мұндай жүйелерде қуат ағынының бағыты кернеу полярлығын өзгерту арқылы ауысады, ал ток бағыты өзгеріссіз қалады. Бұл LCC технологиясын жетілген әрі сенімді етеді, бүкіл әлемде осы тәсілді пайдаланатын 150-ден астам HVDC жобасы іске асырылған.

LCC-HVDC және VSC-HVDC – тұрақты токпен электр энергиясын тасымалдау жүйелерінде қолданылатын екі негізгі түрлендіргіш технологиясы. Тиристорлық түзеткіштерге негізделген LCC-HVDC – 12 ГВт-қа дейінгі қуатты  $\pm 1100$  кВ кернеуде алыс қашықтықтарға тасымалдауға жарамды, жетілген әрі кең тараған технология. Ал VSC-HVDC, яғни IGBT транзисторларын қолданатын түрі, қуатты басқаруда икемдірек және әлсіз энергетикалық жүйелерде жұмыс істей алады [12, 13]. Алайда VSC-HVDC жүйесінің өткізу қабілеті шамамен 3–4 ГВт, ал кернеу деңгейі  $\pm 640$  кВ шамасында шектелген [8].

Жоғары кернеулі тұрақты токпен (HVDC) электр энергиясын тасымалдау технологиясын дамыту белсенді түрде жалғасуда, бұл іске асырылып жатқан және жоспарланған жобалардың тұрақты өсуімен дәлелденеді [3, 8]. Бұл технология әсіресе Азияда кең таралған, бұл аймақ жалпы орнатылған қуаттың шамамен 52 %-ын құрайды. Мұның себебі – қашық орналасқан генерация нысандарынан тұтыну

### Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»

орталықтарына дейінгі арақашықтықта электр энергиясын тасымалдау қажеттілігі. Қытай мен Үндістан HVDC технологиясын жаңартылатын энергия көздерін интеграциялау және энергетикалық жүйелерінің тиімділігін арттыру мақсатында ең белсенді қолданушы елдер болып табылады [5, 6, 14].



Сурет 1. Қытай мен Үндістанда HVDC технологиясын енгізу динамикасы (1990–2024 жж.)

HVDC технологиясының Қытай мен Үндістанда енгізілу динамикасын көрнекі түрде көрсету үшін негізгі көрсеткіштерді графикалық форматта ұсынайық. Деректерді визуализациялау әр елдегі технологиялардың дамуының ауқымын, жаңа желілердің құрылысы қарқынын және олардың энергетикалық инфрақұрылымға әсерін жақсырақ түсінуге мүмкіндік береді. 1-суретте ұсынылған график орнатылған қуаттың өсуін, HVDC желілерінің ұзындығын және жылдар бойынша іске асырылған жобалар санын көрсетеді [5, 8]. Бұл салыстырмалы талдау жүргізуге және негізгі үрдістерді анықтауға мүмкіндік береді.

#### Нәтижелер және талқылау

Қазақстанның энергетикалық жүйесіне жалпы орнатылған қуаттылығы 18 572 МВт болатын 71 электр станциясы кіреді. Электр энергиясының негізгі бөлігі көмірмен жұмыс істейтін станцияларында, мысалы, Екібастұз ГРЭС-2-де өндіріледі. Алайда соңғы жылдары жаңартылатын энергия көздерінің (ЖЭК) үлесі артып келеді. 2021 жылы ЖЭК қуаты 7 086 МВт-ты құрады, ал 2024 жылы ЖЭК есебінен өндірілген энергияның үлесі 6,43%-ға жетті [7, 9].

Қазақстанның энергетикалық секторының негізгі көрсеткіштері:

1. Электр станциялары: жалпы қуаттылығы 18 572 МВт болатын 71 бірлік;
2. Жаңартылатын энергия көздері: 2024 жылы ЖЭК үлесі жалпы электр энергиясы өндірісінің 6,43%-ын құрады;
3. Электр жеткізу желілері: 2021 жылғы 1 қаңтарға жалпы ұзындығы 23 383 км;
4. Негізгі тұтынушылар: өнеркәсіптік кәсіпорындар, әсіресе тау-кен және металлургия салаларында, сондай-ақ халық.

Қытай мен Үндістанның тәжірибесін ескере отырып, Қазақстан төмендегі 2-суретте көрсетілген міндеттерді шешу үшін HVDC технологияларын енгізуді қарастыруы мүмкін [5-6].

### Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»



Сурет 2. Қазақстандағы HVDC технологияларын енгізудің басым бағыттары

2-суреттен көріп отырғанымыздай, бұл талдау HVDC технологияларын енгізу Қазақстанның ұлттық энергетикалық жүйесінің сенімділігін айтарлықтай арттыра алатынын көрсетеді. Жоғары вольтты тұрақты ток (HVDC) технологиясы энергиямен жабдықтауды тұрақтандыруға, беру кезіндегі шығындарды азайтуға және жиіліктің ауытқуы тәуекелдерін төмендетуге мүмкіндік береді [8].

Қазақстанда HVDC технологияларын табысты енгізу үшін кешенді шаралар жүргізу қажет. Ең алдымен, электр беру желілерінің ұзақтығы, генерация көздерінің орналасуы мен электр энергиясын тұтыну құрылымын ескере отырып, HVDC технологияларын қолданудың мақсатқа сәйкестігін бағалайтын техникалық-экономикалық негіздеме әзірлеу қажет [2, 15]. Ерекше назар электр энергиясының тапшылығы байқалатын өңірлермен, атап айтқанда, Екібастұз ГРЭС-ін Қазақстанның оңтүстік аймақтарымен (Алматы және Жамбыл облыстары) байланыстыратын желілерге, сондай-ақ Ресейге тәуелді Батыс Қазақстанмен байланыс желілеріне аударылуы тиіс [7].

Келесі қадам ретінде HVDC технологияларын енгізудің пилоттық жобаларын әзірлеу ұсынылады. Атап айтқанда, Екібастұз – Алматы және Ақтөбе – Атырау бағыттарында, мұнда электр энергиясының үлкен көлемін аз шығынмен жеткізу қажет. Бұл учаскелер HVDC технологияларын сынақтан өткізу мен енгізу үшін алғашқы нысандар бола алады, бұл технологияның экономикалық тиімділігін бағалауға мүмкіндік береді [7, 9].

Модельдің негізгі элементтері:

1. **Негізгі тұтынушылар** (модель сызбасындағы көк түйіндер): Астана, Алматы, Шымкент, Атырау, Ақтау, Қызылорда.

2. **HVDC желілерінің негізгі бағыттары**: Энергияны Екібастұздан Астанаға, одан әрі Алматыға жеткізу, оңтүстік өңірлердегі күн және жел генерациясын интеграциялау.

**Негізгі тұтынушылар:**

1. **Астана** – энергетикалық тұтыну көлемі артып келе жатқан әкімшілік орталық.

2. **Алматы** – қыстағы жүктемесі жоғары ірі қала.

3. **Шымкент** – қарқынды дамып келе жатқан оңтүстік аймақ.

4. **Атырау** – тұрақты энергиямен қамтуды қажет ететін мұнай-газ хабы.

**HVDC желілерінің маршруттары**

Солтүстіктен оңтүстікке (Екібастұз → Астана → Алматы → Шымкент) – көмір станцияларынан артық энергияны халық тығыз орналасқан оңтүстік өңірлерге жеткізу үшін.

Батыстан орталыққа (Атырау → Ақтау → Қызылорда) – мұнай-газ өңірін біртұтас энергетикалық жүйеге интеграциялау мақсатында.

Жаңартылатын энергия көздерінен → Магистральдық желілерге (Жамбыл ЖЭС, Қызылорда КЭС → Алматы, Астана) – ЖЭК-ті ұлттық желіге HVDC арқылы қосу үшін.

Қазақстанда HVDC жүйесін енгізу бірқатар маңызды артықшылықтар әкеледі. Біріншіден, ол электр энергиясын алыс қашықтыққа тасымалдау кезінде болатын шығындарды едәуір азайтуға мүмкіндік береді, бұл аумағы кең ел үшін аса маңызды [4]. Екіншіден, бұл жүйе қазіргі уақытта елдің басқа өңірлерінен келетін энергия ағындарына тәуелді және электр энергиясының жетіспеушілігі қаупіне ұшыраған оңтүстік және батыс өңірлерде тұрақты энергиямен жабдықтауды қамтамасыз етеді [6]. Соңында, HVDC технологиясын қолдану күн және жел электр станциялары сияқты жаңартылатын

### **Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»**

энергия көздерін интеграциялау үшін икемді жағдай жасайды, бұл олардың Қазақстанның жалпы энергетикалық балансындағы үлесін арттырып, экологиялық тұрғыдан таза әрі орнықты энергетикаға көшуді жеделдетеді [15].

#### *Қорытынды*

Жүргізілген зерттеу нәтижелері жоғары кернеулі тұрақты токпен (HVDC) электр энергиясын беру технологиясының Қазақстан үшін айрықша өзектілігін көрсетеді. Бұл технология қашықтыққа электр энергиясын тасымалдаудағы шығындарды азайту, жүйенің сенімділігі мен тұрақтылығын арттыру, сондай-ақ жаңартылатын энергия көздерін интеграциялауда маңызды рөл атқара алады [1, 15].

Қытай мен Үндістан тәжірибесі HVDC технологиясының тиімділігін нақты дәлелдеді. Қазақстанда да бұл технологияны кезең-кезеңімен енгізу ұлттық энергетикалық жүйенің сенімділігін арттырып, энергия тапшылығы мәселелерін шешуге септігін тигізеді [7].

Павлодар–Алматы бағыты бойынша әзірленген тұжырымдамалық модель елдің солтүстік пен оңтүстік өңірлері арасындағы энергетикалық байланысты нығайтып, жаңартылатын энергия көздерінің үлесін арттыруға мүмкіндік береді [8]. Сонымен қатар, бұл технология экологиялық тұрғыдан таза энергетикаға көшу үдерісін жеделдетуге сеп болады [4].

Осыған байланысты, Қазақстан үшін HVDC технологияларын енгізуге бағытталған техникалық-экономикалық негіздемелер әзірлеу, пилоттық жобаларды іске қосу және нормативтік-құқықтық базаны жетілдіру – болашақтағы басым бағыттар қатарында болуы тиіс.

#### *Әдебиеттер тізімі*

1. Kalair A., Abas N., Khan N. Comparative study of HVAC and HVDC transmission systems // Renewable and Sustainable Energy Reviews – 2016. – Vol. 59. – P. 1653 – 1675. – DOI: 10.1016/j.rser.2015.12.288.
2. Alassi A., Bañales S., Ellabban O., Adam G., MacIver C. HVDC Transmission: Technology Review, Market Trends and Future Outlook // Renewable and Sustainable Energy Reviews – 2019. – Vol. 112. – P. 530 - 554. – DOI: 10.1016/j.rser.2019.04.062.
3. Stan A., Costinaş S., Ion G. Overview and Assessment of HVDC Current Applications and Future Trends // Energies – 2022. – Vol. 15, No. 3. – Art. 1193 – DOI: 10.3390/en15031193.
4. Pillay C.J., Kabeya M., Davidson I.E. Transmission Systems: HVAC vs HVDC // Proceedings of the 5th NA International Conference on Industrial Engineering and Operations Management. – Detroit, USA, August 10–14, 2020. – P. 2060–2076.
5. Suslova O.V. R&D and Application of HVDC Power Transmissions in China // STC of Unified Power System Proceedings – 2016. – Vol. 73. – P. 99–109.
6. HVDC Systems in India // International Journal of Control and Automation – 2016. – Vol. 9, No. 5. – P. 95–107.
7. Ministry of Energy of the Republic of Kazakhstan. Official website. Available at: <https://www.gov.kz/memleket/entities/energo?lang=en> (accessed: 02.04.2025).
8. Wang M., An T., Ergun H., Lan Y., Andersen B., Szechtman M., Leterme W., Beerten J., Van Hertem D. Review and outlook of HVDC grids as backbone of transmission system // CSEE Journal of Power and Energy Systems – 2021. – Vol. 7, No. 4. – Art. 9299506. – P. 797 – 810. – DOI: 10.17775/CSEEJPES.2020.04890.
9. Kazakhstan Electricity Grid Operating Company (KEGOC). Official website. Available at: <https://www.kegoc.kz/en/> (accessed: 02.04.2025).
10. Barnwal A.K., Kumar A., Tiwari N. Comparative Analysis of HVAC and HVDC Transmission System // IRE Journals – 2018. – Vol. 1, No. 9. – P. 305–307. – ISSN: 2456-8880.
11. Shah Ayobe A., Gupta S. Comparative investigation on HVDC and HVAC for bulk power delivery // Materials Today: Proceedings – 2021. – Vol. 48. P. 958 – 964. – DOI: 10.1016/j.matpr.2021.06.025.
12. Pei Z., Liu P., Zhang A., Zhou Y. An Overview on VSC-HVDC Power Transmission Systems // International Journal of Control and Automation – 2016. – Vol. 9, No. 5. – P. 33–44. – DOI: 10.14257/ijca.2016.9.5.04.

### **Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»**

13. Gandotra R., Kanika, Pal K. The VSC-HVDC Transmission System Performance Assessment // Journal of Physics: Conference Series – 2023. – Vol. 2570, No. 1. – Art. 012025. – DOI: 10.1088/1742-6596/2570/1/012025.

14. Mitra S., Pandaraboyana D.K., Arulvendhan K., Srinivasan J.D. HVDC in Indian Power Sector // International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE) – 2019. – Vol. 8, Issue 1S4. – P. 509–515. – ISSN: 2277-3878.

15. Watson N.R., Watson J.D. An Overview of HVDC Technology // Energies – 2020. – Vol. 13, No. 17. – Art. 4342. – DOI: 10.3390/en13174342.

Б.А.Жаутиков, Д.Б. Ахатов, С.Н.Камарова, В.М.Дружинин, А.В.Никульшин

#### **Концептуальные основы внедрения HVDC-технологий в энергетическую систему Казахстана**

В статье рассматриваются технологии передачи электрической энергии по линиям высоковольтного постоянного тока (HVDC), включая преобразователи типов LCC и VSC. Проведён сравнительный анализ с традиционными системами переменного тока (HVAC), выявлены преимущества технологий HVDC в снижении потерь и повышении устойчивости энергосистемы. Изучен международный опыт Китая и Индии, предложены перспективы внедрения HVDC в Казахстане с учётом регионального энергетического баланса. Разработана концептуальная модель HVDC-линии по маршруту Павлодар–Алматы. Результаты исследования демонстрируют потенциал технологии HVDC для модернизации энергосистемы, интеграции возобновляемых источников энергии и повышения энергетической безопасности страны.

*Ключевые слова:* HVDC, передача электроэнергии, возобновляемые источники энергии (ВИЭ), инфраструктура постоянного тока.

Zhautikov B.A., Akhatov D.B., Kamarova S.N., Druzhinin V.M., Nikulshin A.V.

#### **Conceptual bases for introduction of HVDC-technologies into the energy system of Kazakhstan**

The article considers technologies of electric power transmission through high-voltage direct current (HVDC) lines, including converters of LCC and VSC types. A comparative analysis with traditional alternating current systems (HVAC) is carried out, the advantages of HVDC technologies in reducing losses and improving the stability of the power system are revealed. International experience of China and India has been studied, and the prospects of HVDC implementation in Kazakhstan have been proposed, taking into account the regional energy balance. A conceptual model of HVDC line along the Pavlodar-Almaty route was developed. The results of the study demonstrate the potential of HVDC technology to modernize the energy system, integrate renewable energy sources and improve energy security of the country.

*Keywords:* HVDC, power transmission, renewable energy sources (RES), direct current transmission infrastructure.

#### References

1. Kalair A., Abas N., Khan N. Comparative study of HVAC and HVDC transmission systems // Renewable and Sustainable Energy Reviews – 2016. – Vol. 59. – P. 1653 – 1675. – DOI: 10.1016/j.rser.2015.12.288.

### **Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»**

2. Alassi A., Bañales S., Ellabban O., Adam G., MacIver C. HVDC Transmission: Technology Review, Market Trends and Future Outlook // *Renewable and Sustainable Energy Reviews* – 2019. – Vol. 112. – P. 530 - 554. – DOI: 10.1016/j.rser.2019.04.062.
3. Stan A., Costinaş S., Ion G. Overview and Assessment of HVDC Current Applications and Future Trends // *Energies* – 2022. – Vol. 15, No. 3. – Art. 1193 – DOI: 10.3390/en15031193.
4. Pillay C.J., Kabeya M., Davidson I.E. Transmission Systems: HVAC vs HVDC // *Proceedings of the 5th NA International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*. – Detroit, USA, August 10–14, 2020. – P. 2060–2076.
5. Suslova O.V. R&D and Application of HVDC Power Transmissions in China // *STC of Unified Power System Proceedings* – 2016. – Vol. 73. – P. 99–109.
6. HVDC Systems in India // *International Journal of Control and Automation* – 2016. – Vol. 9, No. 5. – P. 95–107.
7. Ministry of Energy of the Republic of Kazakhstan. Official website. Available at: <https://www.gov.kz/memleket/entities/energo?lang=en> (accessed: 02.04.2025).
8. Wang M., An T., Ergun H., Lan Y., Andersen B., Szechtman M., Leterme W., Beerten J., Van Hertem D. Review and outlook of HVDC grids as backbone of transmission system // *CSEE Journal of Power and Energy Systems* – 2021. – Vol. 7, No. 4. – Art. 9299506. – P. 797 – 810. – DOI: 10.17775/CSEEJPES.2020.04890.
9. Kazakhstan Electricity Grid Operating Company (KEGOC). Official website. Available at: <https://www.kegoc.kz/en/> (accessed: 02.04.2025).
10. Barnwal A.K., Kumar A., Tiwari N. Comparative Analysis of HVAC and HVDC Transmission System // *IRE Journals* – 2018. – Vol. 1, No. 9. – P. 305–307. – ISSN: 2456-8880.
11. Shah Ayobe A., Gupta S. Comparative investigation on HVDC and HVAC for bulk power delivery // *Materials Today: Proceedings* – 2021. – Vol. 48. P. 958 – 964. – DOI: 10.1016/j.matpr.2021.06.025.
12. Pei Z., Liu P., Zhang A., Zhou Y. An Overview on VSC-HVDC Power Transmission Systems // *International Journal of Control and Automation* – 2016. – Vol. 9, No. 5. – P. 33–44. – DOI: 10.14257/ijca.2016.9.5.04.
13. Gandotra R., Kanika, Pal K. The VSC-HVDC Transmission System Performance Assessment // *Journal of Physics: Conference Series* – 2023. – Vol. 2570, No. 1. – Art. 012025. – DOI: 10.1088/1742-6596/2570/1/012025.
14. Mitra S., Pandaraboyana D.K., Arulvendhan K., Srinivasan J.D. HVDC in Indian Power Sector // *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)* – 2019. – Vol. 8, Issue 1S4. – P. 509–515. – ISSN: 2277-3878.
15. Watson N.R., Watson J.D. An Overview of HVDC Technology // *Energies* – 2020. – Vol. 13, No. 17. – Art. 4342. – DOI: 10.3390/en13174342.

### Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»

МРНТИ 13.35.04  
УДК: 004.588

DOI [10.53002/035](https://doi.org/10.53002/035)

С.Е.Адилкешев, А.М.Утеев, В.Г.Носов, Ж.К.Капашева

*Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан  
(E-mail: zh.kapasheva@tttu.edu.kz)*

#### Практическое применение цифровых технологий в изучении языков

В статье рассматривается практическое применение цифровых технологий в изучении казахского языка на примере инновационной обучающей игры *Bäige*. Проект сочетает элементы жанра *roguelike* с языковой практикой, внедряя игровые механики в образовательный процесс. Основное внимание уделяется методам повышения мотивации учащихся, а также разработке интерактивной среды, где знание языка становится ключевым элементом прохождения. Использование игровых инструментов, таких как перевод фраз и активное взаимодействие с окружением, обеспечивает эффективное усвоение материала. Представлены этапы разработки, технические решения и перспективы масштабирования проекта на другие языки и форматы обучения.

*Ключевые слова:* геймификация, цифровые технологии, обучение, казахский язык, *roguelike*, *Bäige*, мотивация, игровая механика, языковая практика, интерактивность.

#### *Введение*

В современном мире цифровые технологии играют ключевую роль в образовательном процессе. Они позволяют не только автоматизировать процесс обучения, но и сделать его более увлекательным и интерактивным. Современные цифровые инструменты обеспечивают доступ к разнообразным образовательным ресурсам в любое время и из любой точки мира, способствуют индивидуализации обучения и формированию цифровой грамотности учащихся.

Одним из перспективных направлений цифровой трансформации образования является геймификация – внедрение игровых механик в образовательные программы. Такой подход способствует повышению мотивации студентов, развитию критического мышления и формированию устойчивого интереса к учебному материалу. Игровые элементы, такие как баллы, уровни, значки и лидерборды, делают процесс обучения более динамичным и вовлекающим, особенно среди молодого поколения.

В рамках данной концепции была разработана игра *Bäige* – инновационный проект, который объединяет жанр *roguelike* с элементами изучения казахского языка. В отличие от традиционных методик, игра вовлекает пользователя в языковую среду, где знания становятся необходимым инструментом для прохождения уровней.

#### *Проблематика и актуальность*

Изучение казахского языка в современных условиях сталкивается с рядом трудностей:

Ограниченные возможности для практики в повседневной жизни;

Нехватка современных образовательных платформ;

Недостаток мотивации у обучающихся из-за монотонности традиционных методов.

Одновременно с этим наблюдается рост интереса к образовательным видеоиграм, которые доказали свою эффективность в повышении мотивации и усвоении материала. В этом контексте *Bäige* представляет собой инновационный инструмент, который объединяет языковую практику с увлекательным игровым процессом.

*Основные механики игры Bäige:*

### Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»

Игра Väige строится вокруг ключевой механики — перевода фраз и выбора правильных слов для активации магических заклинаний, общения с NPC и взаимодействия с миром. Ошибки в переводе имеют игровые последствия, что формирует систему обратной связи и способствует лучшему запоминанию материала.

Жанровая специфика и особенности геймплея

Жанр roguelike выбран для Väige не случайно:

Процедурная генерация уровней – каждый новый запуск игры предоставляет уникальный игровой опыт;

Нелинейный игровой процесс – игрок может самостоятельно выбирать стратегию прохождения;

Интерактивное обучение – необходимость использования казахского языка для взаимодействия с окружением.

В результате обучение становится не принудительным, а органичным элементом игры (Рисунок 1).

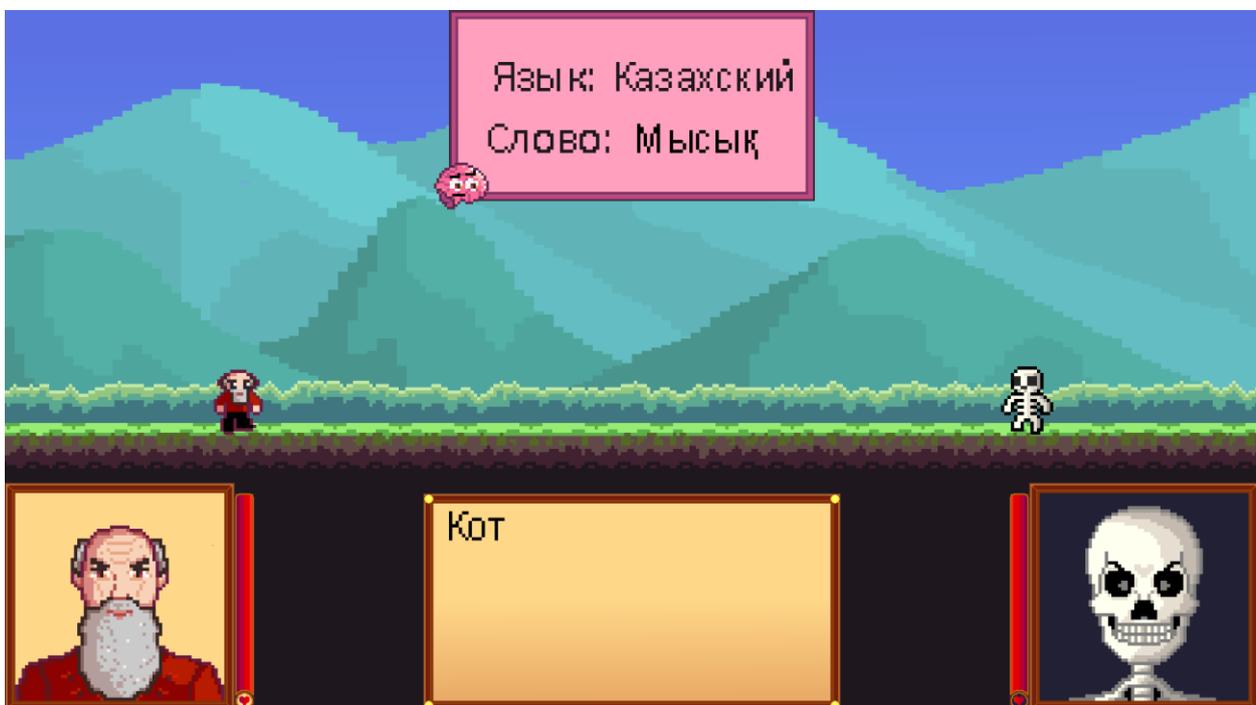


Рисунок 1 – Пример игрового процесса

Один из ключевых элементов *Väige* – боевая система, в которой заклинания активируются с помощью правильного перевода слов и фраз. Например,

- Если игрок неверно переводит слово, то он навредит самому персонажу;
- При правильном переводе персонаж делает атаку;

Такая механика не только делает игровой процесс динамичным, но и способствует практическому запоминанию слов и фраз.

*Методология разработки*

Разработка игры осуществляется с использованием современных технологий:

- Игровой Движок: Unity (обеспечивает гибкость и расширяемость проекта);
- Язык Программирование: C# (для написания игровых механик);
- Языковые алгоритмы: обработка естественного языка для адаптации игры под уровень знаний игрока.

*Этапы разработки включают:*

- Исследование и проектирование игровых механик;
- Создание прототипа;

### Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»

- Интеграцию языковых алгоритмов;
- Тестирование и исправление ошибок;
- Оптимизацию и расширение функционала.

#### Перспективы и развитие проекта

В будущем планируется масштабирование проекта, включая:

- Добавление новых языков (английский, китайский, турецкий и другие языки);
- Внедрение многопользовательского режима;
- Создание системы прогресса, направленной на постепенное усложнение языковых заданий.

#### Заключение

Проект Väige демонстрирует, как цифровые технологии могут органично интегрироваться в образовательный процесс, делая его не только более интересным, но и значительно эффективным. Благодаря уникальному сочетанию жанра *roguelike* с элементами языкового обучения, игра создаёт захватывающий игровой опыт, в котором игроки учат язык, взаимодействуя с окружающим миром, переводя фразы и применяя знания в реальных игровых ситуациях.

В дальнейшем Väige может стать универсальным инструментом для изучения различных языков, включая редкие и региональные, благодаря гибкой архитектуре и возможности добавления новых языковых пакетов. Это открывает широкие горизонты для цифрового образования, особенно в условиях дистанционного или гибридного обучения, а также может быть использовано как дополнительный инструмент в школьных и вузовских программах.

#### Список литературы

1. Батов М. История жанра roguelike: от Rogue до Binding of Isaac [Электронный ресурс] // Habr. – 2020. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/articles/493890> – Дата обращения: 01.04.2025.
2. Кәпқызы Е. Проблема методики изучения казахского языка существует, но важнее проблема желаний изучения – эксперты [Электронный ресурс] // 365info.kz. – 2015. – Режим доступа: <https://365info.kz> – Дата обращения: 01.04.2025.
3. Кадашева К., Асанова У.О., Ашикбаева Б.Г. Лингвометодические проблемы изучения казахского языка в условиях близкородственного двуязычия [Электронный ресурс] // Вестник Российского университета дружбы народов. – 2013. – Режим доступа: <https://journals.rudn.ru> – Дата обращения: 01.04.2025.
4. Кирилл. Процедурная генерация уровней для двумерного платформера [Электронный ресурс] // Habr. – 2023. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/articles/782130/> – Дата обращения: 01.04.2025.
5. Султан. Цифровые технологии в образовательном пространстве [Электронный ресурс] // CyberLeninka. – 2018. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovyye-tehnologii-v-obrazovatelnom-prostranstve> – Дата обращения: 01.04.2025.

С.Е.Адилкешев, А.М.Утеев, В.Г.Носов, Ж.К.Капашева

#### Тілді үйренудегі цифрлық технологияларды практикалық қолдану

Бұл мақалада қазақ тілін үйретуге бағытталған *Väige* инновациялық білім беру ойыны мысалында цифрлық технологияларды тіл үйренуде қолданудың практикалық тәсілдері қарастырылады. Жоба roguelike жанрын тілдік тәжірибемен біріктіріп, оқу үдерісіне ойын механикаларын енгізеді. Мақалада білім алушылардың мотивациясын арттыру әдістері мен тілді меңгеруді ойын арқылы тиімді ұйымдастыру жолдары сипатталады. Ойын барысында қолданушы фразаларды аударып, ойын ортасымен әрекеттесе отырып, тілдік

### **Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»**

білімін бекітеді. Жобаның әзірлеу кезеңдері, техникалық шешімдері және болашақта басқа тілдер мен білім беру форматтарына бейімдеу мүмкіндіктері қарастырылады.

*Түйінді сөздер:* геймификация, цифрлық технологиялар, білім беру, қазақ тілі, roguelike, Bäge, мотивация, ойын механикасы, тілдік тәжірибе, интерактивтілік.

S.E. Adilkeshev, A.M. Uteev, V.G. Nosov, Zh.K. Kapasheva

#### **Practical Application of Digital Technologies in Language Learning**

This article explores the practical application of digital technologies in language learning through the example of Bäge, an innovative educational game focused on the Kazakh language. The project combines the roguelike genre with language practice, integrating game mechanics into the learning process. It emphasizes methods for increasing learner motivation and creating an interactive environment where language knowledge is essential for progress. Gameplay involves translating phrases and engaging with the environment, promoting effective knowledge retention. The paper outlines the development stages, technical solutions, and future prospects for scaling the project to other languages and educational formats.

*Keywords:* gamification, digital technologies, education, Kazakh language, roguelike, Bäge, motivation, game mechanics, language practice, interactivity.

#### References

1. Batov M. The History of the Roguelike Genre: From Rogue to Binding of Isaac [Electronic resource] // Habr. – 2020. – Access: <https://habr.com/ru/articles/493890> – Accessed: 01.04.2025.
2. Kapkyzy E. The Problem of Teaching Methodology for the Kazakh Language Exists, but the Desire to Learn It Is More Important – Experts Say [Electronic resource] // 365info.kz. – 2015. – Access: <https://365info.kz> – Accessed: 01.04.2025.
3. Kadasheva K., Asanova U.O., Ashikbayeva B.G. Linguo-Methodological Problems of Teaching Kazakh in the Context of Closely Related Bilingualism [Electronic resource] // Bulletin of Peoples' Friendship University of Russia. – 2013. – Access: <https://journals.rudn.ru> – Accessed: 01.04.2025.
4. Kirill. Procedural Level Generation for a 2D Platformer [Electronic resource] // Habr. – 2023. – Access: <https://habr.com/ru/articles/782130/> – Accessed: 01.04.2025.
5. Sultan. Digital Technologies in the Educational Space [Electronic resource] // CyberLeninka. – 2018. – Access: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovye-tehnologii-v-obrazovatelnom-prostranstve> – Accessed: 01.04.2025.

### Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»

FTAMP 44.31.35  
ЭОЖ: 621.181.3

DOI [10.53002/036](https://doi.org/10.53002/036)

Н.Н. Асабина

Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан  
(E-mail: [n.assabina@tttu.edu.kz](mailto:n.assabina@tttu.edu.kz))

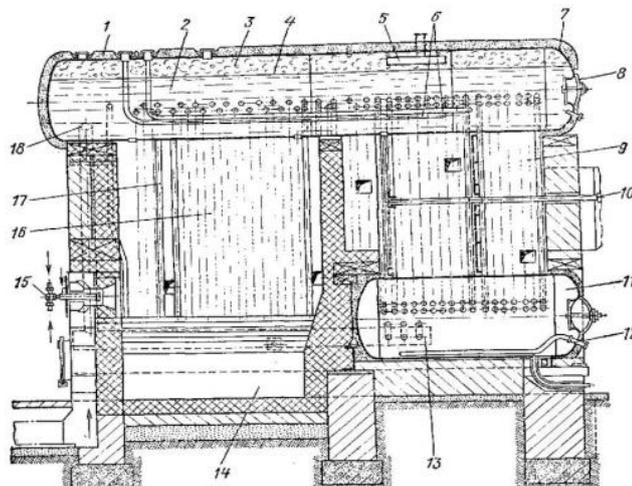
#### Барабанды қазандықтардың буқыздырғыштарының металл коррозиясы

Барабанды қазандықтардың буқыздырғыштарының металл коррозиясы жылу алмасу жабдықтарының сенімділігі мен тиімділігінің төмендеуіне әкелетін жылу энергетикасы саласының негізгі проблемаларының бірі болып табылады. Мақалада қазандықтардың жұмысына тән жоғары температура мен қысым жағдайында металдардың коррозиялық бұзылуының себептері, механизмдері мен ерекшеліктері қарастырылады. Судың сапасы, агрессивті заттардың болуы және металл беттерінің сипаттамалары сияқты коррозияның қарқындылығына әсер ететін факторларға талдау жасалды. Барабан қазандықтарын пайдаланатын нысандардағы коррозияны эксперименттік талдау нәтижелеріне назар аударылады. Коррозия жылдамдығы, зақымдану дәрежесі және пайдалану параметрлерінің әсері туралы мәліметтер келтірілген. Суды химиялық өңдеуді, коррозияға төзімді материалдарды таңдауды және режимдік шараларды қоса алғанда, металды бұзу процестерінің алдын алу және баяулату әдістері ұсынылған. Нәтижелер жабдықты пайдаланудың барлық кезеңдерінде коррозиямен күресудің жүйелік тәсілінің маңыздылығын растайды.

*Түйінді сөздер:* коррозия, буқыздырғыштар, барабанды қазандықтар, жылу энергетикасы, металдың бұзылуы, химиялық суды тазарту, коррозияға қарсы шаралар, пайдалану параметрлері

#### Кіріспе

Металл коррозиясы – бұл жылу энергетикасындағы жабдықтың беріктігі мен тиімділігіне айтарлықтай әсер ететін күрделі электрхимиялық процесс. Тасымалдаушыға жанатын отыннан жылу беріледі, бұл оның қайнауына әкеледі. Осылайша пайда болған бу-су қоспасы барабанға бағытталады, онда тасымалдаушыға өндірілген өнім бөлінеді. Осы жұмыс принципінің арқасында барабанды қазандықтар өнімділіктің жоғары деңгейін қамтамасыз етеді, ал олардың тиімділігі ПӘК 90% жетеді.



1-сурет. Барабанды қазандықтың құрылымы

### **Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»**

Барабандармен жабдықталған қазандықтардың ерекшелігі төмен температуралы бу алу мүмкіндігі болып саналады, соның арқасында құрылғыны суық іске қосу айтарлықтай жеңілдетілген. Қолданылатын судың сапасына қойылатын талаптар орташа, өйткені үздіксіз үрлеу арқылы тұздарды жою мүмкіндігі бар. Барабанды қазандықтардың жинақтау қабілеті жоғарылайды, соның арқасында желінің жиілігін реттеу процесінде жүктеменің күрт өзгеруі алынып тасталады [1; 87].

Барабанды буқыздырғышта металл жоғары температурада қатты қыздырылған бумен және жанармай өнімдерімен жанасады, бұл – коррозияға әсірді күшейтеді. Бұл тақырыптың өзектілігі жылу электр станцияларының сенімділігін төмендететін коррозиялық бұзылуларға байланысты ақаулардың көбеюіне және жабдықтың істен шығуына байланысты.

Соңғы зерттеулерге сәйкес, суды тиімсіз тазарту, салқындатқыштың ластануы және ескірген құрылымдық материалдардан туындаған кристаллалық, питтинг және оттегі коррозиясы ең көп зиян келтіреді. Бұл зерттеудің мақсаты – бу қыздырғыштардың металл коррозиясының қарқындылығы мен себептерін зерттеу, пайдалану параметрлері мен бұзылу жылдамдығы арасындағы тәуелділікті анықтау және алдын алудың тиімді әдістерін ұсыну [2; 25].

#### *Әдістер мен материалдар*

Зерттеу жүргізу үшін барабанды қазандықтары бар ЖЭО қазандық қондырғыларынан алынған эксперименттік деректер пайдаланылды. Бақылау процесінде келесі параметрлер тіркелді: қызып кету температурасы, бу қысымы, қоректік судың құрамы, еріген оттегінің мөлшері және ортадағы рН. Коррозия жылдамдығын өлшеу үшін гравиметриялық талдау (үлгілердің массасын жоғалту бойынша) және электрхимиялық потенциометриялау әдістері қолданылды.

Үлгілердің сипаттамалары:

- Бу қыздырғыштарда қолданылатын 12X1МФ және 20 болат;
- Экспозиция: 12 ай;
- Температура диапазоны: 400-540°C;
- Орта: 14 МПа дейінгі қысымда оттегімен қаныққан бу.

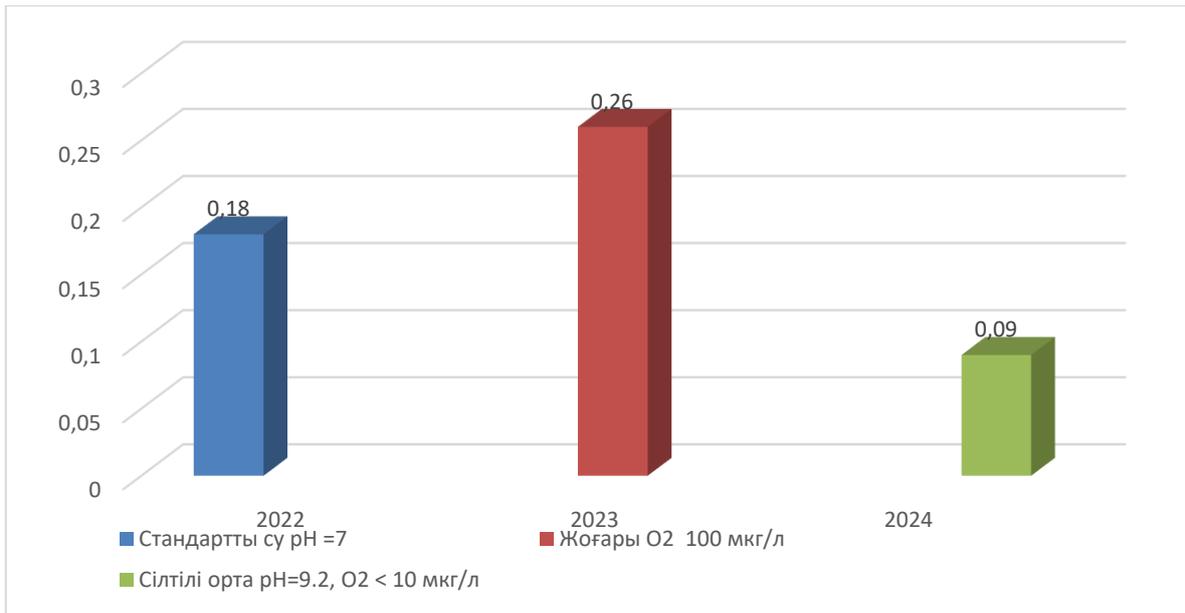
#### *Нәтижелер және талқылау*

Жүргізілген зерттеулер барысында барабанды буқыздырғыштардың металл конструкцияларының коррозиялық зақымдануының негізгі аймақтары анықталды. Ең сезімтал аймақтарға мыналар жатады:

- Бу температурасы максималды мәндерге жететін, коррозиялық процестердің термиялық үдеуін тудыратын бу жылытқыштарының кіру учаскелері;
- Бу ағыны жылдамдықты төмендететін, агрессивті конденсаттар мен шөгінділердің пайда болуына ықпал ететін тоқырау аймақтары;
- Гальваникалық коррозияға ұшырайтын гетерогенді металдардың жанасу аймақтары, әсіресе конденсат түрінде электролит болған кезде.

Коррозияның қарқындылығын анықтау үшін гравиметриялық әдістер қолданылды. 1 кестеде пайдалану жағдайларына байланысты коррозия жылдамдығының орташа жылдық мәндері келтірілген:

**Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»**



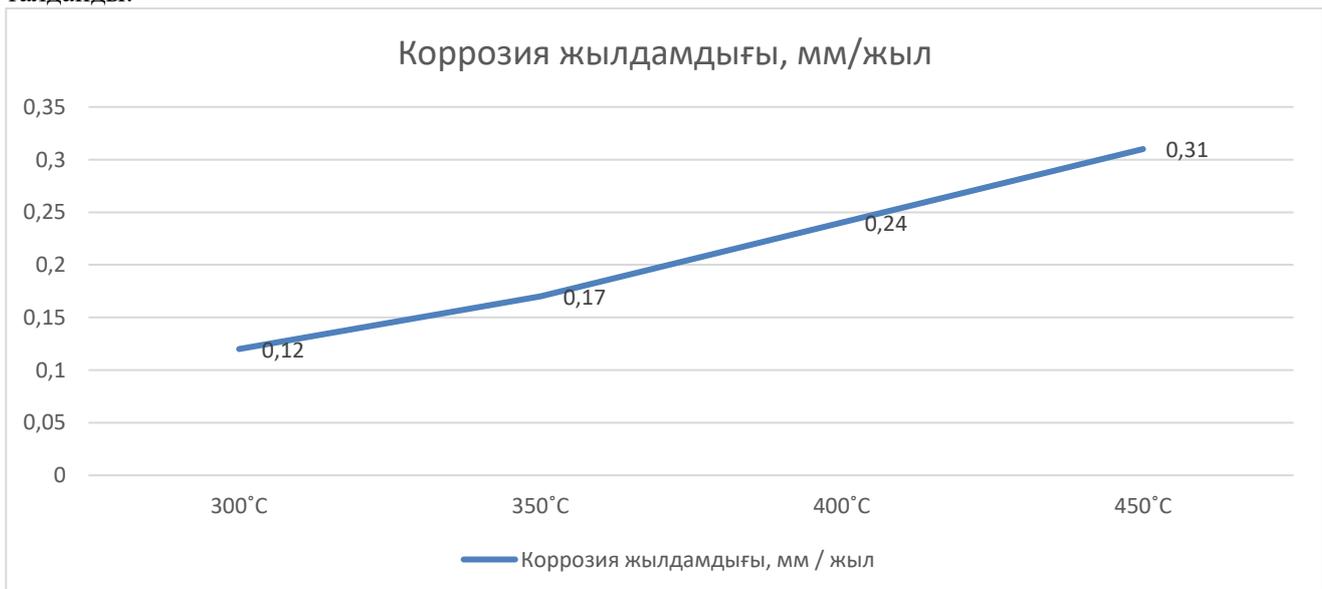
2-сурет. Коррозия жылдамдығының қоректік су параметрлеріне тәуелділігі

2-суретте көрсетілгендей, қоректік судағы оттегінің жоғарылауы коррозия жылдамдығының едәуір артуына әкеледі. 2023 жылы, 100 мкг/л-ге дейін O<sub>2</sub> жоғарылаған кезде, стандартты суда коррозия жылдамдығы 2022 жылы 0,18 мм/жылына салыстырғанда жылына 0,26 мм-ге дейін өсті.

Керісінше, 2024 жылы рН жоғарылағанда (9,2-ге дейін) және еріген оттегі аз (<10 мкг/л) сілтілі орта коррозия белсенділігін жылына 0,09 мм-ге дейін төмендетуге мүмкіндік берді, бұл бастапқы деңгейден 2 есе төмен. Бұл коррозияның алдын алу әдістері ретінде суды деаэрациялаудың және қышқыл-негіз балансын түзетудің тиімділігін растайды.

Осылайша, тоқырау аймақтарын жоюды ескере отырып, қоректік су сапасының параметрлерін оңтайландыру және ағынды геометрияны жобалау барабанды қазандық бужылытқыштарының сенімділігі мен қызмет ету мерзімін айтарлықтай жақсарта алады [3; 402].

Сонымен қатар коррозиялық белсенділіктің жұмыс ортасының температурасына тәуелділігі талданды:



3-сурет. Коррозия жылдамдығының температураға тәуелділігі

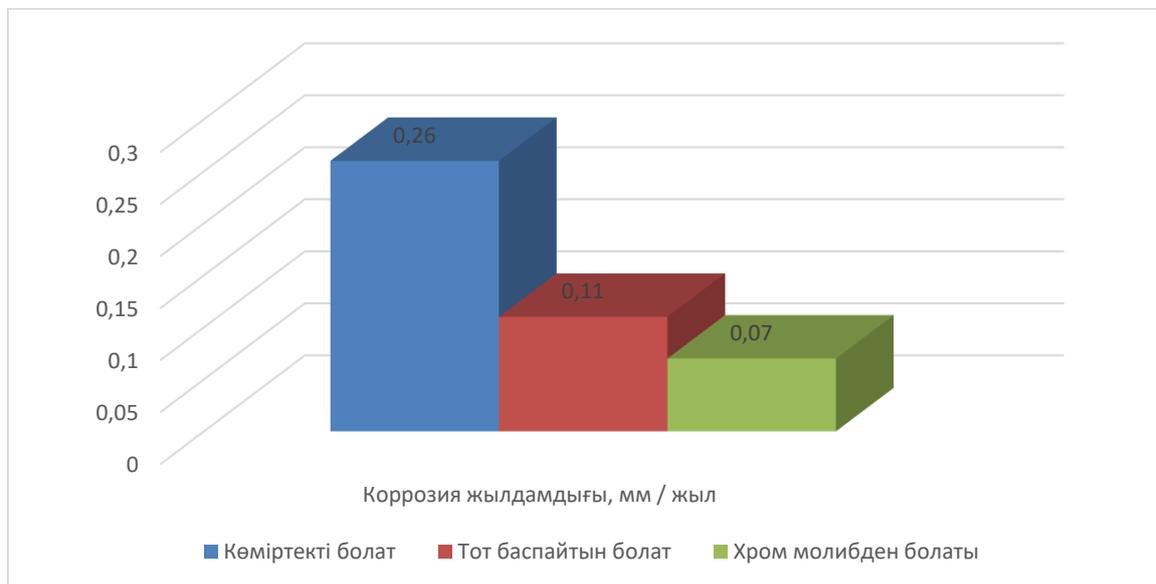
### Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»

3-суреттегі талдау буқыздырғыштардың металл коррозиясының жылдамдығы температураға байланысты қалай өзгередінін көрсетеді.

Көлденеңінен температура мәндері көрсетілген: Цельсийде 300, 350, 400 және 450 градус. Тігінен – коррозия жылдамдығы жылына миллиметрмен. 300°C температурада коррозия жылдамдығы жылына 0,12 мм құрайды. Температура 350°C-қа дейін көтерілгенде, жылдамдық жылына 0,17 мм-ге дейін, 400°C-та жылына 0,24 мм-ге дейін, ал 450°C-та ол максималды мәнге жетеді – жылына 0,31 мм [4; 209].

Диаграммдан температураның жоғарылауымен коррозия жылдамдығының тұрақты өсуі байқалады. Себебі жоғары температурада электрхимиялық процестер күшейеді, оксидті қорғаныш қабықшалар жойылады, сонымен қатар металл құрылымына оттегінің өткізгіштігі артады. Осылайша, жоғары температура металдың тез тозуына әкеледі, бұл қосымша қорғауды немесе қазандықтарды осындай жағдайларда пайдалану кезінде ыстыққа төзімді қорытпаларды пайдалануды талап етеді [5; 12].

Металл конструкцияларының беріктігін арттыру үшін әртүрлі материалдар сыналды:



4-сурет. Құбыр материалының коррозия жылдамдығына әсері

4-суретте бужылытқыштардың құрылымында қолданылатын болаттың әртүрлерінің коррозия жылдамдығын салыстыру көрсетілген. Зерттеуде болаттың үш түрі қарастырылды: көміртекті, тот баспайтын және хром-молибден.

Коррозияның ең жоғары жылдамдығы көміртекті болатта байқалды, жылына 0,26 мм. Бұл оның агрессивті орталардың әсеріне төзімділігінің төмендігіне және қорғаныш легирлеуші элементтердің болмауына байланысты. Тот баспайтын болат айтарлықтай жақсы төзімділікті көрсетеді, оның коррозия жылдамдығы жылына 0,11 мм, бұл көміртектіден 2,4 есе төмен. Коррозия жылдамдығы жылына небәрі 0,07 мм болатын хром-молибден болаты жақсы нәтиже көрсетті. Бұл төзімділік легирлеуші элементтердің – хром мен молибденнің болуымен түсіндіріледі, бұл металл бетінде күшті пассивті пленканың пайда болуына ықпал етеді [6; 144].

Осылайша, бужылытқыштардың құрылымында хром-молибден болатының қолданылуы оның коррозияға төзімділігін арттыру арқылы жабдықтың қызмет ету мерзімін едәуір ұзартуға мүмкіндік береді. Материалды таңдау қазандықтарды жобалауда, әсіресе жоғары температура мен агрессивті ортада маңызды факторға айналады.

Осылайша эксперименталды түрде анықталды:

- рН 9,0-ге дейін жоғарылауы және оттегі концентрациясының төмендеуі коррозиялық белсенділікті айтарлықтай төмендетеді;
- ыстыққа және коррозияға төзімді құбыр материалын таңдау (мысалы, хром-молибден болаттары) жабдықтың қызмет ету мерзімін ұзарту үшін өте маңызды;

### **Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»**

- металл конструкцияларына коррозиялық жүктемені азайту үшін оңтайлы температуралық режимді сақтау қажет.

#### *Қорытынды*

Зерттеу нәтижесінде барабанды қазандықтардың буқыздырғыштарының металл коррозиясы жылу жабдықтарының сенімділігі мен беріктігіне айтарлықтай әсер ететін күрделі мәселе болып табылатындығы анықталды. Коррозиялық процестерді жеделдететін негізгі факторлар температураның жоғарылауы, қоректік суда оттегінің болуы және қолайсыз жұмыс режимдері болып табылады. Коррозияға ең осал болып буқыздырғыштардың кіру учаскелері, тоқырау аймақтары және гетерогенді металдардың жанасу орындары болды. Талдау көрсеткендей, қоршаған орта температурасының жоғарылауы коррозия жылдамдығын едәуір арттырады, 450°C температурада максималды мәндерге жетеді. Хром-молибден болаттарын пайдалану көміртекті және тот баспайтын болатпен салыстырғанда сыну қарқындылығын айтарлықтай төмендетеді. Коррозияның алдын алудың тиімді шаралары қоректік судың сапасын оңтайландыру, құрылымдық материалдарды дұрыс таңдау және тұрақты температура режимін сақтау болып табылады. Коррозиядан қорғаудың жүйелік тәсілі техникалық және ұйымдастырушылық шешімдерді қамтиды. Зерттеу нәтижелері қазандық қондырғыларын жобалау, жаңарту мен қолданысқа енгізу кезінде және олардың сенімділігі мен тиімділігін арттыру үшін пайдаланылуы мүмкін.

#### Әдебиеттер тізімі

1. Ангал Р. Коррозия и защита от коррозии : учеб. пособие: пер. с англ. / Р. Ангал. Долгопрудный : Издательский Дом «Интеллект», 2014. — 344 с.
2. О капиллярной дефектоскопии водотрубных паровых котлов / Офрим А.В., Лукьянченко П.А., Черепанов К.В., Хижняков П.В. // Оборуд. и технол. для нефтегаз. комплекса. - 2016. - N 1. - С.25-26.
3. Палагин Г.В., Плешанов К.А. Исследование методики теплового расчета жаротрубного котла с реверсивной топкой // Альтернативная энерг. и экол. - 2017. - N 01-03(213-215). - С.402-404.
4. Захаренко В. А., Пономарев Д. Б., Шкаев А. Г. Пирометрический контроль топочного пространства котлоагрегатов ТЭЦ // Динамика систем, механизмов и машин. 2019. Т. 7, № 4. С. 207-212.
5. Федорова А.Ю., Бушуев Е.Н. Выбор реагентов и технологических условий химической очистки от отложений испарительных труб паровых котлов // Вестник ИГЭУ. - 2018 - Вып. 5. - С. 11-17.
6. Будаева А.Ю., Бушуев Е.Н. Исследование процесса удаления отложений с внутренних поверхностей нагрева паровых котлов // Материалы Междунар. науч.-техн. конф., посвященной 175-летию со дня рождения Н.Н. Бенардоса. -Иваново, 2017. - Т. 2. - С. 144-147.

Н.Н. Асабина

#### **Исследование коррозии металла пароперегревателей котлов барабанного типа**

Коррозия металла пароперегревателей котлов барабанного типа представляет собой одну из ключевых проблем теплоэнергетической отрасли, приводящую к снижению надёжности и эффективности теплообменного оборудования. В статье рассматриваются причины, механизмы и особенности коррозионного разрушения металлов в условиях высоких температур и давления, характерных для работы котлов. Проведён анализ факторов, влияющих на интенсивность коррозии, таких как качество воды, присутствие агрессивных веществ и характеристики металлических поверхностей. Основное внимание уделено результатам экспериментального анализа коррозии на объектах, использующих

### Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»

барабанные котлы. Представлены данные по скорости коррозии, степени повреждений и влиянию эксплуатационных параметров. Предложены методы профилактики и замедления процессов разрушения металла, включая химическую обработку воды, выбор коррозионностойких материалов и режимные мероприятия. Полученные результаты подтверждают важность системного подхода к борьбе с коррозией на всех этапах эксплуатации оборудования.

*Ключевые слова:* коррозия, пароперегреватели, барабанные котлы, теплоэнергетика, разрушение металла, химводоочистка, антикоррозионные меры, эксплуатационные параметры

N.N. Asabina

#### Corrosion of Metal in Superheaters of Drum-Type Boilers

The corrosion of metal in superheaters of drum-type boilers represents one of the key challenges in the thermal power industry, leading to reduced reliability and efficiency of heat exchange equipment. This article examines the causes, mechanisms, and specific features of metal corrosion under high-temperature and high-pressure conditions typical for boiler operation. The study analyzes factors influencing the rate of corrosion, such as water quality, the presence of aggressive substances, and characteristics of metal surfaces. Special attention is given to the results of experimental analysis of corrosion processes in facilities operating with drum-type boilers. Data are presented on corrosion rates, the degree of damage, and the impact of operational parameters. Methods for preventing and slowing down metal degradation are proposed, including chemical water treatment, the selection of corrosion-resistant materials, and operational measures. The obtained results confirm the importance of a systematic approach to corrosion control at all stages of equipment operation.

*Keywords:* corrosion, superheaters, drum-type boilers, thermal power engineering, metal degradation, chemical water treatment, anti-corrosion measures, operational parameters

#### References

1. Angal R. Korroziya i zashchita ot korrozii: ucheb. posobie: per. s angl. / R. Angal. Dolgoprudnyy: Izdatel'skiy Dom «Intellekt», 2014. — 344 s.
2. O kapillyarnoy defektoskopii vodotrubnykh parovykh kotlov / Ofrim A.V., Luk'yanchenko P.A., Cherepanov K.V., Khizhnyakov P.V. // Oborud. i tekhnol. dlya neftegaz. kompleksa. - 2016. - N 1. - S. 25–26.
3. Palagin G.V., Pleshanov K.A. Issledovanie metodiki teplovogo raschyota zharotrubnogo kotla s reversivnoy topkoy // Alternativnaya energ. i ekol. - 2017. - N 01–03(213–215). - S. 402–404.
4. Zakharenko V.A., Ponomarev D.B., Shkaev A.G. Pirometricheskiy kontrol' topochnogo prostranstva kotloagregatov TETs // Dinamika sistem, mekhanizmov i mashin. 2019. T. 7, № 4. S. 207–212.
5. Fedorova A.Yu., Bushuev E.N. Vybore reagentov i tekhnologicheskikh usloviy khimicheskoy ochistki ot otlozheniy isparitel'nykh trub parovykh kotlov // Vestnik IGÉU. - 2018. - Vyp. 5. - S. 11–17.
6. Budaeva A.Yu., Bushuev E.N. Issledovanie protsessa udaleniya otlozheniy s vnutrennikh poverkhnostey nagreva parovykh kotlov // Materialy Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf., posvyashchennoy 175-letiyu so dnya rozhdeniya N.N. Benardosa. - Ivanovo, 2017. - T. 2. - S. 144–147.

### Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»

FTAMP 05.13.12  
ЭОЖ: 004.8

DOI [10.53002/037](https://doi.org/10.53002/037)

А.Бауыржанұлы, А.А.Төлеген, Л.М.Белгибаева

*Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан*  
(E-mail: [a.bauyrzhanuly@tttu.edu.kz](mailto:a.bauyrzhanuly@tttu.edu.kz), [aa.tolegen@tttu.edu.kz](mailto:aa.tolegen@tttu.edu.kz), [Liazzat\\_79@mail.ru](mailto:Liazzat_79@mail.ru))

#### **Жасанды интеллект чат-боттары: мүмкіндіктері, қолдану салалары және болашағы**

Бұл мақалада жасанды интеллектке негізделген чат-боттардың заманауи қоғамдағы рөлі, қолдану салалары және даму болашағы қарастырылады. Чат-боттар бизнесте, медицинада, білім беруде және қаржы секторында кеңінен қолданылып келеді. Олардың басты артықшылықтары – өнімділікті арттыру, тәулік бойы жұмыс істеу және деректерді автоматты талдау. Сонымен қатар, боттардың шектеулері мен қауіптері де қарастырылады. Болашақта эмоциялық интеллект, көптілді қолдау және автономды жүйелердің дамуымен чат-боттардың функционалы кеңейіп, олардың қолдану аясы арта түспек.

*Түйін сөздер:* жасанды интеллект, чат-бот, автоматтандыру, деректер талдауы, клиенттерге қызмет көрсету, тілдік модельдер, эмоциялық интеллект, цифрлық трансформация, білім беру, болжау

#### *Кіріспе*

##### *Жасанды интеллект чат бот*

Жасанды интеллект (ИИ) чат-боттары соңғы жылдары үлкен танымалдыққа ие болып, әртүрлі салаларда кеңінен қолданылуда. Бұл технологиялар пайдаланушылармен тілдесіп, оларға қызмет көрсету, сұрақтарға жауап беру, тапсырмаларды орындау және көп басқа функцияларды орындауға мүмкіндік береді. ИИ чат-боттары қазіргі уақытта адамдардың өмірінде маңызды рөл атқарады, әсіресе бизнесте, қызмет көрсету салаларында және цифрлық коммуникацияларда.

Жасанды интеллект (ИИ) чат-боттары қазіргі таңда бизнес, қызмет көрсету, білім беру және көптеген басқа салаларда кеңінен қолданылып, адамдардың өмірін жеңілдетуде маңызды рөл атқарып келеді. Чат-боттар өздеріне тән алгоритмдер мен машиналық оқыту негізінде адамдармен қарым-қатынас орнату арқылы көптеген тапсырмаларды автоматты түрде орындауға мүмкіндік береді. Бұл технологияның дамуы адамдарға оңай әрі тиімді шешімдер ұсына отырып, жұмыс процестерін жақсартуға және ресурстарды үнемдеуге мүмкіндік береді.

#### *Әдістер мен материалдар*

##### *ИИ чат-ботының маңызы*

ИИ чат-боттарының негізгі мақсаты – қолданушылармен сұхбаттасып, олардың сұрақтарына жауап беру, ақпарат алу, қызмет көрсету және мәселелерді шешу. Чат-боттар өз жұмысында мәтіндік немесе дауыстық интерфейстер арқылы адамдармен өзара әрекеттеседі. Бұл құралдардың басты ерекшелігі олардың автоматтандырылған жұмысында. Адамдармен әртүрлі сұрақтар бойынша байланыс орнатқанда, олар адам көмегінен тыс тапсырмаларды орындап, көптеген мәселелерді шешуге қабілетті.

**1. Өнімділікті арттыру.** ИИ чат-боттары автоматтандырылған жұмыс жүйелері арқылы көп уақытты үнемдейді және қызмет көрсету процесін жеделдетеді. Бұл қызмет көрсетудің тиімділігін арттырып, адам жұмыс күшіне байланысты болатын қателіктерді азайтады. Әрбір клиентке бірден жауап беру арқылы чат-боттар жұмыс көлемін едәуір азайтып, қызмет көрсетудің жылдамдығын арттырады.

**2. Шешімдер қабылдауда көмек.** Чат-боттар тек ақпараттық қызмет көрсетумен ғана шектелмей, олар өзара әрекеттесу барысында жинақталған деректер негізінде шешімдер қабылдауға көмек көрсете

### **Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»**

алады. Бұл бизнеске тұтынушылардың сұраныстарын зерттеп, олардың қажеттіліктерін жақсы түсінуге мүмкіндік береді, ал бұл өз кезегінде өнімдер мен қызметтерді персонализациялауға мүмкіндік береді.

**3. Құжат айналымын автоматтандыру.** ИИ чат-боттары құжаттарды өңдеу мен басқаруда үлкен рөл атқара алады. Олар сұрауларды автоматты түрде жүйелеп, құжаттар мен тапсырыстарды дұрыс бағыттап, тексеріп шығуға көмектеседі. Бұл өз кезегінде құжат айналымын жеңілдетеді және уақытты үнемдеуге септігін тигізеді.

**4. Клиенттермен байланыс орнату.** Чат-боттар клиенттермен үнемі байланыста болып, олардың сұрақтарына нақты әрі жылдам жауап беруге мүмкіндік береді. Бұл клиенттердің көңілінен шығып, олардың сенімін арттырады. Сонымен қатар, чат-боттар тұтынушылардың сұраныстарын тиімді өңдеп, оларды қажетті бөлімдерге бағыттай алады.

**5. Деректерді талдау мүмкіндіктері.** ИИ чат-боттары пайдаланушылардың әрекеттерін және олардың сұраныстарын жинақтай отырып, деректерді талдау мүмкіндігіне ие болады. Бұл деректерді бизнес мақсатта қолдануға мүмкіндік береді, мысалы, тұтынушылардың трендтерін, сұраныс деңгейлерін және басқаларын болжау үшін.

**6. Жоғары қолжетімділік.** Чат-боттар 24/7 жұмыс істей алады, яғни қызмет көрсету немесе көмек алу үшін ешқандай уақыт шектеулері жоқ. Бұл әсіресе халықаралық деңгейде жұмыс істейтін компаниялар үшін өте маңызды, себебі тұтынушылар әртүрлі уақыт белдеулерінде орналасқан.

ИИ чат-боттарының қолдану салалары

1. Клиенттермен қарым-қатынас: ИИ чат-боттары тұтынушылармен үнемі байланыс орнатып, олардың сұрақтарына жауап беріп, өнімдер мен қызметтер туралы ақпарат береді. Олар жиі қойылатын сұрақтарды автоматты түрде өңдей алады және тұтынушыларды қажетті бөлімдерге бағыттай алады.

2. Қызмет көрсету: Бизнес пен компаниялар чат-боттарды тұтынушыларға қолдау көрсету мақсатында пайдаланады. Мысалы, техникалық қолдау көрсетуде, есеп-шоттарды тексеруде немесе қызметтердің шарттары туралы ақпарат беруде чат-боттар кеңінен қолданылуда.

3. Медицина: ИИ чат-боттары медициналық қызметтерде де өз орнын тапты. Олар пациенттерге алғашқы кеңес бере алады, олардың симптомдарын талдап, дәрігерге жолдама жасау үшін қажет ақпаратты жинай алады.

4. Қаржы қызметтері: Банктер мен сақтандыру компаниялары чат-боттарды клиенттердің сұрауларын өңдеу үшін пайдаланады. Олар клиенттерге есептерді тексеруге, төлемдер жасауға және қаржылық кеңестер беруге мүмкіндік береді.

5. Білім беру: Чат-боттар білім беру саласында да кеңінен қолданылады. Оқушыларға немесе студенттерге оқу материалдары туралы ақпарат беру, тапсырмаларды тексеру немесе сұрақтарға жауап беру үшін қолданылады.

6. Маркетинг: ИИ чат-боттары маркетинг саласында тұтынушылардың қызығушылықтарын және қажеттіліктерін анықтап, оларды арнайы ұсыныстармен қамтамасыз ету үшін қолданылады.

#### *Нәтижелер мен талқылау*

Жасанды интеллекттің рөлі инжинирингте

1. Жасанды интеллект (ЖИ) технологиясы инжинирингте автоматтандыруды жақсарту, деректерді өңдеу және болжау мүмкіндіктерін арттыру үшін қолданылады. ЖИ өндіріс және құрылыс салаларында жобаларды орындау кезінде маңызды рөл атқарады. Жасанды интеллекттің қолданылуы инжинирингте мынадай артықшылықтар береді:

2. Машиналық оқыту және болжау: Жасанды интеллект алгоритмдері деректерді талдап, болашақтағы үрдістер мен ақауларды болжай алады. Мысалы, құрылыс кезінде ЖИ жүйелері нақты уақыт режимінде жұмыс процесін бақылай отырып, қауіпті орындарды көрсетіп, жөндеу қажеттілігін алдын ала анықтайды.

3. Өндіріс процесін оңтайландыру: Жасанды интеллект алгоритмдері өндірістік процестерді автоматтандыру мен оңтайландыруда үлкен көмек көрсетеді. Олар өндірістің қарқынын арттырып, материалдардың және ресурстардың тиімді пайдаланылуын қамтамасыз етеді.

4. Деректерді өңдеу және шешім қабылдау: Инжиниринг жобаларында жасанды интеллекттің басты рөлі – үлкен деректерді жинап, талдап, оларды нақты шешімдер қабылдау үшін пайдалануда.

### **Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»**

Бұл деректер негізінде жобалардың тиімділігін арттырып, ақауларды және шығындарды азайтуға мүмкіндік береді.

5. Құрылыс және өндіріс роботтары: Жасанды интеллект негізінде жұмыс істейтін роботтар инжинирингте адам қатысуынсыз жұмысты атқара алады. Олар құрылыс алаңында немесе өндірістік мекемелерде құрылыс, жинақтау және жөндеу жұмыстарын орындау үшін қолданылуы мүмкін.

6. Сандық егжей-тегжейлі модельдер мен симуляциялар: Жасанды интеллект көмегімен инжиниринг жобаларында толық сандық үлгілер құруға болады. Бұл үлгілер нақты жағдайларды көрсетіп, процесті тиімді басқаруға мүмкіндік береді. Симуляциялар жүйенің қалай жұмыс істейтінін алдын ала тексеруге және түзетулер енгізуге мүмкіндік береді.

7. Қауіп-қатерлерді басқару: Жасанды интеллект негізіндегі жүйелер жобаларда қауіп-қатерлерді басқаруға және тәуекелдерді азайтуға көмектеседі. ЖИ алгоритмдері жобалардағы ықтимал қауіпті жағдайларды анықтап, алдын ала шаралар қабылдауға мүмкіндік береді.

#### *Цифрлық трансформация мен жасанды интеллекттің болашағы*

1. Автономды жүйелер: Болашақта инжинирингте автономды жүйелердің рөлі арта түседі. Жасанды интеллект пен робототехниканың үйлесімі жобаларды толығымен автономды түрде жүзеге асыруға мүмкіндік береді. Бұл әдіс құрылыс, өндіріс, және көлік салаларында тиімділікті арттыруға мүмкіндік береді.

2. Жасыл технологиялар мен тұрақтылық: Цифрлық трансформация мен жасанды интеллект тұрақты дамуды қамтамасыз ету үшін қолданылады. Энергияны тиімді пайдалану, қалдықтарды азайту және экологиялық таза шешімдер әзірлеу үшін бұл технологиялар маңызды рөл атқарады.

3. Цифрлық егжей-тегжейлі модельдердің кеңінен қолданылуы: Болашақта сандық модельдеу мен симуляциялар тек құрылыс саласында ғана емес, бүкіл инжиниринг саласында қолданылатын болады. Бұл жүйелер жұмыс барысындағы ақауларды алдын ала анықтап, жобаларды тиімді басқаруға мүмкіндік береді.

4. Интеграция және коллаборация: Цифрлық технологиялар мен жасанды интеллект салалар арасында үлкен интеграцияны қамтамасыз етеді. Бұл әртүрлі жүйелердің бірігуі мен жалпы мақсаттарға бағытталған тиімді жұмыс жүргізуге мүмкіндік береді.

5. Ақылды қалалар мен инфрақұрылым: Жасанды интеллект пен цифрлық трансформацияның дамуымен ақылды қалалар мен инфрақұрылым жүйелері пайда болады. Бұл жүйелер қалалардағы энергия тұтынуын бақылап, тиімді пайдалану арқылы қалалардың экологиялық жағдайын жақсартуға мүмкіндік береді.

#### *Жасанды интеллект чат-боттарының артықшылықтары*

1. Тәулік бойы жұмыс істеу. Жасанды интеллект чат-боттары 24/7 режимінде жұмыс істейді. Олар пайдаланушылардың сұрақтарына кез келген уақытта жауап бере алады, бұл әсіресе қызмет көрсету саласында маңызды.

2. Жылдамдық және тиімділік. Чат-боттар пайдаланушылардың сұрауларына лезде жауап бере алады. Бұл клиенттерге уақыт үнемдеуге көмектеседі және компаниялардың қызмет көрсету сапасын арттырады.

3. Қаржылық шығындарды азайту. Чат-боттар адам ресурстарына тәуелділікті азайтады, яғни қызмет көрсету орталықтарында қызметкерлер санын қысқартуға мүмкіндік береді. Бұл компания шығындарын төмендетуге көмектеседі.

4. Бір уақытта бірнеше пайдаланушымен жұмыс істеу. Чат-боттар бір уақытта бірнеше клиентке қызмет көрсете алады. Адам қызметкерлерімен салыстырғанда, боттардың көп пайдаланушымен бір мезетте жұмыс істеу мүмкіндігі бар.

5. Деректерді жинау және талдау. Чат-боттар пайдаланушылардың сұраныстарын, мінез-құлқын және қалауларын жинақтап, деректерді талдай алады. Бұл маркетинг және бизнес стратегияларын жақсарту үшін қолданылады.

6. Тілдік кедергілерді жою. Көптеген чат-боттар бірнеше тілде жұмыс істей алады, бұл халықаралық деңгейде қызмет көрсететін компаниялар үшін үлкен артықшылық.

7. Процестерді автоматтандыру. Чат-боттар есеп жүргізу, құжаттарды рәсімдеу, брондау, төлемдерді өңдеу сияқты операцияларды автоматтандырады, бұл қызмет көрсету сапасын арттыруға мүмкіндік береді.

#### *Жасанды Интеллект Чат-Боттарының кемшіліктері*

### **Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»**

1. Күрделі сұрақтарға жауап беруде шектеулер. Чат-боттар қарапайым сұрақтарға жақсы жауап бергенімен, күрделі мәселелер мен ерекше сұраныстарды өңдеуде қиындықтарға тап болуы мүмкін. Олар кейде күрделі контексті дұрыс түсіне алмайды.

2. Эмоциялық интеллекттің жоқтығы. Чат-боттар адам эмоцияларын түсінбейді және олармен жанашырлық таныта алмайды. Клиенттер кейде жылы жүзді адаммен сөйлесуді қалайды, ал боттар мұндай мүмкіндік ұсына алмайды.

3. Бағдарламалау мен баптау қажеттілігі. Чат-боттарды тиімді пайдалану үшін оларды дұрыс бағдарламалау және үнемі жаңартып отыру қажет. Бұл процесті іске асыру қосымша уақыт пен қаржыны талап етеді.

4. Қате түсінік пен жауаптар. Жасанды интеллект кейде пайдаланушы сұранысын дұрыс түсінбеуі мүмкін, нәтижесінде сәйкес емес жауаптар беруі ықтимал. Бұл пайдаланушылардың көңілінен шықпай, олардың компанияға деген сенімін төмендетуі мүмкін.

5. Интернетке тәуелділік. Чат-боттар интернетке толық тәуелді, байланыс болмаған жағдайда олардың қызметі тоқтап қалады.

6. Киберқауіпсіздік мәселелері. Чат-боттар пайдаланушылардың деректерін жинақтайтындықтан, қауіпсіздік мәселелері туындауы мүмкін. Егер дұрыс қорғалмаса, бұл ақпарат хакерлік шабуылдардың нысанына айналуы мүмкін.

7. Адаммен қарым-қатынас орнату мүмкіндігінің болмауы. Кейбір пайдаланушылар чат-ботпен емес, нақты адаммен сөйлесуді қалайды. Боттардың шектеулі мүмкіндіктері клиенттермен толыққанды қарым-қатынас орнатуға мүмкіндік бермейді.

#### *Жасанды Интеллект Чат-Боттарының Болашағы*

а) Табиғи Тілде Түсіну Деңгейінің Жоғарылауы. Болашақта чат-боттар адам тілі мен сөйлеу мәнерін тереңірек түсінетін болады. Машиналық оқыту мен нейрондық желілердің дамуы чат-боттардың сөйлемдерді талдау, контексті түсіну және сөйлеу стиліне бейімделу қабілетін арттырады. Бұл пайдаланушыларға боттармен табиғи қарым-қатынас жасауға мүмкіндік береді.

б) Дауыстық Чат-Боттар. Қазіргі уақытта мәтіндік чат-боттар кең таралғанымен, болашақта дауыстық боттардың рөлі артады. Дауыстық тану технологиялары жетілген сайын, адамдар боттармен жазбаша емес, ауызша сөйлесе алады. Бұл телефон қызметтері, көлік жүйелері, ақылды үйлер және басқа да салаларда қолданылады.

с) Жеке Дара Қызмет Көрсету. Жасанды интеллекттің дамуы чат-боттарға пайдаланушының мінез-құлқын, қалауларын және өткен сұраныстарын ескеруге мүмкіндік береді. Болашақта чат-боттар пайдаланушылармен интерактивті түрде сөйлесіп, нақты ұсыныстар жасап, олардың қажеттіліктеріне сәйкес жауап беретін болады.

д) Эмоциялық Интеллекттің Дамуы. Қазіргі чат-боттар пайдаланушылардың эмоцияларын толық түсінбейді. Бірақ болашақта жасанды интеллект адамның дауыс ырғағы, жазу стилі және бет-әлпет қозғалыстары арқылы эмоцияны анықтап, оған сәйкес жауап бере алады. Бұл технология медициналық кеңес беру, психологиялық көмек көрсету және клиенттерге қызмет көрсету салаларында кеңінен қолданылады.

е) Көптілді Қолдау және Автоматты Аударма. Чат-боттардың болашағында көптілді қолдау мен нақты уақыттағы аударма маңызды рөл атқарады. Болашақта чат-боттар әртүрлі тілдерде еркін сөйлесіп, пайдаланушының тіліне сәйкес аударма жасайтын болады. Бұл халықаралық компаниялар мен жаһандық деңгейдегі клиенттер үшін үлкен мүмкіндік береді.

ф) Интерактивті Виртуалды Көмекшілер. Болашақ чат-боттары тек мәтіндік немесе дауыстық көмекшілер емес, сонымен қатар бейнелік және голографиялық түрде жұмыс істей алады. Виртуалды шынайылық (VR) және кеңейтілген шынайылық (AR) технологияларының дамуымен бірге чат-боттар пайдаланушыларға шынайы адамдар сияқты көмек көрсете алады.

#### *Қорытынды*

Жасанды интеллект негізіндегі чат-боттар бүгінгі таңда көптеген салада қолданылып, бизнес пен күнделікті өмірдің ажырамас бөлігіне айналды. Олардың артықшылықтары айтарлықтай көп, соның ішінде тәулік бойы жұмыс істеу, пайдаланушыларға жылдам жауап беру, қаржылық шығындарды азайту, қателіктерді төмендету және үлкен көлемдегі деректерді өңдеу мүмкіндігі ерекше маңызға ие.

### **Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»**

Дегенмен, чат-боттардың белгілі бір шектеулері де бар. Олардың күрделі сұраныстарды өңдеу қабілеті шектеулі, эмоционалды интеллекті дамымаған, кейбір жағдайларда пайдаланушылармен толыққанды қарым-қатынас орнату мүмкін емес. Сонымен қатар, оларды жасау мен жетілдіру белгілі бір уақыт пен ресурстарды қажет етеді.

Болашақта чат-боттар жасанды интеллекттің жетілуімен бірге күрделене түсіп, анағұрлым ақылды, икемді және пайдаланушыға ыңғайлы болмақ. Олардың дауыстық және бейнелік тану мүмкіндіктері жақсарып, көптілді қолдау және эмоциялық интеллект элементтері дамиды. Сонымен қатар, автономды шешім қабылдау қабілеті жетіліп, бизнес процестерін толығымен автоматтандыруға мүмкіндік береді.

Чат-боттардың дамуы бизнеске, білім беру жүйесіне, медицинаға, қаржы секторына және басқа да салаларға айтарлықтай оң әсер етеді. Олар адамдардың жұмысын жеңілдетіп, процестерді жылдамдатып, қызмет көрсету сапасын жақсартады. Бірақ олардың тиімділігін арттыру үшін жасанды интеллектті үнемі жетілдіру, қауіпсіздік мәселелеріне назар аудару және пайдаланушылардың қажеттіліктеріне сәйкестендіру маңызды.

Қорыта айтқанда, жасанды интеллектке негізделген чат-боттар технологиялық дамудың маңызды бағыты болып табылады. Оларды дұрыс қолдану арқылы көптеген салаларда тиімділікті арттырып, адамдардың өмірін жеңілдетуге болады. Болашақта олар одан әрі дамып, адамның күнделікті серігіне айналуы әбден мүмкін.

#### Әдебиеттер тізімі

1. Google AI Blog. Advancements in Natural Language Processing and Chatbots [Электронный ресурс]. – 2023. – Режим доступа: <https://ai.googleblog.com> – Дата обращения: 25.03.2025.
2. Microsoft Research. Enhancing Business Automation with AI Chatbots [Электронный ресурс]. – 2022. – Режим доступа: <https://www.microsoft.com/en-us/research> – Дата обращения: 25.03.2025.
3. OpenAI. GPT-4 Technical Report [Электронный ресурс]. – 2023. – Режим доступа: <https://openai.com/research/gpt-4> – Дата обращения: 25.03.2025.

А.Бауыржанұлы, А.А.Төлеген, Л.М.Белгибава

#### **Чат-боты на основе искусственного интеллекта: возможности, области применения и перспективы**

В статье рассматриваются роль, области применения и перспективы развития чат-ботов на основе искусственного интеллекта. Эти технологии находят широкое применение в бизнесе, образовании, здравоохранении и финансовом секторе. Основные преимущества – автоматизация процессов, круглосуточная доступность и анализ данных. Также отмечаются ограничения и вызовы, связанные с их применением. В будущем, благодаря развитию эмоционального интеллекта, многоязыковой поддержки и автономности, чат-боты станут ещё более функциональными и незаменимыми в различных сферах.

*Ключевые слова:* искусственный интеллект, чат-бот, автоматизация, анализ данных, клиентский сервис, языковые модели, эмоциональный интеллект, цифровая трансформация, образование, прогнозирование

A. Baurzhanuly, A. A. Tolegen, L. M. Belgibava

#### **Artificial intelligence Chabot's: capabilities, application areas, and future prospects**

This article explores the role, application areas, and future prospects of AI-powered Chabot's. Widely used in business, healthcare, education, and finance, these technologies enhance productivity, enable 24/7 availability, and support automated data analysis. The paper also

### **Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»**

discusses limitations and potential risks, such as lack of emotional intelligence and complex user request handling. With advances in natural language processing, emotional AI, and multilingual capabilities, the future of Chabot's promises broader functionality and deeper integration into everyday life and professional environments.

*Keywords:* artificial intelligence, Chabot, automation, data analysis, customer service, language models, emotional intelligence, digital transformation, education, forecasting.

#### References

1. Google AI Blog. Advancements in Natural Language Processing and Chatbots [Elektronnyi resurs]. – 2023. – Rezhim dostupa: <https://ai.googleblog.com> – Data obrashcheniya: 25.03.2025.
2. Microsoft Research. Enhancing Business Automation with AI Chatbots [Elektronnyi resurs]. – 2022. – Rezhim dostupa: <https://www.microsoft.com/en-us/research> – Data obrashcheniya: 25.03.2025.
3. OpenAI. GPT-4 Technical Report [Elektronnyi resurs]. – 2023. – Rezhim dostupa: <https://openai.com/research/gpt-4> – Data obrashcheniya: 25.03.2025.

### **Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»**

МРНТИ 14.35.21  
УДК: 004.946:004.92:37.018.43

DOI [10.53002/038](https://doi.org/10.53002/038)

Й.П.Бубелис, Д.В.Станкевич, Ж.И.Титова

*Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан  
(E-mail: i.bubelis@tttu.edu.kz, d.stankevich@tttu.edu.kz, zh.titova20@tttu.edu.kz)*

#### **Разработка обучающего VR-симулятора сборки персонального компьютера**

В статье рассматривается разработка обучающего VR-симулятора для сборки персонального компьютера. Цель проекта – создание интерактивной среды, позволяющей пользователю получить практические навыки сборки ПК без физического оборудования. Использование движка Unity, XR Interaction Toolkit и OpenXR обеспечивает реалистичную визуализацию и моделирование физических процессов. Представленный прототип включает 3D-модели компонентов, взаимодействие в VR и обучающие подсказки. Проект направлен на повышение эффективности обучения через иммерсионную практику, улучшение усвоения материала и масштабируемость для будущих образовательных модулей. Работа демонстрирует потенциал VR в техническом обучении и развитии прикладных ИКТ-компетенций.

*Ключевые слова:* VR, симулятор, сборка ПК, Unity, обучение, интерактивность, виртуальная реальность, XR Toolkit, моделирование, техническое образование.

#### *Введение*

В последние годы виртуальная реальность (VR) активно используется для образовательных и тренажёрных целей. VR позволяет создать immersive-среду, в которой можно изучать различные процессы и навыки, не имея физического взаимодействия с объектами. Это особенно важно в областях, где обучение требует практических навыков, таких как сборка компьютеров. Технологии VR открывают новые горизонты для практического обучения, позволяя пользователям проходить шаг за шагом через сложные процессы, как, например, сборка персонального компьютера.

Сборка ПК является важной и популярной областью знаний, которая представляет собой не только увлекательное хобби, но и важный практический навык. Для многих людей процесс сборки компьютера может показаться сложным, но с развитием образовательных технологий это становится доступным и понятным.

Цель данного проекта – создание интерактивной VR-среды, в которой пользователь может поэтапно собирать ПК, получая при этом необходимые знания и опыт.

#### *Краткий обзор аналогов и новизна подхода*

Среди существующих аналогов можно выделить игру «PC Building Simulator», которая представляет собой симулятор сборки ПК. В этой игре пользователи могут собирать компьютер, прикручивая и вставляя различные компоненты в нужные слоты. Также в игре есть режим карьеры, где игроки зарабатывают деньги на сборке ПК. Главная цель игры - научить людей собирать ПК, показать, что этот процесс может быть увлекательным и интересным, а также стать инструментом для тестирования различных сборок без необходимости тратить деньги на реальные компоненты.

«PC Building Simulator» ориентирован на людей, которые любят экспериментировать с ПК-компонентами, но не хотят тратить время и силы на физическую сборку, упаковку и подключение всех проводов. Однако, несмотря на свою ценность, игра ограничена традиционными методами взаимодействия с пользователем и не использует возможности виртуальной реальности.

### Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»

Представляемый проект предлагает новизну в подходе, используя VR-технологии для создания более погружающей и интерактивной среды. В отличие от традиционного симулятора, в котором пользователь управляет действиями через экран, VR позволяет делать процесс сборки более естественным и увлекательным, используя полное взаимодействие с объектами в трехмерном пространстве. Это делает обучение сборке ПК более интуитивным и практическим, что значительно улучшает усвоение материала.

#### Постановка задачи

Основные требования к системе:

- Реалистичная визуализация комплектующих и их взаимодействий. Все компоненты ПК будут детализированы с учётом их реальных физических характеристик и текстур.
- Имитация физических процессов. Например, правильное подключение кабелей, защёлкивание компонентов в слоты, а также моделирование возможных ошибок при неправильной сборке.
- Обучающая составляющая. Подсказки, режим обучения и экзамен для проверки усвоенного материала.

Реализованную сцену лаборатории сборки ПК можно увидеть на рисунке 1.



Рисунок 1 – Общее представление сцены сборки ПК в VR: компоненты представлены на рабочих поверхностях

Таким образом, в проекте необходимо решить следующие задачи:

- Моделирование компонентов ПК.
- Разработка интерактивной логики сборки.
- Реализация сценариев взаимодействия с пользователем.

#### Методология разработки

Для разработки VR-приложения был выбран движок Unity, который предоставляет мощные инструменты для создания виртуальной реальности и является одним из самых популярных среди разработчиков VR-приложений. Unity предлагает гибкость, доступность и широкие возможности для создания интерактивных VR-опытов.

Для взаимодействия с объектами в VR используется XR Interaction Toolkit, который интегрируется с Unity и поддерживает основные взаимодействия, такие как захват и перемещение объектов в трехмерном пространстве [1]. Этот инструмент помогает реализовать повседневные действия в VR, такие как перетаскивание и защёлкивание компонентов, что идеально подходит для симуляции сборки ПК.

### **Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»**

Важным элементом является настройка OpenXR, стандартного интерфейса для работы с различными VR-устройствами [2]. Он позволяет поддерживать устройства как Android, так и ПК-платформы, что обеспечит совместимость с различными устройствами, включая Meta Quest 2. Meta Quest 2, в частности, подключается через Meta XR SDK, предоставляемое Oculus [3], что позволяет оптимизировать работу устройства и использовать все его возможности (рис. 2).

Чтобы ускорить процесс разработки, был использован VR-шаблон от Unity [4], который представляет собой готовую базу для создания VR-проектов, включающую примеры и стандартные настройки взаимодействия с объектами. Этот шаблон помогает сэкономить время на настройку базовой структуры приложения и позволяет сосредоточиться на функционале и дизайне.

Для реализации физики и взаимодействия с объектами применяется Unity Physics [5], что позволяет создать реалистичные взаимодействия объектов в виртуальной среде. Например, скрипты для VR Grabbable Objects позволяют пользователю поднимать и перемещать объекты, а VR Snap Zones помогут точно привязывать комплектующие, например, процессор в сокет на материнской плате.

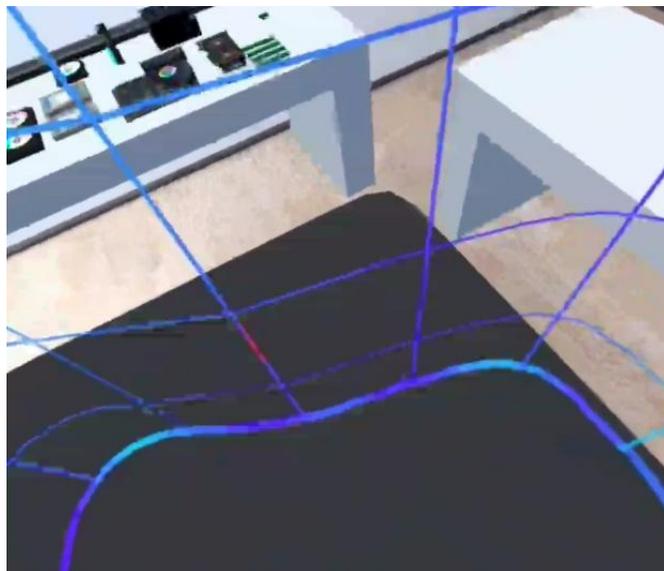


Рисунок 2 – Визуализация пространства взаимодействия пользователя в VR-среде с включённой системой ограничений движения.

Оптимизация также является важным аспектом для обеспечения плавности работы приложения на устройствах, таких как Meta Quest 2. Для этого используется ряд техник, таких как уровни детализации моделей (LOD) и настройка FPS для VR-приложений, чтобы избежать лагов и обеспечить комфортное использование. Дополнительные рекомендации по оптимизации можно найти в официальной документации Oculus [6].

Для создания 3D-моделей компонентов ПК для симулятора используются популярные онлайн-ресурсы, такие как Sketchfab, CGTrader и Free3D, которые предоставляют готовые модели, а также ресурсы для оптимизации этих моделей для использования в VR.

Использование таких технологий и инструментов в рамках Unity даёт широкие возможности для создания интуитивно понятного и эффективного симулятора сборки ПК, который обеспечит пользователю качественный и увлекательный опыт обучения.

#### *Образовательная модель и интерактивность*

Подход к обучению через VR основывается на когнитивных и практических аспектах. В отличие от традиционных методов обучения, VR позволяет не только наблюдать за процессом, но и активно участвовать в нём, что способствует лучшему усвоению материала. Взаимодействие с объектами и непосредственное выполнение действий увеличивает вовлечённость и способствует закреплению знаний.

### **Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»**

В процессе сборки ПК пользователи будут получать подсказки, которые помогают им на каждом этапе. Подсказки будут даваться не только для правильных действий, но и для исправления ошибок. Например, если пользователь неправильно подключит кабель или установит компонент, система отреагирует, уведомив его об ошибке и предложив варианты решения проблемы.

Кроме того, будет реализован отдельный справочник, в котором подробно будут прописаны все компоненты ПК, их назначение. Это поможет глубже понять, как работает персональный компьютер и какие взаимодействия происходят между его частями.

Справочник также будет включать теоретические и визуальные материалы, что сделает процесс обучения не только интерактивным, но и познавательным на более глубоком уровне. В будущем планируется добавление подробных видеоматериалов и иллюстраций, чтобы ещё больше улучшить понимание сборки ПК.

Масштабируемость проекта предполагает добавление новых компонентов, улучшение графики и добавление новых обучающих режимов. В будущем можно будет добавить дополнительные разделы, такие как оптимизация сборки ПК [7], улучшение производительности или охлаждения, что расширит образовательную ценность проекта.

#### *Промежуточные результаты*

Проект представляет собой прототип VR-симулятора сборки ПК, выполненного на движке Unity. В сцене уже реализованы основные компоненты сборки: материнская плата, модули ОЗУ, процессор, система охлаждения, корпус и прочее. Пользователь перемещается в виртуальной среде и взаимодействует с объектами.

Оценка по критериям:

##### 1. Визуальное оформление.

Все ключевые элементы визуализированы чётко, геометрия компонентов близка к реальным. Корпус, ОЗУ, материнская плата, кулер – выглядят узнаваемо и правдоподобно. Пространство чистое, минималистичное – подходит для учебных целей. Свет и отражения выглядят аккуратно, не отвлекают. (рис. 3)

##### 2. Интерактивность (пока в разработке).

Пользователь может перемещать объекты, но механика ещё не реализует точной привязки (snap) или отклика. Пока отсутствует обратная связь при корректном/некорректном действии. Нет взаимодействия с UI, подсказками или системой помощи.

##### 3. Образовательная ценность.

Уже сейчас можно использовать как визуальный справочник для обучения структуре ПК.

После реализации логики сборки и обратной связи – можно будет эффективно формировать процедурные знания и навыки.



Рисунок 3 – Визуализация полностью собранного компьютера в трёхмерной среде

### Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»

#### Заключение

Разработанный прототип VR-симулятора сборки персонального компьютера показывает высокую перспективность в качестве образовательного инструмента для формирования практических навыков. Визуальная реализация компонентов выполнена с достаточной степенью детализации, обеспечивая узнаваемость и наглядность. Пространственная организация сцены и минималистичный интерфейс создают комфортную среду для освоения материала.

На текущем этапе проект представляет собой визуальную основу, подходящую для дальнейшей интеграции интерактивных элементов: захвата объектов, пошаговых инструкций, обратной связи и режима оценки. После реализации интерактивной логики сборки и обучающих сценариев, симулятор сможет эффективно использоваться для имитационного обучения, в том числе в рамках формального и неформального образования в области компьютерных технологий.

#### Список литературы

1. Unity Technologies. XR Interaction Toolkit: документация по взаимодействию в VR [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.xr.interaction.toolkit@latest> (дата обращения: 06.03.2025).
2. Unity Technologies. Настройка OpenXR в Unity [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.xr.openxr@latest> (дата обращения: 14.03.2025).
3. Meta Platforms Inc. Подключение и настройка Meta Quest 2 в Unity [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://developer.oculus.com/documentation/unity/unity-enable-meta-xr/> (дата обращения: 01.04.2025).
4. Unity Technologies. VR-шаблон XR Interaction Toolkit Examples [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://github.com/Unity-Technologies/XR-Interaction-Toolkit-Examples> (дата обращения: 02.04.2025).
5. Unity Technologies. Unity Physics: документация по физике в Unity [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.unity3d.com/Manual/PhysicsSection.html> (дата обращения: 02.04.2025).
6. Meta Platforms Inc. Оптимизация VR-приложений для Oculus Quest 2 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://developer.oculus.com/blog/optimize-your-vr-app-for-oculus-quest/> (дата обращения: 02.04.2025).
7. Unity Technologies. Обучающий курс по созданию VR-приложений на Unity [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://learn.unity.com/pathway/vr-development> (дата обращения: 02.04.2025).

Й.П.Бубелис, Д.В.Станкевич, Ж.И.Титова

#### Персоналды компьютерді жинау үшін оқытуға арналған VR-симуляторды дамыту

Мақалада персоналды компьютерді жинау үшін оқытуға арналған VR-симуляторды жасаудың әдістері қарастырылады. Жобаның мақсаты – пайдаланушыға физикалық жабдықсыз ПК жинау дағдыларын игеруге мүмкіндік беретін интерактивті орта құру. Unity қозғалтқышы, XR Interaction Toolkit және OpenXR қолдану физикалық процестердің нақты көрінісін және модельдеуін қамтамасыз етеді. Ұсынылған прототипте құрамдас бөліктердің 3D-модельдері, VR-де өзара әрекеттесу және оқытуға арналған кеңестер бар. Жоба иммерсивті тәжірибе арқылы оқыту тиімділігін арттыруға, материалды жақсы меңгеруге және болашақ оқу модульдерін кеңейтуге бағытталған. Жұмыс VR-дың техникалық оқыту мен қолданбалы ақпараттық-коммуникациялық технологиялар (ИКТ) құзыреттерін дамытудағы әлеуетін көрсетеді.

*Түйін сөздер:* VR, симулятор, ПК жинау, Unity, оқыту, интерактивтілік, виртуалды шындық, XR Toolkit, модельдеу, техникалық білім.

### **Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»**

Y.P. Bubelis, D.V. Stankevich, Zh.I. Titova

#### **Development of an Educational VR Simulator for Assembling a Personal Computer**

This article discusses the development of an educational VR simulator for assembling a personal computer. The aim of the project is to create an interactive environment that enables users to acquire practical PC assembly skills without the need for physical hardware. The use of the Unity engine, XR Interaction Toolkit, and OpenXR ensures realistic visualization and simulation of physical processes. The presented prototype includes 3D component models, VR interaction, and educational prompts. The project is designed to enhance learning effectiveness through immersive practice, improve knowledge retention, and support scalability for future educational modules. The work demonstrates the potential of VR in technical education and the development of applied ICT competencies.

*Keywords:* VR, simulator, PC assembly, Unity, education, interactivity, virtual reality, XR Toolkit, simulation, technical education.

#### References

1. Unity Technologies. XR Interaction Toolkit: dokumentatsiya po vzaimodeystviyu v VR [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.xr.interaction.toolkit@latest> (data obrashcheniya: 06.03.2025).
2. Unity Technologies. Nastroika OpenXR v Unity [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.xr.openxr@latest> (data obrashcheniya: 14.03.2025).
3. Meta Platforms Inc. Podklyuchenie i nastroiika Meta Quest 2 v Unity [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <https://developer.oculus.com/documentation/unity/unity-enable-meta-xr/> (data obrashcheniya: 01.04.2025).
4. Unity Technologies. VR-shablon XR Interaction Toolkit Examples [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <https://github.com/Unity-Technologies/XR-Interaction-Toolkit-Examples> (data obrashcheniya: 02.04.2025).
5. Unity Technologies. Unity Physics: dokumentatsiya po fizike v Unity [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <https://docs.unity3d.com/Manual/PhysicsSection.html> (data obrashcheniya: 02.04.2025).
6. Meta Platforms Inc. Optimizatsiya VR-prilozheniy dlya Oculus Quest 2 [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <https://developer.oculus.com/blog/optimize-your-vr-app-for-oculus-quest/> (data obrashcheniya: 02.04.2025).
7. Unity Technologies. Obuchayushchiy kurs po sozdaniyu VR-prilozheniy na Unity [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <https://learn.unity.com/pathway/vr-development> (data obrashcheniya: 02.04.2025).

### **Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»**

МРНТИ 28.23.15  
УДК: 004.8:62

DOI [10.53002/039](https://doi.org/10.53002/039)

Е.С.Жасенов, О.М. Жанайдаров, М.А.Жакипбаева, У.М. Алмухан, А.К.Жунусова

*Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан*  
(E-mail: [erlikzhasen@gmail.com](mailto:erlikzhasen@gmail.com), [zhanaidarovolzhas6@gmail.com](mailto:zhanaidarovolzhas6@gmail.com), [marzanzakipbaeva@gmail.com](mailto:marzanzakipbaeva@gmail.com),  
[u.almukhan@tttu.edu.kz](mailto:u.almukhan@tttu.edu.kz))

#### **Цифровая трансформация и искусственный интеллект в инженерии: новая эра возможностей**

В статье рассматривается влияние цифровой трансформации и технологий искусственного интеллекта (ИИ) на современную инженерную практику. Показано, что ИИ становится ключевым элементом в проектировании, производстве и эксплуатации инженерных систем. Анализируются преимущества цифрового моделирования (BIM, CAD/CAM/CAE), цифрового производства, аддитивных технологий, предиктивной аналитики и самообучающихся систем. Особое внимание уделено синергии ИИ с интернетом вещей, облачными сервисами и робототехникой. Выделены основные вызовы, такие как киберугрозы и кадровые дефициты. Сделан вывод, что интеграция ИИ и цифровых решений открывает новую эру возможностей в инженерии, способствуя инновациям и устойчивому технологическому развитию.

*Ключевые слова:* инженерия, цифровая трансформация, искусственный интеллект, BIM, CAD, IoT, Big Data, аддитивные технологии, роботизация, предиктивная аналитика.

#### *Введение*

Современное мировое сообщество находится в процессе стремительного и всеобъемлющего перехода к цифровым технологиям, который затрагивает абсолютно все сферы жизнедеятельности человека. Инженерное дело, как одна из фундаментальных отраслей, обеспечивающих прогресс науки и техники, не остается в стороне от этих глубоких преобразований.

Внедрение передовых цифровых инструментов, и в особенности технологий искусственного интеллекта (ИИ), знаменует собой наступление новой эры возможностей, коренным образом преобразуя традиционные подходы к разработке, производству, эксплуатации и управлению сложными инженерными системами.

Настоящий аналитический обзор посвящен детальному изучению влияния цифровой трансформации и интеллектуальных систем на современную инженерную практику, всестороннему анализу возникающих при этом как значительных преимуществ, так и потенциальных проблем, а также рассмотрению многообещающих перспектив дальнейшего развития данного направления.

#### *Методы и материалы*

Процесс цифровой трансформации в инженерной области представляет собой глубокую и многоаспектную интеграцию цифровых технологий во все этапы жизненного цикла инженерных объектов и систем. Это включает в себя активное использование самых современных программных средств для проектирования и моделирования, широкое применение облачных вычислительных ресурсов для обработки больших объемов данных, повсеместное распространение технологий интернета вещей (IoT) для сбора информации о состоянии объектов, анализ больших массивов данных (Big Data) для выявления закономерностей и принятия обоснованных решений, внедрение аддитивных технологий (таких как 3D-печать) для создания прототипов и готовых изделий, использование технологий виртуальной и дополненной реальности (VR/AR) для визуализации и взаимодействия с

### **Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»**

проектами, и, безусловно, активное применение систем искусственного интеллекта для автоматизации интеллектуальных задач и оптимизации процессов.

Одним из краеугольных камней цифровой трансформации в инженерии является развитие и повсеместное внедрение технологий цифрового проектирования и моделирования, таких как информационное моделирование зданий (BIM), а также системы автоматизированного проектирования, производства и инжиниринга (CAD/CAM/CAE). Современные программные комплексы предоставляют инженерам уникальную возможность создавать чрезвычайно детализированные виртуальные модели будущих объектов и сложных систем, проводить их всесторонний анализ с различных точек зрения и осуществлять глубокую оптимизацию характеристик еще на самых ранних стадиях проектирования.

Такой подход позволяет существенно снизить вероятность возникновения дорогостоящих ошибок на последующих этапах, значительно сократить общие сроки разработки и заметно повысить итоговое качество создаваемого продукта или системы.

Другим исключительно важным направлением цифровой трансформации является переход к цифровому производству.

Активное внедрение автоматизированных систем управления производственными процессами (MES), использование роботизированных технологических комплексов для выполнения рутинных и сложных операций, а также применение аддитивных технологий открывает новые горизонты для повышения эффективности, точности и гибкости производственных процессов.

Кроме того, данные технологии позволяют создавать изделия сложнейших геометрических форм с минимальными материальными и временными затратами, что ранее представлялось весьма затруднительным или вовсе невозможным.

В контексте столь масштабных преобразований искусственный интеллект выступает в роли ключевого катализатора цифровой трансформации в инженерной сфере, предоставляя в распоряжение инженеров мощные инструменты для решения широкого спектра задач, которые ранее либо казались практически невыполнимыми, либо требовали колоссальных затрат времени и привлечения значительных человеческих ресурсов.

Спектр применения искусственного интеллекта в различных областях инженерии чрезвычайно широк и продолжает стремительно расширяться:

**Проектирование и оптимизация:** Передовые алгоритмы машинного обучения (МО) обладают способностью анализировать колоссальные объемы разнообразных данных для выявления наиболее оптимальных конструктивных решений, тонкой настройки параметров сложных систем и точного прогнозирования их поведения в самых различных эксплуатационных условиях.

В качестве конкретных примеров можно привести использование ИИ для разработки более эффективных с аэродинамической точки зрения профилей крыльев летательных аппаратов, оптимизации систем энергопотребления в зданиях с учетом множества факторов, или для поиска и разработки принципиально новых материалов с заранее заданными, зачастую уникальными, свойствами.

**Анализ данных и прогнозирование:** Системы искусственного интеллекта демонстрируют высокую эффективность в обработке огромных потоков данных, непрерывно поступающих с многочисленных датчиков интернета вещей (IoT), установленных на различных инженерных объектах и системах. Это позволяет осуществлять непрерывный мониторинг их текущего состояния, оперативно выявлять любые отклонения от нормальных параметров и с высокой степенью точности прогнозировать возможные отказы оборудования в будущем.

На основе таких прогнозов становится возможным проведение так называемого предиктивного (прогнозного) обслуживания, что позволяет существенно снизить риски возникновения аварийных ситуаций и значительно увеличить общий срок службы дорогостоящих активов.

**Автоматизация и роботизация:** Искусственный интеллект является основой для создания и управления интеллектуальными роботизированными системами, способными автономно выполнять сложные и зачастую опасные задачи в таких отраслях, как строительство, промышленное производство и эксплуатация различных инженерных сооружений.

Внедрение таких роботов позволяет существенно повысить уровень безопасности труда на опасных участках, значительно снизить производственные затраты и в целом увеличить общую

### Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»

производительность труда. Этот анализ показывает, как каждый аспект цифровой трансформации и искусственного интеллекта вносит свой вклад в новую эру возможностей в инженерии, создавая синергетический эффект и открывая беспрецедентные перспективы для развития отрасли.

#### Цифровая трансформация в инженерии



Рисунок 1 – Цифровая трансформация в инженерии

#### *ИИ как катализатор инноваций в инженерии*

Современные тенденции развития инженерии показывают, что искусственный интеллект становится неотъемлемым элементом проектирования, производства и эксплуатации сложных систем. Однако его влияние выходит за пределы отдельных задач – ИИ кардинально меняет сам подход к инженерной деятельности.

#### *Самообучающиеся системы и адаптивные технологии*

Одним из самых амбициозных направлений является создание самообучающихся инженерных систем. Такие системы способны анализировать накопленный опыт, находить ошибки и предлагать улучшения без участия человека. Например, в авиакосмической отрасли разрабатываются алгоритмы, которые изучают эксплуатационные данные самолетов и в реальном времени корректируют их параметры для повышения топливной эффективности.

#### *Интеллектуальная диагностика и предиктивное обслуживание*

ИИ также совершил прорыв в области технического обслуживания инженерных объектов. Вместо традиционного подхода, когда ремонт проводится по расписанию или после поломки, сейчас активно применяется предиктивная аналитика.

Система ИИ анализирует данные датчиков на оборудовании, выявляет малейшие отклонения от нормы и прогнозирует, когда может произойти сбой. Это особенно актуально для таких сфер, как:

Энергетика, где ИИ предотвращает аварии на электростанциях;

Промышленность, где интеллектуальные алгоритмы контролируют износ оборудования;

Транспорт, где предиктивный анализ снижает риск поломок на железнодорожных и авиационных линиях.

#### *Результаты и обсуждение*

#### *Глобальное влияние ИИ на инженерные специальности.*

По мере развития искусственного интеллекта меняются и требования к инженерам будущего. Если раньше главной задачей специалиста было глубокое знание узкопрофильных технологий, то теперь инженеры должны быть универсальными – владеть не только техническими, но и цифровыми компетенциями.

Ведущие университеты мира уже внедряют курсы по искусственному интеллекту в инженерные программы.

В ближайшем будущем инженер будет не просто проектировать механизмы, но и работать в связке с ИИ, который возьмет на себя рутинные расчеты и анализ данных. Искусственный интеллект и цифровая трансформация в инженерии: новые горизонты развития.

### **Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»**

Современные инженерные решения уже невозможно представить без цифровых технологий, и процесс их интеграции с каждым годом только ускоряется. Искусственный интеллект (ИИ) становится не просто вспомогательным инструментом, а полноценным участником инженерного процесса. От проектирования до производства и эксплуатации – интеллектуальные алгоритмы способны решать задачи, которые раньше требовали участия огромных коллективов специалистов.

Другим важным направлением являются цифровые двойники – виртуальные копии реальных объектов. Они позволяют проводить испытания и мониторинг в реальном времени, выявлять потенциальные неисправности еще до их появления и даже прогнозировать поведение системы в экстремальных условиях. Автономные системы и роботизация

ИИ активно внедряется в робототехнику и системы автоматизированного управления. В строительстве уже применяются автономные экскаваторы и дроны для мониторинга площадок, а в промышленности – интеллектуальные роботы, способные адаптироваться к изменяющимся условиям производства.

В транспортной сфере появляются умные дороги, анализирующие потоки машин и регулирующие движение в режиме реального времени, а также самоуправляемые автомобили, способные взаимодействовать с городской инфраструктурой.

#### *Проблемы и вызовы*

Несмотря на все преимущества цифровой трансформации, перед инженерами встает ряд сложных вопросов. Внедрение ИИ требует серьезных инвестиций, а подготовка специалистов – времени и усилий. Кроме того, возрастают риски кибератак, ведь интеллектуальные системы обрабатывают огромные объемы данных. Будущее инженерии

Следующим шагом станет симбиоз ИИ и квантовых вычислений, что позволит решать самые сложные инженерные задачи с беспрецедентной скоростью. Кроме того, появятся системы, способные самостоятельно находить оптимальные решения без вмешательства человека, что выведет цифровую трансформацию инженерии на новый уровень. В ближайшие годы можно ожидать не просто эволюции, а настоящей революции в инженерии, где ИИ станет не только инструментом, но и полноценным партнером инженеров в создании технологий будущего.

#### *Заключение*

В заключение можно сопоставить, что мир инженерии не просто развивается, а полностью меняется, отказываясь от своих корней.

Интеллектуальная трансформация перестает действовать как инструмент, в ней появляется функция соавтора, партнера и даже соратника. Мы более не создаем машины, здания или системы, а обучаем их думать, адаптироваться и становиться идеальными самостоятельно. Этот процесс сплошной, и он не может быть отменен.

Вскоре инженеры не станут проектировать зубные блоки, а обучающаяся программа будет искать идеальное решение. Они не станут строить многоквартирные дома, а вместе с программой создадут его электронные дублеры. Фабрики станут самонастраивающимися экосистемами, транспорт – автономными интеллектуальными сетями, энергетика – гибкой и самоуправляемой средой, способной предугадать спрос на еще до того, как он возникнет. Но главное – инженеров искусственный интеллект не заменит. Он лишь

оставит от рутины и поднимет на новый уровень, позволив сосредоточиться на главном: о создании технологий будущего, о которых сегодня еще просто не можем даже думать. А кто раньше начнет использовать возможности ИИ, тот сможет быть не просмотривателем цифровой революции, но ее архитектором.

В инженерном деле наступила принципиально новая эпоха, ознаменованная цифровой революцией и развитием искусственного интеллекта (ИИ). Внедрение передовых цифровых решений радикально меняет подходы к проектированию, изготовлению и обслуживанию инженерных объектов. ИИ играет роль главного двигателя этих преобразований, предлагая передовые инструменты для оптимизации и автоматизации процессов. Фундаментом этой трансформации служат современные

### **Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»**

программные платформы, облачные сервисы и технологии интернета вещей. Благодаря ИИ становится возможен углубленный анализ данных, предсказание работы систем и создание интеллектуальных роботизированных комплексов.

Цифровое проектирование, включая BIM, CAD/CAM/CAE, существенно улучшает процесс разработки. Переход к цифровому производству, основанному на аддитивных технологиях, открывает широкие

перспективы. ИИ способствует созданию самообучающихся систем и интеллектуальной диагностики. Несмотря на возникающие трудности, объединение цифровых технологий и ИИ – важнейший фактор для дальнейшего развития инженерии. Эта новая реальность дарит уникальные возможности для инноваций и значительного роста эффективности.

#### Список литературы

1. Джураев А. Информационные технологии и управление искусственным интеллектом.
2. Ovikv – Проектная компания [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ovikv.ru> – Дата обращения: 06.02.2025.
3. Wikipedia – Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org> – Дата обращения: 06.02.2025.
4. Международный студенческий научный вестник [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://eduherald.ru> – Дата обращения: 06.02.2025.
5. Научное обозрение. Технические науки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://science-engineering.ru> – Дата обращения: 06.02.2025.

Е. С. Жасенов, О. М. Жанайдаров, М. А. Жакипбаева, У. М. Алмухан, А. К. Жунусова

#### **Инженериядағы цифрлық трансформация мен жасанды интеллект: жаңа мүмкіндіктер дәуірі**

Мақалада заманауи инженерлік тәжірибеге цифрлық трансформация мен жасанды интеллект (ЖИ) технологияларының әсері қарастырылады. ЖИ инженерлік жүйелерді жобалау, өндіру және пайдалану үдерістерінде негізгі элементке айналғаны көрсетіледі. Цифрлық модельдеу (BIM, CAD/CAM/CAE), цифрлық өндіріс, аддитивті технологиялар, предиктивті аналитика және өзін-өзі үйрететін жүйелердің артықшылықтары талданады. ЖИ мен заттар интернеті, бұлтты сервистер және робототехника арасындағы синергияға ерекше назар аударылады. Кибершабуылдар мен білікті кадрлардың тапшылығы сияқты негізгі сын-қатерлер бөлініп көрсетіледі. ЖИ мен цифрлық шешімдерді біріктіру инженериядағы жаңа мүмкіндіктер дәуірін ашатыны және технологиялық дамуға серпін беретіні қорытындыланады.

*Түйінді сөздер:* инженерия, цифрлық трансформация, жасанды интеллект, BIM, CAD, IoT, Big Data, аддитивті технологиялар, роботтандыру, предиктивті аналитика.

E. S. Zhasenov, O. M. Zhanaydarov, M. A. Zhakipbaeva, U. M. Almukhan, A. K. Zhunusova

#### **Digital transformation and artificial intelligence in engineering: a new era of opportunities**

The article examines the impact of digital transformation and artificial intelligence (AI) technologies on modern engineering practice. It demonstrates that AI is becoming a key element in the design, production, and operation of engineering systems. The advantages of digital modeling (BIM, CAD/CAM/CAE), digital manufacturing, additive technologies, predictive

### **Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»**

analytics, and self-learning systems are analyzed. Special attention is given to the synergy of AI with the Internet of Things (IoT), cloud services, and robotics. Key challenges such as cybersecurity threats and workforce shortages are highlighted. The conclusion is that the integration of AI and digital solutions opens a new era of opportunities in engineering, fostering innovation and sustainable technological development.

*Keywords:* engineering, digital transformation, artificial intelligence, BIM, CAD, IoT, Big Data, additive technologies, robotics, predictive analytics.

#### References

1. Dzhuraev A. Information Technologies and Artificial Intelligence Management.
2. Ovikv – Project Company [Electronic resource]. – Access: <https://ovikv.ru> – Accessed: 06.02.2025.
3. Wikipedia – The Free Encyclopedia [Electronic resource]. – Access: <https://ru.wikipedia.org> – Accessed: 06.02.2025.
4. International Student Scientific Bulletin [Electronic resource]. – Access: <https://eduherald.ru> – Accessed: 06.02.2025.
5. Scientific Review. Technical Sciences [Electronic resource]. – Access: <https://science-engineering.ru> – Accessed: 06.02.2025.

### Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»

FTAMP 61.01.85  
ЭОЖ: 681.516.42

DOI [10.53002/040](https://doi.org/10.53002/040)

Т.С. Кенжебаева

*Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан  
(E-mail.ru: togzhan\_kenzhebaeva@mail.ru)*

#### **Айқынсыз шығыс жүйесін қолдана отырып күкірт өндірудің технологиялық процесін басқару әдістері**

Мақалада айқынсыз шығыс жүйесін қолдана отырып, күкірт өндірудің технологиялық процесін басқару әдістері қарастырылады. Қазіргі күкірт өндірісі дәл және сенімді басқаруды қажет етеді, өйткені процестегі кез-келген ауытқулар өнім сапасының төмендеуіне, шығындардың өсуіне әкелуі мүмкін. Автоматтандыру мен тұрақтылықтың жаңа деңгейлеріне қол жеткізуге мүмкіндік беретін өндіріс процесінің параметрлерін оңтайландыру үшін айқынсыз логикалық алгоритмдерді қолданудың өзіндік тәсілі келтірілген. Жұмыста айқынсыз шығыс жүйесін құрудың негізгі кезеңдері сипатталған, соның ішінде ережелер базасын әзірлеу, тиесілілік функцияларын конфигурациялау және модельді нақты деректерге сынау қарастырылған. Ұсынылған тәсілдің тиімділігі басқарудың дәлдігін, сенімділігін арттыруды және энергия шығынын азайтуды көрсететін практикалық нәтижелермен расталады. Осылайша, қарастырылған әдіс химия өнеркәсібінде қолдану үшін перспективалы болып табылады.

*Кілт сөздер:* айқынсыз қорытынды, күкірт өндірісі, технологиялық процесс, басқару, оңтайландыру, алгоритмдер, басқару жүйелері, өнеркәсіптік өндіріс.

#### *Кіріспе*

Қазіргі күкірт өндірісі дәл және сенімді басқаруды қажет етеді, өйткені процестегі кез-келген ауытқулар өнім сапасының төмендеуіне және шығындардың өсуіне әкелуі мүмкін. PID реттеуіштері сияқты дәстүрлі басқару әдістері көбінесе технологиялық параметрлердегі динамикалық өзгерістерді жеңе алмайды. Бұл олардың шектеулі икемділігіне және сыртқы жағдайлардың өзгергіштігін есепке алмауына байланысты. Атап айтқанда, процестер күрделі физика-химиялық реакциялармен жүретін химия өнеркәсібінде параметрлердің шамалы ауытқуы өндірістің тұрақтылығы мен энергия тиімділігіне айтарлықтай әсер етуі мүмкін. Осы қиындықтарды жеңу үшін өзгермелі жағдайларға бейімделуге және процестердің тұрақтылығын қамтамасыз етуге қабілетті айқынсыз қорытынды жүйелерін пайдалану ұсынылады. Айқынсыз логика белгісіздік пен сызықтық емес қатынастарды тиімді қарастыруға мүмкіндік береді, бұл оны осы саладағы перспективалы құралға айналдырады.

Бұл мақалада күкірт өндіру процесін басқару үшін айқынсыз шығару жүйесін қолдану қарастырылады. Айқынсыз логика шарттардың белгісіздігі мен өзгергіштігін тиімді ескеруге мүмкіндік береді, бұл оны осы саладағы перспективалы құралға айналдырады. Зерттеудің мақсаты-айқынсыз қорытынды жүйесіне негізделген өндірістік процесті басқару әдістерін әзірлеу және сынақтан өткізу.

#### *Негізгі бөлім*

*Әдістер мен материалдар.* Зерттеу барысында Мамдани алгоритмін қолдана отырып, айқынсыз логикаға негізделген басқару жүйесінің моделі құрылды. Модельдің кіріс параметрлері:

- 1) температура химиялық реакцияның негізгі параметрі ретінде;
- 2) процестердің жылдамдығына әсер ететін қысым;
- 3) реакцияның қарқындылығын анықтайтын күкіртті сутектің концентрациясы.

### Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»

Талдау деректері химиялық кәсіпорынның өндірістік желілерінен жиналды. Модельді әзірлеу және тестілеу MATLAB бағдарламалық жасақтамасын қолдану арқылы жүргізілді. Эксперименттер барысында жүйенің тиімділігін бағалау үшін келесі критерийлер қолданылды:

- 1) реттеу дәлдігі-жүйенің параметрлерді белгіленген шектерде ұстап тұру қабілеті;
  - 2) жүйенің тұрақтылығы-негізгі параметрлердің тербеліс амплитудасын азайту;
  - 3) энергия тиімділігі-тұрақты жұмысты қамтамасыз ету кезінде ресурстарды тұтынуды азайту.
- Температураның өзгеруін сипаттау үшін келесі математикалық өрнектер қолданылды:

- 1) Дәстүрлі басқару әдісі (1):

$$T_{\text{trad}}(t) = T_0 + A \cdot \sin(\omega \cdot t) + \xi \quad (1)$$

мұнда:  $T_0 = 75^\circ\text{C}$  — процестің орташа температурасы, средняя температура процесса,  $T_0 = 75^\circ\text{C}$  деп белгіленген процестің орташа температурасы күкіртсутектің ыдырауы басталатын жағдайларға сәйкес келеді ( $\text{H}_2\text{S}$ );

$A = 5^\circ\text{C}$  — тербеліс амплитудасы;

$\omega = 0.2$  рад/мин — параметрлердің өзгеру жиілігі;

$\xi$  — кездейсоқ шу, қалыпты таралуы бар  $\xi \sim N(0, \sigma^2)$ , где  $\sigma = 1^\circ\text{C}$ .

Формуланың физикалық мәні-температураның ауытқуы кездейсоқ бөліктер қосылған гармоникалық функциямен сипатталады. Бұл сыртқы және ішкі факторлардың әсерінен болатын дәстүрлі басқару жүйелерінің типтік мінез-құлқын көрсетеді.

Айқынсыз шығыс жүйесі (1):

$$T_{\text{fuzzy}}(t) = T_0 + B \cdot \sin(\omega \cdot t) \quad (2)$$

мұнда:  $B = 2^\circ\text{C}$  — айқынсыз шығыс жүйесі үшін тербеліс амплитудасы (дәстүрлі әдіске қарағанда айтарлықтай төмен).

Қалған параметрлер дәстүрлі басқару әдісіне ұқсас. Бұл өрнектер температураның  $t$  уақытына тәуелділігін анықтайды, әр түрлі басқару әдістерінің процесті тұрақтандыруға әсерін көрсетеді.

Жүйенің нәтижелерін бейнелейтін графиктерді құру үшін MATLAB-та бағдарламалық код қолданылды. Бағдарламалық код екі тәсілдің арасындағы айырмашылықтарды визуализациялайды, айқынсыз логиканы қолданудың артықшылығын айқын көрсетеді.

*Нәтижелер және талқылау.* Айқынсыз шығыс жүйесін әзірлеу нәтижесінде кіріс параметрлері мен басқару әсерлері арасындағы байланысты сипаттайтын оңтайлы ережелер анықталды. Салынған модель мүмкіндік берді:

1) температураны басқарудың дәлдігін берілген мәннен  $\pm 1,5^\circ\text{C}$  шегінде арттыру;

2) процесте қысымды тұрақтандыру уақытын 20% - ға азайту;

3) өндірістік процесті басқаруға жұмсалатын энергия шығынын 12% - ға төмендетуге құқылы.

Осындай нәтижелерге қол жеткізу үшін кіріс параметрлерінің әртүрлі комбинацияларын ескеретін басқару ережелері тұжырымдалды және жүзеге асырылды. Мысалы:

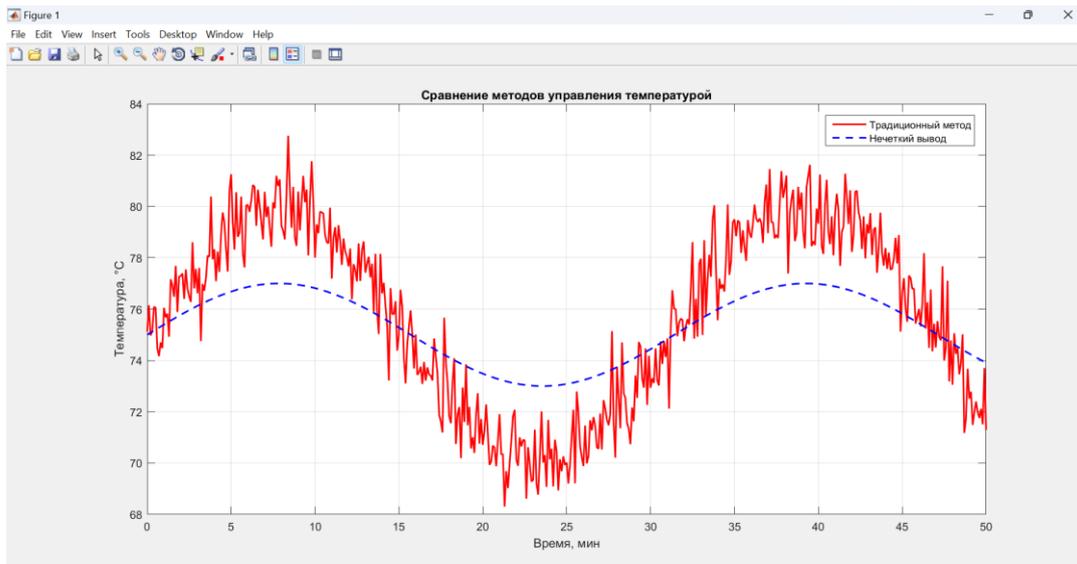
1) егер температура жоғары болса және қысым төмен болса, онда отын беруді азайту;

2) Егер күкіртті сутектің концентрациясы орташа және температура қалыпты болса, онда реагенттерді берудің ағымдағы деңгейін ұстап тұру керек;

3) егер қысым жоғары болса және күкіртті сутектің концентрациясы төмен болса, онда салқындату жылдамдығын арттыру.

Нәтижелерді талдау жүйенің өзгермелі жағдайларға тиімді бейімделетінін көрсетті, бұл әсіресе тұрақсыз өндіріс параметрлері жағдайында маңызды. Бұлыңғыр шығуды қолдану жабдықтың тұрақты жұмысын қамтамасыз ете отырып, кіріс параметрлерінің күрт ауытқуының әсерін жоюға мүмкіндік берді. Сурет 1 дәстүрлі әдістер мен айқынсыз тұжырымдарды қолдану кезінде температураның өзгеруін бейнелейтін график көрсетілген. Дәстүрлі әдіс айтарлықтай ауытқулармен сипатталатынын көруге болады, ал айқынсыз шығыс жүйесі тұрақты және тегіс реттеуді қамтамасыз етеді.

### Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»



Сурет 1 - Дәстүрлі басқару әдістері мен айқынсыз шығыс жүйесін пайдалану кезінде процесс температурасының өзгеруін салыстыру

Графикте күкірт өндірісінің технологиялық процесінде температураның өзгеруін екі басқару әдісін қолдану арқылы салыстыру келтірілген: дәстүрлі әдістер және айқынсыз шығыс жүйесі.

Дәстүрлі басқару әдістері: графикте температураның күрт ауытқуы бар сызық көрсетілген. Мұндай ауытқулар жүйенің тұрақсыздығын және жабдықтың шамадан тыс жүктелуін көрсетеді. Ауытқулардың орташа амплитудасы мақсатты мәннен  $\pm 5$  °C-қа жетеді.

Айқынсыз шығыс жүйесі: бұл әдісті білдіретін сызық тегіс және тұрақты. Ауытқу амплитудасы айтарлықтай төмен,  $\pm 1,5$  °C-тан аспайды.

График (сурет. 1) айқынсыз логиканы қолдануды растайды, өйткені температураның күрт ауытқуын жоюға, процестің тұрақтылығын жақсартуға және оның энергия тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді. Бұл әсіресе күкірт өндірісіндегі күрделі және тұрақсыз жағдайлар үшін өте маңызды.

#### Қорытындылар

Айқынсыз шығыс жүйесін қолдана отырып, күкірт өндірудің технологиялық процесін басқарудың дамыған әдісі жоғары тиімділікті көрсетті. Әдістің негізгі артықшылықтарына мыналар жатады:

- 1) кіріс параметрлерінің белгісіздігін ескере отырып, басқарудың дәлдігі мен сенімділігін арттыру;
- 2) процесті тұрақтандыру уақытын қысқарту, бұл жалпы өнімділікке оң әсер етеді;
- 3) энергия шығынын азайту, бұл әдісті үнемді етеді.

Зерттеу нәтижелерін химия өнеркәсібі кәсіпорындарындағы қолданыстағы басқару жүйелерін жаңарту, олардың өнімділігі мен экономикалық тиімділігін арттыру үшін пайдалануға болады. Осылайша, айқынсыз логиканы қолдану күрделі өндірістік процестерді автоматтандыруға жаңа мүмкіндіктер ашады.

#### Әдебиеттер тізімі

1. Мамдани Э. Х. Применение нечеткой логики для управления динамическими системами // Transactions of the Institution of Electrical Engineers. 1974.
2. Заде Л. А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. М.: Мир, 1976.
3. MATLAB Fuzzy Logic Toolbox. User's Guide. The MathWorks Inc., 2021.
4. Иванов И.И., Петров П.П. Управление технологическими процессами в химической промышленности. Алматы: Казахский университет, 2020

### **Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»**

Т.С. Кенжебаева

#### **Методы управления технологическим процессом производства серы с использованием системы нечеткого вывода**

В статье рассматриваются методы управления технологическим процессом производства серы с использованием системы безударных выходов. Современное производство серы требует точного и надежного управления, так как любые отклонения в процессе могут привести к снижению качества продукции, увеличению затрат. Приведен собственный подход к использованию алгоритмов без очевидной логики для оптимизации параметров производственного процесса, что позволяет достичь новых уровней автоматизации и стабильности. В работе описаны основные этапы создания системы вывода без помех, в том числе разработка базы правил, настройка функций принадлежности и тестирование модели на фактические данные. Эффективность предложенного подхода подтверждается практическими результатами, отражающими повышение точности, надежности управления и снижение энергозатрат. Таким образом, рассмотренный метод является перспективным для применения в химической промышленности.

*Ключевые слова:* неопределенный вывод, производство серы, технологический процесс, Управление, оптимизация, алгоритмы, системы управления, промышленное производство.

T.S. Kenzhebayeva

#### **Methods of controlling the technological process of sulfur production using a fuzzy output system**

The article discusses methods for managing the technological process of sulfur production using a non-obvious exhaust system. Modern sulfur production requires accurate and reliable management, because any deviations in the process can lead to a decrease in product quality, an increase in costs. An original approach to the use of Fuzzy Logic algorithms to optimize the parameters of the production process, which allows you to achieve new levels of automation and stability, is given. The paper describes the main stages of creating a non-obvious output system, including the development of a rule base, configuring affiliation functions, and testing the model for real data. The effectiveness of the proposed approach is confirmed by practical results that show an increase in control accuracy, reliability and a reduction in energy consumption. Thus, the considered method is promising for use in the chemical industry.

*Key words:* fuzzy inference, sulfur production, technological process, control, optimization, algorithms, control systems, industrial production.

#### References

1. Mamdani, E. H. Application of Fuzzy Logic to Dynamic Systems Control // Transactions of the Institution of Electrical Engineers. 1974.
2. Zadeh, L. A. The Concept of a Linguistic Variable and Its Application to Approximate Reasoning. Moscow: Mir, 1976.
3. MATLAB Fuzzy Logic Toolbox. User's Guide. The MathWorks Inc., 2021.
4. Ivanov, I. I., Petrov, P. P. Technological Process Control in the Chemical Industry. Almaty: Kazakh University, 2020.

### Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»

МРНТИ 45.43.99  
УДК: 620.92

DOI [10.53002/041](https://doi.org/10.53002/041)

А.В.Никульшин, Е.В.Кунтуш

*Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан  
(E-mail: a.nikulshin@tttu.edu.kz, ye.kuntush@tttu.edu.kz)*

#### **Перспективы внедрения технологий HVDC в энергосистему Казахстана на основе международного опыта**

В статье исследуются перспективы внедрения технологий высоковольтной передачи постоянного тока (HVDC) в энергосистему Казахстана, опираясь на международный опыт и современные технологические решения. Рассмотрены принципы работы HVDC-систем, включающие преобразование переменного тока в постоянный с помощью тиристорных (LCC) и IGBT-преобразователей (VSC), а также их сравнительные характеристики: эффективность, управление реактивной мощностью, уровень гармонических искажений и применимость в различных условиях эксплуатации. Проведен анализ мирового развития HVDC-линий, в частности в Китае и Индии, с учётом мощностей до  $\pm 1100$  кВ и передачи энергопотоков свыше 12 ГВт. Обоснована необходимость внедрения HVDC в Казахстане для повышения надежности, снижения потерь на линиях протяжённостью до 1000 км и интеграции возобновляемых источников энергии с установленной мощностью более 7 ГВт. Предложены стратегические маршруты HVDC-линий, включая направления Экибастуз–Алматы и Актобе–Атырау, а также мероприятия по технико-экономическому обоснованию и международному сотрудничеству.

*Ключевые слова:* HVDC, высоковольтная передача постоянного тока, VSC-преобразователи, LCC-преобразователи, энергосистема Казахстана, интеграция ВИЭ, электрические потери, линии электропередачи, международный опыт, электросетевые технологии.

#### *Введение*

##### *Принцип работы HVDC*

Система передачи электроэнергии постоянным током высокого напряжения (HVDC) отличается от традиционной системы передачи переменным током высокого напряжения (HVAC) своей способностью передавать электрическую энергию на большие расстояния с минимальными потерями [1].

##### *Методы и материалы*

Работа начинается с преобразования переменного тока, который генерируется на электростанции, в постоянный. Этот процесс осуществляется с помощью мощных преобразователей, также известных как выпрямители, которые устраняют переменные компоненты электрического сигнала, оставляя только постоянную составляющую. Далее постоянный ток передается по высоковольтным линиям электропередачи.

Отсутствие переменной составляющей устраняет эффект реактивной мощности, характерный для систем HVAC, что минимизирует потери энергии в процессе передачи [2].

Кроме того, линии HVDC благодаря своей конструкции и технологии лучше подходят для подземных и подводных соединений.

На конечной подстанции постоянный ток снова преобразуется в переменный при помощи инверторов. Это необходимо для совместимости с местными электрическими сетями, которые традиционно работают на переменном токе. Такие двойные преобразования энергии обеспечивают

### **Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»**

возможность надежной и эффективной передачи электричества между регионами, даже если они имеют разные частоты сети [1, 2].

#### *Преимущества HVDC перед HVAC*

Система HVDC обладает рядом уникальных преимуществ, которые делают её востребованной в современной энергетике:

1. **Снижение потерь энергии:** благодаря отсутствию реактивной мощности и меньшему сопротивлению линии HVDC обеспечивают более эффективную передачу энергии. Это особенно важно при транспорте на большие расстояния, где потери в системах HVAC могут быть значительными [3].

2. **Совместимость между сетями:** HVDC позволяет соединять электросети, работающие на разных частотах или имеющие разные стандарты. Это обеспечивает гибкость и надежность в масштабах межрегиональных или даже международных проектов [4].

3. **Экономия пространства:** Линии HVDC требуют меньше проводов и материалов для изоляции, что делает их более компактными. Это особенно актуально при установке линий в условиях ограниченного пространства, например, под землёй или под водой.

4. **Экологичность:** за счёт высокой эффективности и меньшего потребления материалов HVDC-системы оказывают меньшее воздействие на окружающую среду, способствуя развитию более устойчивой энергетики [3, 4].

#### *Типы преобразователей HVDC: VSC и LCC*

Преобразователи на основе источника напряжения (VSC-HVDC) используют технологию источника напряжения для преобразования переменного тока в постоянный и наоборот. Они основаны на биполярных транзисторах с изолирующим затвором (IGBT), которые обеспечивают возможность включения и выключения тока [5].

Преобразователи типа VSC обладают высокой гибкостью управления, позволяя независимо регулировать активную и реактивную мощность. Они подходят для работы с слабыми сетями и могут обеспечивать питание пассивных нагрузок.

Благодаря технологии широтно-импульсной модуляции (ШИМ), VSC-HVDC имеют низкий уровень гармонических искажений, что снижает необходимость в фильтрах. Эти преобразователи часто используются для подключения возобновляемых источников энергии, таких как ветровые и солнечные электростанции, а также для подводных и подземных кабельных систем [6].

Преобразователи с естественной коммутацией (LCC-HVDC) основаны на тиристорах и используют технологию коммутации линии для преобразования энергии. Они требуют сильной сети с высокой короткозамкнутой мощностью для надежной работы. Преобразователи типа LCC характеризуются высокой эффективностью и способны передавать большие объемы энергии на дальние расстояния. [7]

Однако они требуют значительных ресурсов для компенсации реактивной мощности и фильтрации гармоник, что увеличивает площадь установки. LCC-HVDC не могут работать с пассивными нагрузками и подвержены сбоям коммутации при нарушениях на стороне переменного тока. Они широко применяются для передачи энергии через воздушные линии и для межсетевых соединений. [8]

Выбор между LCC-HVDC и VSC-HVDC (таблица 1) зависит от конкретных условий проекта. LCC-HVDC идеально подходит для магистральных линий передачи на дальние расстояния, особенно в случаях, когда требуется передача больших мощностей (до 12 ГВт) с высоким напряжением (до  $\pm 1100$  кВ) и низкими потерями.

Однако данная технология требует мощной сети переменного тока, чувствительна к коммутационным отказам и нуждается в значительных компенсирующих устройствах [5-8].

### Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»

Таблица 1

Сравнение преобразователей типа VSC и LCC

Параметр	VSC-HVDC	LCC-HVDC
Технология	IGBT, модуляция ширины импульса (ШИМ)	Тиристоры, коммутация линии
Гармонические искажения	Низкие, минимальная фильтрация	Высокие, требуется значительная фильтрация
Реактивная мощность	Независимое управление	Требует компенсации
Работа с пассивными нагрузками	Возможна	Невозможна
Эффективность	Подходит для сетей с напряжением до 640 кВ	Подходит для сетей с напряжением от 500 до 800 кВ
Применение	Кабельные системы, возобновляемая энергетика	Дальние воздушные линии, межсетевые соединения

С другой стороны, *VSC-HVDC* обеспечивает *большую гибкость в управлении потоком мощности*, может работать в слабых энергосистемах и подходит для интеграции возобновляемых источников энергии. Благодаря *способности независимого управления активной и реактивной мощностью*, он используется для межсетевых соединений, подключения морских ветропарков и работы в распределенных энергосистемах.

Однако *VSC-HVDC* ограничен по передаваемой мощности (до 3-4 ГВт) и напряжению (до  $\pm 640$  кВ) и имеет более высокие потери на преобразовательных станциях [5, 6].

Таким образом, *LCC-HVDC* остается основой для мощных линий электропередачи (ЛЭП) постоянного тока на дальние расстояния, в то время как *VSC-HVDC* активно развивается и используется для гибких энергосистем будущего [5-8].

#### *Мировой опыт применения HVDC-систем передачи*

Развитие технологий передачи HVDC активно продолжается, и количество реализованных и запланированных проектов демонстрирует стабильный рост.

Согласно анализу, опубликованному Bloomberg New Energy Finance (BNEF) в 2016 году, общее количество HVDC-проектов, введенных в эксплуатацию с 1965 года, а также тех, что находятся в стадии разработки, составляет более 250. К 2022 году суммарная мощность HVDC-линий по всему миру превысила 400 ГВт [9].

Наибольшее распространение технология получила в Азии, на долю которой приходится около 52% от общей установленной мощности, что объясняется необходимостью передачи электроэнергии на большие расстояния между удаленными объектами генерации и центрами потребления.

Особенно активными участниками этого рынка являются Китай и Индия, которые используют HVDC для интеграции возобновляемых источников энергии и повышения эффективности энергосистем [9]. Оценочное распределение HVDC-инфраструктуры по регионам мира показано на рисунке 1 [9].

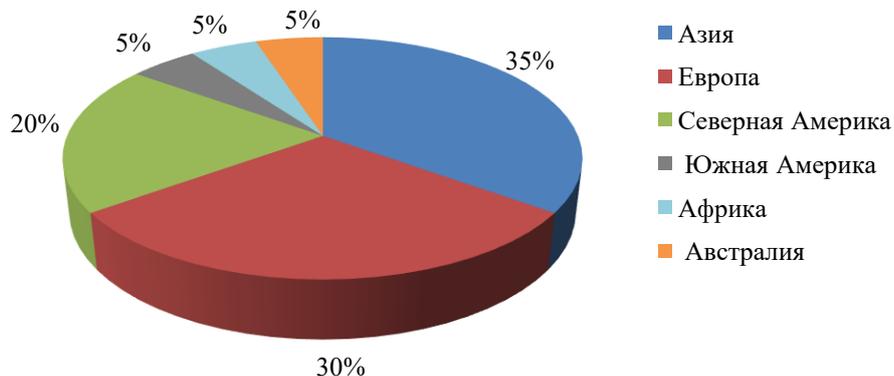


Рисунок 1– Распределение сетей HVDC в мире

### Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»

#### Китай – лидер по внедрению HVDC

Китай занимает лидирующую позицию в мире по внедрению технологий HVDC. Основной причиной активного развития данного направления является значительная географическая разница между регионами генерации и потребления электроэнергии. Западные и северные районы страны богаты гидроэнергетическими и угольными ресурсами, тогда как основные промышленные и экономические центры сосредоточены на восточном побережье. Для эффективной передачи электроэнергии на расстояния, превышающие 1000-3000 км, активно применяются HVDC-линии, обеспечивающие снижение потерь и повышение надежности энергоснабжения [10].

По состоянию на 2023 год, в Китае эксплуатировалось более 50 HVDC-линий, включая проекты напряжением  $\pm 500$  кВ,  $\pm 800$  кВ и новейшие  $\pm 1100$  кВ, что делает Китай ведущей державой в данной области. Китай активно инвестирует в строительство новых объектов HVDC, а также разрабатывает технологии для повышения эффективности существующих линий. Суммарная передаваемая мощность HVDC-линий в Китае превышала 350 ГВт, а к 2030 году планируется увеличение до 675 ГВт [10].

#### Стратегия развития HVDC в Индии: ключевые проекты и перспективы

Индия активно развивает технологии HVDC для повышения эффективности и надёжности своей энергосистемы. Важными стратегическими проектами являются линия HVDC Талчер–Колар, соединяющая восточный (Талчер, Одиша) и южный (Колар, Карнатака) регионы, с протяжённостью 1450 км и мощностью 2500 МВт.

Другой крупный проект – линия Райгарх–Пугалур длиной 1830 км, рассчитанная на 6000 МВт, которая интегрирует центральный и южный регионы в стране. Индия также планирует международное соединение HVDC с Шри-Ланкой, включающее 285 км линий, из которых 50 км будут проложены под водой, что позволит расширить энергетическое сотрудничество в Южной Азии [11].

Китай значительно опережает Индию по масштабам и темпам внедрения HVDC, активно применяя передовые технологии и реализуя мегапроекты. Индия, в свою очередь, делает важные шаги в развитии HVDC для повышения стабильности энергосистемы, но её проекты пока уступают китайским по мощности и протяжённости. На рисунке 2 представлено сравнение темпов развития HVDC-сетей в Индии и Китае.

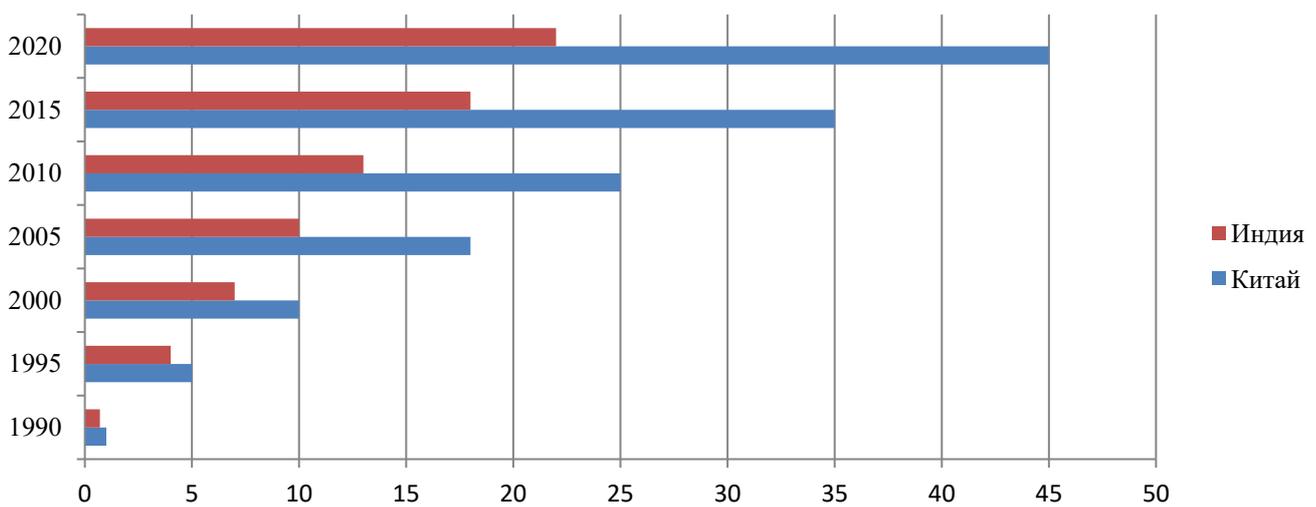


Рисунок 2– Сравнительный график развития сетей в Китае и Индии

#### Ключевые различия в развитии HVDC-инфраструктуры в Китае и Индии:

1. Масштаб внедрения: Китай демонстрирует более высокий уровень развития HVDC-сетей как по количеству реализованных проектов, так и по их установленной мощности. Это обусловлено значительными инвестициями и координированной государственной политикой в области электроэнергетики.

2. Технологический уровень: Китай активно реализует проекты на напряжениях до 1100 кВ, включая линии ультравысокого напряжения (UHVDC), в то время как в Индии на сегодняшний день внедряются решения с максимальным уровнем 800 кВ.

### **Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»**

3. Стратегические цели: В Китае основное применение HVDC связано с передачей энергии от удалённых центров генерации электроэнергии (в том числе гидро- и угольных станций) к промышленным регионам. В Индии же ключевое внимание уделяется интеграции возобновляемых источников энергии (солнечных и ветровых) и обеспечению стабильной работы энергосистемы [9-11].

#### *Результаты и обсуждение*

##### *Перспективы использования HVDC в Казахстане*

Энергетическая система Казахстана представлена 71 электростанцией с совокупной установленной мощностью 18 572 МВт. Основной объём электроэнергии вырабатывается на тепловых электростанциях (ТЭС), преимущественно угольных, среди которых одной из крупнейших является Экибастузская ГРЭС-2. В то же время в последние годы наблюдается устойчивый рост доли возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в структуре генерации. К 2021 году установленная мощность объектов ВИЭ достигла 7 086 МВт, а по итогам 2024 года их вклад в общий объём выработки составил 6,43% [12].

##### *Ключевые характеристики энергетического сектора Казахстана:*

1. Электрогенерация: в стране эксплуатируется 71 электростанция с общей установленной мощностью 18 572 МВт. Основную долю выработки обеспечивают тепловые электростанции, преимущественно угольные.
2. Возобновляемая энергетика: К 2024 году доля ВИЭ в общем объёме производства электроэнергии достигла 6,43%, при установленной мощности 7 086 МВт в 2021 году.
3. Линии электропередачи: По состоянию на 1 января 2021 года общая протяжённость линий электропередачи составила 23 383 км.
4. Потребление энергии: Наибольшее энергопотребление приходится на промышленные предприятия, в частности в горнодобывающем и металлургическом секторах, а также на нужды населения [12].

На основе успешного опыта Китая и Индии, Казахстану целесообразно рассмотреть внедрение технологий HVDC для решения ключевых задач в электроэнергетике: обеспечения эффективной передачи энергии на большие расстояния, интеграции с ВИЭ, повышения надёжности и повышения общей энергоэффективности страны.

Первым этапом должна стать разработка технико-экономического обоснования с учётом протяжённости сетей, распределения генерации и потребления. Приоритетными считаются направления, испытывающие энергетический дефицит, в частности — линии от Экибастузской ГРЭС к южным регионам (Алматинская и Жамбылская области) и к западным районам страны, зависящим от поставок из России.

В дальнейшем следует инициировать пилотные HVDC-проекты, например, на направлениях Экибастуз – Алматы и Актобе – Атырау, где требуется передача крупных объёмов энергии с минимальными потерями. Важным элементом стратегии является сотрудничество с международными партнёрами, особенно Китаем и Индией, для привлечения технологий, снижения затрат и ускорения модернизации энергетической инфраструктуры.

##### *Карта возможных маршрутов HVDC-линий в Казахстане*

Проектная модель предусматривает интеграцию центров генерации, потребления и передачи энергии с использованием HVDC-технологий.

##### *Основные элементы модели:*

1. Ключевые потребители: Астана, Алматы, Шымкент, Атырау, Актау, Кызылорда.
2. Главные направления HVDC-линий: передача электроэнергии от угольных электростанций Экибастуза в направлении Астаны и Алматы; интеграция солнечной и ветровой генерации, расположенной в южных регионах, в общенациональную энергосистему.

##### *Характеристика основных центров потребления:*

1. Астана – административный центр с интенсивным ростом энергопотребления.
2. Алматы – крупнейший мегаполис с высоким уровнем сезонных нагрузок, особенно в зимний период.

### Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»

3. Шымкент – динамично развивающийся южный регион с растущими энергетическими потребностями.

4. Атырау – стратегически важный нефтегазовый центр, требующий устойчивого и надёжного энергоснабжения.

*Приоритетные маршруты HVDC-линий:*

1. Север → Юг (Экибастуз → Астана → Алматы → Шымкент) – магистраль для передачи избыточной энергии с угольных ТЭС в густонаселённые южные регионы.

2. Запад → Центр (Атырау → Актау → Кызылорда) – соединение западных нефтегазовых регионов с центральной частью энергосистемы страны.

3. Возобновляемые источники → магистральные сети (Жамбылская ВЭС, Кызылординская СЭС → Алматы, Астана) – маршруты для подключения объектов возобновляемой генерации к HVDC-инфраструктуре.

#### Выводы

Внедрение HVDC-технологий в Казахстане должно учитывать пространственное соответствие между регионами генерации и потребления электроэнергии. Ключевыми направлениями являются маршруты Экибастуз–Алматы (через Караганду и Астану) и соединения западных и южных регионов, что позволит снизить потери и повысить надёжность передачи. Реализация подобных проектов требует системного подхода, включающего технико-экономическое обоснование, развитие нормативной базы и кадрового потенциала. В долгосрочной перспективе это создаст основу для устойчивого функционирования и модернизации энергетической системы страны.

#### Список литературы

1. B. Albannai, Comparative Study of HVAC and HVDC Transmission Systems with Proposed Machine Learning Algorithms for Fault Location Detection, M.Sc. Thesis, Arizona State University, USA, (2019).
2. V. Lackovic, Principles of HVDC Transmission, Continuing Education and Development, Inc., USA, (no date). Режим доступа: <https://www.cedengineering.com/userfiles/Principles%20of%20HVDC%20Transmission-R1.pdf> (Дата обращения 03.04.2025)
3. A. Kalair, N. Abas, N. Khan, Comparative study of HVAC and HVDC transmission systems, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 59 (2016), 1653–1675. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.288>
4. A. Shah Ayobe, S. Gupta, Comparative investigation on HVDC and HVAC for bulk power delivery, Materials Today: Proceedings, 49 (2022), 2228–2236. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.06.025>
5. Z. Pei, P. Liu, A. Zhang, Y. Zhou, An overview on VSC-HVDC power transmission systems, International Journal of Control and Automation, 9 (5) (2016), 33–44. <https://doi.org/10.14257/ijca.2016.9.5.04>
6. R. Gandotra, Kanika, K. Pal, The VSC-HVDC transmission system performance assessment, in Advancements & Key Challenges in Green Energy and Computing (AKGEC 2023), Journal of Physics: Conference Series, 2570 (2023), 012025. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2570/1/012025>
7. H. Jiang, J. Fang, T. Zhang, X. Fan, The area comparison of LCC-HVDC and VSC-HVDC, Science Discovery, 5 (7) (2017), 502–508. <https://doi.org/10.11648/j.sd.20170507.15>
8. PSMA Consulting, LCC HVDC vs VSC HVDC Transmission Systems, Режим доступа: <https://www.psmiconsulting.com/power-system-studies/hvdc/lcc-hvdc-vs-vsc-hvdc-transmission-systems> (Дата обращения 03.04.2025)
9. N. Aspinall, Electric Transmission: HVDC and Interconnectors, Bloomberg New Energy Finance (BNEF), (2016).
10. M. Ardelean, P. Minnebo, A China-EU Electricity Transmission Link: Assessment of Potential Connecting Countries and Routes, EUR 29098 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, (2017). <https://doi.org/10.2760/67516>

### **Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»**

11. S. Mitra, D.K. Pandaraboyana, K. Arulvendhan, J.D. Srinivasan, HVDC in Indian Power Sector, International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE), 8 (1S4) (2019), 509–514. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3345684>

12. Министерство энергетики Республики Казахстан, Официальный сайт, Режим доступа: <https://www.gov.kz/memleket/entities/energo?lang=ru> (Дата обращения 03.04.2025)

А.В.Никульшин, Е.В.Кунтуш

#### **Халықаралық тәжірибе негізінде Қазақстанның энергетикалық жүйесіне HVDC технологияларын енгізу перспективалары**

Мақалада Қазақстанның энергетикалық жүйесіне жоғары кернеулі тұрақты ток (HVDC) технологияларын енгізу перспективалары халықаралық тәжірибе мен заманауи техникалық шешімдерге сүйене отырып зерттеледі. HVDC жүйелерінің жұмыс істеу принциптері қарастырылады, оның ішінде айнымалы токты тиристорлық (LCC) және IGBT-преобразовательдері (VSC) арқылы тұрақты токқа түрлендіру, сондай-ақ олардың салыстырмалы сипаттамалары: тиімділік, реактивтік қуатты басқару, гармоникалық бұрмалану деңгейі және әртүрлі жұмыс жағдайларында қолданылу мүмкіндігі. Әлемдік HVDC желілерінің, әсіресе Қытай мен Үндістандағы дамуы талданады, онда  $\pm 1100$  кВ дейінгі кернеу деңгейлері мен 12 ГВт-тан асатын қуатты тасымалдау қарастырылады. Қазақстанда HVDC технологияларын енгізу қажеттілігі сенімділікті арттыруға, 1000 км-ге дейінгі қашықтықтағы желілердегі энергия шығынын азайтуға және 7 ГВт-тан асатын орнатылған қуаты бар жаңартылатын энергия көздерін интеграциялауға негізделген. Стратегиялық HVDC желілерінің бағыттары ұсынылған, оның ішінде Экибастұз–Алматы және Ақтөбе–Атырау бағыттары, сондай-ақ техникалық-экономикалық негіздемелер жасау және халықаралық ынтымақтастық шаралары қарастырылған.

*Түйінді сөздер:* HVDC, жоғары кернеулі тұрақты токты беру, VSC-преобразовательдер, LCC-преобразовательдер, Қазақстанның энергетикалық жүйесі, жаңартылатын энергия көздерін интеграциялау, электр энергиясының шығыны

A. V. Nikulshin, E. V. Kuntush

#### **«Prospects for the Implementation of HVDC Technologies in Kazakhstan's Power System Based on International Experience»**

The article explores the prospects of implementing high-voltage direct current (HVDC) transmission technologies into Kazakhstan's power system, drawing on international experience and modern technological solutions. The principles of HVDC systems operation are examined, including the conversion of alternating current to direct current using thyristor-based (LCC) and IGBT-based (VSC) converters, along with their comparative characteristics: efficiency, reactive power control, harmonic distortion levels, and applicability under various operating conditions. An analysis of global HVDC line development is presented, particularly in China and India, considering voltage levels up to  $\pm 1100$  kV and power transmission capacities exceeding 12 GW. The necessity of adopting HVDC in Kazakhstan is justified to enhance system reliability, reduce losses over transmission lines up to 1000 km long, and integrate renewable energy sources with an installed capacity of more than 7 GW. Strategic HVDC line routes are proposed, including the Ekibastuz–Almaty and Aktobe–Atyrau corridors, alongside measures for techno-economic feasibility studies and international cooperation.

*Keywords:* HVDC, high-voltage direct current transmission, VSC converters, LCC converters, Kazakhstan power system, renewable energy integration, electrical losses.

### Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»

#### References

1. Albannai B. Comparative Study of HVAC and HVDC Transmission Systems with Proposed Machine Learning Algorithms for Fault Location Detection. M.Sc. Thesis, Arizona State University, USA, 2019.
2. Lackovic V. Principles of HVDC Transmission. Continuing Education and Development, Inc., USA, n.d. Available at: <https://www.cedengineering.com/userfiles/Principles%20of%20HVDC%20Transmission-R1.pdf> (Accessed: 03.04.2025).
3. Kalair A., Abas N., Khan N. Comparative Study of HVAC and HVDC Transmission Systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 59 (2016), pp. 1653–1675. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.288>
4. Shah Ayobe A., Gupta S. Comparative Investigation on HVDC and HVAC for Bulk Power Delivery. *Materials Today: Proceedings*, 49 (2022), pp. 2228–2236. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.06.025>
5. Pei Z., Liu P., Zhang A., Zhou Y. An Overview on VSC-HVDC Power Transmission Systems. *International Journal of Control and Automation*, 9(5) (2016), pp. 33–44. <https://doi.org/10.14257/ijca.2016.9.5.04>
6. Gandotra R., Kanika, Pal K. The VSC-HVDC Transmission System Performance Assessment. In: *Advancements & Key Challenges in Green Energy and Computing (AKGEC 2023)*, Journal of Physics: Conference Series, 2570 (2023), 012025. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2570/1/012025>
7. Jiang H., Fang J., Zhang T., Fan X. The Area Comparison of LCC-HVDC and VSC-HVDC. *Science Discovery*, 5(7) (2017), pp. 502–508. <https://doi.org/10.11648/j.sd.20170507.15>
8. PSMA Consulting. LCC HVDC vs VSC HVDC Transmission Systems. Available at: <https://www.psmiconsulting.com/power-system-studies/hvdc/lcc-hvdc-vs-vsc-hvdc-transmission-systems> (Accessed: 03.04.2025).
9. Aspinall N. *Electric Transmission: HVDC and Interconnectors*. Bloomberg New Energy Finance (BNEF), 2016.
10. Ardelean M., Minnebo P. *A China-EU Electricity Transmission Link: Assessment of Potential Connecting Countries and Routes*. EUR 29098 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2017. <https://doi.org/10.2760/67516>
11. Mitra S., Pandaraboyana D.K., Arulvendhan K., Srinivasan J.D. HVDC in Indian Power Sector. *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)*, 8(1S4) (2019), pp. 509–514. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3345684>
12. Ministry of Energy of the Republic of Kazakhstan. Official Website. Available at: <https://www.gov.kz/memleket/entities/energo?lang=ru> (Accessed: 03.04.2025).

### Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»

IRSTI 44.29.37  
UDC: 621.3

DOI [10.53002/042](https://doi.org/10.53002/042)

A.V. Nikulshin<sup>1</sup>, Ye.V. Kuntush<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Karaganda Industrial University, Temirtau, Qazaqstan*  
(E-mail: [a.nikulshin@tttu.edu.kz](mailto:a.nikulshin@tttu.edu.kz), [ye.kuntush@tttu.edu.kz](mailto:ye.kuntush@tttu.edu.kz))

#### **HVDC Technologies: Operating Principles, Global Practices, and Prospects for Implementation in Qazaqstan**

High Voltage Direct Current (HVDC) technologies play a pivotal role in modern power systems by enabling efficient long-distance electricity transmission with minimal losses. This article explores the fundamental operating principles of HVDC systems, analyzes global implementation practices, and evaluates the prospects for deploying HVDC technologies in Qazaqstan. It highlights key technological trends, the advantages of HVDC over conventional alternating current (HVAC) systems, as well as the challenges associated with deployment. Drawing on the conducted analysis, this paper provides recommendations for integrating HVDC into Qazaqstan's power system, considering technical feasibility, economic viability, and environmental sustainability.

*Keywords:* HVDC, power transmission, energy sector, Qazaqstan, technologies, innovations, global practices, efficiency.

#### *Introduction*

High Voltage Direct Current (HVDC) transmission lines are gaining prominence due to their high energy efficiency and reliability [1]. Unlike traditional Alternating Current (HVAC) lines, HVDC systems enable long-distance power transmission with lower losses and facilitate the integration of renewable energy sources [2].

The application of HVDC is particularly relevant for countries with vast territories and remote generation sources, such as Qazaqstan. In recent years, Qazaqstan has been actively developing its energy infrastructure, aiming to enhance transmission efficiency and reduce its carbon footprint [3]. With the increasing penetration of renewable energy sources (RES), such as solar and wind power plants, HVDC presents an optimal solution for integrating them into the national power grid [4].

Moreover, Qazaqstan occupies a strategically important position between Europe, Russia, and China, making it a potential hub for cross-border energy projects based on HVDC technology [5]. Globally, major international HVDC interconnectors have already been implemented, ensuring power system stability and enabling electricity trade between countries [6]. Qazaqstan can draw upon this experience to strengthen its energy security and expand electricity exports.

The purpose of this paper is to review the operating principles of HVDC systems, examine global implementation practices, and assess the prospects for adopting this technology in Qazaqstan. The article discusses the advantages of HVDC over HVAC, the technological aspects of their deployment, as well as potential challenges related to financing and infrastructure development.

#### *Methods and Materials*

This study is based on an analysis of scientific publications dedicated to HVDC, including comparative studies on the efficiency of HVAC and HVDC systems [3, 5]. Materials from international organizations specializing in energy technologies were utilized, along with data on existing HVDC projects [4, 7].

#### *Results and Discussion*

### **Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»**

HVDC systems are designed for electric power transmission via direct current, which minimizes losses over long distances and enhances control over power flows [6]. The basic operating principle of HVDC involves converting alternating current (AC) into direct current (DC) at the sending end, transmitting it through the line, and then reconverting it into AC at the receiving end.

There are two main types of HVDC systems:

1. Line Commutated Converters (LCC-HVDC): These use thyristors that require a strong AC system for commutation. LCC-HVDC is widely used for interregional connections and long-distance bulk power transmission [8].

2. Voltage Source Converters (VSC-HVDC): These utilize insulated-gate bipolar transistors (IGBTs) or similar semiconductor switches, allowing them to operate without a strong AC grid. VSC technology provides more flexible power control and is commonly used for integrating renewable energy sources and linking power systems with different characteristics [9].

The key advantages of HVDC over traditional AC transmission:

- Reduced transmission losses over long distance.
- Independence from frequency synchronization between power systems.
- Capability to control power flow direction and volume.
- Enhanced power system stability due to rapid response to load changes [10].

HVDC technologies are currently being widely deployed across many countries, demonstrating their effectiveness in addressing long-distance transmission and renewable energy integration challenges. One of the global leaders in this area is China, which has implemented some of the world's largest HVDC lines connecting remote hydropower plants in the western regions to industrial hubs in the east. A notable example is the Ultra High Voltage Direct Current (UHVDC) project, capable of transmitting up to 12 GW of power over distances exceeding 3,000 km.

In Europe, HVDC is actively used to interconnect national power systems and ensure secure electricity supply. For instance, the NordLink project connects Germany and Norway, enabling bidirectional energy exchange between Norway's hydropower and Germany's wind energy. Such projects help balance the grid and mitigate fluctuations in renewable generation.

In North America, HVDC is applied in interstate energy corridors, such as the Pacific DC Intertie in the U.S, which links hydropower stations in the Northwest to major load centers in California. This project has significantly reduced dependence on conventional generation and improved power supply reliability.

HVDC is also employed in submarine interconnectors that link the power systems of different countries. Examples include the BritNed interconnector between the United Kingdom and the Netherlands, and the Baltic Cable between Sweden and Germany, demonstrating how HVDC enhances reliability and efficiency in international electricity trade.

Thus, global experience shows that HVDC technologies provide effective solutions for enhancing power system reliability, integrating renewable energy sources, and transmitting electricity over long distances. Qazaqstan can leverage these examples to develop its own HVDC implementation strategy.

Qazaqstan has significant potential for HVDC development due to its vast territory and large generation facilities [13]. The deployment of HVDC could facilitate the integration of renewable energy sources such as solar and wind power [14]. This technology would help reduce electricity losses during long-distance transmission and improve the reliability of power supply in remote regions.

One of the most promising areas is the creation of HVDC lines connecting major renewable energy clusters, such as those in the Zhambyl and Mangystau regions, with industrial centers in the central and eastern parts of the country. This would allow Qazaqstan not only to optimize domestic energy supply, but also to strengthen its position as an electricity exporter to Central Asian countries and China [15].

Another promising direction is the development of cross-border HVDC interconnectors. Qazaqstan could play a key role in establishing an energy corridor between Europe and Asia, linking the power systems of Russia and China via high-voltage direct current lines. This would expand electricity trade volumes and enhance the resilience of the national power system to external fluctuations [16].

However, successful HVDC implementation requires significant financing, infrastructure development, and training of qualified personnel. Government support programs and international investment will play a crucial role in this process. Qazaqstan has already launched several projects to modernize its energy system, and HVDC integration could become a pivotal step toward a more sustainable and efficient energy future [17].

### **Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»**

#### *Conclusion*

HVDC technologies represent a critical area in the development of modern power systems, offering high transmission efficiency and reduced energy losses. The implementation of HVDC in Qazaqstan would enable the integration of renewable energy sources, enhance the reliability of power supply, and strengthen the country's position in international energy trade. However, the successful realization of HVDC projects requires substantial investments, infrastructure modernization, and active involvement from both public and private sectors. If these conditions are met, Qazaqstan stands to significantly enhance its energy security and the resilience of its power system.

#### References

1. Kalair A., Abas N., Khan N. Comparative study of HVAC and HVDC transmission systems // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. – 2016. – Vol. 59. – pp. 1653–1675.
2. Stan A., Costinaş S., Ion G. Overview and Assessment of HVDC Current Applications and Future Trends // *Energies*. – 2022. – Vol. 15, No. 3. – p. 1193.
3. Watson N. R., Watson J. D. An overview of HVDC technology // *Energies*. – 2020. – Vol. 13. – p. 4342.
4. Alassi A., Bañales S., Ellabban O., Adam G., MacIver C. HVDC Transmission: Technology Review, Market Trends and Future Outlook // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. – 2019. – Vol. 112. – pp. 530–554.
5. Wang M., An T., Ergun H., Lan Y., Andersen B., Szechtman M., Leterme W., Beerten J., Van Hertem D. Review and Outlook of HVDC Grids as Backbone of Transmission System // *CSEE Journal of Power and Energy Systems*. – 2021. – Vol. 7, No. 4. – pp. 797–807.
6. Albannai B. Comparative study of HVAC and HVDC transmission systems with proposed machine learning algorithms for fault location detection. – Master's Thesis. – Arizona State University, 2019.
7. Lackovic V. Principles of HVDC Transmission. – Continuing Education and Development, Inc., 2020.
8. Barnwal A. K., Kumar A., Tiwari N. Comparative Analysis of HVAC and HVDC Transmission System // *IRE Journals*. – 2018. – Vol. 1, No. 9. – pp. 305–307.
9. Rudervall R., Charpentier J. P., Sharma R. High Voltage Direct Current (HVDC) Transmission Systems Technology Review Paper // *Proceedings of the Energy Week 2000, Washington, DC, USA*. – 2000. – March 7–8. – pp. 1–19.
10. Ayobe A. S., Gupta S. Comparative Investigation on HVDC and HVAC for Bulk Power Delivery // *Materials Today: Proceedings*. – 2022. – Vol. 48, No. 5. – pp. 958–964.
11. CIGRE Working Group B4.46. Voltage Source Converter (VSC) HVDC for Power Transmission – Economic Aspects and Comparison with other AC and DC Technologies. – Technical Brochures, Ref. 492. – 2012.
12. Pillay C. J., Kabeya M., Davidson I. E. Transmission Systems: HVAC vs HVDC // *Proceedings of the 5th North American International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, Detroit, Michigan, USA*. – 2020. – August 10–14. – pp. 2061–2077.
13. Oni O. E., Mbangula K. I., Davidson I. E. A review of LCC-HVDC and VSC-HVDC technologies and applications // *Transactions on Environment and Electrical Engineering*. – 2016. – Vol. 1, No. 3. – p. 68.
14. Song J. Analysis of Hybrid LCC-VSC HVDC Transmission Systems. – Master's Thesis. – Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona, 2018.
15. Jovic D. High Voltage Direct Current Transmission: Converters, Systems and DC Grids. – 2nd ed. – John Wiley & Sons Ltd, 2019.
16. Gandotra R., Pal K., Kanika. The VSC-HVDC Transmission System Performance Assessment // *Journal of Physics: Conference Series*. – 2023. – Vol. 2570, No. 1. – pp. 12–25.
17. Korompili A., Wu Q. Study on VSC HVDC Modeling and Control Strategies for Wind Power Integration. – Technical University of Denmark, Department of Electrical Engineering, 2013.

### **Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»**

А.В. Никульшин, Е.В. Кунтуш

#### **HVDC технологиялары: жұмыс істеу принциптері, әлемдік тәжірибе және Қазақстанда енгізу перспективалары**

Жоғары кернеулі тұрақты ток (HVDC) технологиялары заманауи энергетикада маңызды рөл атқарады, себебі олар электр энергиясын алыс қашықтықтарға тиімді және аз шығынмен жеткізуге мүмкіндік береді. Бұл мақалада HVDC жүйелерінің негізгі жұмыс істеу принциптері қарастырылады, әлемдік енгізу тәжірибесі талданады және Қазақстанда HVDC технологияларын дамыту перспективалары бағаланады. Негізгі технологиялық үрдістер, тұрақты токтың дәстүрлі айнымалы ток (HVAC) жүйелеріне қарағанда артықшылықтары және енгізу барысындағы мәселелер сипатталады. Жүргізілген талдау нәтижесінде Қазақстанның энергетикалық жүйесінде HVDC-ны қолдану бойынша техникалық, экономикалық және экологиялық аспектілерді ескере отырып ұсыныстар әзірленді.

*Түйінді сөздер:* HVDC, электр энергиясын жеткізу, энергетика, Қазақстан, технологиялар, инновациялар, әлемдік тәжірибе, тиімділік.

А.В. Никульшин, Е.В. Кунтуш

#### **Технологии HVDC: принципы работы, мировая практика и перспективы внедрения в Казахстане**

Технологии высоковольтного прямого тока (HVDC) играют ключевую роль в современной энергетике, обеспечивая эффективную передачу электроэнергии на большие расстояния с минимальными потерями. В данной статье рассматриваются основные принципы работы HVDC, анализируется мировой опыт внедрения, а также оцениваются перспективы развития HVDC-технологий в Казахстане. Рассматриваются ключевые технологические тенденции, преимущества HVDC перед традиционными системами переменного тока (HVAC), а также проблемы внедрения. В результате проведенного анализа предложены рекомендации по применению HVDC в энергетической системе Казахстана с учетом технических, экономических и экологических аспектов.

*Ключевые слова:* HVDC, передача электроэнергии, энергетика, Казахстан, технологии, инновации, мировая практика, эффективность.

#### Список литературы

1. Калаир А., Абас Н., Хан Н. Сравнительное исследование систем передачи HVAC и HVDC // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. – 2016. – Т. 59. – С. 1653–1675.
2. Стан А., Костинаш С., Ион Г. Обзор и оценка современных применений HVDC и будущих тенденций // *Energies*. – 2022. – Т. 15, № 3. – С. 1193.
3. Уотсон Н. Р., Уотсон Дж. Д. Обзор технологии HVDC // *Energies*. – 2020. – Т. 13. – С. 4342.
4. Аласси А., Баньялес С., Эллаббан О., Адам Г., Макайвер К. Передача по технологии HVDC: обзор технологий, рыночные тенденции и перспективы // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. – 2019. – Т. 112. – С. 530–554.
5. Ван М., Ан Т., Эргюн Х., Лань Ю., Андерсен Б., Зехтман М., Летерм В., Беертен Й., ван Хертем Д. Обзор и перспективы развития HVDC-сетей как основы системы передачи энергии // *CSEE Journal of Power and Energy Systems*. – 2021. – Т. 7, № 4. – С. 797–807.

### **Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»**

6. Альбаннаи Б. Сравнительное исследование систем HVAC и HVDC с использованием алгоритмов машинного обучения для определения места повреждения. – Магистерская диссертация. – Университет штата Аризона, 2019.
7. Лакович В. Принципы передачи по технологии HVDC. – Continuing Education and Development, Inc., 2020.
8. Барнвал А. К., Кумар А., Тивари Н. Сравнительный анализ систем передачи HVAC и HVDC // IRE Journals. – 2018. – Т. 1, № 9. – С. 305–307.
9. Рудервалл Р., Шарпентье Ж. П., Шарма Р. Обзор технологий систем передачи HVDC // Материалы конференции Energy Week 2000, Вашингтон, округ Колумбия, США. – 2000. – 7–8 марта. – С. 1–19.
10. Айобе А. С., Гупта С. Сравнительное исследование HVDC и HVAC для передачи больших объемов энергии // Materials Today: Proceedings. – 2022. – Т. 48, № 5. – С. 958–964.
11. Рабочая группа CIGRE B4.46. HVDC на базе преобразователей напряжения (VSC) для передачи электроэнергии: экономические аспекты и сравнение с другими технологиями переменного и постоянного тока. – Технический бюллетень № 492. – 2012.
12. Пиллей К. Дж., Кабейя М., Дэвидсон И. Е. Системы передачи: HVAC против HVDC // Материалы 5-й Международной конференции по промышленной инженерии и операционному менеджменту Северной Америки, Детройт, США. – 2020. – 10–14 августа. – С. 2061–2077.
13. Они О. Э., Мбангула К. И., Дэвидсон И. Е. Обзор технологий LCC-HVDC и VSC-HVDC и их применения // Transactions on Environment and Electrical Engineering. – 2016. – Т. 1, № 3. – С. 68.
14. Сонг Дж. Анализ гибридных систем передачи LCC-VSC HVDC. – Магистерская диссертация. – Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona, 2018.
15. Йович Д. Передача электроэнергии по технологии HVDC: преобразователи, системы и DC-сети. – 2-е изд. – John Wiley & Sons Ltd., 2019.
16. Гандотра Р., Пал К., Каника. Оценка характеристик систем передачи VSC-HVDC // Journal of Physics: Conference Series. – 2023. – Т. 2570, № 1. – С. 12–25.
17. Коромпили А., У Ц. Исследование моделирования и стратегий управления VSC HVDC для интеграции ветровой энергетики. – Технический университет Дании, факультет электротехники, 2013.

### Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»

МРНТИ 28.23.25  
УДК: 159.964.32

DOI [10.53002/043](https://doi.org/10.53002/043)

А.М.Нурманбаева, С.В.Кан

*Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан  
(E-mail: a.nurmanbaeva@tttu.edu.kz, s.kan@tttu.edu.kz)*

#### Сравнительный анализ популярных нейросетей для генерации изображений

В статье проведён сравнительный анализ популярных нейросетей для генерации изображений: Midjourney, DALL·E 2, Craiyon и Dreamstudio.ai. Рассмотрены основные принципы работы нейронных сетей, особенности архитектуры и алгоритмов, лежащих в основе каждой модели. Подробно описаны возможности и функциональные отличия, такие как качество создаваемых изображений, скорость генерации, гибкость настроек и поддержка разных языков. Проанализированы сферы применения данных технологий — от творческого искусства и иллюстраций до бизнеса и маркетинга. Особое внимание уделено экономическим аспектам, включая стоимость использования и доступность сервисов. Статья также рассматривает вызовы и ограничения существующих моделей, в частности сложности с детальной прорисовкой объектов и языковую адаптацию. Обсуждаются перспективы развития генеративных нейросетей, их интеграция с другими ИИ-инструментами и потенциальное влияние на индустрию визуального контента. Представленные результаты будут полезны исследователям, разработчикам, специалистам по искусственному интеллекту и всем, кто интересуется современными технологиями генерации изображений.

*Ключевые слова:* нейросети, генерация изображений, искусственный интеллект, Midjourney, DALL·E 2, Craiyon, Dreamstudio.ai, машинное обучение, генеративные модели, ИИ.

#### *Введение*

Нейронная сеть – это компьютерная модель, которая имитирует работу нервной системы человека. Она содержит множество связанных между собой искусственных нейронов, которые принимают информацию, обрабатывают её и выдают результат. Нейроны представляют собой математические функции, которые выполняют вычисления, необходимые для классификации в соответствии с заданным набором правил.

*Как работает нейронная сеть.* Сначала нейросеть получает текстовый запрос от пользователя. Это может быть вопрос, команда или любая информация, которую пользователь хочет обработать. После обработки текст преобразуется в числовой формат.

Затем модель анализирует эти данные, выявляя в них скрытые закономерности и взаимосвязи. На основе обученных примеров она генерирует ответ, который затем преобразуется обратно в нужный формат и передаётся пользователю.

#### *Методы и материалы*

*Применение нейронных сетей.* Сегодня нейросети используют для анализа больших объемов данных, прогнозирования, сопоставления, классификации и распознавания образов в самых широких сферах научных и социально-экономических исследований – от управления предприятиями и распознавания изображений до поиска следов жизни на других планетах.

*Типы нейронных сетей.* Существуют различные типы нейросетей, каждая из которых специализируется на определённых задачах. Некоторые модели создают изображения, такие как Stable Diffusion, DALL·E, Midjourney. Другие работают с видео – например, Runway, Pika Labs и Visper.

### Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»

Для обработки и генерации текста используются ChatGPT, Gemini, Rytr. В сфере музыки, аудио и озвучки популярны Suno, Sound Copilot, Voicemaker, Zvukogram. Также существуют нейросети для создания веб-сайтов, включая Craftum AI, Framer, Designs AI, а для презентаций – Tome, Gamma и Prezo. В программировании помогают нейросети для работы с текстом и проверки кода, такие как Codeium, Autobackend и Refact AI. Для перевода широко применяются DeepL, Reverso Context и NIX Translate.

Каждая из этих моделей обучена на специфических данных и предназначена для решения своих задач.

Существует множество нейронных сетей для генерации изображений. Рассмотрим некоторые из них.

Neiroset.com – это платформа, предоставляющая каталог нейросетей, статьи и новости об искусственном интеллекте. Пользователи могут ознакомиться с различными ИИ-инструментами, читать обзоры и делиться собственными блогами. Сервис охватывает темы от генераторов изображений до чат-ботов, предоставляя информацию о функционале и стоимости различных нейросетей.

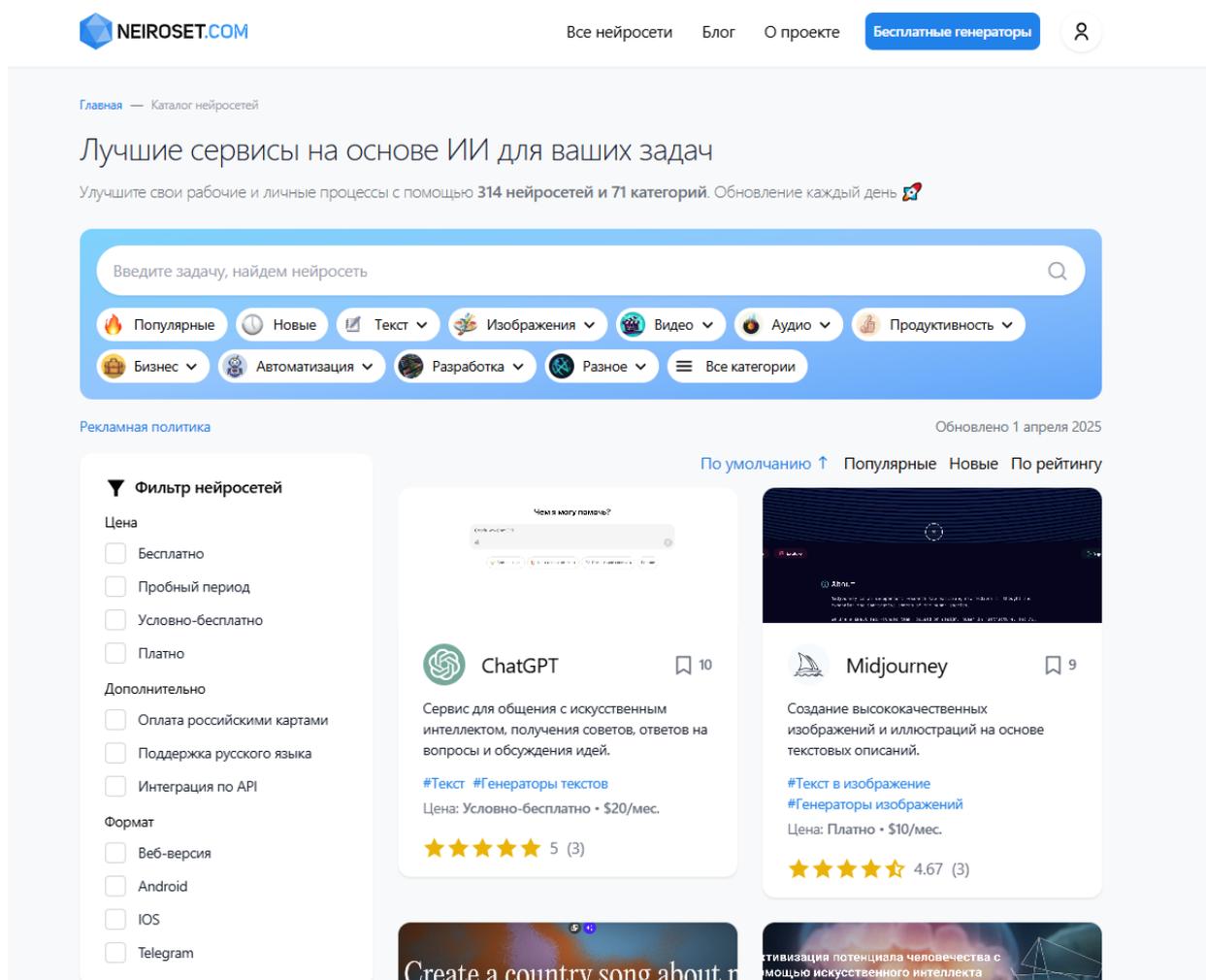


Рисунок 2 – Neuroset.com

На Neuroset.com представлен большой выбор нейронных сетей для генерации изображений, каждая из которых обладает своими уникальными возможностями. Рассмотрим некоторые из них:

Midjourney – один из лучших инструментов для создания и генерации изображений, предлагающий широкий выбор настроек. Взаимодействие с нейросетью происходит через Discord, где

### **Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»**

пользователи отправляют текстовые запросы (лучше использовать английский, другие языки распознаются плохо).

В ответ Midjourney генерирует четыре варианта изображения. Она умеет стилизовать картинки под фильмы и мультфильмы, придумывать необычные сюжеты и существ, а также воплощать любые творческие идеи.

Стоимость использования зависит от времени ускоренной обработки и количества одновременно выполняемых задач. Минимальный тариф составляет 10 долларов в месяц, включая 3,3 часа работы.

DALL·E 2 – один из самых известных генеративных искусственных интеллектов (Generative Artificial Intelligences, GAI). Это система от OpenAI для быстрого создания реалистичных изображений на основе текстовых запросов-описаний (промтов).

Особое внимание уделено детализации: теперь человеческие руки и текст выглядят значительно правдоподобнее. Основной функционал сохранен, а также добавлена интеграция с ChatGPT.

Тарификация гибкая – пользователи платят только за использованные ресурсы. Инструмент особенно полезен для бизнеса, так как способен генерировать качественные иллюстрации, дизайн и новые идеи.

Готовые изображения можно редактировать с помощью кисти DALL·E 2, добавляя тени, блики и другие детали, создавая сложные многослойные арты. Иллюстрации можно продавать, лицензировать или использовать для мерча.



Рисунок 4 – Готовое изображение в DALL·E 2

### Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»

Сгайон – специализированная нейросеть для генерации изображений на основе текстовых запросов. Пользователи могут выбирать стили – от художественных до фотореалистичных, а в экспертном режиме задавать ограничения, например, по цвету или содержанию изображения.

Для вдохновения доступны примеры работ других пользователей. Среднее время создания картинка составляет около 60 секунд, при этом генерируется несколько вариантов.

Первые изображения можно получить бесплатно, далее стоимость начинается от 5 долларов. Тарификация схожа с Midjourney. Одним из ключевых преимуществ Сгайон является поддержка русского языка.



Рисунок 4 – Вариации готовых изображений в Сгайон

Dreamstudio.ai – это онлайн-версия нейросети от создателей Stable Diffusion. Сервис позволяет легко генерировать изображения, устанавливать отрицательные параметры для исключения нежелательных элементов и загружать примеры для создания вариаций. Картинки получаются реалистичными, хотя, как и у других ИИ, могут возникать сложности с прорисовкой рук.

Однако модель постоянно обучается и совершенствуется. Доступна бесплатная версия, а в платных тарифах, начиная от 10 долларов, предлагаются расширенные возможности, включая работу с анимацией и гибкие настройки.

### **Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»**



Рисунок 6 – Dreamstudio.ai

Современные генеративные нейросети предоставляют широкие возможности для создания изображений, каждая со своими особенностями.

#### *Выводы*

На основе приведенного описания можно сделать следующие выводы. DALL·E 2 впечатляет реалистичностью и вниманием к деталям, делая его идеальным инструментом для тех, кто ценит точность и качество. Midjourney, раскрывает художественный потенциал, превращая текстовые запросы в выразительные, стилизованные картины. Craiyon выделяется быстротой и доступностью, однако его результаты могут быть менее точными, чем у других моделей. Dreamstudio.ai находит баланс между гибкостью настроек и качеством, позволяя пользователям детально прорабатывать изображения.

Генеративные нейросети продолжают развиваться, и в будущем можно ожидать еще более точных, креативных и интуитивно понятных инструментов для работы с изображениями.

#### Список литературы

1. Что такое нейросеть и как она работает [Электронный ресурс]. – URL: <https://skillbox.ru/media/code/что-такое-нейросет-i-kak-ona-rabotaet/> (дата обращения: 31.03.2025)
2. Принцип работы нейросети [Электронный ресурс]. – URL: <https://blog.eldorado.ru/publications/что-такое-нейросети-na-что-sposobny-kak-rabotayut-i-komu-nuzhny-35389> (дата обращения: 31.03.2025)
3. Каталог нейросетей [Электронный ресурс]. – URL: <https://neiroset.com/catalog> (дата обращения: 31.03.2025)

### **Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»**

4. ТОП-100 лучших нейросетей 2025 года [Электронный ресурс]. – URL: <https://craftum.com/blog/nejroseti-top-ai/> (дата обращения: 31.03.2025)
5. Нейросеть chatgpt [Электронный ресурс]. – URL: <https://chatgpt.com/> (дата обращения: 01.04.2025)
6. Нейросеть Midjourney [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.midjourney.com/explore?tab=top> (дата обращения: 01.04.2025)
7. Нейросеть DALL·E 2 [Электронный ресурс]. – URL: <https://openai.com/index/dall-e-2/> (дата обращения: 01.04.2025)
8. Нейросеть Craiyon [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.craiyon.com/> (дата обращения: 01.04.2025)
9. Нейросеть Midjourney [Электронный ресурс]. – URL: <https://dreamstudio.ai/> (дата обращения: 01.04.2025)

А.М.Нурманбаева, С.В.Кан

#### **Суреттерді генерациялауға арналған танымал нейрожелілердің салыстырмалы талдауы**

Мақалада суреттерді генерациялау үшін танымал нейрожелілер — Midjourney, DALL·E 2, Craiyon және Dreamstudio.ai салыстырмалы түрде талданған. Нейрожелілердің жұмыс принциптері, әрбір модельдің архитектурасы мен алгоритмдері қарастырылған. Құралдардың функционалды мүмкіндіктері, оның ішінде суреттер сапасы, генерация жылдамдығы, баптау икемділігі және тілдерді қолдау сипатталған. Технологияларды өнер, иллюстрация, бизнес және маркетинг салаларында қолдану аясы талқыланды. Қолданудың экономикалық аспектілері, соның ішінде тарифтер мен қолжетімділікке ерекше назар аударылған. Сондай-ақ, суреттерді егжей-тегжейлі өңдеудегі қиындықтар мен тілдік бейімделу мәселелері қарастырылған. Генеративті нейрожелілердің даму болашағы, оларды басқа ИИ құралдарымен интеграциялау және визуалды контент индустриясына ықпалы талқыланды. Нәтижелер зерттеушілер, әзірлеушілер және жасанды интеллект саласына қызығатын мамандар үшін пайдалы болады.

*Негізгі сөздер:* нейрожелілер, сурет генерациясы, жасанды интеллект, Midjourney, DALL·E 2, Craiyon, Dreamstudio.ai, машинамен оқыту, генеративті модельдер, ИИ.

А.М. Nurmanbayeva, S.V. Kan

#### **Comparative analysis of popular neural networks for image generation**

The article explores the practical application of digital technologies in learning the Kazakh language through the example of the innovative educational game *Bäige*. The project combines elements of the roguelike genre with language practice, integrating game mechanics into the educational process. The focus is on methods to enhance student motivation and the development of an interactive environment where language proficiency becomes a key to progression. The use of game-based tools, such as phrase translation and active interaction with the environment, ensures effective material assimilation. The article presents the development stages, technical solutions, and prospects for scaling the project to other languages and learning formats.

*Keywords:* gamification, digital technologies, education, Kazakh language, roguelike, *Bäige*, motivation, game mechanics, language practice, interactivity.

**Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»**

## References

1. Chto takoe neyroset' i kak ona rabotaet [Elektronnyy resurs]. – URL: <https://skillbox.ru/media/code/chto-takoe-neyroset-i-kak-ona-rabotaet/> (data obrashcheniya: 31.03.2025)
2. Printsip raboty neyroseti [Elektronnyy resurs]. – URL: <https://blog.eldorado.ru/publications/chto-takoe-neyroseti-na-chto-sposobny-kak-rabotayut-i-komu-nuzhny-35389> (data obrashcheniya: 31.03.2025)
3. Katalog neyrosetey [Elektronnyy resurs]. – URL: <https://neiroset.com/catalog> (data obrashcheniya: 31.03.2025)
4. TOP-100 luchshikh neyrosetey 2025 goda [Elektronnyy resurs]. – URL: <https://craftum.com/blog/nejroseti-top-ai/> (data obrashcheniya: 31.03.2025)
5. Neyroset' ChatGPT [Elektronnyy resurs]. – URL: <https://chatgpt.com/> (data obrashcheniya: 01.04.2025)
6. Neyroset' Midjourney [Elektronnyy resurs]. – URL: <https://www.midjourney.com/explore?tab=top> (data obrashcheniya: 01.04.2025)
7. Neyroset' DALL·E 2 [Elektronnyy resurs]. – URL: <https://openai.com/index/dall-e-2/> (data obrashcheniya: 01.04.2025)
8. Neyroset' Craiyon [Elektronnyy resurs]. – URL: <https://www.craiyon.com/> (data obrashcheniya: 01.04.2025)
9. Neyroset' Dreamstudio [Elektronnyy resurs]. – URL: <https://dreamstudio.ai/> (data obrashcheniya: 01.04.2025)

---

---

**Раздел 4**

**Экономика.  
Общеобразовательные,  
социально-  
гуманитарные и  
фундаментальные  
дисциплины**

## Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»

IRSTI 31.63  
UDC: 621.311

DOI [10.53002/044](https://doi.org/10.53002/044)

A.W. Fayeze Wazani, Z.S. Gelmanova

*Karaganda Industrial University, Temirtau, Kazakhstan  
(E-mail: zoyakgiu@mail.ru)*

### **Analysis and modeling of a photovoltaic system at a solar power plant in Surubi, Afghanistan**

This technical and economic feasibility study for a solar power plant in Surobi aims to develop the renewable energy sector and promote low-carbon growth. The research's novelty lies in the project's phased division into intervals, each with its own indicators, dependent on the modeled impacts and conditions. The study evaluates the technical feasibility, economic viability, environmental and social impacts. The proposed technical solution includes crystalline modules, fixed-tilt structures, and central inverters. The technical and economic feasibility of constructing the Surobi solar power plant was examined using a specific example of this photovoltaic system. Financial modeling confirms the project's viability, showing an expected internal rate of return exceeding the discount rate. The project offers environmental benefits by investing in clean energy infrastructure and supporting the region's transition to sustainable and reliable energy production.

*Keywords:* solar power plant, photovoltaic system, technical feasibility, economic viability, renewable energy, environmental impact, social impact, crystalline modules, internal rate of return, sustainable energy.

#### Introduction

Due to the rapidly growing rates of electric energy consumption, energy supply comes to the forefront among the world's most important problems. Consequently, the issues of energy saving, development and implementation of renewable energy sources (RES) systems become very topical. In the last decade RES have a stable annual increase in capacity. Even during the economic downturn during the pandemic, the renewable energy segment continued to grow. According to the International Energy Agency (IRENA), capacity additions of alternative energy generation systems increased by almost 50% to 280 GW in 2020. This is a record annual jump over the last decade. In 2020, the major capacity additions amounted to - 127 GW of new solar installations [1]. Solar power has become one of several promising alternative energy sectors [2-5]. The decreasing cost of solar modules over the last few years and the rising prices of petrochemical fuels used to generate electricity have led to the increased use of photovoltaic systems.

We have presented an overview of articles reflecting topics related to general issues of renewable energy.

#### Methods and materials

In Child et al. [6], demonstrated that energy storage and grid interconnection technologies can facilitate the transition to a cost-optimal 100% renewable energy system for Europe by 2050. The paper compares scenarios in which specific countries and macro-regions in Europe are either energy independent or interconnected and analyzes how this would affect the cost of the energy system. Under the first scenario, in 2050, solar photovoltaic power plants will account for 45% of energy generation, wind power for 30% and 11% for hydroelectric power, 73% of energy sources will be included in the renewable energy exchange system, and 81% under the second scenario.

The main purpose of the publication [7] is to demonstrate the opportunities offered by combining different types of renewable energy, energy storage and advanced technologies to achieve the targets of energy transition realization. The authors have developed an algorithm to assess the impact of the introduction of wind and solar

#### **Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»**

photovoltaic installations on the increasing share of renewable energy in electricity generation. The results of the work are applied to the data on renewable energy in Germany.

##### Results and discussion

In [8], a software platform for robust design of multi-component energy systems under limited input information is proposed. The optimal design of a decentralized system that includes renewable energy sources and energy storage systems is implemented. The problem is solved by a mixed integer linear programming method, which optimizes the system operation with respect to the needs of the final energy consumers, and minimizes the total annual cost and CO<sub>2</sub> emissions.

In [9], the authors analyze statistical information on the state of the energy system: electricity and heat demand, volumes of storage batteries and thermal reservoirs, and electricity prices.

In [10], the applicability of Danish experience in solar district heating (SDH) for China is analyzed. The applicability of the experience was assessed using PEST (politics, economy, social and technological aspects) and SWOT (strengths, weaknesses, opportunities and threats) analysis methods. In 2014, China accounted for 75.8% of the total solar collectors in the world and only less than 0.3% of solar collectors were used for space heating.

In the article [11], it is noted that nowadays there is an increasing need for alternative, economical, renewable and green energy sources such as hydrogen.

The overall objective of [12] is to investigate the scale of biomass demand in a fully renewable energy system. Extensive land use for biomass production threatens to exceed the permissible values, which, according to international experts, in 2050 will be about 10-30 GJ per person per year.

In [13], the causal relationship between carbon dioxide emissions, energy consumption, renewable energy, population growth and economic growth of countries in the region is investigated.

Topics reflecting the general issues of renewable energy are widely represented in scientific articles indexed in the Web of Science abstract database.

The European Photovoltaic Industry Association (EPIA) predicts that solar power will displace oil and nuclear power in the future. Today, solar photovoltaic systems are used intensively in Europe. The total capacity of solar power plants operating worldwide has grown by 31 GW, surpassing the 100 GW milestone. Today, they produce as much electricity as 16 large coal or nuclear power plants [14].

The use of RES and their combinations in the conditions of a particular region is economically, technically and socially justified [15]. At the same time, the use of RES is considered as an organic and necessary element of the program of sustainable development of the territory, determining the directions of development of engineering infrastructure of the region and indicating the ways of solving the set tasks [16-18].

This is more than relevant for Afghanistan, since its territory is home to a significant part of the population, which has no access to centralized power supply and backup energy sources. At the same time, these territories have a huge stock of natural renewable energy resources and the use of only the energy potential of solar energy is economical and realistic compared to other types of energy. With regard to the conditions of Afghanistan, the relevance of the work is to assess the potential of solar energy in order to create a RES-based energy complex that would ensure reliable and uninterrupted power supply to remote facilities and high-quality and efficient operation of solar power plants.

The Surobi solar power plant feasibility study utilized a multi-stage approach to assess the technical and economic viability of the proposed project. This methodology includes.

Technical feasibility which is assessed based on the following factors:

- *Site Selection and Evaluation.* A comprehensive survey of potential sites was conducted to determine the most suitable location for the solar power plant. Factors such as resource availability, security, grid connection, land availability, topography and geology, and accessibility were considered. Based on the results of the site survey, a 70 hectare site in Surobi district was selected as the optimal location for the project. This site met all basic technical criteria and had advantages in terms of proximity to the Naglu hydropower plant and existing transmission networks,

- *Solar Resource Assessment.* The site selected for the project has excellent solar energy potential, averaging 5.4 kWh/m<sup>2</sup>/day. Data from various sources including Meteorom 7, NASA-SSE, local weather station measurements, and Vaisala Level 3 were analyzed to determine the availability of solar resources at

#### **Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»**

the selected site. Vaisala 3tier Services developed and maintains a global, long-term, high resolution solar dataset, which was created using satellite observations from around the world. Satellite derived data have proven to be the most accurate method of estimating surface solar irradiance beyond 25 km of a ground station. Vaisala source of satellite observations is weather satellites in a geo-stationary orbit. These satellites have the same orbital period as the Earth's rotation and, as a result, their instruments can make multiple observations of the same area with identical viewing geometry each hour. Vaisala uses visible satellite imagery to calculate the level of cloudiness at the Earth's surface. The resulting time series of cloudiness (or cloud index) is then combined with other information to model the amount of solar radiation at the Earth's surface. The outcome is a 15+ year dataset that provides hourly estimates of surface irradiance (GHI, DNI, and DIFF) for all of the Earth's land mass at a spatial resolution of approximately 3 km. The general methodology is similar to other satellite derived solar datasets, but a majority of the algorithms are proprietary. Dataset also includes several key improvements such as higher spatial and temporal resolution, empirical fitting, and a monthly time series of turbidity estimates. A cloud-index algorithm that produces consistent results when used with the large number of different satellites that must be combined to construct a global dataset has also been developed,

- *System Design.* The technical components of the solar power plant were determined. The project will utilize silicon PV - modules, fixed tilt structures and central inverters. Will have a capacity factor of 20%, which is in line with similar projects in the region. The project is expected to have a technical life of 25 years. The project will be connected to the national grid through a 20kV transmission line,

- *Energy Yield Estimation.* The PVsyst V 6.5.1 software package was used to model the expected energy production of the solar power plant. This included calculating incident energy, accounting for irradiation energy loss, accounting for contamination and module quality loss, estimating losses due to module mismatch, system performance, passive losses, and accounting for module degradation.

The economic feasibility of the project was assessed by the following factors:

- *Cost Estimation.* The capital cost of the solar power plant was estimated based on the cost of equipment, installation, acquisition of transmission lines, supporting infrastructure, and the first three years of operation and maintenance (O&M). The total project cost was estimated at US\$46.68 million. The annual operating cost of the project will be US\$0.56 million,

- *Financial Viability.* The financial viability of the project was analyzed by comparing scenarios with and without the project. The internal rate of return (IRR) at different end-user tariffs was estimated and the present value of electricity (LCOE) was calculated. The project has an internal rate of return (IRR) of 15% and expected to pay back in 7 years. The project is expected to generate US\$7 million in annual revenue from the sale of electricity and is financially viable under different sensitivity options,

- *Environmental and Social Impacts.* The project is implemented based on the principles of sustainable development, taking into account environmental and social impacts.

##### *Result 1. Technical feasibility of the project*

Surobi is a district of Kabul province in Afghanistan. Its capital Surobi is located about 60 kilometers east of Kabul. However, much of the district is located northeast of Kabul. The main river in this district is the Kabul River.

There is not much suitable land in this region for the construction of solar PV system as the topography is hilly and steep. After extensive survey work, a 70 hectare plot of land was selected. The target site (named site 3) is located 5 km from Surobi village, on the bank of the Kabul River, 3 km downstream of the Naglu Dam and hydroelectric power plant.

The project area has transmission and distribution networks: 110 kV transmission lines connect the Naghlu hydropower plant to Kabul and Jalalabad, and a 20 kV distribution network is designed to electrify Surobi district. A brand new substation (20 MVA, 110/20 kV) located 2 km from the site towards the dam was proposed by DABS and commissioned in May 2018. This substation is part of DABS' plans to strengthen the distribution network in the area.

An additional 20 MVA transformer has been added to double the capacity of the Surobi substation to improve system reliability and ensure that all of the solar farm's generation is absorbed. Given the significantly low capacity of the solar power plant compared to the total NEPS generation, the integration of solar PV should not jeopardize grid stability. A load sharing analysis was performed for the 100 MW power plant in Naglu, which concluded that up to 50 MW of additional solar capacity can be absorbed by the NEPS grid, so it is assumed that 20 MW does not pose a risk to grid stability. The Google Earth image is marked with a yellow

#### Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»

sign of the location where the new 110/20 kV substation will be built, which is the proposed grid connection point for the solar power plant « Figure 1» [19].



Figure 1 –The territory of the construction of a solar substation

Surobi area is located at an altitude of about 1000 meters above sea level. The land has a uniform slope to the south. Geotechnical investigations are required to characterize the soil for sizing the foundation of the solar structure.

Local steppe climate. Surobi Township receives little precipitation throughout the year. According to the Keppen-Geiger climate classification, this climate is considered BSk.

The average temperature in Surobi is 17.9 °C. The average annual rainfall is 348 mm according to Climate.org [20].

The driest month is September, with a rainfall of 2 mm. In April, precipitation reaches its peak with an average of 92 mm. July is the warmest month of the year. The average temperature in July is 29.9 °C. January, with an average temperature of 5.4 °C, is the coldest month of the year. The difference between rainfall in the driest and wettest months is 90 mm. The annual temperature fluctuation is about 24.5 °C.

Surobi is located in western Afghanistan, between Kabul and Jalabab, and is connected to both cities by highway. The project site is 60 km from Kabul and 83 km from Jalabad and is accessible by road. Site coordinates:

- Latitude: 34.6127 °N,
- Longitude: 69.7180°E.

Electricity for site development works can be supplied from the existing grid as there are 20 kV overhead lines on the site, thus avoiding extensive use of diesel generators. This can be done by tapping a temporary connection to the overhead line passing the site. Local labor for construction and other development works could be from Surobi district and possibly from neighboring districts.

Solar Resource Assessment. The following databases were evaluated as sources of solar radiation, temperature and other relevant climate data:- Meteonorm 7- NASA-CCE- Local measurements from weather station (MEW)- 3-level Vaisala number «Figure 2».

**Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»**

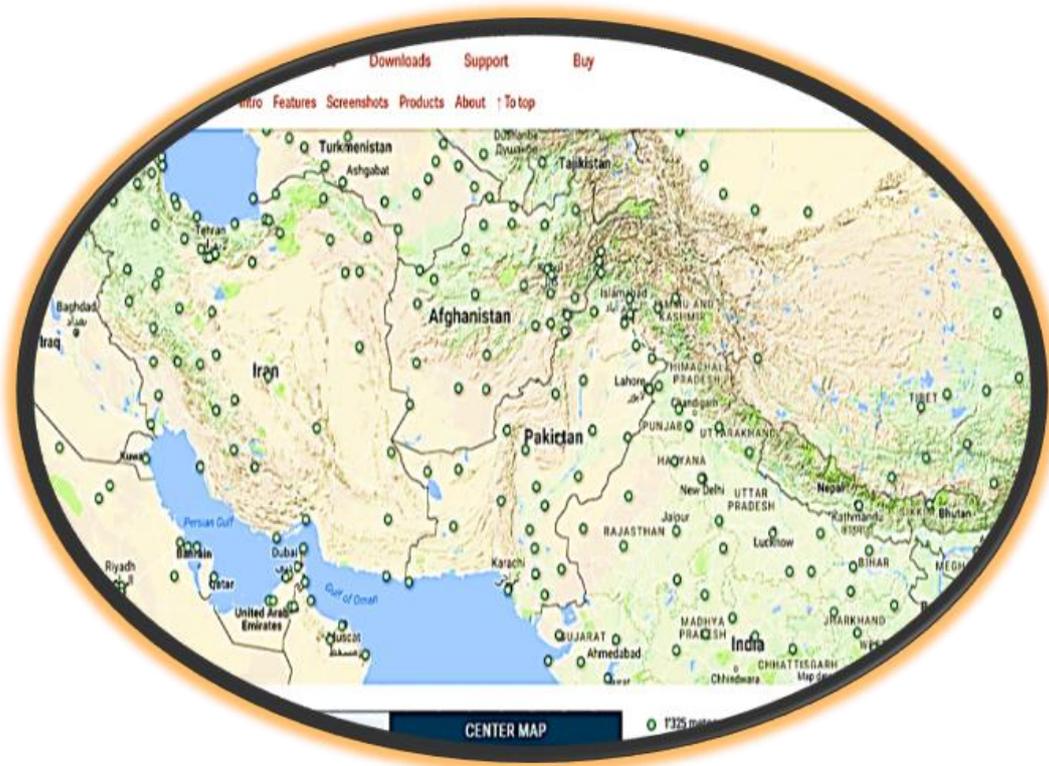


Figure 2 – Databases for the assessment of solar resources.

Although data from all of them are shown for comparison, only Vaisala Level 3 should be used for performance evaluation «Figure 3» [21].

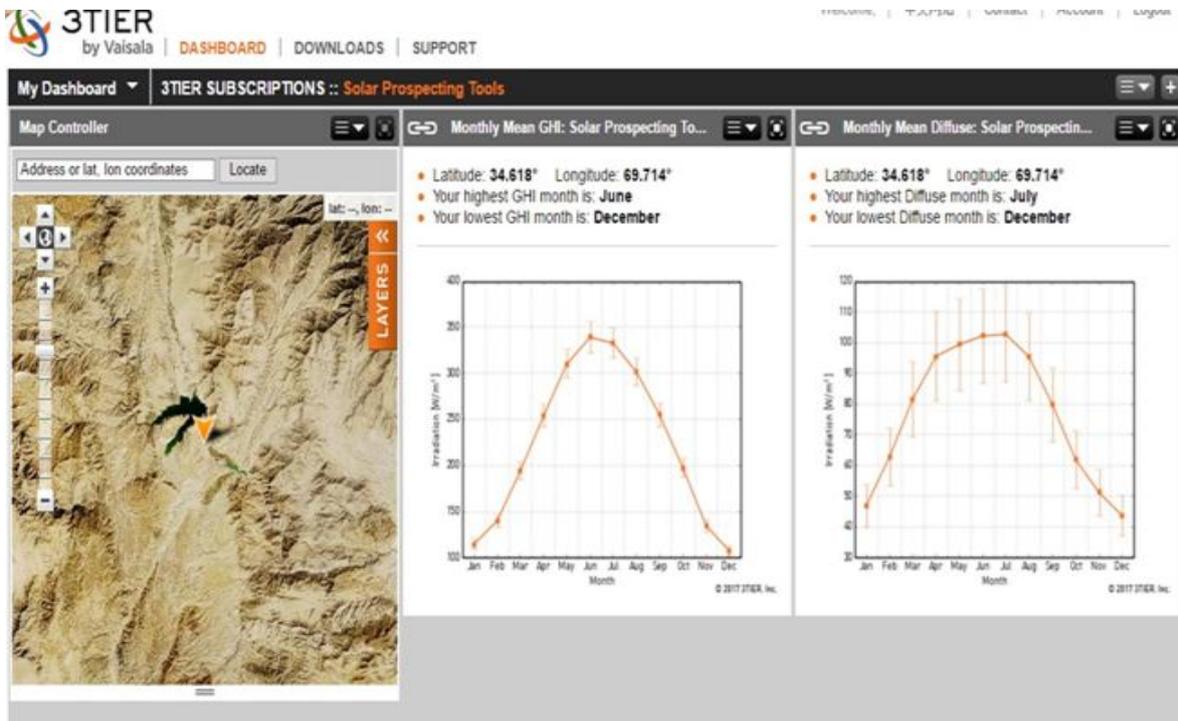


Figure 3 – Vaisala 3 tier data for energy efficiency assessment.

#### Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»

NASA. GEOS-4 satellite data are used to calculate temperature averages for the period 1983 through 2006. The data are compared with ground-based measurements from the Globalsod database. The temperature values have the same resolution as the irradiance values (grid cells of 1° latitude and 1° longitude) [22].

Meteonorm. Temperature values are taken from the Globalsod database. Out of the available 8000 stations around the world, about 5000 are used. The density of the station network depends on the respective regions with the densest distribution in Europe. The period of record reflected in the database includes the years 2015 - 2024.

Vaisala-3 Levels. Temperature data were collected for the Surobi site using the Vaisala 2.1 algorithm and will be used for yield estimation.

Table 1

Summary of all temperature data from different sources

Monthly average temperature (°C)			
Source	Meteonorm 7	NASA	Vaisala 3tier
<b>January</b>	<b>7,9</b>	<b>-3,4</b>	<b>-0,6</b>
February	10,7	-1,7	0,0
March	16,2	3,3	6,6
April	21,0	9,0	12,7
May	26,1	14,0	17,5
June	28,0	19,1	23,2
<b>July</b>	<b>28,2</b>	<b>21,2</b>	<b>23,9</b>
August	27,2	20,1	22,7
September	24,2	15,7	18,2
October	19,7	9,4	13,0
November	13,1	4,3	6,9
December	9,2	-0,6	3,5
<b>Average</b>	<b>19,3</b>	<b>9,2</b>	<b>12,3</b>

The base case of the plant is designed based on standard 72-element 325 W STC multicrystalline silicon modules, chosen for their high performance as well as advanced specifications.

Modern grid-connected central inverters are considered as a basic option, but string inverters can also be a suitable option to convert DC power to AC power, provide reactive power compensation as per grid requirements, synchronize the solar power plant with the grid, protects the system from internal and external electrical disturbances and faults, optimizes the operating point of the solar panels maximizing power generation, it also controls the key parameters of the generation system along with other secondary functions.

The expected yield estimation is based on climate modeling and simulation tools used to represent the behavior of the PV power plant system in a specific environment. The energy production modeling performed with the PVsyst V 6.5.1 software package provides two main results:

- Annual total electricity production (kWh/year),
- Annual specific power generation (kWh/kW/year).

The main steps of the modeling process are the following parameters.

*Incident Energy.* Global and diffuse irradiance data in the horizontal plane are used to calculate the irradiance in the inclined plane of the photovoltaic array (PVA). The transposition of diffuse solar irradiance is carried out in the simulation process using specific models. Two models are usually available for this purpose: the Perez model and the Hay model. The Perez model was chosen after recent results of a comparative analysis, which indicate a closer agreement for radiation transposed to the lattice plane [23].

*Irradiation Energy Losses.* Losses are calculated using specific models reflecting optical, transmittance and/or surface effects to transfer the energy available for the irradiation-electrical conversion process.

*Contamination.* For the local environment, reduced contamination losses are considered, assuming that cleaning of the PV module will be performed regularly during the operation and maintenance phase. For less frequent cleaning (e.g., once every 4-6 months), the contamination losses will be higher.

#### Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»

*Module Quality.* Because of the special conventions inherent in the modeling software used, it will be necessary to distinguish between “plus/minus” and “positive only” tolerance cases. “Positive tolerance only” modules are those with an effective power slightly higher than the nominal value specified in the data sheet. Positive tolerance only modules are represented by negative values of the module quality loss parameter. The average module quality was calculated at 0.4 % of the rated power based on the data sheet provided by the module manufacturer. This value is set in the software as a negative value representing the gain and reflecting the specific installation configuration.

*Losses due to module mismatch.* This parameter is used to account for the fact that the power tolerance specified by the manufacturer in the product specifications or quantified by flash test measurements will result in additional performance degradation resulting from interconnecting modules with different current and voltage levels. For crystalline silicon modules, the loss due to module mismatch is estimated to be 0.7% on average.

*System Performance.* It is based on the properties and characteristics of PV modules (output power, partial shading effects, temperature characteristics, etc.) and inverters (conversion efficiency, partial load, etc.).

*Passive Losses.* These losses occur in electrical cables and are estimated by the PVsyst software using the cable dimensions specified in the system configuration to finally correct the energy delivered at the system output. Ohmic losses include DC cable losses from the solar modules to the inverters and AC losses from the inverters to the transformers and from the inverter output to the power meter located at the point of supply. These losses are based on the electrical configuration depicted in the single line diagram.

*Module Degradation.* For this type of crystal module, an average initial degradation of 1.1% was considered for modeling purposes, since typical guaranteed light-induced degradation values are 2.5%. For annual degradation, a value of 0.5% is considered appropriate for predictions, which is half of the expected generation loss for calculating the P50 value in the first year.

*Own Energy Consumption.* Since not much power will be required for the security systems and most of the inverters are expected to be installed outside, the own consumption of the power plant is expected to be small. Thus, the value of the plant's own consumption is estimated to be 0.4% per year.

*Plant Availability.* Plant availability is expected to be 99% within one year. This value is representative of PV plants using a stationary plant.

*Grid Availability.* Since the solar plant will have a dedicated feeder at Surobi substation that is connected to the NEPS 110 kV grid, grid availability is considered high and a 98% daytime uptime percentage (solar generation hours) should be considered.

*Performance Ratio.* The performance ratio (PR) is considered as the ratio of (annualized values of) total AC energy to theoretically available energy and gives an indication of the quality of the installation. PR can be seen as the ratio between the effective and theoretical electricity production of the PV system measured at the AC metering point.

##### *Result 2. Economic feasibility*

The specific output and performance factor were calculated using the internal algorithms of PVsyst modeling software based on the performance and components.

The resulting energy yield and performance prediction results are shown in the following Table 2, which includes AC losses and medium voltage transformer losses. The transformer losses are typical of standard high efficiency transformers used in solar PV installations. Moreover, the results take into account  $\cos \varphi = 1$  (power factor of the inverters), which means that no reactive power enters the grid (hence, no additional inverter losses need to be considered in this respect).

Table 2

Main simulation results for the evaluated PV plant

Output Power	20 MW
Installed DC capacity	24.336 MWp
Performance Ratio	80.5%
Specific yield	1,796 kWh/kWp
Annual energy generation	43,705 MWh
Plant Factor	20.5%

#### Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»

Equivalent hours at full load	2,185 h
-------------------------------	---------

The capital cost of a 20 MW solar PV system consisting of a 24 MW solar array, site preparation and evacuation infrastructure was estimated based on capital expenditure (CAPEX) for equipment (solar PV system, inverters, other equipment, cables, structures.), transmission line, etc.), transportation costs, labor costs, and other costs. The distribution of all project costs (in millions of dollars) is shown in table 3.

Table 3

Distribution of all project costs (millions of dollars)

No.	Cost Element	General
A	Investment costs:	
	Turnkey contract for construction	24.5
	Solar photovoltaic systems	2.10
	Purchase and installation of power lines	3.93
	Supporting infrastructure	1.68
	First three years of operation and maintenance	4.30
	Taxes and duties	36.51
	Total A	
B	Current expenses:	
	Project management	1.0
	Capacity development	1.2
	External audit	0.1
	Total B	2.3
C	Unforeseen circumstances	6.05
D	Financing costs during implementation	1.82
Total project cost ( A + B + C + D )		46.68

Operating costs (OPEX) for the three-year period have been estimated and are included in the cost summary. This cost includes operation and maintenance of the solar power plant as well as security services.

Capital costs considered for the financial analysis consist of: equipment supply and installation costs for the solar power plant infrastructure; site preparation and civil works; grid connection costs; security and clearance; supporting infrastructure such as roads, water treatment and control systems; taxes and duties; ongoing project management costs; and budgeted physical contingencies. The financial analysis excludes commitment costs, interest during construction, and unanticipated price changes. The project will also incur annual incremental O&M costs consisting of labor, spare parts, and other operating costs (e.g., water and telecommunications charges). The analysis assumes that O&M costs remain constant over the life of the model. The total cost of the project is estimated at US\$46.68 million, which includes investment costs, operating costs, contingencies, and financing costs during implementation.

The project will have a number of positive environmental and social impacts, including:

Greenhouse Gas Emissions Reduction: will reduce greenhouse gas emissions by 20,000 tons per year.

Job Creation: 200 jobs during construction and 100 jobs during operation will be created.

Stimulating the Local Economy: The project will stimulate the local economy by creating new business opportunities and increasing tax revenues.

The project will have a number of positive social impacts, including:

Improving Access to Clean Energy: The Project will provide clean, renewable energy to the community, which will improve their quality of life.

Promoting Education and Training: The Project will provide education and training in the field of renewable energy.

The PVsyst V 6.5.1 software package is used to simulate the expected energy production by a solar power plant. «Figure 4-8» show the implementation of solar power plant model in the Surobi of Afghanistan.

**Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»**

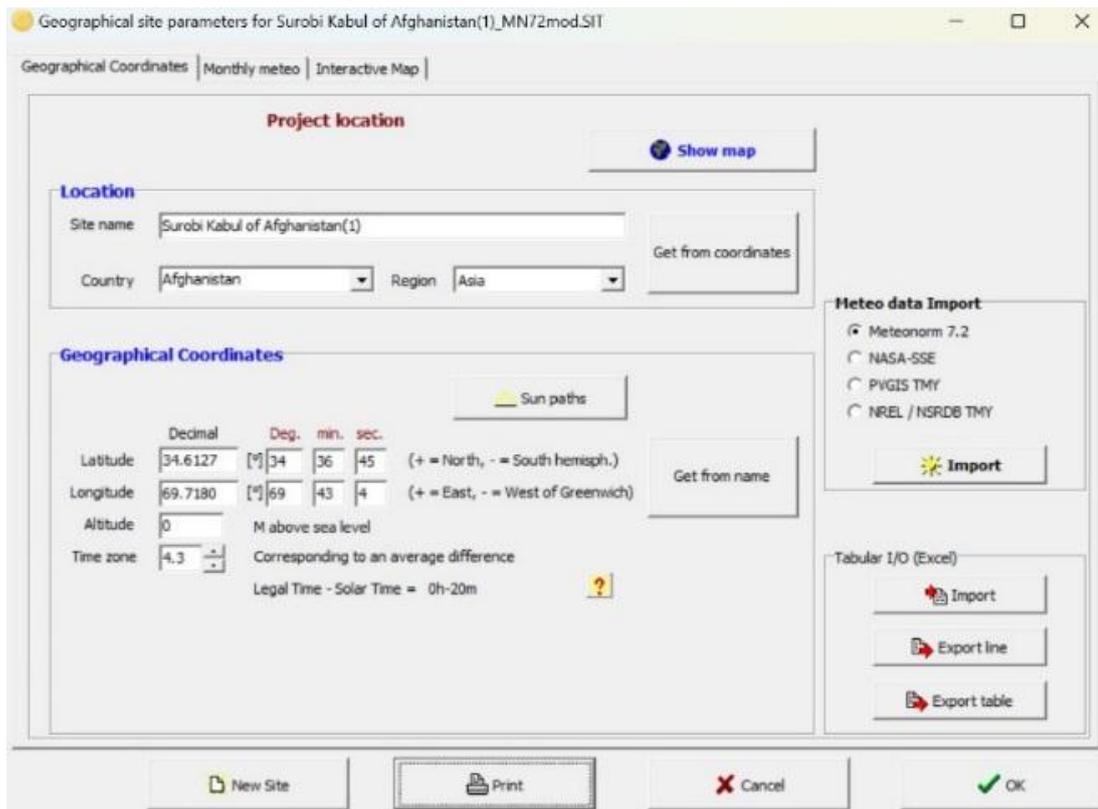


Figure 4 – Geographical site parameters for Surobi Kabul of Afghanistan (Geographical Coordinates)

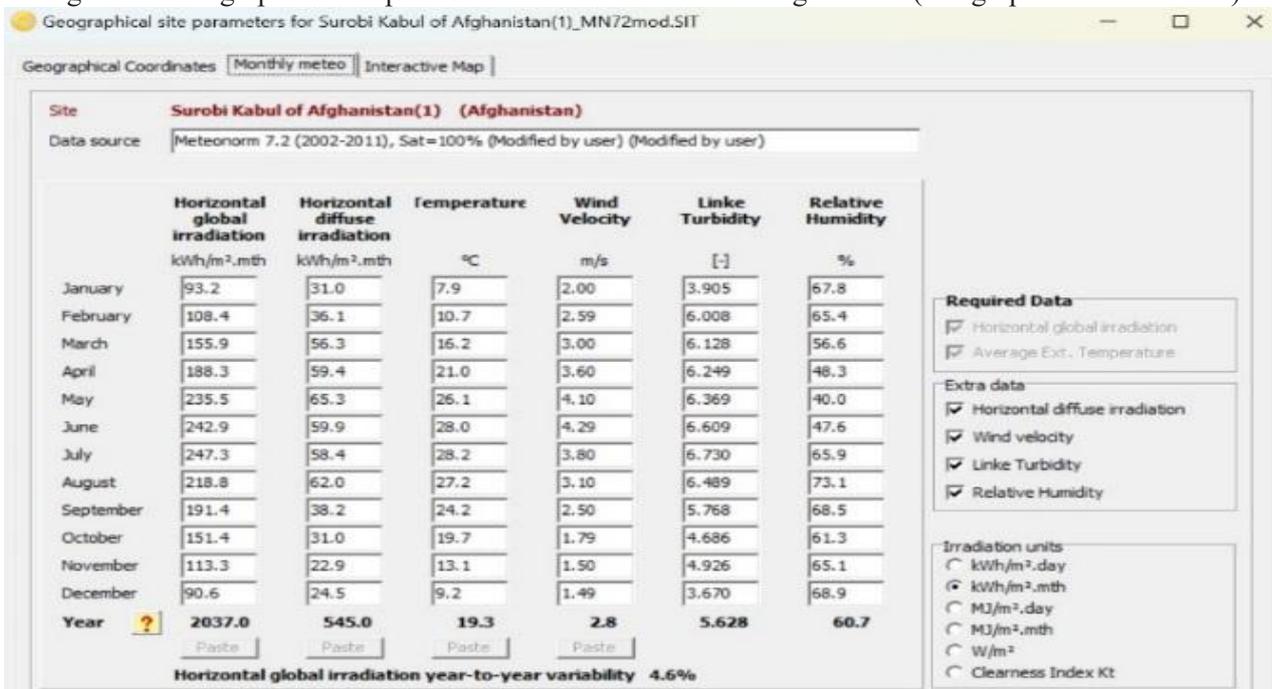


Figure 5 – Geographical site parameters for Surobi Kabul of Afghanistan (Monthly meteo)

**Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»**

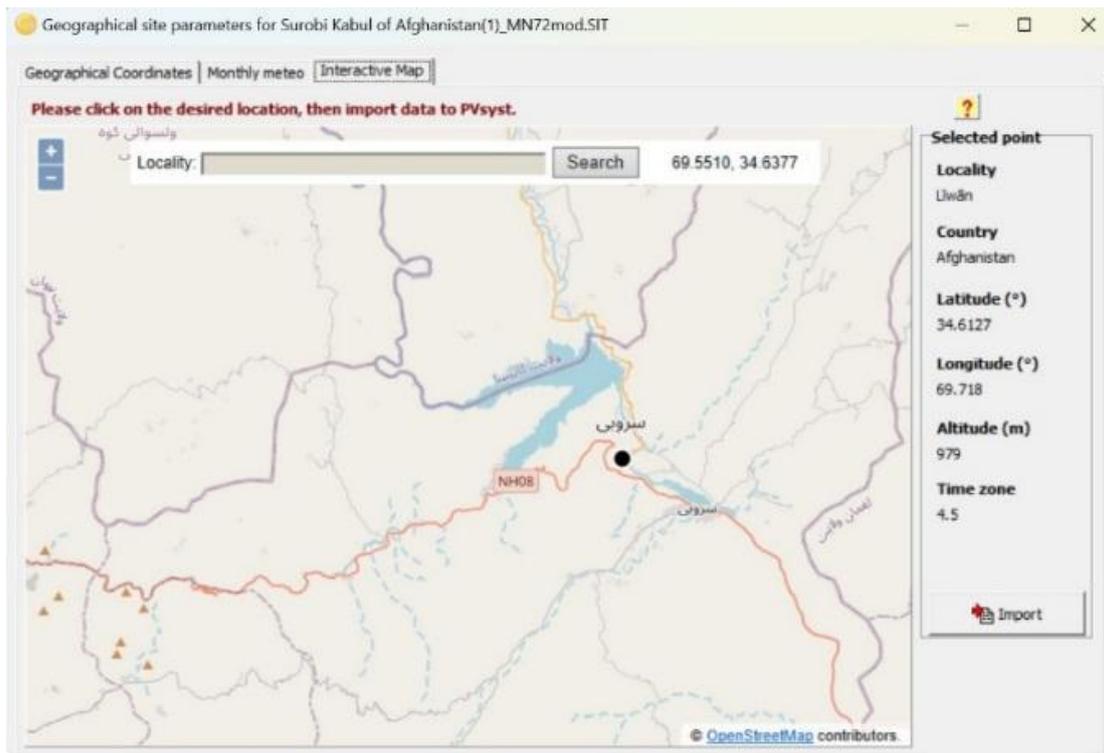


Figure 6 – Geographical site parameters for Surobi Kabul of Afghanistan (Interactive Map)

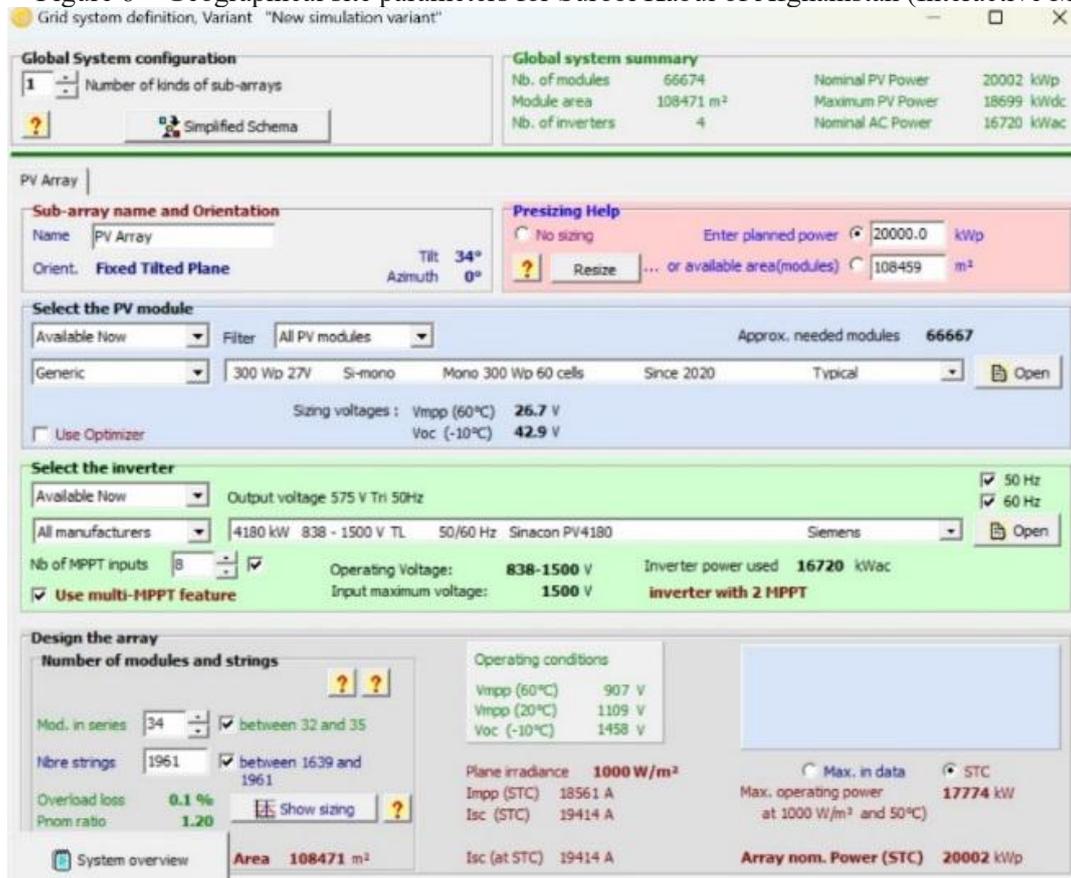


Figure 7 – Main parameters «System»

## Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»

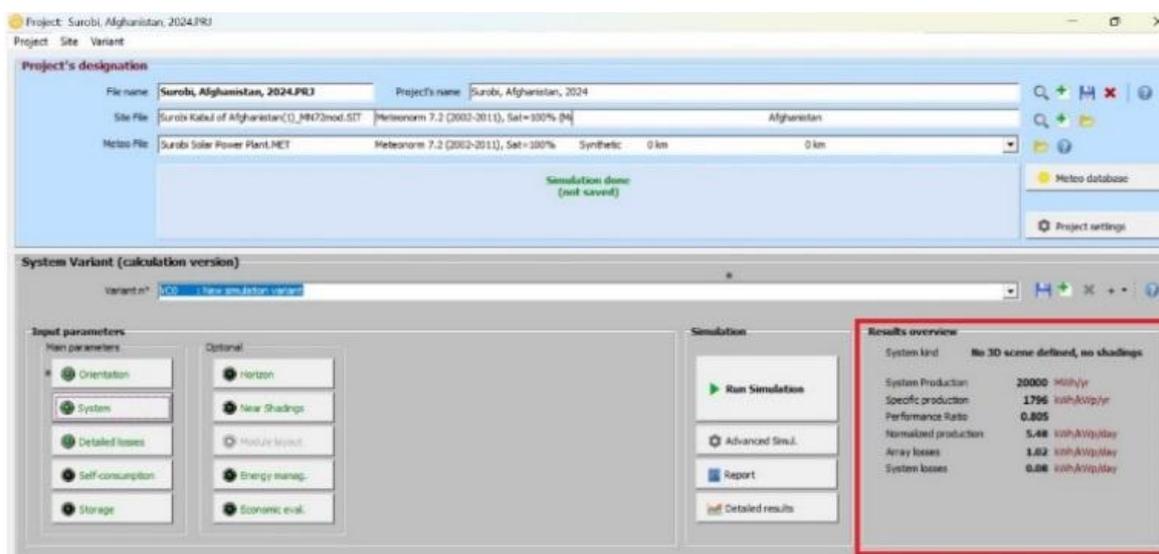


Figure 8 – Main simulation results for the evaluated PV plant.

### Conclusions

Presented in the aspect of deciding on the profitability of continuing with the project.

In the aspect of providing the enterprise with resources. The SES project is modern and high-tech, the whole installed SES complex has a high degree of automation of working processes. The complex completely provides itself with electricity, which allows to solve the issue of heating, lighting and power supply of the main technological processes without attracting this resource from outside.

In the aspect of social effect - it creates jobs and has high indicators of tax profitability for the budget.

In the aspect of production indicators - significantly improves electricity generation in the region and gives a powerful innovative effect for the production and infrastructure industry. The proposed solar PV project uses standard 72-cell multicrystalline silicon modules with high performance characteristics. Advanced grid-connected central inverters are considered along with fixed-tilt mounting structures optimized for maximum solar energy harvesting throughout the year. The paper also discusses solar resource assessment using various databases, with Vaisala 3tier data recommended for yield estimation purposes. The modeling process using PVsyst software provides insights into energy production, specific yield and capacity factor projections. The estimated annual energy production is 43,705 MWh, a specific yield of 1,796 kWh/kW peak and an efficiency of 80.5%.

In the financial analysis aspect, the project demonstrates viability: the internal rate of return (IRR) exceeds the discount rate and the normalized cost of electricity (LCOE) is below 8 US cents per unit. The implementation of this solar photovoltaic power plant will not only contribute to Afghanistan's renewable energy goals, but will also address low per capita electricity consumption, reduce dependence on imported fuel, and provide employment opportunities.

Overall conclusion, the project is cost-effective and should be implemented in accordance with all of the above, taking into account all outcomes in the form of implementation as defined by the study methodology. Specific energy projects affect the economic, social and environmental aspects of sustainable development of a country or region.

### References

1. Renewable Energy Capacity Statistics 2021. URL: <https://www.irena.org>.
2. E. Kabir, P. Kumar, S. Kumar, A. A. Adelodun, and K.-H. Kim, «Solar energy: Potential and future prospects», *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 82, pp. 894–900, (2018)

#### **Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»**

3. D. Saygin, M. D. Bazilian, N. Wagner, and R. Gorini, «The role of renewable energy in the global energy transformation, «Energy Strategy Rev., vol. 24, pp. 38–50, (2019)
4. H. Wu et al., «Photocatalytic and Photoelectrochemical Systems: Similarities and Differences, Adv. Mater., vol. 32, no. 18, (2020)
5. T. Haas, R. Krause, R. Weber, M. Demler, and G. Schmid, «Technical photosynthesis involving CO<sub>2</sub> electrolysis and fermentation», Nat. Catal., vol. 1, no. 1, pp. 32–39, (2018)
6. Child M., Kemfert C., Bogdanov D., Breyer C. Flexible electricity generation, grid exchange and storage for the transition to a 100% renewable energy system in Europe // Renewable Energy. Vol. 139. P. 80–101. (2019) URL: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.02.077>
7. Tafarte P., Eichhorn M., Thrän D. Capacity expansion pathways for a wind and solar based power supply and the impact of advanced technology – A case study for Germany // Energies. Vol. 12, No. 2. P. 324. (2019) URL: <https://doi.org/10.3390/en12020324>.
8. Gabrielli P., Furer F., Mavromatidis G., Mazzotti M. Robust and optimal design of multi-energy systems with seasonal storage through uncertainty analysis // Applied Energy. Vol. 238. P. 1192–1210. (2019) <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.01.064>.
9. Zhang G., Shen Z., Wang L. Online energy management for microgrids with CHP co-generation and energy storage // IEEE Transactions on Control Systems Technology. Vol. 28, No. 2. P. 533–541. (2020) <https://doi.org/10.1109/tcst.2018.2873193>.
10. Huang J., Fan J., Furbo S. Feasibility study on solar district heating in China // Renewable and Sustainable Energy Reviews. Vol. 108. P. 53–64. (2019) URL: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.03.014>.
11. Sharma S., Basu S., Shetti NP, Aminabhavi TM. Waste-to-energy nexus for circular economy and environmental protection: Recent trends in hydrogen energy // Science of The Total Environment. Vol. 713. P. 136633. (2020) URL: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.136633>.
12. Mortensen AW, Mathiesen BV, Hansen AB et al. The role of electrification and hydrogen in breaking the biomass bottleneck of the renewable energy system – A study on the Danish energy system // Applied Energy. Vol. 275. P. 115331. (2020) URL: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.115331>.
13. Vo AT, VO DC, Le QT CO<sub>2</sub>emissions, energy consumption, and economic growth: new evidence in the ASEAN countries // Journal of Risk and Financial Management. Vol. 12, No. 3. P. 145. (2019) URL: <https://doi.org/10.3390/jrfm12030145>.
14. Gero Rueter, Andrey Gurkov. Global solar energy: a turning point year [Electronic resource]/Gero Rueter, Andrey Gurkov. Economy. (2013) – URL: <http://dw.de/p/18g0r>.
15. Bolotov A.V. Renewable energy technology. Potential prospects for the development of inexhaustible energies and renewable energy resources. Energy, telecommunications and higher education in modern conditions: Proceedings of the 5th MNTK - Almaty, P.153–156, (2006)
16. Tleuov A.Kh., Tleuov T.Kh. Use of non-traditional types of energy in Kazakhstan. – Almaty: Bilim, – 205 p, (1998)
17. Renewable energy sources and energy saving: Team of authors. Edited by N. Iskakov. – Astana, – 354 p, (2008)
18. J. Twydell, A. Ware, Renewable Energy Sources. –M.: Energoatomizdat, – 390p, (1990)
19. Feasibility Study on Evacuation of Power from 100 MW Solar Power Plant at Naglu to North East Power System (NEPS) by Fluentgrid Ltd. May 7, (2016)
20. Climate of Surobi: weather in Surobi and temperature by month. Retrieved from: <https://en.climate-data.org/location/59734/> (date of application: 06.07.2024).
21. Meteonorm, NASA-CCE and Vaisala Level 3. URL: <http://www.meteonorm.com/pages/en/meteonorm.php2> (date of application: 06.07.2024).
22. NASA Prediction of Worldwide Energy Resources URL: <http://eosweb.larc.nasa.gov/sse/documents/SSE6Methodology.pdf>, (date of application: 06.07.2024).
23. Global radiation on inclined and oriented planes: model verification, P. Ineichen, University of Geneva, February (2011)

#### **Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»**

А. В. Файез Вазани, З.С. Гельманова

##### **Ауғанстанның Суруби қаласындағы күн электр станциясындағы фотоэлектрлік жүйені талдау және модельдеу**

Бұл Суруби қаласындағы күн электр станциясының техникалық және экономикалық мақсатқа сәйкестік зерттеуі жаңартылатын энергия көздерін дамыту мен төмен көміртекті өсуін қолдауды мақсат етеді. Зерттеудің жаңалығы жобаның кезеңдерге бөлініп, әр кезеңнің өз көрсеткіштерімен және модельденген әсерлер мен жағдайларға байланысты болуы. Зерттеу техникалық іске асуы, экономикалық мүмкіндігі, экологиялық және әлеуметтік әсерлерді бағалайды. Ұсынылған техникалық шешім кристалды модульдер, тұрақты еңкейтілген құрылымдар және орталық инверторларды қамтиды. Суруби күн электр станциясын салудың техникалық және экономикалық мүмкіндіктері осы фотоэлектрлік жүйенің нақты мысалы арқылы қарастырылды. Қаржылық модельдеу жобаның өміршеңдігін растап, ішкі кірістілік мөлшерлемесінің дисконттау мөлшерлемесінен жоғары болатынын көрсетті. Жоба экологиялық пайда ұсынады, таза энергия инфрақұрылымына инвестиция салып, аймақтың тұрақты және сенімді энергия өндіруге көшуін қолдайды.

*Түйінді сөздер:* күн электр станциясы, фотоэлектрлік жүйе, техникалық іске асуы, экономикалық мүмкіндігі, жаңартылатын энергия, экологиялық әсер, әлеуметтік әсер, кристалды модульдер, ішкі кірістілік мөлшерлемесі, тұрақты энергия.

А. В. Файез Вазани, З.С. Гельманова

##### **Анализ и моделирование фотоэлектрической системы на солнечной электростанции в Суруби, Афганистан**

Этот технический и экономический анализ солнечной электростанции в Суруби направлен на развитие сектора возобновляемой энергетики и стимулирование низкоуглеродного роста. Новизна исследования заключается в фазированном разделении проекта на интервалы, каждый из которых имеет свои показатели, зависящие от моделируемых воздействий и условий. Исследование оценивает техническую осуществимость, экономическую жизнеспособность, а также экологические и социальные воздействия. Предложенное техническое решение включает кристаллические модули, фиксированные наклонные конструкции и центральные инверторы. Техническая и экономическая осуществимость строительства солнечной электростанции в Суруби была проанализирована на основе конкретного примера данной фотоэлектрической системы. Финансовое моделирование подтверждает жизнеспособность проекта, показывая ожидаемую внутреннюю норму доходности, превышающую ставку дисконтирования. Проект предоставляет экологические выгоды, инвестируя в инфраструктуру чистой энергии и поддерживая переход региона к устойчивому и надежному производству энергии.

*Ключевые слова:* солнечная электростанция, фотоэлектрическая система, техническая осуществимость, экономическая жизнеспособность, возобновляемая энергия, экологическое воздействие, социальное воздействие, кристаллические модули, внутренняя норма доходности, устойчивая энергия.

##### **Список литературы**

1. Статистика использования возобновляемых источников энергии за 2021 год. URL: <https://www.irena.org>.

#### **Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»**

2. Э. Кабир, П. Кумар, С. Кумар, А. А. Аделодун и К.-Х. Ким, «Солнечная энергия: потенциал и перспективы на будущее», *Renew. Поддерживать. Энергетический обзор*, том 82, стр. 894-900, (2018)
3. Д. Сайгин, М. Д. Базилиан, Н. Вагнер и Р. Горини, «Роль возобновляемых источников энергии в глобальной энергетической трансформации», *Пересмотр энергетической стратегии*, том 24, стр. 38-50, (2019)
4. Х. Ву и др., «Фотокаталитические и фотоэлектрохимические системы: сходства и различия», *Adv. Mater.*, том 32, № 18, (2020)
5. Т. Хаас, Р. Краузе, Р. Вебер, М. Демлер и Г. Шмид, «Технический фотосинтез, включающий электролиз CO<sub>2</sub> и ферментацию», *нац. Каталонский*, том 1, № 1, стр. 32-39, (2018)
6. Чайлд М., Кемферт С., Богданов Д., Брейер С. Гибкая генерация электроэнергии, обмен сетями и хранение для перехода на 100% возобновляемую энергетическую систему в Европе // *Возобновляемая энергетика*. Том 139. С. 80-101. (2019) URL: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.02.077>
7. Тафарте П., Эйххорн М., Тран Д. Пути расширения мощностей ветряных и солнечных электростанций и влияние передовых технологий на примере Германии // *Энергия*. Том 12, № 2. С. 324. (2019) URL: <https://doi.org/10.3390/en12020324>.
8. Габриэлли П., Фюрер Ф., Мавроматидис Г., Маццотти М. Надежное и оптимальное проектирование мультиэнергетических систем с сезонным хранением на основе анализа неопределенности // *Прикладная энергетика*. Том 238. С. 1192-1210. (2019) <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.01.064>.
9. Чжан Г., Шен З., Ван Л. Онлайн-управление энергопотреблением для микросетей с когенерацией и накоплением энергии на ТЭЦ // *IEEE Transactions on Control Systems Technology*. Том 28, № 2. С. 533-541. (2020) <https://doi.org/10.1109/tcst.2018.2873193>.
10. Хуан Дж., Фан Дж., Фурбо С. Техничко-экономическое обоснование проекта централизованного солнечного теплоснабжения в Китае // *Обзоры возобновляемой и устойчивой энергетики*. Том 108. С. 53-64. (2019) URL: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.03.014>.
11. Шарма С., Басу С., Шетти Н.П., Аминабхави Т.М. Связь между переработкой отходов в энергию для экономики замкнутого цикла и охраны окружающей среды: последние тенденции в области водородной энергетики // *Наука об окружающей среде в целом*. Том 713. С. 136633. (2020) URL: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.136633>.
12. Мортенсен А.У., Матиесен Б.В., Хансен А.Б. и др. Роль электрификации и водорода в преодолении проблем, связанных с использованием биомассы в системе возобновляемых источников энергии – исследование энергетической системы Дании // *Прикладная энергетика*. Том 275. С. 115331. (2020) URL: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.115331>.
13. Выбросы CO<sub>2</sub>, потребление энергии и экономический рост: новые данные в странах АСЕАН // *Журнал управления рисками и финансами*. Том 12, № 3. С. 145. (2019) URL: <https://doi.org/10.3390/jrfm12030145>.
14. Геро Рютер, Андрей Гурков. Глобальная солнечная энергетика: переломный год [Электронный ресурс]/Геро Рютер, Андрей Гурков. Экономика. (2013) – URL: <http://dw.de/p/18g0r>.
15. Болотов А. В. Технологии возобновляемой энергетики. Потенциальные перспективы освоения неисчерпаемых источников энергии и возобновляемых энергоресурсов. Энергетика, телекоммуникации и высшее образование в современных условиях: Материалы 5-й конференции МНТК – Алматы, С.153-156, (2006)
16. Глеуов А.Кх., Глеуов Т.Кх. Использование нетрадиционных видов энергии в Казахстане. – Алматы: Билим, – 205 с., (1998)
17. Возобновляемые источники энергии и энергосбережение: Коллектив авторов. Под редакцией Н. Исакова. – Астана, -354 с., (2008)
18. Дж. Твайделл, А. Уэр, *Возобновляемые источники энергии*. –М.: Энергоатомиздат, – 390 с., (1990)
19. Техничко-экономическое обоснование по отводу электроэнергии с Солнечной электростанции мощностью 100 МВт в Наглу в Северо-Восточную энергетическую систему (NEPS), разработанное компанией Fluentgrid Ltd. 7 мая (2016)

**Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»**

20. Климат Суроби: погода в Суроби и температура по месяцам. Взято из: <https://en.climate-data.org/location/59734/> (дата подачи заявки: 06.07.2024).
21. Meteonorm, NASA-CCE и Vaisala Level 3. URL: <http://www.meteonorm.com/pages/en/meteonorm.php2> (дата подачи заявки: 06.07.2024).
22. Прогноз НАСА по мировым энергетическим ресурсам URL: <http://eosweb.larc.nasa.gov/sse/documents/SSE6Methodology.pdf>, (дата подачи заявки: 06.07.2024).
23. Глобальное излучение на наклонных и ориентированных плоскостях: проверка модели, П. Инейхен, Женевский университет, февраль (2011)

## **Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»**

МРНТИ 14.35.07  
УДК: 331.545

DOI [10.53002/045](https://doi.org/10.53002/045)

Г.Е.Батырова, А.Т.Мырзаханова

*Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан  
(E-mail: g.batyrova@tttu.edu.kz, a.myrzakhanova.@tttu.edu.kz)*

### **Стимулирование мотивации молодёжи к выбору инженерных и рабочих профессий в Казахстане**

В условиях дефицита технических специалистов и активной цифровизации экономики Казахстана особую актуальность приобретает вопрос привлечения молодёжи к инженерным и рабочим профессиям. В статье проанализированы причины снижения интереса учащихся к техническим специальностям, приведены результаты социологического опроса среди школьников и студентов колледжей, а также рассмотрены действующие государственные программы и зарубежный опыт в сфере профориентации. Авторы предлагают комплексные меры по стимулированию профессиональной мотивации молодёжи, включая развитие дуального образования, цифровую популяризацию и вовлечение бизнеса в образовательный процесс. Сделан вывод о необходимости системного подхода к формированию кадрового потенциала страны.

*Ключевые слова:* молодёжь, мотивация, профориентация, инженерные профессии, рабочие специальности, Казахстан, дуальное образование, трудовой рынок, государственные программы, техническое образование.

#### *Введение*

В условиях индустриального развития и цифровой трансформации Казахстана возрастает потребность в квалифицированных кадрах технического и производственного профиля. Статья рассматривает проблему снижения интереса молодёжи к инженерным и рабочим профессиям, анализирует причины сложившейся ситуации и предлагает пути стимулирования профессиональной мотивации. Особое внимание уделено результатам социологического опроса среди учащихся и студентов колледжей, а также существующим государственным и частным инициативам в этой сфере.

#### *Основная часть*

Современная экономика Республики Казахстан находится в стадии интенсивной трансформации. Происходит переход к цифровым и инновационным технологиям, активно развиваются производственные сектора, требующие технически грамотных специалистов. Вместе с тем наблюдается парадоксальная ситуация: несмотря на дефицит кадров в инженерных и рабочих специальностях, уровень интереса молодёжи к таким профессиям остаётся на низком уровне.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью формирования кадрового потенциала страны и создания системы устойчивого профессионального самоопределения школьников и студентов. Проблема выбора профессии остаётся ключевой для молодёжи, особенно в условиях нестабильного рынка труда, социальных трансформаций и влияния цифровой среды.

Состояние рынка труда и потребность в технических кадрах По данным Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан, в 2023 году наиболее острый дефицит кадров наблюдался в отраслях машиностроения, строительства, металлургии, энергетики и информационных технологий. Например, в промышленном секторе нехватка специалистов инженерного профиля превышала 40 тыс. человек [1]. В то же время значительная часть выпускников школ и вузов ориентируется на гуманитарные и экономические направления, нередко не соответствующие потребностям экономики.

#### **Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»**

Аналитический портал Ranking.kz в 2023 году зафиксировал, что только 17% абитуриентов вузов выбирали инженерно-технические направления, несмотря на высокие показатели трудоустройства и уровень заработной платы в этих секторах [2]. Это свидетельствует о низкой осведомлённости молодёжи о карьерных возможностях в технических профессиях, а также о наличии стереотипов и устаревших представлений о рабочих специальностях.

Причины низкой мотивации к выбору инженерных и рабочих профессий. Факторы, влияющие на профессиональный выбор молодёжи, можно разделить на внешние и внутренние.

К внешним факторам относятся:

- недостаточная профориентационная работа в школах;
- отсутствие системной информации о рынке труда;
- слабая материально-техническая база колледжей;
- ограниченное участие предприятий в подготовке специалистов;
- недостаточное освещение технических профессий в медиа и социальных сетях.

К внутренним факторам относятся:

- предпочтения родителей и влияние ближайшего окружения;
- ориентация на престиж, а не на востребованность;
- неуверенность в собственных силах и отсутствие практического опыта.

Был проведён опрос среди учащихся 10-11 классов школ и студентов колледжей. Среди них:

41% – учащиеся школ,

59% – студенты колледжей.

Результаты опроса показали, что только 33% респондентов рассматривают инженерные или рабочие профессии как привлекательные;

47% – выбирают профессию, ориентируясь на уровень зарплаты;

26% – под влиянием родителей;

21% – признались, что плохо ориентируются в профессиях и делают выбор наугад;

58% – считают, что им не хватает информации о карьерных возможностях в технической сфере;

72% заявили, что никогда не участвовали в экскурсиях на предприятия или в инженерных конкурсах.

Эти данные подтверждают необходимость системных изменений в подходах к профориентации.

Государственные инициативы и их реализация. С целью устранения дефицита кадров в Казахстане реализуются масштабные программы:

«Жас маман» (с 2019 года) – обновление оборудования и программ подготовки в колледжах. Уже модернизировано более 180 учебных заведений [2];

«Цифровой Казахстан» – акцент на подготовку ИТ-специалистов, внедрение цифровых технологий в образование;

«Дорожная карта занятости» – развитие партнёрств между колледжами и предприятиями, создание производственных практик.

Кроме того, 2025 год был официально объявлен Годом рабочих профессий. В рамках этой инициативы проводятся тематические выставки, мастер-классы, встречи с работодателями и профориентационные мероприятия во всех регионах страны. Ярким примером стала выставка в Астане, где школьники могли в интерактивной форме попробовать себя в роли различных специалистов – от токаря до архитектора.

#### *Результаты и обсуждение:*

Международный опыт показывает, что в Германии реализуется система дуального образования, при которой 60% времени студент проводит на производстве. Это обеспечивает быструю адаптацию к рынку труда и высокий уровень профессиональной компетентности. В Финляндии инженерные профессии продвигаются через массовые инженерные фестивали и проектные конкурсы. В Южной Корее государство активно субсидирует молодых специалистов, выбравших технический путь, включая гарантированное трудоустройство и налоговые льготы для предприятий, нанимающих выпускников колледжей.

#### **Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»**

Для эффективного стимулирования профессиональной мотивации молодежи необходимы следующие меры:

- развитие школьной профориентации с вовлечением предприятий и вузов;
- расширение дуального образования во всех регионах;
- модернизация материально-технической базы колледжей и технических лицеев;
- создание цифровых платформ с информацией о профессиях, вакансиях, карьерных траекториях;
- продвижение инженерных и рабочих профессий в социальных сетях, YouTube, Tik-Tok через истории успеха и видеоблоги;
- участие родителей в профориентации через информационные сессии и родительские собрания.

Высшие учебные заведения, особенно технического профиля, должны активнее участвовать в профориентационной работе, начиная со школьного возраста. Университеты могут предлагать:

- профориентационные курсы для школьников;
- летние школы инженерии и цифровых технологий;
- онлайн-викторины и хакатоны для подростков;
- возможности shadowing – наблюдения за специалистами на производстве.

К примеру, Карагандинский технический университет уже внедряет элементы VR и AR в учебные программы, что делает обучение наглядным и интересным для молодежи [4].

#### *Выводы:*

Развитие человеческого капитала в инженерной и производственной сферах является стратегической задачей для устойчивого экономического роста Казахстана.

Привлечение молодежи к этим профессиям возможно только при условии комплексного подхода, включающего образовательную реформу, популяризацию, профориентацию и участие бизнеса. Важно не просто информировать, но и вдохновлять молодых людей, показывая реальные возможности и успехи в технической сфере.

Уже сегодня существует множество успешных практик, но необходимо масштабировать и систематизировать эти усилия. Только тогда можно ожидать устойчивого роста интереса к профессиям, которые создают будущее страны.

#### Список литературы

1. Министерство труда и социальной защиты населения РК. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.enbek.gov.kz>
2. Программа «Жас маман» – <https://edu.gov.kz>
3. Аналитический портал Ranking.kz – <https://ranking.kz>
4. КарИУ – Карагандинский индустриальный университет. Официальный сайт: <https://tttu.edu.kz/>
5. GOST 7.5-98 Межгосударственный стандарт. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 1998. – 28с.

Г.Е.Батырова, А.Т.Мырзаханова

#### **Қазақстандағы жастардың инженерлік және көгілдір мамандықтарды таңдауға деген ынтасын ынталандыру**

Техникалық мамандардың тапшылығы және Қазақстан экономикасын белсенді цифрландыру жағдайында жастарды инженерлік және көгілдір жұмыс орындарына тарту мәселесі ерекше өзекті болуда. Мақалада студенттердің техникалық мамандықтарға қызығушылығының төмендеуінің себептері талданып, мектеп оқушылары мен колледж студенттері арасында жүргізілген социологиялық сауалнаманың нәтижелері берілген,

#### **Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»**

сондай-ақ кәсіптік бағдар беру саласындағы ағымдағы мемлекеттік бағдарламалар мен шетелдік тәжірибе қарастырылған. Авторлар жастардың кәсіби мотивациясын ынталандыру бойынша кешенді шараларды ұсынады, оның ішінде дуальды оқытуды дамыту, цифрлық танымал ету және білім беру үдерісіне бизнесті тарту. Елдің кадрлық әлеуетін қалыптастыруға жүйелі көзқарастың қажеттілігі туралы қорытынды жасалады.

*Түйін сөздер:* жастар, мотивация, кәсіптік бағдар, инженерлік мамандықтар, көгілдір жұмыс орындары, Қазақстан, дуальды білім беру, еңбек нарығы, мемлекеттік бағдарламалар, техникалық білім.

G.E. Batyrova, A.T. Myrzakhanova

#### **Stimulating the motivation of young people to choose engineering and blue-collar professions in Kazakhstan**

In the context of a shortage of technical specialists and the active digitalization of the economy of Kazakhstan, the issue of attracting young people to engineering and working professions is becoming particularly relevant. The article analyzes the reasons for the decline in students' interest in technical specialties, presents the results of a sociological survey among schoolchildren and college students, and examines current government programs and foreign experience in the field of career guidance. The authors propose comprehensive measures to stimulate the professional motivation of young people, including the development of dual education, digital popularization and the involvement of business in the educational process. The conclusion is made about the need for a systematic approach to the formation of the country's human resources potential.

*Keywords:* youth, motivation, career guidance, engineering professions, working specialties, Kazakhstan, dual education, labor market, government programs, technical education.

#### References

1. Ministerstvo truda i sotsial'noy zashchity naseleniya RK. [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <https://www.enbek.gov.kz>
2. Programma «Zhas maman». – <https://edu.gov.kz>
3. Analiticheskiy portal Ranking.kz. – <https://ranking.kz>
4. KarIU – Karagandinskiy industrial'nyy universitet. Ofitsial'nyy sayt: <https://tttu.edu.kz/>
5. GOST 7.5-98 Mezhdgosudarstvennyy standart. – M.: IPK Izd-vo standartov, 1998. – 28

## Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»

МРНТИ 06.52.13  
УДК: 330.15

DOI [10.53002/046](https://doi.org/10.53002/046)

Б.Т.Дүйсенбаев, А.Н.Қожамберді

*Қарағандық университетінің атымен Е.А.Букетова, Қарағанда, Қазақстан*  
(E-mail: [beknurdujsenbev@gmail.com](mailto:beknurdujsenbev@gmail.com), [kozhanberdina05@mail.ru](mailto:kozhanberdina05@mail.ru))

### Зелёная экономика и устойчивое предпринимательство: вызовы и перспективы для Казахстана

В статье подробно рассматриваются теоретические основы и практические аспекты формирования «зелёной» экономики в Казахстане, включая ключевые концепции устойчивого развития и принципы «зелёного» роста. Проводится всесторонний анализ действующей нормативно-правовой базы, охватывающей национальные программы, законы об энергосбережении и механизмы стимулирования «зелёных» инвестиций. Оценивается текущее состояние «зелёной» энергетики, включая показатели внедрения возобновляемых источников энергии, а также анализируются объёмы и источники «зелёных» вложений. Выявляются основные барьеры и риски перехода, такие как финансовые ограничения, технологический разрыв и низкий уровень осведомлённости. Обозначены перспективные направления дальнейшего «озеленения» экономики, после чего сформулированы конкретные рекомендации по поддержке устойчивого развития малого и среднего предпринимательства в «зелёном» секторе исходя из международного опыта и национальных особенностей.

*Ключевые слова:* зеленая экономика, зеленый сектор, зелёные инвестиции, зеленые вложения, устойчивое развитие, возобновляемые источники энергии, устойчивое предпринимательство.

#### Введение

Переход к «зелёной» экономике сегодня рассматривается как ключевая стратегическая задача для многих стран, стремящихся обеспечить устойчивый рост при одновременном снижении экологических рисков и повышении энергоэффективности. Казахстан, обладая значительными запасами минерально-сырьевых ресурсов и ориентируясь на диверсификацию экономики, принял Концепцию перехода к «зелёной» экономике ещё в 2013 году [1].

Концепция «зелёной» экономики впервые была обозначена Программой ООН по окружающей среде (UNEP) как модель развития, сочетающая экономические цели с экологической устойчивостью и социальной справедливостью [2]. Казахстан, обладая значительным природно-ресурсным потенциалом и одновременно сталкиваясь с экологическими вызовами (изменение климата, деградация почв, истощение водных ресурсов), в 2013 году утвердил стратегическую Концепцию, ставшую отправной точкой государственной экологической трансформации [1].

Актуальность темы обусловлена необходимостью оценки достигнутых результатов, а также определения точек роста для ускорения перехода к «зелёной» модели развития. В современных условиях осуществление «зелёной» трансформации является одним из ключевых факторов повышения экономической устойчивости, снижения энергетической зависимости и реализации международных обязательств по сокращению выбросов парниковых газов [3].

Цель исследования – провести комплексный анализ текущего состояния «зелёной» экономики в Казахстане и выявить перспективные направления её развития.

*Научная новизна исследования.* Обоснована необходимость адаптации международных подходов «зелёного» роста (UNEP, ESCAP, OECD) к социально-экономическим условиям Казахстана. Проведён комплексный анализ нормативно-правовой базы и выявлены ключевые барьеры устойчивого предпринимательства в «зелёном» секторе. Разработаны прикладные рекомендации по

## **Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»**

стимулированию малого и среднего бизнеса на основе международного опыта. Представлен авторский подход к оценке инвестиционной активности с учётом источников «зелёных» вложений и региональной специфики [2; 4].

*Методология исследования* включает: анализ нормативно-правовых актов – в частности, Концепции перехода к «зелёной» экономике [1], государственной программы «Экология – 2050» [5], Закона РК «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности» [6]; а также сравнительный анализ международных отчетов (UNEP, ADB, EBRD, UNDP) и примеров реализации проектов ВИЭ в Казахстане [3; 4; 7].

4.1. Развитие ветровой энергетики в Казахстане. Развитие ветроэнергетики в Казахстане осуществляется с опорой на благоприятные климатические условия ряда регионов и активное участие международных инвесторов. Ниже приведены примеры крупных реализованных проектов, демонстрирующих потенциал сектора.

ВЭС «Акдала» (Акмолинская область). Один из знаковых проектов в области ветроэнергетики – ВЭС «Акдала», введённая в эксплуатацию в декабре 2021 года. Электрогенерирующая мощность станции составляет 100 МВт. Проект был реализован при участии Xinjiang Goldwind Science & Technology Co. (КНР), Европейского банка реконструкции и развития (EBRD) и Азиатского банка развития (ADB). Станция оснащена турбинами Goldwind GW100 мощностью 2,5 МВт, что позволило эффективно использовать потенциал ветров, достигающих средней скорости 7 м/с в районе посёлка Аралтас [8].

Экономическая и социальная значимость проекта проявилась в создании около 150 временных рабочих мест в период строительства и 30 постоянных – после ввода объекта в эксплуатацию. По данным Министерства энергетики РК, доля ВЭС «Акдала» в региональном энергобалансе составляет порядка 20 %, что подтверждает её вклад в обеспечение энергетической устойчивости региона.

Ветровой парк «Шелек» (Жамбылская область). Другим важным примером является ветропарк «Шелек», построенный в рамках китайско-казахстанского сотрудничества по инициативе программы «Пояс и путь». Мощность объекта составляет 60 МВт, ввод в эксплуатацию осуществлён в сентябре 2022 года. Проект реализован при поддержке Chengdu Engineering Corporation, EBRD и ADB. Парк расположен в районе с высокой ветровой активностью (до 8 м/с) вблизи населённого пункта Шелек. Установлено 24 ветротурбины Goldwind по 2,5 МВт каждая. Производимая электроэнергия позволяет обеспечить потребности до 60 000 домохозяйств. Технологическая оснащённость объекта включает систему интеллектуального мониторинга и управления, что позволило снизить потери электроэнергии при передаче на 10 % [9].

ВЭС «Костанай» (Костанайская область). Ветроэнергетический проект «Костанай» представляет собой крупный объект возобновляемой генерации в северных регионах Казахстана. Станция мощностью 50 МВт была введена в эксплуатацию в ноябре 2020 года при поддержке China Development Bank и EBRD. Проект реализован в два этапа: на первом (2020 г.) были установлены 5 ветротурбин, оставшиеся 15 – на втором этапе в 2021 году. В качестве оборудования использованы турбины Nordex N117. Энергетическая инфраструктура станции включает трансформаторную подстанцию мощностью 110 кВ и подключение к магистральной электросети региона. Согласно расчётам, при средней скорости ветра 7,2 м/с проект позволяет ежегодно компенсировать до 100 000 тонн выбросов CO<sub>2</sub>, что делает его важным вкладом в декарбонизацию экономики [10].

4.3. Устойчивое предпринимательство и «зелёная» промышленность. Развитие устойчивого предпринимательства играет важную роль в становлении зелёной экономики, особенно в части диверсификации бизнес-моделей и адаптации промышленных практик к экологическим стандартам. Ниже представлены практические примеры, отражающие различные формы «зелёной» экономической активности в Казахстане.

4.3.1. Органическое сельское хозяйство: GreenAgroAtyrau. Компания *GreenAgroAtyrau*, расположенная в Атырауской области, реализует модель устойчивого сельского хозяйства, ориентированную на органическое выращивание масличных культур. Производственный процесс основан на использовании системы капельного орошения, позволяющей сократить потребление воды на 40 %, а также на полном отказе от пестицидов в пользу биологических удобрений. Продукция предприятия экспортируется на рынок Европейского союза. По итогам 2023 года объём выручки составил 3 млн долларов США [11].

#### **Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»**

4.3.2. Переработка твёрдых бытовых отходов: проект *EcoWaste Kostanay*. В Костанайской области реализован проект современного предприятия по переработке твёрдых бытовых отходов под наименованием *EcoWaste Kostanay*. Мощность перерабатывающей линии составляет 150 тыс. тонн отходов в год. В производственном процессе применяются технологии механической сортировки, прессования и извлечения вторичного сырья (пластика, металла, картона) с целью повторного использования. Внедрение проекта позволило снизить объёмы захоронения на региональных полигонах на 60 % и создать 80 постоянных рабочих мест [12].

4.3.3. Энергоэффективное строительство: ЖК «*EcoCity Alatau*». Жилой комплекс *EcoCity Alatau*, реализованный в северной части города Алматы, представляет собой пример современного «зелёного» строительства и сертифицирован по международному стандарту LEED Gold. Архитектурные и инженерные решения включают применение фасадных материалов с повышенными теплоизоляционными характеристиками, установку энергосберегающих окон, а также внедрение интеллектуальной системы вентиляции. Дополнительно на крышах здания размещены солнечные панели, а в подземной парковке предусмотрены зарядные станции для электромобилей. В результате удалось достичь снижения энергопотребления на 30 % и сокращения эксплуатационных расходов на 20 % по сравнению с традиционным жилищным строительством [13].

5. Основные барьеры и риски перехода к «зелёной» экономике. Переход к «зелёной» экономике в Республике Казахстан сопровождается рядом структурных, институциональных и социальных ограничений, оказывающих сдерживающее воздействие на темпы внедрения возобновляемых источников энергии (ВИЭ), развитие устойчивого предпринимательства и формирование экологически ориентированной инвестиционной среды. В настоящем разделе обобщены ключевые барьеры, выявленные в ходе анализа существующих практик.

5.1. Финансово-экономические ограничения. Одним из важнейших сдерживающих факторов остаётся высокая капиталоемкость ВИЭ-проектов. По оценкам профильных ведомств, средняя стоимость внедрения одного киловатта мощности составляет от 1 200 до 1 500 долларов США, включая затраты на оборудование, инфраструктуру и подключение к сетям. Срок окупаемости подобных инвестиций варьируется от 7 до 9 лет, что ограничивает интерес со стороны частных инвесторов [14].

Малые и средние предприятия (МСП), выступающие потенциальными участниками «зелёных» проектов, часто не обладают достаточной залоговой базой для привлечения банковских кредитов, несмотря на наличие программ субсидирования процентных ставок, реализуемых через АО «Даму».

Дополнительной проблемой является недостаточно развитый рынок «зелёных» облигаций. По состоянию на конец 2023 года общий объём обращающихся на вторичном рынке «зелёных» долговых ценных бумаг составил лишь 150 млрд тенге, что не соответствует инвестиционным потребностям отрасли. Отсутствие налоговых стимулов для частных инвесторов (например, вычетов на доход от вложений) также снижает привлекательность этого инструмента.

##### 5.2. Технологический разрыв и дефицит кадров

Казахстан в настоящее время сохраняет высокую степень зависимости от импорта технологического оборудования для ВИЭ. Основная часть ветрогенераторов и инверторов закупается у зарубежных производителей, таких как Goldwind (КНР), Nordex и Siemens–Gamesa (ЕС), а также First Solar (США). Доля локализованного производства компонентов в структуре проектов не превышает 30 %, что препятствует формированию устойчивого национального кластера в области ВИЭ [14].

Проблема усугубляется ограниченным кадровым потенциалом. Несмотря на внедрение специализированных курсов по «зелёным» технологиям в ряде вузов, численность студентов, охваченных такими программами, не превышает 10 % от общего контингента на инженерно-технических и экологических направлениях подготовки. Кроме того, наблюдается недостаток практико-ориентированных форматов обучения, в том числе стажировок и программ обмена с международными центрами «зелёных» технологий.

##### 5.3. Регуляторные и административные препятствия

Серьёзным барьером остаётся избыточная длительность конкурсных процедур при отборе проектов, претендующих на государственную поддержку. В частности, сроки проведения тендеров на заключение договоров о покупке электроэнергии (DPP – договоров поставки возобновляемой энергии) достигают 9 месяцев, что существенно увеличивает транзакционные издержки и снижает гибкость инвестиционного процесса [14].

#### **Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»**

Существующая нормативная база характеризуется фрагментарностью и несогласованностью требований между различными ведомствами и акиматами. Это затрудняет разработку проектной документации и ведёт к дублированию административных процедур.

До 2024 года в Республике Казахстан отсутствовал единый национальный стандарт «зелёного» строительства, в результате чего девелоперы были вынуждены опираться на зарубежные протоколы сертификации, не учитывающие климатическую и региональную специфику [14].

##### **5.4. Социальные и информационные барьеры**

Ограниченность информированности населения и предпринимательского сектора о преимуществах «зелёной» экономики остаётся значимым вызовом. Согласно социологическому исследованию, проведённому Министерством экологии РК совместно с ПРООН (2021 г.), лишь 23 % опрошенных предпринимателей рассматривают «зелёные» технологии в качестве приоритетного направления своей деятельности, а только 19 % респондентов из числа граждан выражают готовность внедрять экологически ответственные поведенческие практики, включая раздельный сбор отходов и рациональное водопотребление.

Дополнительную сложность представляет институциональное сопротивление трансформации, наблюдаемое в угледобывающих регионах (например, Карагандинская и Павлодарская области). Здесь интересы традиционных отраслей экономики и занятости вступают в противоречие с приоритетами декарбонизации и «зелёного» перехода.

Информационно–просветительские программы, в том числе инициатива «Зелёная академия», реализованная в 2022 году и охватившая около 500 студентов и предпринимателей, не обладают достаточной масштабностью и устойчивостью, чтобы обеспечить формирование глубинной экологической культуры и поведенческих изменений [11].

##### **6. Перспективы и стратегические рекомендации**

На основе выявленных барьеров и анализа текущего состояния перехода к «зелёной» экономике в Республике Казахстан целесообразно выделить ряд приоритетных направлений государственной политики, направленных на стимулирование устойчивого развития, усиление институциональной среды и мобилизацию инвестиционных ресурсов.

###### **6.1. Расширение и диверсификация финансовых инструментов**

Программа льготного кредитования «зелёных» проектов. Для повышения доступности финансовых ресурсов рекомендуется увеличить объём бюджетного финансирования Фонда «Даму» на цели поддержки проектов в области устойчивой энергетики и ресурсосбережения. Предлагается поэтапное увеличение финансирования данной программы на 30 % ежегодно до 2026 года с одновременным снижением эффективной процентной ставки до уровня 4 % для субъектов МСП. Это позволит активизировать участие малого бизнеса в «зелёной» трансформации.

*Создание грантового механизма для микробизнеса.* Представляется целесообразным учреждение ежегодной программы «зелёных» грантов с общим объёмом финансирования в размере 500 млн тенге, ориентированной на предприятия малого масштаба в таких секторах, как гостиничный бизнес, общественное питание и ремесленные производства. Мероприятие будет способствовать широкому внедрению энергоэффективных и экологически безопасных решений.

*Развитие рынка «зелёных» облигаций.* Следует предусмотреть налоговое стимулирование доходов физических и юридических лиц от инвестиций в «зелёные» облигации. В частности, предлагается ввести налоговый вычет в размере 15 % от дохода, полученного по этим инструментам. Дополнительно обосновано развитие муниципального сектора в области «зелёного» финансирования – предполагается ежегодный выпуск облигаций на сумму до 50 млрд тенге акиматами городов Астана, Алматы и Караганда для привлечения ресурсов на реализацию региональных ВИЭ-проектов.

*Использование исламских финансовых механизмов (сукук).* Рекомендуется развитие альтернативных финансовых инструментов, включая выпуск «зелёных» сукуков объёмом до 200 млн долларов США при содействии Islamic Development Bank. Данные инструменты могут быть направлены на финансирование проектов в области водородной энергетики, экологически чистого транспорта и устойчивой городской инфраструктуры [12].

###### **6.2. Развитие национального технологического потенциала и инновационной инфраструктуры**

*Поддержка научно–исследовательских и опытно–конструкторских разработок (НИОКР).* Необходимо учреждение национальной программы «Green Technology Accelerator» с годовым

#### **Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»**

бюджетом не менее 500 млн тенге, предусматривающей финансирование адаптационных исследований по интеграции зарубежных технологий в климатические и инфраструктурные условия Казахстана. Особое внимание должно быть уделено разработке отечественных решений в области инверторов, турбин и аккумуляторных систем. В рамках программы целесообразно субсидировать до 70 % расходов на создание прототипов и пилотных установок.

*Создание специализированных технопарков «зелёных» инноваций.* В июле 2023 года Акимат Карагандинской области официально объявил о начале строительства научно-исследовательского технопарка на базе Карагандинского университета имени Е. А. Букетова. Согласно опубликованным данным, проект предполагает создание современной исследовательской инфраструктуры, включающей специализированные лаборатории и инженерные центры, ориентированные на экологический мониторинг и анализ, в частности воды, почвы и иных компонентов окружающей среды. На официальном сайте университета также представлена студенческая инициатива – проект *Green Innovation Hub*, позиционируемый как платформа технологического трансфера в области «зелёных» инноваций и устойчивых решений.

Кроме того, в рамках работы нового технопарка UniScienTech уже рассмотрено 91 стартап-заявка, часть из которых охватывает тематику устойчивого развития и экологических технологий. В настоящее время технопарк осуществляет отбор проектов для дальнейшего бизнес-инкубирования и интеграции в региональную инновационную экосистему.

*Меры поддержки для стартапов и малого инновационного бизнеса.* Следует расширить реализацию инициативы «GreenStart Kazakhstan», предусматривающей ежегодный конкурс с отбором до 20 стартапов. Победителям предоставляются финансовые гранты объёмом до 50 млн тенге, доступ к специализированному программному обеспечению и исследовательским лабораториям. Также предполагается налаживание партнёрств с международными акселераторами (такими как Climate-KIC и EIT InnoEnergy), что будет способствовать передаче компетенций и масштабированию успешных решений на национальном уровне [13].

##### **6.3. Совершенствование нормативно-правовой базы и институциональной среды**

*Международное партнёрство в инновациях.* Рекомендуется формализовать сотрудничество с международными акселераторами, такими как *Climate-KIC* и *EIT InnoEnergy*, с целью интеграции передового зарубежного опыта в области поддержки «зелёных» стартапов, а также организации совместных программ по акселерации, менторству и трансферу технологий.

*Внедрение стандарта «зелёного» строительства.* Целесообразно ускорить утверждение национального стандарта ГОСТ «Зелёное здание Казахстана» и установить обязательность его применения при проектировании и строительстве государственных и муниципальных объектов стоимостью свыше 500 млн. тенге. В качестве стимулирующих мер предлагается предусмотреть систему преференций, включая начисление дополнительных баллов при проведении государственных тендеров, а также снижение платы за подключение к инженерным сетям для сертифицированных проектов.

*Оптимизация процедур экологических тендеров.* С целью повышения оперативности реализации проектов в области ВИЭ необходимо сократить сроки проведения аукционов на заключение долгосрочных договоров на закуп электроэнергии с 9 до 5 месяцев. Для этого требуется разработка подзаконных нормативных актов и регламентов, а также запуск единой электронной платформы *GreenTender.kz*, обеспечивающей прозрачность и открытость конкурсных процедур.

*Усиление межведомственной координации.* Предлагается создание Межведомственной комиссии по вопросам «зелёной» экономики и устойчивого развития, в которую войдут представители Министерства экологии, Министерства энергетики, Министерства Национальной экономики а также акиматов и НПП «Атамекен». Комиссия будет отвечать за координацию реализации национальных и региональных стратегий с периодическим мониторингом и представлением отчётности.

##### **6.4. Цифровизация энергетики и развитие «умной» инфраструктуры**

*Масштабирование интеллектуальных энергетических систем.* Продолжение проекта *Smart Grid Development Project*, реализуемого при поддержке ADB и Всемирного банка, должно охватывать не только Восточно-Казахстанскую и Акмолинскую области, но и быть распространено на южные регионы страны (Алматинскую и Жамбылскую области). Внедрение интеллектуальных счётчиков для

#### **Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»**

500 тыс. домохозяйств к 2026 году обеспечит снижение технических потерь при передаче энергии на 10-15 %.

*Создание государственной цифровой платформы мониторинга.* К 2025 году предлагается запуск портала *EnergoMonitor.kz*, обеспечивающего централизованный сбор, визуализацию и анализ данных об энергопотреблении в реальном времени по секторам (промышленность, ЖКХ, частный сектор). Платформа должна быть дополнена аналитическими модулями на базе Big Data и искусственного интеллекта, позволяющими прогнозировать нагрузку, выявлять аномалии и оптимизировать распределение энергии.

6.5. Экологическое образование и просветительская деятельность

*Обновление содержания образовательных программ.* Системная интеграция дисциплин, ориентированных на устойчивое развитие, должна быть реализована через обязательное включение модулей «Устойчивый бизнес-менеджмент», «Возобновляемая энергетика», «Циркулярная экономика» в учебные планы технических и экономических специальностей к 2025 году [14]. Также предполагается организация ежегодных международных академических стажировок (в университетах Германии, Дании, Швеции) для преподавателей и студентов.

*Развитие экологической культуры через медиа и мероприятия.* Для формирования устойчивого общественного запроса на «зелёные» технологии необходимо расширение информационных и медиа-кампаний. Одним из инструментов может стать телевизионный проект «Зелёный Казахстан» с участием экспертов, предпринимателей и представителей НПО. Также следует поддерживать проведение ежегодных тематических мероприятий, таких как *KazGreen Forum*, региональные эко-фестивали и летние лагеря с участием школьников и студентов.

*Поощрение молодёжных инициатив.* С целью стимулирования интереса молодёжи к вопросам устойчивого развития целесообразно проведение ежегодного республиканского конкурса «ЭкоИдея Казахстан» среди школьников 14-17 лет с призовым фондом до 10 млн тенге. Конкурс может стать платформой для развития проектного мышления и генерации идей в сфере ресурсосбережения, обращения с отходами и энергоэффективности.

#### *Заключение*

Внедрение принципов «зелёной» экономики в Казахстане становится приоритетным направлением государственной политики, обусловленным как необходимостью обеспечения экологической устойчивости, так и стремлением соответствовать международной повестке устойчивого развития. Проведённый анализ свидетельствует о том, что при активном содействии международных институтов – таких как UNEP, ADB, EBRD и UNDP – в республике реализуются масштабные инициативы в областях возобновляемой энергетики, экологически ориентированного предпринимательства и модернизации природоохранной инфраструктуры. Особое внимание уделяется развитию ветро- и солнечной генерации, а также внедрению современных стандартов экологического строительства и эффективной системы обращения с отходами.

В то же время сохраняются серьёзные барьеры: высокие инвестиционные издержки, технологическая зависимость от импорта, недостаток кадров и слабая институциональная согласованность. Отсутствие единой нормативной базы, ограниченный доступ МСП к финансированию и низкая экологическая осведомлённость населения также сдерживают масштабное внедрение «зелёных» решений.

Для преодоления этих вызовов необходимы комплексные меры: расширение финансовых инструментов (включая зелёные кредиты и облигации), развитие отечественных технологических кластеров и инноваций, нормативная унификация и активизация экологического образования. При условии эффективной реализации предлагаемых инициатив, Казахстан способен стать региональным лидером в области зелёного роста, создав устойчивую модель взаимодействия экономики, экологии и общества.

#### **Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»**

##### Список литературы

1. О Концепции перехода Республики Казахстан к «зелёной» экономике : Указ Президента РК от 30 мая 2013 г. № 577 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.akorda.kz/ru/o-konceptcii-perehoda-respubliki-kazahstan-k-zelenoi-ekonomike-136538> (дата обращения: 06.05.2025).
2. UNEP. Green Economy Initiative: A Brief for Policymakers [Электронный ресурс]. – United Nations Environment Programme, 2008. – Режим доступа: <https://www.unep.org/resources/policy-brief/green-economy-initiative-brief-policymakers> (дата обращения: 06.05.2025).
3. UNDP Kazakhstan. Green Economy and Sustainable Development [Электронный ресурс]. – UNDP Kazakhstan, 2023. – Режим доступа: <https://www.kz.undp.org/content/kazakhstan/en/home/sustainable-development.html> (дата обращения: 06.05.2025).
4. OECD. Green Growth in Kazakhstan: Policy Tools and Initiatives [Электронный ресурс]. – OECD iLibrary, 2021. – Режим доступа: <https://www.oecd.org/kazakhstan/green-growth.htm> (дата обращения: 06.05.2025).
5. Указ Президента РК от 16 мая 2015 г. № 665 «О Государственной программе «Экология – 2050» // Эталон.норматив. – Астана, 2015.
6. Закон Республики Казахстан «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности» № 505–V ЗРК от 21 июля 2020 г. – Астана, 2020.
7. Asian Development Bank (ADB). Kazakhstan: Akdala Wind Power Project [Электронный ресурс]. – ADB, 2021. – Режим доступа: <https://www.adb.org/projects/54370-001/main> (дата обращения: 06.05.2025).
8. EBRD. Kazakhstan Renewable Energy Projects [Электронный ресурс]. – EBRD, 2022. – Режим доступа: <https://www.ebrd.com/work-with-us/projects/psd/shelek-wind-power-project.html> (дата обращения: 06.05.2025).
9. Ministry of Energy of the Republic of Kazakhstan. National Report on Renewable Energy Development – 2023 [Электронный ресурс]. – Нур-Султан, 2024. – Режим доступа: <https://www.gov.kz/memleket/entities/energy/documents> (дата обращения: 06.05.2025).
10. Устойчивые стартапы и инвестиции в «зелёный» бизнес: новые практики в Казахстане [Электронный ресурс] // Казахстанская правда. – 2024. – Режим доступа: <https://kazpravda.kz/n/ustoychivye-startapy-i-investitsii-v-zelenyy-biznes-novye-praktiki-v-kazakhstane/> (дата обращения: 06.05.2025).
11. UNDP Kazakhstan. Waste Management Initiatives in Northern Kazakhstan [Электронный ресурс]. – UNDP, 2023. – Режим доступа: <https://www.kz.undp.org/content/kazakhstan/en/home/waste-management.html> (дата обращения: 06.05.2025).
12. EBRD. Kazakhstan Green Construction Projects: LEED-certified Buildings [Электронный ресурс]. – EBRD, 2023. – Режим доступа: <https://www.ebrd.com/news/2023/kazakhstan-green-construction.html> (дата обращения: 06.05.2025).
13. Барьеры для «зелёной» экономики в Казахстане назвали эксперты [Электронный ресурс] // Казахстанская правда. – 2023. – Режим доступа: <https://kazpravda.kz/n/barery-dlya-zelenoy-ekonomiki-v-kazakhstane-nazvaly-eksperty/> (дата обращения: 06.05.2025).
14. UNDP Kazakhstan. Capacity Development for Green Economy: Higher Education and Skills [Электронный ресурс]. – UNDP Kazakhstan, 2022. – Режим доступа: <https://www.kz.undp.org/content/kazakhstan/en/home/projects/green-economy-education.html> (дата обращения: 06.05.2025).

Б.Т.Дүйсенбаев, А.Н.Қожамберді

#### **Жасыл экономика және тұрақты кәсіпкерлік: қазақстан үшін мәселелер мен мүмкіндіктер**

Бұл мақалада Қазақстанда «жасыл» экономиканы қалыптастырудың теориялық негіздері мен практикалық аспектілері жан-жақты қарастырылады. Тұрақты дамудың негізгі

#### **Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»**

тұжырымдамалары мен «жасыл» өсім қағидаттары талданады. Энергия үнемдеу туралы заңдарды, ұлттық бағдарламаларды және «жасыл» инвестицияларды ынталандыру тетіктерін қамтитын қолданыстағы нормативтік-құқықтық базаға кешенді талдау жүргізіледі. Жаңартылатын энергия көздерін енгізу көрсеткіштері мен инвестиция көлемдері мен көздерін талдай отырып, елдегі «жасыл» энергетиканың ағымдағы жағдайы бағаланады. Қаржылық шектеулер, технологиялық алшақтық және халықтың хабардарлығының төмендігі сияқты негізгі кедергілер мен қауіптер анықталады. Экономиканы одан әрі «жасылдандырудың» перспективалық бағыттары белгіленіп, халықаралық тәжірибе мен ұлттық ерекшеліктерге сүйене отырып, «жасыл» сектордағы шағын және орта бизнестің тұрақты дамуын қолдауға арналған нақты ұсыныстар ұсынылады.

*Түйінді сөздер:* жасыл экономика, жасыл сектор, жасыл инвестициялар, тұрақты даму, жаңартылатын энергия көздері, тұрақты кәсіпкерлік.

B.T. Duissenbayev, A.N. Kozhamberdi  
**Green economy and sustainable entrepreneurship:  
 challenges and prospects for Kazakhstan**

This article provides a detailed examination of the theoretical foundations and practical aspects of the formation of a green economy in Kazakhstan, including key concepts of sustainable development and principles of green growth. A comprehensive analysis is conducted on the current regulatory framework, covering national programs, energy-saving legislation, and mechanisms for stimulating green investments. The current state of green energy is assessed, including indicators for the deployment of renewable energy sources, as well as an analysis of the volumes and sources of green investments. The article identifies major barriers and risks to the transition, such as financial constraints, technological gaps, and a low level of public awareness. Promising directions for further greening of the economy are outlined, followed by specific recommendations for supporting sustainable development of small and medium-sized enterprises in the green sector based on international experience and national specifics.

*Keywords:* green economy, green sector, green investments, sustainable development, renewable energy sources, sustainable entrepreneurship.

#### References

1. О Концепсии перехода Республики Казахстан к «зеленой» экономике : Указ Президента РК от 30 мая 2013 г. № 577 [Elektronnyi resurs]. – Rezhim dostupa: <https://www.akorda.kz/ru/o-koncepcii-perehoda-respubliki-kazahstan-k-zelenoi-ekonomike-136538> (data obrashcheniya: 06.05.2025).
2. UNEP. Green Economy Initiative: A Brief for Policymakers [Elektronnyi resurs]. – United Nations Environment Programme, 2008. – Rezhim dostupa: <https://www.unep.org/resources/policy-brief/green-economy-initiative-brief-policymakers> (data obrashcheniya: 06.05.2025).
3. UNDP Kazakhstan. Green Economy and Sustainable Development [Elektronnyi resurs]. – UNDP Kazakhstan, 2023. – Rezhim dostupa: <https://www.kz.undp.org/content/kazakhstan/en/home/sustainable-development.html> (data obrashcheniya: 06.05.2025).
4. OECD. Green Growth in Kazakhstan: Policy Tools and Initiatives [Elektronnyi resurs]. – OECD iLibrary, 2021. – Rezhim dostupa: <https://www.oecd.org/kazakhstan/green-growth.htm> (data obrashcheniya: 06.05.2025).
5. Указ Президента РК от 16 мая 2015 г. № 665 "О Государственной программе «Экология – 2050» // Etalon.normativ. . – Astana, 2015.
6. Закон Республики Казахстан "Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности" № 505–V ZRK от 21 июля 2020 г. – Astana, 2020.

**Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»**

7. Asian Development Bank (ADB). Kazakhstan: Akdala Wind Power Project [Elektronnyi resurs]. – ADB, 2021. – Rezhim dostupa: <https://www.adb.org/projects/54370-001/main> (data obrashcheniya: 06.05.2025).
8. EBRD. Kazakhstan Renewable Energy Projects [Elektronnyi resurs]. – EBRD, 2022. – Rezhim dostupa: <https://www.ebrd.com/work-with-us/projects/psd/shelek-wind-power-project.html> (data obrashcheniya: 06.05.2025).
9. Ministry of Energy of the Republic of Kazakhstan. National Report on Renewable Energy Development – 2023 [Elektronnyi resurs]. – Nur-Sultan, 2024. – Rezhim dostupa: <https://www.gov.kz/memleket/entities/energy/documents> (data obrashcheniya: 06.05.2025).
10. Ustoichivye startapy i investitsii v "zelenyi" biznes: novye praktiki v Kazakhstane [Elektronnyi resurs] // Kazakhstan-skaya pravda. – 2024. – Rezhim dostupa: <https://kazpravda.kz/n/ustoychivye-startapy-i-investitsii-v-zelenyy-biznes-novye-praktiki-v-kazakhstane/> (data obrashcheniya: 06.05.2025).
11. UNDP Kazakhstan. Waste Management Initiatives in Northern Kazakhstan [Elektronnyi resurs]. – UNDP, 2023. – Rezhim dostupa: <https://www.kz.undp.org/content/kazakhstan/en/home/waste-management.html> (data obrashcheniya: 06.05.2025).
12. EBRD. Kazakhstan Green Construction Projects: LEED-certified Buildings [Elektronnyi resurs]. – EBRD, 2023. – Rezhim dostupa: <https://www.ebrd.com/news/2023/kazakhstan-green-construction.html> (data obrashcheniya: 06.05.2025).
13. Bar'ery dlya "zelenoi" ekonomiki v Kazakhstane nazvali eksperty [Elektronnyi resurs] // Kazakhstan-skaya pravda. – 2023. – Rezhim dostupa: <https://kazpravda.kz/n/barery-dlya-zelenoy-ekonomiki-v-kazakhstane-nazvaly-eksperty/> (data obrashcheniya: 06.05.2025).
14. UNDP Kazakhstan. Capacity Development for Green Economy: Higher Education and Skills [Elektronnyi resurs]. – UNDP Kazakhstan, 2022. – Rezhim dostupa: <https://www.kz.undp.org/content/kazakhstan/en/home/projects/green-economy-education.html> (data obrashcheniya: 06.05.2025).

## Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»

FTAMP 11.15.82  
ӨОЖ: 343.352

DOI [10.53002/047](https://doi.org/10.53002/047)

А.Б. Канатбаева, Э.Г. Лобанова

*Қарағанды индустрилық университеті, Теміртау, Қазақстан  
(E-mail: a.kanatbaeva@tttu.edu.kz, e.lobanova@tttu.edu.kz)*

### Сыбайлас жемқорлықтың жастар санасына әсері және оны болдырмау жолдары

Мақалада сыбайлас жемқорлықтың жастар санасына тигізетін теріс әсері жан-жақты қарастырылады. Зерттеуде жастардың әділеттілікке деген сенімінің төмендеуі, моральдық-этикалық құндылықтардың әлсіреуі, заңға деген құрметтің азаюы және азаматтық белсенділіктің төмендеуі сияқты өзекті мәселелер қозғалады. Жастардың сыбайлас жемқорлыққа бейім болуының негізгі себептері – ақпараттың жеткіліксіздігі, қоғамдағы нормалардың әлсіреуі, үлгі алуға лайықты тұлғалардың жетіспеушілігі және профилактикалық жұмыстың әлсіздігі екені атап өтіледі. Қазақстанда жүзеге асырылып жатқан «Адал ұрпақ», «Саналы ұрпақ», «Ашық университет» жобаларының рөлі сипатталып, білім беру мен құқықтық ағартудың маңыздылығы атап өтіледі. Мақалада сыбайлас жемқорлыққа қарсы іс-қимылдың тиімді жолдары ретінде академиялық адалдықты енгізу, жастар форумдары мен челленджер өткізу, әлеуметтік желілер арқылы адалдықты насихаттау ұсынылады. Зерттеу нәтижелері жастардың парасыз болашаққа сенімін қалыптастыруда тәрбиенің, білімнің, ақпараттық саясаттың және қоғамдық белсенділіктің маңызды екенін айғақтайды.

*Түйін сөздер:* сыбайлас жемқорлық, жастар, алдын алу, саналы ұрпақ, құқық, әділеттілік, білім, тәрбие, мораль, азаматтық белсенділік

### *Кіріспе*

Сыбайлас жемқорлық (коррупция) – лауазымды тұлғалардың өз өкілеттіктерін жеке пайдасы үшін теріс пайдалануы. Ол пара алу, пара беру, қызмет бабын асыра пайдалану және сеніп тапсырылған мүлікті иемдену сияқты әрекеттермен көрініс табады.

Сыбайлас жемқорлық – адамзат өркениетінің даму барысындағы ең өзекті әрі қауіпті құбылыстардың бірі. Бұл – тек құқық бұзушылық қана емес, қоғамдағы әділеттілік пен теңдік принциптеріне тікелей нұқсан келтіретін әлеуметтік дерт. Қазақстан Республикасы Тұңғыш Президенті Н.Ә. Назарбаев: «Сыбайлас жемқорлық – мемлекетті іштен ірітіп, ұлттық қауіпсіздікке қатер төндіретін құбылыс» деген болатын. Ал Мемлекет басшысы Қасым-Жомарт Тоқаев бұл мәселені түбегейлі жою үшін жүйелі реформалар жүргізу қажеттігін жиі атап өтуде.

### *Негізгі бөлім*

Қоғамның маңызды бөлігі саналатын жастар бұл мәселеде ерекше назарда болуы тиіс. Себебі жастардың санасы, құндылықтары мен өмірге деген көзқарасы қалыптасу үстінде. Сондықтан сыбайлас жемқорлықпен күресті білім мен тәрбие беру жүйесінен, яғни жастардан бастау – ұзақ мерзімді әрі тиімді шешім болып табылады.

Сыбайлас жемқорлықтың жастарға тигізетін теріс әсеріне тоқталатын болсақ, жастар – мемлекеттің ең белсенді, жаңашыл әрі креативті бөлігі. Алайда дәл осы әлеуметтік топ сыбайлас жемқорлықтың құрбанына да, қатысушысына да айналып кетуі мүмкін.

Сыбайлас жемқорлықтың жастар санасына келесідей теріс әсерлері байқалады:

1. Әлеуметтік әділеттілікке деген сенімнің жоғалуы

Жемқорлық белең алған қоғамда жастар өздерінің күш-жігерімен жетістікке жетуге сенбейді. Олар пара беру арқылы жоғары баға алу, қызметке орналасу немесе грант иелену мүмкін екенін көріп, әділеттілікке деген үмітін үзеді.

#### **Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»**

##### 2. Моральдық-этикалық құндылықтардың әлсіреуі

Сыбайлас жемқорлық – адалдық пен әділеттілікке қарсы әрекет. Егер жас адам мұндай жағдайға жиі куә болып өссе, онда ол мұны қалыпты жағдай деп қабылдай бастайды. Бұл оның ішкі дүниетанымына, адамгершілік қасиеттеріне кері әсер етеді.

##### 3. Заң мен тәртіпке селқос қарау (құқықтық нигилизм)

Жемқорлықтың салдарынан заң тек қағаз жүзіндегі талапқа айналып, жастар үшін өзекті болмай қалады. Олар құқықтық нормаларға емес, «бейресми жолдар» мен таныстыққа сенуді жөн көреді.

##### 4. Азаматтық белсенділіктің төмендеуі

Мемлекетке, қоғамға, саясатқа сенімі жоғалған жастар елдегі әлеуметтік процестерге араласуға құлықсыз болады. Бұл өз кезегінде демократиялық дамуға да кері әсерін тигізеді.

ҚР Сыбайлас жемқорлыққа қарсы іс-қимыл агенттігінің 2024 жылғы деректеріне сәйкес, жастар арасында жемқорлық фактілерін тіркеу азайғанымен, пара беру мен алу фактілері әлі де кездеседі. Атап айтқанда, 2023 жылы студенттер тарапынан 57 жемқорлыққа қатысты құқықбұзушылық тіркелген. Бұл – жастарға бағытталған алдын алу жұмыстарын әлі де күшейтуді қажет етеді.

Сыбайлас жемқорлықтың жастар арасында туындау себептері:

1. Ақпараттың жетіспеушілігі. Көптеген жас азаматтар сыбайлас жемқорлықтың мәні мен оның заңдық салдары туралы толық білмейді.

2. Қоғамдық нормалардың бұзылуы. Кей ортада «таныспен шешу», «шапан жабу» дәстүрлері қалыпты жағдай ретінде қабылданады.

3. Үлгі тұтар тұлғалардың жетіспеуі. Адал еңбекпен жетістікке жеткен тұлғалар туралы ақпарат аз, есесіне жемқорлықпен аты шыққан тұлғалар жиі танымал.

4. Жүйелі алдын алу жұмыстарының әлсіздігі. Жастарға бағытталған нақты, жүйелі антикоррупциялық бағдарламалар жеткіліксіз.

Сыбайлас жемқорлықты болдырмау және алдын алу жолдары:

##### 1. Білім беру мен тәрбиені күшейту

– Сыбайлас жемқорлыққа қарсы ағарту курстары оқу орындарында міндетті түрде енгізілуі қажет.

– Мектеп пен университет деңгейінде адалдық сағаттары, тәрбие сағаттары, дебаттар, ойын форматындағы сабақтар ұйымдастырылуы тиіс.

– «Адал ұрпақ», «Саналы ұрпақ» жобаларының жұмысын кеңейту қажет.

##### 2. Заңдық жауапкершілік туралы кеңінен ақпарат тарату

– Жастар арасында сыбайлас жемқорлықтың қылмыстық және әкімшілік жауапкершілігі туралы нақты мәлімет беру.

– Нақты оқиғалар мен мысалдар келтіріп, пара алудың да, берудің де заң алдында жазаланатынын ұғындыру.

##### 3. Цифрландыру және ашықтықты қамтамасыз ету

– Мемлекеттік және білім беру жүйесінде ашықтық пен есеп берушілік орнату.

– Электрондық қызметтерді енгізу арқылы адам факторының әсерін азайту (мысалы: емтихан бағаларын автоматтандыру, портал арқылы құжат қабылдау).

##### 4. Жастардың азаматтық белсенділігін арттыру

– Жастарды волонтерлік, қоғамдық, экологиялық және антикоррупциялық жобаларға белсенді тарту.

– Адал еңбек, еңбек этикасы, кәсіптік адалдық қағидаларын насихаттау.

##### 5. Үлгі болар тұлғалар мен табысты өмір жолдарын дәріптеу

– Адал жолмен жетістікке жеткен кәсіпкерлер, ғалымдар, спортшылардың өмір жолы туралы кездесулер мен видеоматериалдар ұйымдастыру.

– Қазақстанда жастар арасында сыбайлас жемқорлықтың алдын алу бойынша келесі жобалар іске асуда:

– «Адал Ұрпақ» еріктілер клубы (мектептерде);

– «Саналы Ұрпақ» жобалық кеңселері (ЖОО-ларда);

– «Ашық университет», «Digital University» сияқты жобалар;

#### **Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»**

– ҚР БҒМ мен Сыбайлас жемқорлыққа қарсы агенттіктің бірлескен оқу құралдары мен әдістемелері.

– Сыбайлас жемқорлық тек құқықтық емес, психологиялық және әлеуметтік мінез-құлық мәселесі ретінде де қарастырылады.

– Жастар кей жағдайда әлеуметтік қысымға байланысты пара беруге немесе алуға мәжбүр болады.

– «Бәрі осылай істейді» деген ұжымдық мінез-құлық та жастардың дұрыс пен бұрысты ажырата алмауына әкелуі мүмкін.

#### *Қорытынды*

Мақаланы қорытындылай отырып, нақты ұсыныстарды бөліп көрсету пайдалы:

- ЖОО-ларда академиялық адалдық кодексін міндетті түрде енгізу;
- Әрбір студенттің антикоррупциялық ағарту курстарынан өтуін қамтамасыз ету;
- Сыбайлас жемқорлыққа қарсы челленджер мен жастар форумдарын тұрақты өткізу;
- Әлеуметтік желілер арқылы жастар арасында адалдықты насихаттау.

Сыбайлас жемқорлық – тек заңды емес, рухани таяздықтың, адамгершілік дағдарысының көрінісі. Жастардың бойына адалдық, әділеттілік және заңға құрмет секілді құндылықтарды сіңіру – мемлекет пен қоғамның ортақ міндеті. Бұл мақсатқа жету үшін тәрбие, білім, ақпарат және қоғамдық белсенділікті ұштастырған тиімді жүйе қажет. Жастардың санасында парасыз болашақ қалыптасса – еліміздің ертеңі де жарқын болары сөзсіз.

#### *Әдебиеттер тізімі*

1. Қазақстан Республикасының «Сыбайлас жемқорлыққа қарсы іс-қимыл туралы» Заңы. – Астана, 2015.
2. Қазақстан Республикасының Сыбайлас жемқорлыққа қарсы іс-қимыл агенттігінің ресми сайты. – Режим доступа: <https://www.gov.kz> – Дата обращения: [указать дату обращения].
3. Сыбайлас жемқорлыққа қарсы мәдениет негіздері: оқу құралы. – Алматы, 2022.
4. Transparency International. Corruption Perceptions Index – 2023 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.transparency.org> – Дата обращения: [указать дату обращения].
5. Тоқаев Қ.-Ж. Әділетті Қазақстан – бәрімізге ортақ ел: Қазақстан халқына Жолдау. – Астана, 2023.

А.Б. Канатбаева, Э.Г. Лобанова

#### **Влияние коррупции на сознание молодежи и пути ее предотвращения**

В статье всесторонне рассматривается негативное влияние коррупции на сознание молодежи. В исследовании поднимаются актуальные проблемы, такие как снижение доверия к справедливости, ослабление морально-этических ценностей, утрата уважения к закону и снижение гражданской активности. Отмечается, что основные причины склонности молодежи к коррупционному поведению – недостаток информации, разрушенные общественные нормы, дефицит достойных примеров для подражания и слабая профилактическая работа. Подчеркивается значение таких проектов, как «Адал ұрпақ», «Саналы ұрпақ», «Открытый университет», а также важность просветительской и правовой работы. В качестве эффективных мер борьбы с коррупцией среди молодежи предлагается внедрение академической честности, проведение форумов и челленджей, продвижение принципов честности через социальные сети. Результаты исследования подтверждают значимость воспитания, образования, информационной политики и гражданской активности в формировании у молодежи устойчивого антикоррупционного мировоззрения.

#### **Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»**

*Ключевые слова:* коррупция, молодежь, профилактика, саналы ұрпақ, право, справедливость, образование, воспитание, мораль, гражданская активность

A.B. Kanatbayeva, E.G. Lobanova

##### **The influence of corruption on youth consciousness and ways to prevent it**

The article provides a comprehensive examination of the negative impact of corruption on the consciousness of youth. The study addresses pressing issues such as the decline in belief in justice, the erosion of moral and ethical values, reduced respect for the law, and weakened civic engagement. It is noted that the main reasons for young people's inclination toward corrupt behavior are a lack of information, the erosion of societal norms, a shortage of worthy role models, and weak preventive efforts. The importance of national initiatives such as «Adal Urpaq» «Sanaly Urpaq» and «Open University» is highlighted, along with the significance of legal education and public awareness. Proposed anti-corruption strategies include promoting academic integrity, organizing youth forums and challenges, and fostering a culture of honesty through social media. The findings emphasize the critical role of education, upbringing, information policy, and civic involvement in shaping a corruption-free mindset among young people.

*Keywords:* corruption, youth, prevention, Sanaly Urpaq, law, justice, education, upbringing, morality, civic engagement

##### References

1. Kazakstan Respublikasynyn «Sybailas zhemkorlykka karsy is-kimyl turaly» Zangy. – Astana, 2015.
2. Kazakstan Respublikasynyn Sybailas zhemkorlykka karsy is-kimyl agenttiginin resmi saity. – Rezhim dostupa: <https://www.gov.kz> – Data obrashcheniya: [ukazat' datu obrashcheniya].
3. Sybailas zhemkorlykka karsy madeniet negizderi: oku kuraly. – Almaty, 2022.
4. Transparency International. Corruption Perceptions Index – 2023 [Elektronnyi resurs]. – Rezhim dostupa: <https://www.transparency.org> – Data obrashcheniya: [ukazat' datu obrashcheniya].
5. Tokaev K.-Zh. Adilette Kazakstan – barimizge ortak el: Kazakstan khalqyna Zholdaуy. – Astana, 2023.

#### **Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»**

FTAMP 77.03.05  
ӨОЖ: 613.7

DOI [10.53002/048](https://doi.org/10.53002/048)

Р.К Колесникова, А.Л. Мосунов, А.Т. Бахтеев

*Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан  
(E-mail: r.kolesnikova@tttu.edu.kz, a.mosunov@tttu.edu.kz)*

##### **Студенттердің денсаулығын сақтау үшін қозғалыс белсенділігінің маңызы**

Бұл мақалада студенттердің қозғалыс белсенділігі мәселесі жан-жақты қарастырылады. Қазіргі таңда жастар арасында қозғалыс белсенділігінің төмендеуі жиілеп, бұл олардың физикалық және психикалық денсаулығына кері әсерін тигізуде. Авторлар қозғалыс белсенділігінің адам ағзасына тікелей әсер ететін негізгі факторларын талдай отырып, оның иммундық жүйені күшейтіп, оқу үлгерімін жақсартатынын, көңіл күй мен жалпы өмір сапасын арттыратынын атап өтеді. Сонымен қатар, қозғалыс белсенділігінің жеткіліксіздігі семіздік, жүрек-қан тамырлары аурулары және тірек-қимыл жүйесінің бұзылуы сынды қауіптерге әкелуі мүмкін екені ескеріледі. Мақалада студенттер арасындағы қозғалыс белсенділігін арттыру жолдары мен дене шынықтыру сабақтарының маңыздылығы дәлелденеді. Сондай-ақ, салауатты өмір салтын ұстануға, физикалық белсенділікке баулуға бағытталған ұсыныстар мен профилактикалық шаралар ұсынылады.

*Түйінді сөздер:* қозғалыс белсенділігі, денсаулық, студенттер, физикалық тәрбие, салауатты өмір салты, дене шынықтыру, ағзаның қызметі, аурулардың алдын алу, оқу үлгерімі.

##### *Кіріспе*

Қозғалыс белсенділігінің маңыздылығы студенттер мен адамдарға оң әсерін көрсетеді. Көптеген адамдар айтқандай, Адамның жақсы физикалық дайындығы өзіне деген сенімділікті қамтамасыз етеді. Өмір бойы қозғалу және қозғалыс белсенділігімен айналысу қажеттілігі туралы айтатын «қозғалыс өмірі» деген мақал бар.

Қозғалыс белсенділігі - бұл энергия шығынын қажет ететін дене бөліктерінің ерікті қозғалыстарының жиынтығы. Бұл қазіргі адам өмірінің қажетті бөлігі.

##### *Негізгі бөлім*

Қазіргі уақытта адамдар отырықшы және сирек далаға шығады. Мұның себебі халықты цифрландыруды дамытуға қызмет етеді, яғни барлығы дерлік интернетке қол жеткізе алады және сол жерден барлық қажетті игіліктерді алады. Егер ескі күндер сіз қалаған нәрсені алу үшін бір жерге баруы керек болса, енді сізге қажет нәрсенің бәрі интернетте. Осы жерден төмен өмірлік белсенділікпен байланысты көптеген аурулар мен ауытқулар пайда болады. Әрине, бұл мәселенің шешімдері бар. Қазіргі әлемде қозғалыс белсенділігін арттыру үшін жастарды спортпен шұғылдануға ынталандыратын спорттық үйірмелер құрылады, футбол, баскетбол, волейбол, тіпті теннис сияқты түрлі спорттық ойындар ұйымдастырылады, егер, әрине, ойнауға қолайлы алаң мен орын болса. Сондай-ақ, қала орталығында, саябақта, аулада бұлшық еттерді жүктеуге арналған тренажерлер құрылады, онда әрбір өтіп бара жатқан адам спортпен шұғылданып, салауатты өмір салтын ұстана алады. Сондай-ақ, адамдарды спортпен шұғылдануға шақыратын түрлі спорттық іс-шаралар өткізілетін стадиондар бар. Мұндай спорттық іс-шаралар стадион саясатына байланысты жиі өткізілмейді, бірақ кейде спорттық ойындардың әр түрлі турнирлері құрылады, олар кез-келген адам қатыса алады және жарысты тамашалай алады. Жоғарыда аталған шешімдердің арқасында спорт біздің қазіргі өмірімізде маңызды уақыт болып қала береді.

#### **Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»**

Көптеген адамдар қозғалыс белсенділігі адамның физикалық және психикалық денсаулығына оң әсер етеді дейді. Қозғалыс белсенділігінің адам денсаулығына негізгі әсерін көрсетейік. Қозғалыс белсенділігі әсер етеді:

- Жүрек-тамыр жүйесіне-жүрек бұлшықетін күшейтеді, қан қысымын төмендетеді, қан айналымын жақсартады, холестерин деңгейін төмендетеді.

- Семіздікке-аз физикалық белсенділікпен семіздік дамиды, бұл орташа өмір сүру ұзақтығына теріс әсер етеді.

- Психикада - физикалық белсенділік стрессті азайтады, психикалық бұзылулардың даму қаупі азаяды және өзін-өзі бағалау негізінен артады.

Студенттер оқуға көп уақыт жұмсайды және оқу кезінде олар отырықшы өмір салтын ұстанады, бұл денсаулыққа кері әсер етеді.

Оқу барысында әр студент болашақ қызметі үшін профиль бойынша үлкен көлемдегі білімді игеруі керек. Олар сабақ береді рефераттар жасайды, мұғалімдерді тыңдайды және олардың миы оқу процесіне көбірек шоғырланған, осылайша тұрақты психикалық жүктеме сатысында болады. Университетке мектептен келген 1 курс студенттері оқу орнының жаңа ережелеріне аса бейімделмей өте қиын. Бірінші курс студенттерінің оқуы оларға қиынырақ, оларға үйренуге болатын көптеген нәрселер ашылады, мысалы, сабақтың орнына ерлі-зайыптыларға бару. Біз басқа бағалау жүйесіне, жаңа сыныптастар мен оқытушыларға, мектепке қарағанда басқа жүктемеге үйренуіміз керек. Көптеген студенттер үшін бұл стресске айналады.

Студенттер қозғалыс олардың денесі үшін қауіпсіздік қажеттілігі сияқты физиологиялық қажеттілік екенін түсінуі керек. Егде жастағы денсаулықтың көптеген проблемалары жас кезінде денсаулыққа тиісті көңіл бөлінбеуімен байланысты. Сондықтан Студенттер мотор белсенділігіне аз уақыт бөлу денсаулықтың ауыр бұзылуына әкелуі мүмкін екенін түсінуі керек.

Сондықтан жоғары оқу орындарының көпшілігінде пән бірінші курс студенттерінің қозғалыс белсенділігін арттыру үшін дене шынықтыру ретінде қолданылады. Жоғары оқу орындарының білім алушылары міндетті түрде дене шынықтыру сабақтарына қатысуы тиіс. Оларға мотор белсенділігінің жетіспеушілігі өтеледі, өйткені сабақтарда студенттер жақсы жылынып, ақыл-ой жүктемесінен аздап алшақтайды. Мұның бәрі ептілік, жылдамдық, бұлшықет күші, төзімділік, икемділік сияқты моторлық қасиеттерді дамытуға көмектеседі. Ойындар мен жылыну оқушыларға ақыл-ой жүктемесінен кейін демалуға мүмкіндік беретінін ұмытпаңыз, осылайша шаршауды болдырмаңыз және эмоционалды шиеленісті жеңілдетіңіз. Яғни, дене шынықтырудың арқасында мотор белсенділігі дами бастайды, ал денсаулық күшейе бастайды.

Біз мотор белсенділігінің адам денсаулығына пайдасы туралы талдадық, енді біз зиян туралы тақырыпты талдаймыз. Әрине, қозғалыс белсенділігі қазіргі адам үшін маңызды, бірақ шамадан тыс жүктеме немесе дұрыс емес жаттығулар зиян келтіруі мүмкін. Міне, мотор белсенділігі денсаулыққа кері әсер етуі мүмкін бірнеше мысалдар:

- Шамадан тыс физикалық белсенділік. Тиісті демалусыз үнемі қарқынды жаттығулар шамадан тыс жүктемеге әкелуі мүмкін, бұл бұлшықеттер мен байламдардың созылуы, сынуы және микротраума сияқты жарақат алу қаупін арттырады.

- Дұрыс емес жаттығу техникасы. Дұрыс емес техникамен жаттығулар жасау буындарға, омыртқаға, бұлшықеттерге және дененің басқа бөліктеріне зақым келтіруі мүмкін.

- Әртүрліліктің болмауы. Бір спорт түріндегі немесе жаттығудағы қайталанатын қозғалыстар» монотонды « деп аталатын жарақаттарды тудыруы мүмкін. Мысалы, кәсіпқой жүгірушілерде бірдей бұлшықеттер мен буындардың тұрақты кернеуіне байланысты тізе немесе аяқ жарақаттары жиі кездеседі.

- Психологиялық мәселелер. Шамадан тыс физикалық белсенділік кейде жаттығуларға тәуелділік (орторексия) немесе денеге шамадан тыс бекіту сияқты психологиялық бұзылулардың дамуына әкеледі. Бұдан басқа, мінсіз денені алу үшін бұлшықет массасының өсуін тездететін, тәуелділікке әкелетін әртүрлі заттарды қолданатын адамдар бар.

- Жаттығу кезінде ауырсыну. Бұлшықеттер келесі күні ауырады, бұл сүт қышқылының жиналуының салдары. Бірақ жаттығу кезінде ғана пайда болатын ауырсыну оның пайдасы болмайды

#### **Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»**

деп болжайды. Мүмкін, орындау техникасы бұзылған немесе тым көп жүктеме таңдалған және жаттықтырушымен кеңесу керек немесе дәрігермен себебін іздеу керек;

– Жүрек аймағындағы ыңғайсыздық. Егер бұрын ешқандай проблемалар болмаса, жүрек-қан тамырлары аурулары жоқ және кенеттен ауырсыну пайда бола бастады – бұл кідіртуге себеп;

– Көру қабілетінің бұзылуы. Бұл ауыр салмақпен және ауыр физикалық белсенділікпен жұмыс істеуге байланысты болуы мүмкін. Көзішілік қысым көтеріледі, бұл көру проблемаларына әкеледі;

– Қозғалыс белсенділігін дұрыс ұйымдастыру үшін денсаулыққа қауіп төндірмейтін бірнеше факторларды сақтау маңызды. Міне, жас денені сақтауға арналған бірнеше ұсыныстар:

– Белсенділіктің дұрыс түрін таңдау. Жаяу жүру-жаттығудың ең қолжетімді және қауіпсіз түрлерінің бірі. Күніне 30-60 минут белсенді серуендеу ұсынылады. Велосипедпен жүру, жүзу немесе жеңіл жүгіру - белсенді әрекеттерді қалайтындар үшін тамаша нұсқа. Икемділік пен созылу жаттығулары буындардың қозғалғыштығын сақтауға және жарақаттанудың алдын алуға көмектеседі. Тек артық емес.

– Дұрыс демалу және қалпына келтіру. Жаттығулар арасында демалуға уақыт бөлу маңызды, әсіресе егер сіз күш жаттығуларымен айналыссаңыз. Денені қалпына келтіруде тұрақты ұйқы мен дұрыс тамақтану да маңызды рөл атқарады.

– Әр түрлі жаттығулар. Дененің бірдей аймақтарын шамадан тыс жүктемеу үшін жаттығуларыңызды әртүрлі бұлшықет топтарына қосыңыз. Әр түрлі әрекеттерді ауыстырып көріңіз: кардио, күш жаттығулары және икемділік жаттығулары.

– Дұрыс техника және жылыту. Бұлшықеттер мен буындарды жүктемеге дайындау үшін жаттығуды әрдайым жылындан бастаңыз және шиеленісті жеңілдету үшін жұмсақ созылуды аяқтаңыз. Жарақат алу қаупін азайту және шамадан тыс жүктемеден аулақ болу үшін дұрыс жаттығу техникасын орындаңыз.

#### *Қорытынды*

Денсаулықты сақтау үшін белсенділік пен демалу арасындағы шараны табу, жаттығулардың дұрыс техникасын қадағалау және денеңіздің сигналдарын тыңдау маңызды. Қозғалыс белсенділігі дегеніміз не және ол студенттердің денсаулығына қалай әсер ететінін білу маңызды. Егер бұл дененің әртүрлі жарақаттарына әкеліп соқтырса, оны емдеу мүмкін болмайтын болса, идеалды нәтижеге жетудің қажеті жоқ. Белсенділіктің бар екенін жоққа шығарудың қажеті жоқ, өйткені біз көп отырамыз, тіпті қалада қарапайым серуендеу ешкімге зиян тигізбейді. Сіздің денеңізді білу маңызды, ол қанша жүктемеге төтеп бере алады және егер сіз денеңізді жақсартқыңыз келсе, асықпағаныңыз жөн және өз сезіміңіз бойынша жаттығулар жасаған дұрыс.

#### *Әдебиеттер тізімі*

1. Физикалық белсенділік пен адам денсаулығының байланысы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sci-article.ru/stat.php?i=1717517182>

2. Студенттердің қозғалыс белсенділігінің маңыздылығы [Электронный ресурс] // Научный альманах. – 2022. – №6. – Режим доступа: <https://na-journal.ru/6-2022-pedagogika/3954-vazhnost-dvigatelnoi-aktivnosti-dlya-studentov>

3. Қандай жағдайларда спорт денсаулыққа зиян тигізеді [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://nordski.ru/blog/v-kakih-situatsiyah-sport-vredit-zdorovyu/>

Р.К Колесникова, А.Л. Мосунов, А.Т. Бахтеев

#### **Значение двигательной активности для сохранения здоровья студентов**

В статье всесторонне рассматривается вопрос двигательной активности студентов. В настоящее время снижение уровня физической активности среди молодежи становится все

#### **Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»**

более частым явлением, что негативно сказывается как на физическом, так и на психическом здоровье. Авторы анализируют ключевые факторы влияния двигательной активности на организм человека, подчеркивая её роль в укреплении иммунной системы, улучшении успеваемости, настроения и общего качества жизни. Также отмечается, что недостаточная физическая активность может привести к ожирению, сердечно-сосудистым заболеваниям и нарушениям опорно-двигательного аппарата. В статье обоснована необходимость повышения уровня двигательной активности среди студентов и доказана значимость занятий физической культурой. Приводятся рекомендации по формированию здорового образа жизни и профилактике заболеваний через регулярную физическую активность.

*Ключевые слова:* двигательная активность, здоровье, студенты, физическое воспитание, здоровый образ жизни, физкультура, функции организма, профилактика заболеваний, успеваемость.

R.K. Kolesnikova, A.L. Mosunov, A.T. Bakhteev

#### **The importance of physical activity for maintaining student health**

This article provides a comprehensive analysis of the issue of physical activity among students. Currently, the decline in physical activity among young people is becoming increasingly common, negatively affecting both physical and mental health. The authors examine the key factors through which physical activity influences the human body, emphasizing its role in strengthening the immune system, improving academic performance, mood, and overall quality of life. It is also noted that insufficient physical activity may lead to obesity, cardiovascular diseases, and musculoskeletal disorders. The article substantiates the importance of increasing physical activity among students and proves the relevance of physical education. Recommendations are offered to promote a healthy lifestyle and prevent diseases through regular physical activity.

*Keywords:* physical activity, health, students, physical education, healthy lifestyle, fitness, body functions, disease prevention, academic performance.

#### References

1. Fizikalyq belsendilik pen adam densaylygynyn bairanysy [Elektronnyi resurs]. – Rezhim dostupa: <https://sci-article.ru/stat.php?i=1717517182>
2. Studentterdiń qozǵalys belsendiliginin mańyzdylyǵy [Elektronnyi resurs] // Nauchnyi al'manakh. – 2022. – № 6. – Rezhim dostupa: <https://na-journal.ru/6-2022-pedagogika/3954-vazhnost-dvigatelnoi-aktivnosti-dlya-studentov>
3. Qandai zhaǵdailarda sport densawlyqqa zıan tigizedi [Elektronnyi resurs]. – Rezhim dostupa: <https://nordski.ru/blog/v-kakih-situatsiyah-sport-vredit-zdorovyu/>

**Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»**МРНТИ 77.03.07  
УДК: 796.012.68DOI [10.53002/049](https://doi.org/10.53002/049)

О.В. Мелешко

*Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан  
(E-mail.ru: o.meleshko@tntu.edu.kz)***Виды физических нагрузок**

Физические упражнения – необходимый компонент в самосовершенствовании, как средство сохранения здоровья и работоспособности. Любой вид мягкой спортивной нагрузки полезен, если выполнять упражнения правильно. Физическая активность, а также физические нагрузки являются важнейшим фактором в здоровье и благополучии человека. Физические нагрузки, которые разнообразны и имеют различные направления, способствуют укреплению мышц, улучшению кардиоваскулярной системы и повышению общего уровня физической подготовки. Систематическое занятие физической культурой приводит к привыканию человеческого организма к выполняемой физической работе. Благодаря эффективности тренировок у человека изменяются мышечные ткани и различные органы, что и приводит к повышению физической подготовки. В статье рассматривается эффективность физических нагрузок, а также их виды. Выявлены главные факторы эффективности тренировок, благодаря которым улучшается состояние здоровья, и повышается физическая подготовка человека. Данная статья посвящена различным видам физических нагрузок и их воздействию на человеческий организм.

*Ключевые слова:* дыхательная система, кислород, выносливость, силовые нагрузки, масса мышц, отягощения, силовые упражнения.

*Введение*

В современном мире физическая активность приобретает всё большее значение как ключевой элемент здорового образа жизни и профилактики различных заболеваний. Снижение двигательной активности, вызванное урбанизацией, развитием технологий и увеличением продолжительности рабочего дня, требует осознанного подхода к организации физической культуры. Разнообразие физических нагрузок позволяет адаптировать занятия под индивидуальные особенности, возраст, уровень подготовки и цели человека. Понимание классификации и особенностей различных видов физической активности – от аэробных и силовых до гибких и функциональных тренировок – способствует формированию эффективной и безопасной системы занятий. Настоящая статья направлена на систематизацию видов физических нагрузок, определение их влияния на организм и раскрытие значимости физкультуры в укреплении здоровья и повышении качества жизни.

*Основная часть*

1. Аэробные нагрузки: Аэробные нагрузки во время физических упражнений относятся к видам тренировок, которые стимулируют сердечно-сосудистую систему и дыхательную систему, увеличивая потребление кислорода организмом. Эти упражнения включают в себя продолжительные периоды умеренной или высокой интенсивности, которые выполняются в течение продолжительного времени, обычно не менее 20-30 минут непрерывной активности.

Примеры аэробных упражнений включают бег, ходьбу, плавание, велосипед, греблю, аэробику и многие другие формы кардио-тренировок. Важной характеристикой аэробных упражнений является то, что они используют кислород в качестве основного источника энергии, что позволяет увеличить выносливость и улучшить работу сердечно-сосудистой системы.

#### **Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»**

2. **Силовые нагрузки:** Силовые нагрузки во время физических упражнений направлены на увеличение силы и массы мышц. Они часто включают в себя работу с отягощением, такими как гантели, штанги, упоры и другие приспособления. Цель силовых упражнений - создание определенного сопротивления для мышц, что стимулирует их рост и увеличивает силу.

Примеры силовых упражнений включают в себя жим штанги, приседания, подтягивания, отжимания, тягу, пресс и многие другие. Эти упражнения могут быть направлены на различные группы мышц, включая грудные, спинные, ноги, плечи, руки и корпус.

Ключевой принцип силовых тренировок - прогрессивная нагрузка, то есть постепенное увеличение веса или интенсивности тренировок с течением времени. Это стимулирует адаптацию мышц к нагрузке, приводя к их росту и укреплению. Силовые тренировки могут также улучшать костную плотность, суставную гибкость и общее здоровье.

3. **Гибкостей нагрузки:** Гибкость и подвижность играют важную роль в укреплении мышц и суставов, предотвращении травм и улучшении осанки. Гибкостные упражнения, такие как растяжка, йога и пилатес, помогают развивать гибкость и расслабляют мышцы, уменьшая риск возникновения мышечных спазмов и повреждений связок.

4. **Балансовые нагрузки:** Упражнения на равновесие и координацию помогают улучшить устойчивость и стабильность тела. Это важно для предотвращения падений и травм, особенно у пожилых людей. Балансовые тренировки включают стояние на одной ноге, работу на балансировочных платформах, использование специальных упражнений для улучшения координации движений.

5. **Скоростные нагрузки:** Тренировки на развитие скорости и реакции направлены на улучшение способности быстро реагировать на внешние стимулы и выполнить максимально быстрое движение. Это может включать в себя упражнения, направленные на ускорение старта, реализацию быстрых передвижений и улучшение реакции на сигналы.

6. **Кардио-нагрузки:** Кардио-нагрузки, также известные как кардиоваскулярные тренировки, направлены на улучшение работы сердечно-сосудистой системы. Эти упражнения, такие как бег, плавание, скакалка, велосипед и аэробика, увеличивают частоту сердечных сокращений, улучшают кровообращение и способствуют сжиганию калорий.

7. **Нагрузки для выносливости:** Тренировки для увеличения выносливости направлены на продолжительность выполнения физических упражнений без утомления. Они включают в себя длительные пробежки, плавание на длинные дистанции, марш-броски с рюкзаком и другие упражнения, требующие высокой выносливости.

8. **Функциональные нагрузки:** Функциональные тренировки ориентированы на улучшение способности выполнять ежедневные движения и задачи. Они включают в себя упражнения, имитирующие естественные движения тела, такие как подъемы, тяги, приседания и повороты, а также работу с различными видами оборудования, например, медицинскими мячами, TRX и балансными досками.

9. **Статические нагрузки:** Статические тренировки направлены на укрепление мышц и улучшение стабильности без использования движения. Это включает в себя упражнения, при которых мышцы контактируются и держат определенное положение в течение продолжительного времени, например, статические упражнения для корпуса, планка и стойка на одной ноге.

10. **Анаэробные нагрузки:** Анаэробные тренировки направлены на увеличение силы и мощности мышц за счет коротких, интенсивных упражнений. Это может включать в себя подъемы тяжестей, интенсивные интервальные тренировки, быстрые скоростные упражнения и другие виды тренировок, которые требуют максимального усилия за короткое время.

Значимый фактором здорового образа жизни является оздоровительная физкультура. Его основная цель - всестороннее развитие организма, его восстановление после усталости от различных физических и психических нагрузок, сохранение здоровья и положительного эмоционального состояния.

Принцип оздоровительной ориентации является одним из основных в физическом воспитании, его основное значение заключается в достижении максимального оздоровительного эффекта от физической активности. Несмотря на кажущуюся простоту этого принципа, на практике его реализация сопряжена с определенными трудностями. Это связано с тем, что планирование программ физического воспитания включает в себя материал, который раскрывает только те цели образования,

#### **Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»**

в соответствии с которыми необходимо обучать двигательным действиям и развивать физические качества. Поэтому содержание обучения и методические подходы неадекватно отражают принцип оздоровительной ориентации, ограничивая тем самым использование оздоровительной физкультуры в процессе физического воспитания и самообразования.

В последние годы все чаще поднимается вопрос о современных способах и методах укрепления физического и психического состояния. Это в основном связано с тем, что сегодня, в век технического прогресса, когда снижение уровня здоровья населения становится все более очевидным, происходит рост психических стрессов и, как следствие, снижение физической активности.

#### *Заключение*

Разнообразие физических нагрузок играет решающую роль в обеспечении всестороннего развития организма, укреплении здоровья и повышении общей работоспособности человека. Каждому типу нагрузки соответствует своя физиологическая цель – будь то развитие выносливости, силы, гибкости, координации или восстановление после физических и психоэмоциональных перегрузок. Комбинирование различных форм активности позволяет адаптировать тренировочный процесс под индивидуальные потребности, избежать перегрузок и снизить риск травматизма.

Кроме того, регулярные физические занятия способствуют нормализации обмена веществ, укреплению иммунной системы, улучшению психоэмоционального состояния и профилактике хронических заболеваний. В условиях снижения двигательной активности и роста стрессов в современном обществе физическая культура становится неотъемлемой частью здорового образа жизни.

Таким образом, грамотный подход к выбору и выполнению физических нагрузок, основанный на знании их видов и особенностей, является важнейшим условием не только достижения спортивных целей, но и формирования устойчивого здоровья и гармоничного развития личности.

#### Список литературы

1. Янсон, Ю. А. Физическая культура в школе. Научно – педагогический аспект. Книга для педагога / Ю.А. Янсон. – М.: Феникс, стр.2013 – 124 стр.
2. Физическая культура и физическая подготовка: Учебник. / Под ред. В.Я. Кикотя, И.С. Барчукова. – М.: ЮНИТИ, 2015- 57 стр.
3. Копылов, Ю. А. Система физического воспитания в образовательных учреждениях / Ю.А. Копылов, Н.В. Полянская. – М.: Арсенал образования, 2017-81 стр.
4. Максачук, Е. П. Актуализация формирования спортивной культуры личности молодого поколения / Е.П. Максачук. – М.: Спутник +, 2015- 23 стр.
5. Азаренко, Л. Д. Оздоровительные основы физических упражнений / Л.Д. Назаренко. – М, 2017- 17 стр.

О.В. Мелешко

#### **Дене жүктемелерінің түрлері**

Дене шынықтыру - денсаулықты сақтау және өнімділікті сақтау құралы ретінде өзін-өзі жетілдірудің қажетті құрамдас бөлігі. Жаттығуларды дұрыс орындасаңыз, жұмсақ спорттың кез келген түрі пайдалы. Дене белсенділігі мен жаттығулар адам денсаулығы мен әл-ауқатының маңызды факторы болып табылады. Әртүрлі және әртүрлі бағыттағы физикалық белсенділік бұлшықеттерді нығайтуға, жүрек-тамыр жүйесін жақсартуға және дене шынықтырудың жалпы деңгейін арттыруға көмектеседі. Жүйелі дене шынықтыру адам ағзасының орындалатын дене еңбегіне дағдылануына әкеледі. Жаттығудың тиімділігінің арқасында адамның бұлшықет тіндері мен әртүрлі мүшелері өзгереді, бұл физикалық дайындықтың жоғарылауына әкеледі. Мақалада дене белсенділігінің тиімділігі,

#### **Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»**

сондай-ақ оның түрлері қарастырылады. Жаттығу тиімділігінің негізгі факторлары анықталды, соның арқасында денсаулық жағдайы жақсарады және адамның физикалық дайындығы артады. Бұл мақала дене белсенділігінің әртүрлі түрлеріне және олардың адам ағзасына әсеріне арналған.

*Негізгі сөздер:* тыныс алу жүйесі, оттегі, төзімділік, күш жүктемелері, бұлшықет массасы, салмақтар, күш жаттығулары.

O.V. Meleshko

#### **Types of Physical Activity**

Physical exercise is a necessary component in self-improvement, as a means of maintaining health and performance. Any type of soft sports activity is beneficial if you do the exercises correctly. Physical activity and exercise are a critical factor in human health and well-being. Physical activity, which is varied and has different directions, helps strengthen muscles, improve the cardiovascular system and increase the overall level of physical fitness. Systematic physical training leads to the human body becoming accustomed to the physical work being performed. Thanks to the effectiveness of training, a person's muscle tissue and various organs change, which leads to increased physical fitness. The article discusses the effectiveness of physical activity, as well as its types. The main factors of training effectiveness have been identified, thanks to which health status improves and a person's physical fitness increases. This article is devoted to various types of physical activity and their effects on the human body.

*Key words:* respiratory system, oxygen, endurance, strength loads, muscle mass, weights, strength exercises.

#### **References**

1. Yanson, Yu. A. Physical education at school. Scientific and pedagogical aspect. Book for teachers / Yu.A. Janson. – М.: Phoenix, 2013- 124 p.
2. Physical culture and physical training: Textbook. / Ed. V.Ya. Kikotya, I.S. Barchukova. – М.: UNITY, 2015 – 57 p.
3. Kopylov, Yu. A. System of physical education in educational institutions / Yu. A. Kopylov, N.V. Polyanskaya. – М.: Arsenal of Education, 2017 – 81 p.
4. Maksachuk, E. P. Actualization of the formation of sports culture of the personality of the young generation / E. P. Maksachuk. – М.: Sputnik +, 2015 – 23 p.
5. Azarenko, L.D. Health-improving basics of physical exercises / L.D. Nazarenko. – М, 2017-17 p.

## Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»

МРНТИ 77.01  
УДК: 796

DOI [10.53002/050](https://doi.org/10.53002/050)

О.В. Мелешко

*Карагандинский индустриальный университет г. Темиртау. Казахстан.  
Кафедра Физического воспитания  
(E-mail: o.meleshko@tttu.edu.kz)*

### Воспитание интереса у студентов к занятиям физической культурой

В статье рассматриваются педагогические подходы и психологические механизмы, способствующие формированию устойчивого интереса у студентов к занятиям физической культурой. Подчеркивается роль мотивации, индивидуального подхода и разнообразия видов активности как ключевых факторов успешного вовлечения молодежи в оздоровительную деятельность. Авторы акцентируют внимание на необходимости создания благоприятной образовательной среды, в которой физическая культура рассматривается не как обязательный предмет, а как ресурс для личностного развития, укрепления здоровья, повышения стрессоустойчивости и формирования социальной активности. Отдельное внимание уделяется разработке программ, способствующих повышению осознанности студентов в вопросах здорового образа жизни, а также методикам, способным укрепить положительное восприятие физической активности через игровые, интерактивные и соревновательные формы. Делается вывод о важности комплексного и системного подхода к воспитанию интереса к физической культуре как необходимому элементу современной модели высшего образования.

*Ключевые слова:* мотивация, физическая культура, студенты, здоровье, обучение, среда, активность, интерес, индивидуальный подход, спорт.

#### *Введение*

В настоящее время проблема мотивации у студентов к занятиям физической культурой очень важна. В данной статье рассмотрим основные методы и стратегии, направленные на формирование позитивного отношения студентов к физической культуре.

Важное значение в сложном процессе формирования личности человека занимают занятия физическим воспитанием, которые создают основу для развития различных аспектов культуры личности и способствуют эффективности учебного и воспитательного процессов. В связи с этим одной из ключевых задач физического воспитания в вузе должно стать привлечение студентов к занятиям физической культурой.

#### *Материалы и методы*

В работе были использованы следующие общенаучные методы:

Анализ литературных источников. Изучение трудов [1-3], связанных с проблемой мотивации студентов к занятиям физической культурой.

Наблюдение и опросы. Были проведены опросы среди студентов, направленные на выявление их отношения к физической активности, а также факторов, влияющих на их мотивацию.

Разработка методик повышения мотивации. Применение разнообразных методик, направленных на повышение интереса к занятиям физической культурой, включая соревнования, индивидуальные подходы и создание благоприятной среды.

#### **Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»**

##### *Результаты и обсуждение*

Одним из ключевых факторов, влияющих на мотивацию студентов к занятиям физической культурой, является осознание их значимости для поддержания здоровья и формирования жизненного баланса. Физическая активность способствует не только улучшению физического состояния, но и повышению настроения, уменьшению уровня стресса и тревоги. Поэтому важно информировать молодежь о всех преимуществах регулярных занятий спортом, включая положительное влияние на учебную деятельность и личную жизнь.

Кроме того, создание комфортной и поддерживающей среды в учебных заведениях также является значимым аспектом. Преподавание и организация спортивных мероприятий должны способствовать развитию командного духа и взаимопомощи среди студентов. Успехи в спортивной деятельности могут подчеркнуть важность и взаимной поддержки, что в свою очередь будет способствовать повышению мотивации.

Не менее важным является внедрение программ по повышению осведомленности о здоровом образе жизни и физической активности. Специализированные курсы и семинары могут помочь студентам осознать значение регулярных тренировок и внедрить здоровые привычки в повседневную жизнь. Таким образом, комплексный подход к формированию мотивации позволит студентам не только осознать необходимость физической активности, но и сделать её важной частью своей жизни.

На сегодняшний день наблюдается ухудшение здоровья и физического состояния среди студентов. Это подчеркивает необходимость усовершенствования образовательной политики, где одним из главных приоритетов должно стать улучшение здоровья обучающихся. Кроме того, комплексная система физического воспитания в условиях высшего учебного заведения должна формировать у студентов ощущение физического самосовершенствования и стремление к активной жизнедеятельности.

В современных условиях требования к физическому состоянию и здоровью выпускников вузов значительно возросли. Работодатели ищут не только квалифицированных специалистов с высшим образованием, но и таких, кто способен быстро адаптироваться к изменениям в рабочих условиях, обладает высокой производительностью и психоэмоциональной стойкостью. Согласно статистике, примерно 60% выпускников не готовы работать с максимальной эффективностью как физически, так и психологически, что не соответствует требованиям современного рынка.

Таким образом, уровень высшего образования формируется не только на основе теоретических знаний, но и на состоянии здоровья и психологической готовности будущих специалистов.

Физическая культура способствует физическому развитию, укреплению здоровья, повышению работоспособности и улучшению общего самочувствия. Она также играет важную роль в формировании дисциплины, самоорганизации и устойчивости к стрессу. Однако для достижения этих положительных результатов необходимо, чтобы студенты сами желали заниматься физической культурой и испытывали к этому интерес.

Для успешной мотивации студентов к занятиям физической культурой нужно использовать разнообразные подходы. Важным шагом является создание положительного имиджа физической активности. Необходимо продемонстрировать, что занятие спортом может быть увлекательным и приносить не только пользу для здоровья, но и радость, а также укрепление дружеских связей. Способы вовлечения могут включать соревнования, командные игры и совместные мероприятия, где каждый сможет проявить свои способности.

Важным аспектом является индивидуальный подход к студентам, которые обладают различными уровнями физической подготовки. Преподаватели могут разработать адаптированные программы, которые учитывают специфику группы и поэтапно вводят студентов в мир физической активности. Это поможет не только улучшить физическую форму, но и сформировать уверенность в собственных силах.

Наконец, информационная поддержка играет значимую роль. Регулярные семинары, лекции и консультации по вопросам здоровья, спорта и питания позволят студентам глубже понять важность двигательной активности и ее влияние на качество жизни. Таким образом, формируется не только культура физической активности, но и осознанный подход к собственному здоровью.

#### **Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»**

Для мотивации студентов к занятиям важно учитывать индивидуальные предпочтения и интересы каждого студента. Эффективные методики должны быть направлены на то, чтобы развивать и поддерживать общие и конкретные мотивы. Например, проведение соревнований и турниров может стимулировать интерес к физической активности, ведь они создают атмосферу конкуренции и соперничества, что особенно привлекает молодых юношей и девушек.

Кроме того, важно внедрять интерактивные и игровые формы занятий, которые сделают процесс обучения более увлекательным. Использование современных технологий, таких как фитнес-приложения и гаджеты, может мотивировать студентов отслеживать свои достижения и ставить перед собой новые цели.

Также следует обратить внимание на создание положительной социальной среды в потоке студентов. Поддержка со стороны преподавателей формирует ощущение принадлежности, что является мощным мотиватором для студентов.

Таким образом, реализация комплексного подхода к мотивации студентов позволит не только повысить их интерес к занятиям физической культурой, но и сформировать здоровый образ жизни на протяжении всех школьных лет.

Одним из ключевых аспектов воспитания любви к физической культуре является мотивация. Для того чтобы студенты с энтузиазмом занимались спортом, необходимо создать для них мотивационную среду. Вот несколько способов повышения мотивации:

1. Постановка целей: Помощь студентам в постановке достижимых и реалистичных целей способствует их вовлечению в процесс. Цели могут быть связаны с улучшением физической формы, участием в соревнованиях или просто с желанием лучше себя чувствовать.

2. Положительное подкрепление: Признание и поощрение успехов студентов, будь то малые или большие достижения, помогает поддерживать их интерес и мотивацию. Это может быть, как вербальное одобрение, так и награды или сертификаты.

3. Примеры для подражания: Роль преподавателей и тренеров в воспитании любви к физической культуре невозможно переоценить. Они должны быть примером для студентов, показывая своими действиями и отношением, насколько важна физическая активность.

##### *Разнообразие видов активности*

Монотонность и однообразие занятий могут быстро наскучить студентам. Важно предложить им разнообразные виды физической активности, чтобы каждый мог найти то, что ему действительно нравится. Включение в программу различных видов спорта, фитнеса, танцев, йоги и других форм физической активности поможет удовлетворить интересы и потребности разных студентов.

1. Интерактивные занятия: Использование современных технологий, таких как фитнес-трекеры и приложения для тренировки, может сделать занятия более интересными и увлекательными.

2. Групповые занятия: Организация командных игр и групповых тренировок способствует социальному взаимодействию и поддержке, что повышает мотивацию студентов.

3. Индивидуальный подход: Учет индивидуальных особенностей и предпочтений студентов позволяет создать для каждого оптимальную программу занятий.

Благоприятная среда для занятий физической культурой включает в себя не только материально-техническое обеспечение, но и эмоциональную поддержку. Важно создать комфортные условия для тренировок, обеспечив студентов необходимым инвентарем и оборудованием.

1. Доступность и удобство: Удобное расписание занятий и доступность спортивных объектов играют важную роль в привлечении студентов к физической культуре.

2. Поддержка и взаимодействие: Организация мероприятий, таких как спортивные праздники, соревнования и мастер-классы, способствует формированию положительного отношения к физической активности.

3. Психологический климат: важно создать атмосферу доверия и взаимопонимания, где студенты чувствуют поддержку и внимание со стороны преподавателей и тренеров.

##### *Выводы*

Воспитание любви к занятиям физической культурой у студентов – это многогранный процесс, требующий комплексного подхода. Мотивация, разнообразие видов активности и создание

#### **Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»**

благоприятной среды играют ключевую роль в формировании позитивного отношения к физической культуре. Применение этих методов и стратегий поможет не только повысить интерес студентов к физической активности, но и улучшить их физическое и эмоциональное благополучие, что является важной частью их общего развития и успешного обучения.

##### Список литературы

1. Мелешкова Н.А. Отношение студентов вуза к дисциплине «Физическая культура» как фактору готовности к здоровьесбережению // Профессиональное образование в России и за рубежом. – 2016. – 1(21). – С. 72-75.
2. Абзалова С.В., Аюпов Р.Ш. Привлечение студентов к занятиям физической культурой и спортом // Научный аспект – Гуманитарные науки. – 2019. – 2. – С. 35-39.
3. Коновалов В.Л., Катканова И.Н., Никулин А.В. Отношение студентов к занятиям физической культурой и спортом. - 2020. – 1(80). – 229-230 с.

О.В. Мелешко

#### **Студенттердің дене шынықтырумен айналысуға деген қызығушылығын арттыру**

Мақалада студенттердің дене шынықтырумен айналысуға деген тұрақты қызығушылығын қалыптастыруға ықпал ететін педагогикалық тәсілдер мен психологиялық механизмдер қарастырылады. Мотивацияның, жеке көзқарастың және әрекеттің әртүрлілігінің жастарды сауықтыру қызметіне тиімді тартудағы шешуші факторлар ретіндегі маңызы ерекше атап өтіледі. Авторлар дене шынықтыруды міндетті пән емес, жеке тұлғаны дамыту, денсаулықты нығайту, күйзеліске төзімділікті арттыру және әлеуметтік белсенділікті қалыптастыру құралы ретінде қарастыратын қолайлы білім беру ортасын құру қажеттілігіне назар аударады. Сондай-ақ, студенттердің салауатты өмір салты мәселелеріндегі санасын арттыруға бағытталған бағдарламаларды әзірлеуге және ойын, интерактивті, жарыс формалары арқылы физикалық белсенділікке деген оң көзқарасты нығайтатын әдістерге ерекше көңіл бөлінеді. Дене шынықтыруға деген қызығушылықты тәрбиелеуде кешенді және жүйелі тәсілді қолдану қазіргі жоғары білім беру моделінің қажетті элементі ретінде қарастырылады.

*Түйінді сөздер:* мотивация, дене шынықтыру, студенттер, денсаулық, оқу, орта, белсенділік, қызығушылық, жеке көзқарас, спорт.

O.V. Meleshko

#### **Fostering students' interest in physical education.**

The article discusses pedagogical approaches and psychological mechanisms that promote the development of a stable interest among students in physical education. It highlights the role of motivation, individual approaches, and variety of activities as key factors in effectively engaging youth in wellness practices. The authors emphasize the importance of creating a favorable educational environment where physical education is seen not as a compulsory subject, but as a tool for personal development, health enhancement, stress resilience, and social engagement. Special attention is paid to the development of programs aimed at increasing students' awareness of a healthy lifestyle, as well as methods that reinforce a positive perception of physical activity through game-based, interactive, and competitive formats. The article concludes that a comprehensive and systematic approach to fostering interest in physical education is a necessary element of the modern higher education model.

**Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»**

*Keywords:* motivation, physical education, students, health, learning, environment, activity, interest, individual approach, sport.

References

1. Meleshkova, N.A. (2016). University students' attitude towards the discipline "Physical education" as a factor of readiness for health preservation. *Professional Education in Russia and Abroad*, 1(21), 72–75.
2. Abzalova, S.V., & Ayupov, R.Sh. (2019). Engaging students in physical education and sports. *Scientific Aspect – Humanities*, 2, 35–39.
3. Konovalov, V.L., Katkanova, I.N., & Nikulin, A.V. (2020). Students' attitude towards physical education and sports. *Scientific Journal*, 1(80), 229–230.

## Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»

МРНТИ 28.23.15  
УДК: 159.964.32

DOI [10.53002/051](https://doi.org/10.53002/051)

Б.Ж.Рыспекова, А.Е.Алдабаева

*Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан  
(E-mail: b.ryspekova@tttu.edu.kz)*

### Женщины в инженерии: научные открытия, меняющие стереотипы

Женщины сыграли ключевую роль в развитии инженерных наук, преодолевая многочисленные социальные и образовательные барьеры. От XIX века до современности, женщины-инженеры внесли значительный вклад в различные области, от строительства и металлургии до информационных технологий и биоинженерии. Важнейшие фигуры, такие как Элизабет Брэгг, Грейс Хоппер и Маргарет Гамильтон, продемонстрировали, что инженерия доступна для всех, независимо от пола. В Казахстане женщины-инженеры, такие как Күләш Байсеитова и Айгерим Уразбекова, также значительно повлияли на развитие науки и технологий. Несмотря на сохраняющиеся гендерные стереотипы, образовательные инициативы и поддержка женщин в STEM-науках открывают новые возможности для будущих поколений.

*Ключевые слова:* женщины-инженеры, инженерные науки, гендерные стереотипы, вклад женщин, Казахстан, STEM, Грейс Хоппер, Ада Лавлейс, индустриальные революции, будущее инженерии.

#### *Введение*

Женщины внесли значительный вклад в развитие инженерных наук, несмотря на многочисленные социальные и образовательные барьеры. История полна примеров выдающихся женщин-инженеров, которые проложили путь будущим поколениям, сражаясь за возможность работать в традиционно мужской сфере. Их усилия изменили не только науку, но и общественные представления о роли женщин в технических профессиях.

#### *Методы и материалы:*

Первые женщины-инженеры столкнулись с огромными трудностями, стремясь получить образование и признание. В XIX веке женщинам зачастую запрещалось обучаться в технических вузах, и многие из них осваивали науку самостоятельно или под руководством наставников. Одной из первых официально признанных женщин-инженеров была Элизабет Брэгг, получившая в 1876 году степень инженера-строителя в Калифорнийском университете в Беркли. Однако даже после получения дипломов женщинам было трудно найти работу в профессии, так как работодатели не доверяли их компетентности [1].

В Казахстане женщины начали осваивать инженерные профессии в советский период, когда индустриализация потребовала привлечения специалистов вне зависимости от пола. В начале XX века казахские женщины получали в основном традиционное образование, но с развитием промышленности и науки у них появилась возможность учиться на инженерных специальностях. Одной из первых женщин-инженеров Казахстана стала Күләш Байсеитова, которая, хотя и была известна как выдающаяся оперная певица, активно участвовала в развитии технических и строительных инициатив. Среди первых казахстанских женщин-инженеров можно также отметить Раушан Сарсембаеву, которая внесла вклад в развитие металлургии в Казахстане, работая на Карагандинском металлургическом комбинате [2].

В 1950-60-е годы такие женщины прокладывали путь будущим поколениям, доказывая, что технические науки доступны и для женщин. Среди выдающихся женщин-учёных, внесших огромный

#### **Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»**

вклад в инженерные науки, стоит отметить Аду Лавлейс, которая считается первым программистом в истории, так как разработала алгоритм для аналитической машины Чарльза Бэббиджа. В XX веке женщины продолжали добиваться успехов, несмотря на гендерные предрассудки. Например, Грейс Хоппер внесла ключевой вклад в разработку компьютерных языков программирования, а Хеди Ламарр, известная как актриса, разработала технологию, которая легла в основу современных систем беспроводной связи [1].

В Казахстане женщины также внесли важный вклад в инженерные и научные достижения. Так, академик Шолпан Жорокпаева стала одной из первых женщин в области химической технологии, занимаясь исследованиями по переработке нефти и газа, что стало основой для развития нефтехимической промышленности в Казахстане. Также стоит отметить Рахилию Сейсембаеву, которая активно участвовала в развитии энергетики в Казахстане, занимаясь проектированием и строительством гидроэлектростанций. Ее работа помогла сформировать основу для современной энергетической системы страны [2].

Во времена индустриальных революций женщины сыграли значительную, но часто недооцененную роль в инженерии и техническом прогрессе. Каждая из четырех индустриальных революций – от механизации производства до развития искусственного интеллекта – принесла новые вызовы и возможности, в которых женщины принимали активное участие, несмотря на социальные ограничения.

Первая индустриальная революция (конец XVIII – начало XIX века) была связана с появлением фабрик, паровых машин и массового производства. В это время женщины в основном работали на текстильных фабриках, но некоторые из них начали осваивать технические специальности. Например, Маргарет Найт изобрела механический резак для бумажных пакетов и стала одной из первых женщин-инженеров своего времени, несмотря на препятствия в получении патентов.

Вторая индустриальная революция (конец XIX – начало XX века) принесла электричество, железные дороги и массовое строительство. В этот период женщины начали активно участвовать в техническом образовании и промышленном производстве. В США и Европе появились первые женщины-инженеры, такие как Эдит Кларк – первая женщина, ставшая профессиональным электротехником и работавшая в General Electric. В России Надежда Гребенщикова стала одной из первых женщин, окончивших инженерный факультет и работавших в транспортной сфере.

Третья индустриальная революция (середина XX века) связана с развитием электроники, компьютеров и автоматизации. В этот период женщины начали вносить серьезный вклад в программирование и вычислительную технику. Например, Маргарет Гамильтон разработала программное обеспечение для миссии «Аполлон-11», а Софья Ковалевская, хоть и жила раньше, заложила основы математических расчетов, применяемых в инженерии.

Четвертая индустриальная революция (XXI век) связана с искусственным интеллектом, робототехникой и биоинженерией. Сегодня женщины-инженеры разрабатывают сложные технологии, участвуют в космических миссиях и создают устойчивые источники энергии [3].

В Казахстане Айгерим Уразбекова работает в сфере IT и искусственного интеллекта, разрабатывая автоматизированные системы для промышленности. В области возобновляемой энергетики Сауле Тлеулесова занимается инновационными проектами в солнечной и ветровой энергетике [2].

Женщины-учёные и инженерки также внесли значительный вклад в мировую науку и технологии, разрабатывая прорывные инженерные проекты, которые изменили различные отрасли — от космоса до медицины и IT. Их изобретения и научные достижения стали основой для современных технологий, доказав, что инженерия – это сфера, где главное не пол, а знания, талант и стремление к инновациям. Одним из наиболее значимых инженерных проектов, созданных женщинами, является разработка программного обеспечения для полетов NASA. Маргарет Гамильтон, руководитель отдела программного обеспечения в проекте «Аполлон-11», создала код, позволивший американским астронавтам безопасно высадиться на Луну. Ее работа заложила основы для современных программных систем и концепции «разработки с учетом ошибок» (fault-tolerant software).

В сфере медицинской инженерии выдающимся достижением стало изобретение Катерины Бломквист, которая разработала технологию лазерного лечения зрения. А американская исследовательница Франсуаза Барре-Синусси сыграла ключевую роль в открытии вируса

#### **Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»**

иммунодефицита человека (ВИЧ), что стало прорывом в биомедицинской инженерии и позволило разработать методы диагностики и лечения СПИДа [3].

В Казахстане специалистки в области инженерии также создают инновационные проекты. Например, Айгерим Мусабекова занимается разработкой систем искусственного интеллекта для анализа данных в медицине. Ее алгоритмы помогают диагностировать заболевания на ранних стадиях, повышая точность медицинских исследований. В сфере робототехники казахстанский инженер Жанна Алимханова разрабатывает автономные системы для промышленного производства и сельского хозяйства [2].

Еще одним прорывным проектом, созданным женщинами, является разработка технологии беспроводной связи Wi-Fi. Австралийский инженер Элизабет Дж. Фейнлер сыграла важную роль в создании доменных имен и системы ARPANET, которая стала предшественником интернета. Современные исследовательницы продолжают разрабатывать уникальные технологии в различных сферах. Например, Мария Телкес создала первую в мире полностью солнечную систему отопления, а Грейс Хоппер разработала язык программирования COBOL, который до сих пор применяется в банковской и бизнес-информатике.

Одной из самых известных женщин в истории космонавтики является Маргарет Гамильтон – инженер-программист, разработавшая программное обеспечение для посадки миссии «Аполлон-11» на Луну. Ее работа заложила основы современной программной инженерии. Другим знаковым примером является Кэтрин Джонсон, математик NASA, чьи расчеты траекторий помогли отправить первых американских астронавтов в космос.

IT-индустрия – одна из самых быстроразвивающихся отраслей, где женщины внесли значительный вклад. Грейс Хоппер, американская ученая, разработала первый компилятор для языков программирования и создала COBOL – язык, который до сих пор используется в банковских и бизнес-системах. Радия Пёрлман, известная как «мать интернета», разработала протокол TCP, который сделал возможным работу современных компьютерных сетей. Сегодня специалистки в области технологий разрабатывают искусственный интеллект, занимаются кибербезопасностью и создают новые цифровые продукты. Например, Фиона Криппа из Google работает над технологиями машинного обучения, а Фей-Фей Ли, профессор Стэнфорда, внесла огромный вклад в развитие компьютерного зрения [3].

В Казахстане женщины-инженеры тоже активно развиваются в сфере IT. Айгерим Мусабекова занимается разработкой алгоритмов искусственного интеллекта, а Динара Махатова создала стартап в области финансовых технологий, разрабатывая системы автоматизации для банковского сектора. Казахстанские девушки все чаще выбирают IT-специальности, участвуют в хакатонах и создают стартапы в области программирования и цифровых технологий [2].

Женщины-специалисты добились значительных успехов в робототехнике, энергетике и строительстве, внося вклад в развитие технологий, устойчивой энергетике и инфраструктурных проектов. Несмотря на существующие стереотипы, женщины продолжают занимать ведущие позиции в этих сферах, создавая инновационные разработки и меняя будущее инженерии. Робототехника – одна из самых перспективных областей современной науки, и инженерки активно участвуют в создании умных машин и автоматизированных систем. Например, японская исследовательница Йокё Такехаши разрабатывает роботов-гуманоидов, а Даниэла Рус, профессор Массачусетского технологического института (MIT), работает над программируемыми роботами, которые могут менять форму и адаптироваться к окружающей среде [3].

В Казахстане женщины также добиваются успехов в этой сфере. Инженер-робототехник Жанна Алимханова занимается разработкой автономных роботов для промышленного производства и сельского хозяйства. Ее проекты направлены на повышение эффективности производства и снижение затрат на трудоемкие процессы. Еще одна казахстанская исследовательница, Айдана Жаксылыкова, разрабатывает алгоритмы для управления роботизированными системами в медицине, помогая создать автоматизированные хирургические комплексы [2].

Энергетика играет ключевую роль в мировой экономике, и женщины-специалисты делают важные шаги в развитии возобновляемых источников энергии и устойчивых технологий. Например, Мария Телкес, венгерско-американский инженер, изобрела первую солнечную систему отопления, а Масако Конода из Японии внесла вклад в развитие технологии хранения энергии [3].

#### **Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»**

В Казахстане инженерки работают в различных направлениях энергетической отрасли. Сауле Тлеулесова занимается проектами в области солнечной и ветровой энергетики, разрабатывая инновационные технологии для использования возобновляемых источников энергии. Гульнара Смагулова, инженер-энергетик, работает в нефтегазовой отрасли, разрабатывая новые методы повышения эффективности добычи углеводородов [2].

##### *Результаты и обсуждение*

Женщины-строители играют важную роль в проектировании и реализации масштабных инфраструктурных проектов. Например, Эмили Уоррен Рёблинг была ведущим инженером строительства Бруклинского моста в XIX веке, а Заха Хадид, знаменитый архитектор, создала уникальные конструкции зданий, которые стали символами современного дизайна [3]. В Казахстане женщины тоже добиваются успехов в строительной отрасли. Гульмира Нуржанова, инженер-строитель, работает над проектами по развитию транспортной инфраструктуры страны, участвуя в строительстве мостов и автомагистралей. Асель Бекжанова занимается проектированием современных жилых и коммерческих зданий, используя новые технологии для повышения энергоэффективности и безопасности [2].

Но при всех описанных выше заслуг стоит отметить, что гендерные стереотипы остаются одним из главных препятствий для женщин в инженерии. В обществе до сих пор бытует мнение, что технические науки сложны для женщин, а инженерные профессии требуют «мужских» качеств – логического мышления, устойчивости к стрессу и физической выносливости. Эти предубеждения формируются еще в детстве, когда девочек чаще поощряют к занятиям гуманитарными науками, а не математикой и программированием. Преодоление этих стереотипов возможно через популяризацию примеров успешных женщин-инженеров, образовательные инициативы и активное участие женщин в научных проектах. В Казахстане в последние годы проводится множество программ, направленных на поддержку девушек в STEM-науках (наука, технологии, инженерия и математика).

Например, проект «*KazFemSTEM*» помогает школьницам и студенткам развивать инженерные навыки, участвовать в конкурсах и находить наставников. Барьером на пути женщин-инженеров становится не только восприятие общества, но и трудности с получением образования и карьерным ростом. Хотя в вузах количество девушек на технических специальностях растет, им сложнее строить карьеру после выпуска. Часто женщины сталкиваются с недоверием со стороны работодателей, недостатком наставничества и сложностями в продвижении на руководящие должности. Исследования показывают, что женщины в инженерии реже получают предложения о повышении, даже если их квалификация и опыт не уступают коллегам-мужчинам. В Казахстане многие инженерные компании по-прежнему ориентированы на мужчин, особенно в таких сферах, как нефтегазовая промышленность, машиностроение и строительство. Однако ситуация постепенно меняется: например, *Казахстанская ассоциация женщин-инженеров* проводит конференции и тренинги, помогая женщинам продвигаться по карьерной лестнице. Борьба за равные возможности в науке и инженерии остается актуальной темой. В мире существует множество инициатив, направленных на поддержку женщин в STEM. Например, международные программы «*Women in Engineering*» и «*Girls Who Code*» помогают девушкам развивать навыки программирования и инженерии, получать стипендии и находить менторов. В Казахстане государственные и частные организации также поддерживают женщин-инженеров. В рамках программы «*Цифровой Казахстан*» созданы курсы по IT и робототехнике для девушек, а крупнейшие университеты страны активно развивают женские инженерные клубы. Кроме того, казахстанские компании начинают вводить принципы гендерного равенства, увеличивая количество женщин на руководящих должностях в инженерных структурах [4].

Во многих странах действуют специальные программы, помогающие девушкам развивать интерес к техническим специальностям. Например, глобальная инициатива *Women in STEM* организует образовательные курсы, конференции и менторские программы для будущих инженеров. В Казахстане реализуется проект «*TechGirls Kazakhstan*», направленный на обучение девушек программированию, робототехнике и цифровым технологиям. Также университеты и частные компании создают гранты и стипендии для женщин, желающих изучать технические науки. Образовательные инициативы играют ключевую роль в изменении ситуации. Чем больше девушек будут получать качественное инженерное

#### **Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»**

образование и видеть успешные примеры женщин в науке, тем быстрее разрушатся устаревшие стереотипы. В Казахстане активно внедряются STEM-лаборатории в школах, а такие университеты, как Назарбаев Университет и КазНУ, проводят специальные программы для поддержки студенток-инженеров. Также развиваются онлайн-курсы и хакатоны, где девушки могут участвовать в реальных инженерных проектах и находить наставников.

##### *Выводы*

Прогнозы развития роли женщин в инженерии показывают, что в ближайшие десятилетия их участие в технических отраслях значительно возрастет. Искусственный интеллект, биотехнологии, возобновляемая энергетика и аэрокосмические исследования нуждаются в новых талантах, и женщины-инженеры займут важное место в этих сферах. Компании все чаще внедряют политику гендерного равенства, а международные организации разрабатывают новые стратегии для поддержки женщин в STEM [5].

Будущее инженерии – это будущее, в котором знания и талант определяют успех, а не гендер. Женщины уже доказали, что способны менять мир с помощью науки и технологий, и их роль будет только расти. Их ум, упорство и инновационный подход вдохновляют новых исследователей, инженеров и изобретателей. Двери в мир инженерии открыты для всех, кто готов мечтать, творить и менять реальность.

##### Список литературы

1. HowStuffWorks. 10 женщин в инженерии. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://science.howstuffworks.com/engineering/structural/10-women-in-engineering.htm>
2. Kursiv Media. Что изобрели женщины-учёные в Казахстане? [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://kz.kursiv.media/2025-03-07/mgrg-what-women-scientists-invent-in-kazakhstan/>
3. 1Gai.Ru. 25 вещей, которые изобрели женщины. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://1gai.ru/publ/526771-25-veschej-kotorye-izobrel-i-zhenschiny-bez-nih-mir-vygljadel-by-inache.html>
4. *Женщины-инженеры: кто они и с какими проблемами сталкиваются* [Электронный ресурс] // Hightech. – 2021. – Режим доступа: <https://hightech.fm/2021/06/23/women-engineers>.
5. Sova.Today. Женщины в инженерии: о преодолении стереотипов и достижении успеха. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://sova.today/article/zhenschiny-v-inzhenerii-o-preodolenii-stereotipov-i-dostizhenii-uspeha/>

Б.Ж.Рыспекова, А.Е.Алдабаева

#### **Инженериядағы әйелдер: стереотиптерді өзгертетін ғылыми жаңалықтар**

Әйелдер көптеген әлеуметтік және білім беру кедергілерін жеңе отырып, инженерлік ғылымдарды дамытуда шешуші рөл атқарды. XIX ғасырдан бастап қазіргі заманға дейін инженер-әйелдер құрылыс пен металлургиядан бастап Ақпараттық технологиялар мен биоинженерияға дейінгі салаларға айтарлықтай үлес қосты. Элизабет Брагг, Грейс Хоппер және Маргарет Гамильтон сияқты маңызды тұлғалар инженерия жынысына қарамастан барлығына қол жетімді екенін көрсетті. Қазақстанда Күләш Байсейітова мен Әйгерім Оразбекова сияқты әйел инженерлер де ғылым мен технологияның дамуына айтарлықтай әсер етті. Гендерлік стереотиптердің сақталуына қарамастан, STEM ғылымдарындағы әйелдердің білім беру бастамалары мен қолдауы болашақ ұрпақ үшін жаңа мүмкіндіктер ашады.

*Түйінді сөздер:* әйел инженерлер, инженерлік ғылымдар, гендерлік стереотиптер, әйелдердің үлесі, Қазақстан, STEM, Грейс Хоппер, Ада Лавлейс, индустриялық революциялар, инженерияның болашағы.

## Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»

В.И.Рыспекова, А.Е.Алдabayeva

### Women in engineering: scientific discoveries that change stereotypes

Women have played a key role in the development of engineering sciences, overcoming numerous social and educational barriers. From the 19th century to the present, women engineers have made significant contributions in various fields, from construction and metallurgy to information technology and bioengineering. Major figures such as Elizabeth Bragg, Grace Hopper, and Margaret Hamilton have demonstrated that engineering is accessible to everyone, regardless of gender. In Kazakhstan, women engineers such as Kulash Bayseitova and Aigerim Urazbekova have also significantly influenced the development of science and technology. Despite the persistence of gender stereotypes, educational initiatives and support for women in STEM sciences open up new opportunities for future generations.

*Keywords:* women engineers, engineering sciences, gender stereotypes, women's contribution, Kazakhstan, STEM, Grace Hopper, Ada Lovelace, industrial revolutions, the future of engineering.

### References

1. HowStuffWorks. 10 zhenshchin v inzhenerii. [Elektronnyi resurs]. Rezhim dostupa: <https://science.howstuffworks.com/engineering/structural/10-women-in-engineering.htm>
2. Kursiv Media. Chto izobreli zhenshchiny-uchyonnye v Kazakhstane? [Elektronnyi resurs]. Rezhim dostupa: <https://kz.kursiv.media/2025-03-07/mgrg-what-women-scientists-invent-in-kazakhstan/>
3. 1Gai.Ru. 25 veshchei, kotorye izobreli zhenshchiny. [Elektronnyi resurs]. Rezhim dostupa: <https://1gai.ru/publ/526771-25-veschej-kotorye-izobreli-zhenshchiny-bez-nih-mir-vygljadel-by-inache.html>
4. Zhenshchiny-inzhenery: kto oni i s kakimi problemami stalkivayutsya [Elektronnyi resurs] // Hightech. – 2021. – Rezhim dostupa: <https://hightech.fm/2021/06/23/women-engineers>
5. Sova.Today. Zhenshchiny v inzhenerii: o preodolenii stereotipov i dostizhenii uspekha. [Elektronnyi resurs]. Rezhim dostupa: <https://sova.today/article/zhenshchiny-v-inzhenerii-o-preodolenii-stereotipov-i-dostizhenii-uspeha/>

#### **Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»**

МРНТИ 06.71.07  
УДК: 159.964.32

DOI [10.53002/052](https://doi.org/10.53002/052)

Л.К Хабелашвили, А.Е.Алдабаева

*Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан,  
(E-mail: l.khabelashvili@tttu.edu.kz)*

##### **Анализ изменений в налоговом законодательстве Казахстана за 2025 год**

В статье проводится всесторонний анализ ключевых изменений, внесённых в налоговое законодательство Республики Казахстан в 2025 году. Основное внимание уделяется обновлению ставок социального налога и социальных отчислений, а также внедрению новых форм налоговых вычетов по индивидуальному подоходному налогу (ИПН), включая вычеты на образование, медицину, ипотечные вознаграждения и для многодетных семей. Авторы рассматривают последствия этих изменений как для макроэкономической стабильности страны, так и для микрофинансового положения работодателей и наёмных работников. На конкретных расчетах показано влияние новых ставок на совокупную налоговую нагрузку, а также представлены сравнительные графики и таблицы. Отдельное внимание уделено оценке влияния изменений на инвестиционную привлекательность и социальную устойчивость. В заключении сформулированы практические рекомендации для бизнеса по адаптации к новым условиям налогового регулирования, включая цифровизацию учета, профессиональное обучение персонала и взаимодействие с экспертами. Работа представляет интерес для специалистов в области налогообложения, экономистов, предпринимателей и государственных служащих.

*Ключевые слова:* налоги, налоговая реформа, вычеты, социальный налог, ИПН, Казахстан, бизнес, налоговая нагрузка, налоговый кодекс, отчисления

##### *Введение*

Современные изменения в налоговой системе Казахстана обусловлены стремлением государства к созданию прозрачного, эффективного и адаптивного налогового механизма.

В условиях растущей интеграции экономики и необходимости быстрого реагирования на изменения мировых рынков, налоговое законодательство становится важным инструментом, как для поддержания стабильности бюджетных поступлений, так и для стимулирования экономического роста.

В последние годы правительство Казахстана активно внедряет новые подходы в налоговом регулировании, адаптируя его к современным реалиям экономики и международным стандартам.

##### *Методы и материалы*

Комплексный подход к реформированию налоговой системы подразумевает пересмотр базовых ставок и расширение перечня налоговых вычетов, что в совокупности направлено на создание более гибкой и справедливой системы налогообложения [1].

Прежде всего, стоит отметить изменения в области социального налога и социальных отчислений. С 1 января 2025 года, в соответствии с Налоговым Кодексом Республики Казахстан, ставка социального налога увеличилась с 9,5% до 11% (п.1 ст.485 НК РК).

Ставка социальных отчислений так же изменена и составляет 5%, вместо ранее применяемой ставки 3,5% [2].

С точки зрения бизнеса, увеличение этих ставок означает рост затрат на содержание кадров, так как работодателям приходится выплачивать большую сумму отчислений за каждого сотрудника. Это может привести к необходимости пересмотра структуры расходов, оптимизации численности персонала или повышению цен на продукцию, чтобы компенсировать возросшие издержки.

Для компаний, особенно с невысокой маржей, это может стать дополнительным финансовым бременем, что, может сказываться на инвестиционной привлекательности и конкурентоспособности.

#### Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»

Рассмотрим удорожание кадров на примере работника с заработной платой 250.000 тенге.

При ставке социального налога 9,5% и социальных отчислений 3,5%:

$$\text{ОПВ} = 250.000 * 10\% = 25.000$$

$$\text{ВОСМС} = 250.000 * 2\% = 5.000$$

$$\text{СО} = (250.000 - 25.000 \text{ ОПВ}) * 3,5\% = 7.875$$

$$\text{СН} = (250.000 - 25.000 \text{ ОПВ} - 5.000 \text{ ВОСМС}) * 9,5\% = 20.900$$

$$\text{СН к уплате} = 20.900 - 7.875 = 13.025$$

При ставке социального налога 11% и социальных отчислений 5%:

$$\text{СО} = (250.000 - 25.000) * 5\% = 11.250$$

$$\text{СН} = (250.000 - 25.000 - 5.000) * 11\% = 24.200$$

$$\text{СН к уплате} = 24.200 - 11.250 = 12.950$$

Сравнительный график ставок социального налога и социальных отчислений представлен на рисунке 1.

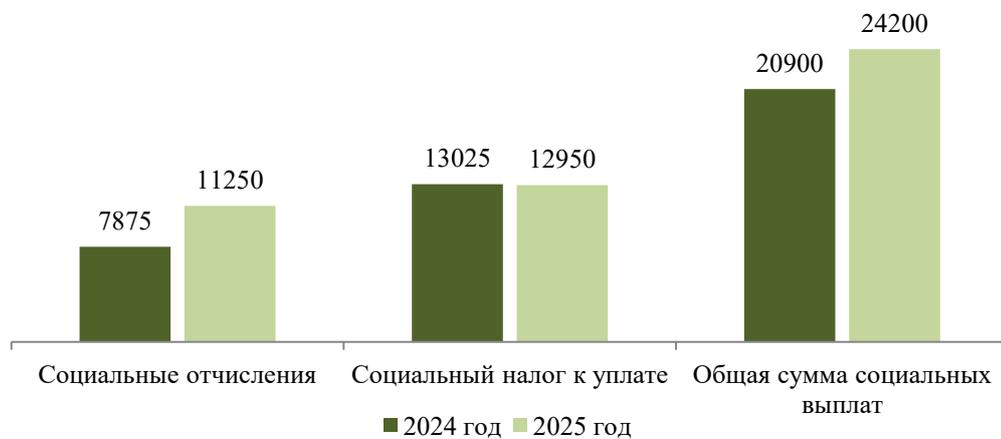


Рисунок 1 – Сравнительный график ставок социального налога и социальных отчислений

Из графика видно, что социальный налог показал тенденцию снижения ввиду увеличения объема социальных отчислений. Это может свидетельствовать о намерениях государства в перераспределении поступающих доходов в сторону социальных отчислений. Этот шаг также способствует повышению прозрачности использования средств, так как социальные фонды обладают четкими механизмами контроля и расходования взносов, что снижает риски неэффективного распределения.

Кроме того, увеличение социальных отчислений создает более стабильную финансовую базу для социальных выплат, уменьшая зависимость от бюджетных дотаций и снижая нагрузку на государственные финансы в долгосрочной перспективе.

#### Результаты и обсуждение

Если рассматривать ситуацию с точки зрения работодателя, то суммарные выплаты за работника действительно увеличились на сумму 3.300 тенге или же на 15,8%. С другой стороны, увеличенные налоговые поступления существенно укрепляют государственный бюджет, позволяя направлять дополнительные средства на развитие социальной сферы, образования и инфраструктуры государства. Улучшение финансирования социальных программ оказывает позитивное влияние на население, повышая уровень благосостояния и способствуя стабильности в обществе, что в долгосрочной перспективе благоприятно сказывается на всей экономике страны. Особое внимание уделяется и системе налоговых вычетов по индивидуальному подоходному налогу (ИПН).

Начиная с января 2025 года, в Казахстане введены новые налоговые вычеты, направленные на снижение налоговой нагрузки для отдельных категорий граждан. Эти вычеты включают налоговый вычет для многодетной семьи ((пп.4) п.1 ст.342 НК РК), налоговый вычет на обучение, вычет на медицину и вычет по вознаграждениям ((пп.5) п.1 ст.342 НК РК). Каждый из них имеет свою

#### Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»

специфику, преимущества и ограничения, которые оказывают непосредственное влияние на размер индивидуального подоходного налога (ИПН), уплачиваемого гражданами [2]. Характеристика введенных налоговых вычетов по ИПН представлены в таблице 1.

Таблица 1

Характеристика введенных налоговых вычетов по ИПН

Налоговый вычет	Пояснение
1.Налоговый вычет для многодетной семьи	<p>Данный вычет является одной из наиболее значимых мер поддержки семей с четырьмя и более детьми. Суть этого вычета заключается в том, что часть дохода многодетных родителей не подлежит налогообложению, что снижает их налоговое бремя. Налоговый вычет для многодетной семьи применяется в совокупности на обоих родителей в размере не более 282-кратного размера МРП определенного за календарный год, в одном из следующих порядков:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) для одного из родителей многодетной семьи в 23-кратном размере МРП за каждый месяц;</li> <li>2) для каждого родителя многодетной семьи в 12-кратном размере МРП за каждый месяц.</li> </ol> <p>Например, если заработная плата одного из родителей составляет 300.000 тенге в месяц, а размер налогового вычета составляет 23 МРП, что равняется 90.436 тенге (1 МРП в 2025 году составляет 3 932 тенге), то налогооблагаемая база уменьшается на эту сумму. Это означает, что вместо расчета ИПН с 300.000 тенге налог будет начисляться с 209.564 тенге, что уменьшает сумму налога к уплате. Главный плюс этого вычета – дополнительная финансовая поддержка многодетных семей, позволяющая им направлять сэкономленные средства на нужды детей.</p>
2.Налоговый вычет на обучение	<p>Налоговый вычет на обучение направлен на поддержку граждан, инвестирующих в свое образование или образование своих детей. Этот вычет позволяет уменьшить налогооблагаемую базу на сумму расходов, понесенных на обучение в аккредитованных учебных заведениях.</p> <p>Налоговый вычет на обучение ограничен суммой, не превышающей 118-кратного размера МРП в год (463.976 тенге). Это означает, что даже если расходы на обучение превышают эту сумму, налогоплательщик сможет вычесть из налогооблагаемого дохода только 463.976 тенге.</p> <p>Например, если гражданин оплачивает своему ребенку за год 600.000 тенге за обучение в университете и получает доход в размере 3.600.000 тенге в год, то налогооблагаемая база уменьшается на сумму расходов на обучение, что снижает размер ИПН.</p> <p>Если гражданин не применяет налоговый вычет, то ИПН рассчитывался бы исходя из полной суммы дохода – 3.600.000 тенге:  <math>3.600.000 * 10\% = 360.000</math> тенге в год</p> <p>Если гражданин применяет вычет на обучение: <math>(3.600.000 - 463.976) * 10\% = 313.603</math> тенге в год</p> <p>В результате налогоплательщик экономит 46.397 тенге <math>(360.000 - 313.603)</math>.</p> <p>Преимущество такого вычета заключается в поощрении получения образования и снижении финансовой нагрузки на семьи студентов.</p>
3.Налоговый вычет на медицину	<p>Вычет на медицину предоставляет налогоплательщикам возможность уменьшить налогооблагаемую базу на сумму, потраченную на медицинские услуги (кроме косметологических). Это особенно актуально для граждан, нуждающихся в дорогостоящем лечении. Ограничение налогового вычета на медицину так же составляет 118-кратный размер МРП в год. Основной плюс – повышение доступности качественного медицинского обслуживания, так как граждане получают возможность компенсировать часть своих расходов через снижение налоговой нагрузки.</p>
4.Налоговый вычет по вознаграждениям	<p>Вычет по вознаграждениям применяется по расходам на оплату вознаграждения по ипотечным жилищным займам, процентам по кредитам и депозитам. Налоговый вычет по вознаграждениям применяется в размере не более 118-кратного размера МРП, определенного за календарный год. Плюсом такого вычета является поддержка заемщиков, особенно ипотечных, поскольку он снижает налоговую нагрузку и делает выплату кредита менее обременительной [2].</p>

#### **Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»**

Введение данных налоговых вычетов отражает стремление государства к созданию более справедливой системы налогообложения, учитывающей индивидуальные обстоятельства налогоплательщиков. Они позволяют перераспределить налоговую нагрузку, снижая финансовое давление на социально уязвимые категории граждан и стимулируя инвестиции в образование, медицину и недвижимость [3].

##### *Выводы*

Рекомендации для бизнеса по адаптации к новым налоговым условиям:

1) Тщательно изучать новые налоговые правила: сотрудники, ответственные за налоговый учет, внимательно изучали все изменения в налоговом законодательстве, касающиеся бизнеса. Использовали официальные источники (законы, постановления правительства, разъяснения налоговых органов).

2) Обратится за консультацией к налоговым экспертам: обращаться за консультацией к квалифицированным налоговым консультантам для получения разъяснений по сложным вопросам и разработки оптимальных стратегий адаптации.

3) Автоматизировать налоговый учет: внедрить современные программные решения для автоматизации налогового учета, что позволит снизить вероятность ошибок и упростить процесс подготовки и представления налоговой отчетности.

4) Обучить персонал: проводить обучение персонала, ответственного за налоговый учет, новым правилам и требованиям.

5) Следите за изменениями в законодательстве: Налоговое законодательство постоянно меняется, поэтому важно регулярно отслеживать новые изменения и своевременно адаптироваться к ним [4].

##### Список литературы

1. Богданова Е. А., Кофтанюк Н. В., Наукенова Б. Н. Налоги и налогообложение: учебное пособие. – Павлодар: Кереку, 2016. – 132 с.
2. О внесении изменений и дополнений в Кодекс Республики Казахстан «О налогах и других обязательных платежах в бюджет» (Налоговый кодекс) и Закон Республики Казахстан «О введении в действие Кодекса Республики Казахстан «О налогах и других обязательных платежах в бюджет» (Налоговый кодекс)» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://online.zakon.kz/Document/?doc\\_id=36148637&pos=4;-108#pos=4;-108](https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=36148637&pos=4;-108#pos=4;-108) – Дата обращения: [указать дату обращения].
3. Налоги и налогообложение / под ред. Г. Б. Поляк, Е. Е. Смирнова. – М.: Юрайт, 2023. – 434 с.
4. Лыкова Л. Н. Налоги и налогообложение. – М.: Юрайт, 2023. – 358 с.

##### References

1. Bogdanova E. A., Koftanyuk N. V., Naukenova B. N. Nalogi i nalogooblozhenie: uchebnoe posobie. – Pavlodar: Kereku, 2016. – 132 s.
2. O vnesenii izmenenii i dopolnenii v Kodeks Respubliki Kazakhstan «O nalogakh i drugikh obyazatel'nykh platezhakh v byudzheth» (Nalogovyi kodeks) i Zakon Respubliki Kazakhstan «O vvedenii v deistvie Kodeksa Respubliki Kazakhstan «O nalogakh i drugikh obyazatel'nykh platezhakh v byudzheth» (Nalogovyi kodeks)» [Elektronnyi resurs]. – Rezhim dostupa: [https://online.zakon.kz/Document/?doc\\_id=36148637&pos=4;-108#pos=4;-108](https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=36148637&pos=4;-108#pos=4;-108) – Data obrashcheniya: [ukazat' datu obrashcheniya].
3. Nalogi i nalogooblozhenie / pod red. G. B. Polyak, E. E. Smirnova. – M.: Yurait, 2023. – 434 s.
4. Lykova L. N. Nalogi i nalogooblozhenie. – M.: Yurait, 2023. – 358 s.

#### **Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»**

МРНТИ 06.71.17  
УДК: 332.14

DOI [10.53002/053](https://doi.org/10.53002/053)

В.А. Чашин, Л.В. Чепелян

*Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан  
(E-mail: v.shashin@tttu.edu.kz, chepelyan@tttu.edu.kz)*

##### **Влияние цифровизации на человеческий капитал в Республике Казахстан**

Статья анализирует влияние цифровизации на развитие человеческого капитала в Республике Казахстан. В условиях быстрого технологического прогресса и цифровой трансформации экономики Казахстана возрастает значимость квалификации рабочей силы, что требует внедрения инновационных подходов к подготовке специалистов для цифровой экономики. Рассматриваются тенденции цифровизации, её влияние на рынок труда и производительность труда, а также роль человеческого капитала в этих процессах. Исследование включает модель множественной регрессии, которая подтверждает, что цифровая грамотность и инвестиции в образование напрямую влияют на производительность труда и конкурентоспособность экономики страны.

*Ключевые слова:* цифровизация, человеческий капитал, Республика Казахстан, рынок труда, образование, технологии, производительность труда, цифровая экономика, инновации, регрессия.

##### *Введение*

В современных условиях происходит стремительная цифровизация всех сфер общественной деятельности, приобретает особую значимость модернизация информационно-коммуникационных технологий, их интеграция во все сферы жизнедеятельности общества. Технологический прогресс становится ключевым фактором развития новых отраслей промышленности, оказывая значительное влияние на социальные процессы и способствуя решению актуальных задач, стоящих перед экономикой. Современные мировые тенденции актуальны и для Республики Казахстан, поскольку с развитием научно-технического и информационного прогресса возрастает роль рынка труда, предъявляя новые требования к характеристикам человеческого капитала [1].

##### *Методы и материалы*

С развитием технологий профессии будущего станут более сложными, что вызывает необходимость внедрения инновационных подходов к подготовке квалифицированных специалистов, способных адаптироваться к новым требованиям цифровой экономики. Существенные изменения в структуре трудовых ресурсов, обусловленные демографическими факторами (старение населения, снижение рождаемости, смена поколений рабочей силы и их ценностных ориентиров), а также дефицитом квалифицированных кадров и появлением «поколения карантина», создают потенциальные риски снижения производительности труда и замедления экономического роста. В этих условиях обеспечение высокого качества человеческого капитала становится приоритетной задачей.

Цифровизация представляет собой неизбежный процесс, который необходимо воспринимать как объективную реальность. Ее вызовы оказывают непосредственное влияние на рынок труда, поскольку внедрение новых цифровых технологий приводит к автоматизации производственных процессов, трансформации характера и организации труда, а также изменению моделей распределения рабочего времени. Эти изменения требуют адаптации системы подготовки специалистов и разработки новых стратегий управления трудовыми ресурсами.

Развитие человеческого капитала и цифровая экономика представляют собой взаимозависимые процессы, которые оказывают значительное влияние друг на друга. Формирование и совершенствование человеческого капитала включают в себя приобретение знаний, навыков и

#### Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»

профессионального опыта, необходимых для эффективного выполнения трудовой деятельности. Этот процесс осуществляется посредством формального образования, программ профессиональной подготовки, практического обучения на рабочем месте и других методов повышения квалификации.

Понятие «цифровая экономика» было впервые введено канадским исследователем Доном Тапскоттом в его книге «The Digital Economy: Promise and Peril in the Age of Networked Intelligence» [2]. Цифровая экономика представляет собой систему экономических отношений, основанную на использовании информационно-коммуникационных технологий, которые оказывают значительное влияние на бизнес-процессы, государственное управление и общественные институты. Ее развитие требует адаптации человеческого капитала к новым условиям труда, что обуславливает необходимость внедрения цифровых компетенций в образовательные программы и системы профессиональной подготовки.

Понятие «человеческий капитал» имеет долгую историю развития, а его современное значение связано с экономикой 20-го века. Основные идеи были разработаны в работах Теодора Шульца и Гэри Беккера [3], которые исследовали, как образование, навыки, здоровье и другие нематериальные ресурсы влияют на производительность людей и общества. В современной литературе можно встретить следующие определения человеческого капитала, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1

Основные определения человеческого капитала

Автор	Определение	Источник
Т. Шульц (T. Schultz)	Человеческий капитал – это совокупность знаний, навыков и способностей, вложенных в человека и повышающих его продуктивность.	Schultz T.W. Investment in Human Capital. – The American Economic Review, 1961.
Г. Беккер (G. Becker)	Человеческий капитал включает в себя образование, профессиональные навыки, здоровье и другие качества, влияющие на производительность труда.	Becker G.S. Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis. – University of Chicago Press, 1964.
Дж. Минсер (J. Mincer)	Человеческий капитал – это экономически продуктивные качества индивидов, полученные в процессе образования и профессионального обучения.	Mincer J. Schooling, Experience and Earnings. – NBER, 1974.
П. Бурдьё (P. Bourdieu)	Человеческий капитал – это совокупность культурных и образовательных ресурсов, способствующих социальному продвижению.	Bourdieu P. The Forms of Capital. – Handbook of Theory and Research for the Sociology of Education, 1986.
ОЭСР (OECD)	Человеческий капитал – это знания, компетенции и атрибуты, способствующие повышению личной, социальной и экономической продуктивности.	OECD. Human Capital: How What You Know Shapes Your Life. – OECD Publishing, 2007.

Таким образом, в экономической теории понятие «человеческий капитал» определяется как совокупность знаний, умений и навыков, используемых для удовлетворения различных потребностей как отдельного индивида, так и общества в целом. Следовательно, развитие, процветание или, напротив, упадок страны во многом обусловлены уровнем образования, квалификацией и профессиональной подготовкой ее населения, а также удовлетворением ключевых потребностей общества.

Человеческий капитал играет определяющую роль в формировании и динамике экономического развития страны. Высокий уровень знаний и компетенций способствует повышению производительности труда, инновационной активности и конкурентоспособности на международном рынке, тогда как недостаточная квалификация трудовых ресурсов может стать фактором экономического спада.

Развитие человеческого капитала и информационного общества представляют собой взаимозависимые процессы, обусловленные рядом факторов:

Во-первых, человеческий капитал является ключевым ресурсом для становления и развития информационного общества.

#### Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»

Рост и успешное функционирование экономики, основанной на знаниях, невозможны без квалифицированных специалистов, обладающих необходимыми компетенциями для создания, поддержки и использования современных цифровых технологий. Недостаток таких специалистов может стать серьезным препятствием для дальнейшего прогресса;

Во-вторых, само информационное общество способствует развитию человеческого капитала, обеспечивая широкий доступ к знаниям и технологиям. Информационно-коммуникационные технологии играют важную роль в повышении образовательного уровня населения, предоставляя новые возможности для профессионального роста. Дистанционное обучение, онлайн-курсы и другие электронные образовательные платформы становятся все более популярными, позволяя людям получать качественное образование вне зависимости от их местоположения.

Таким образом, развитие человеческого капитала и информационного общества происходит в тесной взаимосвязи: квалифицированные специалисты обеспечивают развитие цифровых технологий, а цифровая среда, в свою очередь, способствует повышению уровня знаний и компетенций населения.

##### Результаты и обсуждение:

Процесс цифровизации сегодня затрагивает все страны мира. Кроме того, каждая страна сама определяет приоритеты цифрового развития в зависимости от экономических, социальных и технологических факторов.

В Республике Казахстан цифровая трансформация активно развивается, особенно в сферах государственного управления, ИКТ и онлайн-услуг.

Так, согласно The Global Innovation Index (GII), Казахстан вошёл в топ-10 стран по индексу онлайн-услуг и занял 24-е место среди 193 стран по уровню цифровизации [4].

В таблице 2 рассмотрим изменение основных показателей, характеризующих цифровизацию и человеческий капитал Республики Казахстан в 2024 году [4,5].

Таблица 2

Ключевые показатели GIИ в сфере цифровизации и человеческого капитала

Показатели	2023		2024		Изменение места
	Значение	Место в рейтинге	Значение	Место в рейтинге	
<i>Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ)</i>	85,2	21	87,7	16	5
Доступ к ИКТ	86,7	41	94,9	49	-8
Использование ИКТ	80,9	55	82,8	41	14
Онлайн-сервис правительства	92,7	8	92,7	8	0
Электронное участие	80,2	15	80,2	15	0
<i>Человеческий капитал и исследования</i>	32,6	59	32	65	-6
<i>Образование</i>	51,5	65	51,1	66	-1
Расходы на образование, % ВВП	4,5	54	4,2	63	-9
Государственное финансирование/ученик, среднее образование, % ВВП/капитал	21,2	45	21,2	42	3
Ожидаемая продолжительность обучения в школе, лет	15,8	44	14,8	53	-9
Шкалы PISA по чтению, математике и естествознанию	402,4	64	411,6	54	10
Соотношение учеников и учителей, средняя школа	8,3	12	8,3	16	-4
<i>Высшее образование</i>	34,5	50	34,7	60	-10
Охват высшим образованием, % от общего числа	70,7	35	64,8	48	-13
Выпускники в области науки и техники, %	24,1	49	24,1	51	-2
Третичная входящая мобильность, %	5,5	45	5,5	48	-3
<i>Исследования и разработки (НИОКР)</i>	11,9	54	10,3	60	-6

#### Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»

Исследователи, FTE/млн населения.	629,9	64	681,5	64	0
Валовые расходы на НИОКР, % ВВП	0,1	100	0,1	98	2
Глобальные корпоративные инвесторы в НИОКР, топ-3, млн долл. США	0	40	0	41	-1
Рейтинг университетов QS, топ-3	39,1	33	32,5	38	-5

Казахстан демонстрирует положительную динамику в развитии информационно-коммуникационных технологий (ИКТ). В 2024 году значение индекса ИКТ выросло до 87,7 (с 85,2 в 2023 году), а позиция в рейтинге улучшилась на 5 пунктов (с 21-го на 16-е место). Это свидетельствует о повышении уровня цифровизации страны. Существенное улучшение наблюдается в сфере использования ИКТ – страна поднялась в рейтинге на 14 позиций, что говорит о том, что граждане и бизнес активнее внедряют цифровые технологии в повседневную жизнь. Кроме того, онлайн-сервисы правительства остаются на высоком уровне (8-е место), что подтверждает эффективность госуслуг в цифровом формате, а также на вовлеченность населения в цифровые процессы. Несмотря на общий прогресс, показатель доступа к ИКТ ухудшился – страна потеряла 8 позиций в рейтинге (опустившись с 41-го на 49-е место), что свидетельствует о том, что другие страны развиваются быстрее в данной сфере и в Казахстане остаются проблемы с инфраструктурой (интернет, цифровые устройства и др.).

Как видно из таблицы 2, несмотря на положительную динамику в цифровом секторе, остаются вызовы в области образования, науки и инноваций. Представленные данные показывают неоднозначную динамику в сфере образования, науки и человеческого капитала. В целом наблюдается снижение позиций в международных рейтингах по этой группе, что указывает на необходимость реформ в этих областях. Так индекс «Человеческий капитал и исследования» снизился (32,0 в 2024 против 32,6 в 2023), а позиция в рейтинге ухудшилась на 6 пунктов (с 59-го на 65-е место), т.е. Казахстан теряет конкурентоспособность в развитии навыков и знаний населения по сравнению с другими странами, финансирование образования сокращается, что негативно влияет на доступность и продолжительность обучения.

Исходя из анализа и темы исследования, нами была построена модель множественной линейной регрессии влияния факторов цифровизации и человеческого капитала на производительность труда в Республике Казахстан. Модель рассчитана на основе приведенных ниже индикаторов за период с 2018 по 2023 годы на основе данных Бюро национальной статистики [6,7] (см. таблицу 3).

Таблица 3

Индикаторы модели множественной регрессии

Год	Уровень цифровой грамотности, %	Валовый охват высшим образованием, %	Доля расходов на образование, %	Производительность труда, тыс.тг
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	Y
2018	79,6	60,73	4,92	6173,2
2019	82,1	66,98	5,09	6869,8
2020	84,1	64,07	6,42	7111,9
2021	87,3	62,64	9,74	8423,4
2022	88,3	59,13	11,88	10083,2
2023	90,2	54,38	20,28	11407,6

На основе статистических данных указанных показателей построим матрицу коэффициентов корреляции (см. таблицу 4).

Таблица 4

Матрица коэффициентов парной корреляции

Факторы	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	Y
X <sub>1</sub>	1	-0,639	0,885	0,948
X <sub>2</sub>	-0,639	1	-0,867	-0,798
X <sub>3</sub>	0,885	-0,867	1	0,961

#### Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»

У	0,948	-0,798	0,961	1
---	-------	--------	-------	---

Анализ таблицы 4 показывает высокую зависимость производительности труда от уровня цифровой грамотности и доли расходов на образование  $r = 0,948$  и  $r = 0,961$ , что свидетельствует о том, что рост цифровой грамотности населения и увеличение финансирования образования напрямую способствуют увеличению производительности труда. При этом наблюдается обратная связь между охватом высшим образованием и производительностью труда  $r = -0,798$ , что может говорить о том, что увеличение числа студентов, получающих высшее образование, временно снижает уровень рабочей силы, непосредственно участвующей в производственной деятельности. Кроме того, качество высшего образования и его соответствие требованиям рынка труда могут быть факторами, влияющими на этот показатель.

Авторами было рассчитано уравнение модели множественной регрессии, которое можно использовать для оценки влияния факторов цифровизации и человеческого капитала на производительность труда (формула 1):

$$\hat{Y} = -11916,5 + 266,28 * X_1 - 60,99 * X_2 + 133,33 * X_3 \quad (1)$$

*Выводы:*

Таким образом, в ходе проведенного исследования подтверждена гипотеза, что цифровизация является ключевым фактором, способствующим повышению производительности труда, а также формированию новых компетенций и навыков, необходимых для работы в условиях цифровой экономики. Построенная модель множественной регрессии продемонстрировала, что уровень цифровой грамотности и объем финансирования образования оказывают положительное влияние на производительность труда. Это свидетельствует о том, что инвестиции в цифровые навыки и образовательные программы способствуют росту эффективности труда и повышению конкурентоспособности экономики. Для повышения производительности труда в Казахстане важно не только увеличивать инвестиции в образование, но и повышать его качество, с учетом цифровизации экономики.

#### Список литературы

1. Бердибеков А.Б., Кайгородцев А.А., Борджиани И.В., Браувейлер С. Рынок труда Республики Казахстан в контексте глобальных вызовов // Вестник Карагандинского университета, 2020, № 4(100), с. 15-23.
2. Tapscott D. The Digital Economy: Promise and Peril in the Age of Networked Intelligence. - New York, NY: McGraw-Hill, 1996. - 342 p.
3. Becker G. Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis, with Special Reference to Education. Second Edition / ed. by G. Becker. - NY: National bureau of economic research. - 1975. - P. 123.
4. Global Innovation Index 2024. Unlocking the Promise of Social Entrepreneurship. – Geneva: WIPO. [Электронный ресурс]. – URL: [https://www.wipo.int/web-publications/global-innovation-index-2024/assets/67729/2000%20Global%20Innovation%20Index%202024\\_WEB3lite.pdf](https://www.wipo.int/web-publications/global-innovation-index-2024/assets/67729/2000%20Global%20Innovation%20Index%202024_WEB3lite.pdf)
5. Global Innovation Index 2023. Innovation in the face of uncertainty. – Geneva: WIPO. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.wipo.int/documents/d/global-innovation-index/docs-en-wipo-pub-2000-2023-en-main-report-global-innovation-index-2023-16th-edition.pdf>
6. Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан. [Электронный ресурс]. – URL: <https://stat.gov.kz/ru/industries/social-statistics/stat-edu-science-inno/dynamic-tables/>
7. Центр прикладных исследований «TALAP». [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.openbudget.kz/data/6/>

## Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»

В.А. Чащин, Л.В. Чепелян

### Цифровизацияның Қазақстан Республикасындағы адам капиталына әсері

Мақала цифрландырудың Қазақстан Республикасындағы адам капиталының дамуына әсерін талдайды. Жылдам технологиялық прогресс және Қазақстан экономикасының цифрлық трансформациясы жағдайында еңбек күшінің біліктілігінің маңызы артып, цифрлық экономикаға арналған мамандарды даярлау үшін инновациялық тәсілдерді енгізуді қажет етеді. Цифрландыру тенденциялары, оның еңбек нарығына және еңбек өнімділігіне әсері, сондай-ақ адам капиталының осы үдерістердегі рөлі қарастырылады. Зерттеу көп факторлы регрессия моделін қамтиды, ол цифрлық сауаттылық пен білімге инвестициялар еңбек өнімділігіне және ел экономикасының бәсекеге қабілеттілігіне тікелей әсер ететінін растайды.

*Түйінді сөздер:* цифрландыру, адам капиталы, Қазақстан Республикасы, еңбек нарығы, білім, технологиялар, еңбек өнімділігі, цифрлық экономика, инновациялар, регрессия.

V.A. Chashchin, L.V. Chepelyan

### The impact of digitalization on human capital in the Republic of Kazakhstan

The article analyzes the impact of digitalization on the development of human capital in the Republic of Kazakhstan. In the context of rapid technological progress and digital transformation of Kazakhstan's economy, the importance of workforce qualifications is increasing, which requires the introduction of innovative approaches to training specialists for the digital economy. The article examines the trends of digitalization, its impact on the labor market and labor productivity, as well as the role of human capital in these processes. The study includes a multiple regression model that confirms that digital literacy and investment in education directly affect labor productivity and the competitiveness of a country's economy.

*Keywords:* digitalization, human capital, Republic of Kazakhstan, labor market, education, technology, labor productivity, digital economy, innovation, regression.

### References

- 1 Berdibekov A.B., Kaigorodtsev A.A., Bordzhiani I.V., Brauveiler S. Rynok truda Respubliki Kazakhstan v kontekste global'nykh vyzovov // Vestnik Karagandinskogo universiteta, 2020, № 4(100), s. 15–23.
- 2 Tapscott D. The Digital Economy: Promise and Peril in the Age of Networked Intelligence. – New York, NY: McGraw-Hill, 1996. – 342 p.
- 3 Becker G. Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis, with Special Reference to Education. Second Edition / ed. by G. Becker. – NY: National bureau of economic research, 1975. – P. 123.
- 4 Global Innovation Index 2024. Unlocking the Promise of Social Entrepreneurship. – Geneva: WIPO. [Elektronnyi resurs]. – URL: [https://www.wipo.int/web-publications/global-innovation-index-2024/assets/67729/2000%20Global%20Innovation%20Index%202024\\_WEB3lite.pdf](https://www.wipo.int/web-publications/global-innovation-index-2024/assets/67729/2000%20Global%20Innovation%20Index%202024_WEB3lite.pdf)
- 5 Global Innovation Index 2023. Innovation in the face of uncertainty. – Geneva: WIPO. [Elektronnyi resurs]. – URL: <https://www.wipo.int/documents/d/global-innovation-index/docs-en-wipo-pub-2000-2023-en-main-report-global-innovation-index-2023-16th-edition.pdf>
- 6 Byuro natsional'noi statistiki Agentsva po strategicheskomu planirovaniyu i reformam Respubliki Kazakhstan. [Elektronnyi resurs]. – URL: <https://stat.gov.kz/ru/industries/social-statistics/stat-edu-science-inno/dynamic-tables/>
- 7 Tsentr prikladnykh issledovaniy «TALAP». [Elektronnyi resurs]. – URL: <https://www.openbudget.kz/data/6/>

---

---

**Раздел 5**

**Химические и  
фармацевтические  
технологии.  
Безопасность  
жизнедеятельности**

**Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»**МРНТИ 620.197  
УДК: 661.717.3DOI [10.53002/054](https://doi.org/10.53002/054)

И.М.Акмалова, В.В.Меркулов

*Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан  
(E-mail: ilyanaaa2000@gmail.com)***Антикоррозионный потенциал диэтиламида жирных кислот льняного масла**

Статья посвящена исследованию антикоррозионной эффективности диэтиламида жирных кислот льняного масла. Проведены синтез соединения, его физико-химическая характеристика и оценка ингибирующей активности в условиях воздействия агрессивной среды. Установлено, что диэтиламид формирует на поверхности металла защитную плёнку, уменьшая скорость коррозии более чем в три раза. Кроме того, вещество проявляет антибактериальные свойства, предотвращая биокоррозию. Применение экологически безопасных и биоразлагаемых ингибиторов на основе природных масел особенно актуально для нефтехимической, строительной и судостроительной отраслей. Методом гравиметрического анализа подтверждена высокая эффективность соединения (ингибирующая способность 67,8%). Полученные результаты указывают на перспективность использования диэтиламида в качестве универсального антикоррозионного агента, способного заменить синтетические аналоги в условиях, требующих экологической безопасности и высокой эффективности.

*Ключевые слова:* диэтиламид, жирные кислоты, льняное масло, коррозия, ингибитор, адсорбция, антикоррозионная защита, биоразлагаемость, пленка, металл.

Коррозия металлов является одной из наиболее значимых проблем в различных отраслях промышленности, включая машиностроение, нефтегазовую, химическую и строительную. Коррозионные процессы приводят к значительным экономическим затратам, сокращению срока службы оборудования и негативному воздействию на окружающую среду. В связи с этим поиск эффективных и экологически безопасных ингибиторов коррозии остается актуальной задачей.

В последние годы возрос интерес к использованию органических соединений на основе жирных кислот в качестве ингибиторов коррозии. Особое внимание уделено производным натуральных масел, таким как диэтиламиды жирных кислот льняного масла, которые обладают высокой поверхностной активностью, биоразлагаемостью и способностью образовывать защитные пленки на металлических поверхностях.

Данная работа посвящена исследованию антикоррозионной стойкости диэтиламида жирных кислот льняного масла. Исследование включало синтез соединения, его характеристику и испытания его эффективности в агрессивной среде. Полученные результаты позволят оценить перспективность данного соединения как экологически безопасного ингибитора коррозии и его возможное применение в различных отраслях промышленности [1].

Диэтиламид жирных кислот льняного масла – это производное жирных кислот, которое получают взаимодействием последних с диэтиламином. Данное соединение характеризуется рядом важных физико-химических и эксплуатационных характеристик: гидрофобность – создает защитную пленку на металлических поверхностях, предотвращающую контакт с агрессивными средами; поверхностная активность – способствует адсорбции на металлах, образуя барьерный слой; растворимость в органических растворителях – облегчает включение в антикоррозионные составы; химическая стабильность – сохраняет свои свойства в различных средах, включая кислые и щелочные растворы.

Исследования показывают, что диэтиламиды жирных кислот могут обладать антибактериальной активностью, особенно против грамположительных и грамотрицательных бактерий. Это объясняется нарушением целостности клеточных мембран – благодаря своей липофильной природе, диэтиламид может встраиваться в бактериальную мембрану, нарушая ее структуру и вызывая гибель клетки, а

## Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

также созданию гидрофобного барьера – покрывая поверхность металла, амид препятствует адгезии (прилипанию) бактерий, что снижает вероятность биокоррозии. Эти свойства делают диэтиламид перспективным компонентом для использования в защитных покрытиях, предотвращающих биозагрязнение и разрушение металлических конструкций под действием микроорганизмов [1,2].

В отличие от многих синтетических ингибиторов коррозии, диэтиламид жирных кислот льняного масла разлагается в природе, что снижает его негативное воздействие на окружающую среду. В силу этих качеств диэтиламид жирных кислот льняного масла может рассматриваться как перспективный ингибитор коррозии для защиты металлов в различных агрессивных условиях.

Синтез аминокпроизводных жирных кислот осуществляется путём взаимодействия жирных кислот, извлечённых из растительных и животных жиров, с аминами, такими как диэтаноламин или диэтиламин. Ниже приведены схемы реакций между аминоксодержащим реагентом и жиром (Рисунок 1):

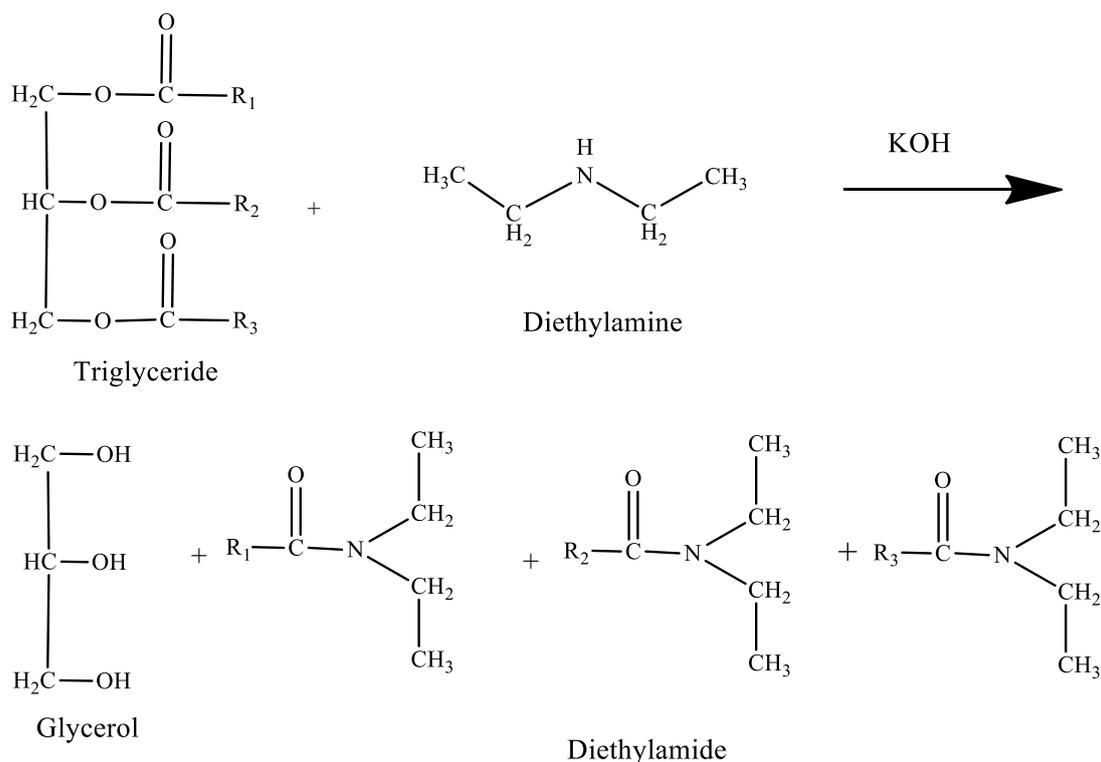


Рисунок 1 – Химическое взаимодействие амина с жиром

Извлечение жирных кислот из исходных жиров, а именно льняного масла начинается с гидролиза. Этот процесс может быть проведён с использованием щелочных растворов, таких как гидроксид натрия, для омыления жиров и получения солей жирных кислот (мыл).

Продукт гидролиза, жирные кислоты, затем подвергается подкислению (обычно с использованием соляной кислоты) для высвобождения свободных жирных кислот.

Исходные жиры и масла:

Льняное масло – 100 мл.

Растворы:

Гидроксид натрия (NaOH) – 10% раствор (150 мл для каждого опыта).

Соляная кислота (HCl) – 20% раствор (100 мл для каждого опыта).

Вода: Дистиллированная (200 мл для промывки).

100 мл растительного сырья помещали в круглодонную колбу объёмом 500 мл. Добавляли 150 мл 10%-ного раствора NaOH. Смесь нагревали при 90°C в течение 2 часов с постоянным перемешиванием. После охлаждения смесь становилась вязкой, в ней образовывалась прозрачная глицериновая фаза. Добавляли 50 мл 20%-ного раствора HCl, и смесь перемешивалась при комнатной температуре.

## **Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»**

Свободные жирные кислоты выделялись на поверхности. Отделение проводилось декантацией (Рисунок 2).



Рисунок 2 – Извлечение жирных кислот из исходного сырья

Затем чистые жирные кислоты и амин помещаются в реактор, оснащённый системой нагрева, перемешивания и контроля температуры. Реакция проводится при температуре 100-150 °С в зависимости от типа используемого амина и кислот. Температурный режим подбирается таким образом, чтобы обеспечить высокую скорость реакции, но минимизировать побочные процессы, такие как разложение кислот.

В процессе реакции амин взаимодействует с карбоксильной группой жирной кислоты, образуя амид. (Рисунок 3)

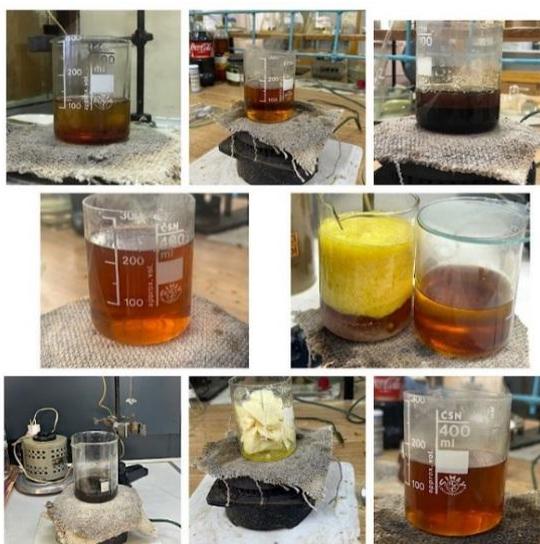


Рисунок 3 – Синтез амидов жирных кислот

После завершения реакции смесь охлаждается, и целевой продукт (амид жирной кислоты) отделяется от непрореагировавших веществ и побочных продуктов. В зависимости от растворимости амидов и возможных примесей может использоваться экстракция с использованием органических растворителей или промывка водой.

Очистка может быть проведена методом дистилляции под вакуумом для удаления оставшихся непрореагировавших кислот и аминов, что позволяет получить чистый амид. Вакуумная перегонка снижает температуру кипения компонентов, что минимизирует риск их разложения.

## Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

В результате получается маслянистая жидкость или воскообразное вещество с высокой поверхностной активностью и антикоррозионными свойствами.

Идентификация ИК-спектров образцов диэтиламидов жирных кислот льняного осуществлялась на базе Лаборатории инженерного профиля «Физико-химические методы исследования» НАО «Карагандинский университет им. Е.А. Букетова».

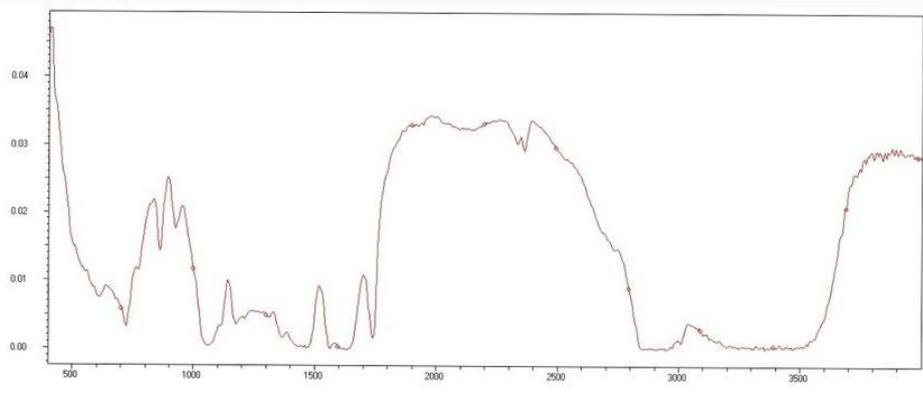


Рисунок 4 – Результаты анализа ИК спектров образцов

В образце были выявлены основные функциональные группы, подтверждающие образование амидов жирных кислот:

Полоса  $1640\text{--}1690\text{ см}^{-1}$  ( $\text{C}=\text{O}$  группы амидов) присутствует, что подтверждает образование амидных связей. Полосы  $3300\text{--}3500\text{ см}^{-1}$  ( $\text{N-H}$  валентные колебания) и  $1540\text{--}1560\text{ см}^{-1}$  ( $\text{N-H}$  деформационные колебания) характерны для амидов и наблюдаются в образце. Полосы  $2800\text{--}3000\text{ см}^{-1}$  ( $\text{C-H}$  в алкильных цепях) свидетельствуют о наличии длинноцепочечных жирных кислот в образце. В растительных маслах (льняное масло) присутствует полоса при  $\sim 3005\text{ см}^{-1}$ , связанная с  $\text{C}=\text{CH}$  колебаниями ненасыщенных жирных кислот [3].

За счет своих свойств диэтиламида жирных кислот льняного масла может применяться в качестве антикоррозионных покрытий для защиты стали, алюминия и медных сплавов в нефтехимической, судостроительной и строительной отраслях, смазочных материалов для улучшения защитных свойств и снижения трения, эмульгаторов и диспергаторов в лакокрасочной промышленности и при производстве биоцидных покрытий, а также при защите нефтегазового оборудования.

Применение диэтиламида жирных кислот льняного масла позволяет снизить коррозионный износ металлических конструкций, продлить срок их службы и минимизировать негативное воздействие на окружающую среду.

Антикоррозионная стойкость диэтиламида жирных кислот льняного масла обусловлена его химической структурой и поверхностной активностью. Основные механизмы защиты металлов от коррозии включают: адсорбцию на металлической поверхности – молекулы диэтиламида образуют монослойную пленку, предотвращая контакт металла с агрессивной средой (водой, кислородом, ионами хлора и др.), также гидрофобность – снижает смачивание поверхности водой, уменьшая вероятность коррозионных процессов. Эффект барьерного покрытия – ингибиторная пленка препятствует диффузии кислорода и агрессивных ионов [4,5].

Определение антикоррозионной стойкости амида осуществлялось гравиметрическим методом, который основан на измерении изменения массы металлических образцов до и после испытаний в агрессивной среде. Потеря массы свидетельствует о скорости коррозии.

Реактивы и материалы

Образцы металла (например, сталь 20 или низкоуглеродистая сталь) размером  $20\times 20\times 2$  мм

Раствор агрессивной среды (0,1 М HCl)

Испытываемый диэтиламид жирных кислот льняного масла (концентрация 0,5–2,0 г/л)

Ацетон или этанол для обезжиривания

Образцы металла зачищают шлифовальной бумагой (№ 600–1200) для удаления оксидных пленок.

Промывают в ацетоне (или этаноле) и сушат. Взвешивают с точностью до 0,0001 г (начальная масса  $m_0$ ). Затем образцы помещают в растворы агрессивной среды:

## Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

контрольные образцы без ингибитора, а опытные образцы: с различными концентрациями диэтиламида. Выдерживают в растворе при температуре 25–40°C в течение 70–168 часов. (Рисунок 5).



Рисунок 5 – Определение антикоррозионной стойкости

По завершении испытания образцы извлекают, промывают дистиллированной водой, затем ацетоном и сушат. Взвешивают (конечная масса  $m_1$ ).

### Анализ результатов

Исходные данные:

Площадь образца:  $S = 20 \times 20 = 400 \text{ мм}^2 = 40 \text{ см}^2$

Время испытания:  $t = 72 \text{ часа} = 3 \text{ суток}$

Начальная масса образца:  $m_0 = 12,3567 \text{ г} = 12356,7 \text{ мг}$

Конечная масса образца без ингибитора (контроль):  $m_1 = 12,3421 \text{ г} = 12342,1 \text{ мг}$

Конечная масса образца с ингибитором:  $m_2 = 12,3520 \text{ г} = 12352,0 \text{ мг}$

Скорость коррозии ( $W$ ) в  $\text{мг/дм}^2 \cdot \text{сут}$

$$W = \frac{(m_0 - m_1) \cdot 10^4}{S \cdot t} \quad (1)$$

где,  $m_0$  – начальная масса образца, мг

$m_1$  – масса после испытания, мг

$S$  – площадь поверхности образца,  $\text{см}^2$

$t$  – время испытания, сутки

Расчет скорости коррозии без ингибитора

$$W = \frac{(12356,7 - 12342,1) \cdot 10^4}{40 \cdot 3} = 1216,67 \text{ мг/дм}^2 \cdot \text{сут}$$

Расчет скорости коррозии с ингибитором

$$W = \frac{(12356,7 - 12352,1) \cdot 10^4}{40 \cdot 3} = 391,67 \text{ мг/дм}^2 \cdot \text{сут}$$

Коэффициент ингибирующего действия ( $\eta$ , %):

$$\eta = \frac{W_0 - W}{W_0} \cdot 100 \quad (2)$$

где:  $W_0$  – скорость коррозии в контрольном растворе (без ингибитора),  $\text{мг/дм}^2 \cdot \text{сут}$

$W$  – скорость коррозии в растворе с ингибитором,  $\text{мг/дм}^2 \cdot \text{сут}$

$$\eta = \frac{1216,67 - 391,67}{1216,67} \cdot 100 = 67,8 \%$$

## **Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»**

В ходе исследования была оценена антикоррозионная стойкость диэтиламида жирных кислот льняного масла. Проведенные эксперименты показали, что данное соединение эффективно снижает скорость коррозии металлических образцов за счет образования защитной адсорбционной пленки на их поверхности.

Гравиметрический метод продемонстрировал, что при добавлении диэтиламида в агрессивную среду скорость коррозии уменьшилась более чем в 3 раза, а его ингибирующая эффективность составила 67,8%. Это подтверждает перспективность данного соединения как экологически безопасного ингибитора коррозии.

Таким образом, диэтиламид жирных кислот льняного масла может рассматриваться как перспективное органическое соединение для разработки новых антикоррозионных композиций, особенно в условиях, где требуется сочетание высокой эффективности и экологической безопасности.

### Список литературы

1. Гайдар С.М., Пикина А.М., Барчукова А.С., Лапсарь О.М., Ветрова С.М. Исследование эффективности амидов жирных кислот в качестве ингибиторов атмосферной коррозии. Агроинженерия. 2024;26(5):10-15. <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2024-5-10-15>
2. Способ получения моно- и диэтианоламидов жирных кислот: Патент на изобретение RU2787477 С1; МПК С07С233/18, С07С231/02 / С.М. Гайдар, В.Е. Коноплев, О.М. Лапсарь, Т.И. Балькова, А.М. Пикина, И.А. Посуныко. Заявка № 2022109878 от 13.04.2022 г. EDN: BNRHHH
3. Akmalova I., V. Merkulov. 2023. «METHOD OF OBTAINING SURFACTANTS BASED ON VARIOUS FATTY RAW MATERIALS». SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY, вып. 2 (июнь):5-14. <https://doi.org/10.32014/2023.2518-1491.158>.
4. И. Э. Карпеева, А. В. Зорина, Х. С. Шихалиев. Синтез амидов жирных кислот подсолнечного масла// Вестник ВГУ, Серия: Химия, биология, фармация. 2013. №2. С.39-41
5. Wang, X., Han, Z., Chen, Y., Jin, Q. Scalable synthesis of oleoyl ethanolamide by chemical amidation in a mixed solvent. Journal of the American Oil Chemists Society. 2016. v. 93. P.125-131.

И.М.Акмалова, В.В.Меркулов

### **Зығыр майы май қышқылы диэтилаמידінің коррозияға қарсы потенциалы**

Мақала зығыр майының май қышқылдарының диэтиламидасының тоттануға қарсы тиімділігін зерттеуге арналған. Қосылыс синтезделіп, оның физика-химиялық қасиеттері мен агрессивті ортада коррозияны тежеу қабілеті зерттелді. Нәтижесінде, металл бетінде қорғаныш қабатын түзе отырып, коррозия жылдамдығын үш есеге дейін төмендететіні анықталды. Сонымен қатар, бұл зат бактерияға қарсы қасиетке ие, бұл биокоррозияның алдын алуға мүмкіндік береді. Табиғи майлар негізіндегі экологиялық қауіпсіз ингибиторларды қолдану мұнай-химия, құрылыс және кеме жасау салаларында маңызды. Гравиметриялық әдіспен ингибирлеу тиімділігі 67,8% екені дәлелденді. Бұл зерттеу нәтижелері диэтилаמידті жоғары тиімді және экологиялық таза антикоррозиялық агент ретінде пайдаланудың болашағы зор екенін көрсетеді.

*Түйінді сөздер:* диэтиламид, май қышқылдары, зығыр майы, тоттану, ингибитор, адсорбция, қорғаныс, биологиялық ыдырағыштық, қабықша, металл.

I.M. Akmalova, V.V. Merkulov

### **Anticorrosion Potential of Diethylamide of Flaxseed Oil Fatty Acids**

## **Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»**

The article investigates the anticorrosive performance of diethylamide of flaxseed oil fatty acids. The compound was synthesized, its physicochemical properties were characterized, and its corrosion inhibition potential was tested under aggressive environmental conditions. It was found that the diethylamide forms a protective film on metal surfaces, reducing the corrosion rate by more than threefold. Moreover, the compound exhibits antibacterial properties, helping to prevent biocorrosion. The use of biodegradable and environmentally friendly inhibitors derived from natural oils is highly relevant for industries such as petrochemicals, construction, and shipbuilding. Gravimetric analysis confirmed a high inhibition efficiency of 67.8%. The results highlight the promise of diethylamide as a universal corrosion inhibitor, offering a sustainable alternative to synthetic chemicals in applications requiring both efficiency and ecological safety. *Keywords:* diethylamide, fatty acids, flaxseed oil, corrosion, inhibitor, adsorption, anticorrosion protection, biodegradability, film, metal.

### References

1. Gaidar S.M., Pikina A.M., Barchukova A.S., Lapsar O.M., Vetrova S.M. Issledovanie effektivnosti amidov zhirnykh kislot v kachestve ingibitorov atmosferno korrozii. *Agroinzheneriya*. 2024;26(5):10-15. <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2024-5-10-15>
2. Sposob polucheniya mono- i dietanolamidov zhirnykh kislot: Patent na izobretenie RU2787477 C1; MPK C07C233/18, C07C231/02 / S.M. Gaidar, V.E. Konoplev, O.M. Lapsar, T.I. Balkova, A.M. Pikina, I.A. Posunko. Zayavka No 2022109878 ot 13.04.2022 g. EDN: BNRHHH
3. Akmalova I., V. Merkulov. 2023. "Method of obtaining surfactants based on various fatty raw materials". *Series Chemistry and Technology*, no. 2 (June):5-14. <https://doi.org/10.32014/2023.2518-1491.158>.
4. Karpeeva I.E., Zorina A.V., Shikhaliev Kh.S. Sintez amidov zhirnykh kislot podsolnechnogo masla. *Vestnik VGU, Seriya: Khimiya, biologiya, farmatsiya*. 2013. No.2. S.39-41
5. Wang X., Han Z., Chen Y., Jin Q. Scalable synthesis of oleoyl ethanolamide by chemical amidation in a mixed solvent. *Journal of the American Oil Chemists Society*. 2016. v. 93. P.125–131.

**Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»**МРНТИ 31.23.15  
УДК: 54.055DOI [10.53002/055](https://doi.org/10.53002/055)

Н.К.Апачиди, А.З.Бигалиева

*Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова, Караганда,  
Казахстан,  
(E-mail: apachidi@bk.ru, bigalievaaalfija@gmail.com)*

**Исследование содержания и количественная оценка редких и рассеянных элементов**

Статья рассматривает методы определения содержания и количественной оценки редких и рассеянных элементов, содержащихся в техногенных отходах Казахстана, с акцентом на металлургические шлаки Жезказганского региона. Предлагается экологически безопасная и экономически эффективная технология прямого извлечения металлов с использованием механохимических процессов в планетарной мельнице. Технология не требует воды и химических реагентов, отличается высокой производительностью и низкими затратами. Проведены эксперименты по доизвлечению металлов, показавшие значительную эффективность метода. Анализ полученных концентратов демонстрирует высокий уровень извлекаемости ценных компонентов, что делает метод пригодным для широкого внедрения. Разработка позволяет решать не только задачи рационального использования минеральных ресурсов, но и экологической реабилитации промышленных зон, что особенно актуально для устойчивого развития региона.

*Ключевые слова:* редкие элементы, техногенные отходы, извлечение, шлаки, мельница, механохимия, концентрация, металл, переработка, экология.

*Введение*

Актуальность исследования содержания и количественной оценки редких и рассеянных элементов обусловлена несколькими факторами – рост промышленного спроса, развитие альтернативной энергетики, геополитическая значимость, экологические аспекты, совершенствование аналитических методов. Таким образом, исследование содержания и количественная оценка редких и рассеянных элементов имеет важное научное, экономическое и прикладное значение [1].

Существующие и широко применяемые в цветной металлургии способы переработки шлаков, хвостов обогащения введут значительного расхода энергоресурсов и низкой извлекаемости металла, а также по требованиям к охране окружающей среды не отвечает современным требованиям комплексной энергосберегающей технологией переработки минерального сырья.

К наиболее широко используемым технологиям в РК является кучное выщелачивание. Данный технологический процесс запрещен к использованию во многих странах ввиду его особой опасности для окружающей среды.

Выходом из создавшегося положения является разработка экологически чистой технологии с использованием положений механохимии.

Сырьевая база для осуществления данного технологического процесса более чем достаточно. Накопление техногенных отходов в РК началось осуществляться с середины 19 века и идет их накопление в настоящее время. Особенно интересны для переработки металлургические шлаки периода 1930-1955 годов Балхашского и Жезказганского медеплавильных заводов [1].

*Материалы и методы исследования*

Сырьевой базой для осуществления предлагаемой технологии служат исторические и современные продукты в виде шламов, шлаков, вскрышных пород, забалансовые руды в отвалах и складах. Для условий Казахмыс в зависимости от типа медной руды в суммарной стоимости доля

## Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

сопутствующих компонентов составляет от 24% до 50% или в денежном выражении 80\$...120\$ за тонну без учета стоимости меди. В случае организации собственного производства по переработке техногенных отходов в стоимость сырья будет нулевой. Стоимость извлеченного металла ориентировочно с учетом производственных затрат будет в пределах 200\$-250\$ с тонны.

Способ прямого извлечения металла из рудного и техногенного сырья заключается в сверхтонком помоле (порядок 80...125 микрон минеральной составляющей) с последующей воздушной и магнитной классификацией помольной среды с разделением металлической и минеральной составляющих.

Таблица 1

Информация о содержании металлов в металлургических шлаках Жезказганского металлургического комбината [2]

Металл	Содержание металла г/тн				Минимальное содержание в бедные руды	Комментарии
	Шлак	%	Концентрат	%		
1.Медь Cu	8075	0,85	198500	19,85	2000	
2.Свинец Pb	12650	1,26	40000	4	1200	
3.Цинк Zn	21075	2,1	36600	3,66	20000	
4.Серебро Ag	12,375	0,0012	800	0,08	15	
5.Кадмий Cd	17,75	0,0017	2800	0,28	20	
6.Молибден Mo	123	0,0123			100	
7.Мышьяк As	477	0,0477			1000	
8.Висмут Bi	5,3	0,0005			500	
9.Барий Ba	1575	0,1575			500000	в сульфиде
10.Железо Fe	187425	18,74	29800	2,98		
11.Марганец Mn	1175	0,1175	800	0,08	100000	
12.Палладий Pd	< 0,1					
13.Кобальт Co	1	0,00001			1000	
14.Никель Ni	125	0,0125			1000	
15.Кальций Ca	54650	5,465				
16.Рений Re	45	0,0045				
17.Стронций Sr	175	0,0175			10000	в оксиде
18.Цирконий Zr	112	0,0112			4000	в оксиде
19.Селен Se	3600	3,6			7000	
20.Хром Cr	1225	0,1225				
21.Сера S	3800	0,38				
22.Кремний Si	152800	15,28				

Помол осуществляется в планетарной мельнице. При этом помольная среда состоит из металлических конкреции и пылевидной минеральной части. Механохимические процессы при помолу в планетарной мельнице слабо изучены. Возможны проявления специфических эффектов.

Установлено, что наибольшая извлекаемость металлов из техногенного и рудного сырья достигается при помолу с тониной 80...125мкм [3].

## Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

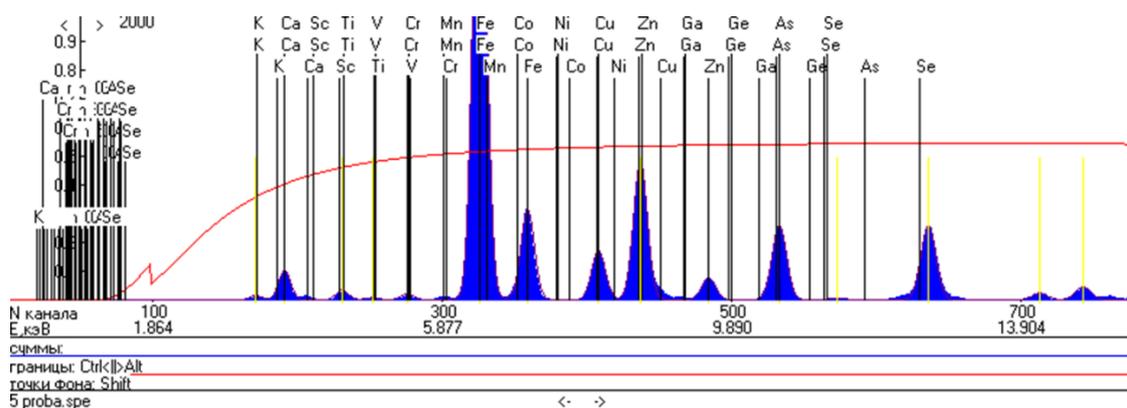


Рисунок 1 – Помол 80...125мкм

В получении полиметаллического концентрата из дешевого сырья по разработанной технологии имеет ряд существенных преимуществ по сравнению с другими широко используемыми технологиями, в т.ч.:

- технология экологически чистая;
- не требуется наличие водных ресурсов, химических соединений в виде кислот, щелочей, катализаторов;
- технологический процесс осуществляется с высокой производительностью за счет резервирования основного технологического оборудования и короткого маршрута переработки;
- не требуется значительных капитальных затрат на сооружение производственных зданий и сооружений;
- основное технологическое оборудование возможно изготовить в условиях местных машиностроительных предприятий;
- предлагаемая технология является безотходной;
- решается ряд социально-экономических задач;
- очистка значительных территории от промышленных отходов и вовлечении их в сельскохозяйственный оборот [4].

### Результаты и их обсуждение

Проведена серия экспериментов по доизвлечению металла из шлаков Константиновского шлакоотвала и шлаков Темиртауского завода цветного литья, Жезказганского металлургического комбината, показавших высокую эффективность предлагаемой технологии и высокую работоспособность планетарной мельницы.

Достоверность полученных результатов экспериментов гарантируется и обеспечивается наличием в лаборатории ЛИП НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова» современного научно-исследовательского оборудования лучших мировых производителей.

Получен Инновационный патент РК №2705 на изобретение «Планетарная мельница периодического действия». Подготовлена документация на оформление заявки на получение АС «Планетарная мельница непрерывного действия», «Способ прямого извлечения металла из рудного и техногенного сырья». Технология выставлялась на выставках, проводимых МНВО РК, НАТР, ДАМУ. Научный проект рассматривался на Ученом Совете Евразийской Международной Академии Наук Экологии и Безопасности Жизнедеятельности и был рекомендован к широкому внедрению. Стоимость полученного полиметаллического концентрата по предлагаемой технологии ориентировочно будет составлять 200\$-250\$ с одной тонны сырья. Стоимость сырья при его покупке составляет в пределах 80\$-120\$ за одну тонну, при переработке на собственных производствах стоимость сырья нулевая. Срок окупаемости организации производства по прямому извлечению металла из рудного и техногенного сырья при производительности мельницы в 5 тонн в час составит не более 12 месяцев [5].

## **Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»**

### *Заключение*

Применение предлагаемой технологии является действенным способом решения экологических проблем, значительно снизить себестоимость выпускаемой продукции, т.к. ряд технологических процессов, таких как добыча рудного сырья, транспортировка и первичная переработка исключаются из общего технологического процесса, имеется ряд преференции по оплате различного вида налогов, резко повышается извлекаемость металла из рудного и техногенного сырья.

Товарная продукция в виде полиметаллического концентрата и порошка железа может быть непосредственно без подготовки использоваться в технологических процессах разделения на составляющей на основном производстве. Товарная продукция может пойти на рынок с высокой добавленной стоимостью [6].

### Список литературы

1. Покидаев Д. Вторичное сырье: почему в Казахстане не подбирают деньги, лежащие под ногами // <https://kursiv.kz/news/kompanii-i-rynki/2018-05/vtorichnoe-syre-pochemu-vkazakhstan-ne-podbirayut-dengi>. 23.04.2018.
2. Коротаяев В.Н., Слюсарь Н.Н., Жилинская Я.А. и др. Управление техногенными отходами. – Пермь: ПНИПУ, 2016. – 390 с.
3. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. – М.: Физматлит, 2007. – 416 с.
4. Падохин В.А., Зуева Г.А. Стохастические модели измельчения дисперсных материалов // Теоретические основы химической технологии. – 2009. – №5. – С. 586-594.
5. Zhang Y.F., Lu L., Yap S.M. Prediction of the amount of PCA for mechanical milling // Journal of Materials Processing Technology. – 1999. – Vol. 89-90. – P. 260-265.
6. Рипан Р., Четяну И. Неорганическая химия. – М.: Химия, 2003. – 360 с.

Н.К.Апачиди, А.З.Бигалиева

### **Сирек және шашыраңқы элементтердің мазмұнын зерттеу және сандық бағалау**

Мақалада Қазақстандағы техногендік қалдықтарда, әсіресе Жезқазған өңірінің металлургиялық қождарында кездесетін сирек және шашыраңқы элементтердің құрамын анықтау мен сандық бағалау әдістері қарастырылады. Металлдарды механохимиялық әдіс арқылы планетарлы диірменде тікелей алу технологиясы ұсынылған. Бұл технология экологиялық тұрғыдан қауіпсіз, су мен химиялық реагенттерді қажет етпейді және өндіріс тиімділігі жоғары. Жүргізілген тәжірибелер әдістің жоғары тиімділігін көрсетті. Алынған концентраттардың талдауы бағалы компоненттердің жоғары деңгейде алынатынын дәлелдейді. Ұсынылған әдіс пайдалы қазбаларды ұтымды пайдаланумен қатар, өндірістік аймақтардың экологиялық жағдайын жақсартуға да ықпал етеді, бұл өңірдің тұрақты дамуы үшін маңызды.

*Түйінді сөздер:* сирек элементтер, қалдықтар, алу, қождар, диірмен, механохимия, концентрация, металл, өңдеу, экология.

N.K. Apachidi, A.Z. Bigalievа

### **Study of the Content and Quantitative Assessment of Rare and Dispersed Elements**

The article explores methods for determining and quantitatively assessing rare and dispersed elements in Kazakhstan's technogenic waste, particularly metallurgical slags from the Zhezkazgan region. An environmentally friendly and economically viable technology is proposed for direct metal extraction using mechanochemical processes in a planetary mill. The technology

## **Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»**

is waterless, does not require chemical reagents, and is characterized by high efficiency and low operational costs. Experiments conducted on metal recovery confirmed the method's high effectiveness. The analysis of recovered concentrates revealed a high yield of valuable elements, demonstrating the feasibility of large-scale implementation. This development addresses both the rational use of mineral resources and the ecological rehabilitation of industrial zones, making it highly relevant for the region's sustainable development.

*Keywords:* rare elements, waste, extraction, slags, mill, mechanochemistry, concentration, metal, processing, ecology.

### References

1. Pokidaev D. Vtorichnoe syr'e: pochemu v Kazakhstane ne podbirayut dengi, lezhashchie pod nogami // <https://kursiv.kz/news/kompanii-i-rynki/2018-05/vtorichnoe-syre-pochemu-vkazakhstane-ne-podbirayut-dengi>. 23.04.2018.
2. Korotaev V.N., Slyusar' N.N., Zhilinskaya Ya.A. i dr. Upravlenie tekhnogennymi otkhodami. – Perm': PNIPU, 2016. – 390 s.
3. Gusev A.I. Nanomaterialy, nanostruktury, nanotekhnologii. – M.: Fizmatlit, 2007. – 416 s.
4. Padohin V.A., Zueva G.A. Stohasticheskie modeli izmel'cheniya dispersnykh materialov // Teoreticheskie osnovy khimicheskoi tekhnologii. – 2009. – No.5. – S. 586–594.
5. Zhang Y.F., Lu L., Yap S.M. Prediction of the amount of PCA for mechanical milling // Journal of Materials Processing Technology. – 1999. – Vol. 89–90. – P. 260–265.
6. Ripan R., Chetianu I. Neorganicheskaya khimiya. – M.: Khimiya, 2003. – 360 s.

## **Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»**

FTAMP 34.31.17  
 ЭОЖ: 615.454:665.12:581.9

DOI [10.53002/056](https://doi.org/10.53002/056)

Ә.Баурай, Г.М.Жуманазарова

*Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан  
 (E-mail: asel.bauray@mail.ru)*

### **Мақтадан алынатын компоненттердің косметикалық қолданылуы**

Мақалада мақтанын компоненттері (май, экстракт, талшық, протеиндер) косметикада қолдану мүмкіндігі қарастырылады. Хлопок майы теріні ылғалдандырып, жұмсартады, құрамындағы токоферол антиоксиданттық әсер береді; өсімдік экстракты тері тітіркенуін басады; целлюлоза алынатын скрабтар эксфолиациялық әсер көрсетеді; протеиндер теріні нығайтады. Zero waste қағидаларына сай қалдықтарды қайта пайдалаудың артықшылықтары қарастырылады. Жұмыс «эко косметикада» мақта компоненттерін қолданудың тиімділігін дәлелдейді.

*Түйінді сөздер:* мақта, май, экстракт, протеиндер, целлюлоза, косметика, биоыдырайтын, ылғалдандыру, антиоксидант, экология.

#### *Kipicne*

Мақта (лат. Gossypium) – дәстүрлі түрде тоқыма өнеркәсібіне бағытталған дақыл ретінде танымал. Алайда соңғы жылдары косметология саласында өсімдіктерден алынатын табиғи компоненттерге сұраныс артып, мақтаның өзектілігі күрт өсті.

Мақтадан алынатын май, экстракт, талшық және протеиндер тері мен шашқа күтім жасауда, табиғи ингредиенттерге негізделген өнімдерде, экологиялық таза косметика өндірісінде кеңінен қолданылуда [1].

#### 1. Мақта майы (Cottonseed oil)

Мақта майы – мақта тұқымынан алынатын, сары түсті, иіссіз, жеңіл құрылымды май. Ол полиқанықпаған май қышқылдарына, әсіресе линол (омега-6) және олеин қышқылдарына бай.

Сонымен қатар, құрамында Е дәрумені (токоферол), антиоксиданттар және фитостеролдар бар.

Косметикалық қасиеттері:

- а) Теріні ылғалдандырып, жұмсартады.
- б) Қабынуды азайтады, тітіркенуге бейім теріге жақсы.
- в) Антиоксидантты әсер көрсетіп, терінің қартаюын баяулатады.
- г) Комедогенділігі төмен – бітеліп қалатын теріге жарамды.

Қолданылу салалары:

- Бет пен денеге арналған кремдер
- Қоректендіргіш майлар
- Шашқа арналған маскалар мен бальзамдар
- Ерінге арналған өнімдер (бальзам, далап)

Мысалы, The Body Shop, Kiehl's, L'Oréal секілді брендтер мақта майын жұмсартқыш және тыныштандырушы компонент ретінде пайдаланады.

#### 2. Мақта экстракты (Cotton extract)

Мақта гүлі мен жапырақтарынан алынатын экстракт құрамында флавоноидтар, фенол қосылыстары және илік заттар болады. Бұл заттар теріні қалпына келтіру, тыныштандыру және жасушалық стресске қарсы тұру үшін қолданылады.

Артықшылықтары:

- а) Сезімтал, құрғақ теріні тыныштандырады.
- б) Терідегі тітіркенуді басады.
- в) Антиоксиданттық әсер береді.

## **Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»**

г) Теріге табиғи жұмсақтық сыйлайды.

Қолданылатын өнімдер:

- 1) Тониктер, сарысулар (серумдар)
- 2) Мицелляр сулар
- 3) Қалпына келтіретін маскалар
- 4) Лосьондар мен спрейлер

Экстракт көбінесе «sensitive skin» (сезімтал тері) белгісі бар өнімдерде кездеседі. Nivea, La Roche-Posay, Simple брендтері оны белсенді қолданады.

3. Мақта талшығы және целлюлозасы

Мақта талшығы – мақта қабығынан алынатын табиғи целлюлоза. Ол механикалық тазартып-қабыршақтау (эксфолиация) әсерін береді.

Сонымен қатар, косметикада қалыңдатқыш, пленко түзуші және құрылым түзуші ретінде қолданылады.

Қолданылуы:

- 1) Пилингтер мен скрабтарда – жұмсақ эксфолиант.
- 2) Маскалар негізінде – биоыдырайтын мата немесе патч негізі.
- 3) Текстура түзуші – кремдер мен сарысуларда тұрақтылық береді.
- 4) Бүгінде мақта целлюлозасы биоыдырайтын өнімдер трендіне алдыңғы қатарда. Ол пластик микробөлшектерді табиғи алмастырушы ретінде ұсынылуда.

4. Мақта протеиндері

Мақта тұқымынан бөлінген ақуыздар (протеиндер) тері мен шаш құрылымын қалпына келтіруге қабілетті биополимерлер болып табылады. Олар аминқышқылдарға бай және жасушаларға құрылымдық қолдау көрсетеді.

Қасиеттері:

- 1) Шашты нығайтады, сынғыштығын азайтады.
- 2) Теріде ылғалды ұстайды.
- 3) Қорғаныс тосқауылын жақсартады.

Қолданылуы:

Сусабын мен маскаларда – шашқа жылтырлық пен серпімділік береді.

Бетке арналған өнімдерде – қалпына келтіргіш функция.

Кейбір люкс маркалар (Aveda, Wella Professionals) протеинді негіз ретінде пайдаланып, премиум өнімдер жасайды.

5. Экологиялық және биотехнологиялық аспектілер [2].

Мақта компоненттері – биоыдырайтын, экологиялық қауіпсіз, синтетикалық заттарға балама ретінде ұсынылатын шикізаттар.

Сонымен қатар:

Мақта қалдықтарынан (қабығы, майсыңған тұқым) жоғары қосылған құны бар косметикалық ингредиенттер алуға болады – бұл «zero waste» концепциясын қолдайды.

Биотехнологиялық тәсілдер арқылы мақта экстрактын немесе протеинін жоғары тазалықта алу – экологиялық таза өндіріс тізбегін құрайды [3].

*Эксперименттік бөлім*

**Максат:** Мақта тұқымынан алынған май және мақта гүлі экстрактын пайдалана отырып, теріні ылғалдандыратын және тыныштандыратын косметикалық крем дайындау.

Эксперимент 1. Алынған өнімнің органолептикалық және физикалық қасиеттерін зерттеу.

Мақта майының құрамы келесі диаграмма түрінде сипаттауға болады (1-сурет) [4]:

*Зерттеу нысаны*

- Мақта тұқымының тазартылған майы (химиялық реактивтер дүкенінен алынған)
- Мақта гүлі экстракты (өнеркәсіптік концентрат түрінде алынған)
- Косметикалық негіздер (эмульгатор, глицерин, консервант, тазартылған су)

## Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

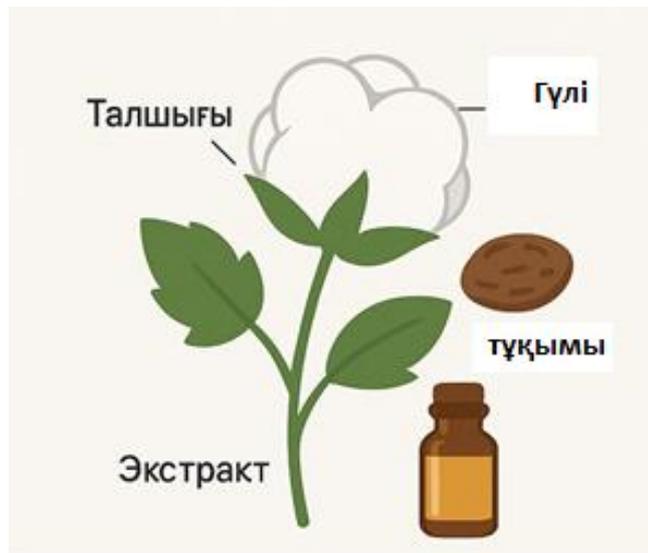


1 сурет – Мақта майының химиялық құрамы

### Құрал-жабдықтар мен материалдар

- Электронды таразы
- Лабораториялық ыдыстар (бикер, колба, араластырғыш)
- Судың моншасы (су ваннасы)
- Магнитті араластырғыш
- рН-өлшегіш
- Температура датчигі (2-сурет және 3-сурет).

### Тәжірибелік әдістеме



2 сурет – Мақтаның жалпы көрінісі

**Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»**



3 сурет – Крем жасау үрдісінің жалпы сызбасы

1. Май фазасын дайындау:

- 10 г мақта майы
- 3 г эмульгатор
- 1 г стеарин қышқылы

Қоспа 70–75 °С температурада су моншасында ерітілді.

2. Су фазасын дайындау:

- 80 г тазартылған су
- 2 г глицерин
- 2 г мақта экстракты

Су фазасы да сол температураға дейін қыздырылды.

3. Эмульсия дайындау:

Май фазасы мен су фазасы біріктіріліп, 10 минут бойы араластырылды. Салқындаған соң, 0,5 г консервант қосылып, рН көрсеткіші 5.5–6.0 деңгейінде тексерілді (1 кесте).

1 кесте – Алынған кремнің қасиеттерін бағалау

Көрсеткіш	Нәтиже
Түсі	Ақшыл, біркелкі
Иісі	Жұмсақ, бейтарап
Құрылымы	Біртекті, жеңіл
Жұғуы	Жақсы таралады, тез сіңеді
Теріге әсері (еріктілерде)	Ылғалдандырады, тітіркену байқалмады

Эксперимент 2. Мақта талшығы негізіндегі бетке арналған табиғи скраб дайындау

Максат: Мақта талшығын табиғи эксфолиант ретінде пайдалана отырып, жұмсақ әсерлі бет скрабын дайындау және оның органолептикалық қасиеттерін зерттеу (2 кесте).

*Зерттеу нысаны*

- Мақта талшығы (табиғи микрокристалды целлюлоза)
- Өсімдік майы (мақта немесе бадам майы)
- Бал
- Эфир майы (лаванда – хош иіс үшін)
- Қоюландырғыш (ксантан сағызы)

*Құрал-жабдықтар*

- Бикер, шпатель
- Электронды таразы

**Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»**

- Араластырғыш
- Стерильді ыдыстар
- 2 кесте – Тәжірибелік әдістеме

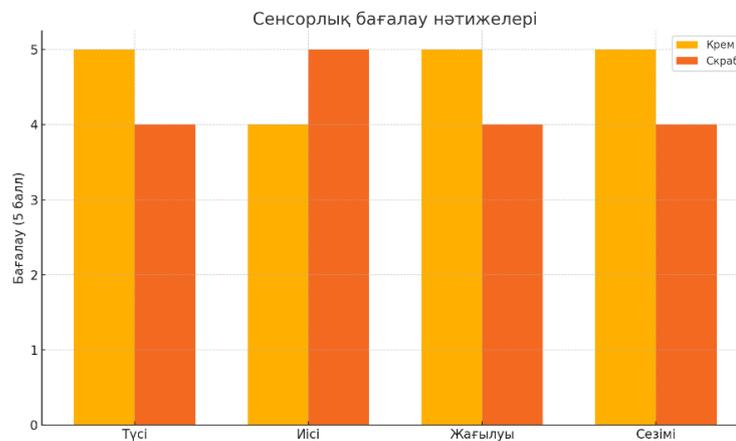
Компонент	Мөлшері	Міндеті
Мақта талшығы	5 г	Эксфолиант
Мақта майы	20 г	Негіз, жұмсартқыш
Табиғи бал	10 г	Ылғалдандырғыш, антибактериалды
Ксантан сағызы	0.3 г	Қоюландырғыш
Лаванда эфир майы	3 тамшы	Хош иіс, тыныштандыру

1. Барлық компоненттер бөлме температурасында араластырылды.
2. Қою құрылымды, паста тәрізді скраб алынды.
3. Стерильді контейнерге құйылып, тоңазытқышта сақталды (3 кесте).

3 кесте – Алынған өнімнің қасиеттері

Көрсеткіш	Нәтиже
Құрылымы	Паста тәрізді, біртекті
Иісі	Жұмсақ, табиғи (лаванда)
Қабыршақтау әсері	Жұмсақ, тітіркендірмейді
Теріге жағылуы	Жақсы жағылады, майлы қабат қалдырмайды
Қолдану сезімі	Теріні тазартып, жұмсартады

Сенсорлық бағалау нәтижелерін 5 балл шкаласымен қарастырсақ, оның келесідей нәтижелерін ала аламыз (4 сурет):



4 сурет – Сенсорлық бағалау нәтижелері

*Қорытынды*

Мақта талшығына негізделген скраб теріге жұмсақ әсер етіп, тітіркендірмей қабыршақтарды кетіруге мүмкіндік береді. Табиғи майлар мен бал теріні қоректендіріп, ылғалдандырады. Бұл өнім сезімтал теріге арналған скраб ретінде қолдануға жарамды.

Тәжірибе нәтижесінде мақта майы мен экстракт негізінде жұмсақ құрылымды, теріге жағымды әсер ететін табиғи крем алынды. Өнім теріні ылғалдандыру және тыныштандыру мақсатына сай келеді. Бұл мақта компоненттерінің косметологияда қолдануға жарамды екенін дәлелдейді.

Әдебиеттер тізімі

## **Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»**

1. Ким А. Ю., Мухина И. В. Растительные масла в косметологии: химический состав и свойства // Косметика и медицина. – 2021. – №3. – С. 18–23.
2. Ашимбаева Г. Ш., Сулейменова Ж. Е. Биологиялық белсенді заттар және олардың косметикалық өнімдердегі ролі // Биотехнология және медицина. – 2020. – №2. – Б. 45–51.
3. Park S., Lee S. et al. Cottonseed oil and its application in skin barrier enhancement // Journal of Cosmetic Science. – 2019. – Vol. 70(4). – P. 287–294.
4. Hameed A., Hussain I., Khan M. A. Cotton plant extract as a source of natural antioxidant in skin care formulations // Industrial Crops and Products. – 2021. – Vol. 164. – Article ID: 113386.
5. Ryu J. et al. Comparative analysis of cotton fiber cellulose in cosmetic exfoliants // Materials Today: Proceedings. – 2022. – Vol. 59. – P. 367–372.
6. Kaur R., Gulati M., Singh S. Natural fibers in cosmetics: cellulose-based applications // Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants. – 2020. – Vol. 17. – Article 100241.
7. Базарбаева А. Т., Есентай С. К. Табиғи компоненттер негізіндегі бетке арналған кремдер дайындау технологиясы // Жас ғалымдар еңбектері. – Алматы, 2022. – Б. 62–67.
8. Codex Alimentarius. Guidelines for the Use of Vegetable Oils in Cosmetic Products. FAO/WHO, 2018.
9. Косметическая химия: Учебник / Под ред. В. В. Мартынова. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2020. – 432 с.

Ә.Баурай, Г.М.Жуманазарова

### **Косметическое применение компонентов, получаемых из хлопка**

В статье рассматривается использование компонентов хлопка (масло, экстракт, клетчатка, протеины) в косметологии. Описаны их увлажняющие, противовоспалительные, антиоксидантные и структурообразующие свойства. Масло семян хлопка смягчает и защищает кожу; экстракт цветков – успокаивает и восстанавливает; целлюлоза – помогает в отшелушивании; протеины питают и укрепляют. Показаны примеры готовых продуктов (кремов, масок, скрабов) и современные технологии bio- и zero-waste. Оценены экологические аспекты применения хлопковых ингредиентов – биоразлагаемость, минимизация отходов и натуральность. Работа подтверждает перспективу интеграции хлопковых компонентов в «зелёную» косметику.

*Ключевые слова:* хлопок, масло, экстракт, протеины, целлюлоза, косметика, биоразлагаемость, увлажнение, антиоксидант, экология.

A. Baurai, G. M. Zhumanazarova

### **Cosmetic Application of Cotton-Derived Components**

This article explores the cosmetic application of cotton-derived components: oil, extract, fiber, and proteins. Cottonseed oil is shown to moisturize and soften the skin while Vitamin E delivers antioxidant benefits; the flower extract soothes irritation; cellulose functions as a gentle exfoliant; proteins nourish and strengthen. The study evaluates ready formulations (creams, masks, scrubs) and highlights eco- and zero-waste advantages—biodegradability and minimal by-products. Environmental considerations include natural ingredients and sustainable sourcing. Findings support cotton ingredients' potential in developing gentle, green cosmetic products.

*Keywords:* cotton, oil, extract, proteins, cellulose, cosmetics, biodegradability, moisturizing, antioxidant, ecology.

**Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»**

## References

1. Kim A. Yu., Mukhina I. V. Rastitel'nye masla v kosmetologii: khimicheskiy sostav i svoystva // Kosmetika i meditsina. – 2021. – №3. – S. 18–23.
2. Ashimbaeva G. Sh., Suleymenova Zh. E. Biologiyalyq belsendi zattar zhane olardyn kosmetikalyq onimderdegi roli // Biotekhnologiya zhane meditsina. – 2020. – №2. – B. 45–51.
3. Park S., Lee S. et al. Cottonseed oil and its application in skin barrier enhancement // Journal of Cosmetic Science. – 2019. – Vol. 70(4). – P. 287–294.
4. Hameed A., Hussain I., Khan M. A. Cotton plant extract as a source of natural antioxidant in skin care formulations // Industrial Crops and Products. – 2021. – Vol. 164. – Article ID: 113386.
5. Ryu J. et al. Comparative analysis of cotton fiber cellulose in cosmetic exfoliants // Materials Today: Proceedings. – 2022. – Vol. 59. – P. 367–372.
6. Kaur R., Gulati M., Singh S. Natural fibers in cosmetics: cellulose-based applications // Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants. – 2020. – Vol. 17. – Article 100241.
7. Bazarbaeva A. T., Esentai S. K. Tabig'i komponentter negizindegi betke arналган kremder daiyndau tekhnologiyasy // Zhas g'alymdar enbekteri. – Almaty, 2022. – B. 62–67.
8. Codex Alimentarius. Guidelines for the Use of Vegetable Oils in Cosmetic Products. FAO/WHO, 2018.
9. Kosmeticheskaya khimiya: Uchebnik / Pod red. V. V. Martynova. – M.: GEOTAR-Media, 2020. – 432 s.

## Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

ГТАМР 34.31.15  
ӨОЖ: 615.322

DOI [10.53002/057](https://doi.org/10.53002/057)

З.Н.Берік, Ф.С.Керуенбаева, Д.И.Куандықов

*Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан  
(E-mail: zangarberikov9@gmail.com, f.keruenbaeva@ttu.edu.kz, kuandykov.d.k@gmail.com)*

### Фитокомпозиция негізінде жөтелге қарсы сироп алу

Мақалада тыныс алу жолдарының ауруларын емдеуге арналған фитокомпозиция негізінде жөтелге қарсы сироп әзірлеу сипатталады. Алтей, мия және эвкалипт шөптері таңдалып, олардың муколитикалық, қабынуға қарсы және спазмолитикалық қасиеттері негізінде кешенді терапиялық әсер қамтамасыз етілді. Ультрадыбыстық экстракция секілді заманауи әдістер қолданылып, белсенді заттардың тиімді бөлінуі қамтамасыз етілді. Алынған сироп табиғи, қауіпсіз және балалар мен ересектер үшін қолайлы. Өндіріс технологиясы қарапайым және қолжетімді, химиялық реагенттерді қажет етпейді. Препарат әртүрлі жөтел түрлерінде және тыныс алу жолдарының қабынуында тиімді қолданылады. Табиғи дәрілерге деген сұранысқа сай келетін бұл өнім фитотерапияны дамытуға ықпал етеді.

*Түйінді сөздер:* фитокомпозиция, жөтел, сироп, алтей, мия, эвкалипт, табиғи, экстракт, қабынуға қарсы, терапия.

### *Кіріспе*

Қазіргі таңда тыныс алу жүйесі аурулары, жөтелмен қатар жүретін, дәрігерге жиі жүгінудің ең кең тараған себептерінің бірі болып табылады. Мұндай жағдайларды емдеуде тиімді және қауіпсіз дәрілік құралдарды қолдану өте маңызды, олар тек симптомдарды жойып қана қоймай, ағзаға минималды жанама әсер етуді қамтамасыз етеді. Қазіргі заманғы дәрілік құралдар жөтелге қарсы синтетикалық және табиғи компоненттерді қамтиды. Алайда фитокомпозициялар негізіндегі құралдарға қызығушылық артып келеді, себебі олар жұмсақ терапевтік әсерге, аз жанама әсерлерге және кең ауқымды әсер ету қабілетіне ие. Дәрілік өсімдіктер дәстүрлі түрде тыныс алу жолдарының ауруларын, мысалы, бронхиттерді, трахеиттерді және суық тиюді емдеуде қолданылады [1].

### *Негізгі бөлім*

Фитокомпозиция негізіндегі сиропты әзірлеудің өзектілігінің себептері:

*Табиғи препараттарға сұраныс:* Пациенттер қауіпсіз және экологиялық таза дәрілерді таңдайды.

*Кешенді әсері:* Өсімдік компоненттері шырышты сұйылту, қабынуға қарсы және иммуномодуляциялық әсерге ие.

*Резистенттілік мәселесі:* Табиғи дәрілер әдетте тәуелділік тудырмайды.

*Қолдану ауқымы:* Әртүрлі жөтел түрлерін және әртүрлі жастағы пациенттерді емдеуге жарамды.

*Экономикалық қолжетімділік:* Жергілікті өсімдіктер импорттық аналогтардан арзан.

*Жанама әсерлерді азайту:* Аллергия мен тітіркенуді аз тудырады.

*Дәстүрлі қолдану:* Халық медицинасында өсімдіктерді пайдалану ұзақ тарихқа ие.

Жөтелге қарсы фитокомпозиция негізінде сироп жасау жөніндегі зерттеу қазіргі фармацевтика мен медицинадағы қауіпсіз, табиғи және экологиялық таза препараттарды әзірлеуге бағытталған маңызды бағыттарға сәйкес келеді. Бұл зерттеу жөтелге қарсы тиімді дәрілердің таңдауын кеңейтіп, өсімдік медицинасын танымал етуге ықпал етеді, бұл фитотерапияға қызығушылықтың артуымен өзекті.

Осылайша, фитокомпозиция негізіндегі сироп әзірлеу – халық денсаулығын жақсарту үшін табиғи ресурстарды қолдана отырып ғылыми тәсілді біріктіретін маңызды бағыт болып табылады [2,3].

## Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

*Жұмыстың мақсаты:* Фитокомпозиция негізіндегі жөтелге қарсы сиропты әзірлеу және алу, тыныс алу жолдарының ауруларына тиімді әрі қауіпсіз емдік әсер етуі үшін табиғи компоненттерді қолдануға назар аудара отырып, кешенді терапевтік әсерді (шырышты сұйылту, қабынуға қарсы және спазмолитикалық) қамтамасыз ету және жанама әсерлерді азайту.

*Зерттеу объектісі* – жөтелге қарсы сироп жасау үшін фитокомпозиция құрамына кіретін дәрілік өсімдіктер:

*Алтей тамыры (Althaea officinalis)* – шырышты сұйылту, қабынуға қарсы және қоршап тұратын әсері бар.

*Мия тамыры (Glycyrrhiza glabra)* – муколитикалық, спазмолитикалық және қабынуға қарсы қасиеттерімен танымал.

*Эвкалипт (Eucalyptus)* – антисептикалық, вирусқа қарсы, иммуномодуляциялық, қабынуға қарсы және шырышты сұйылту қасиеттеріне ие.

Бұл өсімдіктер олардың фармакологиялық қасиеттері, тыныс алу жүйесінің ауруларына әсері және кешенді фитопрепарат құрамындағы өзара әрекеттестігі тұрғысынан зерттеледі.

Жөтелге қарсы фитокомпозиция негізіндегі сироп жасау, оның құрамында алтей тамыры, солодка тамыры және эвкалипт компоненттері бар, кешенді терапевтік әсер (шырышты сұйылту, қабынуға қарсы, спазмолитикалық және иммуномодуляциялық) қамтамасыз етеді, жөтел мен тыныс алу жолдарының ауруларын емдеуде жоғары тиімділікті қамтамасыз етеді және табиғи құрамының арқасында жанама әсерлердің тәуекелін азайтады.

Фитокомпозиция компоненттерін таңдау:

*Эвкалипт (Eucalyptus)* – мәңгі жасыл ағаш, медицинада антисептикалық, қабынуға қарсы, шырышты сұйылту, ауыруды басу және иммуномодуляциялық қасиеттерімен кеңінен қолданылады. Эвкалипт эфир майы микробтармен күресіп, тыныс алу жолдарындағы қабынуды азайтады және иммундық жүйені күшейтеді.

*Мия (Glycyrrhiza glabra)* – көпжылдық шөптесін өсімдік, шырышты сұйылту, қабынуға қарсы, вирусқа қарсы және бактерияға қарсы қасиеттерімен танымал. Солодка мокротаны сұйылтуға, қабынуды азайтуға, бронхтарды босаңсытуға және иммундық жауапты күшейтуге көмектеседі.

*Алтей дәрілік (Althaea officinalis)* – тыныштандыратын, қабынуға қарсы, қоршап тұратын және шырышты сұйылту қасиеттеріне ие өсімдік. Алтейдің полисахаридтері мен шырышты заттары шырышты қабықшаларда қорғаныш қабатын қалыптастырып, олардың тітіркенуін азайтып, жөтелді жеңілдетеді.

Бұл компоненттер тыныс алу жолдарына кешенді әсер етіп, шырышты сұйылтуды жақсартады, қабынуды азайтады және шырышты қабықшаларды қорғайды [4].

### Тәжірибелік бөлім

*1. Сироп жасау үшін шөптерді таңдау.* Сиропты дайындау кезінде препараттың тағайындалуын және шөптердің қасиеттерін ескеру маңызды. Себебі сироптың негізгі тағайындалуы — жөтел мен тыныс алу жолдарының ауруларын емдеу, сондықтан алтей дәрілік, мия және эвкалипт шөптері таңдалды. Таңдалған шөптердің суреті 1-суретте берілген.



1 сурет – Таңдалған алтей дәрілік, мия және эвкалипт шөптері

## Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

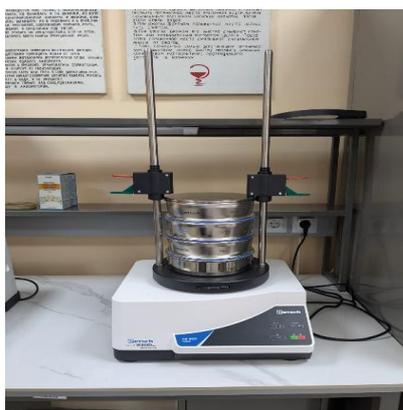
Шөптерден экстракт дайындау – сиропты жасау процесінің негізгі кезеңі, себебі дәл осы кезеңде белсенді заттар шығарылады.

2. Таңдалған шөптерді өлшеу және тазалау. Шөптерді суық сумен жуу қажет, бұл арқылы олардың бетіндегі шаң мен кірді жоюға болады. Тазалау процесі шөптердің таза және сапалы болуын қамтамасыз етеді, сондай-ақ экстракция кезінде артық ластанудан сақтайды. Таңдалған және тазартылған шөптерді M-ER Accurate маркалы электронды техникалық таразыда өлшенді (2-сурет).



2 сурет – M-ER Accurate маркалы электронды техникалық таразы.

3. Елеу. Шөптерді RETSCH маркалы елеу машинасында (лабораториялық) жүргізілді (3-сурет). Бұл процесс шөптерді ұсақ бөлшектерден тазартып, олардың біркелкі және сапалы болуын қамтамасыз етеді. Елеу арқылы тек қажетті мөлшердегі шөптер алынып, экстракция процесіне дайындалады.



3 сурет – RETSCH маркалы елеу машинасы

4. Ұнтақтау әдісі: Белсенді заттарды тиімдірек экстракциялау үшін, алтей дәрілік, мия және эвкалипт шөптерді (Retsch) MM 400 діріл диірменінде ұнтақтау процесі 4-суретте көрсетілген. (Retsch) Mm 400 діріл диірмені бұл заттың аз мөлшерін құрғақ, дымқыл және криогенді ұнтақтау үшін арнайы жасалған әмбебап зертханалық құрал. Ол бірнеше секунд ішінде ұнтақтар мен суспензияларды араластырып, гомогенизациялай алады.

RETSCH MM 400 елеу машинасы – материалдарды бөлшек өлшеміне қарай дәл және тиімді түрде жіктеуге арналған заманауи зертханалық жабдықтар. Бұл құрылғылар фармацевтика, химия, тамақ, тау-кен және құрылыс материалдары өндірісінде кеңінен қолданылады. Шарлы диірмен – шикізатты ұсақтау үшін қолданылатын құрылғы, ол материалды ұсақ дисперсиялы күйге дейін ұнтақтайды. Бұл процесс кезінде шөп цилиндрлік барабанға салынып, ұсақтау элементтерімен (металл шариктері) бірге айналып, шикізатты ұнтақтайды [4].

## Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»



4 сурет – Retsch MM 400(шарлы) діріл диірменінде ұнтақтау процесі

5. *Ультрадыбыстық экстрактор алу.* Ультрадыбыстық экстрактор STEGLER – бұл экстракция процесін жеделдету үшін ультрадыбыстың толқындарды қолданатын құрылғы (5-сурет). Ультрадыбыстық толқындар сұйықтықтағы молекулаларға тербелістер беру арқылы өсімдік материалынан активті заттарды шығару процесін жақсартады. Бұл әдіс экстракцияны тиімді әрі жылдам етеді, себебі ультрадыбысты энергия жасушалық қабырғаларды бұзып, активті ингредиенттердің бөлінуіне ықпал етеді.



5 сурет – Ультрадыбыстық экстрактор STEGLER

Әдетте, ультрадыбыстық экстрактор жоғары жиілікті дыбыс толқындарын пайдаланып, шикізатты сұйықтықтан тиімді түрде шығарады, бұл экстракцияның өнімділігін арттырады.

### 5. Шекерлі сироп жасау (емдік сироптың негізі)

Ингредиенттер:

- Қант – 200 г (әдетте ақ, бірақ дәмін күшейту үшін қоңыр қант қолдануға болады).
- Су – 200 мл (қайнатылған немесе сүзгіден өткен).
- Қосымша (қалау бойынша): Шөпті тұнба (мысалы, тимьян, түймедақ, солодка, имбирь).

Қазанды дайындау. Қанттың күйіп кетпеуі үшін түбі қалың қазан пайдаланылады.

Су мен қантты араластыру. Қазанға су мен қант қосылып, біркелкі болғанша араластырылады.

Қайнату. Қоспа қайнағаннан кейін, от ең төменгі деңгейге түсіріледі. Сироп 5-10 минут бойы баяу қайнатылып, қажетті қоюлыққа жеткізіледі. Қоюлығын арттыру үшін пісіру уақыты ұзартылады, бірақ оның карамельге айналып кетпеуіне назар аударылады.

Суыту. Сироп оттан алынып, бөлме температурасына дейін суытылады.

6. Экстракты вакуумды сүзгі арқылы сүзіп шығару

## Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»



6 сурет – Экстракты вакуумды сүзгі арқылы сүзіп шығару

*Вакуумды сүзгі* – бұл сұйық және қатты компоненттерді вакуум әсерінен сүзу немесе бөлу үшін арналған құрылғы. (6-сурет) Ол химиялық, фармацевтикалық, тамақ өнеркәсібінде және зертханалық тәжірибеде кеңінен қолданылады. Вакуумды сүзгі негізгі артықшылығы – сүзу процесін жылдамдату және қою немесе күрделі қоспалармен жұмыс істеу мүмкіндігі.

7. *Алынған массаны (бөліктерімен) қант сиропына араластыру.*

Бұл процесс сироптың құрамын біркелкі ету үшін қажет. Алынған өсімдік массасы қант сиропына бөліктермен қосылып, әр қосқаннан кейін жақсылап араластырылады. Нәтижесінде барлық компоненттер толықтай үйлесіп, белсенді заттардың тиімді бөлінуі қамтамасыз етіледі.



7 сурет – Алынған массаны (бөліктерімен) қант сиропына араластыру

Алынған емдік сиропты тоңазытқышта тұндырып қою үшін қалдырамыз. Бұл процесс сироптың құрамындағы пайдалы заттардың толық шығуын және оларды тиімді әсер етуін қамтамасыз етеді.

Алынған емдік сиропты тоңазытқышта тұндыруға қалдырады. Бұл кезең сироп құрамындағы пайдалы заттардың толық шығуын және олардың тиімді әсер етуін қамтамасыз етеді.

### *Қорытынды*

Фитокомпозиция негізінде жөтелге қарсы сироп әзірлеу тыныс алу жолдарының ауруларында кешенді терапевтік әсерді (шырышты сұйылту, қабынуға қарсы және спазмолитикалық) қамтамасыз ететін қауіпсіз әрі тиімді құрал жасауға мүмкіндік береді. Табиғи компоненттерді пайдалану жанама әсерлердің қаупін азайтуға ықпал етіп, препаратты ұзақ уақыт қолдануға және әртүрлі пациенттерге, соның ішінде балаларға және синтетикалық препараттарға жоғары сезімталдығы бар адамдарға қолайлы етеді.

## **Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»**

### Әдебиеттер тізімі

1. Грядунова Г.П. Сиропы: методикалық нұсқаулар / Г.П. Грядунова, В.Я. Лебеденко, Н.С. Сорокина; А.И. Тенцовойдің редакциясымен. – М. – 1994. – 20 б. К дәрілік сироптарға алтей сиропы, ревень, солодка, пертуссин, Доктор Мом және т.б. жатады. [Грядунова Г.П. Сиропы: методикалық нұсқаулар / Г.П. Грядунова, В.Я. Лебеденко, Н.С. Сорокина; А.И. Тенцовойдің редакциясымен. – М. – 1994. – 20 б.].
2. Қазақстан Республикасының Мемлекеттік фармакопеясы. Т. 1. – Алматы: «Жібек жолы» баспасы, 2008. – 592 б.
3. Ильина Т.А. Большая иллюстрированная энциклопедия лекарственных растений. – Издательство Эксмо, 2018.
4. Орынбасарова К.К. "Дәрілік өсімдік шикізаттарын фармакогностикалық талдау". Бұл оқу құралында дәрілік өсімдіктердің фармакогностикалық талдау әдістері мен олардың сипаттамалары қарастырылады.
5. «Қазақстан Республикасының дәрілік заттар мемлекеттік реестрі». Бұл ресми құжатта Қазақстанда тіркелген дәрілік заттар мен олардың сипаттамалары туралы ақпарат берілген.

З.Н.Берік, Ф.С.Керуенбаева, Д.И.Куандыков

### **Получение сиропа от кашля на основе фитокомпозиции**

Статья посвящена разработке сиропа от кашля на основе фитокомпозиции, включающей алтей, мяту и эвкалипт, направленного на мягкое и безопасное лечение заболеваний дыхательной системы. Проведен отбор лекарственных растений с доказанными муколитическими, противовоспалительными и спазмолитическими свойствами. Применены современные методы обработки сырья, включая ультразвуковую экстракцию, позволяющую максимально сохранить биологически активные вещества. Разработанный сироп отличается низкой токсичностью, минимальными побочными эффектами и пригоден для применения у детей и взрослых. Технология производства сиропа проста, экономически доступна и не требует агрессивных химических компонентов. Полученное средство может эффективно использоваться при лечении различных форм кашля и воспалительных заболеваний дыхательных путей, способствуя укреплению интереса к фитотерапии и натуральным препаратам. Препарат отвечает требованиям современной фармацевтики по безопасности и эффективности.

*Ключевые слова:* фитокомпозиция, кашель, сироп, алтей, мята, эвкалипт, натуральное, экстракт, противовоспалительное, терапия.

Z.N. Berik, F.S. Keruenbayeva, D.I. Kuandykov

### **Development of an Antitussive Syrup Based on a Phytocomposition**

The article presents the development of an herbal antitussive syrup based on a phytocomposition comprising marshmallow root, licorice, and eucalyptus. These plants were selected for their proven expectorant, anti-inflammatory, and antispasmodic properties. Modern processing techniques, including ultrasonic extraction, were applied to ensure maximum yield of bioactive compounds. The resulting syrup is natural, safe, and suitable for both children and adults, with minimal risk of side effects. The production method is simple, cost-effective, and does not involve harmful chemicals. The syrup can be effectively used to treat various types of cough and respiratory inflammation, meeting the growing demand for plant-based therapies. This development contributes to expanding the range of natural remedies in modern pharmacotherapy and supports the integration of herbal medicine into standard healthcare practices.

**Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»**

*Keywords:* phytocomposition, cough, syrup, marshmallow, licorice, eucalyptus, natural, extract, anti-inflammatory, therapy.

References

1. Gryadunova G.P. Siropy: metodikalik nuskauar / G.P. Gryadunova, V.Ya. Lebedenko, N.S. Sorokina; A.I. Tentsovaiddiң redaktsiyasymen. – М. – 1994. – 20 б. К дарилік сироптарға алтеи сиропы, ревен', солодка, Pertussin, Доктор Мом және т.б. зһатady. [Gryadunova G.P. Siropy: metodikalik nuskauar / G.P. Gryadunova, V.Ya. Lebedenko, N.S. Sorokina; A.I. Tentsovaiddiң redaktsiyasymen. – М. – 1994. – 20 б.].
2. Qazaqstan Respublikasynyn Memlekettik farmakopeyasы. Т. 1. – Almaty: "Zhibek zholy" baspasy, 2008. – 592 б.
3. Il'ina T.A. Bol'shaya illiustrirovannaya entsiklopediya lekarstvennykh rastenii. – Izdatel'stvo Eksmo, 2018.
4. Orynbasarova K.K. "Darilik osimdik shikizattaryn farmakognostikalyk taldau". Bul oku ku'ralynda darilik osimdikterdin farmakognostikalyk taldau adisteri men olardyn sipattamalary karastyrylady.
5. «Qazaqstan Respublikasynyn darilik zattar memlekettik reestri». Bul resmi ku'zhatta Qazaqstanda tirkelgen darilik zattar men olardyn sipattamalary turaly akparat berilgen.

## Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

МРНТИ 31.31.35  
УДК: 66.092-977

DOI [10.53002/058](https://doi.org/10.53002/058)

Г.М.Жуманазарова<sup>1</sup>, Е.Б.Наукенова<sup>2</sup>, С.Байгонысова<sup>2</sup>, А.Арызқұлова<sup>2</sup>, Е.Жайлау<sup>2</sup>,  
А.Ж.Сарсенбекова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Карагиндинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан

<sup>2</sup>Карагиндинский университет имени Е.А. Букетова, Караганда, Казахстан

(E-mail: chem\_akmaral@mail.ru)

### Исследование кинетики термического распада сополимеров

В данной статье представлен кинетический анализ термического разложения полимерного материала на основе численного моделирования и применения метода Коатса-Редферна. Основное внимание уделено модели трёхмерной диффузии (D3), которая предполагает ограничение скорости реакции диффузией продуктов из объёмной сетчатой структуры. Для повышения достоверности полученных результатов использован метод Монте-Карло с проведением 100 итераций, включающих случайные вариации степени превращения  $\alpha$ . Результаты аппроксимации экспериментальных данных, демонстрируют высокую степень соответствия модели D3, подтверждая её применимость к описанию термодеструкции исследуемого сополимера. Проведённый численный анализ позволил подтвердить устойчивость кинетических параметров и надёжность модели при варьировании условий разложения.

*Ключевые слова:* термическое разложение, кинетический анализ, метод Коатса–Редферна, диффузионная модель D3, метод Монте-Карло, степень превращения, численное моделирование, сополимер, гидрогель, термодеструкция.

#### Введение

Кинетический анализ процессов термического разложения полимерных и композитных материалов представляет собой важное направление современной физико-химической науки, поскольку позволяет глубже понять механизмы деструкции и прогнозировать термическую стабильность материалов. Особенно актуальным данный подход становится при исследовании новых функциональных материалов, таких как гидрогели и сополимеры, применяемые в биомедицине, сорбционных системах и в качестве интеллектуальных носителей.

Описание термической деструкции таких структур требует применения не только экспериментальных, но и численных методов, позволяющих повысить точность и воспроизводимость определения кинетических параметров.

В рамках настоящей работы основное внимание уделено моделированию процесса термодеструкции с применением метода Коатса-Редферна и последующей верификацией модели с помощью численного метода Монте-Карло.

Особый акцент сделан на модели трёхмерной диффузии (D3), предполагающей, что скорость реакции лимитируется диффузией продуктов разложения из объёмной структуры. Такая модель особенно релевантна для описания деградации полимерных сетчатых материалов.

Для оценки устойчивости и статистической достоверности полученных кинетических параметров выполнено 100 итераций моделирования с зашумлёнными значениями степени превращения  $\alpha$ . Полученные результаты демонстрируют высокую воспроизводимость и надёжность выбранного подхода, что делает модель D3 предпочтительной для описания исследуемого процесса.

Настоящее исследование направлено на комплексное подтверждение применимости данной кинетической модели для рассматриваемого полимерного материала.

## Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

### Основная часть

В рамках исследования была проведена численная симуляция методом Монте-Карло, в ходе которой было выполнено 100 итераций для оценки статистической устойчивости полученных кинетических параметров. На рисунке 1 представлены кривые Коатса-Редферна, построенные для модели трёхмерной диффузии (D3). На графике (а) показана аппроксимация экспериментальных данных: сплошная линия – исходные значения, пунктирная линия – результат аппроксимации методом моделирования методом Монте-Карло (1 итерация). На графике (б) представлены результаты моделирования методом Монте-Карло (5 итераций из 100), демонстрирующие устойчивость модели D3 при варьировании степени превращения  $\alpha$ . Совокупность кривых показывает воспроизводимость и надёжность полученных кинетических параметров.

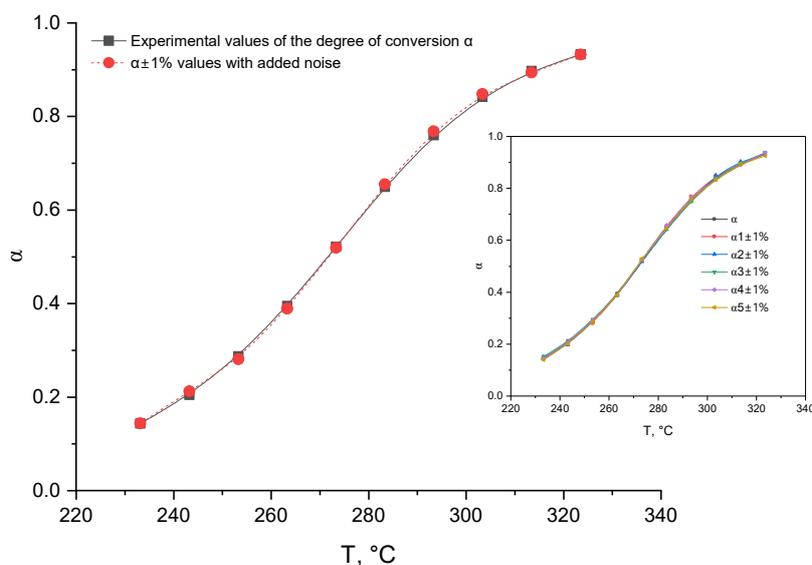


Рисунок 1. Сравнение исходных и «зашумлённых» значений степени превращения  $\alpha$ .  
 Черные точки и линия – исходные экспериментальные значения;  
 красные точки и пунктирная линия – значения  $\alpha$  с добавленным «шумом» ( $\pm 1\%$ ).

На представленном рисунке 5 отображены результаты моделирования кинетической зависимости по методу Коатса-Редферна, основанные на модели D3, соответствующей механизму трёхмерной диффузии.

Данный график (рисунок 5) служит наглядной демонстрацией корректности выбора кинетической модели:

- Хорошее совпадение аппроксимированной кривой с экспериментальными точками указывает на высокую адекватность модели и соответствие реальному термодеструктивному процессу.

- Модель D3 предполагает, что скорость реакции ограничивается диффузией вещества из трёхмерной матрицы, что характерно для полимерных и сшитых структур, таких как исследуемые гидрогели.

- Проведённые 100 итераций по методу Монте-Карло с «зашумлёнными» значениями  $\alpha$  подтверждают устойчивость и воспроизводимость модели, демонстрируя минимальный разброс между итерациями.

Таким образом, данный график (рисунок 2) позволяет не только визуализировать качество аппроксимации, но и служит основанием для выбора диффузионной модели D3 как предпочтительной в описании процесса термодеструкции исследуемого сополимера.

**Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»**

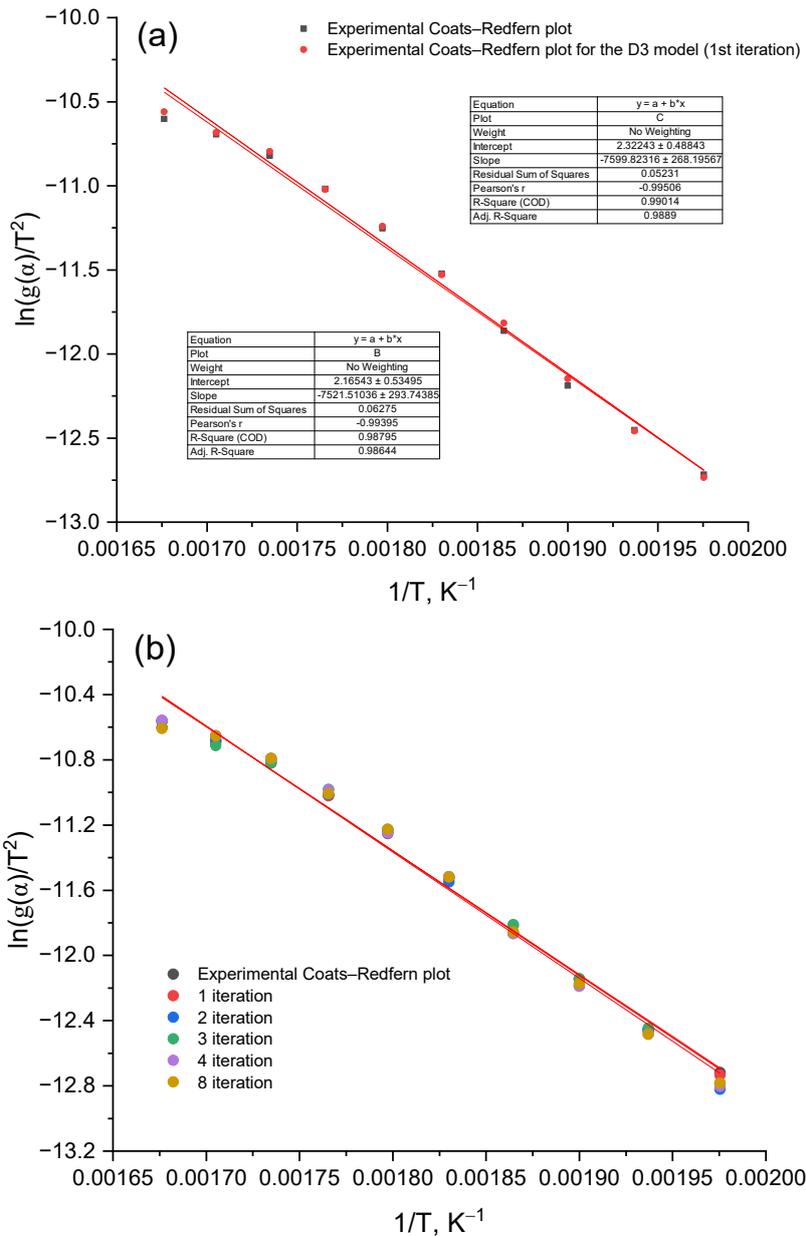


Рисунок 2. Кривые Коатса–Редферна для модели диффузии D3, полученные методом Монте-Карло: (а) – экспериментальная кривая; (б) – результаты пяти независимых итераций моделирования

На рисунке 3 представлены Q–Q графики для параметров энергии активации ( $E_a$ ) и логарифма предэкспоненциального множителя ( $\ln A$ ), рассчитанных методом Монте-Карло (100 итераций) по уравнению Коатса–Редферна для модели A2 (кинетическая модель второго порядка реакции), A3 (модель третьего порядка реакции) и D3 (трёхмерная диффузия). Данные графики позволяют визуально оценить, насколько распределения вычисленных значений соответствуют нормальному распределению. Плотное расположение точек вдоль диагонали свидетельствует о высокой степени нормальности выборки, что важно для корректности статистической интерпретации результатов. Q–Q график (рисунок 6, а, с, е) для энергии активации ( $E_a$ ) (слева) показывает незначительные отклонения только на концах распределения, что может быть связано с граничными значениями  $\alpha$ . Q–Q график (рисунок 6, b, d, f) для  $\ln A$  (справа) демонстрирует практически идеальное соответствие теоретическим квантилям, что подтверждает устойчивость и воспроизводимость модели.

Таким образом, данные графики подтверждают корректность применения метода Монте-Карло и адекватность статистических допущений при моделировании кинетических параметров.

**Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»**

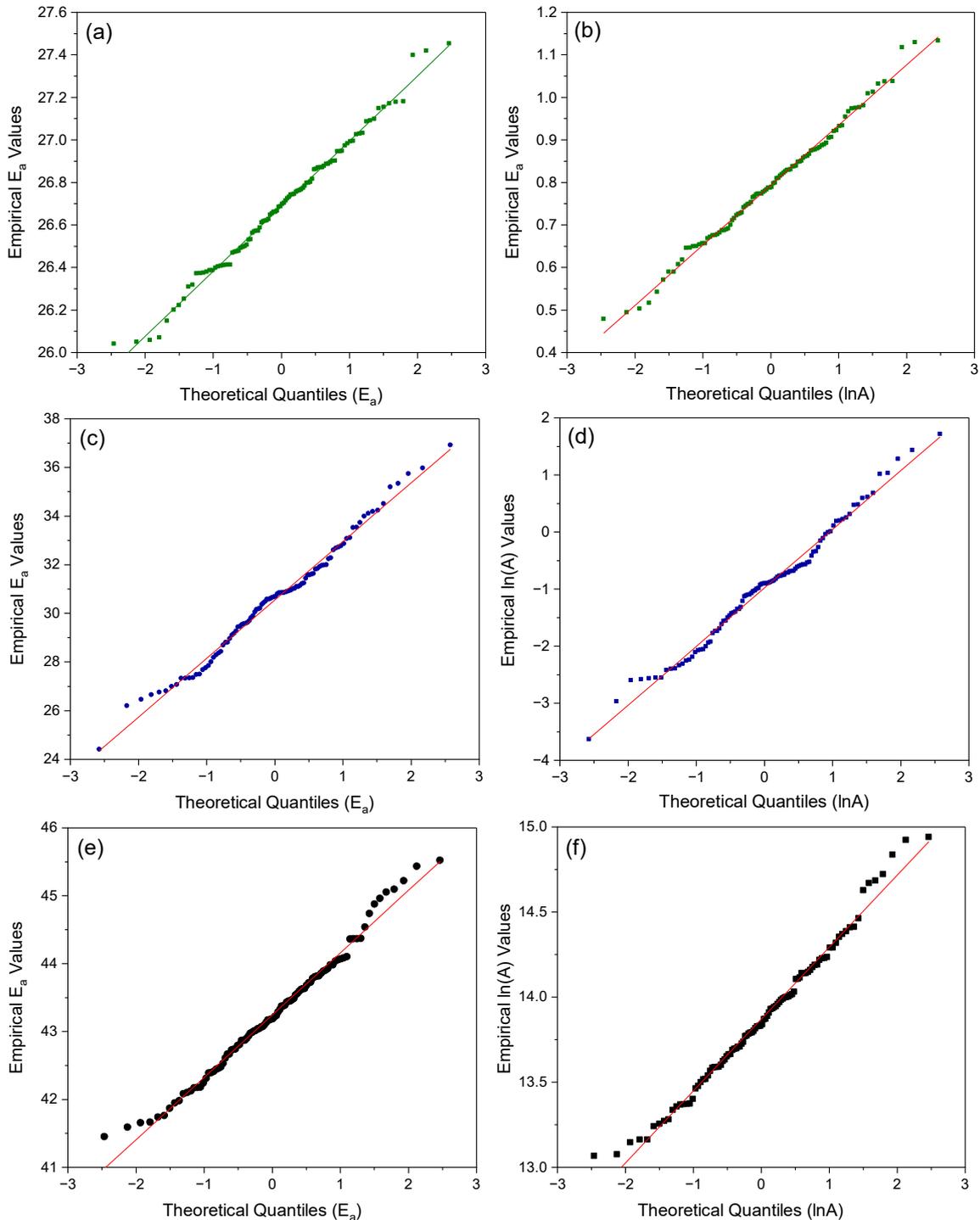


Рисунок 3. Нормальные Q–Q графики для энергии активации ( $E_a$ ) и предэкспоненциального множителя ( $\ln A$ ), полученные на основе 100 итераций метода Монте-Карло с использованием уравнения Коатса–Редферна для следующих моделей: A2 (a, b); A3 (c, d); D3 (e, f)

Для оценки стабильности и достоверности расчетных кинетических параметров, таких как энергия активации ( $E_a$ ) и логарифм предэкспоненциального множителя ( $\ln A$ ), были построены гистограммы их распределения на основе 100 итераций метода Монте-Карло (Рисунок 4).

Как видно из левой панели, значения энергии активации демонстрируют распределение, близкое к нормальному, с выраженным максимумом и незначительной асимметрией, что указывает на высокую

**Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»**

устойчивость расчетов и низкий уровень статистической неопределенности. Правая панель отражает аналогичный характер распределения для параметра  $\ln A$ , также характеризующегося небольшой дисперсией и симметрией.

Таким образом, полученные распределения подтверждают воспроизводимость результатов и корректность применённого подхода, что позволяет использовать средние значения  $E_a$  и  $\ln A$  в качестве надёжных кинетических характеристик исследуемой термодеструкции сополимера.

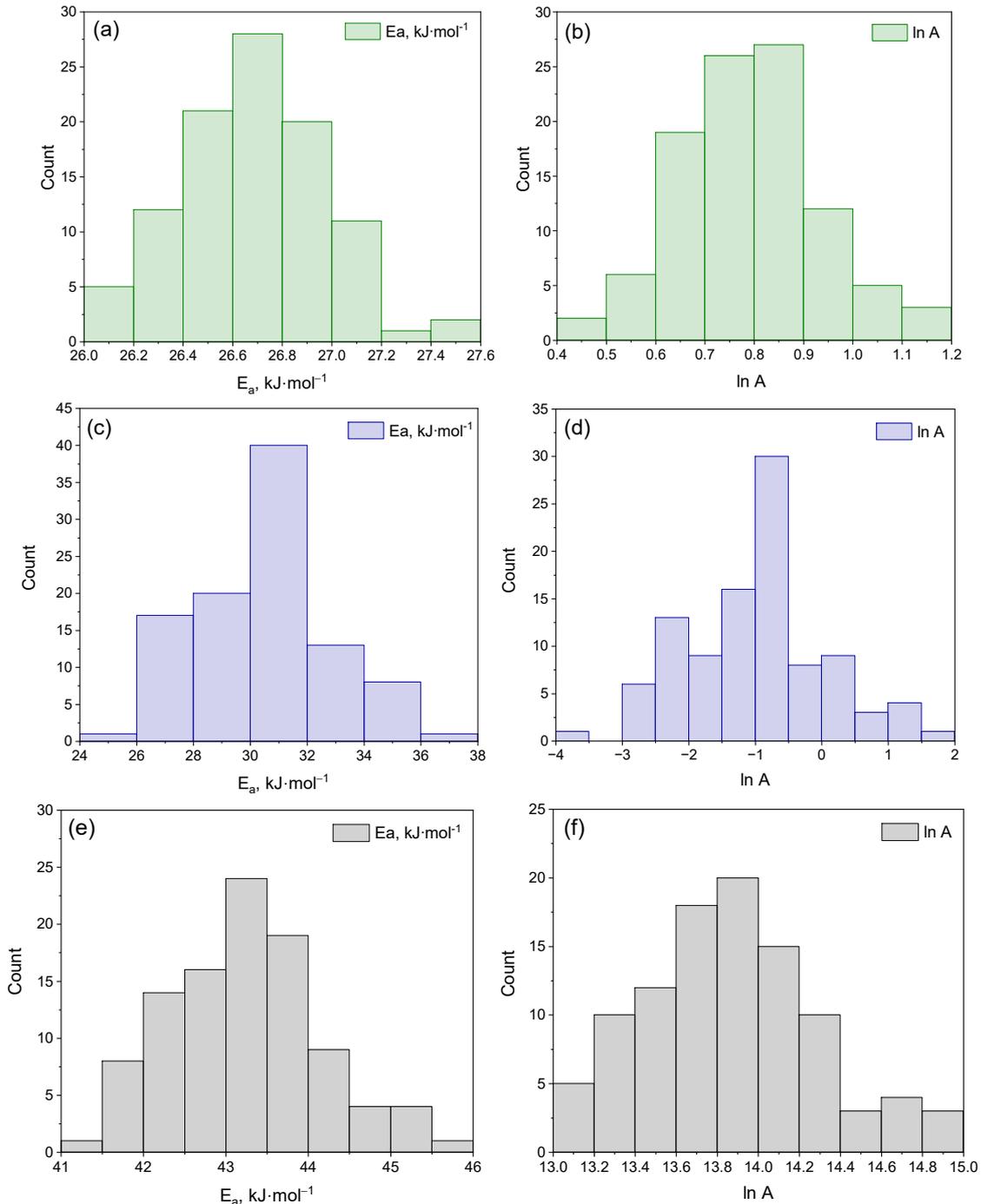


Рисунок 4. Гистограммы распределений энергии активации ( $E_a$ ) и логарифма предэкспоненциального множителя ( $\ln A$ ), полученные методом Монте-Карло (100 итераций) для моделей: A2 (a, b); A3 (c, d); D3 (e, f).

Ось X: – для левых диаграмм:  $E_a$ ,  $\text{кДж}\cdot\text{моль}^{-1}$ , – для правых диаграмм:  $\ln A$ .

Ось Y: Частота (Count)

## Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

Как следует из данных таблицы 1, на основе 100 итераций Монте-Карло, проведённых по методу Коатса–Редферна, были получены статистически обоснованные значения энергии активации ( $E_a$ ) и логарифма предэкспоненциального множителя ( $\ln A$ ) для трёх моделей: A2, A3 и D3.

Модель A2 характеризуется наименьшим средним значением энергии активации (26.69 кДж·моль<sup>-1</sup>) и предэкспоненциального множителя ( $\ln A = 0.79$ ), а также минимальной дисперсией ( $SD = 0.30$  и  $0.14$  соответственно), что свидетельствует о высокой воспроизводимости результатов и устойчивости аппроксимации.

Модель A3, напротив, демонстрирует значительно более широкий диапазон значений, с  $SD$  для  $E_a$  равным 2.41 и для  $\ln A - 1.03$ , что отражает чувствительность модели к входным данным и повышенную вариативность. Тем не менее, средние значения ( $E_a = 30.56$  кДж·моль<sup>-1</sup>,  $\ln A = -0.98$ ) могут указывать на другие особенности механизма разложения.

Модель D3 показывает наиболее высокие значения энергии активации ( $E_a = 43.25$  кДж·моль<sup>-1</sup>) и  $\ln A$  (13.87), при этом стандартные отклонения остаются умеренными ( $SD = 0.91$  и  $0.42$  соответственно), что позволяет говорить о надёжности результатов при интерпретации трёхмерной диффузионной модели.

Анализ коэффициентов асимметрии и эксцесса подтверждает близость распределений параметров к нормальному закону во всех трёх моделях. Таким образом, полученные статистические оценки не только подтверждают стабильность численного метода, но и позволяют сопоставить эффективность и применимость различных кинетических моделей при анализе термодеструкции исследуемых сополимеров.

Таблица 1

Сводная статистика значений энергии активации ( $E_a$ ) и логарифма предэкспоненциального множителя ( $\ln A$ ), полученных по методу Коатса–Редферна на основе 100 итераций Монте-Карло для модели: A2; A3; D3

Параметр	Среднее значение	Стандартное отклонение	Минимум	Максимум	Медиана	Коэффициент асимметрии	Эксцесс
Модель A2							
$E_a$ , кДж·моль <sup>-1</sup>	26.6899	0.3031	26.0418	27.4542	26.6933	0.1038	-0.1591
$\ln A$ , мин <sup>-1</sup>	0.7942	0.1397	0.4789	1.1334	0.7888	0.1072	-0.1071
Модель A3							
$E_a$ , кДж·моль <sup>-1</sup>	30.5603	2.4133	24.4084	36.9186	30.6870	0.1544	-0.1088
$\ln A$ , мин <sup>-1</sup>	-0.9758	1.0316	-3.6315	1.7180	-0.9024	0.1664	-0.0718
Модель D3							
$E_a$ , кДж·моль <sup>-1</sup>	43.2458	0.9095	41.4498	45.5230	43.1843	0.2956	-0.1832
$\ln A$ , мин <sup>-1</sup>	13.8732	0.4192	13.0674	14.9400	13.8357	0.3361	-0.1180

На рисунке 5 представлены диаграммы размаха (Box Plot), демонстрирующие распределения значений энергии активации ( $E_a$ ) и логарифма предэкспоненциального множителя ( $\ln A$ ), полученных в результате 100 итераций моделирования по методу Монте-Карло с использованием уравнения Коатса–Редферна для моделей A2, A3 и D3.

Графики позволяют визуально оценить медианные значения, межквартильный размах, симметрию распределений и наличие выбросов. Модель A2 демонстрирует наиболее компактное распределение как по  $E_a$ , так и по  $\ln A$ , что подтверждает устойчивость полученных значений и высокую воспроизводимую. Модель D3 также характеризуется стабильными результатами, однако имеет более высокие средние значения параметров.

Наибольший разброс наблюдается в данных модели A3, что подтверждает выводы из сводной статистики (см. Таблица 1) и может указывать на чувствительность данной модели к небольшим

## Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

флуктуациям входных данных. Выбросы, зафиксированные для А3, особенно по  $\ln A$ , свидетельствуют о возможной неоднородности поведения этой модели на определённых участках температурной зависимости.

Таким образом, представленные диаграммы наглядно демонстрируют различия в надёжности и устойчивости кинетических параметров в зависимости от выбранной модели, что может быть учтено при выборе оптимального механизма для описания термодеструкции полимеров.

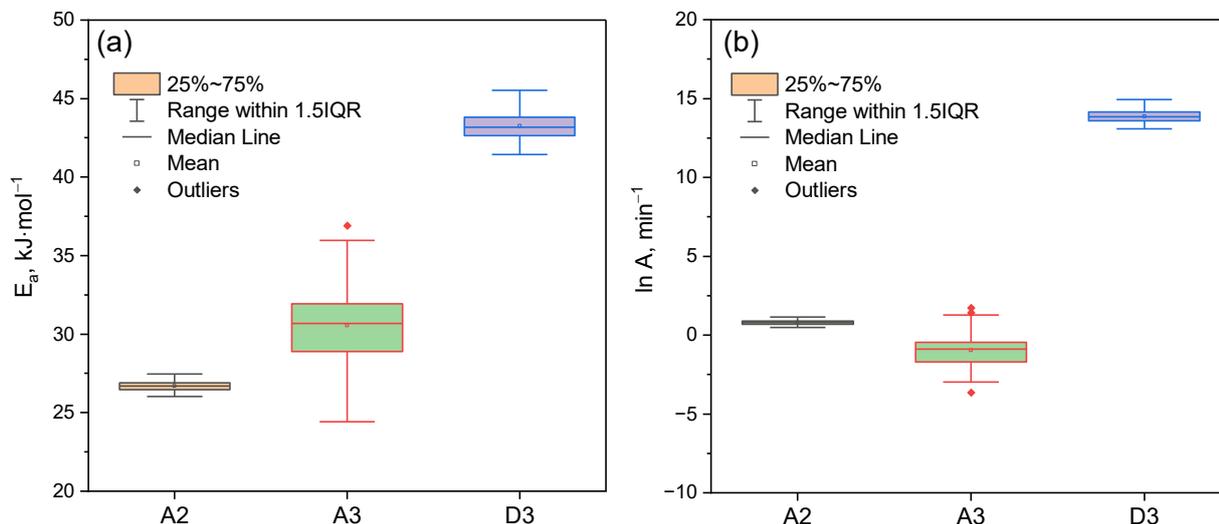


Рисунок 5. Сравнение распределений энергии активации ( $E_a$ ) для различных кинетических моделей: A2; A3; D3

### Заключение

Анализ различий между моделями A2, A3 и D3 показал, что для оценки различий между значениями энергии активации ( $E_a$ ), полученными при применении различных кинетических моделей (A2, A3 и D3), был проведён однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA). Результаты анализа показали:

- F-статистика = 3336.60
- p-значение =  $3.04 \times 10^{-204}$

Полученное p-значение значительно ниже порогового уровня значимости ( $p < 0.05$ ), что свидетельствует о статистически значимых различиях между группами. Таким образом, выбор кинетической модели оказывает существенное влияние на вычисленные значения энергии активации, что подчёркивает необходимость корректного выбора модели при интерпретации термогравиметрических данных.

### Список литературы

1. Аткинс П., Де Паула Дж. Физическая химия. – 10-е изд. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2020. – 1100 с.
2. Кузнецов В.А., Жолтовский Б.Д. Курс химической кинетики. – М.: Химия, 2018. – 456 с.
3. Wiley-Interscience. – 1998. – 706 с.
4. Ролингс Дж., Пантула С.Г., Дики Д.А. Прикладной регрессионный анализ: инструмент исследования. – Springer, 2001. – 440 с.
5. Seber G.A.F., Wild C.J. Нелинейная регрессия. – Wiley, 2003. – 800 с.
6. Джеймс Г., Виттен Д., Хасты Т., Тибширани Р. Введение в статистическое обучение. – Springer, 2013. – 426 с.
7. Монтомгери Д.С., Рангер Дж.С. Прикладная статистика и теория вероятностей для инженеров. – 7-е изд. – Wiley, 2018. – 816 с.

## Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

Г.М.Жуманазарова, С. Д.Макашева, А. Б. Советбекова, А. Ж. Кан., А.Ж.Сарсенбекова

### Термиялық ыдыраудың кинетикасы мен модельдеуі: ABS әдісі және полиномиалдық аппроксимация

Бұл жұмыста полимерлі материалдың термиялық ыдырау процесінің кинетикалық талдауы сандық модельдеу және Коатс–Редферн әдісін қолдану арқылы жүргізілді. Зерттеудің негізгі мақсаты – үшөлшемді диффузиялық модель (D3) негізінде термодеструкция механизмін сипаттау. Кинетикалық параметрлердің статистикалық орнықтылығын бағалау үшін Монте-Карло әдісімен 100 итерация орындалды, мұнда түрлену дәрежесіне ( $\alpha$ ) кездейсоқ өзгерістер енгізілді. Аппроксимация нәтижелері эксперименттік деректермен жақсы сәйкестікті көрсетті және модельдің сенімділігін растады. Алынған мәліметтер D3 моделінің зерттеліп отырған сополимердің термиялық тұрақтылығын сипаттау үшін жарамды екенін дәлелдейді.

*Түйіндемe сөздер:* термиялық ыдырау, кинетикалық талдау, Коатс–Редферн әдісі, D3 диффузиялық моделі, Монте-Карло әдісі, түрлену дәрежесі, сандық модельдеу, сополимер, гидрогель, термодеструкция.

G.M.Zhumanazarova, S.D.Makasheva, A.B.Sovetbekova, A.Zh.Kan, A.Zh. Sarsenbekova

### Kinetics and Modeling of Thermal Decomposition: ABS Method and Polynomial Approximation

This study presents a kinetic analysis of the thermal decomposition of a polymeric material using numerical simulation and the Coats-Redfern method. The focus is on the three-dimensional diffusion model (D3), which reflects the diffusion-limited reaction mechanism within a volumetric structure. To evaluate the statistical stability of the kinetic parameters, the Monte Carlo method was applied with 100 iterations involving random variation of the conversion degree  $\alpha$ . The approximation results demonstrated good agreement with experimental data, confirming the reliability of the model. The findings support the applicability of the D3 model for describing the thermal stability of the studied copolymer.

*Keywords:* thermal decomposition, kinetic analysis, Coats–Redfern method, D3 diffusion model, Monte Carlo method, conversion degree, numerical simulation, copolymer, hydrogel, thermodestruction.

#### References

1. Atkins P., De Paula Dzh. *Fizicheskaya khimiya*. – 10-e izd. – M.: BINOM. Laboratoriya znaniy, 2020. – 1100 s.
2. Kuznetsov V.A., Zholtoivskiy B.D. *Kurs khimicheskoy kinetiki*. – M.: Khimiya, 2018. – 456 s.
3. *Wiley-Interscience*. – 1998. – 706 s.
4. Rolings Dzh., Pantula S.G., Diki D.A. *Prikladnoy regressyonnyy analiz: instrument issledovaniya*. – Springer, 2001. – 440 s.
5. Seber G.A.F., Wild C.J. *Nelineynaya regressiya*. – Wiley, 2003. – 800 s.
6. Dzheymys G., Vitten D., Khasti T., Tibshirani R. *Vvedenie v statisticheskoye obuchenie*. – Springer, 2013. – 426 s.
7. Montgomery D.S., Ranger Dzh.S. *Prikladnaya statistika i teoriya veroyatnostey dlya inzhenerov*. – 7-e izd. – Wiley, 2018. – 816 s.

## **Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»**

МРНТИ 31.31.35  
УДК: 66.095.2

DOI [10.53002/059](https://doi.org/10.53002/059)

С.Д.Макашева<sup>1</sup>, А.Б.Советбекова<sup>1</sup>, А.Ж.Кан<sup>1</sup>, А.Ж. Сарсенбекова<sup>1</sup>, Ф.С.Керуенбаева<sup>2</sup>,  
Г.М.Жуманазарова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Карагандинский университет имени Е.А. Букетова, Караганда, Казахстан  
(E-mail: chem\_aktaral@mail.ru)*

<sup>2</sup> *Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан  
(E-mail: g.zhumanazarova@ttu.edu.kz)*

### **Кинетика и моделирование термического разложения: метод ABS и полиномиальная аппроксимация**

В данной работе проведён кинетический анализ термического разложения вещества при различных скоростях нагрева ( $q = 2.5; 5.0$  и  $7.5 \text{ К}\cdot\text{мин}^{-1}$ ). На рисунке 1 представлены зависимости степени превращения  $\alpha$  от времени, полученные экспериментально и расчётным путём. Для определения порядка реакции  $n$  использован метод ABS при значениях  $n = 0.5; 0.75$  и  $1.1$ . Для верификации модели рассчитанные термограммы (ТГ) сопоставлены с экспериментальными данными с использованием полиномиального приближения (уравнение 5), и показано, что аппроксимация удовлетворительно воспроизводит поведение текущей массы образца. Полученные результаты подтверждают применимость выбранного кинетического подхода и адекватность описания экспериментальных данных, особенно при  $n = 0.5$ .

*Ключевые слова:* термическое разложение, кинетический анализ, порядок реакции, метод ABS, скорость нагрева, термограмма, аппроксимация, степень превращения, энергия активации, полиномиальное уравнение.

#### *Введение*

Химическая кинетика представляет собой раздел физической химии, изучающий скорость химических реакций, их механизм и влияние различных факторов на протекание этих процессов. В современном научно-техническом контексте данная область имеет ключевое значение для повышения эффективности производства, контроля качества продукции, соблюдения требований безопасности и экологической устойчивости. Особенно актуальной она становится в таких сферах, как переработка полимеров, нефтехимия, фармацевтика и охрана окружающей среды.

Для описания сложных и многостадийных реакций широко применяются методы математического моделирования и регрессионного анализа. С их помощью определяются важнейшие кинетические параметры: константа скорости реакции, энергия активации, порядок реакции и предэкспоненциальный фактор. В данной работе рассматривается методика регрессионного анализа как инструмент исследования процесса термической деструкции полимерных систем.

Настоящее исследование представляет собой научно-практическую работу, направленную на описание термических свойств полимеров с использованием современных методов химической кинетики.

#### *Методы исследования*

На рисунке 1 представлены кривые зависимости  $\alpha$  от  $t$  при различных скоростях нагрева ( $q=2.5; 5.0$  и  $7.5 \text{ К}\cdot\text{мин}^{-1}$ ). Для определения параметра  $n$  использовался метод ABS, который был применен для значений  $0.5; 0.75$  и  $1.1$ . С целью проверки корректности полученных данных была предпринята попытка сопоставить экспериментальные кривые термограммы (ТГ) с расчетными, используя уравнение:

## Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

$$y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots + a_{n-1}x^{n-1} \quad (5)$$

Как видно из рисунка 1, значения текущей массы образца, рассчитанные по формуле (5), имеют удовлетворительное соответствие с экспериментальными данными. Аналогичная картина наблюдается и для других значений скоростей нагрева.

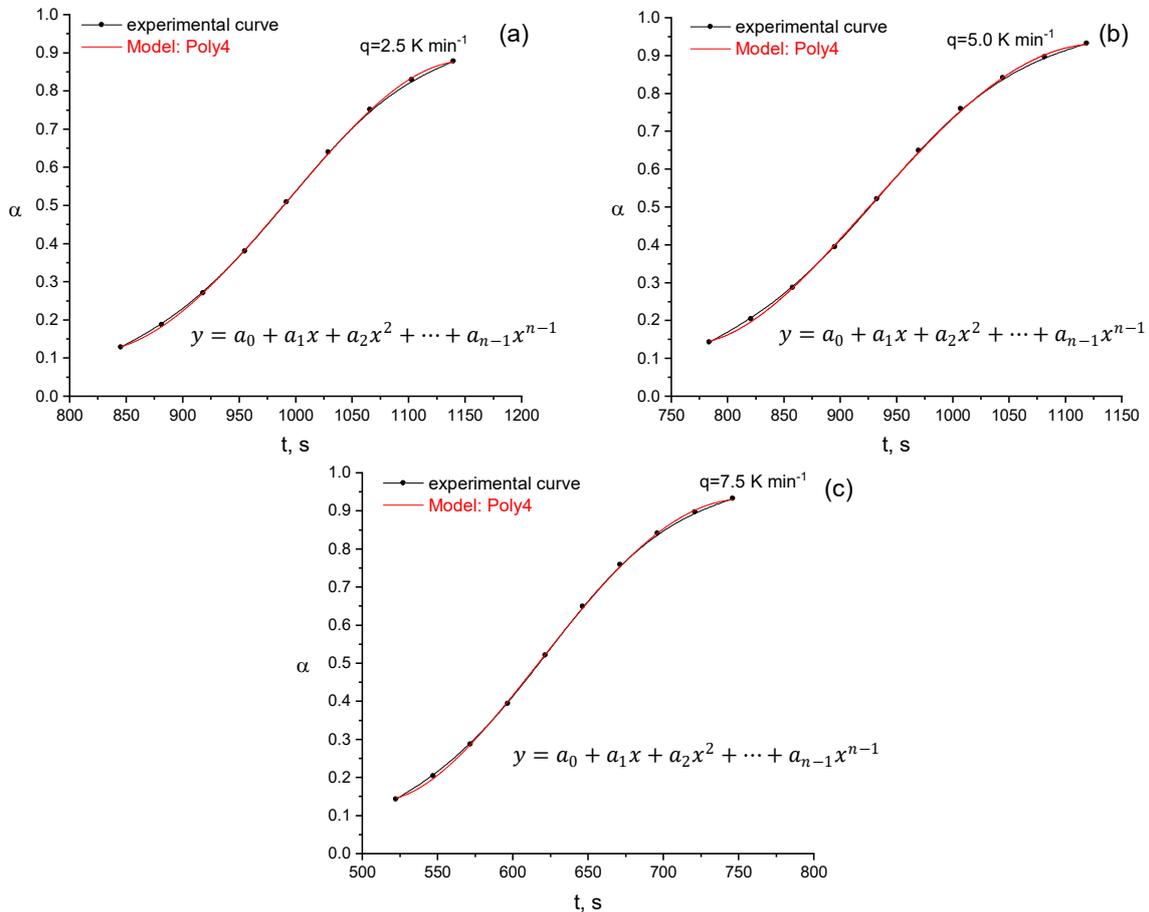


Рисунок 1—Зависимости  $\alpha$  от  $t$  при различных скоростях нагрева  $q=2.5$  (a);  $5.0$  (b) и  $7.5$  (c) К мин<sup>-1</sup> для сополимера п-ПГФФ:АК (6.77:93.23)

На рисунке 2 представлена графическая зависимость величины  $X$  от температуры при различных значениях степени  $n$  (0.5, 0.75 и 1.1) с использованием расчетных методов АВС. Величина  $X$  определяется уравнением  $X = \log\left(\frac{d\alpha}{dT} \cdot \frac{1}{(1-\alpha)^n}\right)$ , где  $\frac{d\alpha}{dT}$  — производная степени превращения  $\alpha$  по температуре  $T$ . Как видно из рисунка 1, при низких значениях  $n$  ( $n=0.5$ ) кривая становится более полой, что говорит о более медленном процессе деструкции с ростом температуры и, следовательно, требует большего времени. При  $n=0.75$  ( $n \rightarrow 1$ ) эффект выражения  $(1-\alpha)^n$  начинает проявляться более явно. Увеличение температуры приводит к заметному изменению параметра  $X$  (рисунок 2). Это связано с тем, что при данном значении  $n$  производная  $\frac{d\alpha}{dT}$  становится значительной по сравнению с тем, как быстро  $(1-\alpha)$  стремится к нулю. Следовательно, реакция демонстрирует повышенную чувствительность к изменениям условий.

**Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»**

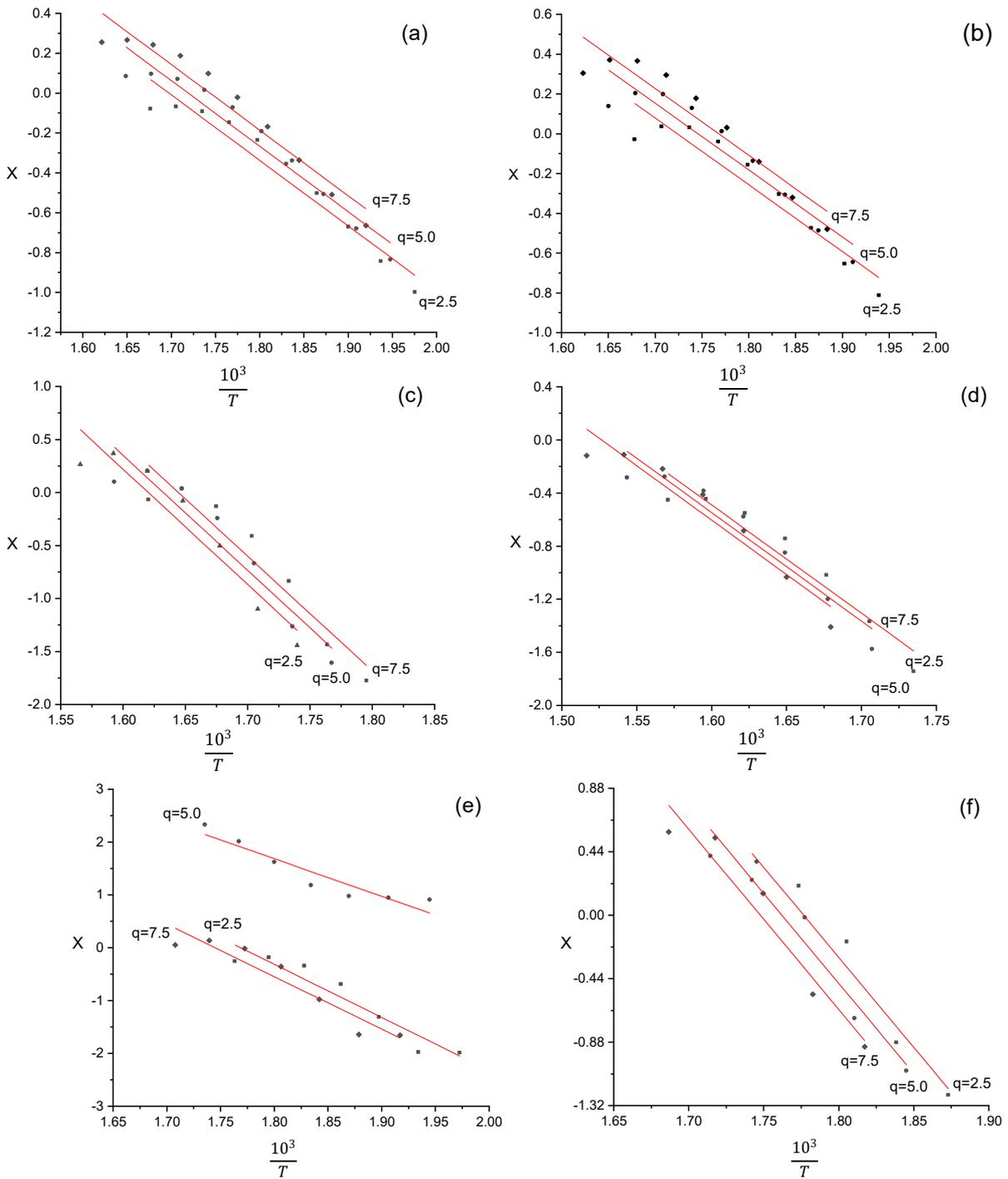


Рисунок 2 – Графическая зависимость  $X$  от температуры при различных значениях  $n$  (0.5; 0.75 и 1.1), расчетные методы АВС

Рисунок 3 описывает графическую зависимость параметра  $Y$  от температуры  $T$  при различных значениях  $n$ , а именно 0.5, 0.75 и 1.1, с использованием расчетных методов CR. Параметр  $Y$  определяется как

$$Y = \log \frac{1 - (1 - \alpha)^n}{T^2/2} \quad \text{или} \quad Y = \log \left[ - \frac{\log(1 - \alpha)}{T^2} \right]$$

**Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»**

Для значений  $n=0.5$ ,  $n=0.75$  и  $n=1.1$  наблюдаются различные тренды, отражающие характер зависимости параметра  $Y$  от температуры  $T$  при различных  $q=2.5$ ; 5.0 и 7.5 К мин<sup>-1</sup> (рисунок 3).

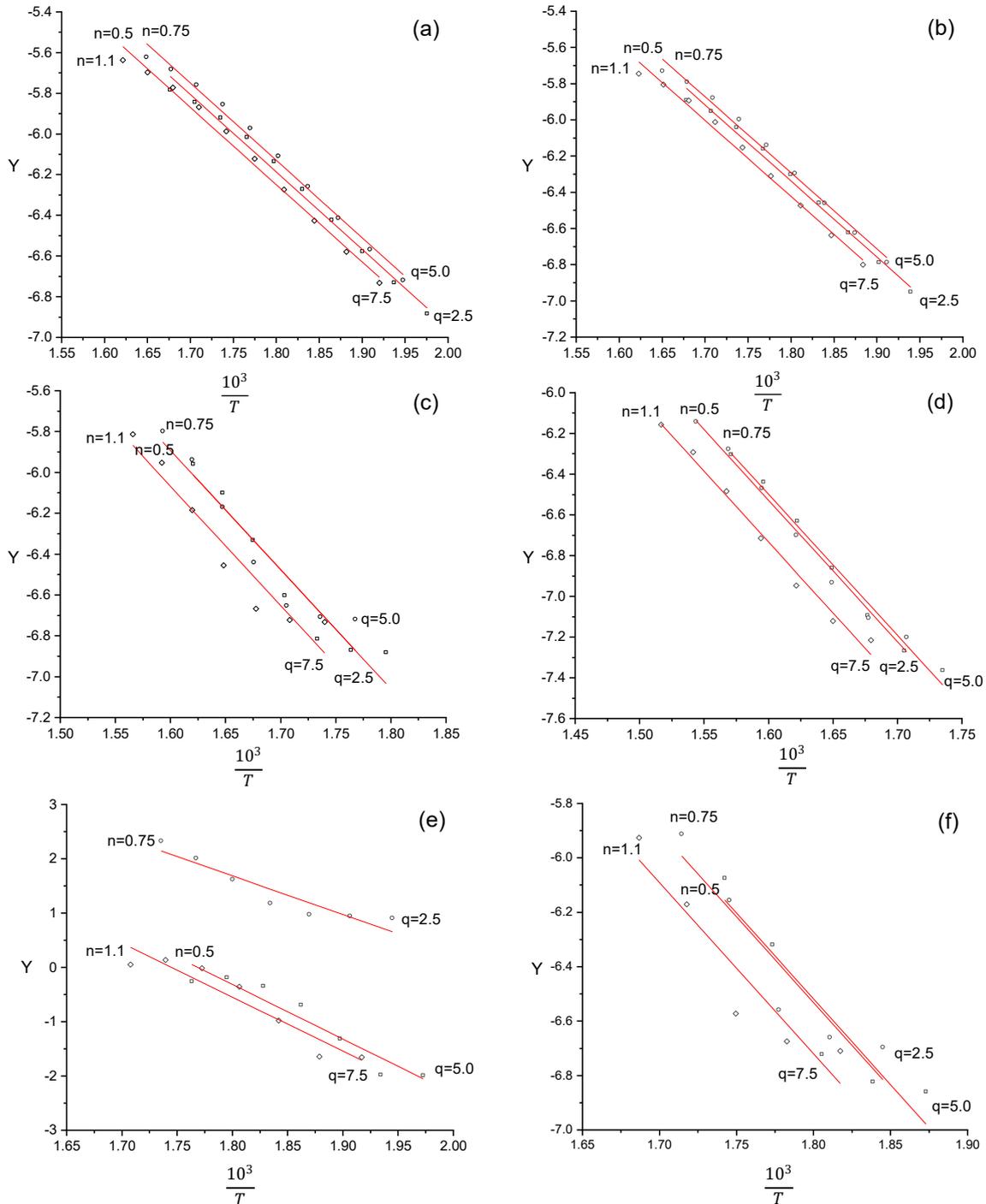


Рисунок 3 – Графическая зависимость  $Y$  от температуры при различных значениях  $n$  (0.5; 0.75 и 1.1), расчетные методы CR

В таблице 1 приведены значения энергии активации и предэкспоненциального множителя, полученные с использованием метода линейной регрессии для прямых линий, представленных на рисунке 2. Метод CR также был применён для тех же значений  $n$ . Наблюдалось, что экспериментальные данные соответствуют порядку  $n=0.5$ , в то время как для  $n=0.75$  и 1.1 полученные кривые имеют другие характеристики (в качестве примера, результаты для скоростей нагрева  $q=2.5$ ;

## **Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»**

5.0 и 7.5 К·мин<sup>-1</sup> представлены на рисунке 3). Как видно из таблицы 1, энергия активации хорошо соответствует значениям полученными с помощью изоконверсионных методов.

Таблица 1

Результаты деструкции, полученные при различных значениях степени превращения (пределах 0.10  $\leq \alpha \leq 0.90$ ) для сополимера п-ПГФФ:АК (6.77:93.23)

Метод	$q/K \text{ мин}^{-1}$	$T_0/K$	$n$	$E/кДж \text{ моль}^{-1}$	$Z/\text{мин}^{-1}$
ABS	2.5	506.20	1/2	62.84±0.28	2.65·10 <sup>2</sup> ±0.51
	5.0	513.42	1/2	62.88±0.28	2.85·10 <sup>2</sup> ±0.50
	7.5	520.85	1/2	62.94±0.28	3.11·10 <sup>2</sup> ±0.50
CR	2.5	506.20	1/2	72.77±0.12	1.94± 0.22
	5.0	513.42	1/2	72.66±0.12	2.03± 0.22
	7.5	520.85	1/2	72.58±0.12	1.79± 0.21
Isothermal				60.47± 0.15	3.45·10 <sup>2</sup> ± 0.56

### *Заключение*

Анализ экспериментальных данных показал, что термическое разложение вещества наилучшим образом описывается при порядке реакции  $n = 0.5$ , что указывает на замедленное протекание процесса с ростом температуры. При этом рассчитанные значения энергии активации хорошо согласуются с результатами изоконверсионных методов, подтверждая корректность выбранной модели. При более высоких значениях порядка реакции ( $n = 0.75$  и  $1.1$ ) наблюдается выраженная температурная чувствительность, связанная с увеличением значения производной  $da/dT$ . Это говорит о более резком изменении скорости реакции при изменении температуры, что усложняет её контроль. Таким образом, реакция с  $n = 0.5$  отличается большей стабильностью и предсказуемостью в условиях термического воздействия.

### Список литературы

8. Аткинс П., Де Паула Дж. Физическая химия. – 10-е изд. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2020. – 1100 с.
9. Кузнецов В.А., Жолтовский Б.Д. Курс химической кинетики. – М.: Химия, 2018. – 456 с.
10. Wiley-Interscience. – 1998. – 706 с.
11. Ролингс Дж., Пантула С.Г., Дики Д.А. Прикладной регрессионный анализ: инструмент исследования. – Springer, 2001. – 440 с.
12. Seber G.A.F., Wild C.J. Нелинейная регрессия. – Wiley, 2003. – 800 с.
13. Джеймс Г., Виттен Д., Хасты Т., Тибширани Р. Введение в статистическое обучение. – Springer, 2013. – 426 с.
14. Монтгомери Д.С., Рангер Дж.С. Прикладная статистика и теория вероятностей для инженеров. – 7-е изд. – Wiley, 2018. – 816 с.

С.Д.Макашева, А.Б. Советбекова, А.Ж. Кан, А.Ж.Сарсенбекова, Ф.С.Керуенбаева,  
Г.М.Жуманазарова

### **Термиялық ыдыраудың кинетикасы мен модельдеуі: ABS әдісі және полиномиалдық аппроксимация**

Бұл жұмыста заттың әртүрлі қыздыру жылдамдығында ( $q = 2.5; 5.0$  және  $7.5 \text{ К·мин}^{-1}$ ) термикалық ыдырауының кинетикалық талдауы жүргізілді. 1-суретте түрлену дәрежесі  $\alpha$ -ның уақытқа тәуелділігі эксперименттік және есептік түрде көрсетілген. Реакция реті  $n$ -ді

## Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

анықтау үшін ABS әдісі қолданылып,  $n = 0.5$ ;  $0.75$  және  $1.1$  мәндерінде талдау жүргізілді. Модельдің дұрыстығын тексеру мақсатында есептелген термограммалар (ТГ) полиномиалдық жуықтау (5-теңдеу) арқылы эксперименттік деректермен салыстырылды және үлгінің ағымдағы массасының өзгерісімен жақсы сәйкестік көрсетілді. Алынған нәтижелер таңдалған кинетикалық тәсілдің қолдануға жарамдылығын және әсіресе  $n = 0.5$  кезінде деректерді дәл сипаттайтынын дәлелдейді.

*Түйіндеме сөздер:* термикалық ыдырау, кинетикалық талдау, реакция реті, ABS әдісі, қыздыру жылдамдығы, термограмма, аппроксимация, түрлену дәрежесі, активтену энергиясы, полиномиалдық теңдеу.

S.D.Makasheva, A.B.Sovetbekova, A.Zh. Kan, A.Zh.Sarsenbekova, Keruenbayeva, F.S., G.M.Zhumanazarova

### Kinetics and Modeling of Thermal Decomposition: ABS Method and Polynomial Approximation

This study presents a kinetic analysis of thermal decomposition of a substance at different heating rates ( $q = 2.5$ ;  $5.0$  and  $7.5 \text{ K}\cdot\text{min}^{-1}$ ). Figure 1 shows the dependencies of the conversion degree  $\alpha$  on time, obtained both experimentally and computationally. The ABS method was applied to determine the reaction order  $n$ , with values  $n = 0.5$ ,  $0.75$ , and  $1.1$ . To verify the model, calculated thermograms (TG) were compared with experimental data using polynomial approximation (equation 5), showing good agreement in the behavior of the sample's mass loss. The results confirm the applicability of the chosen kinetic approach and its adequacy in describing the experimental data, particularly at  $n = 0.5$ .

*Keywords:* thermal decomposition, kinetic analysis, reaction order, ABS method, heating rate, thermogram, approximation, conversion degree, activation energy, polynomial equation.

#### References

1. Atkins P., De Paula Dzh. Fizicheskaya khimiya. – 10-e izd. – M.: BINOM. Laboratoriya znanii, 2020. – 1100 s.
2. Kuznetsov V.A., Zholtovskii B.D. Kurs khimicheskoi kinetiki. – M.: Khimiya, 2018. – 456 s.
3. Wiley-Interscience. – 1998. – 706 s.
4. Rollings Dzh., Pantula S.G., Diki D.A. Prikladnoi regressyonnyi analiz: instrument issledovaniya. – Springer, 2001. – 440 s.
5. Seber G.A.F., Wild C.J. Nelineinaya regressiya. – Wiley, 2003. – 800 s.
6. Dzheims G., Vitten D., Khasti T., Tibshirani R. Vvedenie v statisticheskoe obuchenie. – Springer, 2013. – 426 s.
7. Montgomeri D.S., Ranger Dzh.S. Prikladnaya statistika i teoriya veroyatnostei dlya inzhenerov. – 7-e izd. – Wiley, 2018. – 816 s.

## **Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»**

FTAMP 622.276  
ЭОЖ:502.1:66

DOI [10.53002/060](https://doi.org/10.53002/060)

А.Т.Исмаил

*Қарағанды облысы білім басқармасы Теміртау қаласы білім бөлімі «№9 лицейі» КММ  
(E-mail: Ayazhan.ismail@inbox.ru)*

### **Ғылым, тұрақты даму және химиялық технология мен экологияға арналған инженерлік шешімдер**

Бұл мақала ғылым мен тұрақты даму, химиялық технологиялар және экология саласындағы инженерлік шешімдерді қарастырады. Қазіргі заманғы экологиялық дағдарыстар мен ресурстарды тиімді пайдалану қажеттілігі инженерлік шешімдердің жаңа түрлерін талап етеді. Химиялық технологиялар мен экологиялық әдістерді біріктіру арқылы қоршаған ортаны қорғау мен өндірістік процестердің тиімділігін арттыру мүмкіндіктері қарастырылады. Инженерлер мен ғалымдар үшін экологиялық тұрақтылықты қамтамасыз ету және индустриалды процестерде қалдықтарды азайту жөніндегі шешімдер ұсынылады. Бұл зерттеу ғылыми жаңалықтар мен өндірістік тәжірибелердің үйлесімін көрсете отырып, экологиялық таза технологияларды дамытуға бағытталған.

*Түйінді сөздер:* тұрақты даму, химия, экология, технология, инженерия, инновация, энергия, қалдық, жасыл химия, ресурстар.

#### *Kipicne*

Қазіргі әлемде ғаламдық экологиялық мәселелердің ауқымы кеңейіп келеді. Климат өзгерісі, экологиялық ластану, энергия мен ресурстардың шектеулігі сияқты мәселелер адамзаттың болашағына тікелей қауіп төндіреді. Осыған байланысты, ғылым мен технологиялар саласында тұрақты даму концепциясы маңызды орын алады. Химиялық технологиялар мен экология саласында инженерлік шешімдер жаңа тәсілдер мен әдістерді енгізу арқылы қоршаған ортаға теріс әсерді азайтуға мүмкіндік береді.

Тұрақты дамудың маңызы. Тұрақты даму – бұл адам мен табиғаттың өзара байланысын есепке ала отырып, қоғамның әлеуметтік, экономикалық және экологиялық қажеттіліктерін үйлестіретін даму процесі. Тұрақты дамуды жүзеге асыру үшін әртүрлі технологиялық, әлеуметтік және саяси шаралар қажет. Химиялық технологиялар бұл процеске айтарлықтай ықпал ете алады, өйткені олар өндірістік процестердің экологиялық тиімділігін арттырып, ресурстарды үнемді пайдалануға мүмкіндік береді.

#### *Химиялық технологиялар мен экология*

Химиялық технологиялар экологиялық тұрғыдан таза өндірістік процестерді енгізуде маңызды рөл атқарады. Мұндай технологиялар өндірістік қалдықтарды азайтуға, энергия тұтынуды тиімді басқаруға, экологиялық зиянды әсерлерді төмендетуге мүмкіндік береді. Мысалы, жасыл химия – бұл химиялық өндірістерде экологиялық таза, қауіпсіз және үнемді технологияларды қолдану. Бұл әдістер шикізаттарды қайта өңдеу, қалдықтарды қайта пайдалануды қамтамасыз ету және төмен көміртекті өндіріс әдістерін қолдануды қамтиды.

#### *Инженерлік шешімдер мен инновациялар*

Инженерлердің рөлі тұрақты дамуды қамтамасыз етуде аса маңызды. Химиялық технологиялар саласында инженерлік шешімдер инновациялық тәсілдер мен жаңа технологияларды енгізу арқылы өндіріс тиімділігін арттырады. Мысалы, химиялық процестерде катализаторларды қолдану энергия шығындарын азайтуға және өндірістің экологиялық әсерін төмендетуге ықпал етеді. Сондай-ақ, қалдықтарды қайта өңдеу технологиялары, экологиялық таза материалдар мен энергия көздерін пайдалану сияқты әдістер өндірістің тұрақтылығын қамтамасыз етеді.

#### *Тұрақты даму бағытындағы инновациялық шешімдер*

## **Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»**

Күн сайын өсіп келе жатқан энергия қажеттілігі мен климаттық өзгерістерді ескере отырып, жаңартылатын энергия көздері мен энергия тиімділігін арттыруға арналған шешімдер басты назарда болуда. Химиялық инженерия мен экология саласындағы инновациялық шешімдер осы бағытта зор рөл атқарады. Мысалы, күн энергиясын химиялық энергияға айналдыру үшін фотоэлектрлік және фотокаталитикалық технологиялар дамып келеді. Сондай-ақ, биомасса мен қалдықтарды қайта өңдеу әдістері көмірқышқыл газын азайтуға және энергия өндіруге көмектеседі (1-кесте).

1-кесте.

Тақырыптар сипаттамасы

Тақырып	Сипаттамасы
Тұрақты даму	Қоғамның әлеуметтік, экономикалық және экологиялық қажеттіліктерін үйлестіру арқылы дамуды қамтамасыз ету.
Химиялық технологиялар	Экологиялық тиімді химиялық процестер мен инновациялық әдістер арқылы өндіріс процесін жақсарту.
Жасыл химия	Экологиялық таза, қауіпсіз және үнемді химиялық өндіріс әдістерін қолдану.
Инженерлік шешімдер	Өндірістің тиімділігін арттыру мен экологиялық әсерді төмендету үшін қолданылатын техникалық әдістер.
Қалдықтарды қайта өңдеу	Өндірістік қалдықтарды немесе шикізаттарды қайта пайдалану арқылы экологиялық зиянды азайту.
Жаңартылатын энергия көздері	Күн, жел, биомасса және басқа табиғи ресурстарды қолдана отырып энергия өндіру әдістері.
Энергия тиімділігі	Энергия шығындарын азайту және өнімділікті арттыру мақсатында жаңа технологияларды енгізу.
Экологиялық таза технологиялар	Қоршаған ортаға теріс әсерді азайтуға бағытталған жаңа технологиялар мен инновациялар.

### 1. Тұрақты дамудың маңызы және оның принциптері

Тұрақты даму – бұл адамның әлеуметтік, экономикалық және экологиялық қажеттіліктерін үйлестіре отырып, қазіргі және болашақ ұрпақ үшін өмір сүру жағдайларын жақсартуға бағытталған даму тұжырымдамасы. Тұрақты дамудың негізгі принциптері мыналар:

– Экономикалық тиімділік: Ресурстарды тиімді пайдалану және экономикалық өсуді қамтамасыз ету.

– Әлеуметтік теңдік: Барлық топтар үшін тең мүмкіндіктер мен жағдайлар жасау.

– Экологиялық теңдік: Қоршаған ортаға зиянды әсерді минимизациялау және экологиялық тұрақтылықты сақтау.

Бұл принциптер химиялық технологиялар мен экологияны инженерлік шешімдермен үйлестіре отырып, тұрақты даму мақсатына жетуге мүмкіндік береді.

### 2. Химиялық технологиялардың экологиялық тиімділігі

Химиялық технологиялар экологиялық тұрақтылыққа жетуде маңызды рөл атқарады. Олар өндірістің экологиялық әсерін төмендетуге, энергия тұтынуды басқаруға және қалдықтарды өңдеуге бағытталған жаңа әдістер мен процестерді ұсынады. Химиялық өндірістерде экологиялық зиянды азайту үшін бірнеше шешімдер ұсынылуда:

– Жасыл химия: Қауіпті химиялық заттарды алмастыратын немесе олардың шығарылуын азайтатын әдістер мен процестер.

– Катализаторларды қолдану: Химиялық реакциялардың жылдамдығын арттырып, энергия шығындарын азайтуға көмектесетін катализаторлар.

– Қалдықтарды қайта өңдеу: Химиялық өндірістегі қалдықтарды қайта пайдалану немесе қайта өңдеу арқылы қоршаған ортаға зиянды әсерді азайту.

– Экологиялық инженерия және инновациялық шешімдер

Экологиялық инженерия – бұл қоршаған ортаны қорғауға бағытталған инженерлік шешімдерді қолдану саласы. Бұл бағытта бірнеше инновациялық шешімдер ұсынылады:

## **Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»**

– Энергия тиімділігі: Өндірістік процестерде энергия шығындарын азайту үшін жаңа технологияларды қолдану. Мысалы, энергияны қайта өңдеу жүйелері, автоматтандырылған басқару жүйелері.

– Жаңартылатын энергия көздері: Күн, жел, биомасса сияқты табиғи ресурстарды пайдалану арқылы экологиялық таза энергия өндірісін қамтамасыз ету.

– Қалдықтарды қайта өңдеу: Өндірістік қалдықтарды азайту және оларды қайта өңдеудің жаңа әдістерін енгізу. Бұл шешімдер өндіріс процесінің экологиялық әсерін айтарлықтай төмендетуге мүмкіндік береді.

– Тұрақты даму бағытындағы химиялық технологиялар мен экологияның ықпалы Химиялық технологиялар мен экологияның үйлесімі табиғи ресурстарды тиімді пайдалану, энергия тұтынуды басқару және өндіріс қалдықтарын азайту бағытындағы жаңа шешімдерге алып келеді. Мысалы:

– Көмірқышқыл газын азайту: Жасыл химия технологиялары арқылы көмірқышқыл газын сіңіріп, оны қайта пайдалану немесе сақтаудың жаңа әдістері дамуда.

– Таза энергия технологиялары: Химиялық процестер арқылы экологиялық таза энергия көздерін дамыту, оның ішінде күн, жел, және биогаз энергиясын пайдалану.

– Қалдықтарды минимизациялау: Өндірістік қалдықтарды азайту, қайта өңдеу немесе қайта пайдалану технологияларын енгізу арқылы қоршаған ортаны қорғау.

– Қоршаған ортаны қорғау және қоғамның дамуы.

Қоршаған ортаны қорғау үшін инженерлік шешімдер мен химиялық технологиялардың бірігуі маңызды. Бұл үшін ғылыми зерттеулер мен инновациялар қоғамның дамуымен үйлестірілуі керек.

Қоғам үшін экологиялық таза технологиялар мен өндірістік шешімдер экологиялық дағдарысқа қарсы күресте маңызды рөл атқарады. Сонымен қатар, тұрақты даму аясында қоршаған ортаға әсерді азайту үшін әртүрлі үкіметтік және халықаралық бағдарламалар жүзеге асырылуда.

### *Қорытынды*

Ғылым, химиялық технологиялар және экология саласындағы инженерлік шешімдер тұрақты даму үшін маңызды құрал болып табылады. Жаңа технологиялар мен инновациялық әдістерді енгізу арқылы қоршаған ортаны қорғауға және өндіріс тиімділігін арттыруға мүмкіндік туындайды. Бұл процесс барлық салалардағы ғалымдар, инженерлер мен саясаткерлердің бірлескен күш-жігерін талап етеді. Тұрақты даму мақсатына қол жеткізу үшін жаңа инженерлік шешімдер мен экологиялық таза технологияларды енгізу маңызды.

Ғылым, тұрақты даму және химиялық технология мен экологияға арналған инженерлік шешімдер өзара тығыз байланысты салалар болып табылады. Тұрақты даму принциптері мен экологиялық инженерияны қолдану қазіргі таңда әлемдегі экологиялық дағдарыстарды шешуде шешуші рөл атқарады. Химиялық технологиялар өндіріс процестерінің экологиялық тиімділігін арттыруға, энергия шығындарын азайтуға және қалдықтарды қайта өңдеуге мүмкіндік береді.

Жасыл химия мен экологиялық таза технологияларды енгізу өндірістің экологиялық әсерін айтарлықтай төмендетуге ықпал етеді, ал жаңартылатын энергия көздерін пайдалану арқылы энергия тиімділігін арттыру мүмкіндігі бар. Сонымен қатар, инженерлік шешімдер жаңа технологиялар мен инновациялық әдістерді енгізу арқылы қоршаған ортаға зиянды әсерлерді азайтып, өндірістің тиімділігін арттырады.

Бұл саладағы жетістіктер тұрақты даму мен экологиялық тұрақтылықты қамтамасыз ету үшін ғылым, инженерия және саясаттың бірлескен күш-жігерін қажет етеді. Сондықтан химиялық технологиялар мен экологияға бағытталған инженерлік шешімдер болашақта қоршаған ортаны қорғауға және адамзаттың өмір сапасын жақсартуға мүмкіндік береді. Тұрақты даму үшін экологиялық таза және тиімді технологияларды дамыту – адамзаттың ұзақ мерзімді бақуаттылығын қамтамасыз етудің негізгі жолы.

### Әдебиеттер тізімі

1. Бенжамен М. (2018). Тұрақты даму және химиялық технологиялар. Алматы: ЖШС «Ғылым».

## **Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»**

2. Картер Р., & Уилсон, Т. (2020). Экология және химиялық технологиялар: жаңа тәсілдер мен шешімдер. Cambridge University Press.
3. Мелехин В. А., & Исаев, А. П. (2019). Экологиялық инженерия: теориясы және практикасы. Мәскеу: Наука.
4. Гриффитс С. (2017). Жасыл химия мен экологияның түйіскен тұстары. John Wiley & Sons.
5. Бутгерфилд Д. (2016). Қоршаған орта және инженерлік шешімдер. New York: Springer.
6. Шульц, Х. (2021). Тұрақты даму: жаңа химиялық технологиялар мен экологиялық шешімдер. Oxford University Press.
7. Жоғары А., & Смит, П. (2022). Энергия тиімділігі және экологиялық таза технологиялар. Elsevier.
8. Беляев П. Н. (2017). Қалдықтарды қайта өңдеу және экология. Санкт-Петербург: Энергия.
9. Рей Д., & Стивенсон, Э. (2021). Инженерлік шешімдер мен тұрақты даму. Wiley-VCH.
10. Тойшев Ш. Ж. (2019). Химиялық инженерия және экологиялық тұрақтылық. Қарағанды: ҚарМУ баспасы.

А.Т.Исмаил

### **Инженерные решения для науки, устойчивого развития, химической технологии и экологии**

В статье рассматриваются инженерные подходы к решению экологических проблем в контексте устойчивого развития. Основное внимание уделено химическим технологиям, зеленой химии, использованию возобновляемых источников энергии и методам утилизации отходов. Анализируются возможности интеграции инновационных решений в производственные процессы для повышения их экологической безопасности и энергетической эффективности. Рассмотрены перспективы развития инженерных решений в химической промышленности с целью минимизации негативного воздействия на окружающую среду и рационального использования ресурсов.

*Ключевые слова:* устойчивое развитие, химия, экология, технологии, инженерия, инновации, энергия, утилизация, зелёная химия, ресурсы.

A.T. Ismail

### **Engineering Solutions for Science, Sustainable Development, Chemical Technology, and Ecology**

This article examines engineering approaches to solving environmental problems in the context of sustainable development. Particular attention is paid to chemical technologies, green chemistry, the use of renewable energy sources, and waste management methods. The article analyzes opportunities for integrating innovative solutions into production processes to enhance their environmental safety and energy efficiency. It also discusses the prospects for developing engineering solutions in the chemical industry aimed at minimizing negative environmental impacts and promoting the rational use of resources.

*Keywords:* sustainable development, chemistry, ecology, technologies, engineering, innovations, energy, waste management, green chemistry, resources.

**Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»**

## References

1. Бенжамен М. Тұрақты даму және химиялық технологиялар. – Алматы : ЖШС «Ғылым», 2018. – 214 б.
2. Картер Р., Уилсон Т. Экология және химиялық технологиялар: жаңа тәсілдер мен шешімдер. – Cambridge : Cambridge University Press, 2020. – 328 с.
3. Мелехин В. А., Исаев А. П. Экологиялық инженерия: теориясы және практикасы. – Мәскеу : Наука, 2019. – 240 с.
4. Гриффитс С. Жасыл химия мен экологияның түйіскен тұстары. – Chichester : John Wiley & Sons, 2017. – 276 с.
5. Буттерфилд Д. Қоршаған орта және инженерлік шешімдер. – New York : Springer, 2016. – 301 с.
6. Шульц Х. Тұрақты даму: жаңа химиялық технологиялар мен экологиялық шешімдер. – Oxford : Oxford University Press, 2021. – 350 с.
7. Жоғары А., Смит П. Энергия тиімділігі және экологиялық таза технологиялар. – Amsterdam : Elsevier, 2022. – 312 с.
8. Беляев П. Н. Қалдықтарды қайта өңдеу және экология. – Санкт-Петербург: Энергия, 2017. – 198 с.
9. Рей Д., Стивенсон Э. Инженерлік шешімдер мен тұрақты даму. – Weinheim : Wiley-VCH, 2021. – 265 с.
10. Тойшев Ш. Ж. Химиялық инженерия және экологиялық тұрақтылық. – Қарағанды : ҚарМУ баспасы, 2019. – 180 б.

## Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

МРНТИ 76.31.35  
УДК: 616.517:615.15

DOI [10.53002/061](https://doi.org/10.53002/061)

С.Н. Мантлер<sup>1</sup>, А.И. Алмазов<sup>1</sup>, Д.К. Куандыков<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан  
(E-mail: s.mantler@tttu.edu.kz)

### Лекарственные средства в фармакотерапии кожного псориаза

Псориаз – хроническое воспалительное заболевание с системным и иммунным характером, поражающее около 3% населения мира и считающееся одним из самых распространенных хронических дерматозов. Лечение псориаза представляет собой сложную терапевтическую проблему. Поскольку псориаз считается заболеванием, которое невозможно вылечить полностью, то главной целью его лечения является достижение устойчивой ремиссии с применением местной, системной и физиотерапии, выбор которой зависит от выраженности его клинических проявлений. В статье рассмотрены действующие вещества препаратов, применяемых при различных формах псориаза, начиная от негормональных средств, аналогов витамина D3 до ретиноидов, глюкокортикостероидов, ингибиторов фосфодиэстеразы 4 и биологических препаратов. Отмечена высокая эффективность генно-инженерной биологической терапии при тяжелом и резистентном течении болезни. Проведен обзор фармакологических подходов с учетом патогенетических механизмов заболевания.

*Ключевые слова:* псориаз, мазь, салициловая кислота, природные лекарственные вещества, масляный экстракт, местная терапия, гормональные вещества, моноклональные антитела, биологические препараты, системная терапия.

#### Введение

Псориаз – это хроническое неинфекционное воспалительное, иммунологическое и системное заболевание, поражающее мужчин и женщин всех возрастов и рас. Согласно клинко-статистическим данным им страдают в среднем от 1 до 3% населения земного шара. В современных экологических условиях наблюдается тенденция к росту количества больных псориазом и увеличение в 1,5 раза числа тяжелых форм болезни резистентных к обычным традиционным методам терапии [1].

По данным ВОЗ в мире около 100 миллионов человек страдают от псориаза, а в Казахстане псориазом болеют более 363 тысяч. Ученые отмечают, что по неизвестной причине мужчины значительно чаще страдают от тяжелых форм псориаза, чем женщины.

В большинстве случаев манифестация псориаза происходит в молодом социально активном возрасте, что неблагоприятно сказывается на качестве жизни больного. По данным нескольких исследований у 35-50% пациентов заболевание имеет среднее и тяжелое течение; у 30% больных псориаз сопровождается развитием псориатического артрита, который может стать причиной инвалидности пациентов и утраты функции со стороны структур опорно-двигательного аппарата [2].

Существует несколько концепций происхождения псориаза (инфекционная, иммунная, генетическая, обменная, интоксикационная, нейрогенная, эндокринная), но достоверная причина этого заболевания остается до конца невыясненной. Считается, что псориаз имеет полиэтиологическую природу и является мультифакторным заболеванием.

Исследователи полагают, что он возникает из-за нарушения работы иммунитета (иммунная система нацеливается на компоненты кожи человека), но что именно заставляет иммунитет формировать воспаление и воздействовать на клетки кожи однозначно не установлено.

Различают семь типов псориаза, среди которых самый часто встречающийся (в 90% случаев) вульгарный псориаз. Чаще всего раздражение возникает на голове, коленях, локтях и туловище, но может поражать пах, ягодицы и даже ногти. Большинство авторов сходятся во мнении, что развитие

## **Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»**

патологических процессов при вульгарном псориазе не ограничивается формированием только поражений кожи, а ведет к нарушениям функций разных органов, потому нередко звучит термин «псориазная болезнь».

Псориаз считается заболеванием, которое невозможно вылечить полностью. Поэтому главная задача его лечения – это уметь контролировать болезнь и ввести в стадию ремиссии.

В связи с этим, целью данной работы стал обзор действующих веществ лекарственных препаратов, используемых в настоящее время в фармакотерапии псориаза.

### *Методы и материалы*

Существует множество методов терапии псориаза, позволяющих уменьшить его симптомы и внешние проявления до минимума. Основными из них являются местная, системная и физиотерапия.

1) Местная терапия предполагает использование местных средств для лечения псориаза и включает достаточно большой выбор традиционных мазей, кремов и гелей.

2) Системная терапия предполагает использование иммуноподавляющих и биологических препаратов [3].

3) Физиотерапия предполагает использование узкополосного ультрафиолетового излучения определенной длины волны (ультрафиолет типа В) обычно в сочетании со средствами, усиливающими его лечебный эффект.

В основе терапии каждого вида лежит использование определенных лекарственных средств. С помощью доступных информационных ресурсов и наукометрических баз данных нами осуществлен поиск и характеристика основных лекарственных веществ, обуславливающих лечебное действие препаратов, используемых в выше названных методах фармакотерапии псориаза.

### *Результаты и обсуждение*

В большинстве случаев псориаз является хроническим дерматозом, отличающимся длительным изнуряющим течением и многочисленными рецидивами. Тактика его лечения во много определяется тяжестью его течения.

Во всех случаях для лечения предусматривается местная терапия, которая предполагает использование топических препаратов для лечения псориаза и включает достаточно большой выбор традиционных мазей, кремов и гелей, содержащие деготь, нафталан, ихтиол, салициловую кислоту и другие действующие вещества.

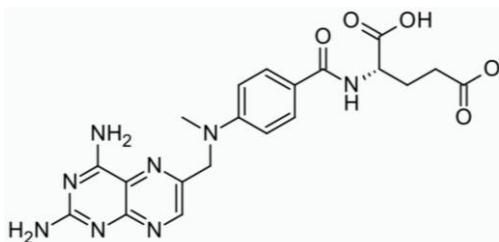
В настоящее время высок интерес к использованию в составе мазей для комплексной терапии псориаза натуральных компонентов, в особенности масляных экстрактов растений (календула, облепиха, ромашка, зверобой, чайное дерево и др.).

Масляные экстракты содержат различные биоактивные соединения (флавоноиды, терпеноиды, жирные кислоты и антиоксиданты), обладающие противовоспалительным, ранозаживляющим и иммуномодулирующим действием, что способствует снижению выраженности клинических симптомов кожного псориаза, улучшению состояния кожи повышению её барьерной функции.

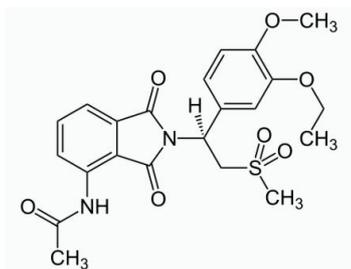
В тяжелых случаях прибегают к системной терапии, которая предполагает использование иммуноподавляющих (метотрексат, циклоспорин А, ацитретин, тигазон, тофацитиниб, апремиласт) и биологических (инфликсимаб, адалимумаб, этанерцепт, цертолизумаба пэгол, устекинумаб, гуселькумаб, секукинумаб, иксекизумаб, нетакимаб) препаратов [3].

Усилить эффективность лечения можно с использованием физиотерапии, которая предполагает применение узкополосного ультрафиолетового излучения определенной длины волны (311 нм), создаваемого специальными лампами, которые излучают так называемый ультрафиолет типа В.

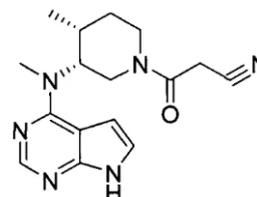
## Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»



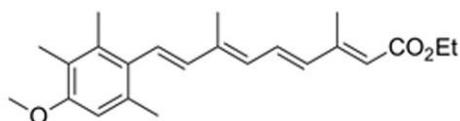
метотрексат



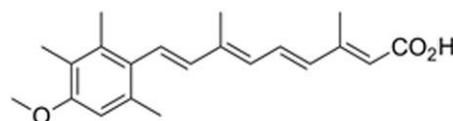
апремилласт



тофацитиниб



тигазон



ацитретин

Тигазон (этретинат) – синтетический препарат, представляющий собой ароматическую ретиноидную кислоту (этиловый эфир 9-(4-метокси-2,3,6-триметилфенил)-3,7-диметил2,4,6,8-нонатетраеновой кислоты), обладает отшелушивающим действием.

Апремилласт относится к группе избирательных иммунодепрессантов, является ингибитором фосфодиэстеразы 4 (ФДЭ4) и действует внутри клетки, модулируя провоспалительные и противовоспалительные медиаторы. Угнетение ФДЭ4 ведет к снижению воспалительной реакции за счет модуляции экспрессии воспалительных цитокинов - TNF- $\alpha$ , IL-23, IL-17 и других.

Тофацитиниб в виде цитрата является действующим веществом лекарственного препарата, относящегося к группе иммунодепрессантов, ингибиторов семейства Янус-киназ (ферментов, которые участвуют в проведении в клетку сигналов некоторых небольших белковых молекул – гормонов и цитокинов).

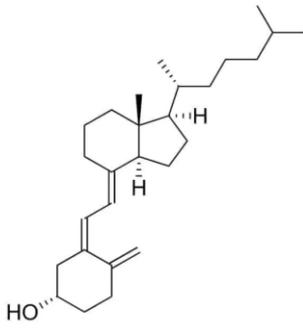
Препараты местного действия находят широкое применение в терапии псориаза. У пациентов с ограниченным процессом наружная терапия для купирования воспалительного процесса остается приоритетной. В 40% случаев местной терапии достаточно для того, чтобы увести процесс в ремиссию.

Отечественные рекомендации указывают на несколько групп топических препаратов при лечении псориаза: средства с глюкокортикостероидами (ГКС), средства, содержащие аналоги витамина D<sub>3</sub> (кальцитриол и др.), цинк пиритион активированный, салициловую кислоту, нафталанскую нефть, березовый деготь или ихтиол [2].

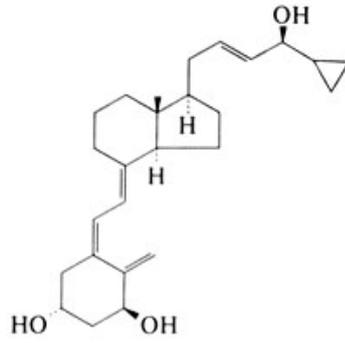
В зарубежных клинических рекомендациях под местной терапией подразумевают применение также ретиноидов (тазаротен), дитранола (гидроксиантрон) и топических ингибиторов кальциневрина.

Группа японских ученых из Университета Киото обнаружила, что гормон эстрадиол (присутствующий по большей части в организме женщин) может подавлять псориаз. Результаты их исследований на мышах показывают, что эстрадиол подавляет псориазическое воспаление, регулируя нейтрофильные и макрофагальные клетки. Он является молекулярным "тормозом", который мешает выработке двух сигнальных молекул (интерлейкина-17 и интерлейкина-1-бета), вызывающих воспаление и "привлекающих" внимание других иммунных клеток, что ведет к развитию псориаза. Авторы статьи [4] также приводят данные о влиянии дефицита половых гормонов (прогестерона, тестостерона и эстрадиола) на тяжесть псориаза.

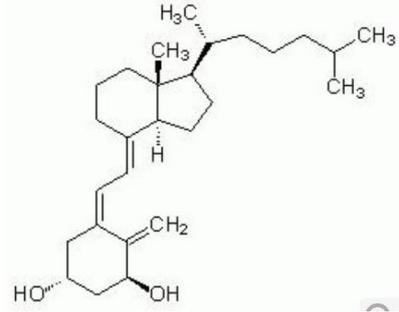
**Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»**



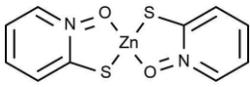
холикальциферол  
(витамин D<sub>3</sub>)



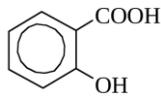
кальцитриол



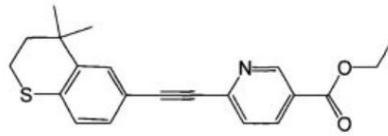
альфакальцидол  
(1-гидроксиголекальциферол)



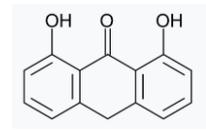
цинк пиритион



салициловая кислота

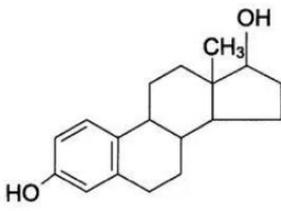


тазаротен

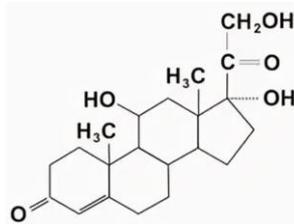


дитранол

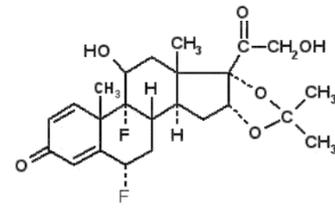
Мази и крема для местного лечения псориаза часто содержат гормональные компоненты (гидрокортизон, синаflan, дипропионат бетамезона и др.). Такие мази оказывают выраженное противовоспалительное и цитостатическое действие, однако оно кратковременно и более эффективно в острых стадиях псориаза. При длительном применении стероидных мазей развиваются определенные побочные эффекты (атрофия кожи, системная сорбция), которые ограничивают их применение.



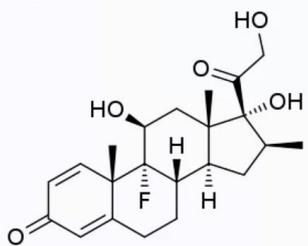
17β-эстрадиол



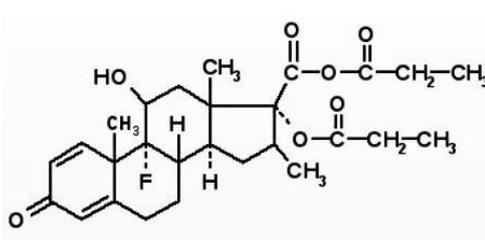
гидрокортизон



синаflan



бетаметазон



дипропионат бетамезона

В настоящее время синтезирован целый ряд высокоэффективных ГКС. Одним из рекомендованных для лечения псориаза является бетаметазон, эффективность которого показана в нескольких исследованиях [2]. При выраженном шелушении в очагах поражения кожи рекомендуются наружные средства, содержащие 2–5% салициловую кислоту. Для местного лечения важен выбор наиболее подходящего средства, повышающего приверженность терапии, которая часто ухудшается в виду необходимости применения сразу нескольких местных препаратов. Доказана эффективность и безопасность местного лечения с применением комбинированных лекарственных средств. Одна из таких комбинаций – топические глюкокортикостероиды в сочетании с салициловой кислотой, реализованная в препарате «Акридерм СК». Бетаметазона дипропионат является β-изомером



## **Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»**

витамина А (синтетические ретиноиды), а при их сочетании с ПУВА-терапией (Ре-ПУВА-терапия) эффективность лечения значительно возрастает.

Большая часть препаратов для лечения псориаза общего и местного действия в той или иной степени оказывает иммуносупрессивное воздействие. Инновационный способ лечения псориаза - генно-инженерная биологическая таргетная терапия (ГИБТ) с использованием препаратов на основе моноклональных антител, которые работают узконаправленно, точно блокируя определенные воспалительные мишени при псориазе. ГИБТ показана не только при тяжелом течении псориаза, но и при псориазе средней степени тяжести, псориатическом артрите, при плохом ответе на системную иммуносупрессивную терапию, при частых рецидивах.

### Список литературы

- 1 Патент RU 2367483. Способ лечения псориаза /Зуев А.В., Левицкий Е.Ф., Колупаева Е.Е., Дмитрук В.С., Мазур Е.В., Бикбаева Л.Х. Опубликовано: 20.09.2009 Бюл. № 26
- 2 Матушевская Е.В., Коновалова М.В., Владимирова Е.В., Свирицевская Е.В. Патогенез и терапия псориаза и псориатического артрита // Клиническая дерматология и венерология. – 2019. – Т. 18, №5. – С. 634-642.
- 3 Олисова О.Ю., Анпилогова Е.М. Системная терапия псориаза: от метотрексата до генно-инженерных биологических препаратов // Вестник дерматологии и венерологии. – 2020. – Т.96, № 3. – С.7-26.
- 4 Самбурская О.В., Калинин С.Ю., Баткаева Н.В., Косинец В.Н. Влияние на иммунопатогенез псориаза дефицита эндокринно-метаболических факторов // Аллергология и иммунология. - 2022. - Т. 23, №1. – С. 12-14.
- 5 Панкратов О.В. Возможности и перспективы применения кальципотриола в дерматологической практике для местного лечения псориаза // Дерматовенерология. Косметология. – 2021. – Т. 7, № 2. – С. 144-151.
- 6 Круглова Л.С., Петрий М.Н., Генслер Е.М. Оценка эффективности применения активированного пиритион цинка в терапии больных псориазом. Клиническая дерматология и венерология, 2019. – Т. 18, №5 – С. 616-623.
- 7 Круглова Л.С., Хотко А.А., Помазанова М.Ю. Инновационный отечественный препарат – новая эра терапии больных псориазом // Клиническая дерматология и венерология. – 2019. – Т. 18, №4. – С.479-484.
- 8 Сердюкова Е.А., Цой А.Я., Мансуров Р.А. Эффективность терапии этанерцептом у пациентов с тяжелыми формами псориаза: клинические наблюдения // Клиническая дерматология и венерология. – 2020. – Т. 19, № 1. – С. 75-81.
- 9 Петрова И.В., Раджабов Р.М., Абдулов А.Р., Манатов М.Г., Глушаков Р.И., Прошин С.Н. Аналоги витамина D<sub>3</sub> в терапии больных псориазом // Обзоры по клинич. фармакол. и лек. терапии. – 2018. – Т. 16, № 4. – С. 49-54.

С.Н. Мантлер, А.И. Алмазов, Д.К. Куандыков

### **Тері псориазының фармакотерапиясындағы дәрілік заттар**

Псориаз - жүйелі және иммундық сипаттағы созылмалы қабыну ауруы, әлем халқының шамамен 3% зардап шегеді және ең көп таралған созылмалы дерматоздардың бірі болып саналады. Псориазды емдеу күрделі терапиялық мәселе болып табылады. Псориаз толық емделмейтін ауру болып саналатындықтан, оны емдеудің негізгі мақсаты жергілікті, жүйелі және физиотерапияны қолдану арқылы тұрақты ремиссияға қол жеткізу болып табылады, оның таңдауы оның клиникалық көріністерінің ауырлығына байланысты. Мақалада гормоналды емес агенттерден, D<sub>3</sub> витаминінің аналогтарынан бастап ретиноидтарға, глюкокортикостероидтарға, фосфодиэстераза 4 тежегіштеріне және биологиялық препараттарға дейінгі псориаздың әртүрлі формаларында қолданылатын препараттардың

## Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

белсенді ингредиенттері талқыланады. Аурудың ауыр және төзімді ағымында гендік-инженерлік биологиялық терапияның жоғары тиімділігі атап өтілді. Фармакологиялық тәсілдерге шолу аурудың патогенетикалық механизмдерін ескере отырып жүргізіледі.

*Негізгі сөздер:* псориаз, жақпа, салицил қышқылы, табиғи дәрілік заттар, май сығындысы, жергілікті терапия, гормондық заттар, моноклоналды антиденелер, биологиялық препараттар, жүйелі терапия.

S.N. Mantler<sup>1</sup>, A.I. Almazov<sup>1</sup>, D.K. Kuandykov<sup>1</sup>

### Drugs in pharmacotherapy of skin psoriasis

Psoriasis is a chronic inflammatory disease of systemic and immune nature, affecting about 3% of the world's population and considered one of the most common chronic dermatoses. Psoriasis treatment is a complex therapeutic problem. Since psoriasis is considered a disease that cannot be cured completely, the main goal of its treatment is to achieve stable remission using local, systemic and physiotherapy the choice of which depends on the severity of clinical manifestations. The article discusses the active ingredients of drugs used in various forms of psoriasis, ranging from non-hormonal agents, vitamin D3 analogues to retinoids, glucocorticosteroids, phosphodiesterase 4 inhibitors and biological drugs. High efficiency of genetically engineered biological therapy in severe and resistant course of the disease is noted. A review of pharmacological approaches is conducted taking into account the pathogenetic mechanisms of the disease.

*Key words:* psoriasis, ointment, salicylic acid, natural medicinal substances, oil extract, local therapy, hormonal substances, monoclonal antibodies, biological drugs, systemic therapy.

### References

- 1 Zuev A.V., Levitskii E.F., Kolupaeva E.E., Dmitruk V.S., Mazur E.V., Bikbaeva L.Kh. Patent RU 2367483. Sposob lecheniya psoriaza. Opublikovano: 20.09.2009. Byul. № 26.
- 2 Matushevskaya E.V., Konovalova M.V., Vladimirova E.V., Svirshchevskaya E.V. Patogenez i terapiya psoriaza i psoriaticeskogo artritа. Klinicheskaya dermatologiya i venerologiya. 2019;18(5):634-642.
- 3 Olisova O.Yu., Anpilogova E.M. Sistemnaya terapiya psoriaza: ot metotreksata do genno-inzhenernykh biologicheskikh preparatov. Vestnik dermatologii i venerologii. 2020;96(3):7-26.
- 4 Samburskaya O.V., Kalinchenko S.Yu., Batkaeva N.V., Kosinets V.N. Vliyanie na immunopatogenez psoriaza defitsita endokriionno-metabolicheskikh faktorov. Allergologiya i immunologiya. 2022;23(1):12-14.
- 5 Pankratov O.V. Vozmozhnosti i perspektivy primeneniya kal'tsipotriola v dermatologicheskoy praktike dlya mestnogo lecheniya psoriaza. Dermatovenerologiya. Kosmetologiya. 2021;7(2):144-151.
- 6 Kruglova L.S., Petrii M.N., Gensler E.M. Otsenka effektivnosti primeneniya aktivirovannogo pirition tsinka v terapii bol'nykh psoriazom. Klinicheskaya dermatologiya i venerologiya. 2019;18(5):616-623.
- 7 Kruglova L.S., Khotko A.A., Pomazanova M.Yu. Innovatsionnyy otechestvennyy preparat – novaya era terapii bol'nykh psoriazom. Klinicheskaya dermatologiya i venerologiya. 2019;18(4):479-484.
- 8 Serdyukova E.A., Tsoy A.Ya., Mansurov R.A. Effektivnost' terapii etanertseptom u patsientov s tyazhelymi formami psoriaza: klinicheskie nablyudeniya. Klinicheskaya dermatologiya i venerologiya. 2020;19(1):75-81.
- 9 Petrova I.V., Radzhabov R.M., Abdulov A.R., Manatov M.G., Glushakov R.I., Proshin S.N. Analogi vitamina D3 v terapii bol'nykh psoriazom. Obzory po klinicheskoy farmakologii i lechebnoy terapii. 2018;16(4):49-54.

## Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

ГТАМР 31.15.23  
ЭОЖ: 66.095

DOI [10.53002/062](https://doi.org/10.53002/062)

Г.М.Темір, В.В. Меркулов., Б.Х.Исанова, Е.В.Ситдикова, Ф.С.Керуенбаева

*Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан  
(E-mail: temir.gulnaz.01@mail.ru)*

### Ацетилен гликольдерін алу және олардың негізінде күрделі эфирлер синтездеу

Бұл мақалада ацетилен гликольдерін синтездеу және олардың негізінде күрделі эфирлер алу әдістері қарастырылған. Ацетилен мен формальдегид негізінде 2-бутин-1,4-диол синтезі мыс(І) хлориді катализімен сулы ортада жүзеге асырылды. Алынған диол акрил қышқылымен этерификацияланып, гликоль диакрилаты алынды. Қосымша бағытта аминоалкилдеу және тотығу реакциялары жүргізілді. Алынған өнімдердің құрылымы ИҚ, ЯМР және УФ спектроскопия әдістерімен расталды. Өнімдердің физика-химиялық қасиеттері зерттеліп, термиялық тұрақтылығы ТГА және ДСК әдістерімен бағаланды. Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, алынған күрделі эфирлер полимерлеуге бейім құрылымды мономерлер болып табылады және полимерлік химияда, биомедициналық жүйелерде, жабындарда қолдануға жарамды.

*Түйінді сөздер:* ацетилен гликольдері, күрделі эфирлер, акрил қышқылы, спектроскопия, термотұрақтылық, этерификация, функционализация, полимерлеу, жасыл химия, биоматериалдар.

### *Кіріспе*

Ацетилен туындылары органикалық синтездің маңызды бағыттарының бірі болып табылады. Бұл қосылыстар өз құрылымында жоғары реакциялық қабілетке ие үштік байланыс пен гидроксил топтарын қатар қамтитындықтан, оларды функционализациялау арқылы жаңа химиялық өнімдер алу мүмкіндігі кең. Ацетилен гликольдері – үштік байланыс пен екі гидроксил топтары бар молекулалар – құрылымдық бейімділігімен және көпсалалы қолдану аясы арқылы ерекшеленеді. Олар полимерлеу, адгезия, сорбция және биомедициналық бағытта кеңінен зерттелуде. Зерттеу жұмысының мақсаты – ацетилен гликольдерін синтездеп, олардың негізінде күрделі эфирлер мен қосымша функционалды өнімдер алу және олардың құрылымдық, физика-химиялық қасиеттерін кешенді түрде зерттеу. Жұмыста қолданылған синтез әдістері экологиялық қауіпсіз, төмен температуралық және катализ арқылы тиімді жүргізілетін технологиялар қатарына жатады. Зерттеудің құрылымы бірнеше бөлімнен тұрады: әдеби шолу мен кіріспе, эксперименттік әдістер, нәтижелер мен талқылау, қорытынды және ұсыныстар.

### *Материалдар мен әдістер*

Синтездің бірінші кезеңінде ацетилен мен формальдегид 1:2 мольдік қатынаста CuCl катализімен, 50–60 °С температурада сулы ортада әрекеттестірілді. Реакция бейтарап рН ортада, үздіксіз араластырылып жүргізілді. 2-бутин-1,4-диол экстракция арқылы бөлініп, кептірілді. Этерификация реакциясы 2-бутин-1,4-диол мен акрил қышқылын этанол ерітіндісінде, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> катализімен, Дин-Старк құрылғысында су бөлініп алынатын шарттарда жүзеге асырылды. Аминоалкилдеу этаноламинмен, ал тотығу H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> және NaIO<sub>4</sub> ерітінділерімен бөлме температурасында жүргізілді. Алынған өнімдердің құрылымы Bruker 400 МГц ЯМР спектрометрінде, Shimadzu IRTracer-100 FTIR құрылғысында және PE-5300VI УФ-спектрофотометінде зерттелді. Термиялық тұрақтылығы Mettler Toledo TGA/DSC жүйесінде бағаланды. Зерттеу нәтижелері Excel, Origin бағдарламаларында өңделіп, диаграммалар мен кестелерге біріктірілді.

## Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

### Нәтижелер және талқылау

Кесте 1-де келтірілген синтез нәтижелерінің салыстырмалы көрсеткіштері алынған өнімдердің сапалық және технологиялық сипаттамаларын сипаттауға мүмкіндік береді. Әсіресе, 2-бутин-1,4-диол синтезі жоғары тиімділігімен ерекшеленеді. Бұл өнім 82% шығыммен алынған, бұл реакцияның жоғары селективтілігін және оңтайлы синтез шарттарының таңдалғанын көрсетеді. Әдеби деректермен салыстырғанда бұл нәтиже сенімді және қайталанымдылығы жоғары әдіс ретінде бағалануы мүмкін. Реакция мыс(I) хлориді катализінде, сулы ортада, 50–60 °С температурада және бейтарап рН жағдайында жүргізілді. Бұл шарттар экологиялық қауіпсіздік тұрғысынан да, энергияны үнемдеу жағынан да тиімді болып табылады.

Синтезделген өнімнің сыртқы сипаттамасы – түссіз тұтқыр сұйықтық – алынған өнімнің салыстырмалы тазалығын және жанама реакциялар санының аз екенін көрсетеді. Оның суда жақсы еруі және тұтқырлығының жоғары болуы (36.5 мПа·с) молекулааралық сутектік байланыстар түзу қабілетінің бар екенін білдіреді. Бұл қасиет оның әрі қарай функционализациялау реакцияларына бейімділігін арттырады. Яғни, алынған гликоль құрылымында екі гидроксил тобы мен бір үштік байланыс қатар орналасқандықтан, ол күрделі эфирлер түзу, тотығу, аминдендіру секілді синтездің келесі сатыларына оңай түседі.

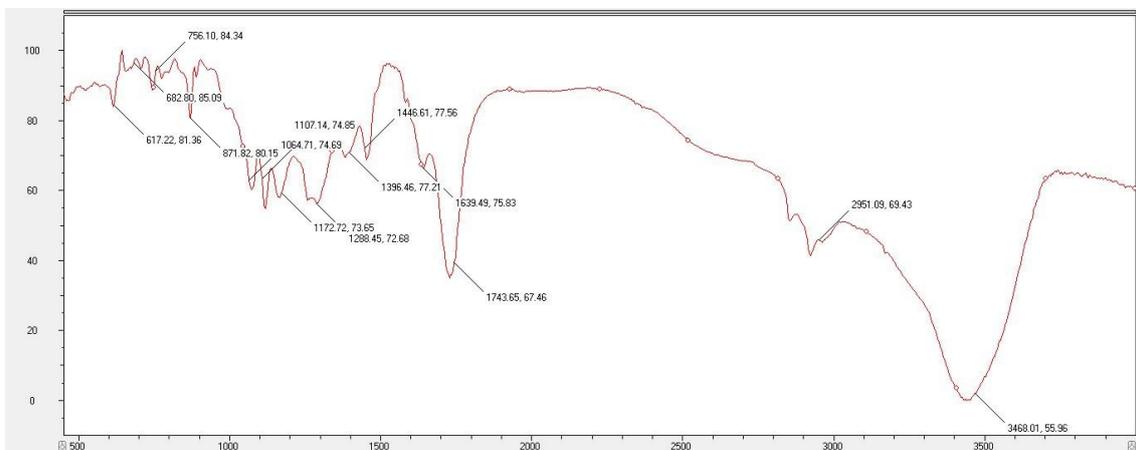
Жалпы алғанда, 2-бутин-1,4-диол синтезінің нәтижелері бұл молекуланың органикалық синтез үшін платформалық қосылыс екенін көрсетеді. Ол әрі қарайғы құрылымдық түрлендірулер мен қолданбалы материалдар алу үшін сенімді және экологиялық тұрғыдан қауіпсіз реагент ретінде пайдалануға мүмкіндік береді. Сондықтан бұл кезең жалпы зерттеудің ғылыми және технологиялық негізін құрайды.

Кесте 1

Синтез нәтижелерінің салыстырмалы көрсеткіштері

№	Өнім атауы	Шығым (%)	Түс/күйі	Еру қабілеті	Тұтқырлық (мПа·с)
1	2-бутин-1,4-диол	82	Түссіз сұйықтық	Суда жақсы	36.5
2	Гликоль диакрилаты	79	Ашық сары сұйық	Этанолда жақсы	28.7
3	Аминоалкил эфирі	74	Сарғыш тұтқырлық	Метанолда жақсы	30.2
4	Дикарбон қышқылы	70	Ақ кристалл зат	Суда нашар	–

2-бутин-1,4-диол шығымы 80–82% аралығында тіркелді. Этерификация нәтижесінде алынған гликоль диакрилатының құрылымы  $^1\text{H}$  ЯМР спектрінде  $\delta$  4.15–4.25 ppm ( $\text{CH}_2\text{-O}$ ) және  $\delta$  5.9–6.3 ppm (винил протондары) сигналдары арқылы расталды. ИК спектрде  $1720\text{ см}^{-1}$  ( $\text{C=O}$ ),  $1635\text{ см}^{-1}$  ( $\text{C=C}$ ),  $3300\text{ см}^{-1}$  ( $\text{OH}$ ) жолақтары байқалды.



1- сурет. ИК-диапазоны бойынша функционалдық топтардың спектрлік сипаттамасы

## Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

Кесте 2

ИҚ спектрлік деректері бойынша функционалдық топтар

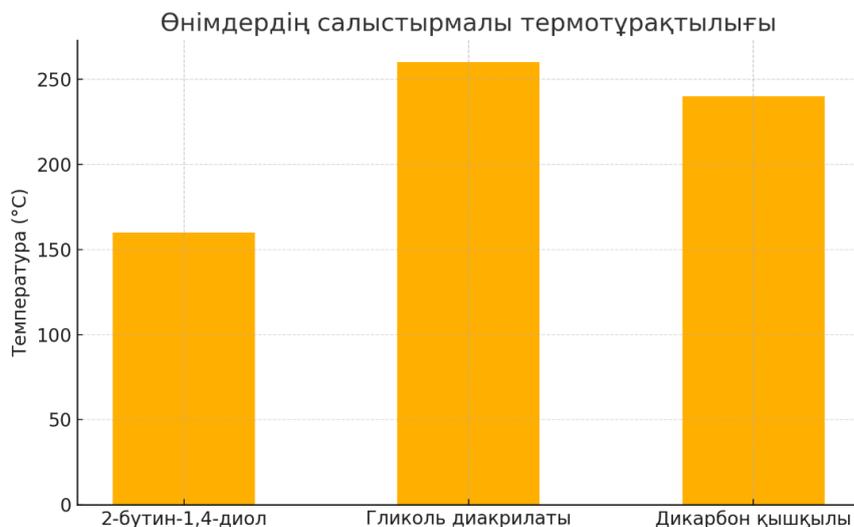
Қосылыс атауы	Тербеліс сигналы (см <sup>-1</sup> )	Топтың түрі	Түсініктеме
2-бутин-1,4-диол	3300	O–H	Кең жолақ, гидроксил тобы
	2100	C≡C	Үштік байланыс сигналы
Гликоль диакрилаты	1720	C=O	Карбонил (эфир)
	1635	C=C	Винил тобының тербелісі

УФ-спектрде 265 нм маңында жұтылу байқалды, бұл акрил тобына тән. Термогравиметриялық анализ нәтижесінде гликоль диакрилаттары 220–260 °С аралығында термиялық тұрақты екені анықталды. Аминоалкил эфирлерінің гидрофильдігі жоғары, ал тотығу өнімдері – дикарбон қышқылдары – сорбциялық белсенділікке ие. Кестелер мен диаграммаларда өнімдердің салыстырмалы тығыздығы, тұтқырлығы, ерігіштігі мен термостабильдігі көрсетілген.

Кесте 3

Термиялық тұрақтылық көрсеткіштері (TGA/DSC)

Өнім атауы	Термотұрақтылық (°С)	Шынылану температурасы Tg (°С)	Балқу температурасы (°С)
2-бутин-1,4-диол	160	–	16
Гликоль диакрилаты	220–260	75	–
Дикарбон қышқылы	>240	–	150



2 - сурет. Зерттелген қосылыстардың салыстырмалы термотұрақтылығы

### Қорытынды

Жүргізілген зерттеу нәтижесінде ацетилен гликольдерін және олардың негізінде күрделі эфирлер мен функционалдық туындыларды синтездеудің экологиялық қауіпсіз әрі тиімді әдісі ұсынылды. Алынған қосылыстардың құрылымы спектроскопиялық әдістермен дәлелденді, ал физика-химиялық қасиеттері оларды полимерлеу, адгезия және биомедициналық жүйелерде қолдануға болатынын көрсетті. Технологиялық процестің өндірістік масштабқа бейімделуі, автоматтандыру мүмкіндігі мен жасыл химия талаптарына сәйкестігі зерттелді. Бұл бағыт органикалық және полимерлік химияның тоғысындағы өзекті қолданбалы шешімдер ұсына алады.

## **Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»**

Әдебиеттер тізімі

1. Морозов А. И. Органическая химия. – М.: Академия, 2019. – 432 с.
2. Барбухатти К. Ю. Катализ в органическом синтезе. – СПб.: Лань, 2020. – 384 с.
3. Дьяков В. Г., Лебедева А. А. Спектроскопия органических соединений. – М.: Академкнига, 2021. – 296 с.
4. Nguyen P. H., Lee D., Cho Y. Green synthesis of polyfunctional glycols under aqueous conditions // Green Chemistry. – 2023. – Vol. 25, № 4. – P. 3024–3034.
5. Zhou Y., Wang H., Liu J. Catalytic routes to terminal diols with triple bonds // Catalysis Science & Technology. – 2020. – Vol. 10, № 9. – P. 2153–2161.
6. Zhang X., Kim B. H. Esterification of diols with acrylic acid and structure-property correlation // Polymer Journal. – 2022. – Vol. 54. – P. 834–842.
7. Allen M. J., Berger K., Schreiber R. NMR interpretation of functionalized acetylene diols // Magnetic Resonance in Chemistry. – 2021. – Vol. 59, № 7. – P. 659–666.
8. Saeed M., Yun J., Park Y. Photopolymerizable glycol acrylates: synthesis and applications // Polymers. – 2023. – Vol. 15, № 2. – P. 431.
9. Zhang J., Liu T. Reactivity and application of glycol esters // Industrial & Engineering Chemistry Research. – 2021. – Vol. 60. – P. 918–926.
10. Petrovic Z. S., Montemayor M. Sustainable monomers for bio-based polyesters // Macromolecular Rapid Communications. – 2023. – Vol. 44. – P. 2300111.

Г.М.Темир, В.В.Меркулов, Б.Х.Исанова, Е.В.Ситдикова, Ф.С.Керуенбаева

### **Синтез ацетиленгликолей и получение на их основе сложных эфиров**

В данной статье рассмотрены методы синтеза ацетиленгликолей и получения на их основе сложных эфиров. Синтез 2-бутин-1,4-диола из ацетилена и формальдегида был реализован в водной среде при катализе хлоридом меди(I). Полученный диол подвергали этерификации с акриловой кислотой с образованием гликоль диакрилата. Дополнительно были проведены реакции аминоалкилирования и окисления. Структура полученных соединений подтверждена методами ИК, ЯМР и УФ-спектроскопии. Физико-химические свойства продуктов были исследованы, а термическая стабильность оценена методами ТГА и ДСК. Результаты исследования показали, что синтезированные сложные эфиры представляют собой мономеры с высокой склонностью к полимеризации и могут быть использованы в полимерной химии, биомедицинских системах и покрытиях.

*Ключевые слова:* ацетиленгликоли, сложные эфиры, акриловая кислота, спектроскопия, термическая стабильность, этерификация, функционализация, полимеризация, зеленая химия, биоматериалы.

G.M.Temir, V.V.Merkulov, B.Kh.Isanova, E.V.Sitdikova, F.S.Keruenbayeva

### **Synthesis of Acetylene Glycols and Their Derivatization into Complex Esters**

This article discusses the synthesis of acetylene glycols and the methods for obtaining complex esters based on them. The synthesis of 2-butyne-1,4-diol from acetylene and formaldehyde was carried out in aqueous medium using copper(I) chloride as a catalyst. The resulting diol was esterified with acrylic acid to yield glycol diacrylate. Additionally, aminoalkylation and oxidation reactions were performed. The structures of the obtained compounds were confirmed by IR, NMR, and UV spectroscopy. The physicochemical properties of the products were investigated, and their thermal stability was assessed by TGA and DSC methods. The research results

## **Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»**

demonstrated that the synthesized esters are monomers with high polymerization potential and are suitable for use in polymer chemistry, biomedical systems, and coatings.

*Keywords:* acetylene glycols, complex esters, acrylic acid, spectroscopy, thermal stability, esterification, functionalization, polymerization, green chemistry, biomaterials.

### References

1. Morozov A. I. *Organicheskaya khimiya*. – М.: Akademiya, 2019. – 432 s.
2. Barbukhatti K. Yu. *Kataliz v organicheskom sinteze*. – SPb.: Lan', 2020. – 384 s.
3. D'yakov V. G., Lebedeva A. A. *Spektroskopiya organicheskikh soedineniy*. – М.: Akademkniga, 2021. – 296 s.
4. Nguyen P. H., Lee D., Cho Y. Green synthesis of polyfunctional glycols under aqueous conditions // *Green Chemistry*. – 2023. – Vol. 25, No. 4. – P. 3024–3034.
5. Zhou Y., Wang H., Liu J. Catalytic routes to terminal diols with triple bonds // *Catalysis Science & Technology*. – 2020. – Vol. 10, No. 9. – P. 2153–2161.
6. Zhang X., Kim B. H. Esterification of diols with acrylic acid and structure-property correlation // *Polymer Journal*. – 2022. – Vol. 54. – P. 834–842.
7. Allen M. J., Berger K., Schreiber R. NMR interpretation of functionalized acetylene diols // *Magnetic Resonance in Chemistry*. – 2021. – Vol. 59, No. 7. – P. 659–666.
8. Saeed M., Yun J., Park Y. Photopolymerizable glycol acrylates: synthesis and applications // *Polymers*. – 2023. – Vol. 15, No. 2. – P. 431.
9. Zhang J., Liu T. Reactivity and application of glycol esters // *Industrial & Engineering Chemistry Research*. – 2021. – Vol. 60. – P. 918–926.
10. Petrovic Z. S., Montemayor M. Sustainable monomers for bio-based polyesters // *Macromolecular Rapid Communications*. – 2023. – Vol. 44. – P. 2300111.

**Сведения об авторах****АВТОРЛАР ТУРАЛЫ МӘЛІМЕТТЕР  
СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ  
INFORMATION ABOUT AUTHORS**

<b>Абдрахманова А.А.</b> – Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сағынова, Караганды, Казахстан, E-mail: aardasha @list.ru
<b>Абдрахманова К.А.</b> – Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сағынова, Караганды, Казахстан
<b>Абишкенов М.Ж.</b> – Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан, E-mail: m.abishkenov@tttu.edu.kz
<b>Адилкешев С.Е.</b> – Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан
<b>Айтбаев Е.С.</b> – Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан, E-mail: e.aitbaev@tttu.edu.kz
<b>Акмалова И.М.</b> – Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан, E-mail: ilyanaaaa2000@gmail.com
<b>Алдабаева А.Е.</b> – Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан
<b>Алмазов А.И.</b> – Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан
<b>Алмухан У.М.</b> Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан, E-mail: almukhan@tttu.edu.kz
<b>Апачиди Н.К.</b> – Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова, Караганда, Казахстан, E-mail: apachidi@bk.ru, bigalievaalfija@gmail.com
<b>Арызқұлова А.</b> – Карагандинский университет имени Е.А. Букетова, Караганда, Казахстан
<b>Асабина Н.Н.</b> – Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан, E-mail: n.assabina@tttu.edu.kz
<b>Ахатов Д.Б.</b> – Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан, E-mail:
<b>Базаров Б.А.</b> – Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан, E-mail: ba.bazarov@mail.ru,
<b>Байғонысова С.</b> – Карагандинский университет имени Е.А. Букетова, Караганда, Казахстан
<b>Батырова Г.Е.</b> – Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан, E-mail: g.batyrova@tttu.edu.kz,
<b>Баурай Ә.</b> – Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан, E-mail: asel.bauray@mail.ru
<b>Бауыржанұлы А.</b> – Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан, E-mail: a.bauyrzhanuly@tttu.edu.kz,
<b>Бахтеев А.Т.</b> – Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан
<b>Белгибава Л.М.</b> – Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан, E-mail: Liazzat_79@mail.ru
<b>Берік З.Н.</b> – Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан, E-mail: zangarberikov9@gmail.com
<b>Бестембек Е.С.</b> – Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан
<b>Бигалиева А.З.</b> – Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова, Караганда, Казахстан
<b>Бражников А.С.</b> – Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан,
<b>Бубелис Й.П.</b> – Карагандинский индустриальный университет, Темиртау.Казахстан, E-mail: i.bubelis@tttu.edu.kz

**Сведения об авторах**

<b>Бурумбаев А.Г.</b> – Карагандинский индустриальный университет, Караганда, Казахстан, E-mail: burumbayev.azamat@mail.ru, m.ye.n@mail.ru
<b>Gelmanova Z.S.</b> – Karaganda Industrial University, Temirtau, Kazakhstan, E-mail: zoyakgiu@mail.ru
<b>Герашенко Д.В.</b> – Темиртауский высший политехнический колледж, Темиртау, Казахстан, E-mail leisstefani09@gmail.com
<b>Дружинин В.М.</b> – Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан, E-mail: v.druzhinin@tttu.edu.kz
<b>Дүйсенбаев Б.Т.</b> – Карагандинский университет имени Е.А.Букетова, Караганда, Казахстан, E-mail: beknurdujsenbev@gmail.com
<b>Жайлау Е.</b> – Карагандинский университет имени Е.А. Букетова, Караганда, Казахстан
<b>Жакипбаева М.А.</b> – Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан, E-mail: marzanzakipbaeva@gmail.com
<b>Жақан А.М.</b> – Химико-металлургический институт им. Ж.Абишева, Караганда, Казахстан, E-mail: armat.01.01@mail.ru
<b>Жанайдаров О.М.</b> – Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан, E-mail: zhanaidarovolzhass6@gmail.com
<b>Жаутиков Б.А.</b> – Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан, E-mail: bakhyt.zhautikov@tttu.edu.kz
<b>Жасенов Е.С.</b> – Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан, E-mail: erlikzhasen@gmail.com,
<b>Жуманазарова Г.М.</b> – Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан, E-mail: g.zhumanazarova@tttu.edu.kz
<b>Жунусова А.Ж.</b> – Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан, E-mail: a.zhunusova@tttu.edu.kz
<b>Жунусова А.К.</b> – Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан
<b>Исабекова А.С.</b> – Университет имени Шакарима города Семей, Семей, Казахстан, E-mail: isabekovaarai.com
<b>Исанова Б.Х.</b> – Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан
<b>Исмаил А.Т.</b> – Қарағанды облысы білім басқармасы Теміртау қаласы білім бөлімі «№9 лицейі» КММ, E-mail: Ayazhan.ismail@inbox.ru
<b>Ищанова А. Ш.</b> – Екибастузский инженерно-технический институт имени академика К.Сатпаева, Экибастуз, Казахстан
<b>Кабикенов С.Ж.</b> – Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті, Қарағанды, Қазақстан, E-mail: sapargk@mail.ru
<b>Кабылканов С.К.</b> – Химико-металлургический институт им. Ж.Абишева, Караганда, Казахстан, E-mail: kabyl_96@mail.ru
<b>Казакон В.И.</b> – Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан, E-mail: v.kazakov@tttu.edu.kz
<b>Калданова Б.О.</b> – Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан, E-mail: b.kaldanova@tttu.edu.kz
<b>Камарова С.Н.</b> – Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан, E-mail: s.kamarova@tttu.edu.kz
<b>Кан А.Ж.</b> – Карагандинский университет имени Е.А. Букетова, Караганда, Казахстан
<b>Кан С.В.</b> – Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан, E-mail: s.kan@tttu.edu.kz

**Сведения об авторах**

<b>Канатбаева А.Б.</b> – Қарағанды индустрилық университеті, Теміртау, Қазақстан, E-mail: a.kanatbaeva@tttu.edu.kz
<b>Капашева Ж.К.</b> – Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан, E-mail: zh.kapasheva@tttu.edu.kz
<b>Керуенбаева Ф.С.</b> – Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан, E-mail: f.keruenbaeva@tttu.edu.kz
<b>Колесникова Р.К.</b> – Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан, E-mail: r.kolesnikova@tttu.edu.kz
<b>Конакбаева А.Н.</b> – Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан, E-mail: a.konakbayeva@tttu.edu.kz
<b>Кошмаганбетова А.С.</b> – Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті, Қарағанды, Қазақстан, E-mail: aizhan_150985@mail.ru
<b>Куандыков Д.И.</b> – Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан, E-mail: kuandykov.d.k@gmail.com
<b>Куандыков Д.К.</b> – Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан
<b>Кузьмин В.С.</b> – Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан,
<b>Кулидан С.</b> – Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан
<b>Кунтуш Е.В.</b> – Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан, E-mail: ye.kuntush@tttu.edu.kz
<b>Қожамберді А.Н.</b> – Карагандинский университет имени Е.А.Букетова, Караганда, Казахстан, E-mail: kozhanberdina05@mail.ru
<b>Лейс С.Я.</b> – Темиртауский высший политехнический колледж, Темиртау, Казахстан
<b>Лобанова Э.Г.</b> – Қарағанды индустрилық университеті, Теміртау, Қазақстан, E-mail: e.lobanova@tttu.edu.kz
<b>Макашева С.Д.</b> – Карагандинский университет имени Е.А. Букетова, Караганда, Казахстан
<b>Советбекова А. Б.</b> – Карагандинский университет имени Е.А. Букетова, Караганда, Казахстан,
<b>Мантлер С.Н.</b> – Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан, E-mail: s.mantler@tttu.edu.kz
<b>Махамбетов Е.Н.</b> – Карагандинский индустриальный университет, Караганда, Казахстан, E-mail: m.ye.n@mail.ru
<b>Мелешко О.В.</b> – Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан, E-mail: o.meleshko@tttu.edu.kz
<b>Меркулов В.В.</b> – Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан
<b>Молчанов Н.С.</b> – Темиртауский высший политехнический колледж, Темиртау, Казахстан,
<b>Мосунов А.Л.</b> – Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан, E-mail: a.mosunov@tttu.edu.kz
<b>Мырзаханова А.Т.</b> – Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан, E-mail: a.myrzakhanova.@tttu.edu
<b>Науkenова Е.Б.</b> – Карагандинский университет имени Е.А. Букетова, Караганда, Казахстан
<b>Никкульшин А.В.</b> – Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан, E-mail: a.nikulshin@tttu.edu.kz
<b>Носов В.Г.</b> – Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан
<b>Нурманбаева А.М.</b> – Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан E-mail: a.nurmanbaeva@tttu.edu.kz, s.kan@tttu.edu.kz
<b>Рыспекова Б.Ж.</b> – Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан, E-mail: b.ryspekova@tttu.edu.kz

**Сведения об авторах**

<b>Сакенова Ж.Қ.</b> – Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан, E-mail: zh.sakenova@tttu.edu.kz
<b>Сарсенбекова А.Ж.</b> – Карагандинский университет имени Е.А. Букетова, Караганда, Казахстан, E-mail: chem_akmaral@mail.ru
<b>Семерок Д.А.</b> – Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан
<b>Ситдикова Е.В.</b> – Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан
<b>Станкевич Д.В.</b> – Карагандинский индустриальный университет, Темиртау.Казахстан, E-mail: d.stankevich@tttu.edu.kz
<b>Ташмуханбетова И.Б.</b> – Международная образовательная корпорация, Алматы, Казахстан
<b>Темір Г.М.</b> – Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан, E-mail: temir.gulnaz.01@mail.ru
<b>Титова Ж.И.</b> – Карагандинский индустриальный университет, Темиртау.Казахстан, E-mail: zh.titova20@tttu.edu.kz
<b>Толеубаева Ш.Б.</b> – Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан
<b>Төлеген А.А.</b> – Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан, E-mail: aa.tolegen@tttu.edu.kz
<b>Унайбаев Б.Б.</b> – Екибастузский инженерно-технический институт имени академика К.Сатпаева, Экибастуз, Казахстан
<b>Унайбаев Б.Ж.</b> – Екибастузский инженерно-технический институт имени академика К.Сатпаева, Экибастуз, Казахстан
<b>Утеев А.М.</b> – Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан
<b>Fayez Wazani A.W.</b> – Karaganda Industrial University, Temirtau, Kazakhstan
<b>Хабелашвили Л.К.</b> – Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан, E-mail: l.khabelashvili@tttu.edu.kz
<b>Чащин В.А.</b> – Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан, E-mail: v.shashin@tttu.edu.kz
<b>Чепелян Л.В.</b> – Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан, E-mail: chepelyan@tttu.edu.kz

**Правила оформления и предоставления статей**

Министерство науки и высшего образования Республики Казахстан  
 Карагандинский индустриальный университет

**ИНФОРМАЦИОННОЕ ПИСЬМО****Уважаемые коллеги!**

До **15 августа 2025 года** осуществляется прием научных статей в следующий выпуск Республиканского научного журнала «**Вестник Карагандинского государственного индустриального университета**», который зарегистрирован в Международном центре по регистрации сериальных изданий ISSN (ЮНЕСКО, г. Париж, Франция) с присвоением международного номера ISSN 2309-1177. Территория распространения журнала: Республика Казахстан, страны ближнего и дальнего зарубежья.

**В журнале предусмотрены следующие разделы**

- Раздел 1. Металлургия, технологии новых материалов;
- Раздел 2. Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство;
- Раздел 3. IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника;
- Раздел 4. Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины;
- Раздел 5. Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности.

**ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ И ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ СТАТЕЙ**

В республиканском научном журнале «*Вестник Карагандинского государственного индустриального университета*» публикуются результаты актуальных работ, имеющих исследовательский характер, обладающих научной новизной и практической значимостью.

Языки публикации: казахский, русский, английский.

Статья представляется в Департамент науки и инноваций в одном печатном экземпляре, а в электронном виде направляется на корпоративную почту: [bulletin@ttu.edu.kz](mailto:bulletin@ttu.edu.kz).

К тексту статьи, подписанному автором (-ами), прилагаются аннотация на русском, казахском и английском языках (100 слов), внешняя и внутренняя рецензии, анкета автора (-ов).

**Текст редактированию не подлежит, поэтому все материалы должны быть оформлены в соответствии с требованиями и тщательно отредактированы. Материалы, не соответствующие вышеуказанным требованиям, не рассматриваются и обратно не высылаются.**

**Требования к оформлению статей:**

Объем статьи, включая библиографию, не должен превышать 15 страниц текста, набранного на компьютере (редактор Microsoft Word), минимальный объем статьи - 4 страницы.

Поля рукописи должны быть: верхнее и нижнее - 25 мм, левое и правое - 20 мм; шрифт - TimesNewRoman, размер - 11 пт; межстрочный интервал - одинарный; выравнивание - ширина; отступ абзаца - 0,8 см.

Материал статьи оформлен в соответствии с ГОСТ 7.5-98 «Журналы, сборники, информационные издания. Издательское оформление публикуемых материалов».

В структуру статьи входят следующие разделы:

## Правила оформления и предоставления статей

- **Заголовок:** включает отдельную строку слева от индекса УДК, информацию об авторах (инициалы и фамилия, название учреждения или организации, город, страна, e-mail автора, ответственного за переписку с редактором), название статьи;

- **Реферат:** оформлен в соответствии с ГОСТ 7.9-95 «Реферат и реферат. Общие требования». Обязательные компоненты аннотации: информативность (объем - 100 слов); оригинальность (новизна статьи); содержание (основное содержание). статьи и результатов исследования); структурированы; выводы. Аннотация предоставляется на английском, казахском и русском языках;

- **Ключевые слова:** не менее 8-10 основных терминов или коротких фраз, которые используются в статье. Ключевые слова предоставляются на английском, казахском и русском языках. Аннотация и ключевые слова на языке статьи предшествуют основному тексту статьи, аннотации и ключевые слова на других языках размещаются после библиографического списка статьи;

- **Введение:** обоснование актуальности и степени развития темы (возможен краткий обзор научной литературы по теме исследования); постановка задачи исследования; описание объекта и предмета исследования, целей и задач статьи; краткое описание его строения.

- **Методы и материалы (экспериментальные):** описание методов и материалов, использованных в исследовании, включая методы сбора, обработки и анализа данных; характеристики выборки (если используется выборочное исследование);

- **Результаты и обсуждение:** описание и интерпретация полученных результатов с помощью рисунков, таблиц, графиков и рисунков;

- **Выводы:** формулировка выводов на основании полученных результатов; сравнение полученных результатов с существующими результатами по этой теме; оценка научной новизны и практической ценности полученных результатов.

- **Благодарности:** при наличии источника финансирования исследования (гранты, государственные программы) указывается информация о нем;

- **Список литературы:** библиографический список составляется дважды:

- «Список литературы» - на языке оригинала источников (казахский, русский и другие неанглийские языки) оформляется в соответствии с ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления». Ссылки на источники на языке, использующем кириллицу, необходимо транслитерировать латинскими буквами;

- «Список литературы» - на английском языке (оформлен в соответствии с международным библиографическим стандартом APA (<http://www.bibme.org/citation-guide/APA/book>)).

Первая ссылка в тексте на литературу должна иметь номер [1], вторая - [2] и т. Д. По порядку. Обращаясь к результату из книги, укажите его номер из списка литературы и (через точку с запятой) номер страницы, на которой этот результат опубликован. Например; [8; 325]. Ссылки на неопубликованные работы не допускаются;

- **Информация об авторах:** включает следующие элементы: имя, отчество и фамилию; ученое звание, ученая степень; должность или профессия; место работы (название учреждения или организации, населенный пункт); название страны (для иностранных авторов); адрес электронной почты (e-mail).

Разделы статьи должны быть согласованы между собой, из текста статьи должна быть ясна исследовательская гипотеза (вопрос исследования), методология и методы исследования, результаты исследования и их вклад в развитие отрасли социологического знания, в рамках которой исследование было проведено.

Все сокращения и сокращения, за исключением общеизвестных сокращений, должны быть расшифрованы, когда они впервые используются в тексте.

## **Правила оформления и предоставления статей**

В артикуле нумеруются только те формулы, на которые есть ссылки в тексте.

Таблицы, рисунки и формулы не должны содержать неточностей в обозначении символов и знаков. Рисунки должны быть четкими, чистыми и не сканированными. Ссылки на рисунки и таблицы в тексте.

Перед подачей статьи в журнал необходимо тщательно проверить общую орфографию материалов, орфографию соответствующей терминологии и форматирование текста и ссылок.

Предоставляя текст для публикации в журнале, автор гарантирует правильность всех сведений о себе, отсутствие плагиата и других форм незаконных заимствований в рукописи произведения, правильное оформление всех заимствований текста, таблиц, схем, иллюстраций.

Литературный источник оформляется в соответствии ГОСТ 7.1-2003. Сведения об источниках следует располагать в порядке появления ссылок на источники в тексте и нумеровать арабскими цифрами без точки и печатать с абзацного отступа. Ссылки на использованные источники следует приводить в квадратных скобках. **Библиографическая запись выполняется на языке оригинала.**

### **Журналы**

1 Третьяков Ю.Д. Процессы самоорганизации в химии материалов // Успехи химии. – 2003. – Т. 72, № 4. – С. 731-763.

2 Пак Н.С. Социологические проблемы языковых контактов // Вестник КазУМОиМЯ им. Абылай хана. Серия «Филология». – Алматы, 2007. – № 2(10). – С. 270-278.

### **Книги**

1 Назарбаев Н.А. В потоке истории. - Алматы: Атамұра, 1999. – 296 с.

2 Надиров ПК. Высоковязкие нефти и природные битумы: в 5 т. – Алматы: Ғылым, 2001. – Т. 4. – 369 с.

3 Гембицкий Е.В. Нейроциркуляторная гипотония и гипотонические (гипотензивные) состояния: руководство по кардиологии: в 5 т. / под ред. Е.И. Чазова. – М.: Изд-во Медицина, 1982. – Т. 4. – С. 101-117.

4 Портер М.Е. Международная конкуренция / пер. с англ.; под ред. В.Д. Щепина. – М.: Международные отношения, 1993. – 140 с.

5 Павлов Б.П. Батуев СП. Подготовка водомазутных эмульсий для сжигания в топочных устройствах // В кн.: Повышение эффективности использования газообразного и жидкого топлива в печах и отопительных котлах. – Л.: Недра, 1983. – 216 с.

### **Сборники**

1 Зимин А.И. Влияние состава топливных эмульсий на концентрацию оксидов азота и серы в выбросах промышленных котельных // Экологическая защита городов: тез. докл. науч.-техн. конф. – М: Наука, 1996. – С. 77-79.

2 Паржанов Ж.А., Моминов Х., Жигитеков Т.А. Товарные свойства каракуля при разном способе консервирования // Научно-технический прогресс в пустынном животноводстве и аридном кормопроизводстве: матер, междунар. науч.-практ. конф., поев. 1500-летию г. Туркестан. – Шымкент, 2000. – С. 115-120.

### **Законодательные материалы**

1 Постановление Правительства Республики Казахстан. О вопросах кредитования аграрного сектора: утв. 25 января 2001 года, № 137.

2 Стратегический план развития Республики Казахстан до 2010 года: утв. Указом Президента Республики Казахстан от 4 декабря 2001 года, № 735 // [www.minplan.kz](http://www.minplan.kz). 28.12.2001.

3 План первоочередных действий по обеспечению стабильности социально-экономического развития Республики Казахстан: утв. Постановлением Правительства Республики Казахстан от 6 ноября 2007 года, №1039//[www.kdb.kz](http://www.kdb.kz).

**Правила оформления и предоставления статей**

4 Республика Казахстан. Закон РК. О государственных закупках: принят 21 июля 2007 года.

5 Стратегический план Агентства РК по делам строительства и жилищно-коммунального хозяйства на 2010-2014 годы: утв. постановлением Правительства РК от 3 марта 2010 года, № 17.

**Патентные документы**

1 А.с. 549473. Способ первичной обработки кожевенного сырья / Р.И. Лаупакас, А.А. Скородянис; опубл. 30.09.1989, Бюл. № 34. – 2 с.

2 Пат. 2187888 Российская Федерация, МПК 7 Н 04 В 1/38, Н 04 J 13/00. Приемопередающие устройства / Чугаева В.П.; заявитель и патентообладатель Воронеж. науч.-исслед. ин-т связи. – № 200131736/09; заявл. 18.12.00; опубл. 22.08.02, Бюл. № 23 (II ч.). – 3с.

**Газеты**

1 Байтова А. Инновационно-технологическое развитие – ключевой фактор повышения конкурентоспособности // Казахстанская правда. – 2009. – № 269.

2 На реализацию проекта «Актау-Сити» будет направлено 36 млрд. тг // Панорама - 2009, октябрь – 16.

3 Кузьмин Николай. Универсальный солдат. «Эксперт Online» <http://www.nomad.su> 13.10.2009.

**Ресурсы Internet**

1 Образование: исследовано в мире [Электронный ресурс]: междунар. науч. пед. интернет журнал с библиотекой депозитарием / Рос. акад. Образования; Гос. науч. пед. б-ка им. К. Д. Ушинского. - Электрон, журн. – М., 2000. – Режим доступа к журн.: <http://www.oim.ru>, свободный.

2 Шпринц, Лев. Книга художника: от миллионных тиражей – к единичным экземплярам [Электронный ресурс] / Л. Шпринц. – Электрон. текстовые дан. – Москва: [б.и.], 2000. – Режим доступа: <http://atbook.km.ru/news/000525.html>, свободный.

**Неопубликованные документы****Отчеты о научно-исследовательской работе**

1 Формирование и анализ фондов непубликуемых документов, отражающих состояние науки Республики Казахстан: отчет о НИР (заключительный) / АО «Нац. центр научно-техн. информ.»: рук. Сулейменов Е. З.; исполн.: Кульевская Ю. Г. – Алматы, 2008. – 166 с. – № ГР 0107РК00472. – Инв. № 0208РК01670.

**Диссертации**

1 Хамидбаев К.Я. Каракульские смушки Казахстана и некоторые факторы, обуславливающие их изменчивость: автореф. ... канд. с.-х. наук: 06.02.01. – Алма-Ата: Атамура, 1968. – 21 с.

2 Избаиров А.К. Нетрадиционные исламские направления в независимых государствах Центральной Азии: дис. ... док. ист. наук: 07.00.03 / Институт востоковедения им.Р.Б. Сулейменова. – Алматы, 2009. – 270 с. – Инв. № 0509РК00125.

**Депонированные рукописи**

1 Разумовский В.А. Управление маркетинговыми исследованиями в регионе / Институт экономики. – Алматы, 2000. – 116 с. – Деп. в КазгосИНТИ 13.06.2000. – № Ка00144.

**Языки публикации:** казахский, русский, английский.

**Текст редактированию не подлежит, поэтому все материалы должны быть оформлены в соответствии с требованиями и тщательно отредактированы. Материалы, не соответствующие вышеуказанным требованиям, не рассматриваются и обратно не высылаются.**

## Правила оформления и предоставления статей

Статья предоставляется в Департамент науки и инновации в одном экземпляре и на электронном носителе.

Оплата за публикацию статьи в журнале **3500 тенге**.

Взнос с пометкой «Оплата за публикацию в республиканском научном журнале «Вестник Карагандинского государственного индустриального университета»» перечисляется по адресу: 101400 г. Темиртау, пр. Республики, 30; Карагандинский государственный индустриальный университет, БИН 060940005033; ИИК KZ278560000006666996, АО «Банк Центр Кредит», БИК KСJBKZKX, БИН 060940005033.

(ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЬИ)

МРНТИ 53.31.19

УДК: 669

Е.Қ. Куатбай<sup>1</sup>, Ю.И. Шишкин<sup>1</sup>, С.Т. Бақыт<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Карагандинский индустриальный университет, г. Темиртау, Казахстан

<sup>2</sup>ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)», кафедра Пирометаллургические процессы,

г. Челябинск, Российская Федерация

(E-mail: ye.kuatbay@tttu.edu.kz)

### Возможность получения конвертерной стали с низким содержанием серы

На основе обработки литературных данных и промышленных плавок конвертерного цеха АО «АрселорМиттал Темиртау» показана перспективность внепечного рафинирования чугуна от серы.

Показано, что в реальных условиях конвертерной плавки невозможно стабильно получать содержание серы в готовом металле ниже 0,01%, даже при условии обработки его на установке доводки металла (УДМ). Окислительные шлаки сталеплавильных процессов являются слабыми десульфураторами из-за высокого содержания в них закиси железа (до 20% и более). Степень удаления серы ( $\eta_S$ ) в лучшем случае составляет 20-30%, в то время как этот показатель для фосфора составляет более 90%.

Низкое и особо низкое содержание серы в стали (до 0,0005%) обеспечивается за счет внепечной десульфурации чугуна. При внепечной обработке чугуна создаются более благоприятные условия для удаления серы, чем в кислородном конвертере. Причиной этого является присутствие в значительных количествах элементов, повышающих коэффициент активности серы, прежде всего, углерод, а также низкий окислительный потенциал чугуна. С учетом того, что углерод и кремний, содержащиеся в чугуне, повышают активность серы, то для получения стабильно низких концентраций серы в готовой стали целесообразно использовать современные методы десульфурации чугуна, а не стали. Показано, что из всех десульфураторов чугуна наиболее эффективным материалом является магний.

*Ключевые слова:* сталь, чугун, десульфурация, активность серы, реагент, рафинирование, коэффициент распределения, магний.

### Введение

Удаление серы из металла – одно из главных условий производства качественной стали. Внедрение непрерывной разливки требует снижения содержания серы даже в металле массового назначения для обеспечения качественной структуры и поверхности непрерывно-литого сляба [1].

Кислородно-конвертерный процесс мало приспособлен для глубокой десульфурации металла. Степень удаления серы в лучшем случае составляет 20-30% [2].

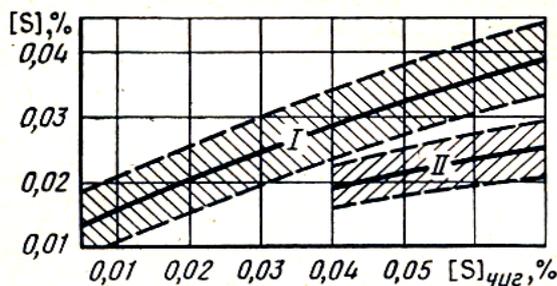
**Правила оформления и предоставления статей**

*Методы и материалы*

С учетом того, что основным компонентом кислородно-конвертерной плавки является чугун, доля которого может составлять 75-100%, его рафинирование от серы является предпочтительнее.

Технологические возможности удаления серы на стадиях подготовки и производства металла при существующей глубине обогащения железорудного сырья крайне ограничены и сопряжены с большими затратами топлива, флюсов, а также снижением производительности металлургических агрегатов. Это обстоятельство заставляет внимательно оценивать возможности внепечных способов десульфурации чугуна.

Изложенное выше подтверждается данными рисунка 2 [3].



I - одношлаковый процесс; II - двухшлаковый процесс

Рисунок 2. Влияние содержания серы в чугуне  $[S]_{\text{чуг}}$  на содержание ее в стали  $[S]$

Таблица 1

Изменение показателей кислородно-конвертерной плавки при снижении содержания S в чугуне на 0,01%

Сталь	Снижение расхода на 1 т стали			Увеличение производительности	
	извести, кг	бокситы, кг	кислорода, м <sup>3</sup>	т/мин	%
СВ08А	15,0	0,3	2,0	0,25	12,1
35ГС	21,0	0,3	2,0	0,32	13,7

*Результаты и обсуждение*

Результаты обработки данных опытных плавки показали, что даже при двойном скачивании промежуточного шлака средняя степень удаления серы,  $\eta_s$  составляет 38,6%, в то время, как для фосфора  $\eta_p = 97,3\%$  (таблица 3), что подтверждает необходимость внепечной обработки чугуна.

*Выводы*

Использование десульфурации чугуна гарантирует при производстве трубных марок стали содержание серы в металле 0,002-0,005%, что позволяет обеспечить заданные потребительские свойства проката.

В случае необходимости при данной технологии десульфурации чугуна возможно достижение ультранизких концентраций серы после обработки вплоть до 0,0005%, независимо от исходного ее содержания.

**Правила оформления и предоставления статей**

## Список литературы

- 1 Кудрин В.А. Теория и технология производства стали. - М.: Издательство Мир, 2003. – 528 с.  
 2 Шишкин Ю.И. Оценка альтернативных способов получения стали с низким содержанием серы // Труды международной научно-технической конференции «Научно-технический прогресс в металлургии». - Темиртау, 2001. - С. 272-275.  
 3 Шишкин Ю.И., Торговец А.К., Григорова О.А. Теория и технология конвертерных процессов. – Алматы: Гылым, 2006. – 192 с.

Е.Қ. Қуатбай, Ю.И. Шишкин, С.Т. Бақыт, Н.Б. Мажибаев, Н.Ж. Айкенбаева

**Төмен күкірті конвертерлік болат алу мүмкіндігі**

Әдеби деректерді өңдеу және «АрселорМиттал Теміртау» АҚ конвертер цехының өнеркәсіптік балқытулары негізінде шойынды күкірттен пештен тыс тазарту келешегі көрсетілген.

Конвертерлік балқытудың нақты жағдайларында дайын металдағы күкірт мөлшерін 0,01% - дан төмен тұрақты алу мүмкін емес, тіпті оны металды жетілдіру қондырғысында (МЖҚ) өңдеген жағдайдың өзінде. Болат балқыту үдерістерінің тотықтырғыш қождары құрамында темір тотығының жоғары болуына байланысты (20% - ға дейін және одан да жоғары) әлсіз күкіртсіздендіргіш болып табылады. Күкіртті жою дәрежесі ( $\eta_s$ ) ең жақсы жағдайда 20-30% құрайды, ал фосфор үшін бұл көрсеткіш 90% - дан асады.

Болаттағы күкірттің төмен және өте төмен құрамы (0,0005% - ға дейін) шойынды пештен тыс күкіртсіздендіру есебінен қамтамасыз етіледі. Шойынды пештен тыс өңдеу кезінде оттекті конвертерге қарағанда күкіртті жою үшін қолайлы жағдайлар жасалады. Мұның себебі күкірттің белсенділік коэффициентін арттыратын элементтер мөлшерінің айтарлықтай көп болуы, ең алдымен көміртегі, сонымен қатар шойынның тотығу потенциалының төмен болуы. Шойын құрамындағы көміртегі мен кремний күкірттің белсенділігін арттыратындығын ескере отырып, дайын болатта күкірттің тұрақты төмен концентрациясын алу үшін болатты емес, шойынды күкіртсіздендірудің заманауи әдістерін қолданған жөн. Шойынды күкіртсіздендіргіштер ішіндегі ең тиімді материал магний екендігі көрсетілген.

*Түйін сөздер:* болат, шойын, күкіртсіздендіру, күкірт белсенділігі, реагент, тазарту, таралу коэффициенті, магний.

Ye.K. Kuatbay, Yu.I. Shishkin, S.T. Bakhyt, N.B. Mazhibayev, N.Zh. Aikenbayeva

**The possibility of producing converter steel with a low sulfur content**

Based on the processing of literature data and industrial smelting of the converter shop of JSC "ArcelorMittal Temirtau", the prospects of out-of-furnace refining of cast iron from sulfur are shown.

It is shown that under real conditions of converter melting, it is impossible to consistently obtain a sulfur content in the finished metal below 0,01%, even if it is processed at the metal finishing installation (MFI). Oxidizing slags of steelmaking processes are weak desulfurizers due to their high content of iron oxide (up to 20% or more). The degree of removal of sulfur ( $\eta_s$ ) is at best 20-30%, while this indicator for phosphorus is more than 90%.

Low and particularly low sulfur content in steel (up to 0,0005%) is provided by extra-furnace desulfurization of cast iron. In the out-of-furnace treatment of cast iron, more favorable conditions are created for the removal of sulfur than in an oxygen converter. The reason for this is the presence of significant amounts of elements that increase the activity coefficient of sulfur, primarily carbon, as well as the low oxidative potential of cast iron. Given that the carbon and silicon con-

**Правила оформления и предоставления статей**

tained in cast iron increase the activity of sulfur, it is advisable to use modern methods of desulfurization of cast iron, rather than steel, to obtain consistently low concentrations of sulfur in finished steel. It is shown that of all cast iron desulfurizers, magnesium is the most effective material.

*Key words:* steel, cast iron, sulfur removal, the activity of sulphur, reagent, the refining, distribution coefficient, magnesium.

## References

- 1 Kudrin V.A. Teoriya i tekhnologiya proizvodstva stali. - M.: Izdatelstvo Mir. 2003. – 528 s.
- 2 Shishkin Yu.I. Otsenka alternativnykh sposobov polucheniya stali s nizkim soderzhanijem sery // Trudy mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii «Nauchno-tekhnicheskij progress v metallurgii». - Temirtau. 2001. - S. 272-275.
- 3 Shishkin Yu.I., Torgovets A.K., Grigorova O.A. Teoriya i tekhnologiya konverternykh protsessov. – Almaty: Gylym. 2006. – 192 s.

Ответственный секретарь  
Технический редактор  
Компьютерная верстка

В. Кунаев  
А. Нургалиева  
А. Нургалиева

---

30.06.2025 ж. бастап басылып шығарылады. Пішімі 60×84 1/8. Кітап-журнал қағазы. Көлемі 31 шартты б.т. Таралымы 500 дана. Бағасы келісім бойынша. ЦТД ҚИУ. Тапсырыс № 3292. Индекс 74946.

---

Дата выхода 30.06.2025 г. Формат 60×84 1/8. Бумага книжно-журнальная. Объем 31 уч.-изд.л. Тираж 500 экз. Цена договор. ДЦТ КИУ. Заказ № 3292. Индекс 74946.

---