ISSN 1694-8335 (print)
ISSN 1694-8343 (online)

Известия

КЫРГЫЗСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
имени И.Раззакова

1 том выпуск 1 (77) 2026

И.Раззаков атындагы
КЫРГЫЗ МАМЛЕКЕТТИК ТЕХНИКАЛЫК
УНИВЕРСИТЕТИНИН

Жарчысы

KYRGYZ STATE TECHNICAL UNIVERSITY
WWW.KSTU.KG

ISSN 1694-8335 (print)
ISSN 1694-8343 (online)

И. РАЗЗАКОВ АТЫНДАГЫ КЫРГЫЗ МАМЛЕКЕТТИК ТЕХНИКАЛЫК УНИВЕРСИТЕТИНИН
ЖАРЧЫСЫ

Теориялык жана илимий-техникалык колдонмо журнал

1-том №1(77) 2026-жыл

Жылына 4 жолу чыгат
Журналдын ээси: И.Раззаков атындагы Кыргыз мамлекеттик техникалык университети
Редакциянын дареги: 720044, Кыргыз Республикасы, Бишкек шаары, Ч.Айтматов көчөсү 66. 1/254 каб.
Тел.:+996(312) 54-51-40

Журналдын сайты: https://kstu.kg/bokovoe-menju/zhurnal-izvestija-kgtu-im-i-razzakova
Электрондук почтасы: journal@kstu.kg

Журнал Кыргыз Республикасынын юстиция министрлигинде катталган.
Күбөлүктүн номуру № 925, 16- январь, 2004-жыл

Журнал Россиялык илимий цитата индексине катталган.
Журналга келген бардык материалдар көз карандысыз рецензиядан өткөрүлөт.

Басууга 25.03. 2026-ж. кол коюлду.
Журнал электрондук форматта чыгат

Башкы редактор: М.К. Чыныбаев, физика-математика илимдеринин кандидаты, доцент, И. Раззаков атындагы КМТУнун ректору
Тел.: (312)54-51-25
Электрондук почтасы: rector@kstu.kg

Башкы редактордун орун басары: Р.Ш. Элеманова, техника илимдеринин доктору, профессор, КМТУнун илимий иштер проректору
Тел.: (312)54-51-40
Электрондук почтасы: elemanova@kstu.kg

Жооптуу катчы: А.Б.Аманкулова
journal@kstu.kg

РЕДКОЛЛЕГИЯ МҮЧӨЛӨРҮ

А.Р. Абдиев — т.и.д., проф., Кыргызстан
А.А. Акунов — т.и.д. (тарых), проф., Кыргызстан
С.А. Алымкулов — т.и.д., проф., Кыргызстан
Д.С. Акматбаев - т.и.д., проф., Астана, Казакстан
М.З. Алмаматов — т.и.д., проф., Кыргызстан
У.Аматвалиев –т.и.д., проф., Дүйшөмбү, Тажикстан
А.Б. Бакасова — т.и.д., проф., Кыргызстан
Ж.И. Батырканов — т.и.д., проф., Кыргызстан
И.В. Бочкарев — т.и.д., проф., Кыргызстан
У.Н. Бримкулов — т.и.д., проф., КР УИАнын корр.-мүчөсү, Кыргызстан
Ж.Т. Галбаев — т.и.д., проф., Кыргызстан
У.Р. Давлятов — т.и.д., проф., КР УИАнын корр.-мүчөсү, Кыргызстан
М.Дж. Джаманбаев — физ.-мат.и. д., проф., КР УИАнын корр.-мүчөсү, Кыргызстан
М.С. Джуматаев — т.и.д., проф., КР УИАнын академиги, Кыргызстан
А.А. Долгушин — т.и.д., проф., Новосибирск мамлекеттик агрардык университети, Россия
Т.Б. Дуйшеналиев — ф.-м .и. д., проф., Кыргызстан
К.М. Иванов — т.и.д., проф., Россия
А.С. Иманкулова — т.и.д., проф., Кыргызстан
Г.Дж. Кабаева — физ.-мат. и. д., проф., Кыргызстан
К.Ч. Кожогулов — т.и.д., проф., КР УИАнын академиги, Кыргызстан
А.А. Косимов – т.и.д. доцент, М.С.Осими ат. Тажик техникалык университети, Дүйшөмбү, Тажикстан
Т.Ы. Маткеримов — т.и.д., проф., Кыргызстан
М.М. Мусульманова — т.и.д., проф., Кыргызстан
Л.А. Назарова — физ.-мат.и.д., Россия илимдер академиясынын Сибирь бөлүмү, Россия
А.Дж. Обозов — т.и.д., проф., КР УИАнын корр.-мүчөсү, Кыргызстан
Н.Д. Рогалев — т.и.д., проф., Россия
А.Б. Салиев — физ.-мат. и. д., проф., Кыргызстан
Р.М. Султаналиева — физ.-мат. и. д., проф., КР УИАнын корр.-мүчөсү, Кыргызстан
А.М. Таева — т.и.д., проф., Алматы технологиялык университети, Казакстан
Б.Б. Токтосунова — хим.и. д., проф., Кыргызстан
Б.Т. Торобеков — т.и.д., проф., Кыргызстан
Г.Г. Трофимов – т.и.д. проф., Тель-Авив, Израиль
Ж.Ж. Тургумбаев — т.и.д., проф., Кыргызстан
А.С. Уметалиев — экон. и. д., проф., Кыргызстан

© И. Раззаков атындагы Кыргыз мамлекеттик техникалык университети

ISSN 1694-8335 (print)
ISSN 1694-8343 (online)

ИЗВЕСТИЯ
КЫРГЫЗСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА им. И. РАЗЗАКОВА

Теоретический и прикладной
научно-технический журнал

Том 1 №1 (77) 2026 год

Учредитель: Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова
Адрес редакции: 720044, Кыргызская Республика, г. Бишкек, пр. Ч.Айтматова 66, каб 1/254
Тел.: +996(312) 54-51-40
Сайт: https://kstu.kg/bokovoe-menju/zhurnal-izvestija-kgtu-im-i-razzakova
email: journal@kstu.kg

Журнал зарегистрирован В Министерстве юстиции Кыргызской Республики
Свидетельство № 925 от 16 января 2004 года.
Журнал зарегистрирован В Российском индексе научного цитирования
Материалы журнала проходит независимое рецензирование
Подписан в печать 25..03. 2026.
Журнал выходит в электронном формате

Главный редактор: М.К. Чынбаев, кандидат физико-математических наук, доцент, ректор КГТУ им. И. Раззакова
Тел.: Тел.: (312)54-51-25
Электронная почта: rector@kstu.kg

Заместитель главного редактора:
Р.Ш. Элеманова, доктор технических наук, профессор,
проректор по научной работе КГТУ им. И. Раззакова
Тел.: (312)54-51-40
Электронная почта: elemanova@kstu.kg

Ответственный секретарь: А.Б.Аманкулова
journal@kstu.kg

ЧЛЕНЫ РЕДКОЛЛЕГИИ

А.Р. Абдиев — д.т.н., проф., Кыргызстан
А.А. Акунов — д.ист.н., проф., Кыргызстан
С.А. Алымкулов — д.т.н., проф., Кыргызстан
Д.С. Акматбаев – д.т.н., проф. Астана, Казахстан
М.З. Алмаматов — д.т.н., проф., Кыргызстан
У.Аматвалиев – д.т.н., проф., Душанбе, Таджикистан
А.Б. Бакасова — д.т.н., проф., Кыргызстан
Ж.И. Батырканов — д.т.н., проф., Кыргызстан
И.В. Бочкарев — д.т.н., проф., Кыргызстан
У.Н. Бримкулов — д.т.н., проф., чл.-корр. НАН КР, Кыргызстан
Ж.Т. Галбаев — д.т.н., проф., Кыргызстан
У.Р. Давлятов — д.т.н., проф., чл.-корр. НАН КР, Кыргызстан
М.Дж. Джаманбаев — д.физ.-мат.н., проф., чл.-корр. НАН КР, Кыргызстан
М.С. Джуматаев — д.т.н., проф., акад. НАН КР, Кыргызстан
А.А. Долгушин — д.т.н., проф., Новосибирский государственный аграрный университет, Россия
Т.Б. Дуйшеналиев — д.физ.-мат.н., проф., Кыргызстан
К.М. Иванов — д.т.н., проф., Россия
А.С. Иманкулова — д.т.н., проф., Кыргызстан
Г.Дж. Кабаева — д.ф.-м.н., проф., Кыргызстан
К.Ч. Кожогулов — д.т.н., проф., акад. НАН КР, Кыргызстан
А.А. Косимов – д.т.н. доцент, Таджикский технический университет имени М.С.Осими, Душанбе, Тажикстан
Т.Ы. Маткеримов — д.т.н., проф., Кыргызстан
М.М. Мусульманова — д.т.н., проф., Кыргызстан
Л.А. Назарова — д.физ.-мат.н., СО РАН, Россия
А.Дж. Обозов — д.т.н., проф., чл.-корр. НАН КР, Кыргызстан
Н.Д. Рогалев — д.т.н., проф., Россия
А.Б. Салиев — д.ф.-м.н., проф., Кыргызстан
Р.М. Султаналиева — д.физ.-мат.н., проф., чл.-корр. НАН КР, Кыргызстан
А.М. Таева — д.т.н., проф., Алматинский технологический университет, Казахстан
Б.Б. Токтосунова — д.хим. н., проф., Кыргызстан
Б.Т. Торобеков — д.т.н., проф., Кыргызстан
Г.Г. Трофимов - д.т.н., проф., Тель- Авив, Израиль
Ж.Ж. Тургумбаев — д.т.н., проф., Кыргызстан
А.С. Уметалиев — д.экон. н., проф., Кыргызстан

© Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова, 2024

ISSN 1694-8335 (print)
ISSN 1694-8343 (online)

THE BULLETIN OF I. RAZZAKOV KYRGYZ STATE TECHNICAL UNIVERSITY

Vol. 1. №1 (77) 2026

Theoretical and Applied Scientific and Technical Journal
The publisher: Razzakov Kyrgyz State Technical University
Editorial office address: 720044, Kyrgyz Republic, Bishkek city, No 66 Ch. Aitmatov Ave., room 1/254.
Tel.: +996(312) 54-51-40
Website: https://kstu.kg/bokovoe-menju/zhurnal-izvestija-kgtu-im-i-razzakova
email: journal@kstu.kg

The journal is registered with the Ministry of Justice of the Kyrgyz Republic
Certificate No. 925; dated 16.01.2004.
The journal is published in electronic format
The journal has been registered with the Russian Science Citation Index since
Journal content is independently reviewed

Chief editor: M.K. Chynybaev,
Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Rector of Razzakov Kyrgyz State Technical University
Tel.: (312)54-51-25
E-mail: rector@kstu.kg

Deputy Chief Editor: ***R.SH. Elemanova,*** Doctor of Technical Sciences, Professor, Vice-Rector for Research Razzakov Kyrgyz State Technical University
Tel.: (312) 54-51-40
E-mail: elemanova@kstu.kg
Executive secretary: ***A.B. Amankulova***
email: journal@kstu.kg

EDITORIAL BOARD

A.R. Abdiev, Dr. Sci. (Tech.), Professor, Kyrgyzstan
A.A. Akunov, Dr. Sci. (History), Professor, Kyrgyzstan
S.A. Alymkulov, Dr. Sci. (Tech.), Professor, Kyrgyzstan
D.S. Akmatbayev, Dr. Sci. (Tech.), Professor, Astana, Kazakhstan
M.Z. Almamatov, Dr. Sci. (Tech.), Professor, Kyrgyzstan
U. Amatvaliev , Dr. Sci. (Tech.), Dushanbe, Tajikistan
A.B. Bakasova, Dr. Sci. (Tech.), Professor, Kyrgyzstan
Zh.I. Batyrkanov, Dr. Sci. (Tech.), Professor, Kyrgyzstan
I.V. Bochkarev, Dr. Sci. (Tech.), Professor, Kyrgyzstan
U.N. Brimkulov, Dr. Sci. (Tech.), Professor, Corresponding Member of NAS KR, Kyrgyzstan
Zh.T. Galbaev, Dr. Sci. (Tech.), Professor, Kyrgyzstan
U.R. Davlyatov, Dr. Sci. (Tech.), Professor, Corresponding Member of NAS KR, Kyrgyzstan
M.J. Jamanbaev, Dr. Sci. (Phys.-Math.), Professor, Corresponding Member of NAS KR, Kyrgyzstan
M.S. Jumataev, Dr. Sci. (Tech.), Professor, Academician of NAS KR, Kyrgyzstan
A.A. Dolgushin, Dr. Sci. (Tech.), Professor, Novosibirsk State Agrarian University, Russia
T.B. Duishenaliev, Dr. Sci. (Phys.-Math.), Professor, Kyrgyzstan
K.M. Ivanov, Dr. Sci. (Tech.), Professor, Russia
A.S. Imankulova, Dr. Sci. (Tech.), Professor, Kyrgyzstan
G.J. Kabaeva, Dr. Sci. (Phys.-Math.), Professor, Kyrgyzstan
K.Ch. Kozhogulov, Dr. Sci. (Tech.), Professor, Academician of NAS KR, Kyrgyzstan
A.A. Kosimov, Dr. Sci. (Tech.), Associate Professor, Tajik Technical University named after M.S. Osimi, Dushanbe, Tajikistan
T.Y. Matkerimov, Dr. Sci. (Tech.), Professor, Kyrgyzstan
M.M. Musulmanova, Dr. Sci. (Tech.), Professor, Kyrgyzstan
L.A. Nazarova, Dr. Sci. (Phys.-Math.), Professor, Siberian Branch of RAS, Russia
A.J. Obozov, Dr. Sci. (Tech.), Professor, Corresponding Member of NAS KR, Kyrgyzstan
N.D. Rogalev, Dr. Sci. (Tech.), Professor, Russia
A.B. Saliev, Dr. Sci. (Phys.-Math.), Professor, Kyrgyzstan
R.M. Sultanalieva, Dr. Sci. (Phys.-Math.), Professor, Corresponding Member of NAS KR, Kyrgyzstan
A.M. Tayeva, Dr. Sci. (Tech.), Professor, Almaty Technological University, Kazakhstan
B.B. Toktosunova, Dr. Sci. (Chem.), Professor, Kyrgyzstan
B.T. Torobekov, Dr. Sci. (Tech.), Professor, Kyrgyzstan
G.G. Trofimov– Dr. Sci. (Tech.), Professor,Tel Aviv, Israel
Zh.Zh. Turgumbaev, Dr. Sci. (Tech.), Professor, Kyrgyzstan
A.S. Umetaliev, Dr. Sci. (Econ.), Professor, Kyrgyzstan

The journal is published quarterly.
All submissions to the Editorial Board undergo independent peer review.

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОГО ГОРНОГО ФОРУМА КЫРГЫЗСТАНА «ПАРТНЕРСТВО ДЛЯ РАЗВИТИЯ» 15-16 ОКТЯБРЯ 2025 ГОДА

Алибаев А.П., Кокумбаева К.А., Такеева А. Р. Геомеханический анализ влияния уровня воды в водохранилище на напряженно-деформированное состояние береговых склонов…… 6

Алмакучукова Г.М., Молмакова М.С., Турарбек кызы А., Орозова Г.Т. Бактериальные методы обезвреживания сточных вод ЗИФ МАКМАЛ…….. 14

Бегентаев М.М., Негметов С.С., Кульдеев Е.И., Нурпеисова М.Б. Исследование и использование золошлаковых отходов в качестве вторичного сырья…….. 20

Волков А.П., Баитов Ж.К., Габбасов С.Г., Джакупбеков Б.Т. Разработка эффективной и безопасной технологии отработки маломощных наклонно-крутопадающих рудных залежей в сложных горно-геологических условиях **……...** 28

Воробьев А.Е., Кожогулова Г.К. О взаимосвязи между напряжённо-деформированным состоянием склоновых пород и направлением движения протяжённых оползневых масс…… 39

Джаманбаев М. Дж., Абдыраков Т.Т. Исследование температурного режима дамбы хвостохранилища Кумтор **.....** 47

Кожогулов К.Ч., Омуралиев С.Б., Фалалеев Г.Н. Экспериментальные исследования свойств песчано-глинистого заполнителя, увлажненного флюидами, на режимы деформирования межблочного контакта **……...** 53

Маматова Г.Т., Осмонова Н.Т. Преимущества применения интегрированного обучения в многоязычном образовании……. 59

Нурпеисова М., Киргизбаева Д.М., Нукарбекова Ж., Байтурбай О. Использование современных технологий в обеспечении экологической безопасности природных ресурсов..... 67

Сагымбаев А.А., Кожомуратов З.К., Шадыханов К.Т., Сагымбаев А. Амантур. Цифровая трансформация регионов в Кыргызской Республике: потенциал, вызовы и механизмы реализации в рамках государственной программы 2025-2030 годов……... 77

Самбаева Д.А., Маймеков Т.З., Шабданова Э.А., Кубатова Н.К., Маймеков З.К. Деструкция нефелина в среде известняка и оценка углеродной нагрузки в газовой фазе…….. 87

Тунгучбекова Ж.Т., Акжолова К.П., Шабданова Э.А. Получение высокочистого мышьяка из техногенных отходов……... 96

Усенов К.Ж., Иманкулов М.А., Куваков С.Ж. Напряжённо-деформированное состояние оползнеопасного склона вблизи бассейна Кек-Арт Сузакского района…… 104

Шапакова Ч.К., Маширов Д.А., Жумабеков Н.К. Пестициддердин Кыргызстандын суу ресурстарына тийгизген таасири…….. 109

МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИИ «ДИАЛОГ НАСЛЕДИЯ ИННОВАЦИЙ В ДИЗАЙНЕ АРХИТЕКТУРНОЙ СРЕДЫ» В РАМКАХ МЕРОПРИЯТИЙ «ДНИ НАУКИ – 2025»

Абатова Д.Р., Турикпенова С.Ж. Текущее состояние рынка малых архитектурных форм и благоустройства в Казахстане..... 115

Андабаева Г.Д. Архитектура духовного и интеллектуального пространства в наследии Отрарско-Туркестанской цивилизации 123

Ахметова А.А., Турикпенова С.Ж. Технологии виртуального гардероба в индустрии моды..... 129

Белесарова. Б.Б. Влияние графического дизайна на формирование брендовой идентичности архитектурного пространства..... 136
Белькова Т.В. Эволюция научных представлений об урбанизации, агломерациях и полицентризме..... 142
Енсебаев Т.М. Концептуальная модель цифровой трансформации архитектурного образования: гибридный подход для Центральной Азии 154
Ералы Э.Ә. Диалог традиции и экодизайна как основа формирования современной городской среды Казахстана 160
Мамыт А.Е., Турикпенова С.Ж. Пользовательский опыт и особенности дизайна цифровых платформ для организации отдыха 168
Рахимжанова Г.Б. Формирование доверия и лояльности в архитектурной среде через айдентику: синтез графического дизайна и среды 176
Саруар А.Е., Турикпенова С.Ж. Внедрение инновационных цифровых технологий в туристическую инфраструктуру Казахстана 183
Тусупбекова Ш.М. Этнодизайн в интерьере: гармония традиций и современности..... 191

УДК 624.127:539.3 DOI:10.56634/16948335.2026.1.6-13

А.П. Алибаев, К.А.Кокумбаева, А. Р.Такеева
Б.Осмонов атындагы Жалал-Абад мамлекеттик университети,
Манас, Кыргыз Республикасы
Жалал-Абадский государственный университет имени Б.Осмонова,
Манас, Кыргызская Республика

A.P. Alibaev, K. A. Kokumbaeva, A.R. Takeeva
Jalal-Abad State University named after B. Osmonov, Manas, Kyrgyz Republic
682802@rambler.ru, ms.kulumkan@mail.ru, anaratakeeva1@gmail.com

ГЕОМЕХАНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ УРОВНЯ ВОДЫ В ВОДОХРАНИЛИЩЕ НА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ БЕРЕГОВЫХ СКЛОНОВ

СУУ САКТАГЫЧТАГЫ СУУНУН ДЕҢГЭЭЛИНИН ЖЭЭКТЕРДИН ЧЫҢАЛУУ-ДЕФОРМАЦИЯЛЫК АБАЛЫНА ТИЙГИЗГЕН ТААСИРИН ГЕОМЕХАНИКАЛЫК ТАЛДОО

GEOMECHANICAL ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF WATER LEVEL IN THE RESERVOIR ON THE STRESS-STRAIN STATE OF COASTAL SLOPES

Бул макалада Токтогул суу сактагычындагы суу деңгээлинин өзгөрүүлөрүнүн Токтогул ГЭСтин (ГЭС) жээк беттеринин чыңалуу-деформациялык абалына (НДС) тийгизген таасири геомеханикалык моделдөө ыкмалары менен талданат. Изилдөөнүн актуалдуулугу гидротехникалык курулмаларды эксплуатациялоонун ишенимдүүлүгүн жогорулатуунун зарылдыгы жана суу сактагычтагы суу деңгээлинин өзгөрүүлөрүндө жээк беттеринин чыңалуу-деформациялык абалын баалоо менен шартталат.Беткейлердин туруксуз чыңалыш-деформациялык абалы жана суу сактагычтагы суунун деңгээлинин төмөндөшү жер көчкүлөрдүн көбөйүшүнө алып келиши мүмкүн, бул ГЭСтин коопсуз эксплуатациясына, ошондой эле таасир этүүчү зонадагы экосистемаларга жана калктуу аймактарга потенциалдуу коркунучтарды туудурат.Токтогул ГЭСинин суу сактагычындагы суунун оптималдуу деңгээли 130 м болуп санала тургандыгы аныкталды, мында минималдуу тартылуу жана максималдуу кысуу горизонталдык чыңалууларынын мааниси байкалат.Бул жылы гидрологиялык шарттарга жана суу чарба ишмердүүлүгүнө байланыштуу Токтогул суу сактагычындагы суунун деңгээли төмөндөп жаткандыгы бул макаланы өзгөчө актуалдуу кылат.

Түйүндүү сөздөр: *Токтогул ГЭСи; чыңалыш-деформациялык абалы, жантаюунун туруктуулугу, чектүү элементтер ыкмасы, суу сактагыч, вертикалдык жана горизонталдык чыңалуулар, гетерогендүү массивдер, оптималдуу суунун деңгээли.*

В данной статье проведен анализ влияния изменения уровня воды в Токтогульском водохранилище на напряженно-деформированное состояние (НДС) [13], береговых поверхностей Токтогульской ГЭС (ТГЭС). Необходимо отметить что для оценки напряженно-деформированного состояния пород склонов применяются методы геомеханического моделирования. Непостоянство уровня воды в водохранилище требует проведения исследований по оценке напряженно-деформированного состояния поверхностей

и определению надежности эксплуатации гидротехнических сооружений. Нестабильность напряженно-деформированного состояния массива пород склонов в связи с изменениями уровня воды может привести к нарушению устойчивости пород береговых поверхностей, что в свою очередь ухудшает условия безопасной эксплуатации ГЭС. Оползневые явления могут привести определенный социальный и экономический ущерб экосистеме окружающей среды и жизнедеятельности и населенных пунктов. Исследования показали, что безопасным уровнем воды в водохранилище является высота (глубина) равной 130м. При таком уровне воды в породах береговых поверхностей наблюдаются наименьшие значения растягивающих и наибольшие значения сжимающих напряжения, что говорит о стабильном состоянии массива пород. Данная статья особенно актуальна, учитывая, что в этом году наблюдается снижение уровня воды в Токтогульском водохранилище из-за гидрологических условий и водохозяйственных мероприятий.

Ключевые слова: *Токтогульская ГЭС, напряжённо-деформированное состояние, устойчивость склонов, метод конечных элементов, водохранилище, вертикальные и горизонтальные напряжения, неоднородные массивы, оптимальный уровень воды.*

This article presents an analysis of the impact of water level fluctuations in the Toktogul Reservoir on the stress–strain state (SSS) of the bank surfaces of the Toktogul Hydropower Plant (HPP). It should be noted that geomechanically modeling methods are used to assess the stress–strain state of slope rock masses. The variability of the water level in the reservoir necessitates research aimed at evaluating the stress–strain state of the surfaces and determining the reliability of hydraulic structures during operation. Instability of the stress–strain state of the slope rock mass due to changes in water level may lead to a loss of stability in the bank surfaces, which in turn worsens the conditions for the safe operation of the HPP. Landslide processes may cause significant social and economic damage to the surrounding ecosystem and to local communities. The studies have shown that a water level (depth) of 130 m in the reservoir is considered safe. At this level, the bank rock masses exhibit the lowest tensile stresses and the highest compressive stresses, indicating a stable condition of the rock mass. This article is especially relevant given that this year the water level in the Toktogul Reservoir has been decreasing due to hydrological conditions and water management activities.

Key words: *Toktogul HPP, stress–strain state, slope stability, finite element method, reservoir, vertical and horizontal stresses, heterogeneous rock masses, optimal water level.*

Строительство и эксплуатация крупных гидроэлектростанций сопровождаются созданием водохранилищ значительного объёма, формирующих новые техногенные геодинамические системы. Одним из важнейших факторов, определяющих надёжность работы таких объектов, является напряжённо-деформированное состояние (НДС) склонов, прилегающих к акватории водохранилища. Изменение гидростатического давления в результате колебаний уровня воды приводит к перераспределению напряжений в массивах пород, что может инициировать активизацию геодинамических процессов, в том числе формирование зон растяжения, развитие трещиноватости, снижение прочностных характеристик грунтов, а в критических случаях — возникновение оползней и обрушений.

В мировой практике вопросам наряженно-деформированного состояния склонов в условиях воздействия гидротехнических сооружений уделяется значительное внимание [1-5]. Так, при строительстве плотин и водохранилищ в Китае, Индии, Непале и странах Центральной Азии неоднократно фиксировались случаи развития деформационных процессов, напрямую связанных с изменением уровнённого режима.

На основе исследования и практических наблюдений выявлено, что изменения напряженного состояния в массиве пород зависят от уровня воды, при этом значительное

влияние оказывают размеры и формы водохранилища, состав слагающих пород, интенсивность трещиноватости. Исследования показали, если массив однородный, то в таком случае поведение массива в зависимости от уровня воды можно предугадать. В зонах механической неоднородности массива пород наличие трещиноватости, блочной структуры с зонами разгрузки, наоборот, наблюдаются перераспределение напряжений, что может привести к повышению риска нежелательных геомеханических нарушений.

Особое значение данная проблема приобретает в условиях Токтогульской ГЭС — крупнейшего гидроэнергетического объекта Кыргызстана, расположенного в узком каньоне реки Нарын. Высота плотины составляет 215 м, что делает её одной из самых высоких в регионе. Водохранилище используется как для выработки электроэнергии, так и для регулирования стока в интересах ирригации Ферганской долины. Вследствие этого уровень воды в водохранилище подвержен значительным колебаниям: в период интенсивного водопотребления он снижается, а в годы многоводья достигает максимальных отметок. В текущем году наблюдается существенное снижение уровня воды в Токтогульском водохранилище, что обусловлено гидрологическими условиями и водохозяйственной деятельностью, делая данную статью особенно актуальной для анализа геомеханических рисков.

Такой непостоянный режим эксплуатации обусловливает высокую нагрузку на склоны каньона и требует детального изучения их поведения. В ряде районов фиксировались признаки деформаций склонов, что подтверждает необходимость комплексного анализа напряжённо-деформированного состояния массива. С учётом особенностей геологического строения — преобладания мраморированных известняков, наличия зон трещиноватости и тектонической неоднородности — исследование НДС склонов в створе Токтогульской ГЭС представляет собой актуальную научную и практическую задачу.

Ранее проводившиеся работы в данной области носили преимущественно описательный характер и основывались на инженерно-геологических наблюдениях. Однако только применение численных методов, в частности метода конечных элементов (МКЭ), позволяет получить детализированную картину распределения напряжений и деформаций при различных уровнях воды. МКЭ учитывает сложную геометрию каньона, физико-механические характеристики пород и позволяет моделировать как статические, так и динамические режимы нагрузки.

В представленной работе сделана попытка комплексного анализа НДС склонов при изменении уровня воды в водохранилище Токтогульской ГЭС. Рассмотрены сценарии при уровнях воды 170 м, 150 м, 130 м, 110 м, 85 м и 50 м, что охватывает полный диапазон эксплуатационных режимов. Для каждого сценария исследовано распределение вертикальных, горизонтальных и касательных напряжений, а также выявлены закономерности их изменения в зависимости от литологического состава массива (однородные и неоднородные склоны).

Особое внимание уделено анализу крайних случаев: при 170 м — как предельного уровня, достигаемого в годы многоводья, когда формируются максимальные значения вертикальных напряжений;
при 130 м — как оптимального уровня, обеспечивающего баланс между разгрузкой горизонтальных напряжений и ростом вертикальных.

Таким образом, данное исследование направлено на решение важной прикладной задачи — установление оптимального режима эксплуатации водохранилища с позиции обеспечения устойчивости склонов и минимизации риска развития геодинамических процессов. Результаты работы могут быть использованы при разработке регламентов эксплуатации Токтогульской ГЭС, а также применимы для проектирования и эксплуатации аналогичных гидротехнических сооружений в горных условиях.

Целью настоящего исследования является определение закономерностей изменения напряжённо-деформированного состояния склонов в створе Токтогульской ГЭС при сезонном колебаниях уровня воды в водохранилище, а также определение уровня воды, обеспечивающего требуемую устойчивость пород береговых склонов и уменьшение вероятность проявления оползневых процессов.

Результаты исследований имеют практическую ценность и хорошо согласуются с результатами других ученых и рекомендуются для использования при проектированиии эксплуатации гидротехнических объектов, разработке мероприятий по обеспечению геотехнической безопасности и управлении режимами работы водохранилищ, так как последние годы уровень воды в водохранилище значительно уменьшились[11].

Материалы и методы исследования. Для анализа напряжённо-деформированного состояния (НДС) склонов каньона Токтогульской ГЭС использован метод конечных элементов (МКЭ). Данный метод является одним из наиболее универсальных и надёжных инструментов инженерной геомеханики, так как позволяет учитывать сложную геометрию исследуемых объектов, неоднородность литологического строения массива, а также изменение нагрузки в зависимости от внешних условий. Применение МКЭ обеспечивает возможность численного моделирования распределения напряжений при различных уровнях воды в водохранилище, что делает его оптимальным для решения поставленных задач.

Основной идеей МКЭ является разбиение исследуемого массива на конечное число элементов — ячеек простой формы (треугольников, прямоугольников, параллелепипедов), для которых записываются уравнения равновесия. Совокупность уравнений формирует систему, описывающую поведение всего массива в целом. При этом на границах элементов учитываются условия контакта, а внутри — физико-механические свойства породы.

Массив склонов каньона в створе Токтогульской ГЭС сложен преимущественно мраморированными известняками, обладающими относительно высокой прочностью. Однако в пределах массива встречаются зоны трещиноватости, заполненные слабым материалом (глинка трения, брекчия трения), что создаёт неоднородность и влияет на перераспределение напряжений.

Для моделирования использованы следующие усреднённые характеристики, указанные в таблице 1, по данным инженерно-геологических изысканий и архивных материалов [3,6].

Таблица 1 - Физико-механические свойства грунтов

Тип грунта	Модуль Юнга E, МПа	Коэф. Пуассона, v	Объем. вес γ, кг/м^3	Сцепление C, МПа	Угол внутр. трения, φ, град
Известняк (однородный массив)	66x10^2	0,25	2780	0,212	30
Известняк (зона трещиноватости)	30×10²	0,30	2600	0,1	50
Заполнитель трещин (глинистый материал)	1,1	0,45	700 ³	0,11	60

Эти данные использованы для построения двух вариантов моделей: а) однородный склон, состоящий из известняков, без учёта трещиноватости; б) механически неоднородный – состоящий из зоны сохранных пород и зоны разгрузки (заполненные слабым материалом трещиноватые породы).

Геометрическая модель каньона разработана на основе реальных топографических данных очертаний береговых склонов в поперечном сечении Токтогульской ГЭС.

Для расчетов принимались следующие факторы: высота склонов до 200–250 м ширина дна каньона, обозначаемая величиной S, расположение уступов, где наблюдаются зоны концентрации напряжений.

На поверхность склонов при наличии воды действовало гидростатическое давление, определяемое по закону Паскаля:

$$P= \rho gh, \text{ МПа} \qquad (1.1)$$

где ρ-плотность воды, кг/м^3, g –ускорения свободного падения, Н/кг, h-высота воды в водохранилище, м.

Вертикальные напряжения определяли степень сжатия массива пород. Их рост интерпретировался как фактор стабилизации склонов.

Горизонтальные напряжения рассматривались как ключевой индикатор устойчивости. Наличие растягивающих горизонтальных напряжений указывало на вероятность развития трещиноватости и смещений.

Касательные напряжения анализировались для выявления возможных сдвигов породных блоков. Их концентрация в зонах уступов и у дна каньона рассматривалась как потенциально опасная.

Сравнительный анализ проводился по следующим критериям:

изменение величин напряжений при разных уровнях воды, распределение зон сжимающих и растягивающих напряжений, локализация областей максимальных касательных напряжений, сопоставление результатов для однородных и неоднородных склонов.

Расчёты выполнялись с использованием программного комплекса для геомеханического моделирования, реализующего МКЭ. Массив разбивался на сетку конечных элементов, число которых подбиралось исходя из необходимости детализации.

Для верификации полученных результатов проводилось сравнение с ранее опубликованными исследованиями [9], что позволило подтвердить достоверность применённой методики.

Ключевые особенности методики в том, что в модели учитывались гравитационные силы, связанные с весом пород.

Гидростатическое давление воды задавалось как переменная нагрузка, изменяющаяся по глубине.

В неоднородных массивах дополнительно учитывалось наличие трещин и их заполнителей, обладающих существенно меньшими прочностными характеристиками.

Результаты исследований. Результаты визуализировались в виде изолиний распределения напряжений, что позволило оценить пространственное положение зон концентрации.

Таким образом, нагрузка изменялась в зависимости от уровня воды, задаваемого в модели. В ходе исследования анализировались шесть изложение уровненного режима водохранилища:

170 м — максимальный уровень, достигаемый в годы многоводья.

150 м — высокий уровень, характерный для периода накопления воды.

130 м — оптимальный уровень, обеспечивающий баланс между устойчивостью и эксплуатационными задачами.

110 м — минимальный уровень, необходимый для работы гидроагрегатов.

85 м — условный режим полупорожнего водохранилища (снижение уровня в 2 раза).

50 м — критический низкий уровень, при котором фиксируются максимальные зоны разгрузки. Для каждого уровня выполнялось моделирование распределения вертикальных, горизонтальных и касательных напряжений.

В работе рассматриваются результаты моделирования при снижении уровня воды до 130м.

При достижении уровня воды 130 м (см.рис.1), значения горизонтальных сжимающих напряжений составляют 0,247 МПа, а при глубине 1S (в центральной части дна) величины горизонтальных сжимающих равняются 0,926 МПа. Расчеты показывают, что на высоте 2S от дна каньона и при удалении вглубь массива от дневной поверхности на расстояние, равное 2S наблюдается зона сжимающих напряжений со значением 0,0530 МПа.

В окрестностях уступа расположена зона концентрации сжимающих напряжений. Величина которых находится в интервале от -0,247МПа до -0,926МПа. На глубине 1S, равной ширине дна каньона (в центральной части дна), величины горизонтальных напряжений (без учета воды) снижаются в 2,25 раза со сменой знака и равняются -0,926 МПа.

Из полученных результатов следует, что при заполнении чаши водохранилища, с удалением в глубь массива увеличиваются вертикальные сжимающие напряжения, а горизонтальные, наоборот постепенно уменьшаются. Полученные результаты согласуются с результатами работ [4,5,7,8].

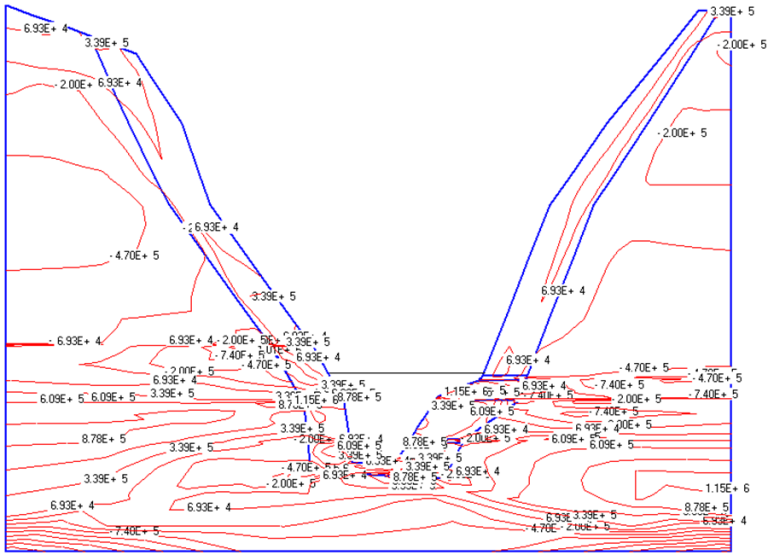


Рисунок 1 – Значения минимальных растягивающих и максимальных сжимающих горизонтальных напряжений в склонах массива неоднородного литологического состава при уровне воды 130 м

Анализ распределения показывает, что наименьшие величины растягивающих горизонтальных напряжений равные 0,0693 Мпа наблюдаются при уровне 130м.

Растягивающие горизонтальные напряжения, равные 0,262 МПа наблюдаются при максимальном уровне воды 170м. При уменьшении уровня воды до 130м растягивающие горизонтальные напряжения увеличиваются до 0,878 МПа (см. рис.2).

Вокруг дна каньона сжимающие горизонтальные напряжения равны -0,308 Мпа. При уровне воды 130 м, сжимающие горизонтальные напряжения в 6,5 раза меньше варианта без учета воды. Полученные результаты согласуются с работами, опубликованными ранее [2,6,9,10,12].

Из анализа распределения горизонтальных напряжений при различных уровнях воды следует, что наименьшее значение горизонтальных растягивающих напряжений в массиве склона наблюдается при на уровне воды 130 м (см.рис.2). При уровне же воды 170 м наблюдается изменение знака напряжений на противоположный, т.е. растягивающие

становятся сжимающими. Но это случается только в многоводные периоды. Из вышесказанного следует, что минимальные значения горизонтальных напряжений достигаются при уровне воды 130 м [12].

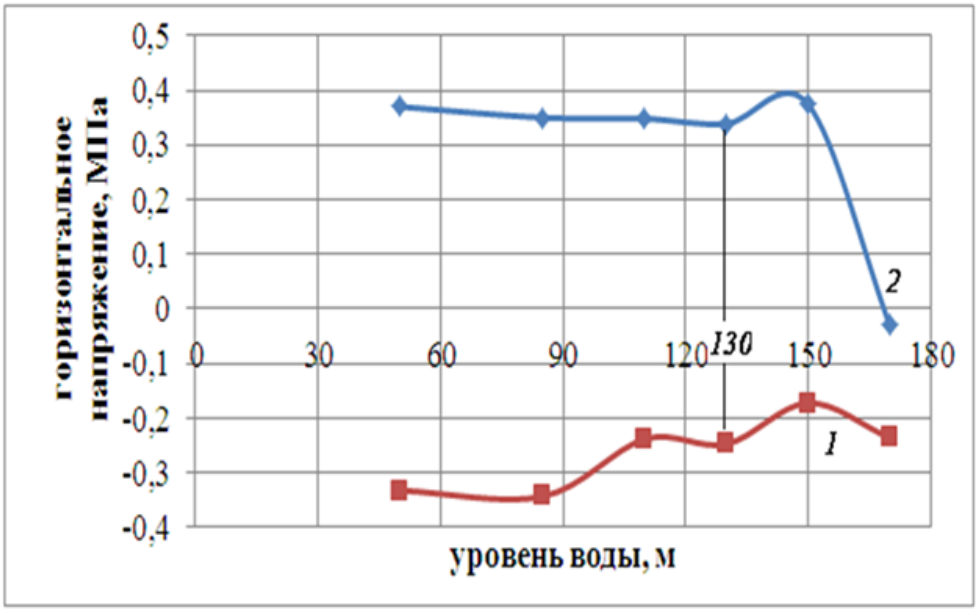


Рисунок 2 - Изменение горизонтальных растягивающих напряжений в массиве пород левого склона в зависимости от уровня воды: 1-однородный склон; 2-неоднородный склон

Результаты показывают, что минимальные значения горизонтальных растягивающих напряжений достигаются при оптимальном уровне воды 130 м.

Заключение. Проведённые исследования напряжённо-деформированного состояния (НДС) склонов в створе Токтогульской ГЭС при различных уровнях воды в водохранилище позволили установить ряд закономерностей, имеющих важное значение для геомеханической оценки устойчивости массива пород.

Выявлено, что результаты моделирования показали, что заполнение водохранилища оказывает выраженное стабилизирующее воздействие на склоны. При максимальном уровне воды (170 м) по всему периметру каньона наблюдаются вертикальные сжимающие напряжения, величины которых возрастают с глубиной. Формирование зон сжатия в основании каньона препятствует возникновению новых трещин и способствует повышению устойчивости откосов. При этом горизонтальные напряжения приобретают характер сжимающих, что снижает вероятность развития растягивающих деформаций. Таким образом, режим полного наполнения водохранилища является благоприятным с точки зрения общей геотехнической безопасности, хотя его достижение возможно только в отдельные годы многоводья.

Установлено, что снижение уровня воды вызывает противоположный эффект. При частичном опорожнении водохранилища (уровни 110–85 м) в верхних частях склонов и вблизи дна каньона формируются зоны растягивающих напряжений. Именно эти зоны представляют наибольшую опасность, так как могут способствовать раскрытию трещин, ослаблению сцепления между блоками пород и развитию оползневых процессов. Касательные напряжения при этом увеличиваются, что повышает вероятность сдвигов породных масс. При критическом снижении уровня воды до 50 м фиксируется максимальная концентрация растягивающих напряжений, что делает эксплуатацию в таком режиме крайне нежелательной.

Установлено, что оптимальным уровнем воды является уровень воды, равный 130м, при котором наблюдается минимальное значение растягивающих горизонтальных напряжений на уровне воды и максимальное значение сжимающих горизонтальных напряжений для безопасной эксплуатации Токтогултьской ГЭС.

Список литературы

1. Хук, Э. Инженерная геомеханика откосов и склонов [Текст] / Э. Хук, Дж. Брэй. – 5-е изд. – Лондон: CRC Press, 2018.
2. Чжан, Л.М. Безопасность откосов в гидроэнергетических проектах: новые подходы и примеры [Текст] / Л.М. Чжан, Т. Ли. – Пекин: Springer, 2016.
3. Дункан, Дж.М. Прочность грунтов и устойчивость склонов [Текст] / Дж.М. Дункан, С.Г.Райт, Т.Л. Брендон. – 2-е изд. – Хобокен: Wiley, 2014.
4. Алехано, Л.Р. Исследования в области геотехники и инженерной геологии гидроэнергетических проектов [Текст] / Л.Р. Алехано, А.М. Ферреро // Геотехнический инженерный журнал. – М:2017. – Т. 35, №3. – С. 415–430.
5. Сюй, Ц. Современные исследования оползней, связанных с водохранилищами в Китае [Текст] / Ц. Сюй, У. Ли, С. Дун // Landslides. – 2018. – Т. 15. – С. 459–474.
6. Каримов, С. М. Влияние уровненного режима водохранилищ на устойчивость склонов в горных районах [Текст] / С. М. Каримов // Известия КГТУ. — Б: 2015. — № 3. — С. 45–53.
7. Шакур, А. Гидравлическое влияние на неустойчивость склонов в массиве пород [Текст] / А. Шакур, К. Като // Инженерная геология. – М:2020. – Т. 271. – Ст. 105614.
8. Хуан, Ж. Оползни, вызванные эксплуатацией водохранилищ: механизмы и меры снижения риска [Текст] / Ж. Хуан, Ч. Ли. – Амстердам: Elsevier, 2020.
9. Степанов, В.Я., Исследование напряжённо-деформированного состояния склонов при эксплуатации гидротехнических сооружений [Текст] / В.Я. Степанов. – Ташкент: Фан, 1984.
10. Гудман, Р.Э. Введение в механику горных пород [Текст] / Р.Э. Гудман. – 3-е изд. – Нью-Йорк: Wiley, 2019.
11. Кокумбаева, К.А. Изменение напряженно-деформированное состояние склонов в зависимости от изменения притока воды в водохранилище Токтогульской ГЭС [Текст] / К.А. Кокумбаева, К.Ч. Кожогулов // Сборник «Современные проблемы преподавания геомеханики и компьютерно-математического моделирования». - Алматы:2022. - С.149.
12. Кокумбаева, К.А. Установление оптимального уровня воды в водохранилище Токтогульской ГЭС [Текст] / К.А. Кокумбаева, К.Ч. Кожогулов // Известия КГТУ. - Бишкек: 2013.- №28. - С. 169-175.
13. Никольская, О.В. Влияние угла склона на линейные размеры смещений прибортового массива в различных зонах [Текст] / О.В. Никольская, З.А. Асилова, А.Т. Мокешова // Известия КГТУ. -Бишкек:2025. - № 4 (76). – С.1106-1111.

УДК 628.3. DOI:10.56634/16948335.2026.1.14-19

Г.М. Алмакучукова, М.С. Молмакова, А. Турарбек кызы, Г.Т. Орозова
И. Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы
КГТУ им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика

G.M. Almakuchukova, M.S. Molmakova, A. Turarbek kyzy, G.T. Orozova
I. Razzakov KSTU, Bishkek, Kyrgyz Republic
mukashevna56@bk.ru, molmakova_m@mail.ru, aizhan.turarbekkyzy@kstu.kg

БАКТЕРИАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ СТОЧНЫХ ВОД ЗИФ МАКМАЛ

МАКМАЛ КАЙРА ИШТЕТҮҮ КОМБИНАТЫНЫН САРКЫНДЫ СУУЛАРЫН ЧЫГАРУУНУН БАКТЕРИЯЛЫК ЫКМАЛАРЫ

BACTERIAL METHODS OF WASTEWATER TREATMENT AT THE MAKMAL FACTORY

Жаратылыш чөйрөсүн жана адамдардын ден соолугун коргоого азыркы учурда басым жасалып жаткандыктан, химиялык технологияларга эмес, табигый биопроцесстерге негизделген интеграцияланган ыкмалар зарыл. Цианиддердин микробиологиялык деградациясы анын арзандыгына жана айлана-чөйрөгө тийгизген таасиринин төмөндүгүнө байланыштуу химиялык ыкмаларга альтернатива катары каралат. Бул макалада Макмалзолото алтын кениндеги цианиддер жана оор металлдар менен булганган аймактардан изилдөө жерлерин сүрөттөгөн жана микробдук популяцияларды бөлүп алган изилдөөлөрдүн жыйынтыктары келтирилген.

Түйүндүү сөздөр: *изилдөө, эритме, цианид, бактерия, экология, өндүрүш, агынды суу.*

Современная ориентация на защиту природной среды и здоровья людей обуславливает востребованность комплексных подходов, основанных на природных биопроцессах вместо химических технологий. Микробиологическое разложение цианидов рассматривается как жизнеспособная замена химическим методам благодаря своей экономической доступности и низкому экологическому воздействию. В данной статье представлены результаты исследований по описанию исследуемых участков и по изоляции микробных популяций из зон техногенного загрязнения цианидами и тяжёлыми металлами [8], на площадке золотодобывающего предприятия Макмалзолото.

Ключевые слова: *исследование, раствор, цианид, бактерия, экология, производство, сточные воды*.

Growing concern for environmental protection and human well-being highlights the value of integrated strategies that rely on natural biological mechanisms as a substitute for conventional chemical approaches. Biological breakdown of cyanides stands out as a practical replacement for chemical treatments because it is both cost-effective and environmentally friendly. This paper presents a series of studies focused on describing the properties of the investigated sites and on obtaining enrichment cultures of microorganisms from industrial areas of the Makmalzoloto gold processing plant polluted with cyanides and heavy metals.

Key words: *research, solution, cyanide, bacterium, ecology, production, wastewater*.

Технологии бактериального выщелачивания сульфидных руд и концентратов основаны на применении окислителя, образуемого аэробными хемолитотрофными микроорганизмами в процессе получения для жизнедеятельности энергии электрона от ионов железа (II) в растворе серной кислоты с участием кислорода. Длительное время считалось, что при биоокислении

микроорганизмами образуются ионы железа (III) и соединения с ними, аналогичные при действии химических реагентов [2].

Цианиды, обладающие высокой токсичностью, могут попадать в окружающую среду двумя основными путями. С одной стороны, они образуются в природе — из цианогенных гликозидов в растениях, а также продуцируются определёнными микроорганизмами, включая грибы и бактерии. С другой стороны, значительное количество цианидов поступает в результате хозяйственной деятельности человека. Сточные воды с их содержанием формируются при переработке руд для извлечения металлов, в гальваническом и коксохимическом производстве, металлургии, нефтепереработке, а также при выпуске фотоматериалов и на ряде других промышленных объектов. Эти соединения скапливаются в жидких отходах и почвах в малорастворимых формах. Известно, что в естественных условиях низкорастворимые соединения цианидов способны становиться ещё более токсичными из-за различных превращений, например, под действием бактерий, либо при изменениях pH и окислительно-восстановительного потенциала [3]. В промышленных условиях цианиды и их производные концентрируются как в растворах хвостохранилищ, так и в твёрдых остатках, требующих дальнейшей нейтрализации и складирования.

В Кыргызстане в настоящее время работают шесть золотодобывающих предприятий: Кумтор, Макмал, Бозымчак, Солтон-Сары, Джеруй и Алтын-Кен. Для всех них актуальна задача внедрения технологий утилизации цианидов, которые должны быть не только эффективными, но и экологически безопасными. Однако в промышленной практике страны пока применяются исключительно химические методы обезвреживания — главным образом щёлочное хлорирование простых и комплексных соединений. На отдельных фабриках очистка сточных вод практически не проводится, что приводит к накоплению трудноразлагаемых комплексных форм цианидов с металлами в хвостохранилищах. Это создаёт серьёзную социальную, экологическую и экономическую проблему для государства, ориентированного на золотодобычу.

Основные риски, связанные с цианидами, можно условно разделить на две группы. Первая — экологическая угроза для флоры и фауны. Вторая — негативное влияние на здоровье человека, как работающего в условиях производства, так и проживающего рядом с местами хранения отходов.

Сегодня существует ряд способов очистки сточных вод от цианидов: использование хлора и его соединений, обработка диоксидом серы в присутствии воздуха (INCO-процесс), применение перекиси водорода, озонирование и биологические методы. Конкретный выбор технологии зависит в первую очередь от экономической целесообразности, а также от формы нахождения цианидов в растворе, их концентрации и объёмов сброса. При высоком содержании цианидов (свыше 500 мг/дм³) рационально их извлекать для повторного применения методами кислотной отдушки или ионного обмена. При низких концентрациях необходима полная нейтрализация. В настоящее время предельно допустимое содержание цианидов в водоёмах хозяйственного назначения установлено на уровне 0,1 мг/дм³ [4].

Биологическая деградация цианидов рассматривается как перспективная альтернатива химическим методам, поскольку сочетает низкую себестоимость и экологическую безопасность. Некоторые реагенты, например активный хлор, сами по себе представляют опасность, так как могут образовывать токсичные хлорорганические соединения (в том числе диоксины). Современный акцент на сохранении природы и здоровья людей делает особенно привлекательным применение природных биопроцессов вместо химической обработки. Преимущества биологических методов заключаются в их экологической надёжности, возможности комплексного подхода (одновременное разрушение цианидов и накопление полезных биомасс), высокой эффективности при низких концентрациях до санитарных норм и сравнительно низкой стоимости.

Основное внимание уделено нечеткому регулированию таких параметров, как температура и pH пульпы, расход воздуха, подаваемого под давлением в модуле биореакторов. Управление процессом осуществляется на основе показаний датчиков, фиксирующих концентрацию ионов в реальном времени [1].

Исследования в лабораторных условиях. Для выделения микроорганизмов, устойчивых к действию цианидов, применялись общепринятые микробиологические методики: чашечный посев на агаризованные среды, метод серийных разведений в жидкие питательные субстраты и др. Первичные культуры высевались как на простые питательные смеси, так и на агаризованные сточные воды. Полученные штаммы поддерживали при температуре 24–26 °C и значениях pH 7,0–8,0. Численность бактериальной популяции определялась либо спектрофотометрически по оптической плотности культуральной жидкости при длине волны 490 нм с использованием ФЭК (КФК), либо методом серийных разведений с последующим высевом на твёрдые среды и подсчётом колоний.

В рамках работы были выполнены исследования, направленные на описание изучаемых объектов и получение накопительных культур микроорганизмов из зон фабрики «Макмалзолото», загрязнённых цианидами и тяжёлыми металлами. Для анализа отбирались образцы: обеззолоченные стоки после процесса сорбции (извлечение золота на ионообменной смоле), жидкая фракция из хвостохранилища и вода источника, расположенного ниже уровня его дамбы [4].

Результаты химического анализа показали, что концентрация цианидов в сбросе после 10-го цикла сорбции составляла 107,5 мг/л, тогда как в хвостохранилище она снижалась до 44,9 мг/л (табл. 1). Несмотря на уменьшение почти вдвое, данный уровень значительно превышал норматив ПДК, что свидетельствовало о накоплении неразложившихся цианидов в хранилище. В родниковой воде ниже дамбы цианиды в токсичной форме не выявлялись, хотя общее их содержание достигало 1,73 мг/л.

Таблица 1 - Показатели содержания цианидов в исследуемых материалах

№	**Образцы**	**Содержание токсичных CN, мг/л**	**Содержание суммарных CN, мг/л**
1	Сброс пульпы из 10-го пачука сорбции	87.4	107.5
2	Вода из ручья ниже дамбы	Нет	1.73
3	Раствор из сгустителя	67.3	92.2
4	Вода из хвостохранилища	31.2	44.8
5	Вода из старого хвостохранилища	1.04	2.08

Был проведён химический анализ сточных вод золотоизвлекательной фабрики с целью определения суммарных и токсичных форм цианидов, а также тиоцианатов и других загрязняющих компонентов, включая ионы тяжёлых металлов. Установлено, что в процессе цианидного выщелачивания руды вместе с целевыми соединениями в раствор переходят такие элементы, как мышьяк, селен, свинец, марганец, кадмий, кобальт и ртуть (табл. 2). Тем не менее их концентрации не превышали установленных нормативами предельно допустимых уровней. Большая часть растворённых металлов, за исключением меди, железа и цинка, выпадает в осадок в виде труднорастворимых соединений и, соответственно, не накапливается в растворе. В жидкой фазе фиксировалось содержание до 2,66 мг/л цинка, до 6,52 мг/л меди, около 0,24 мг/л сурьмы и приблизительно 0,5 мг/л молибдена.

Таблица 2 - Мультиэлементный анализ образцов руды

Элемент и его содержание, ppt	**Концентрация, ppt**		
	МК-1	МК-2	МК - 3
Ag	<1.0	<1.0	<0.5
A1	5314	5435	22810
Au	-	-	4.52
As	7	9	38
Ba	19	20	193
Be	2	2	1
Bi	37	38	<1.7
Ca	3731	3819	100200
Cd	2	2	2
Co	2	2	7
Cr	125	131	27
Cu	5	4	39
Fe	15430	15780	12890
Hg	1	1	<0.25
K	2979	3071	4553
La	44	46	13
Mg	1885	1936	6522
Mn	188	189	493
Mo	9	5	2
Na	1058	1062	4440
Ni	3	4	23
P	121	134	580
PЬ	12	11	49
5Ъ	<2.5	<2.5	<1.2
5c	2	2	3
5e	<1.5	<1.5	<0.74
5n	<2.5	<2.5	2
5r	28	29	306
Te	<5	<5	<2.5
Ti	266	283	187
T1	<3	<3	<1.5
V	11	12	29
W	<5	<5	3
Zn	13	13	127
Zr	18	19	4

Руду, промышленные хвосты и твёрдую часть пульпы исследовали с применением минералогических методов и рентгенофазового анализа, чтобы определить основные минералы, формирующие состав руды. Анализ показал, что карбонаты составляют от 32,7 до 50,5%, волластонит — от 17,5 до 29,4%, а доля кварца находится в пределах 7,9–14%.

Дополнительно провели химический мультиэлементный анализ с использованием спектрометров 1CP-AE8 (Thermo Jarrel Ash) и IRIS Advantage. Исследование позволило выявить содержание 25 элементов, включая тяжёлые металлы, щёлочные и щёлочноземельные компоненты. Данные представлены в Таблице 3.

Таблица 3 - Содержание дополнительных поллютантов в растворах, образующихся при цианировании золотосодержащих руд

№	Элемент и его содержание, мг/л	10-ый пачук сорбции	Ручей за дамбой	Сгуститель	Хвостохранилище	Старое хвостохранилище
1	Суммарные	76.3	0.014	55.3	37.0	0.005
2	Ag	0.087	0.016	0.094	0.097	О.ООЗ
3	Al	0.70	<0.03	0.25	<0.03	<0.04
4	As	<0.04	<0.04	0.04	<0.04	<0.04
5	Ba	0,032	0.010	0.036	0.027	0.012
6	Be	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
7	Ca	85.6	107	155	74.2	59.7
8	Cd	0.014	0.002	0.005	0.009	0.002
9	Co	0.033	0.004	0.020	0.004	0.004
10	Cr	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008
И	Cu	6.52	0.005	8.02	3.14	0.005
12	Fe	5.84	0.09	5.11	0.21	0.07
13	Hg	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01
14	K	15.0	11.2	15.1	8.0	3.1
15	Mg	0.531	51.8	0.261	25.1	40.9
16	Mn	0.021	0.038	0.009	0.003	0.004
17	Mo	0.501	0.254	0.434	0.254	0.004
18	Na	242	215	214	180	63.8
19	Ni	0.157	0.012	0.535	0.172	0.008
20	Pb	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
21	Sb	0.24	<0.02	0.21	0.07	<0.02
22	Se	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
23	SI	21.7	7.4	21.3	9.7	5.5
24	V	0.009	0.006	0.012	0.006	0.006
25	Zn	2.66	0.07	2.12	2.17	<0.001

Заключение. Исследования роли микроорганизмов в месторождениях полезных ископаемых и анализ интенсивности протекающих ими процессов показывают, что при определённых условиях, особенно в процессе разработки рудных тел, микробиологические реакции могут проходить очень быстро, способствуя значительному извлечению металлов из руд. Бактерии ускоряют выщелачивание металлов, во-первых, стимулируя окислительные процессы, а во-вторых, за счёт образования серной кислоты и сульфата железа. В настоящее время бактериальное выщелачивание используется в промышленных масштабах в ряде стран для добычи отдельных металлов. Активные исследования в области биогидрометаллургии позволяют вовлекать в переработку большие объёмы руд, не включённые в баланс, отвальные руды, а также промышленные продукты и отходы обогатительных фабрик. Этот подход выгоден с экономической точки зрения, снижает загрязнение окружающей среды и способствует комплексному использованию минерального сырья.

Целью настоящей работы было изучение способности выделенных микроорганизмов разрушать цианиды непосредственно в сточной воде золотоизвлекательной фабрики «Макмалзолото». Для оценки устойчивости бактерий к цианидам в лабораторных условиях были исследованы природные культуры с номерами 37, 16, 20, 23, 23-Н и R-14, выделенные из грунта и сточных вод фабрики, которые уже проявляли устойчивость к цианидам. В ходе экспериментов наблюдалась медленная фаза адаптации микроорганизмов к экспериментальной среде, а также постепенный рост их численности. Вероятно, это связано с

наличием у бактерий цианид-резистентного дыхательного механизма, хотя часть микроорганизмов сохраняла чувствительность к цианидам.

Список литературы

1. Жумаев, О. А. Способ интеллектуального управления процессом бактериального выщелачивания золотосодержащих сульфидных руд [Текст] / О. А. Жумаев, Г. Б. Махмудов, М. Т. Исмоилов, В. Б. Пулатов // Навоийский государственный горно-технологический университет. — Узбекистан: Навои,2025.
2. Крылова, Н. Состав и свойства биореагента для интенсификации выщелачивания цветных металлов из сульфидных руд и концентратов обогащения [Текст] / Н. Крылова, В. А. Игнаткина // Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС». — Москва: 2016.
3. Розвача, Р. И. Биомасса штамма бактерий *Thiobacillus ferrooxidans*, используемая для очистки сточных вод, и способы его культивирования [Текст] / Р. И. Розвача, А. Н. Клещ, Г. И. Давыдов, О. В. Куликова. — Патент Казахстана № 970548; заявл. 12.06.2007.
4. Бабенков, Е. Д. Очистка воды коагулянтами [Текст] / Е. Д. Бабенков. — М.: Наука, 1998. — С. 77–86.
5. Куликова, О. В. О толерантности штамма бактерий к тяжёлым ионным металлам при разработке биотехнологии очистки сточных вод [Текст] / О. В. Куликова // Вестник КазНТУ. —Алматы: 1999.
6. Куликова, О. В. К разработке способов культивирования биомассы штамма бактерий для очистки промышленных сточных вод [Текст] / О. В. Куликова // Вестник КазНТУ. — Алматы: 1999.
7. Отчет о НИР: «Разработка технологии бактериального выщелачивания золота с использованием новых видов штаммов бактерий» [Текст]. — Алматы: ДТПГНПОПЭ «Казмеханобр», 2004.
8. Апыев, Д. Б. Сумсар, Шакафтар жана Кадамжай аймактарындагы уу калдыктар көмүлгөн жерлердин спектралдык анализдерине баа берүү [Текст] / Д. Б. Апыев // Известия КГТУ. - Бишкек:2025. - № 2 (74). – С.503-510.

УДК 662.673.13 DOI:10.56634/16948335.2026.1.20-27

М.М.Бегентаев, С.С. Негметов, Е.И.Кульдеев, М.Б. Нурпеисова
К. Сатпаев атындагы Казак улуттук изилдөө техникалык университети, Алматы, Казакстан
Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. Сатпаева, Алматы, Казахстан

M.M. Begentaev, S.S. Negmetov, E.I.Kuldeev, M.B.Nurpeisova
K. Satpayev Kazakh National Research Technical University, Almaty, Kazakhstan
м.begentayev@satbayev.university, e.kuldeyev@satbayev.university,
m_nurpeissova@satbayev.university

ИССЛЕДОВАНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ В КАЧЕСТВЕ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ

КҮЛДҮН ЖАНА ШЛАКТЫН КАЛДЫКТАРЫН КОШУМЧА ЧИЙКИ ЗАТ КАТАРЫ ИЗИЛДӨӨ ЖАНА ПАЙДАЛАНУУ

STUDY AND USE OF ASH-AND-SLAG WASTE AS SECONDARY RAW MATERIAL

Макалада Казакстандагы Экибастуз кениндеги көмүрдү күйгүзүү шарттарында күкүрттүк таштандылардын (золоотвалдардын) табигый чөйрөгө тийгизген таасиринин баалоосу жөнүндө натыйжалар келтирилген. Экибастуз ГРЭС-2 нин күкүрт сактоочу жайынын аймагында жана Алматы облусунда үч жылуулук электр борборунун ишмердүүлүгү натыйжасында чоң көлөмдө золоотвалдар топтолгону, алар айлана-чөйрөнү олуттуу түрдө булгантып жаткандыгы көрсөтүлгөн. Бул таштандылардан керектүү курулуш материалдарын алуу мүмкүнчүлүктөрү аныкталган. Бул маселелердин актуалдуулугу жана маанилүүлүгү ТЭЦтин техногендик калдыктары жетиштүү кайра иштетилбейт деген факт менен күчөтүлөт: учурдагы күл калдыктары топтолуп, чоң аянттарды ээлеп, жер пайдалануудан чыгып кетет. Золоотвалдарды кайра иштетүү айлана-чөйрөгө тийгизген техногендик жүктү азайтууга жана экинчи чийки затты рационалдуу пайдаланууга мүмкүнчүлүк берет. Золошлакдардын химиялык жана гранулометриялык курамы аныкталган. Рентген-фазалык жана дифференциалдык-термикалык анализдер жүргүзүлгөн. Экибастуз күлүнүн химиялык курамын талдоо көмүрдүн минералдык заттардын түзүлүшү тууралуу түшүнүк берет жана аны курулуш материалдарын алуу үчүн колдонууга мүмкүнчүлүк түзөт. Ошентип, жүргүзүлгөн изилдөөлөрдүн бардыгы золоотвалдардын калдыктарын экинчи чийки зат катары колдонуу мүмкүнчүлүгүн көрсөтүп, айлана-чөйрөгө антропогендик жүктү азайтууга шарт түзөт.

Түйүндүү сөздөр: *золошлактуу калдыктар, анализ, булгоо, экология, экинчилик ресурстар, курулуш материалдары.*

В статье приведены результаты оценки влияния золоотвалов на природную среду в условиях сжигания углей Экибастузского месторождения Казахстана. Показано, что на территории золохранилища Экибастузской ГРЭС-2 и в Алматинской области в результате деятельности трех тепловых электроценталей накопились огромные количества золоотвалов, существенно загрязняющих окружающую среду. Определены возможности получения из них востребованных строительных материалов. Актуальность и значимость данной проблемы усиливаются с фактом признания, что техногенные отходы ТЭЦ недостаточно перерабатываются, текущие отходы золы накапливаются и занимают огромные площади, что выводит их из землепользования. Утилизация золоотвалов позваляет снизить техногенную нагрузку на окружающую среду и обеспечить рациональное использование вторичного сырья. Определен химический и гранулометрический состав

золошлаков. Выполнен рентгенофазовый и дифференциально-термический анализ. Анализ химического состава Экибастузкой золы дает представление о составе минеральных веществ угля, что дает возможность использования ее для получения строительных материалов. Таким образом, все проведенные исследования показали возможность использования золошлаковых отходов в качестве вторичного сырья с целью снижения антропогенной нагрузки на окружающую среду.

Ключевые слова: *золошлаковые[21], отходы, анализ, загрязнение, экология, вторичные ресурсы, строительные материалы.*

The article presents the results of assessing the impact of ash dumps on the natural environment under the conditions of burning coal from the Ekibastuz deposit in Kazakhstan. It is shown that large amounts of ash waste have accumulated as a result of the operation of three thermal power plants in the area of the Ekibastuz GRES-2 ash storage facility and in the Almaty region, significantly polluting the environment. The potential for obtaining demanded construction materials from these wastes has been determined. The relevance and importance of this issue are reinforced by the fact that the anthropogenic waste of thermal power plants is insufficiently processed; current ash waste continues to accumulate, occupying vast territories and withdrawing them from land use. The utilization of ash dumps makes it possible to reduce the technogenic load on the environment and ensure the rational use of secondary raw materials. The chemical and granulometric composition of ash-and-slag materials has been determined. X-ray phase and differential thermal analyses were performed. The chemical composition of Ekibastuz ash provides insight into the mineral composition of the coal, which enables its use for obtaining construction materials. Thus, all the conducted studies have demonstrated the possibility of using ash-and-slag waste as secondary raw material to reduce the anthropogenic impact on the environment.

Key words: *ash-and-slag waste, analysis, pollution, ecology, secondary resources, construction materials.*

Введение. Одним из основных направлений устойчивого развития Республики Казахстан является Национальный проект «Зеленый Казахстан», разработчиками которого является-министерство экологии, геологии и природных ресурсов РК.

Уже по самому названию становится понятным, что он имеет экологическую направленность. Проект состоит из четырёх разделов (направлений), в рамках каждого из которых предусмотрено решение ряда крайне важных задач, что должно способствовать созданию в нашей стране благоприятной среды проживания для населения, формированию в обществе бережного отношения к природе, ко всему, что нас окружает.

1 направление – «Чистый Казахстан».

Задача 1 – Улучшение качества атмосферного воздуха, снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, отходящих от стационарных источников в крупных городах по промышленным предприятиям. Взять, например, Алматы. В самом большом городе республики, который считается неблагополучным именно с точки зрения качества атмосферного воздуха, одним из главных его загрязнителей является работающие на Экибастузском угле ТЭЦ-2 и ТЭЦ-3.

Задача 2 – Устойчивое управление отходами, охват раздельным сбором крупных городов. Здесь особое внимание обращено переработке и утилизации промышленных отходов [1].

На территории Республики, по данным Государственного кадастра, в отвалах, хвостохранилищах и накопителях предприятий горнопромышленного производства заскладировано около 30 млрд. т. промышленных отходов, в том числе: 72% - отвальные породы вскрыши и некондиционных руд, 20% - отвальные хвосты обогащения, 8% - прочие отходы. При годовом выходе промышленных отходов 1 млрд. т. полезно используется не более 100 млн. т. Остальная часть загрязняет окружающую среду, постепенно накапливаясь в ней.

Накопленные отходы являются, с одной стороны, главными загрязнителями окружающей среды, а с другой стороны представляют собой ценные продукты, потенциально

пригодные для переработки и вторичного использования с получением товарной продукции с высокой добавленной стоимостью. Основной причиной прогрессирующего накопления отходов в стране является сырьевая направленность нашей экономики.

В настоящее время на 450 полигонах страны накоплено более 22 миллиард. тонн твердых отходов (рис.1.). Большая их часть отходов расположена в Карагандинской (29,4 %), Восточно-Казахстанской (25,7 %), Костанайской (17 %) и Павлодарской (14,6 %) областях. Ежегодно в республике образуется до 20 млн. $м^3$ бытовых, около одного млрд. тонн промышленных, в том числе более 150 млн. тонн токсичных отходов.

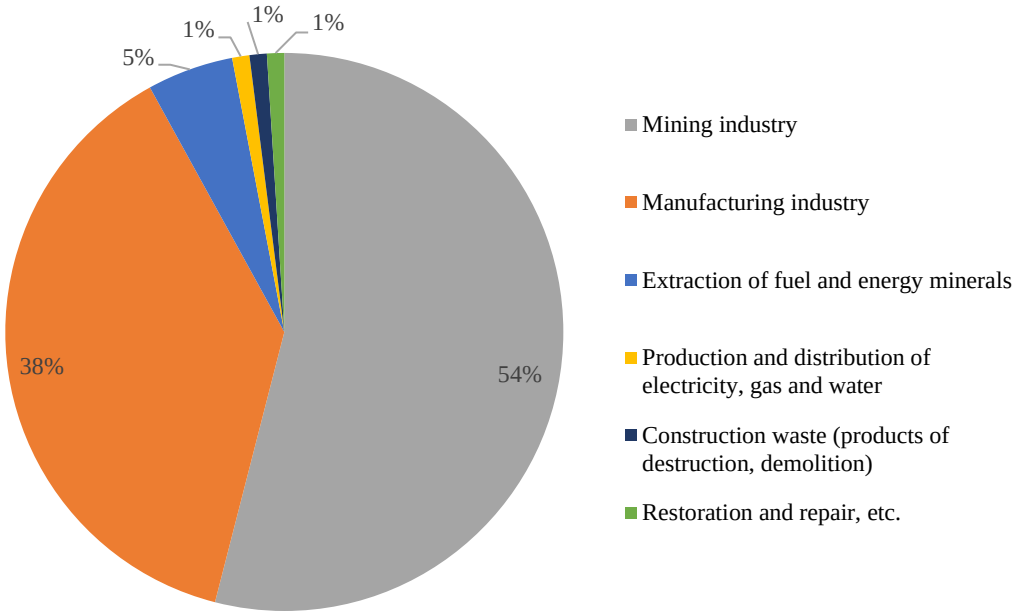


Рисунок 1 - Основные показатели по твердым отходам, накопленным в Республике к 2023 году

В Казахстане имеется значительное количество тепловых электрических станций, в результате чего, на территории республики накоплено более 500 млн. тонн золошлаковых отходов, запасы которых к 2030 г. увеличатся до одного млрд. тонн. Львиная доля этих техногенных материалов образуется при сжигании Экибастузских углей, являющихся каменными, слабоспекающимися, высокозольными, малозернистыми, зато дешевыми. Поэтому их применяют как топливо во многих ТЭС Казахстана и России.

Сравнительный анализ. Известно, что хранение золоотходов является весьма затратным мероприятием. По экспертным оценкам инвестиции в реконструкцию одного золошлакового отвала могут достигать 5 млрд. тенге, а строительство нового обходится в 10-12 млрд. тенге. Складирование золошлаковых отходов приводит не только к изъятию значительных земельных площадей, но и вызывает весьма существенное загрязнение практически всех компонентов окружающей среды в зоне их расположения [2-4].

Сегодня многие зарубежные страны обладают опытом в разработке эффективных эколого-экономических систем безотходной технологии. Для Казахстана этот опыт полезен в плане использования в отечественной практике инновационных решений в области переработки и утилизации золошлаковых отходов. Проблема утилизации шлаков в строительстве остается актуальной задачей, поскольку практически все исследования ограничиваются опытными разработками. Всё это вызывает настоятельную необходимость проведения целенаправленных комплексных исследований, как самого шлака, так и материалов на его основе. Поэтому сегодня особую актуальность приобрело управление отходами, как одно из ключевых направлений развития «Зеленого Казахстана», т.е. сохранение и эффективное управление экосистемами [5-8].

Именно с этой позиции была поставлена цель, обоснована идея, сформулированы задачи наших исследований. КазНИТУ им. К.И. Сатпаева уделяется повышенное внимание промышленной безопасности на рудниках и снижению вредного воздействия на окружающую среду. Свидетельством этому является проводимые исследования по проектам [9,10].

Рост масштабов строительства в Казахстане требует значительного количества минерального сырья для индустрии строительных материалов. Интенсификация в данном направлении сопряжена с использованием промышленных отходов взамен первичных природных ресурсов с целью удешевления стройматериалов. Использование в индустрии строительных материалов твердых отходов горнорудного производства является более экономичным по сравнению с производством стройматериалов на базе специальной добычи минерального сырья.

Целью данной работы является изучение свойств золошлаковых отходов от сжигания углей Экибастузского месторождения Казахстана, оценка их как источник загрязнения природной среды и определение возможности получения из них востребованных строительных материалов.

Методы и объект исследования. Для определения фазового состава исследуемого материала был использован модернизированный дифрактометр ДРОН-3М на CuK_{α}-излучении с программным обеспечением. Рентгенограммы пробы получены в интервале 2Ѳ(углов) от 10 до 70°. Химический состав установлен с помощью энергодисперсионного спектрометра «EDX-8000». Микрофотографию золы-уноса снимали на растровом электронном микроскопе Суперпроб -733.

Объект исследования - элементный состав золошлаковых отходов ТЭЦ-2. Предмет исследования - выбор наиболее оптимального варианта использования золошлаков.

Экологическая обстановка города Алматы сложная. В Стратегии развития "Алматы-2050" сообщается, что ежегодно на территории города в воздух выбрасывается более 122 тысяч тонн вредных веществ. 65 процентов приходится на транспорт. Это более 500 тысяч городских машин и порядка 200 тысяч иногородних. 27 процентов выбросов, по данным акимата, дает ТЭЦ-2, которая сжигает высокозольный экибастузский уголь. Золоотвал Алматинской ТЭЦ-2 размешен на черте Алатауского района города (рис. 2).

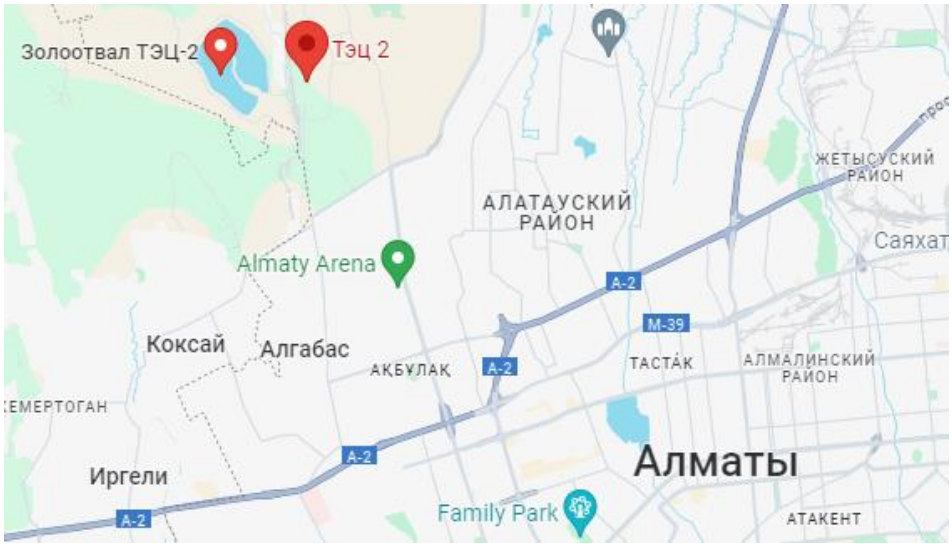


Рисунок 2 - Расположение золоотвала ТЭЦ-2 города Алматы

На золоотвале ТЭЦ-2. были отобраны рядовые пробы весом от 3-5 до 15-16 кг, из которых в последующем составлялись групповые пробы [11].

Результаты исследования и их обсуждение. Первичные лабораторные исследования. Интенсификация в данном направлении сопряжена с использованием промышленных отходов взамен первичных природных ресурсов с целью удешевления стройматериалов. В данном

направлении учеными Satbayev University проводится большой объем исследований по производству вторичного сырья на основе отходов производства[12].

Сжигая уголь, ТЭЦ получают тепловую энергию и генерируют электрическую. Отрицательной стороной этого процесса является образование побочных продуктов сжигания угля – зола уноса и шлак. Состав золошлакового материала определялся количественным соотношением входящих в него минералов, которые зависят от минералогического состава исходной части топлива.

На рентгеновском дифрактометре ДРОН-3 была получена рентгенограмма золы ТЭЦ-2, которая представлена на рисунке 3*, а.*

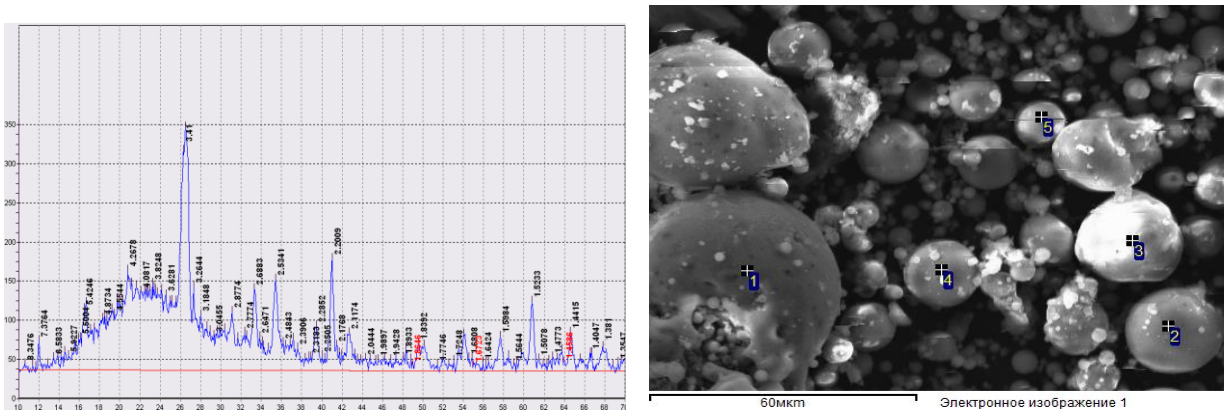


Рисунок 3 – Рентгенограмма *(а)* и микрофотография (*б*) золы-уноса

Химический состав, %: SiO_2 – 57,7; Al_2O_3 – 29,6; (Fe_2O_3+ FeO) – 6,4; CaO – 1,1; MgO – 0,35; SO_3 – 1,3; K_2O – 0,03; Na_2O – 0,52; ппп – 3,0.

Анализируя фазовый состав золы-уноса, можно констатировать: из индивида ее пуццоланической и гидравлической активностью обладает только стеклофаза, в составе которой присутствует микросфера, а остальное – муллит ($3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$), кварц (SiO_2), силлиманит (Al_2O_3), гематит (Fe_2O_3) и углерод (С) не обладают пуццоланической и гидравлической активностью.

Кроме того, в составе золы присутствуют следующие микроэлементы: P, Sc, Mn, Pb, Ti, As, Zr, Ge, Ga, W, Ni, Cr, которые в золе не существуют самостоятельно, не образуют самостоятельных соединений, а входят в состав минералов и стеклофазы. Удельная поверхность – 290 $м^2/кг$; истинная плотность – 2,1 $г/см^3$, насыпная плотность – 780 $кг/м^3$.

На рисунке 3, б- частицы золы-уноса имеют шарообразную форму, они стекловидные и полые, их размеры варьируют от 1 мкм до 50 мкм. Крупные частицы содержат в своих полостях более мелкие шарообразные частицы, что показано стрелкой на рисунке. На поверхности крупных частиц присутствуют, как правило, крепко «приклеены» мельчайшие обсыпные шарики. Электронная микроскопия позволяет более глубоко понимать микроструктуру материалов и их свойства, что имеет важное научное значение. Это позволяет определить поверхностную область, термическую стабильность и прочность золы-уноса и понимать, как зола-унос взаимодействует с окружающей средой [13].

Исследование и получение вторичного сырья. Одним из наиболее перспективных направлений становится вовлечение промышленных отходов, в частности золы тепловых электростанций, в состав строительных материалов. Подобный подход позволяет одновременно решать три ключевые задачи: экономическую, технологическую и экологическую. С экономической точки зрения применение золы обеспечивает значительное сокращение затрат за счёт замены части цемента и природных заполнителей, что особенно важно в условиях роста цен на сырьё. С технологической стороны зола выступает активным минеральным компонентом, который улучшает физико-механические свойства строительных материалов, повышая их прочность, долговечность и устойчивость к воздействию внешней среды. Экологический аспект выражается в снижении объёмов отходов, подлежащих

захоронению на полигонах, что уменьшает антропогенную нагрузку и способствует переходу к принципам «Зелёного Казахстана» [14].

В рамках программы ПЦФ с государственной поддержкой в КазНИТУ имени К.И. Сатпаева создан ТОО «Politech Construction», где реализуется инновационные технологии производства строительных материалов с использованием золосодержащих отходов. Сегодня компания активно занимается переработкой золы, расположенной на территории золоотвала Алматинской ТЭЦ-2, ТЭЦ-3 и превращает её в ценное сырьё для выпуска современных строительных изделий [15, 16].

В результате проведенной работы:

• разработан способ получения золосодержащего вяжущего, техническая новизна которого подтверждена патентом Республики Казахстан [17];

• разработан способ получения неавтоклавного железобетона из золы Экибастузской ГРЭС-2, техническая новизна которого подтверждена патентом Республики Казахстан [18];

• разработан способ получения агопорита - заполнителя для легкого бетона из золы экибастузского угля. Техническая новизна полученного агломерационного заполнителя для легкого бетона подтверждена авторским свидетельством [19];

На основе результатов выполненных научных исследований разработана технология производства золошлакосодержащих строительных материалов (рис.4).

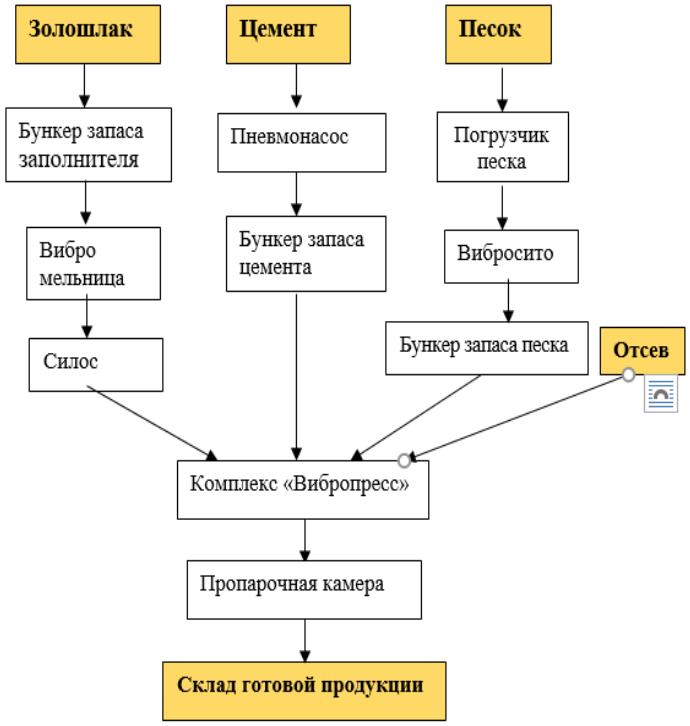


Рисунок 4 - Технологическая схема производства золошлаковых материалов

Внедрение золошлаковых отходов позволяет существенно изменить структуру себестоимости. В традиционном производственном цикле до 45-50% затрат приходится на цемент. Его частичная замена золой в пределах 15-20% обеспечивает экономию порядка 20-25 тенге на единицу продукции. Кроме того, использование золошлаковых компонентов вместо части природных заполнителей (песка и щебня) снижает себестоимость ещё на 10-15 тенге на блок.

Вовлечение золы в производственный процесс также уменьшает расходы на утилизацию промышленных отходов и снижает платежи за размещение отходов на полигонах, что особенно актуально для регионов с крупными ТЭЦ [20].

Таким образом, анализ производственной деятельности ТОО «Politech Construction» демонстрирует, что внедрение золосодержащих отходов не только обеспечивает снижение себестоимости продукции, но и формирует значимый социально-экологический эффект. Помимо прямых финансовых показателей, важным фактором является и экологический эффект. Использование золосодержащих отходов способствует снижению нагрузки на полигоны твёрдых бытовых отходов, минимизирует ущерб окружающей среде и соответствует принципам «Зелёного Казахстана». В условиях государственной политики, направленной на устойчивое развитие и ресурсосбережение, это открывает дополнительные возможности для привлечения субсидий и грантов, а также повышает инвестиционную привлекательность компании (рисунок).



Рисунок 5 – Готовая продукция

Выводы. Золошлаковые отходы Алматинской ТЭЦ - по химическому составу и свойствами являются как источниками загрязнения почвенного покрова, так и выгодным и перспективным сырьем. Они могут быть отнесены к техногенному минеральному сырью, которое, в отличие от природного, со временем накапливается, а не истощается, что повышает перспективность их изучения и вовлечения в использование. Следовательно, переработка золошлаковых отходов является весьма перспективной сферой для инноваций и инвестиций, имеющей многоцелевую направленность и благоприятное влияние на эколого-экономическое развитие промышленных центров.

Анализ производственной деятельности ТОО «Politech Construction» наглядно демонстрирует, что внедрение золосодержащих отходов не только обеспечивает снижение себестоимости продукции и рост ежегодной производительности, но и формирует значимый социально-экологический эффект.

Дополнительно, высокий уровень качества и разнообразие видов строительных блоков позволяют компании занимать устойчивые позиции на рынке и способствуют достижению стратегических целей строительной отрасли Казахстана.

Список литературы

1. Национальный проект «Зеленый Казахстан»: постановление Правительства Республики Казахстан от 12 октября 2021 года № 73.

2 Потапов, С. О. Физико-химические свойства золы-уноса от сжигания Экибастузских углей [Текст] / С. О. Потапов, М. Н. Свирилова, И. Н. Танутров, М. Н.Толокнов // Бутлеровские сообщения. — Казань:2016. – Т. 45, № 3. С. 36–39.

3 Kuldeyev, E. I., Nurpeisova M. B., Yestemesov Z. A., Ashimova A. A. Industrial waste recycling – one of the key directions of business development // News of the National Academy of

Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series Chemistry and Technology. – 2023. – № 3. – P. 26–34. DOI: 10.32014/2023.2518-170X.309.

4 Сулеменов, С. Т. Физико-химические процессы структурообразования в строительных материалах из минеральных отходов промышленности [Текст] / С. Т. Сулеменов. – Москва: Манускрипт, 1996. – 298 с.

5 Сайбулатов, С. Ж. Ресурсосберегающая технология керамического кирпича на основе зол ТЭЦ [Текст] / С. Ж. Сайбулатов. – Москва: Стройиздат, 1990. – 248 с.

6 Есемесов, З. А. Исследование динамики накопления золошлакоотвалов и их влияние на экологию [Текст] / З. А. Есемесов, К. Сейтжанов. – Алматы: ЦеЛСИМ, 2002. – 270 с.

7 Федеральное министерство окружающей среды Германии. Программа предотвращения отходов. – 2013.

8 Парфенова, Л. М. Обзор зарубежных технологий утилизации золошлаковых отходов теплоэлектростанций [Текст] / Л. М. Парфенова, М. Н. Высоцкая // Геодезия, картография, кадастр, ГИС – проблемы и перспективы развития: материалы международной научно-технической конференции. – Новополоцк, 2016. – С. 138–143.

9 Project GF 14871694 «Development of technology for processing ash and slag waste from thermal power plants to produce popular building materials», dated October 18, 2022, № 263/30. – 2022–2024.

10 Project BR21882292 «Integrated development of sustainable construction industries: innovative technologies, optimization of production, effective use of resources and creation of technological park». – 2023–2025.

11 Ashimova, A. A., Nurpeisova M. B. Processing of ash and slag waste from thermal power plants with production of building materials // Proceedings of the 18th International Congress for Mine Surveying. – Xuzhou, China, 24–29 October 2023. – P. 472–485.

12 Kuldeyev, E. I., Nurpeisova M. B., Bek A. A., Ashimova A. A. Waste management as one of the key directions in the development of “green” economy in Kazakhstan // Mine Surveying and Subsurface Use. – 2022. – № 6. – C. 67–75. DOI: 10.56195/20793332_2022_6_67_73.

13 Nurpeissova, M., Estemesov Z., Lozinsky V., Ashimova A. Industrial waste recycling – one of the key directions of business development // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Geology and Technical Sciences. – 2023. – Vol. 2, № 458. – P. 193–205. DOI: 10.32014/2023.2518-170X.309.

14 Entin, Z. B., Nefedova L. S., Strzhalkovskaya N. V. Ashes from thermal power plants – raw materials for cement and concrete // Cement and its Application. – 2012. – № 2. – P. 40–46.

15 Zotkin, A. G. Concrete with effective additives. – Moscow–Vologda: Infra-Engineering, 2014. – 160 p.

16 Begentayev M. M., Nurpeisova M. B., Bek A. A. The use of mining and metallurgy waste in manufacture of building materials // Eurasian Mining. – 2024. – № 1. – P. 14–20. DOI: 10.17580/em.2024.01.01.

17 Патент № 8579 РК на полезную модель «Способ получения золосодержащего вяжущего» [Текст] / Е. И. Кульдеев, М. Б.Нурпеисова, З. А. Естемесов, В. Г. Лозинский, А. А. Бек, А. А. Ашимова. – 27.10.2023.

18 Патент № 8580 РК на полезную модель «Состав и способ получения зологазобетона неавтоклавного твердения» [Текст] / Е. И. Кульдеев, М. Б. Нурпеисова, З. А. Естемесов, В. Г. Лозинский, А. А. Бек, А. А. Ашимова. – 27.10.2023.

19 Author’s certificate No. 44179 RK for a work of science «Method for obtaining agloporite – filler for lightweight concrete from ash dumps of Almaty city» / Nurpeisova M. B., Begentaev M. M., Kuldeev E. I., Nurlybaev R. E., Orynbekov E. S. – 02.02.2024.

20 Kuldeyev E. I., Ashimova A. A., Bek A. A., Nurpeisova M. B. High lag for the «Green Kazakhstan» project // Горный журнал Казахстана. – А:2025. – № 1. – С. 65–72.

21 Джусупова, М.А. Исследование структуры золы из рисовой шелухи и ее влияние на прочностные свойства мелкозернистого бетона [Текст] / М.А. Джусупова, А.Талантбек кызы // Известия КГТУ. -Бишкек:2024. - № 2 (70). – С.527-531.

УДК 622.272.4 DOI:10.56634/16948335.2026.1.28-38

А.П. Волков[1], Ж.К. Баитов[2], С.Г. Габбасов[3], Б.Т. Джакупбеков[4]
[1]Д.А. Кунаев атындагы Тоо-кен институту, [2]Elaman invest ЖЧКсы
[3]С. Сейфуллин атындагы Казакстан агротехникалык изилдөө университети, Астана, Казакстан Республикасы
[4] И. Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы
[1]Институт горного дела им. Д.А. Кунаева, [2]ТОО Elaman invest
[3]Казахстанский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина, Астана, Республика Казахстан
[4] КГТУ им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика

A.P. Volkov[1], J.K. Baitov[2], S.G. Gabbasov[3]. B.T. Djakupbekov[4].
[1]D.A. Kunaev Institute of Mining, Almaty, [2]Elaman invest LLC,
[3]S. Seifullin Kazakhstan Agrotechnical Research University, Astana, Republic of Kazakhstan
[4] I. Razzakov KSTU, Bishkek, Kyrgyz Republic
bz_elaman@mail.ru, billi_jb@mail.ru

РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНОЙ И БЕЗОПАСНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ОТРАБОТКИ МАЛОМОЩНЫХ НАКЛОННО-КРУТОПАДАЮЩИХ РУДНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ В СЛОЖНЫХ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

ТАТААЛ ГЕОЛОГИЯЛЫК ШАРТТА ТАЙЫЗ, ТИК ЖАЙГАШКАН КЕН КАТМАРЫН КАЗЫП АЛУУНУН НАТЫЙЖАЛУУ ЖАНА КООПСУЗ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ИШТЕП ЧЫГУУ

DEVELOPMENT OF AN EFFICIENT AND SAFE TECHNOLOGY FOR MINING LOW-THICK STEEPLY DIP ORE DEPOSITS IN COMPLEX MINING AND GEOLOGICAL CONDITIONS

20°тан жогору жантайыңкы бурчтары бар жана катмар элементтери кескин өзгөрүп турган татаал конфигурацияга ээ болгон жука, тик чөгүп бараткан руда кендерин иштетүү үчүн, адамдардын казылып алынган мейкиндикке киришин камтыбаган ыкма сунушталат, бул үчүн кендин көтөрүлүү бурчу боюнча камераларды жайгаштыруу, жер астындагы деңгээлдердеги сокку боюнча майда кесилиштерди бургулоо иштерин жүргүзүү, тилке формасындагы камера аралык мамыларды түзүү жана камераларга жарылуучу руданы жеткирүүнү жана камералардын түбүндө калган сынган руданы жер астындагы деңгээлдерде жайгашкан төмөнкү басымдагы гидравликалык мониторлорду (суу агымдарын) колдонуу менен жантайыңкы ташуу системасына гидравликалык жуун-ташуу, ошондой эле жасалма сел агымын колдонуу менен сынган руданы гравитациялык жеткирүү аркылуу, суу-тек блоктун сыртындагы жүктөө пункту на чейин иштеген жантайыңкы ташуу системасы боюнча агып өтөт.

Түйүндүү сөздөр: *иштетүү ыкмасы, жука, тик чөмүлгөн руда кени, гидравликалык жеткирүү, жарылуучу жеткирүү, жасалма суу-таш агымы, гидравликалык монитор.*

Для отработки маломощных наклонно-крутопадающих рудных залежей с углами падения более 20° и имеющих сложную конфигурацию с резко изменяющимися элементами залегания предлагается способ без захода людей в выработанное пространство, расположением камер по восстанию залежи, проведением по простиранию на подэтажах буровых выработок малого сечения, формированием междукамерных целиков ленточной формы и многозабойной схемой отработки запасов с использованием взрыводоставки

отбитой руды в камерах и гидросмывом оставшейся на почве камер отбитой руды в нижнюю часть блока на наклонную доставочную выработку при помощи низконапорных гидромониторов (брансбойтов), располагаемых на подэтажах, а также самотёчную доставку отбитой руды при помощи искусственных селевых водо-каменных потоков по наклонной доставочной выработке до погрузочного пункта за пределами блока.

Ключевые слова: *способ разработки, маломощная наклонно-крутопадающая рудная залежь [16], гидродоставка, взрыводоставка, искусственный водо-каменный поток, гидромонитор.*

For the development of thin, steeply dipping ore deposits with dip angles greater than 20° and having a complex configuration with sharply changing bedding elements, a method is proposed without people entering the mined-out space, with the arrangement of chambers along the rise of the deposit, with small-section boring workings being carried out along the strike on the sublevels, with the formation of belt-shaped inter-chamber pillars and a multi-face scheme for the development of reserves using explosive delivery of broken ore in the chambers and hydraulic flushing of the broken ore remaining on the floor of the chambers into the lower part of the block onto an inclined delivery working using low-pressure hydraulic monitors (water jets) located on the sublevels, as well as gravity delivery of broken ore using artificial mudflow water-rock flows along an inclined delivery working to a loading point outside the block.

Key words: *mining method, thin, steeply dipping ore deposit, hydraulic delivery, explosive delivery, artificial water-rock flow, hydraulic monitor.*

Введение. Проблема эффективной и безопасной отработки маломощных наклонно-крутопадающих залежей (более 20°) с резко изменяющимися элементами залегания связана с тем, что для её решения необходимо использовать различные способы доставки отбитой руды в рамках одной (единой) технологической схемы выемки запасов в этих залежах. При этом исключается применение высокопроизводительного бурового, погрузочного и доставочного самоходного оборудования, поскольку указанные самоходные машины не могут перемещаться под углом наклона залежи большим 15° и поэтому для обеспечения доступа этих машин на подэтажи, а также перемещения отбитой руды с подэтажей на откаточный горизонт с помощью автосамосвалов необходимо проходить на флангах блоков (панелей) каскады спиральных уклонов большого сечения и большой длины [1,2,3,4,5,6]. Причём объём горно-подготовительных выработок будет сопоставим с запасами руды в блоке, а затраты на добычу превысят извлекаемую ценность и поэтому наиболее экономичным может оказаться простое и не дорогое скреперное оборудование.

Известен более эффективный способ доставки руды с использованием искусственных селевых водо-каменных потоков [7,8,9,10]. Сущность его заключается в том, что на навал отбитой руды в камере или выработке подают поток воды, который выпускают в течении короткого времени из аккумулирующей емкости, расположенной в верхней части камеры. В результате взаимодействия потока воды и навала отбитой руды образуется искусственный водо-каменный поток, который под действием гравитационных сил перемещается вниз по наклонной почве камеры (руслу потока) на откаточный горизонт в рудо приёмную выработку.

Аналогом этого способа являются природные селевые потоки, которые подразделяются на два структурных типа: грязекаменные и водо-каменные [11, 12,13,14,15]. В шахтных условиях возможно образование искусственных селевых водо-каменных потоков, так как гранулометрический состав отбитых крепких руд представлен кусковатой рудой с минимальным количеством (не более 6-7%) песчаных и пылевых частиц. Однако более высокой транспортирующей способностью обладают грязекаменные селевые потоки, но их использование в подземных условиях исключается в связи с большим заиливанием горных выработок.

Опытно-промышленные испытания этой технологии осуществлялись на рудниках комбината «Ачполиметалл» в 1983 году в выемочных камерах, которые ранее были отработаны с использованием взрываодоставки руды и в которых на почве камер осталась заметная часть не доставленной взрывом руды. Эти испытания показали высокую производительность самотечной доставки отбитой руды искусственными водо-каменными потоками в пределах блока [8,10].

Методика и результаты исследований. В результате анализа литературных источников и обобщения опыта отработки маломощных наклонно-крутопадающих рудных залежей в интервале углов падения свыше 20°с резко изменяющимися элементами залегания установлено, что наиболее эффективно располагать выемочные камеры по восстанию и использовать следующие комбинации способов доставки отбитой руды в зависимости от углов падения залежи на различных её участках:

- при углах падения 20-50° использовать взрываодоставку совместно с гидросмывом отбитой руды, оставшееся на почве камеры при помощи гидромониторов (брансбойтов);

- при углах падения более 50° использовать доставку отбитой руды под действием силы тяжести;

- при наличии скошенных контуров залежи под углом 20-35° в нижней части выемочных блоков, целесообразно использовать доставку отбитой в камерах руды при помощи искусственных селевых водо-каменных потоков по почве наклонной транспортной выработки, пройденной вдоль скошенного контура залежи.

В работе [11], приведена полуэмпирическая формула для определения удельного расхода воды в зависимости от угла наклона транспортной выработки (русла селевого потока) и длины селедоставки горной массы:

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{\mu cos\alpha - sin\alpha}{sin\alpha + \frac{\mu cos\alpha - sin\alpha}{K-1}} \cdot K_\alpha \cdot K_L \qquad (1)$$

где m1– масса воды, подаваемой на навал руды; m2 – масса руды в навале; μ = 0,82 ÷ 0,84 – динамический коэффициент трения; α – угол наклона камеры (русла); Kα = (0,02α + 0,72) – коэффициент резерва расхода воды, зависящий от угла наклона русла шахтного селевого потока; KL = (000178L + 0,998) – коэффициент резерва расхода воды, зависящий от длины селедоставки L; K – коэффициент разрыхления отбитой руды.

Указанные коэффициенты резерва расхода воды установлены в результате проведенных авторами экспериментальных исследований искусственных селевых водо-каменных потоков на селевом лотке [16].

Во введении мы показали, что самоходные буровое и погрузочно-доставочное оборудование не эффективно при отработке наклонно-крутопадающих залежей. В качестве альтернативы предлагается способ, в котором используется самотёчное перемещение отбитой руды по почве камер (выработок) под действием силы тяжести и энергии напорных и безнапорных потоков воды.

Преимущества этого способа покажем на примере Жезказганского месторождения, где имеется множество изолированных маломощных (1-3м) залежей наклонного, крутопадающего и наклонно-крутопадающего залегания, которые, в основном, временно не отрабатываются. Причём это касается не только залежей с низким содержанием полезных компонентов в руде, но и залежей с высоким содержанием. Например, в поле Восточно-Жезказганского рудника имеется такая изолированная маломощная наклонно-крутопадающая залежь Анненская 7-II, которая имеет сложную конфигурацию с резко изменяющимися уклонами по простиранию и вкрест простирания.

Ранее для отработки данной залежи был предложен способ, предусматривающий проведение спиральных уклонов, обеспечивающих доступ самоходного погрузочно-доставочного и бурового оборудования в камеры. Отработка запасов планировалась горизонтальными слоями с последующим заполнением выработанного пространства пустыми

породами. Указанный способ, разработанный инженерами ТОО «Корпорация Казахмыс», послужил основой рабочего проекта «Подготовка и отработка запасов в блоке 43 залежи Анненская 7-II. Восточно-Жезказганского рудника» (заглавный лист Ж414928-пр), который на данный момент остаётся нереализованным.

В ходе технико-экономического анализа будет обосновано преимущество предлагаемого способа отработки наклонно-крутопадающей залежи Анненская 7-II в блоке 43, использующего самотёчное транспортирование отбитой руды под действием силы тяжести и водных потоков, по сравнению с традиционной схемой доставки руды самоходными погрузочно-доставочными машинами.

Согласно проекту, разработанному инженерами ТОО «Корпорация Казахмыс» для отработки запасов блока 43 залежи Анненская 7-II, в подстилающих породах лежачего бока предусматривается проведение уклонов, обеспечивающих доступ бурового и погрузочно-доставочного оборудования по подэтажам (рисунок 1). Рудное тело при этом разделяется на четыре камеры, соединённые между собой указанными уклонами. На рисунках 2 и 3 представлены планы подготовки горизонтальных слоёв в камере 2. Подготовка в камерах 1, 3 и 4 осуществляется аналогичным образом. От каждого уклона пройдены три подходных штрека, предназначенные для обслуживания соответствующих горизонтальных слоёв.

Первый слой проводится с уклоном 0,10–0,12 в зависимости от расстояния до рудного тела. Второй слой — горизонтально, с подстиланием породы, образовавшейся в результате посадки первого слоя. Третий слой проводится с подъёмом 0,15, с подстиланием породы, образовавшейся в результате посадки кровли первого и второго слоёв.

Выработанное пространство заполняется породами, полученными при горно-подготовительных работах в вышележащих камерах, с оставлением минимального незаполненного объёма у кровли (рисунок 1). Отработка вышележащего горизонтального слоя осуществляется с отбойкой руды на выработанное пространство нижнего слоя. При этом почва очистной камеры должна формироваться из закладочного материала и массива вмещающих пород.

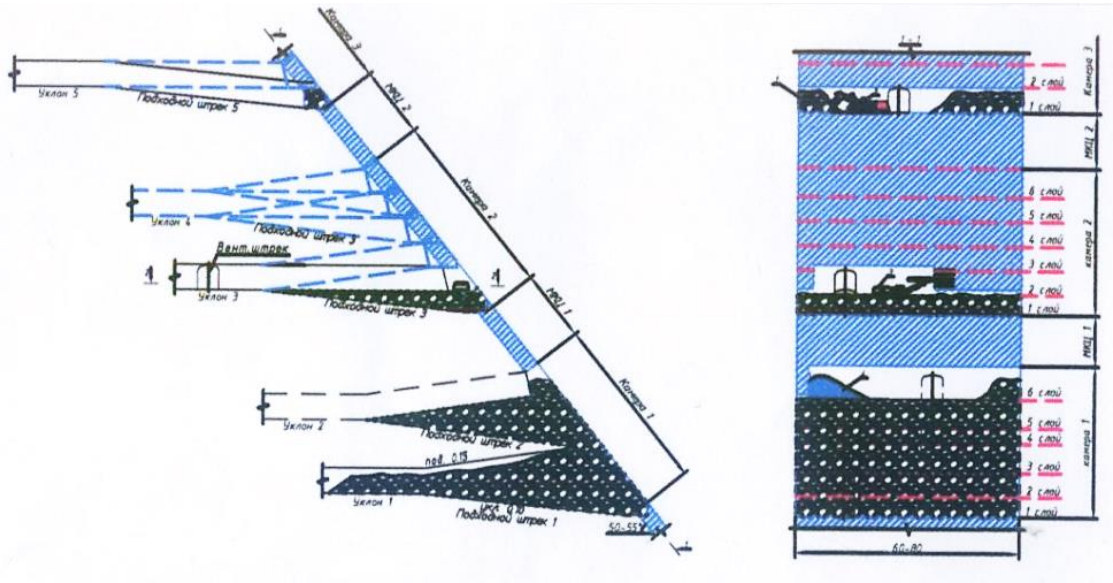


Рисунок 1 – Способ отработки блока 43 горизонтальными слоями с породной закладкой выработанного пространства (проектный вариант)

Доставка руды внутри блока осуществляется ковшовой погрузочно-доставочной машиной типа TORO 301 на участковый рудоспуск блока 43, откуда перегружается на TORO 50 Plus погрузчиком Cat-980H и транспортируется на капитальный рудоспуск №1 [17].

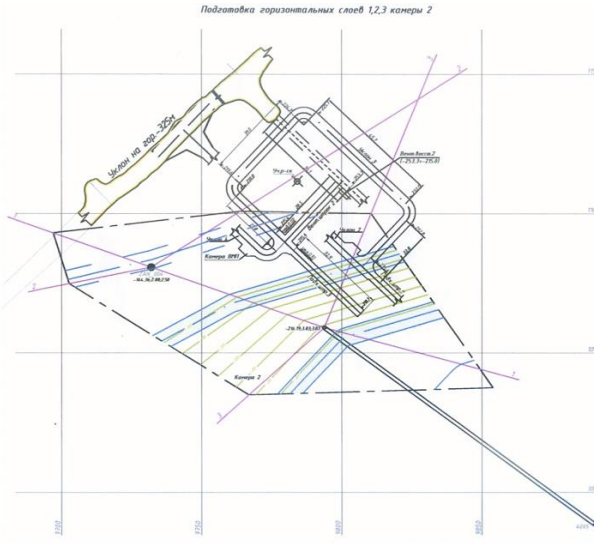


Рисунок 2 – План подготовки горизонтальных слоёв 1,2,3 камеры 2

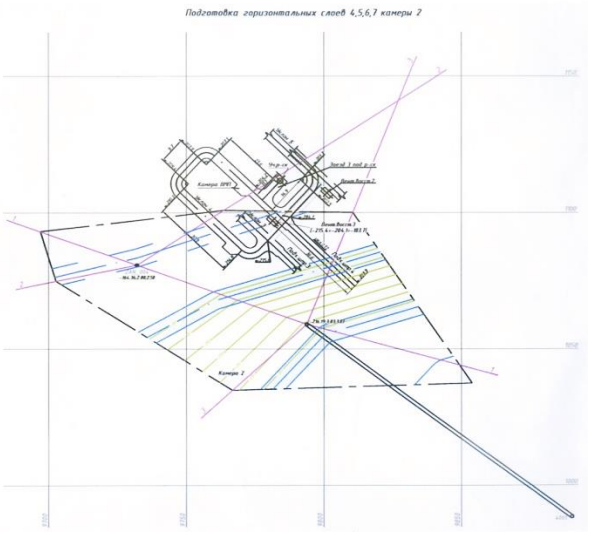


Рисунок 3 – План подготовки горизонтальных слоёв 4,5,6,7 камеры 2

Объём горно-подготовительных работ по блоку 43 составляет 25 498 м³. Общие потери руды в междукамерных целиках достигают 23,9 %. Объём товарной руды — 55,6 тыс. т при среднем содержании меди 2,35 %. Извлекаемая масса меди составляет 1306 т.

К основным недостаткам технологии отработки запасов блока 43 залежи Анненская 7-II, предложенной в рабочем проекте, относятся:

• Значительный объём горно-подготовительных работ, обусловленный применением самоходного бурового и погрузочно-доставочного оборудования на проходческих и очистных работах в сложных горно-геологических условиях. Объём подготовительных выработок превышает объём товарной руды в 1,22 раза, что существенно увеличивает себестоимость добычи. При этом все выработки проходят по породе лежачего бока залежи.

• Повышенное разубоживание руды вследствие прихвата пустой породы в лежачем и висячем боках маломощной залежи при очистной выемке самоходным оборудованием, габариты которого сопоставимы с мощностью рудного тела. Количество примешанной пустой породы в товарной руде составляет 18,1 тыс. т, что соответствует среднему разубоживанию 0,326 (18,1/55,6), приводящему к дополнительным затратам на добычу и обогащение.

• Сложность ведения очистных работ с использованием самоходных машин с двигателями внутреннего сгорания в ограниченном пространстве камер. Это не позволяет обеспечить требуемый уровень безопасности, надёжное проветривание и комфортные условия труда промышленного персонала.

• Высокие труда- и временные затраты при транспортировке отбитой руды от забоев до участкового рудоспуска, а также при подаче пустой породы для закладки выработанного пространства. Применение погрузочно-доставочной машины TORO 301 не обеспечивает необходимой интенсивности очистной выемки.

В отличие от технологии, принятой в рабочем проекте, предлагается расположить выемочные камеры в блоке 43 по восстанию залежи Анненская 7-II. Такое решение позволяет принципиально изменить схему подготовки, исключить присутствие людей в выработанном пространстве, а также отказаться от проведения множества спиральных съездов в породах лежачего бока для отработки запасов горизонтальными слоями. Необходимость данного изменения обусловлена сложной конфигурацией залежи Анненская 7-II, характеризующейся резко изменяющимися углами падения.

Сущность предлагаемой схемы подготовки заключается в следующем. Из

действующего вентиляционно-транспортного уклона 1, пройденного с горизонта –325 м, вблизи блока 43 на отметке –256,5 м проводится доставочный штрек 2 до нижнего контура залежи Анненская 7-II (рисунок 4). Из этого штрека на уровне –260 м отрабатывается погрузочный заезд 3 в нижней части залежи, который соединяется с короткой выработкой для разминовки погрузочно-доставочного оборудования, образуя погрузочную камеру 4.

Из погрузочной камеры на участке отметок –260...–265 м проводится короткая наклонная тупиковая выработка, используемая в качестве водосборника 5. Перед водосборником в боковой стенке сооружается насосная камера 6, а рядом устанавливаются разборные дренажные перемычки.

Далее из погрузочного заезда 3 на фланге блока параллельно крутопадающему контуру залежи проводится вентиляционно-ходовая выработка 7 под углом 51–56° до верхнего контура залежи. Одновременно из вентиляционно-транспортного уклона 1 на отметке –265 м в противоположной части залежи проводится вентиляционно-ходовая восстающая выработка 8 до отметки –155 м. Затем параллельно верхнему контуру залежи из выработки 7 проводится слабонаклонная вентиляционно-ходовая выработка 9 (на уровне –150 м), которая сбивается с восстающей выработкой 8.

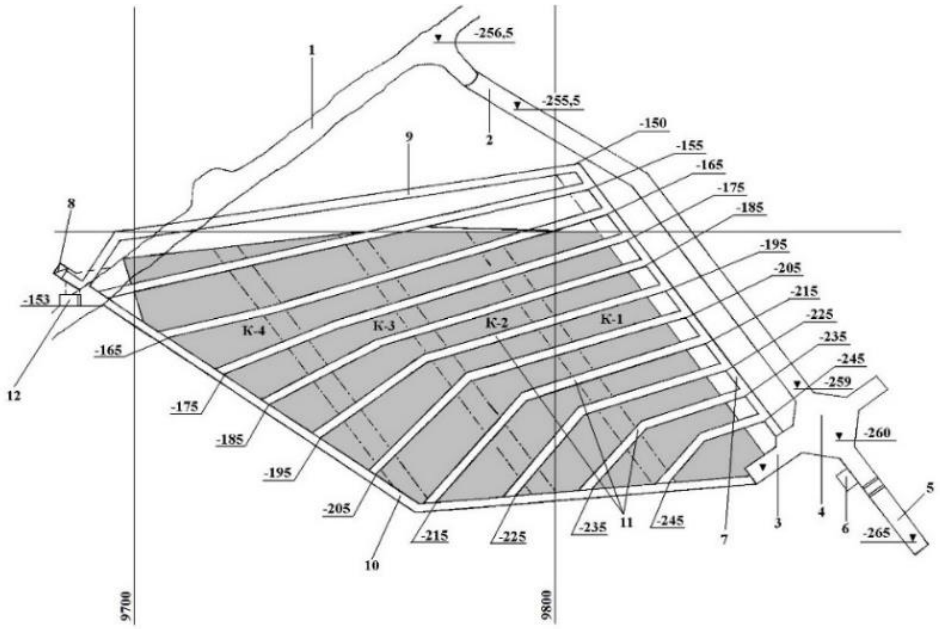


Рисунок 4 – План подготовки блока 43 залежи Анненская 7-II

Из погрузочного заезда 3 вдоль нижнего контура залежи проводится наклонная вентиляционно-доставочная выработка 10 под углом 30–32°, которая также соединяется с вентиляционно-ходовой восстающей выработкой 8 на отметке –155 м. Таким образом формируется замкнутая вентиляционно-доставочная схема блока, обеспечивающая циркуляцию свежего воздуха из вентиляционно-транспортного уклона 1 (отметка –265 м) по всем выработкам с выходом обратно в тот же уклон на уровне –256,5 м. Это обеспечивает надёжное проветривание камер блока 43 и наличие запасных выходов в случае аварийных ситуаций.

Из вентиляционно-ходовой восстающей выработки 7 проводится система подэтажных буровых выработок 11, расположенных по рудному телу и сбитых с наклонной вентиляционно-доставочной выработкой 10. В последней предусматривается устройство водосборной ёмкости 12. После завершения комплекса подготовительных работ осуществляется очистная выемка запасов руды в блоке 43 [17].

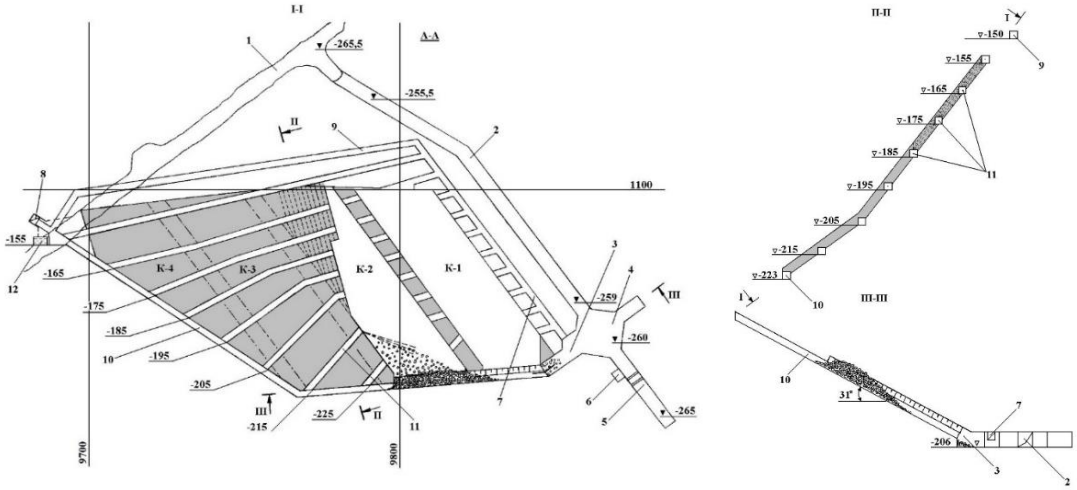


Рисунок 5 – Стадия отработки камерных запасов в блоке 43

Очистные работы ведут в направлении от вентиляционно-ходовой восстающей выработки 7 от камеры 1 и заканчивают камерой 4 на противоположном фланге блока. На рисунке 5 показана стадия отработки камеры 2. При этом перед отработкой камерных запасов наклонную вентиляционно-доставочную выработку 10 углубляют и расширяют для приема отбитой в камере руды. Отбойку руды в камере осуществляют взрыванием зарядов ВВ в веерных комплектах скважин, пробуренных из буровых выработок 11 на нескольких подэтажах с коротким замедлением. Затем производят наполнение водой аккумулирующей емкости 12, расположенной в верхней части блока вблизи с вентиляционно-ходовой восстающей выработкой 8. После подачи воды по наклонной вентиляционно-доставочной выработке 10 на навал отбитой руды, лежащей в нижней части камеры, образуется шахтный селевой водо-каменный поток, который под действием гравитационных сил перемещается в погрузочный заезд 3 в нижней части блока и далее после оттока «отработанной» воды в водосборник 5 через дренажные перемычки, производят отгрузку отбитой руды при помощи самоходного погрузочного и транспортного оборудования до капитального рудоспуска. В последующем цикле селедоставки воду из водосборника 5 перекачивают при помощи насоса в аккумулирующую ёмкость 12 по трубопроводам проложенным в вентиляционно-ходовом восстающем 7 и вентиляционно-ходовой выработке 9 пройденной в верхней части блока вдоль контура залежи на уровне отметки -150 м.

После отгрузки отбитой руды вновь производят отбойку руды в блоке. При этом из-за того, что в нижней части блока 43 залежь Анненская 7-II, имеет уклон 30 – 36° произойдёт некоторое накопление отбитой руды на почве камеры. Поэтому периодически производят зачистку почвы камеры при помощи низконапорного гидромонитора (брансбойта), установленного в вышележащей подэтажной буровой выработке.

Таким образом, чередуя отбойку и селедоставку руды с периодической гидромониторной зачисткой почвы камер, производят отработку всех запасов руды в блоке [17].

Достоинством предлагаемой технологической схемы отработки блока 43 по залежи Анненская 7-II, является небольшой объём горно-подготовительных выработок. Причём большая часть выработок имеет малые сечения (5 – 6 м2), из них более половины проходят по руде и только вентиляционно-доставочный штрек на фланге блока проходят по породе сечением 18,6 м2.

Потери руды в известной (проектной) технологической схеме составляют 22,1%, а в предлагаемой схеме – 17,4%. Разубоживание в проектном варианте технологии составляет в среднем 32,6%, а в предлагаемом всего 8,6%, за счёт небольшого перебура скважин в породы висячего и лежачего боков залежи Анненская 7-II. Кроме этого, обеспечиваются безопасные условия ведения горных работ, так как исключается присутствие людей в открытом

выработанном пространстве камер. При этом обеспечивается высокая интенсивность очистных работ кратно количеству действующих забоев в камерах, за счёт многозабойной схемы подготовки и высокой производительности селедоставки отбитой руды.

В таблице 1 представлены результаты расчёта экономической эффективности предлагаемого способа отработки запасов в блоке 43 по залежи Анненская 7-II, с расположением камер по восстанию залежи и селедоставкой отбитой руды и проектного способа отработки запасов в камерах горизонтальными слоями по простиранию залежей с породной закладкой выработанного пространства и использованием самоходного бурового и погрузочно-доставочного оборудования [17].

Таблица 1 – Расчёт ожидаемого экономического эффекта

№	Наименование показателей	Ед. изм	Проектный (базовый) способ разработки	Предлагаемый способ разработки
1.	Балансовые запасы	т	49300,0	49300,0
2.	Среднее содержание	%	3,47	3,47
3.	Потери руды в целиках	%	22,1	17,4
4.	Разубоживание	%	32,6	
5.	Товарная руда	т	55600,0	
6.	Содержание в товарной руде	%	2,35	3,16
7.	Объём горно-подготовительных выработок	м3	25498,9	10839,2
8.	Себестоимость добычи с учётом горно-подготовительных выработок	долл. США/т	68,23	54,26
9.	Затраты на добычу	тыс.долл.США	3793,59	2369,53
10.	Затраты на обогащение	тыс.долл.США	1274,68	796,22
11.	Затраты на металлургию	тыс.долл.США	1388,5	867,02
12.	Количество извлекаемой меди	т	1306,6	1379,97
13.	Цена 1т. меди на 22.08.25	долл. США	9700	9700
14.	Всего затрат на выпуск продукции	тыс.долл.США	6456,77	4032,77
15.	Всего доход от реализации	тыс.долл.США	12740,02	13285,71
16.	Прибыль	тыс.долл.США	6283,25	9352,94
17.	Соотношение эффективности	%	100	149

Из таблицы видно, что при использовании предлагаемого способа разработки камерами по восстанию с подэтажными штреками и селедоставкой отбитой руды обеспечивается получение прибыли в 1,49 раза выше по сравнению с проектным (базовым) способом разработки камерами по простиранию с механизированной доставкой руды и отработкой запасов горизонтальными слоями и породной закладкой. При этом обеспечивается существенное уменьшение срока отработки запасов блока 43 по зал. Анненская 7-II, в 2,2 раза, за счёт достижения более высокой производительности добычи руды.

Особенностью блока 43 является то, что в нижней его части расположены наклонные участки залежи в интервале углов падения от 30° до 36°, поэтому в выемочных камерах от начала и до конца их отработки потребуется производить зачистку камер от оставшейся на их почве отбитой руды при помощи гидромониторов (брансбойтов).

При этом важно знать какую силу нужно приложить, чтобы вывести куски отбитой руды на почве наклонной камеры из состояния неустойчивого равновесия и придать им движение путём дистанционного воздействия на них напорными струями воды с помощью гидромониторов (брансбойтов).

Рассчитаем усилие для смыва кусков руды в камере при угле наклона залежи, равном 30º.

Принимаем некондиционный кусок кубической формы с размерами ребра 0,4м, тогда вес его составит P = 0,43 · 2,65 т/м3 = 169 кг, где 2,65 т/м3 – объемный вес руды.

Усилие для сдвига данного куска руды по руде при угле наклона α = 30º составит F = P (cos α · K1 · K2 – Sinα) = 169(0,867 · 0,57· 1,4 – 0,5) = 32,4 кг, где K1 = 0,57 – коэффициент трения руды по руде, полученный опытным путем; K2 – коэффициент, учитывающий зацепление кусков между собой и почвой камеры, равный 1,3 ÷ 1,4.

Следовательно, для смыва отбитой руды в навале потребуется простейший низконапорный гидромонитор(брансбойт), сила удара струи которого на преграду при удалении её на 25м, была бы не менее 32,4 кг.

Расчет гидромониторных параметров сделаем для низконапорного гидромонитора (брансбойта) с диаметром насадки 30 мм и напором воды перед насадкой H = 50 м вод. ст.

Тогда скорость истечения воды из насадки составит

$$V = \phi \cdot \sqrt{2gH} = 0{,}94\sqrt{2 \cdot 9{,}81 \cdot 50} = 29{,}5\text{м/сек}$$

где ϕ - коэффициент скорости ϕ = 0,92 – 0,96; g – ускорение силы тяжести, равно 9,81 м/сек2;

Расход воды будет равен

$$Q = \phi \cdot \omega\sqrt{2gH} = 0{,}94 \cdot \frac{3{,}14 \cdot 0{,}03^2}{4} \cdot \sqrt{2 \cdot 9{,}81 \cdot 50} = 0{,}0208\text{м3/сек}$$

ω – площадь сечения струи, м2.

Теоретическая сила удара струи на плоскую преграду в начальном сечении струи рассчитывают по формуле $F_o = \gamma_2 \cdot \frac{V^2}{g} \cdot \omega$, кг, где γ2 – объемный вес воды, γ2 = 1000 кг/м3;

тогда $F_o = \frac{1000 \cdot 29,5^2}{9,81} \cdot \frac{3{,}14 \cdot 0{,}03^2}{4} = 66{,}7$ кг.

Сила удара струи о плоскую преграду на расстоянии 25 м от насадки определяется по уравнению $\frac{F}{F_o} = 1{,}046 - 0{,}00037\frac{\ell}{d}$ кг, где ℓ - расстояние от насадки, м; d – диаметр насадки, м.

Тогда $F = \left(1{,}046 - 0{,}00037\frac{25}{0{,}03}\right) \cdot 66{,}7 = 49{,}2$ кг, то есть этого усилия вполне достаточно для сдвига и перемещения некондиционного куска с указанными размерами.

Для практической реализации предлагаемой технологической схемы отработки блока 43 по залежи Анненская 7-II с использованием искусственных селевых водокаменных потоков необходимо также рассчитать удельный расход воды для доставки отбитой руды по почве вентиляционно-доставочной выработки 10 длина которой составляет L = 165м, а минимальный угол наклона α = 30°.

Используя, формулу (1) рассчитаем оптимальный удельный расход воды, необходимый для эффективной доставки отбитой руды до рудоприёмной выработки 3, которая расположена на фланге блока вблизи с водосборником 5.

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{\mu cos\alpha - sin\alpha}{sin\alpha + \frac{\mu cos\alpha - sin\alpha}{K-1}} \cdot K_\alpha \cdot K_L = \frac{0{,}83 \cdot 0{,}867 - 0{,}5}{\frac{0{,}5 + 0{,}83 \cdot 0{,}867 - 0{,}5}{1{,}5 - 1}}$$

$$(0{,}02 \cdot 30 + 0{,}72) \cdot (0{,}00178 \cdot 165 + 0{,}998) = 0{,}343\ {}^{м^3}/_{т}$$

Заключение. С целью устранения недостатков технологии, заложенной в рабочем проекте отработки запасов руды в блоке 43 в наклонно-крутопадающей залежи Анненская 7-II Восточно-Жезказганского рудника, предложен новый вариант способа разработки камерами по восстанию залежи с подэтажными штреками и селедоставкой отбитой руды, позволяющий:

- снизить объём горно-подготовительных работ в 2,4 раза, за счёт проходки на подэтажах буровых выработок по руде малого сечения (5-6м) и значительного сокращения количества полевых выработок большого сечения (14,9-18,6м) в связи с исключением из технологической схемы малопроизводительного самоходного погрузочно-доставочного оборудования;

- использовать высокопроизводительную самотёчную доставку отбитой руды по почве крутопадающей (51-56°) части блока под действием силы тяжести и в наклонной (30-36°) части блока 43 под действием напорных и безнапорных потоков воды, для повышения производительности добычи руды;

- вести бурение восходящих и нисходящих вееров скважин сечением 40 мм и длиной (6-7м) при помощи дешёвых и легко разбираемых малогабаритных буровых станков и производить бурение и отбойку руды зарядами ВВ в этих скважинах одновременно на нескольких подэтажах, используя многозабойную схему подготовки блока для достижения максимальной интенсивности отработки запасов руды;

- обеспечить минимальное разубоживание руды до 8% при мощности рудной залежи 3м и до 12% при мощности залежи 2м;

- увеличить устойчивость ленточных целиков за счёт их расположения длинной стороной по восстанию блока, снизив таким образом воздействие сдвигающих напряжений на них со стороны налегающей толщи пород, что позволит уменьшить на 15-20% поперечные размеры этих целиков и обеспечить снижение потерь руды в них до 5%;

- исключить присутствие людей в выработанном пространстве камер;

- обеспечить очистные работы надёжной и эффективной вентиляцией.

Список литературы

1. Shuai Li, Guojun Wang, Haoxuan Yu, Xinmin Wang. (2021) Engineering Project: The Method to Solve Practical Problems for the Monitoring and Control of Driver-Less Electric Transport Vehicles in the Underground Mines. World Electr. Veh. J. 12, 64 – 85, DOI:10.3390/wevj12020064
2. BalaRaju Jakkula, Govindaraj Mandela, Murthy S. Chivukula. (2018) Modelling, Measurement and Control C. Vol. 79, No. 1, pp. 6-11, DOI: 10.18280/mmc_c.790102
3. Jie Hou, Guoqing Li, Lianyun Chen, Hao Wang, Nailian Hu. (2022) Sustainability 15(1):216. DOI: org/10.3390/su15010216
4. Oleh Khomenko, Maksym Kononenko, Andrii Kosenko (2022) Processes of underground mining of ore deposits. Dnipro University of Technology, Textbook – 206 pages. DOI: 10.33271/DUT.002
5. Serhii Pysmennyi, Mykhailo Fedko, Serhii Chukharev, Kanay Rysbekov, Khavalbolot Kyelgyenbai, Dimitar Anastasov. (2022) III International Conference "Essays of Mining Science and Practice" 970, DOI:10.1088/1755-1315/970/1/012040.
6. Dorota Pałaka, Bartosz Paczesny, Marcel Gurdziel, Wiktoria Wieloch. (2020) Industry 4.0 in development of new technologies for underground mining. E3S Web of Conferences 174, International Innovative Mining Symposium. DOI: 10.1051/e3sconf/202017401002

7. Грибанов, В.Ф. Способ разработки рудных тел полового и наклонного залегания [Текст] / В.Ф. Грибанов, Н.В. Еловиков, С.М. Мауленкулов // Авторское свидетельство, СССР, 1977.-4с.

8. Грибанов, В.Ф. Разработка пологопадающих рудных месторождений с взрыво- и гидродоставкой руды [Текст] / В.Ф. Грибанов, А.С. Сейдалиев. - Алма-Ата: 1987.-71с.

9. Волков, А.П. Способ разработки маломощных наклонных рудных залежей и золотоносных жил [Текст] / А.П. Волков, Л.С. Шамганова, Ж.К. Баитов. - Патент РК на полезную модель №3743 от 07.03.2019, бюл. №10-5с.

10. Волков, А.П. Разработка эффективных и безопасных способов подземной отработки наклонных рудных залежей с использованием искусственных селевых водо-каменных потоков для доставки отбитой руды [Текст] / А.П. Волков, Л.С. Шамганова, Ж.К. Баитов // 25 Всемирный горный конгресс, июнь 19-21, 2018г., Астана: - С.895-901.

11. Флейшман, С.М. Сели [Электронный ресурс] – https://k.twirpx.link/file/1520095/ De Blasio, F.V., Elverhøi, A., Engvik, L.E., (...), Gauer, P., Harbitz, C. Understanding the high mobility of subaqueous debris flows//Norsk Geologisk Tidsskrift. 2006. 86(3), P. 275-284; ISSN 0029196X; CiteScore 2021-3.2; SJR 2021-0.666; SNIP 2021-1.448; Geology Q2. 70%.

12. Li Jian, Luo Defu. The formation and characteristics of mudflow and flood in the mountain area of the Dachao River and its prevention//Zeitschrift fur Geomorphologie. 1981. 25(4), P. 470-484; ISSN 03728854; CiteScore 2021-1.8; SJR 2021-0.335; SNIP 2021-0.671; Earth and Planetary Sciences (miscellaneous) Q3; 43%.

13. Chepurna, T. B. (2017). Features of high-altitude distribution of mudflow sites in the upper tysa basins in Ukrainian// Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, (2), 118–127. Retrieved from www.scopus.com

14. Trevoho, I., Prykhodko, M., Ilkiv, E., Halyarnyk, M., & Yershov, M. (2021). Application of GIS technologies for assessment of anthropogenic changes in the basins of the main rivers of Ivano-Frankivsk region and ways to optimize the nature use// Paper presented at the International Conference of Young Professionals, GeoTerrace 2021, doi: 10.3997/2214-4609.20215K3045 Retrieved from www.scopus.com https://doi.org/10.3997/2214-4609.

15. Буктуков, Н.С. Исследование шахтных селевых водо-каменных потоков на физической модели [Текст] / Н.С. Буктуков, А.П. Волков, Ж.К. Баитов // Научно-техническое обеспечение горного производства. Труды Института горного дела им. Д.А. Кунаева, т.88. - Алматы: 2016. - С.79-87.

16. Шакирова, Г.С. Инновационные методы геологического изучения и прогноза перспективных площадей в Саякском рудном районе (Казахстан) [Текст] / Г.С.Шакирова, А.Б. Байбатша // Известия КГТУ. -Бишкек:2025. - № 1 (73). – С.127-135.

УДК 550.83.048 DOI:10.56634/16948335.2026.1.39-46

А.Е. Воробьев [1], Г.К. Кожогулова [2]

[1]Грозный мамлекеттик муңай технологиялык университети,
Грозный, Россия Федерациясы

[2] Россия Илимдер академиясынын Бишкектеги илимий-изилдөө станциясы,
Бишкек, Кыргыз Республикасы

[1]Грозненский государственный нефтяной технический университет
Российской Федерации, Грозный, Российская Федерация

[2]Научная станция Российской академии наук в Бишкеке,
Бишкек, Кыргызская Республика

A.E. Vorobyov [1], G.K. Kozhogulova [2]

[1]Grozny State Petroleum Technical University of the Russian Federation,
Grozny, Russian Federation

[2]Scientific Station of the Russian Academy of Sciences in Bishkek, Bishkek, Kyrgyz Republic
fogel_al@mail.ru, gulya_angelochek@bk.ru

О ВЗАИМОСВЯЗИ МЕЖДУ НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННЫМ СОСТОЯНИЕМ СКЛОНОВЫХ ПОРОД И НАПРАВЛЕНИЕМ ДВИЖЕНИЯ ПРОТЯЖЁННЫХ ОПОЛЗНЕВЫХ МАСС

ЧОН АРАЛЫККА ЖЫЛГАН ЖЕР КӨЧКҮЛӨРДҮН БАГЫТЫ МЕНЕН ТОО ЭТЕКТЕРИНИН ЧЫҢАЛУУ-ДЕФОРМАЦИЯЛЫК АБАЛЫНЫН ӨЗ АРА БАЙЛАНЫШЫ ЖӨНҮНДӨ

ON THE RELATIONSHIP BETWEEN THE STRESS-STRAIN STATE OF SLOPE ROCKS AND THE DIRECTION OF MOVEMENT OF EXTENDED LANDSLIDE MASSES

Баяндамада жантайыңкы жерлердин табигый чыңалуу абалы менен жер көчкүлөрдүн пайда болушунун ортосундагы байланышты изилдеген изилдөөлөрдүн жыйынтыктары келтирилген. Белгилей кетчү нерсе, тартылуу күчү гана олуттуу геомассалардын алыскы аралыкка жылышын колдобойт. Тартылуу күчүнүн таасири астында жантайыңкы жерлердин чыңалуу абалы менен кыймылдап жаткан жер көчкүнүн астыңкы катмарындагы галлойзит нанобөлүкчөлөрүнүн табигый наножатма катары ролунун ортосунда байланыш түзүлгөн.

Түйүндүү сөздөр: *жер көчкү, чыңалуу, жылышуу механизмдери, тартылуу күчү, нанобөлүкчөлөр, галлуазит, нано подшипниктер.*

В докладе представлены результаты исследований связи естественного напряженного состояния склонов с проявлениями оползней. Отмечено, что силы тяжести не обеспечивают перемещение значительных геомасс на дальние расстояния. Установлена связь напряженного состояния склонов под действием гравитации и участии наночастиц галлуазита в нижнем слое перемещающегося оползня в качестве природных наноподшипников.

Ключевые слова: *оползни [17], напряжения, механизмы перемещения, гравитация, наночастицы, галлуазит, наноподшипники.*

The report presents the results of research into the relationship between the natural stress state of slopes and the occurrence of landslides. It has been noted that gravitational forces do not cause significant geomass movements over long distances. A connection has been established between the stress state of slopes under the influence of gravity and the participation of galluazite nanoparticles in the lower layer of a moving landslide as natural nanobearing.

Key words: *landslides, stresses, displacement mechanisms, gravity, nanoparticles, halloysite, nanobearings.*

Мировой опыт изучения оползней показывает, что к настоящему времени многие исследователи уделили значительное внимание определению взаимосвязи их базовых характеристик (таких, как тип, объём, смещения, схема их распределения). При этом исследовалось также влияние на оползни таких геометрических параметров, как угол наклона склона, его высота, экспозиция [1-3].

Выполнены исследования по влиянию климатических факторов таких как сильные и продолжительные дожди на проявления оползней [4-5]. Отдельные ученые изучали взаимосвязь распространения оползней с такими инженерно-геологическими факторами, как литология и морфология вмещающих пород [6].

Проведены также исследования по влиянию на возникновение оползней землетрясений, с их инициирующими факторами (магнитуда, интенсивность и пикового ускорения грунта района землетрясения), а также наличие вторичных или неактивных разломов [7]. При этом отдельным типом являются техногенные оползни, например, оползень на целиком техногенном объекте-терриконе угольной шахты (рис. 1).



Рисунок 1 - Оползень на терриконе шахты «Центральная» (ДНР, 2011 г.)

Но существуют и оползни, возникшие на природном объекте, под влиянием причин техногенного характера, как это было в Кыргызстане при отработке угольного месторождения Кара-Кече, на вершине горы Токсон-Теке (рис. 2), где в 2019 г. из-за проведения довольно интенсивных взрывных работ, а также несоблюдения элементарных правил промышленной безопасности и других негативных факторов произошло появление многочисленных трещин, обусловивших разрушение скального массива и сход оползня, объемом 900 тыс. м^3 геомассы.



Рисунок 2 - Оползень на вершине Токсон-Теке

В результате статистического анализа были получены следующие результаты [11]:

1. Более 90 % оползневых склонов имеют уклон более 20º. При этом оползни произошли в основном на горных или холмистых склонах, с уклоном от 20º до 35º (рис. 3).



Рисунок 3 - Оползень на склоне горы Колдун (Новороссийск, 2019)

2. Оползни в основном происходили на горных участках с отметками менее 1200 м (рис.4). Например, в Чеченской республике оползни характерны для горных склонов, относящихся к предгорьям с абсолютными высотами от 350 до 800 м [6].



Рисунок 4 - Оползень длиной около 5 км и шириной до 1 км
со склона горы Гузерипль (Адыгея, 2012 г.)

3. Оползни происходили преимущественно на горных склонах с протяженностью уклона от 200 до 400 м.

4. Количество оползней на горных склонах в северном направлении в 2 раза больше, чем на склонах в других направлениях. Так, в Чеченской республике было установлено, что более всего оползневым процессам подвергаются склоны с северо-восточной (16,08 %), северной (15,44 %) и северо-западной (14,59 %) экспозициями [7]. Одним из возможных объяснений этого может служить меньшая солнечная освещённость и соответственно меньшее испарение влаги, приводящее к большему увлажнению северных склонов.

5. Количество оползней на горных склонах с расстоянием до разлома менее 0,5 км в 2 раза больше, чем на склонах других категорий.

6. Количество оползней на горных склонах с расстоянием до ручья менее 5 км в 3 раза выше, чем на склонах других категорий.

7. Не установлена четкая зависимость между оползнями и конкретной площадью водосбора.

8. Не выявлена четкая связь между оползнями и литологией.

Первоначально за основу был принят механизм перемещения геомассы оползня на горном склоне только под влиянием сил гравитации. Но дальнейшие исследования показали, что силы гравитации не обеспечивают перемещения таких объемов геомассы на такие расстояния.

В 2008 г. землетрясение силой 8,2 балла в Китае вызвало возникновение огромного оползня Дагуанбао (рис. 5), в результате которого было перемещено более 1 км^3 камней и разнообразных обломков. Этот геоматериал довольно быстро устремился вниз по склону горы, на расстояние более 4 км, а его площадь составила 7,2 км^2 [16].

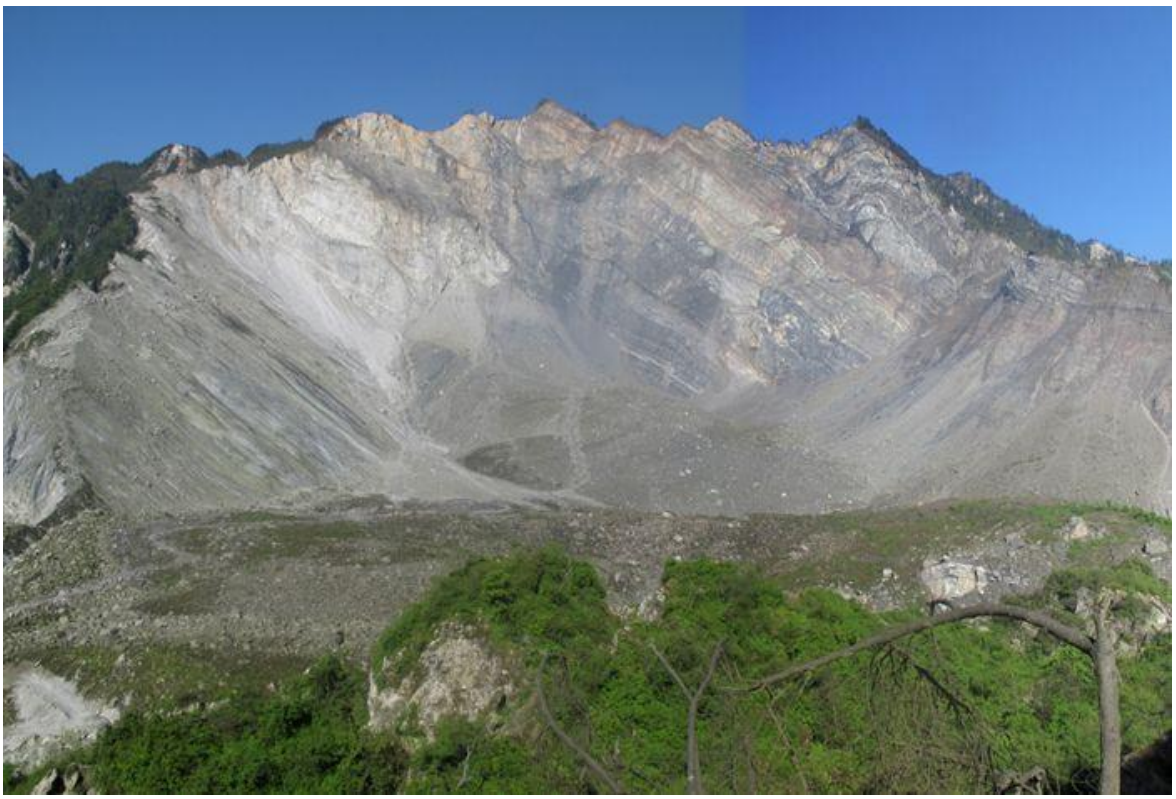


Рисунок 5 - Оползень Дагуанбао

При этом в развитии протяженных оползневых процессов, в настоящее время, достоверно выделено то общее, что присуще каждому склону – это природное напряженное состояние породного массива, обусловленное силой гравитации прочность и деформируемость грунтов, слагающих склон и их проявление во времени [1].

Изучение напряженно-деформированного состояния оползнеопасных склонов, также прочностных и деформационных свойств грунтов на территории юга Кыргызстана позволило установить [1], что склоны в своем развитии проходят различные стадии устойчивости, вплоть до образования оползневых тел, которые в свою очередь также проходят свои стадии, подчиняющиеся своим особенностям развития [1, 8].

Грунты находятся в равновесном состоянии на склонах, где не выявлено никаких признаков деформирования оползней. При этом, природное поле напряжений, как было установлено ранее [10], имеет ярко выраженную область концентрации напряжений в верхней части склона, ограничивающей ее снизу изотропной областью, в которой существующие напряжения равны между собой. Это зона повышенных напряжений по данным натурных измерений горизонтальных напряжений составляет 1/3 длины склона [11].

Обычно при отсутствии внешних воздействий ее размеры определяются длиной и крутизной склона, мощностью покровных отложений, плотностными свойствами грунтов и их прочностью. В зоне концентрации напряжений, расположенной в верхней части склона основными, являются растягивающие напряжения на поверхности склона. Такие склоны считаются [1], не оползнеопасными.

Если линейные размеры зон повышенных напряжений, соизмеримы с размерами склона по падению, ожидается появление закольных (глубоких) трещин в верхней части склона. Склон переходит в стадию формирования оползня. Первоначально сомкнутые трещины раскрываются. Напряжения интенсивно развиваются в средней части склона, причем горизонтальные напряжения, действующие по створу склона, превышают напряжения, действующие вкрест простирания склона. Такие склоны относятся к оползнеопасным [1].

В настоящее время в результате предварительного статистического анализа были получены результаты, которые в целом объясняют возникновение оползней. При этом

считалось, что основным движущим фактором практически всех известных оползней является сила тяжести, т.е. напряжение, действующее на участок оползнеопасного склона. Поэтому исследователи первоначально за основу взяли механизм перемещения геомассы оползня на горном склоне только под влиянием сил гравитации, как указано выше.

Однако дальнейшие исследования показали, что силы гравитации не обеспечивают перемещения большого объема геомасс на довольно значительные расстояния от подошвы склона [12]. Поэтому нами был предложен механизм быстрого перемещения геомассы оползней, связанный с наночастицами галлуазита, выполняющих роль эффективной смазки на поверхностях скольжения. Наночастицы галлуазита представляют собой нанотрубки (имеющие длину 0,5 мкм) и внешний диаметр около 200 нм, с диаметром просвета 10 – 15 нм, в которых листы алюмосиликата свернуты в спираль [12], (рис.6) Обычно оболочки галлуазитовых трубок включают 15 - 20 слоев.



Рисунок 6 - Схема строения галлуазитовой нанотрубки

При этом, эти наночастицы галлуазита, находящиеся в нижнем слое перемещающегося оползня выполняют роль природных наноподшипников.

Кроме того, галлуазиты, в зависимости от условий кристаллизации и геологического строения, могут иметь и другую морфологию [13], (такую, как, например, сфероидальная и дисковая) которая также играет роль наноподшипников, способствующих перемещению геомассы оползня (рис. 7).

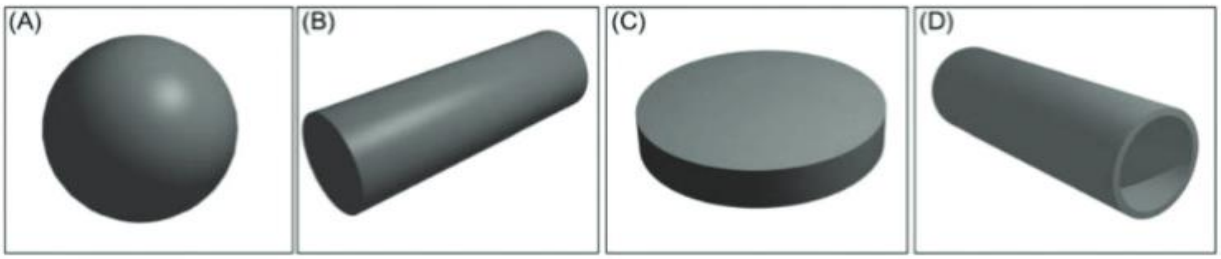


Рисунок 7 - Геоморфология глинистых наночастиц.
а) однородная сфера; б) однородный цилиндр; однородный диск; г) полый цилиндр

При этом необходимо отметить, что нанотрубки природного галлуазита, как правило, имеют высокое содержание воды из-за наличия единичных слоев, разделенных молекулами воды, а также металлических частиц (рис. 8).

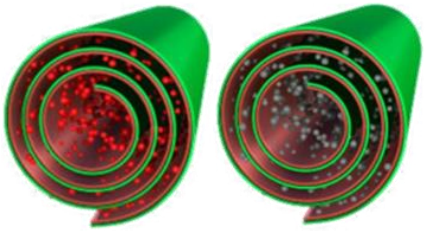


Рисунок 8 - Галлуазитовые нанотрубки с различным магнитным наполнением

Для того, чтобы галлуазиты могли реализовать свой максимальный потенциал в качестве природных подшипников при перемещении геомассы оползней, должно быть перестроено случайное распределение ориентации нанотрубок и их направление движения должны совпадать с горизонтальным напряжением, действующим по створу склона, которые превышают напряжение, действующие вкрест простирания склона. Т.е. чётко прослеживается взаимосвязь напряженного состояния склона с направлением движения протяженных оползней, проявляющихся с влиянием наночастиц галлуазита, выполняющих роль природных наноподшипников. Здесь также возможно структурирование расположения нанотрубок под влиянием возникающего при перемещении геомассы оползня локального магнитного поля [14, 15, 16].

Список литературы

1. Айтматов, И.Т. Геомеханика оползнеопасных склонов [Текст] / И.Т. Айтматов, К.Ч. Кожогулов, О.В. Никольская. – Бишкек: Илим, 1999 - 2008 г.
2. Айтматов, И.Т. Опасные природно-техногенные катастрофы в горных районах Кыргызстана [Текст] / И.Т. Айтматов, И.А. Торгоев, Ю.Т. Алешин // Горы Кыргызстана. – Бишкек: Технология, 2001 с. 157 – 175.
3. Воробьев, А.Е. Исследование поведения оползней на основе программного комплекса LANDSLIDE MODELLER [Текст] / А.Е. Воробьев, В.И. Нифадьев, С.Ф. Усманов // Вестник Кузбасского государственного технического университета №5, 2017 с. 44-49.
4. Адушкин, В.В. Триггерные эффекты при образовании оползней [Текст] / В.В. Адушкин // Триггерные эффекты в геосистемах // Материалы Всероссийского семинара-совещания // Институт динамики геосфер РАН, под.ред. В.В. Адушкина, Г.Г. Кочаряна. - М.: Геос 2010, с. 33-41.
5. Aitmatov, I.T., Kozhogulov K.Ch. Nikolskaya O.V. Landslides in Kyrgyzstan: Forecast and Prevention. Environmental Forest Science. Kyoto, Japan, 1998.
6. Заурбеков, Ш.Ш. Некоторые закономерности распределения оползневых объектов на территории Чеченской республики [Текст] / Ш.Ш. Заурбеков, А.А. Батукаев // Известия ДГПУ №2. 2013.
7. Havenith, H.B., Strom A., Jongmans D. [and others] Seismic triggering of landslides, Part A: Field evidence from the Northern Tien Shan // Natural Hazards and Earth System Sciences, 2003. - pp. 135 – 149.
8. Guangqi, Chen, Yange Li, Yingbin Zhang and Jian Wu. Earthquake Induced a Chain Disasters, Earthquake Research and Analysis – Statistical Studies, Observations and Planning, // http: www. Intech open. Com/books/earthquake- research-and-analyses-statistical-studies-observations-and-planning/earthquake-induced-a-chain-disasters.
9. Айтматов, И.Т. Геомеханическое обоснование прогноза оползней в покровных отложениях горноскладчатых областей [Текст] / И.Т. Айтматов, К.Ч. Кожогулов, О.В. Никольская // Вопросы геомеханики и разработки месторождений полезных ископаемых // Труды ИФМГП НАН КР. №1 Бишкек: Илим, 1997, С. 9-20.
10. Никольская, О.В. Оценка устойчивости покровных отложений на горных склонах [Текст] / О.В. Никольская // Механика горных склонов, откосов и подземных сооружений.

Освоение подземного пространства // Материалы IX Всесоюзной конференции по механике горных пород. Фрунзе, 3-5 окт. 1989 – Фрунзе: Илим, 1990 – с. 185-193.

11. Кожогулов, К.Ч. Прогнозирование устойчивости горных склонов с покровными отложениями [Текст] / К.Ч. Кожогулов, О.В. Никольская. – Кырг. НИИНТИ 1994 - №16 (7023)

12. Воробьев, А.Е. Выявление базовых механизмов и основных особенностей передвижения геомассы оползней [Текст] / А.Е. Воробьев, Г.К. Кожогулова // Горный вестник Узбекистана №3 (90). 2022, с.20-26.

13. Воробьев, А.Е. Выявление основных особенностей передвижения оползней и разработка базовых механизмов [Текст] / А.Е. Воробьев, А.Г. Оганесян, Г.К. Кожогулова // Proceedings of NPUA, Metallurgy, Material, Science, Mining engineering. 2022, №1

14. Тажибаев, К.Т. Поверхностная энергия минералов и горных пород [Текст] / К.Т. Тажибаев, Р.М. Султаналиева, А.Т. Конушбаева // Известия КГТУ. - Б: 2013 – с.261 – 267.

15. Воробьев, А.Е. Теоретические основы ступенчатых геологических процессов [Текст] / А.Е. Воробьев, О.Ш. Шамшиев // Известия КГТУ. - Б:2017, с. 200-209.

16. Воробьев А. Е. Исследование быстрых и протяженных глинистых оползней [Текст] / А. Е. Воробьев, Г. К. Кожогулова // Известия Национальной академии наук Кыргызской Республики. - Б: 2022. № 2. С. 32–41.

17. Молдобеков Б.Д. О компьютерном картировании оползневых процессов на территории Кыргызстана [Текст] / Б.Д.Молдобеков, Ж.З. Бакиева // Известия КГТУ. - Бишкек:2024.-№2(70). С.477-484.

УДК 622.272.334: 06.048.88 DOI:10.56634/16948335.2026.1.47-52

М. Дж. Джаманбаев, Т.Т. Абдыраков
И. Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы
КГТУ им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика

M. J. Jamanbaev, T.T. Abdyrakov
I. Razzakov KSTU, Bishkek, Kyrgyz Republic
jamanbaevm@mail.ru, tilek.abdyrakov@yahoo.com

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ДАМБЫ ХВОСТОХРАНИЛИЩА КУМТОР

КУМТӨРДӨГҮ КАЛДЫКТАР САКТООЧУ ДАМБАНЫН ТЕМПЕРАТУРАЛЫК АБАЛЫН ИЗИЛДӨӨ

TEMPERATURE STUDY OF THE KUMTOR TAILINGS DAM

Бул макалада түбөлүк тоң шарттарында 3670 м бийиктикте жайгашкан Кумтөр алтын казып алуу фабрикасынын (GRP) калдыктар сактагычынын температуралык режимин изилдөө сунушталат. Кумтөр кенинин иштешине байланыштуу калдыктар сактагычында заводдон чыккан калдыктар целлюлоза түрүндө топтолот. Калдыктар сактагычы топтолуп жаткандыктан, дамба агымдын ылдый жагына узартылды. Анын бийиктиги 49 мге жетти, жантайыңкылыгы 1:3. Дамбанын температуралык режими целлюлоза жана айлана-чөйрөнүн температурасын колдонуу менен изилденди. Температураны көзөмөлдөөчү кудуктар дамбанын ичиндеги белгилүү бир чекиттерде жайгашкан. Дамбанын температуралык режимин талдоо үчүн эсептөөлөр бир жылдын ичинде Comsol 6.2 пакетин колдонуу менен жүргүзүлдү. Эсептелген жыйынтыктарды байкоо маалыматтары менен салыштыруу жакшы дал келүүнү көрсөттү.

Түйүндүү сөздөр: *жылуулукту өткөрүү, жылуулук өткөргүч коэффициенти, жылуулук сыйымдуулугу, калдык сактоочу жайдын дамбасы, температуралык режим, пулпа, жылуулукту откоруу тендемеси, чектеги шартар, баштапкы шарт.*

Приводится исследования температурного режима дамбы хвостохранилища золото извлекающей фабрики (ЗИФ) рудника Кумтор, расположенная на высоте 3670 м в условиях вечной мерзлоты. В связи с эксплуатацией рудника Кумтор происходит накопление хвостохранилищи отходами [7], фабрики в виде пульпы. По мере накопления хвостохранилищи производится наращивание дамбы в сторону нижнего бьефа. Высота которой достигла 49м с откосами заложения 1:3. Исследование температурного режима тело плотины производилась под влиянием температуры пульпы и температуры окружающей среды. В отдельных точках тело плотины имеются наблюдательные скважины за температурой. Для анализа состояния температурного режима дамбы расчеты производились с помощью пакета Comsol 6.2 в течении одного года. Сравнение результатов расчета с данными наблюдения показали хорошее согласование.

Ключевые слова: *теплоперенос, коэффициенты теплопроводности, теплоемкости, дамба хвостохранилища, температурный режим, пульпа, уравнение теплопроводности, граничные условия, начальные условия.*

This paper presents a study of the temperature regime of the tailings dam at the Kumtor mine's gold extraction plant, located at an altitude of 3,670 m in permafrost conditions. The operation of the Kumtor mine results in the accumulation of tailings in the form of pulp. As the tailings accumulate, the dam is extended towards the lower head. Its height has reached 49 m with a slope of 1:3. The temperature regime of the dam body was studied under the influence of the pulp temperature and the ambient temperature. At certain points along the dam, there are observation wells for monitoring the temperature. To analyze the temperature regime of the dam, calculations were performed using the Comsol 6.2 software package over a period of ten years. A comparison of the calculation results with the observation data showed good agreement.

Key words: *heat transfer, thermal conductivity coefficients, heat capacity, tailings dam, temperature regime, pulp, heat conduction equation, boundary conditions, initial conditions.*

Строительство и эксплуатация гидротехнических сооружений, расположенные в условиях вечной мерзлоты требует специальные исследования не только до строительства но и при эксплуатации сооружений, связанные с экологической безопасностью и охраны окружающей среды [1,2,3,4]. В данной работе приводится исследование состояния температурного режима дамбы хвостохранилища после долголетней эксплуатации под влиянием температуры пульпы и температуры окружающей среды.

Постановка задачи. В режиме реального времени и размера плотины провести расчеты по изучению состояния плотины хвостохранилища под влиянием температуры пульпы и по данным температуры окружающей среды, полученные от метеостанции Кумтор. Область расчета разделены на четыре подобластей (Рис.1).

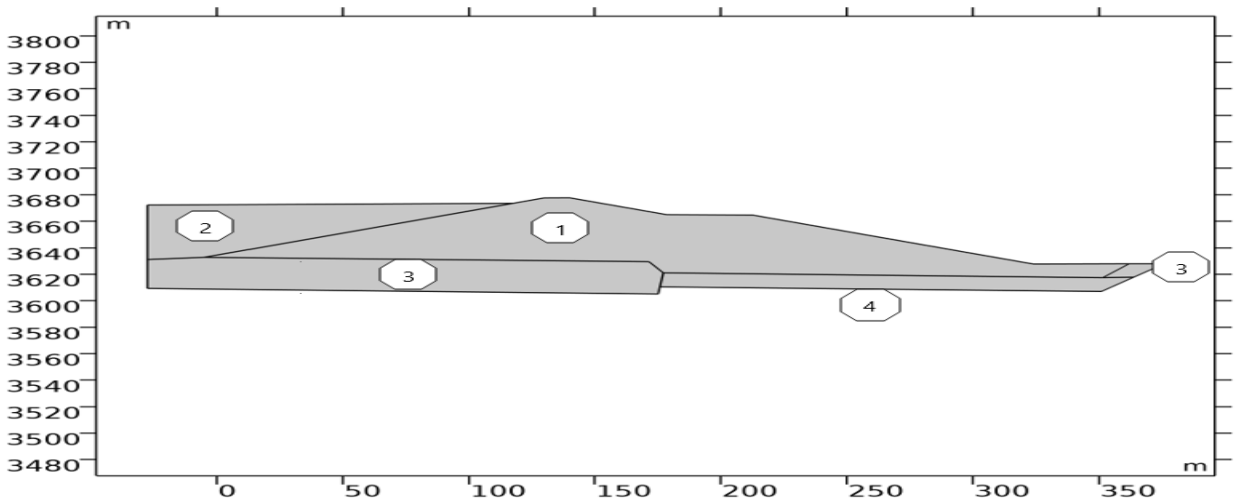


Рисунок 1 - Область расчета

Область расчета. 1- тело дамбы и клина, 2- хвосты, 3- суглинистый прослой в основании, 4- грунт пригодный для основания

Верхний бьеф плотины и основание водоема покрыты пленкой, что предотвращает фильтрацию. Поэтому рассматривается только теплоперенос в теле плотины без учета фильтрации. Математически процесс переноса тепла моделируется уравнением теплопроводности и начально-граничными условиями [2,3,7].

$$\rho c \frac{\partial T}{\partial t} + к \nabla q = 0,$$
$$q = -\nabla T$$

где T – температура грунта, ρ, с, к – соответственно плотность, коэффициенты теплоемкости и теплопроводности.

Граничные условия. На границах, граничащих с окружающей среды ставилась условие теплообмена с температурой грунта и окружающей среды “грунт-воздух”[5.6]

$$-\boldsymbol{n}\cdot\boldsymbol{q} = \boldsymbol{h}(\boldsymbol{T_e} - \boldsymbol{T}),$$

где h- коэффициент теплообмена, T – температура грунта, $\boldsymbol{T_e}$ – температура окружающей среды. Она аппроксимировалась с данными температуры из метеостанции Кумтор

$\boldsymbol{T_e}$ = 25.57*sin(2*pi*t/365) - 5.94

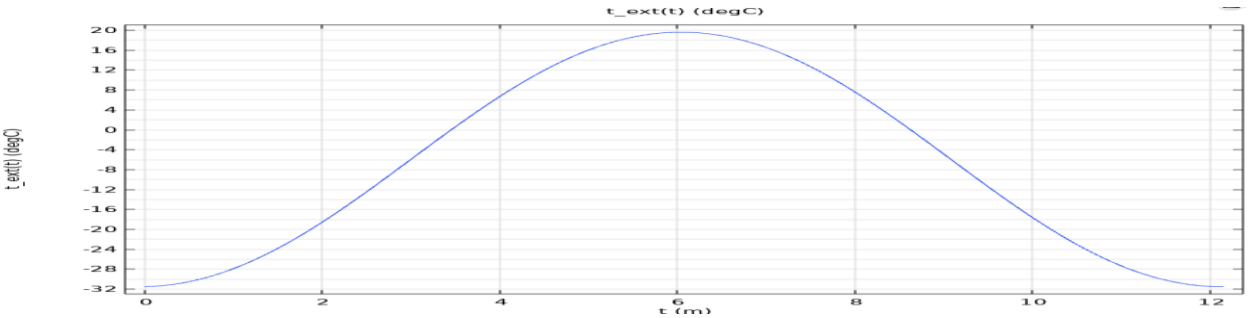


Рисунок 2 – Годовое изменение температуры окружающей среды. В оси OX месяцы

На основании и боковых границах области расчета задавалась условие теплоизоляции [1,3].

$$-n\cdot q = 0$$

На стыках внутренних границ ставилась условие непрерывности температуры. На границе раздела областей, содержащее пульпы и верхнем откосе, ставились значение температуры пульпы, полученные из данных наблюдений.

Начальные условия. Начальная температура тела плотины и клина принималась равной --0.5^{0}C, температура области, содержащая пульпы равнялась 5^{0}C, температура области основания, принималась равной -1.5^{0}C (рис. 3).

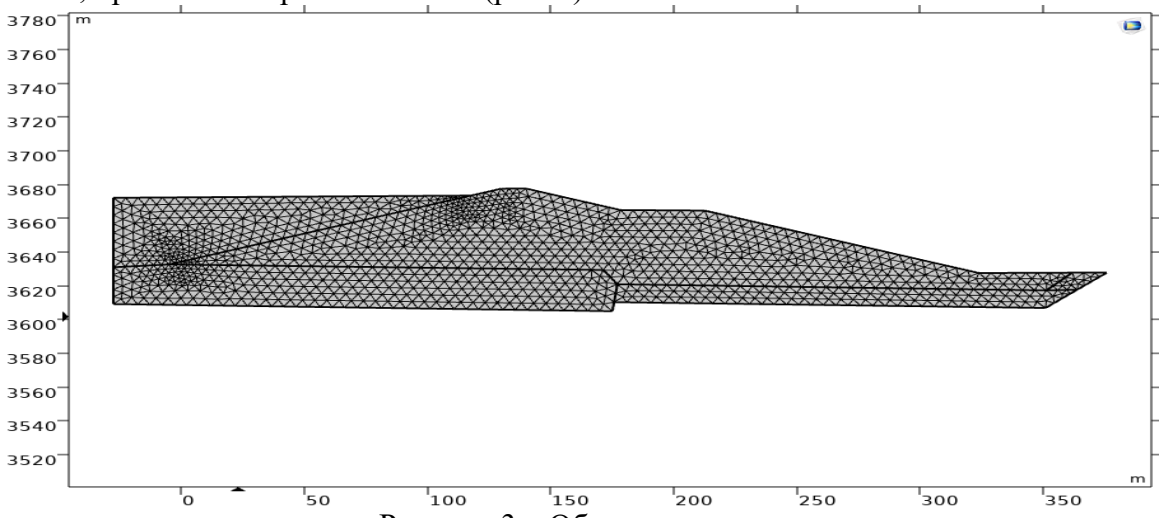


Рисунок 3 – Область расчета.

Область расчета подразделена на 2532 конечные элементы (Рис.3.)

Результаты расчета. Численное моделирование выполнено согласно заданным физико-механических характеристик грунтов тело плотины и горной породы. Ниже приведены результаты расчетов в разные времени года (рис. 4). Желтой линией (контур) внутри области обозначен нулевая изотерма. Внутри желтого контура положительная температура, за контуром отрицательная.

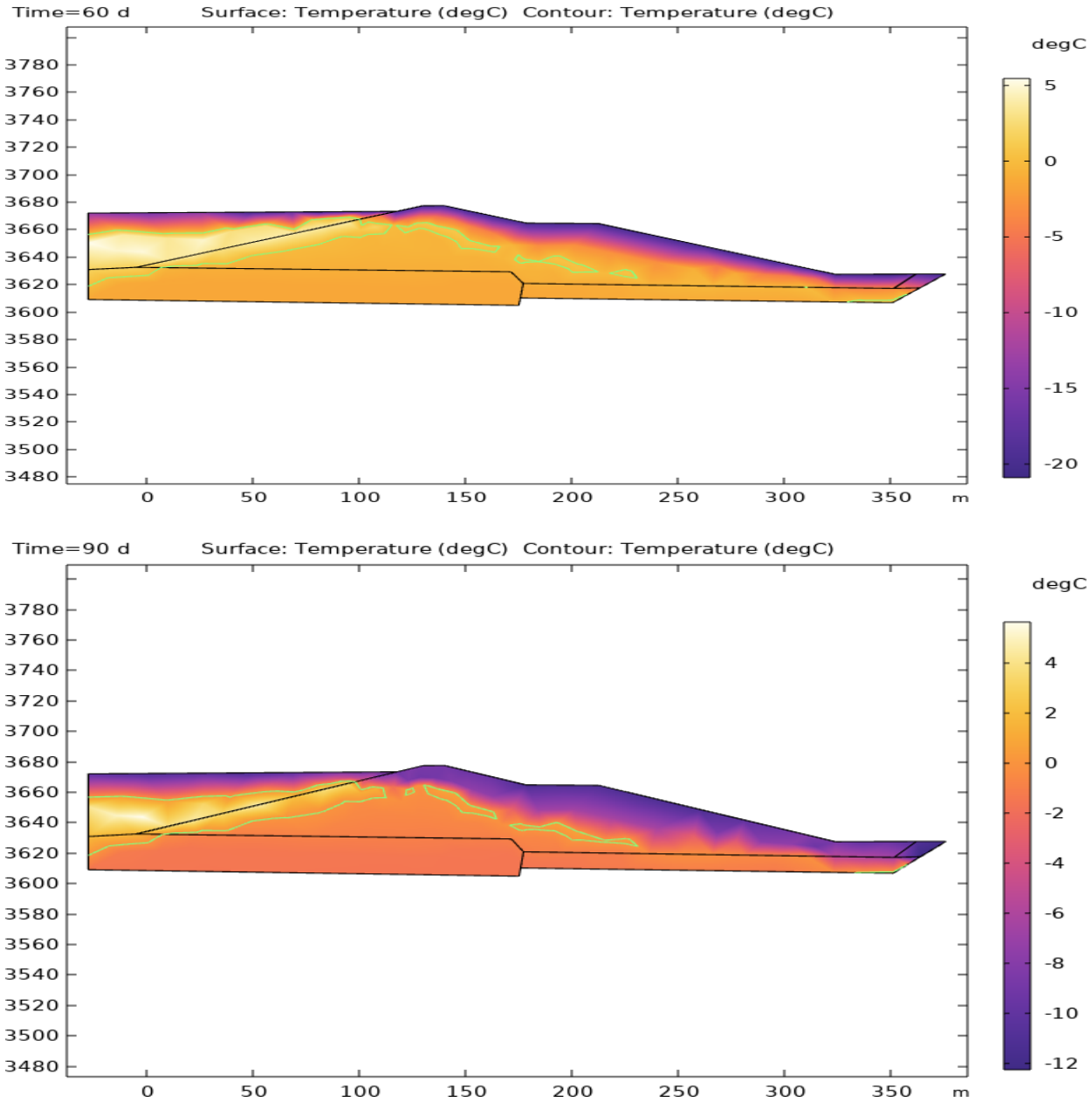
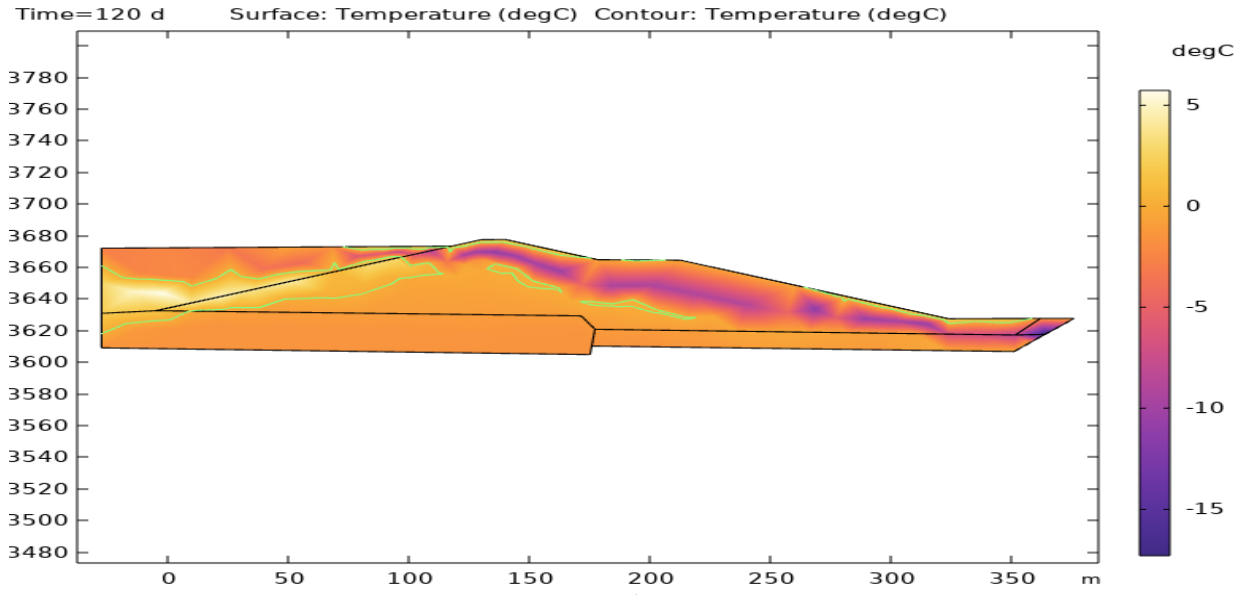
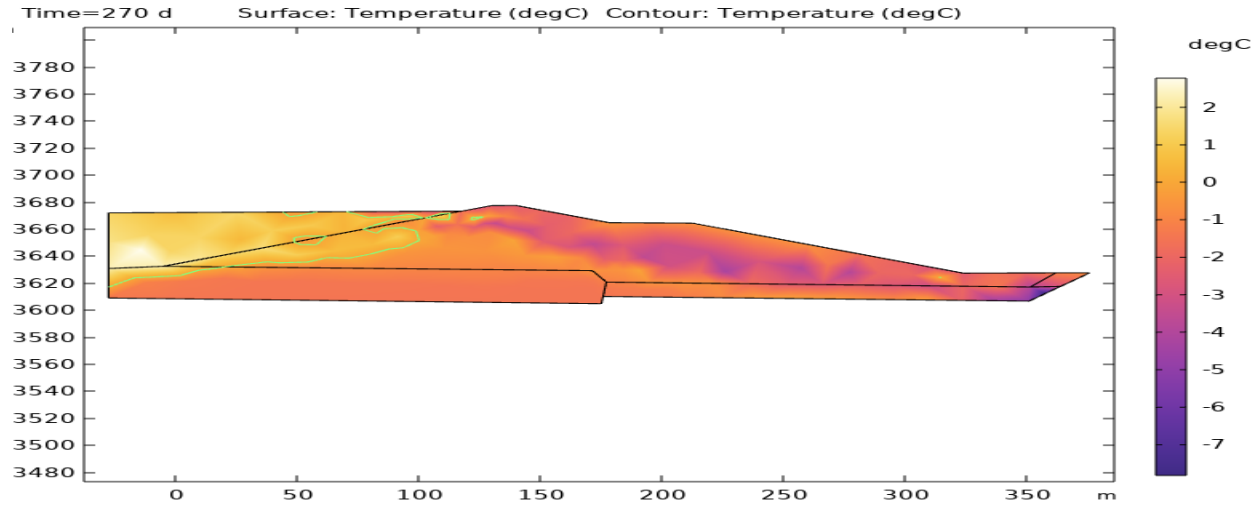


Рисунок 4 - Результаты расчета за холодный период времени года

Как видно из графиков за 90 дней (три месяца) с января по март температура воздуха имела значение от -32^{0}С до -4^{0}С. За этот период пульпа промерзает до 10м а нижний бьеф промерзает до 25м. Основание и центральная часть плотины остается без изменении в минусовой температуре. На рис. 5а приведен результаты расчета за период с конца марта по апрель месяц, когда температура воздуха изменяется почти от 0^{0}С до +8^{0}С. На рис. 6(б, в) представлены результаты расчета за период с мая по сентябрь, когда температура воздуха менялась от +8^{0}С до +18^{0}С и от +18^{0}С до 0^{0}С. За этот период область пульпы постепенно почти протаивает, а гребень и нижний бьеф протаивает почти до 13м. Остальная область тело плотины остается в минусовой температуре. Затем начиная с сентября до января температура воздуха доходить до -29^{0}С. За это время происходить процесс промерзание грунтов и тела плотины полностью промерзает. Область пульпы промерзает до 13м а остальная часть остается остается талой в любое время года. Это обьясняется тем, что начальное состояние области пульпы задавалась температурой равной +5^{0}С.

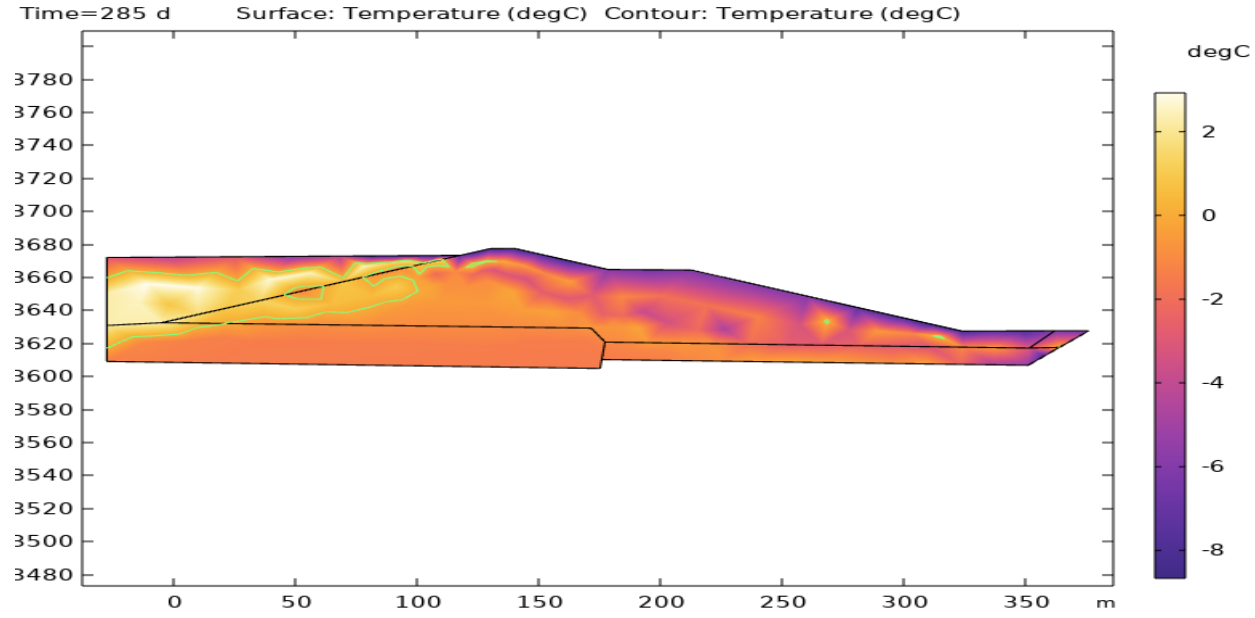


а)



б)

Рисунок 6 - Изменение температуры тело плотины и пульпы за теплый период года



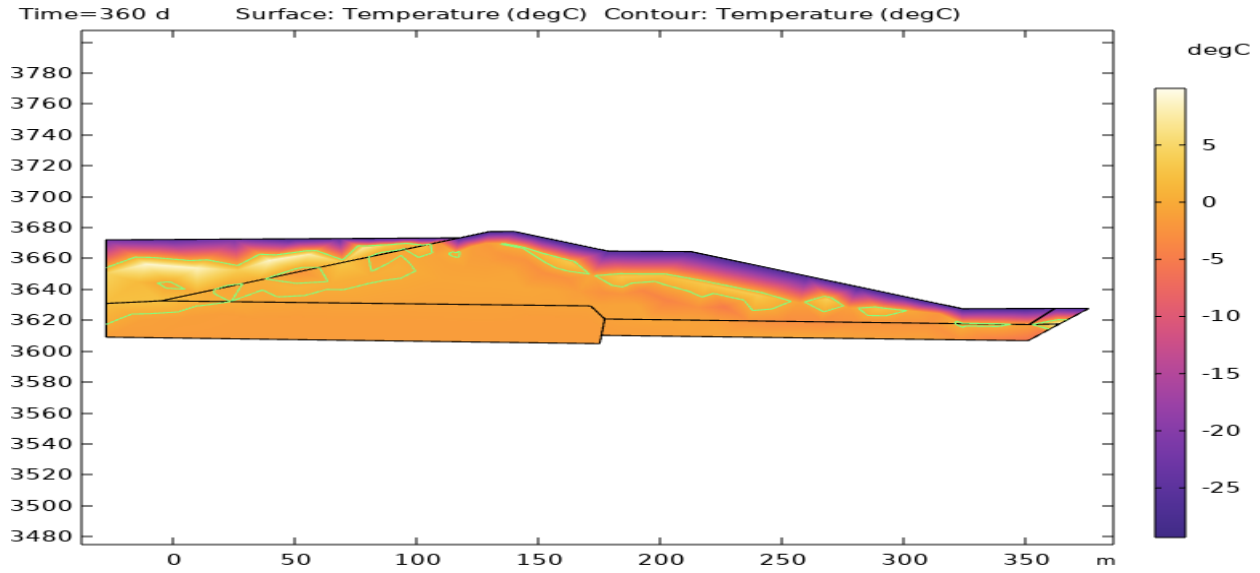


Рисунок 6 - Изменение температуры тело плотины и пульпы за холодный период года

Вывод. Из результатов расчета видно, что центральая часть плотины остается почти неизменным близкой начальному условию мерзлой. Температура окружающей среды за теплый и холодный период года влияют на процесс таяния и промерзания тела плотины. Из-за длительности холодного периода и сильные морозы промерзание доходит до 25м.от поверхности плотины. Из-за короткого теплого периода года протаивания доходит почти до 12м. Зона таяния тела плотины полностью за холодное время промерзает.

Из-за начального условия для области пульпы равной $+5^0$C, дно и центральная часть области пульпы остается плюсовой температурой. В связи с чем в основании хвостохранилищи покрытой пульпой, наблюдается зона талого грунта размером до 10м.

Список литературы

1. Трапезников, А.Г. Численное моделирование температурного режима грунтовой плотины мерзлого типа Анадырского гидроузла [Текст] / А.Г.Трапезников, А.Т. Беккер, Е.С. Исаева, Н.Я. Цимбельман, Т.И. Чернова // Вестник Инженерной школы Дальневосточного федерального университета. -М: 2022. - № 1(50). - С. 81-93. https:// doi.org/10.24866/2227.6858/2022-1/81-93.

2. Назарова, Л.А. Эволюция термогидродинамических полей в окрестности защитной дамбы хвостохранилища рудника Кумтор [Текст] / Л.А. Назарова, Л.А. Назаров, М.Д. Джаманбаев, М.К. Чыныбаев // ФТПРПИ. - Б: 2015. № 1. С. 23-29

3. Назарова, Л.А. Моделирование процесса тепломассопереноса в окрестности гидротехнических сооружений в криолитозоне [Текст] / Л.А. Назарова, Л.А. Назаров, М.Д. Джаманбаев, М.К. Чыныбаев // ГИАБ. – Б:2015. № 9. С. 373-379.

4. Джаманбаев, М.Дж. Температурный режим тела и основание водохранилища [Текст] / М.Дж. Джаманбаев, М.К. Чыныбаев // Известия КГТУ . – Бишкек: 2014. - № 32. –С . 129-134.

5. Джаманбаев, М.Дж. Исследование влияния климатических и техногенных факторов на температурный режим грунтов [Текст] / М.Дж. Джаманбаев, К. Шекеев // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. - М: 2016. - № 8. - С. 7-11.

6. Панов, С.И. Анализ влияния граничных и начальных условий на результаты расчетов температурного состояния грунтовых плотин на севере [Текст] / С.И. Панов, О.А. Бурьяков, А.В. Прямицкий, Е.В. Бычков // Известия ВНИИГ. - М: 2012. Т. 266. С. 44-54.

7. Апыев, Д. Б. Сумсар, Шакафтар жана Кадамжай аймактарындагы уу калдыктар көмүлгөн жерлердин спектралдык анализдерине баа берүү [Текст] / Д. Б. Апыев // Известия КГТУ. - Бишкек:2025. - № 2 (74). – С.503-510.

УДК 550.34 DOI:10.56634/16948335.2026.1.53-58

К.Ч. Кожогулов, С.Б. Омуралиев, Г.Н. Фалалеев
Улуттук илимдер академиясынын машина таануу, автоматика жана геомеханика институту, Бишкек, Кыргыз Республикасы
Институт машиноведения, автоматики и геомеханики Национальной академии наук, Бишкек, Кыргызская Республика

K. CH. Kozdogulov, S. B. Omuraliev, G.N. Falaleev
Institute of mechanical engineering, automation and geomechanics of the National academy of sciences, Bishkek, Kyrgyz Republic
igion.nankr@gmail.com, falaleevgn@mail.ru, Sagynd.omuraliev@yandex.ru

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ ПЕСЧАНО-ГЛИНИСТОГО ЗАПОЛНИТЕЛЯ, УВЛАЖНЕННОГО ФЛЮИДАМИ, НА РЕЖИМЫ ДЕФОРМИРОВАНИЯ МЕЖБЛОЧНОГО КОНТАКТА

ФЛЮИДДЕР МЕНЕН НЫМДАЛГАН КУМ-ЧОПО МЕНЕН ТОЛТУРУЛГАН КАТМАРДЫН КАСИЕТТЕРИН БЛОКТОР АРАЛЫК КОНТАКТТЫН ДЕФОРМАЦИЯЛОО РЕЖИМДЕРИНЕ ЭКСПЕРИМЕНТТИК ИЗИЛДӨӨ

EXPERIMENTAL STUDIES OF THE PROPERTIES OF A SAND-CLAY AGGREGATE MOISTENED WITH FLUIDS ON THE MODES OF DEFORMATION OF THE INTERBLOCK CONTACT

Бул макалада блоктор аралык байланыштын деформация режимдеринде суюктуктар менен нымдалган кум-чопо агрегатынын касиеттерин изилдөө боюнча лабораториялык эксперименттердин жыйынтыктары каралат. Ар кандай суюктуктар (суу жана глицерин, ар бири ар кандай илешкектүүлүккө ээ) менен нымдалган кум-чопо агрегатынын жылышуу күчү жана кинематикалык мүнөздөмөлөрү аныкталган. Нымдуулук кургак абалдан суу жана глицерин менен нымдоого өзгөргөндө, адгезия 0,05 жана 0,32 кПа ортосунда өзгөрүп, ички сүрүлүү бурчу 40-27 градус болгону аныкталган. Ошондой эле, 18 Н, 24 Н жана 30 Н диапазонунда кадимки жүктөмдөр астында кум-чопо агрегатынын суюктук илешкектүүлүгүнүн жогорулашы менен жылышуу күчү жогорулаганы аныкталган.

Түйүндүү сөздөр: *лабораториялык эксперимент, жылдырма модели, блоктор аралык байланыш, деформация режими, кум-чопо толтургуч, суюктук, илешкектүүлүк, кинематикалык мүнөздөмөлөр, адгезия, ички сүрүлүү бурчу.*

В статье рассматриваются результаты лабораторных экспериментов по исследованию свойств песчано-глинистого заполнителя, увлажненного флюидами, на режимы деформирования межблочного контакта. Определены прочностные показатели сопротивления сдвигу и кинематические характеристики песчано-глинистого заполнителя, увлажненного различными флюидами (вода, глицерин отличающиеся по вязкости). Установлено, что при изменении влажности от сухого состояния, затем увлажнении водой и глицерином сцепление находится в интервале от 0,05 до 0,32 КПа, а угол внутреннего трения 40-27 градуса. Выявлено, что при увеличении вязкости флюида песчано-глинистого заполнителя при нормальных нагрузках в диапазоне 18 Н,24 Н и 30 Н сопротивление сдвигу возрастает.

Ключевые слова: *лабораторный эксперимент, «слайдер» -модель, межблочный контакт, режим деформирования [4], песчано-глинистый заполнитель, флюид, вязкость, кинематические характеристики, сцепление, угол внутреннего трения.*

The article discusses the results of laboratory experiments to study the properties of a sand-clay aggregate moistened with fluids on the modes of deformation of the interblock contact. The strength parameters of shear resistance and kinematic characteristics of a sandy-clay aggregate moistened with various fluids (water, glycerin differing in viscosity) were determined. It was found that when humidity changes from a dry state, then moistened with water and glycerin, the adhesion is in the range from 0.05 to 0.32 kPa, and the angle of internal friction is 40-27 degrees. It was found that with an increase in the viscosity of the fluid of a sandy-clay aggregate at normal loads in the range of 18H, 24H and 30H, the shear resistance increases.

Key words: *laboratory experiment, "slider" model, interblock contact, deformation mode, sand-clay filler, fluid, viscosity, kinematic characteristics, adhesion, angle of internal friction.*

Введение. В настоящее время доказано, что в породных массивах рудных месторождений явно выражены до 5 систем трещин различной ориентации, что обуславливает их блочное строение. При этом структура и соотношение между компонентами заполнителя межблочного пространства оказывает значительное влияние на развитие геомеханических процессов.

При этом на участках скольжения накапливается определенный объем перетёртого зернистого материала. Следовательно, появляется необходимость исследования закономерностей деформирования этих нарушений на макро, мезо и микроуровнях.

В последние годы все больше внимания уделяется изучению медленных деформационных событий: движение ледников, оползней в блочное-трещиноватых массивах пород. При этом структура и соотношение между компонентами заполнителя оказывают сильное влияние на распределение скоростей деформаций.

Выявление различного режима деформирования (от стабильного до прерывистого) позволяет проследить закономерности изменения параметров скорости смещения в зависимости от структуры заполнителя.

В лабораторных условиях необходимо было провести исследования сдвигового деформирования моделей, представленных контактами блоков с заполнителем различного состава.

Следовательно, изучение влияния различных геомеханических параметров на закономерности скольжения на границах раздела блоков горных пород является актуальной научной задачей.

Цель работы. Установление закономерностей медленного скольжения между блоками горных пород песчано-глинистого заполнителя при увлажнении его флюидом разной вязкости на границе раздела блоков.

Нами была предложена простая установка типа слайдер - модели из-за отсутствия прецизионных средств измерения, как прикладываемых нагрузок, так и величин наблюдаемых смещений. Подробно описание установки и методика проведения лабораторных экспериментов в условиях простого сдвига приведены в работе [1].

Межблочное пространство заполнялось песчаное - глинистой смесью с равным соотношением глины и песка (50-50%) размером частиц менее 0,32 мм и толщиной 2 мм. При этом смесь предварительно была увлажнена: в первой серии водой [2], а во второй серии глицерином в количестве 10% от веса приготовленной смеси. В отличие от воды, вязкость которой равна 1 мПа с, глицерин имеет вязкость на 3 порядка больше – 950 мПа с [3].

В качестве неподвижного основания был выбран составной блок из 2 гипса-песочных образцов призматической формы с размерами 5х5х12 см. Изготовленные образцы на основе кварцевого песка и гипса имитировали горную породу (алевролитистый песчаник).

Нормальная нагрузка на подвижный блок прикладывалась такими же гипса-песочными образцами, предварительно взвешенными и пронумерованными. Максимальная нагрузка составляла 3 кг. Величину смещения по неподвижному блоку замеряли индикатором часового типа ИЧ-50 с ценой деления 0,01 мм. Контактирующие с заполнителем поверхности имели шероховатость для лучшего сцепления. В результате проведенных испытаний на сдвиг по

различному типу заполнителя были выявлены как качественные, так и количественные особенности режима деформирования.

Каждую следующую ступень нагружали через 60 сек и одновременно фиксировали величину смещения по индикатору ИЧ-50. Для контроля точной величины смещения внутри этого промежутка времени производили промежуточный отчет через 30 сек. По результатам проведенных испытаний на сдвиг были получены основные прочностные показатели: сцепление и угол внутреннего трения (Таблица 1.)

Таблица 1 - Показатели сопротивления сдвигу для глинисто-песчаного заполнителя г: п.=50:50 при разной влажности заполнителя

Влажность заполнителя, %	Диапазон размера частиц	Коэффициент трения	Сцепление, КПа	Угол внутреннего трения, град.
Сухое состояние	0-315	0,73-0,78	0,32	34
Вода, 6 %	0-315	0,70-0,83	0,10	27
Глицерин	0-315	0,77-0,72	0, 05	40

Из анализа таблицы 1 не установлено явной зависимости между свойствами при сдвиге и заданными параметрами: можно только выявить диапазон их изменения.

Так, при изменении влажности от сухого состояния, затем увлажнении водой и глицерином сцепление находится в интервале от 0,05 до 0,32 КПа, а угол внутреннего трения 40-27 градуса.

На основании предложенной методики изучения свойств песчано-глинистого заполнителя были замерены значения деформаций и сдвигающих усилий при различной вязкости флюида, увлажняющего его.

Далее были построены графические зависимости смещений и скоростей смещений для песчано-глинистого заполнителя в равных соотношениях г: п= 50:50 (г:п-глина:песок) с глицерином 10% от веса смеси. Каждый эксперимент проводился с трехкратной повторностью.

Аналогичные зависимости были построены и для следующих нормальных нагрузок 24 Н и 30 Н. Так же для песчано-глинистого заполнителя в сухом состоянии и при влажности 6% зависимости, приведенные выше, были выбраны лишь для нормальной нагрузки 18 Н (рис.1-3).

Помимо качественных особенностей поведения материала заполнителя от вязкости флюида заполнителя были определены и количественные характеристики параметров режима деформирования при сдвиге: смещения U и максимальные скорости смещения dU/dt (Таблица. 2).

Общие графики при различных флюидах заполнителя
глина-песок 50:50
P =18H

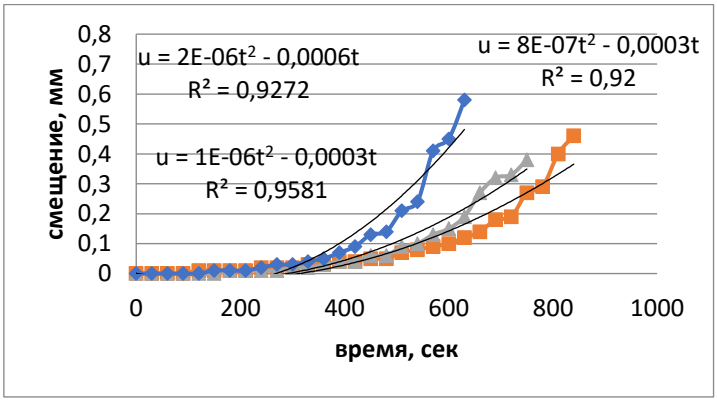


Рисунок 1 - Зависимости смещений заполнителя от времени по усредненным кривым при увлажнении флюидами: Квадрат –сухой заполнитель, ромб – вода, влажность -6%, треугольник –глицерин 10%

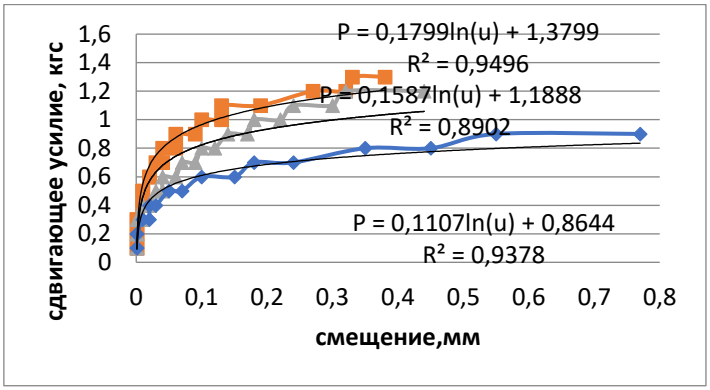


Рисунок 2 - Зависимости усилий сдвига заполнителя от смещений по усредненным кривым при увлажнении флюидами: Квадрат –сухой заполнитель, ромб – вода, влажность -6%, треугольник –глицерин 10%

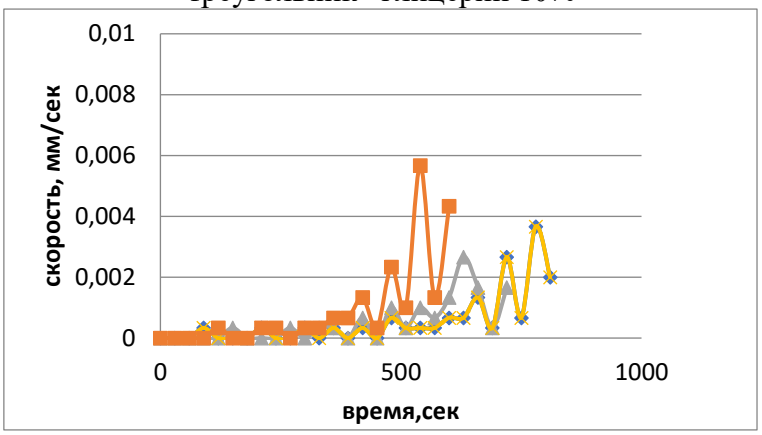


Рисунок 3 - Зависимости скорости смещений заполнителя от времени по усредненным кривым при увлажнении флюидами: Квадрат –сухой заполнитель, ромб – вода, влажность -6%, треугольник –глицерин 10%

Таблица 2 - Кинематические параметры заполнителя г: п 50:50 и максимальное усилие сдвига при разной вязкости флюида

Вертикальная Нагрузка Р, Н	Усилие сдвига Т, Н	Смещение U, мм	Скорость смещения dU/dt, мм/сек.
1	2	3	4
		Вода, вязкость 1 мПа с	
18	15	0,58	0,0057
24	17	0,33	0,0027
30	22	0,0,31	0,0067
		Глицерин, вязкость 950 мПа с	
1	2	3	4
18	16	0,5	0,0087
24	21	0,54	0,003
30	25	0,79	0,0047
		Сухое состояние	
1	2	3	4
18	13	0,38	0,0043
24	18	0,35	0,0036
30	22	0,44	0,0017

Из таблицы 2 следует, что при увеличении вязкости при определенной нормальной нагрузке сопротивление сдвигу возрастает. Так при нормальной нагрузке Р-18 Н при изменении вязкости от 1 мПа с до 950 мПа с усилие сдвига меняется в 1,07 раза, при нагрузке 24Н –в 1,24раза и при нагрузке 30Н – в 1,47 раза.

Также были построены корреляционные зависимости «Смещение - время» и «Усилие-Смещение», параметры которых приведены в таблицах 3 и 4. При этом в этих таблицах представлены параметры корреляционных зависимостей также при нормальных нагрузках 24 и 30Н.

Таблица 3 - Уравнения корреляции «Смещение - время» при разной вязкости флюида г: п 50-50% типа У=Ах2-Вх +С

Влажность, флюида	У=u, мм	X=t, сек	A	B	C	Коэффициент R2
1	2	3	4	5	6	7
			Вертикальная нагрузка 18Н			
сухое			8E-07	-0,003	-	0,92
Влажность 6%			2E-06	-0,0006	-	0,9272
глицерин			1E-06	-0,0003	-	0,9581
			Вертикальная нагрузка 24Н			
сухое			2E-06	-0,0009	-	0,5881
Влажность 6%			6E-07	-0,0002	-	0,9555
глицерин			4E-07	-0,0002	-	0,8113
			Вертикальная нагрузка 30Н			
сухое			1E-06	-0,0007	-	0,9168
Влажность 6%			3E-07	-0,0001	-	0,9235
глицерин			9E-07	-0,0003	-	0,9191

Таблица 4 - Уравнения корреляции «Усилие -Смещение» при разной вязкости флюида г-п 50-50% типа y= Alnx +C

Влажность, %	y=T, Н	x= u, мм	A	B	C	Коэффициент R2
1	2	3	4	5	6	7
			Вертикальная нагрузка 18Н			
сухое			0,1799	1,3799		0,9496
Влажность 6%			0,1107	0,8644		0,9378
глицерин			0,1587	1,1888		0,8902

Вертикальная нагрузка 24Н			
сухое	0,2386	1,8369	0,9222
Влажность 6%	0,2764	2,0687	0,9349
глицерин	0,3015	1,8616	0,9254
Вертикальная нагрузка 30Н			
сухое	0,245	1,7658	0,9423
Влажность 6%	0,2964	2,2411	0,9386
глицерин	0,3612	2,4415	0,9475

Выводы.

В результате проведенных экспериментальных исследований песчано-глинистого заполнителя каолиновая глина –кварцевый песок в соотношении 50:50 при увлажнении его флюидом разной вязкости установлено:

- При изменении влажности от сухого состояния затем увлажнении водой и глицерином сцепление находится в интервале от 0,05 до 0,32 КПа, а угол внутреннего трения 40-27 градуса.
- При увеличении вязкости при определенной нормальной нагрузке сопротивление сдвигу возрастает. Так при нормальной нагрузке Р-18 Н при изменении вязкости от 1 мПа с до 950 мПа с усилие сдвига меняется в 1,07 раза, при нагрузке 24Н –в 1,24раза и при нагрузке 30Н – в 1,47 раза.
- Кривые «смещение- время» песчано-глинистого заполнителя каолиновая глина – кварцевый песок в соотношении 50:50 описываются полиномом Чебышева в виде квадратного уравнения как при разной величине вертикальных нагрузок при разной вязкости флюида, описываются полиномом второй степени при коэффициенте корреляции в диапазоне 0,811-0,958.
- Кривые «усилие-смещение» при разной величине вертикальных нагрузок при разной вязкости флюида, хорошо описываются логарифмической зависимостью при изменении коэффициента корреляции в пределах (0,90-0,95).

Список литературы

1. Фалалеев, Г.Н. Влияние состава и структурных свойств зернистого заполнителя межблочного контакта на режимы скольжения [Текст] / Г.Н. Фалалеев, С.Б. Омуралиев // Современные проблемы геомеханики. - М: 2021. - №44(2). С.100-109.
2. Кочарян Г.Г. Экспериментальное исследование различных режимов скольжения блоков по границе раздела. Часть 1. Лабораторные эксперименты [Текст] / Г.Г. Кочарян, В.А. Новиков // Физическая мезомеханика.-М: 2015. - Т. 18. № 4. С. 94-104
3. Кочарян, Г. Г. Изменение режима деформирования разлома в результате инжекции флюида [Текст] / Г. Г. Кочарян, А.А. Остапчук, В.С. Мартынов // Физико-технические проблемы разработки месторождения полезных ископаемых. М:2017. - №2, С. 20-28.
4. Айдаралиева, Ж.К. Базальт сырьесунан өтө ичке өндүрүүнүн физика -химиялык жана технологиялык негиздери [Текст] / Ж.К. Айдаралиева, А.Т. Кайназаров // Известия КГТУ. - Бишкек:2023.-№4(68). С.1723-1729.

УДК 378.14 DOI:10.56634/16948335.2026.1.59-66

Г.Т. Маматова, Н.Т.Осмонова
Б.Осмонов атындагы Жалал-Абад мамлекеттик университети,
Манас, Кыргыз Республикасы
Жалал-Абадский государственный университет им. Б.Осмонова,
Манас, Кыргыз Республика

G.T. Mamatova, N.T. Osmonova
Jalal-Abad State University named after B. Osmonov
Manas, Kyrgyz Republic
gulshair_mam@mail.ru, nosmonova355@gmail.com

ПРЕИМУЩЕСТВА ПРИМЕНЕНИЯ ИНТЕГРИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ В МНОГОЯЗЫЧНОМ ОБРАЗОВАНИИ

КӨП ТИЛДҮҮ БИЛИМ БЕРҮҮДӨ ИНТЕГРАЦИЯЛАНГАН ОКУТУУНУ КОЛДОНУУНУН АРТЫКЧЫЛЫКТАРЫ

ADVANTAGES OF USING INTEGRATED LEARNING IN MULTILINGUAL EDUCATION

Бул макалада айрыкча билим берүү тармагында көп тилдүүлүк инсандын жана коомдун өнүгүүсүнүн негизги фактору катары, сүрөттөлөт. Көп тилдүү билим берүү атаандаштыкка жөндөмдүү адистерди даярдоодо билим берүүнүн сапатын жогорулатуунун стратегиялык зарылчылыгы катары каралат. Кыргызстанда, Жалал-Абад мамлекеттик университетинде информатика дисциплинасынын мисалында көп тилдүү билим берүүнү киргизүү тажрыйбасына талдоо жүргүзүлдү. Дисциплиналарды тилдик көндүмдөрдү өнүктүрүү менен эффективдүү айкалыштырууга мүмкүндүк берген CLIL методикасына өзгөчө көңүл бурулат. "Информатика" дисциплинасынын мисалында CLIL бир нече тилде сөз байлыктарын кеңейтүүгө жана кесиптик көндүмдөрдү өнүктүрүүгө өбөлгө түзөрү көрсөтүлгөн.

Түйүндүү сөздөр: *көп тилдүүлүк, предметтик-тилдик окутуу, дисциплина, тилдик көндүмдөр, мазмун, жогорку билим берүү, методика, атаандаштыкка жөндөмдүүлүк, билим берүү программасы.*

В данной статье дается описание многоязычия как ключевого фактора развития личности и общества, особенно в сфере образования. Многоязычное образование как стратегическая необходимость, повышения качества образования при подготовке конкурентоспособного специалиста. Проведен анализ опыта внедрения многоязычного образования в Кыргызстане, в Жалал-Абадском государственном университете на примере дисциплины Информатика. Особое внимание уделяется методике CLIL, которая позволяет эффективно сочетать изучение дисциплин с развитием языковых навыков. На примере дисциплины "Информатика" показано, как CLIL способствует расширению словарного запаса и развитию профессиональных навыков на нескольких языках.

Ключевые слова: *многоязычие, предметно-языковое обучение[10], дисциплина, языковые навыки, содержание, высшее образование, методика, конкурентоспособность, образовательная программа.*

This article describes multilingualism as a key factor in the development of personality and society, especially in the field of education. Multilingual education as a strategic necessity, improving the quality of education in the preparation of a competitive specialist. The analysis of the experience

of implementing multilingual education in Kyrgyzstan, at Jalal-Abad State University, is carried out using the example of the discipline Computer Science. Particular attention is paid to the CLIL methodology, which allows you to effectively combine the study of disciplines with the development of language skills. Using the example of the subject "Computer Science", it is shown how CLIL contributes to the expansion of vocabulary and the development of professional skills in several languages.

Key words: *multilingualism, subject-language training, discipline, language skills, content, higher education, methodology, competitiveness, educational program.*

Способность человека пользоваться двумя и более языками в любых жизненных ситуациях является многоязычием. Большинство людей в современном мире становятся многоязычными. Чем больше человек владеет языками, тем шире дорога в будущее по сравнении с другими. Знание разных языков позволяет человеку развивать себя и повышать свою квалификацию. Многоязычное образование является потребностью общества.

Многоязычие — это инструмент повышения качества образования, так как обучающиеся осваивает материал на своем родном и на другом языке. Многоязычное образование означает использование двух и более языков для обучения. Оно начинается с развития родного языка и постепенного добавления в учебный процесс других языков. Многоязычное образование предусматривает частичное или полное погружение в образовательную языковую среду. Интегрированное обучение предмету и языку позволяет обучающимся изучать дисциплины на хорошем академическом уровне. Академический уровень подразумевает не только говорение и понимание языка, но и чтение и письмо. В этом отношении многоязычное образование имеет преимущества, так как интегрируя преподавание предметов и языка, язык действительно развивается на более высоком уровне. В многоязычных группах языки изучаются как предмет, но также обучающиеся овладевают языками при изучении других дисциплин. Для создания эффективной многоязычной среды широко используются аудиторные и внеаудиторные занятия. Мировая практика показывает, что именно многоязычное образование позволяет воспитать обучающихся, которые владеет несколькими языками. Это естественно повышает конкурентоспособность будущих специалистов и развития страны в целом.

Многоязычное образование первоначально было внедрено в Канаде 1965г. Целью было создание условий для англоязычных учащихся во владение французским языком. Далее канадская модель языкового погружения получила широкое распространение и была реализована в ряде стран, таких как Финляндия, Япония, Австрия, Испания, США. Изучение опыта и практики многоязычного образования Латвии, Эстонии, Казахстана, Грузии помогает нашей стране разработать и внедрить собственную систему многоязычия [1]. В качестве целевого языка используется кыргызский язык, русский язык и один иностранный язык. Предлагаемая модель соответствует Конституции КР, законам «О государственном языке КР», «Об официальном языке». Национальная программа развития государственного языка рассматривает вопрос многоязычного образования. Этот же вопрос отражен в стратегии развития.

Многоязычное образование дает обучающимся возможность использовать навыки второго/третьего языка, открывает доступ к освоению языков для широкой аудитории, вселяя уверенность в обучающихся, обеспечивает возможность усвоения языка без дополнительного времени в учебном плане, что особенно интересно для профессионального образования.

Двуязычие оказывает положительное воздействие на развитие лингвистических компетенций и образование студентов.

В “Концепции развития гражданской идентичности - Кыргыз жараны в Кыргызской Республике на период 2021-2026 годы” указано что необходимо развивать и внедрять многоязычное образование, которое способно формировать Кыргыз жараны как граждан, свободно владеющих родным, государственным, официальным и иностранными языками [2].

Стратегические задачи:

- Развитие государственного языка, совершенствование методики и повышение качества преподавания государственного языка.

- Продвижение и стимулирование овладения гражданами государственным языком.

- Сохранение и развитие многоязычного образования, возможностей для владения официальным, родным и иностранными языками [2].

Приказом Министерства образования и науки Кыргызской Республики «О вузах, реализующих программы многоязычного образования в Кыргызской Республики» в целях реализации Концепции развития гражданской идентичности выбраны высшие учебные заведения, средние специальные профессиональные учебные заведения (колледжи), проведена организационно-методическая работа при проведении мероприятий по реализации программ многоязычного образования и программ подготовки студентов педагогических специальностей к работе в многоязычных образовательных организациях.

По вопросам реализации и мониторинга программ многоязычного образования в образовательных учебных учреждениях закреплен Центр инновационных технологий Республиканского института повышения квалификации и переподготовки педагогических работником при Министерстве образования и науки Кыргызской Республики.

В Национальной стратегии развития Кыргызской Республики на 2018-2040 годы указано, что кардинальные изменения в системе образования приведут и к расширению использования международных языков во всех сферах общественной жизни. Многоязычие даст возможность молодому поколению свободно интегрироваться в глобальные процессы развития [3].

Многоязычное или билингвальное образование обеспечивает понимание ценностей и многообразия общества и формирование навыков межкультурного общения и толерантности. Для эффективной реализации многоязычного образования необходимо обеспечение учебно-методическим материалом и квалификационная подготовка преподавателей с языковыми навыками [4].

В программах многоязычного образования учитываются много факторов: изучаются потребности обучающихся, стейкхолдеров, возможности педагогов. Выбираются дисциплины для частичного и полного погружения. Ежегодно можно добавлять дисциплины для полного погружения. Поэтапное внедрение дисциплин на втором языке позволяет обучающимся постепенно адаптироваться к новой системе, расширяется кругозор и возможности обучающихся. Успех программы зависит от целей и компонентов программы с одной стороны, и ресурсов учебного заведения, общества с другой [5].

Предметно-языковое интегрированное обучение является одним из эффективных способов установления междисциплинарных связей и успешно готовит будущего специалиста к многоязычному профессиональному общению. CLIL (Content and Language Integrated Learning) – это инновационный подход к обучению, интегрирующий предметное содержание и иностранный язык. Эта методика приобретает все большую популярность в высшем образовании, позволяя преподавателям не только передавать знания по специальности, но и развивать языковые навыки студентов.

Возможности применения CLIL в вузе определяется проведением лекционных и практических занятий, объясняя материал на родном и на втором не родном языке, вовлекая студентов в дискуссии, групповые работы с наглядным применением ИКТ. Студенты могут выполнять проекты на втором не родном языке, что позволяет им применить полученные знания и навыки в своей повседневной жизни. А также CLIL может использоваться для подготовки студентов к участию в различных научных конференциях, круглых столах и семинарах, где они смогут представить свои доклады, исследования, выступления на нескольких языках [6].

В Жалал-Абадском государственном университете также реализуются программы высшего и среднего специального профессионального многоязычного образования по специальности “Педагогика” с частичным погружением во второй неродной язык. Методика CLIL (Content and Language Integrated Learning) предоставляет множество преимуществ для

студентов, обучающихся по направлению "Педагогика" на уровне средне специального образования и бакалавриата, особенно в контексте многоязычного образования.

Разработаны новые образовательные программы, пересмотрены учебные планы по подготовке студентов пилотных групп на основе действующего Государственого образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению Педагогика. Пересмотрены и обновлены программы психолого-педагогического блока и программы языковой подготовки с учетом условий подготовки педагогов для многоязычных образовательных организаций [1].

Для успешной реализации предметно-языкового интегрированного обучения *CLIL* преподаватели пилотных групп вуза и колледжа прошли курсы повышения, организованный Республиканским институтом повышения квалификации и переподготовки педагогических работников. Многоязычное образование требует от преподавателей эффективного применения методик преподавания второго языка, и методики интегрированного обучения предмету и языку и создания многоязычной среды на занятиях. Новые термины каждого занятия должны быть вывешены в аудиториях. Использовать опорные сигналы. Со стороны преподавателей должен быть творческий специфический подход.

Проведена неделя многоязычия, включающая:

- ✓ мастер классы по многоязычному образованию для преподавателей;
- ✓ конкурс эссе среди студентов на тему «Многоязычие – путь к миру»
- ✓ круглый стол (встреча с учителями многоязычных школ города);
- ✓ открытые занятия в экспериментальных группах;
- ✓ Ко всемирному дню книг: День поэзии на двух языках среди студентов,
- ✓ выразительное чтение литературных произведений «Культура народов многоэтнического Кыргызстана»

Организовано диагностическое тестирование студентов с целью определения исходного уровня знания языка и в дальнейшем проводить оценку языковых навыков студентов на регулярной основе.

Проведён второй замер в рамках диагностического тестирования языковых компетентностей студентов пилотных национальных групп с частичным погружением на другой язык.

Тестирование проводилось с целью определить продвижение студентов по достижению уровня владения русским языком, необходимым для ведения учебной деятельности, а также для преподавания предметов начальной школы на русском языке - уровень В1. Всего в тестировании приняли участие 21 студентов. Проведен тщательный анализ результатов диагностического тестирования по субтестам пилотной группы Педагогического факультета

Результаты тестирования: Уровень В1 повысился на 14 % , уровень А1 на 19%. По сравнению с первоначальным замером результаты повысились, благодаря применению методики CLIL на занятиях по всем дисциплинам, проведении внеаудиторных занятий.

Результаты третьего тестирования студентов, подтвердивших А2 составляет 38,4%. Студенты, подтвердившие А1 составляет 50%. Как показывают результаты, обучение с применением предметно-языкового интегрированного обучения CLIL и внеаудиторных занятий заметно повысился результат владение языковыми навыками.

Ведется совместная работа преподавателей языковых и неязыковых дисциплин. Например на практических занятиях по языковым дисциплинам изучают термины (фокус на язык, фокус на говорение, фокус на письмо) по другим изучаемым неязыковым дисциплинам.

Например, на практических занятиях по языковым дисциплинам изучают термины (фокус на язык, фокус на говорение, фокус на письмо) по другим изучаемым неязыковым дисциплинам. Например, на практическом занятии русского, кыргызского, английского языка изучаются термины дисциплин, таких как математика, информатика, экология, концепция современного естествознания, возрастная анатомия,физиология и гигиена человека, философия,безопасность жизнедеятельности, история и т.д.

Для закрепления своих практических навыков и получения опыта практику проходят в многоязычных школах города.

Рассмотрим преимущества CLIL на примере дисциплины Информатика. Изучение современных образовательных технологий на двух языках позволяет студентам быть в курсе последних достижений в этой области и осваивать новые методы обучения. Термины дисциплины информатика, такие как, информация, системы счисления, основные и дополнительные устройства персонального компьютера, программное обеспечение, кодирование информации, всемирная паутина по смыслу и значению изучаются изначально изучаются на практических занятиях по дисциплине Кыргызский язык на кыргызском языке, потом на практических занятиях по дисциплине Русский язык на русском языке, на практических занятиях Английского языка соответственно на английском языке. Далее преподаватель дисциплины Информатика выбирает конкретную часть занятия, где обучение будет вестись на втором языке. Так как студенты знакомы с терминами информатики на кыргызском, русском, английском языках, им не трудно будет понять, тему на русском языке. Преподаватель может дать задание составить терминологический словарь по каждой конкретной теме. В случае выявления языковых трудностей, в частности понимания терминов, новых слов, можно применить скаффолдинг. Как известно скаффолдинг — это один из методов обучения, в котором оказывается временная поддержка студенту до достижения более сложных целей, чем он мог бы достичь самостоятельно.

Для каждого занятия по информатике, помимо предметных целей, рассматриваются языковые и межпредметные цели. Метапредметные цели занятий предусматривает умение критически оценивать достоверность информации и ее анализ, формирование навыков самостоятельной работы с информацией и ее обработки.

Расширяется словарный запас обучающихся по изучаемой теме на кыргызском, русском, английском языках. А также развиваются навыки аудирования и говорения на втором не родном языке в профессиональном контексте. Совершенствуются навыки чтения текста и понимания прочитанного текста по своей специальности на кыргызском, русском, английском языках.

Организационный момент занятия можно начинать на двух языках. Мозговой штурм и обсуждение целесообразно проводить на родном языке. В ходе занятия для актуализации знаний требуется формулирование проблемных вопросов. Новый материал объясняется в виде презентации на втором языке с переводом ключевых терминов. С помощью визуальных материалов и примеров из жизненной практики ведется объяснение новых понятий на русском языке с комментариями на кыргызском языке. Работа с раздаточными материалами и анализ конкретных ситуаций, и поиск путей их решения делает занятие более насыщенным. С использованием всех функций интерактивной панели можно усилить функции аудирования, говорения. Дискуссия в группах, командах, на разных языках создает условие для развития языковых навыков. Выполнение интерактивных заданий на компьютере позволяет каждому обучающемуся индивидуально освоить новый материал. А также можно предложить просмотр видеороликов на иностранном языке с субтитрами на родном языке. Далее разработать рекомендации для студентов для улучшения языковых навыков по информатике, провести работу над ошибками на кыргызском и русском языках. В конце занятия обсуждаются результаты работы на разных языках, дается возможность каждому студенту оценить свой вклад в работы группы на своем родном языке. Формулирования вывода по теме занятия озвучивается тоже народном языке. В качестве домашнего задания можно дать задания, которые студенты могут найти в интернете на любом языке, и подготовить презентацию в программе Microsoft Power point на русском языке.

Для преподавателей рекомендуется использование аутентичных материалов на русском языке: статьи, интервью, видеоролики. Проводить конкурсы, КВН, на лучшую самостоятельную работу по различным темам дисциплины информатики и разместить на официальном сайте ЖАГУ.

Преимущества интегрированного языкового обучения для студентов:

1) Улучшение языковых навыков. При применении преподавателями методики CLIL на аудиторных и внеаудиторных занятиях по информатике студенты практикуют родной и второй язык, а также иностранный язык в реальных ситуациях в компьютерных классах, используя различные программные обеспечения и информационные коммуникационные технологии обучения, что способствует развитию речевой деятельности**.**

2) Повышение интереса и мотивации к обучению. Интеграция предметного содержания и иностранного языка делает процесс обучения более интересным и увлекательным, что повышает интерес и мотивацию студентов к изучению как языка, так и специальности.

3)Развитие когнитивных навыков. CLIL способствует развитию критического мышления, аналитических способностей и умения решать проблемы, что важно для будущей профессиональной деятельности студентов.

4)Подготовка к международной карьере. CLIL помогает студентам адаптироваться к международной образовательной и профессиональной среде, что повышает их конкурентоспособность на рынке труда [7-9].

Выводы и дальнейшие шаги.

Современное многоязычное образование является важным инструментом для повышения качества обучения и конкурентоспособности будущих специалистов. Оно способствует потребностям общества и способствует интеграции молодежи в глобальные процессы. Использование методики CLIL доказало свою эффективность. Этот подход позволяет студентам одновременно осваивать предметные знания и развивать языковые навыки, что особенно важно для будущих педагогов.

CLIL – это перспективная методика, которая может значительно повысить эффективность обучения в вузе. Внедрение CLIL требует тщательной подготовки и обучения преподавателей, а также адаптации учебных материалов. Однако, при правильном подходе, CLIL может стать мощным инструментом для развития языковых и профессиональных компетенций студентов, подготовки их к успешной карьере в международной среде. Дальнейшие шаги включают расширение использования CLIL в различных дисциплинах, разработку новых учебных материалов и проведение исследований по оценке эффективности методики.

Внедрение многоязычной образовательной программы в ЖАГУ привело к заметному повышению языковых компетенций студентов. Диагностическое тестирование показало рост уровня владения русским языком, что подтверждает успешность применении методики интегрированного обучения.

Успех многоязычного образования зависит от многих факторов, включая квалификацию преподавателей, наличие учебно-методических материалов и организацию аудиторной и внеаудиторной работы студентов. Взаимодействие и тесная связь преподавателей языковых и неязыковых дисциплин, использование современных технологий, играет ключевую роль в создании эффективной многоязычной среды.

Пересмотрены учебные планы по подготовке студентов пилотных групп на основе действующего Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по Педагогике.

Пересмотрены и обновлены программы психолого-педагогического блока и программы языковой подготовки с учетом условий подготовки педагогов для многоязычных образовательных организаций.

Учебная программа подготовки учителя начальных классов в многоязычной школе содержит 8 модулей. Модуль Поликультурное и многоязычное начальное образование, где имеются новые предметы, такие как: Мультикультурное образование, Мультикультурное общение в многоязычной образовательной организации, Многоязычное обучение и стратегии его реализации, Синергия интегральной технологии усвоения языка в многоязычной школе. Общей целью этих предметов является обучение основам многоязычного образования и применения на практике многоязычного образования в начальной школе при планировании,

проведении, анализе занятия в образовательном процессе. Результатом обучения служит понимание особенностей мультикультурного образования, владение основами многоязычного образования и применение принципов и подходов в многоязычной начальной школе при осуществлении педагогической деятельности (планирование, разработка урока и т.д.). Студенты проходят практику на базе многоязычной образовательной организации, которые направлены на поликультурное образование.

Мониторинг развития языковых навыков ослеживался на основе утвержденного графика в начале и в конце каждого семестра.

Преподавание на нескольких языках по методикам, поддерживающим многоязычное образование:

60% - преподавание предметов на кыргызском языке

25% - преподавание предметов с частичным погружением русского языка

15% -преподавание предметов с полным погружением русского языка

Выбор русского языка в качестве целевого обусловлен тем, что он исполняет важную роль языка межнационального общения. Кроме того, для многих кыргызстанцев русский является языком выхода в глобальное пространство и связан с интеграционными процессами. Учитывались возрастающие запросы родителей и самих обучающихся, связывающих знание русского языка с перспективами деятельности в поликультурной среде.

Результаты исследования описывают каждый аспект способностей в каждом изученной дисциплине и более четко объясняются в ходе обсуждения. Тестовые инструменты выдаются в группе в соответствии с указанным временем и работают в течение нескольких учебных часов, после проведения теста результаты собираются, проверяются, а затем обрабатываются. Данные об успеваемости студентов получены по результатам оценок, проведенных в каждом цикле, а именно в циклах I, II и III. Организовано диагностическое тестирование студентов с целью определения исходного уровня знания языка и в дальнейшем проводить оценку языковых навыков студентов на регулярной основе.

Список литературы

1. Абдулахамидова, Б. Н. Преимущества внедрения программы «Многоязычного и поликультурного образования» в Кыргызстане [Текст] / Б. Н. Абдулахамидова // International scientific and practical conference “Methodology of teaching foreign languages – innovations, traditions, problems and their solutions”. — March 15, 2024. — С. 553–555.
2. Алиев, Р. Билингвальное образование. Теория и практика [Текст] / Р. Алиев, Н. Каже. — Рига: RETORIKA.A, 2005.
3. Концепция развития гражданской идентичности — Кыргыз жараны в Кыргызской Республике на период 2021–2026 годы (в ред. Указа Президента КР от 15 мая 2023 года № УП-124). Направление 3: Развитие и продвижение государственного языка, сохранение и развитие многоязычия [Электронный ресурс] — Режим доступа: https://cbd.minjust.gov.kg/430346/edition/1253187/ru (дата обращения: 29.09.2025).
4. Март, Раннут. Подготовка студентов педагогических вузов к интегрированному преподаванию предмета и языка: пособие по разработке учебных программ и подготовки будущих учителей к работе в многоязычной школе [Текст] / Раннут. Март, Капри. Райн. — Таллин, 2016.
5. Национальная стратегия развития Кыргызской Республики на 2018–2040 годы. Языковая политика [Электронный ресурс] — Режим доступа: https://mineconom.gov.kg/storage/directs/documents/209/15421950795bec078718fff.pdf (дата обращения: 29.09.2025).
6. Основные принципы и причины внедрения предметно-языкового интегрированного обучения [Электронный ресурс] — Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/osnovnye-printsipy-i-prichiny-vnedreniya-predmetno-yazykovogo-integrirovannogo-obucheniya (дата обращения: 29.09.2025).

7. Педагогическая технология двуязычного обучения CLIL [Текст] / Л. Л. Салехова, К. С. Григорьева, М. А. Лукоянова. — [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://kpfu.ru/staff_files/F1656635545/UMP_Ped._tekhnologiya_dvuyazychnogo_obucheniya_CLIL__Salekhova_L.L._Grigoreva_K.S..Lukoyanova_M.A..pdf (дата обращения: 29.09.2025).

8. Стоянова, А. Как разработать и внедрить устойчивую программу многоязычного образования: руководство по проектированию и реализации многоязычных программ [Текст] / А. Стоянова, Г. М. Глушкова. — Б: - 2016.

9. Формирование коммуникативной компетенции посредством методики предметно-языкового интегрированного обучения [Электронный ресурс] — Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-kommunikativnoy-kompetentsii-studentov-v-protsesse-obucheniya-inostrannomu-yazyku-s-ispolzovaniem-proizvedeniy-zhanra (дата обращения: 29.09.2025).

10. Мажиева, Г.К. Вопросу повышения эффективности труда преподавателей иностранных языков в неязыковых вузах [Текст] / Г.К. Мажиева // Известия КГТУ. - Бишкек:2025.-№1(73). С.161-165.

УДК 622.271 DOI:10.56634/16948335.2026.1.67-76

М.Нурпеисова , Д.М.Киргизбаева, Ж.Нукарбекова, О. Байтурбай
К. Сатпаев атындагы Казак улуттук изилдөө техникалык университети,
Алматы, Казакстан
Казахский национальный исследовательский технический
университет имени К. Сатпаева, Алматы, Казахстан

M. Nurpeisova, D. M. Kirgizbaeva, Zh. Nukarbekova, O. Bayturbay
K. Satpayev Kazakh National Research Technical University, Almaty, Kazakhstan
m_nurpeissova@satbayev.university, d.kirgizbaeva@satbayev.university,
zh.nurakbekova@satbayev.university, baiturbay @satbayev. university

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

ЖАРАТЫЛЫШ РЕСУРСТАРЫНЫН ЭКОЛОГИЯЛЫК КООПСУЗДУГУН КАМСЫЗ КЫЛУУ ҮЧҮН ЗАМАНБАП ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ КОЛДОНУУ

THE USE OF MODERN TECHNOLOGIES IN ENSURING THE ENVIRONMENTAL SAFETY OF NATURAL RESOURCES

Бул макалада атомдук электр станцияларынын айланасындагы тыюу салынган зоналарды аныктоонун заманбап ыкмалары каралат, анда Эл аралык атомдук энергия агенттигинин сунуштарына басым жасалат. Чернобыль жана Фукусима атомдук электр станцияларынын, ошондой эле Семей ядролук сыноо полигонунун тажрыйбалары сыяктуу эл аралык жана улуттук тажрыйбалар талданат. Макалада атомдук объектилерге жакын аймактарда тобокелдиктерди башкарууну жакшыртуу жана радиациялык коопсуздукту камсыз кылуу үчүн заманбап технологияларды колдонуунун маанилүүлүгү баса белгиленет. Казакстан Республикасынын экономикалык өнүгүүсүнүн негизги багыттарынын бири - жаратылыш ресурстарын рационалдуу пайдалануу, ошол эле учурда атомдук электр станциясынын аймагында аларды өнүктүрүүнүн экологиялык жана өнөр жайлык коопсуздугун камсыз кылуу. Бул контекстте Балхаш көлүн, жер астындагы суулардын ресурстарын жана атомдук электр станциясынын курулуш аймагына жакын жайгашкан Акбакай алтын кен зонасын кошо алганда, минералдык жана суу ресурстарын коргоого өзгөчө көңүл бурулат.

Түйүндүү сөздөр: *АЭС, Акбакай кени, радиациялык коопсуздук, өнөр жай коопсуздугу, экологиялык коопсуздук, радиациялык булгануу зонасы, чектөө чек арасы.*

В статье рассмотрены современные методы определения границ зоны отчуждения вокруг атомных электростанций с акцентом на рекомендации Международного агентства по атомной энергии. Проанализированы международные и национальные практики, включая опыты Чернобыльской и Фукусимской АЭС, а также Семипалатинского ядерного полигона. Работа подчеркивает важность применения современных технологий для повышения эффективности управления рисками и обеспечения радиационной безопасности в районах, прилегающих к атомным объектам. Одним из основных направлений экономического развития Республики Казахстан является курс на рациональное использование природных ресурсов, при этом обеспечение экологической и промышленной безопасности их освоения в зоне влияния атомной электростанции. В этом контексте особое внимание уделено охране минеральных и водных ресурсов, в том числе озере Балхаш, подземным водным ресурсам и Акбакайской золоторудной зоне, прилегающей к району строительства АЭС.

Ключевые слова: *АЭС, Акбакайское месторождение, радиационная безопасность,*

промышленная безопасность, экологическая безопасность [16], зона радиационного загрязнения, граница отчуждения.

The article examines modern methods for determining the boundaries of the exclusion zone around nuclear power plants, with an emphasis on the recommendations of the International Atomic Energy Agency. International and national practices are analyzed, including the experiences of the Chernobyl and Fukushima nuclear power plants, as well as the Semipalatinsk nuclear test site. The work emphasizes the importance of applying modern technologies to enhance the effectiveness of risk management and ensure radiation safety in areas adjacent to nuclear facilities. One of the main directions of the economic development of the Republic of Kazakhstan is the course toward the rational use of natural resources, while ensuring environmental and industrial safety in their development within the influence zone of a nuclear power plant. In this context, special attention is given to the protection of mineral and water resources, including Lake Balkhash, underground water resources, and the Akbakkai gold-ore zone adjacent to the nuclear power plant construction area.

***Key words:** NPP, Akbakkai deposit, radiation safety, industrial safety, environmental safety, radiation contamination zone, exclusion boundary.*

Введение. Развитие атомной энергетики в Казахстане рассматривается как ключевое направление обеспечения устойчивости энергосистемы и экологической безопасности. Первым шагом на этом пути стало официальное утверждение площадки для строительства АЭС в селе Улкен Жамбылского района Алматинской области (рис.1). Село расположено на берегу озера Балхаш, воды которого планируется использовать для обеспечения технологических нужд АЭС.



Рисунок 1 - Расположение будущего объекта АЭС

Республика Казахстан, являясь заказчиком строительства первой в стране атомной электростанции (АЭС), выступает генеральным оператором консорциума по реализации проекта. В проекте принимает участие компания «Росатом», обладающая большим опытом и квалификацией в строительстве АЭС за рубежом. Учитывая значительные достижения Китая в возведении гражданских ядерных объектов, ведутся переговоры с Китайской национальной ядерной корпорацией (CNNC). Также интерес к проекту выразила французская компания Électricité de France (EDF).

В июне 2025 года был сформирован международный консорциум, которому поручено строительство первой атомной электростанции в Республике Казахстан. По результатам проведённого конкурентного тендера лидирующую позицию заняла государственная корпорация «Росатом», представившая наиболее сбалансированное и технологически оптимальное предложение по реализации проекта. В соответствии с утверждённой

концепцией, строительство АЭС в поселке Улкен будет осуществляться на основе современных российских ядерных технологий, признанных одними из наиболее эффективных и безопасных в мире. Согласно стратегическим планам, Улкен в перспективе должен трансформироваться в инновационный центр, обладающий высоким научным и образовательным потенциалом, что позволит ему стать своеобразным «городом-садом» и точкой притяжения для инженерных и исследовательских кадров со всей страны.

8 августа 2025 года в Алматинской области, вблизи села Улкен, на берегу озера Балхаш состоялась торжественная церемония закладки фундамента будущей атомной станции. Данный населенный пункт, удалённый на 289 км от районного и на 330 км от областного центра (г. Конаев), приобрёл статус ключевого объекта национальной энергетической политики. Примечательно, что в церемонии приняли участие студенты Национального исследовательского ядерного университета МИФИ (г. Алматы), готовящиеся стать инженерами атомной отрасли. Это подчёркивает важность проекта не только с точки зрения энергетической безопасности, но и как фактора, стимулирующего развитие науки, инженерного образования и подготовки высококвалифицированных специалистов в Казахстане.

Реализация проекта АЭС позволит Казахстану получить новое поколение высококвалифицированных специалистов, укрепить научно-исследовательскую базу, а также открыть перспективы для образовательных и технологических прорывов.

Строительство атомной станции в Казахстане уже принято как стратегическое решение. На текущем этапе основное внимание уделяется обеспечению экологической безопасности и защите окружающей среды от потенциального радиационного воздействия. В первую очередь, это жемчужина Казахстана –озеро Балхаш и прилегающие природные ресурсы. Во-вторых, разведанные в свое время К.И. Сатпаевым, включенные в металлогеническую карту Казахстан и оставленные нынешнему поколению – минеральные ресурсы. Это меднорудные месторождения Центрального Казахстана, золоторудная Акбакайская зона, прилегающая к селу Улкен (отмечено красной звездочкой на рисунке 1) [1].

Принимая во внимание экологическую уязвимость территорий Казахстана, включая зоны бывших испытательных полигонов и аридные ландшафты, актуальной задачей становится научно обоснованное определение границ санитарно-защитных и отчуждённых зон вокруг ядерных объектов. В особенности это касается защиты стратегически важных природных объектов, таких как поземные водные, минеральные ресурсы и сельскохозяйственные угодья [2,3].

Именно по этой причине проведение всесторонних исследований природной среды — включая анализ почвенно-растительного покрова, воздушной и водной среды, фауны, а также состояния эксплуатируемых месторождений — имеет критически важное значение для устойчивого развития региона. Земли, подвергшиеся радиоактивному воздействию, особенно вблизи бывших испытательных полигонов, нуждаются в постоянном мониторинге и экспертной оценке их пригодности для применения в сельском хозяйстве, промышленности и других сферах.

Цель исследования. Повышение промышленной и экологической безопасности освоения природных ресурсов на основе ведения комплексного мониторинга прилегающих территории АЭС, с использованием современных технологии.

Объект исследования – Акбакайская золоторудная зона и озеро Балхаш, расположенное на юго-востоке Казахстана, представляя собой уникальный водный объект, акватория которого охватывает территории нескольких административных областей, включая Карагандинскую, Алматинскую, Жамбылскую и Жетысускую и играющее значимую роль в социально-экономическом развитии смежных регионов.

Методы исследования. В статье рассматриваются основные подходы определения границ зон отчуждения вокруг атомных электростанций, которые являются важной частью обеспечения радиационной безопасности. В соответствии с рекомендациями МАГАТЭ,

отчуждение территории вокруг АЭС достигается проведением комплексного мониторинга с использованием ДЗЗ, БПЛ и разработкой ГИС.

Результаты. Экологические системы Казахстана характеризуются малой устойчивостью к антропогенным воздействиям. Около 75 % его территории (районы Аральского моря, Семипалатинского испытательного полигона (СИП), побережья Каспийского моря, пустынных и полупустынных пастбищ Центрального и Южного Казахстана и др.) подвержены повышенному риску экологической дестабилизации. Семипалатинский испытательный ядерный полигон был одним из основных полигонов, который использовался для испытаний ядерного оружия на протяжении 40-ка лет [4].

В настоящее время на территории полигона разрабатывается угольное месторождение Каражыра, где создан геодинамический полигон для мониторинга деформаций территории СИЯП и карьера. Геодинамический полигон включает сеть реперов, которая создаётся вокруг испытательных скважин для фиксации изменений высотного положения. Реперы закладываются на глубину не менее 2 метров для обеспечения стабильности и точности измерений, а также для снижения влияния радиационного загрязнения на работников. Эта сеть позволяет использовать данные для оценки деформаций и прогнозирования изменений земной поверхности [5].

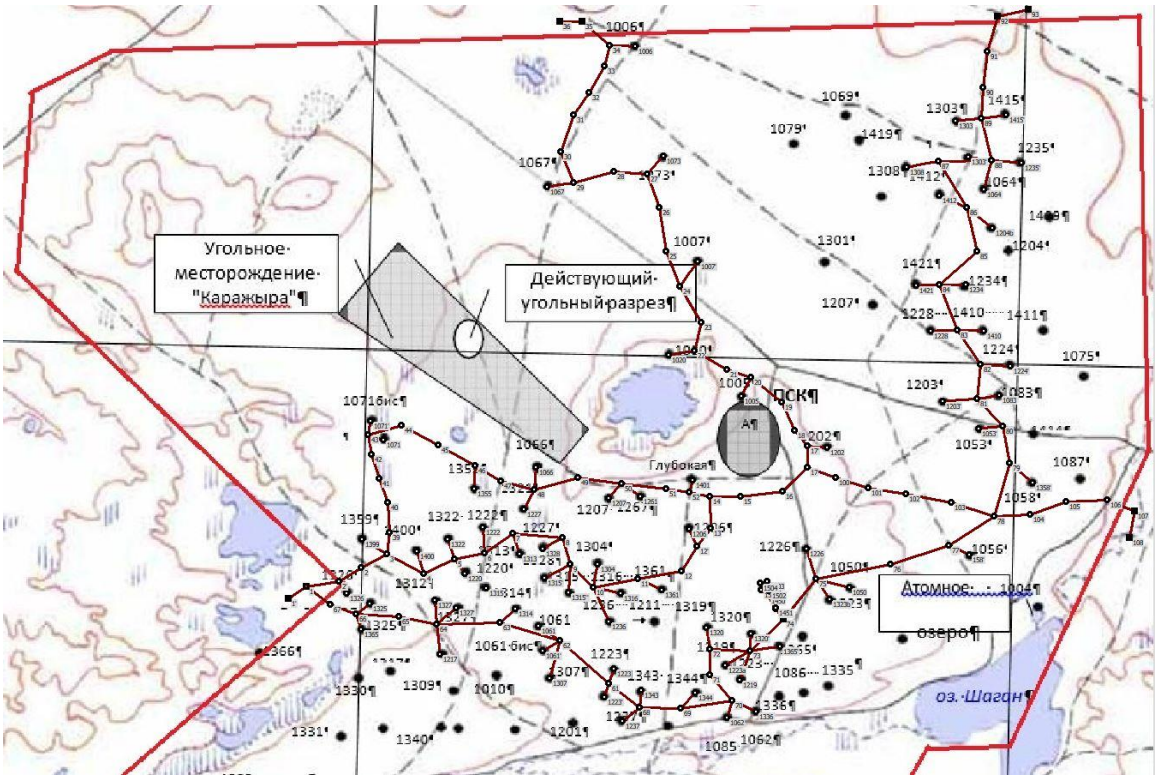


Рисунок 2 - Схема планово-высотного геодинамического полигона на территории угольного месторождения и «Атомного озера»

Эксплуатация месторождения полезных ископаемых без учета радиоактивной обстановки, гидрогеологических карт радиоактивного загрязнения территории может вообще привести к потере месторождения – на сотни и даже тысячи лет территория, грунты и сами ископаемые, могут оказаться загрязненными. Именно поэтому комплексные исследования природной среды: почвенно-растительного покрова, водной и воздушной среды, животного мира, разрабатываемые месторождения являются жизненно необходимыми для региона. Загрязнённые земли и прилегающие к полигону участки, находящиеся под воздействием радионуклидных осадков, требуют постоянного контроля и оценки с точки зрения их пригодности для использования в сельском хозяйстве, промышленности и других отраслях.

Что касается Семипалатинского полигона, то, по оценкам института высоких энергий Академии наук Казахстана, «некоторые зараженные участки полигона будут представлять опасность и оставаться непригодными для жизни на протяжении свыше тысячи лет». Плюс, значительная часть его территорий и прилегающие к нему районы Павлодарской, Абайской, Восточно-Казахстанской и Карагандинской областей по-прежнему признаются зонами экологического бедствия. Радиус поражения даже сегодня достигает почти 800 километров, подразделяясь на четыре зоны — 150, 300, 500 и 775 километров.

В качестве примера можно привести взрыв на Чернобыльской АЭС, который разнес радиоактивное облако не только по территории Украины, России и Белоруссии, но и затронул собой ряд европейских стран вплоть до Италии. Сегодня вокруг ЧАЭС действует 300-километровая зона отчуждения. Непосредственно после катастрофы там погибли многие животные. Также от радиации пострадал лесной массив вблизи ЧАЭС, который получил название «Рыжий лес».

Акбакайское рудный район расположен на территории Мойынкумского района Жамбылской области в 450 км на северо-запад от города Алматы и в западной стороне будущей АЭС и включает в себе более 20 рудных месторождений, а также россыпи золота. К их числу относятся Акбакай, Кенгир, Кенжем, Светинское, Думан-Шуак, Бескемпир, Самородное, Карьерное и другие месторождений (рис.2). В географическом отношении объект «Акбакай» находится в границах Балхашского водораздела, представляющего собой слабовсхолмленную местность с абсолютными отметками 460-515 м. Руда этих месторождений перерабатывается ОФ «Акбакай» [6].



Рисунок 3 - Схема расположений в центральной части Акбакайского золоторудного района

Месторождение Акбакай является уникальным золоторудным объектом кварцево-жильного типа с содержанием сульфидов в флюсовой руде от 3 до 7%. Перспективы месторождения могут быть расширены за счет флангов и глубоких горизонтов, а также близлежащих объектов в пределах рудного поля.

Верхняя часть месторождения «Акбакай» до глубины 20 м. отработана открытым способом. В настоящий момент месторождение вскрыто существующими стволами шахт до горизонта 400 м, также наклонно-транспортными съездами 1 и 2. Горные работы ведутся на горизонтах 260 м, 340 м, 400 м, выше горизонта 260 м запасы отработаны. В дальнейшем по мере понижения горных работ ниже горизонта 400 м будет осуществляться углубление стволов. Проектом предусматривается отрабатывать запасы утвержденные ГКЗ РК до горизонта 580 м [7, 8].

Месторождение Кенжем расположено в 7 км к югу от месторождения Акбакай.

Кенжемская зона прослежена по простиранию на 1500 м до глубины 200 м при мощности от 2-3 до 10 м. Одна из кварцевых жил зоны имеет длину 52 м при мощности 3,2м и среднем содержании золота 5,3 г/т. Горными выработками вскрыта кварцевая жила длиной 40 м, мощностью 0,9 м со средним содержанием золота 10,4 г/т. По Кенжемской зоне проводятся горные работы и бурение скважин глубиной до 300 м.

Месторождение Бескемпир расположено в Акбакайском золорудном районе в 270 км на юго-запад от г. Балхаш. Находится в 3 км к востоку от эксплуатируемого месторождения Акбакай. Месторождение Бескемпир вскрыто существующими стволами шахты до горизонта 180 м. Горные работы ведутся на горизонтах 180 м и 260 м. Проектом предусматривается отрабатывать запасы утвержденные ГКЗ РК до горизонта 390 м.

Месторождение Аксакал находится в пределах Акбакайского рудного поля, прожилково-вкрапленное, штокверковое, среднее по запасам. Месторождение вскрыто существующим стволом шахты Главная до горизонта 120 м. Проектом предусмотрено углубка ствола шахты Главная, вскрытие наклонно-транспортным съездом - 4 и отработка запасов до горизонта 500 м.

Месторождение Карьерное находится в пределах Акбакайского рудного поля, в приконтактовой части Кызылжартасского гранодиоритового массива, кварцевожильное, мелкое по запасам. На месторождении Карьерное по геологическим условиям залегания золотосодержащих руд принята открытая разработка на всю глубину.

АЭС является «прочной основой для энергетической безопасности страны. Вместе с тем необходимо учитывать, что масштабы и глубина негативного воздействия АЭС на окружающую среду вызывает большую тревогу общества [9, 10].

А, *озеро Балхаш, в гидрогеологическом отношении,* имеет двухчастное строение: западный бассейн является пресным, так как в него впадает река Или, в то время как восточный бассейн имеет солоноватый характер вследствие слабой гидрологической связи между двумя частями. Подземные воды региона оцениваются в 550 м³/с, при этом их естественные запасы составляют 255,3 м³/с. Таким образом, озеро Балхаш представляет собой уникальную экосистему, на состояние которой оказывают значительное влияние как поверхностные, так и подземные водные ресурсы.

В экологическом отношении, состояние озера Балхаш вызывает серьезную обеспокоенность в научном сообществе в связи с возможностью повторения экологической катастрофы, аналогичной Аральской. Начиная с 1970 года, использование стока реки Или для формирования Капшагайского водохранилища объемом 39 км³ привело к сокращению водности реки приблизительно на две трети, что вызвало снижение уровня Балхаша. Помимо водохозяйственной деятельности, значительное влияние на экологию Или-Балхашского бассейна оказывает промышленное производство- *антропогенное воздействия.* В частности, деятельность Балхашского горно-металлургического комбината сопровождалась высокими объемами выбросов загрязняющих веществ. В 2006 году корпорация «Казахмыс» завершила строительство экологически чистого производства, что позволило сократить объем выбросов на 80–90 % [11].

В настоящее время в регионе реализуется стратегический проект — строительство первой АЭСв Казахстане. Этот фактор в долгосрочной перспективе актуализирует необходимость комплексной оценки экологических рисков и разработки механизмов устойчивого управления водными и природными ресурсами Или-Балхашского бассейна.

В соответствии с рекомендациями МАГАТЭ, радиус зоны отчуждения подбирается таким образом, чтобы обеспечить безопасность людей при потенциальной радиационной аварии на АЭС. В различных странах существуют различные подходы к определению размеров этой зоны, но наиболее часто используется радиус в 30 км. Аварийные ситуации, такие как выбросы радиоактивных веществ, могут представлять опасность для здоровья населения и экосистем в радиусе нескольких десятков километров от места происшествия. В таких условиях необходимо оперативно и точно определить границы зон отчуждения, чтобы предотвратить пагубное воздействие радиации.

Установление границ зон отчуждения представляет собой многосложную задачу, которая требует интеграции различных подходов — от правового регулирования до использования математических моделей, технологий дистанционного зондирования и геоинформационных систем (ГИС). Быстрое и точное определение границ зон отчуждения является критически важным для снижения последствий радиоактивного загрязнения, возникающего после аварий на атомных электростанциях. Такие зоны, как правило, классифицируются в зависимости от степени радиационного воздействия на территорию.

В соответствии с нормативами Международного агентства по атомной энергии [12], зона экстренного реагирования должна охватывать территорию в пределах 30 километров от источника аварии. В этом радиусе, как правило, наблюдается повышенный уровень радиационного фона, требующий немедленного применения мер защиты. В настоящее время зоны отчуждения вокруг АЭС в разных странах могут значительно варьироваться. Например, в США зона отчуждения вокруг АЭС составляет 10 миль (примерно 16 км), в то время как в Японии для Фукусимы была установлена зона в 30 км, что соответствует рекомендациям МАГАТЭ.

Катастрофа на АЭС «Фукусима-1» в 2011 году стала наглядной иллюстрацией практического применения международных стандартов радиационной безопасности. В результате сильного землетрясения и последовавшего за ним цунами произошла утечка радиоактивных веществ, что вынудило правительство Японии ввести обязательную эвакуацию населения в пределах 20-километровой зоны вокруг станции. В дальнейшем, учитывая траекторию распространения радиоактивного облака и метеорологические условия, границы зоны были увеличены до 30 км. Принятые меры продемонстрировали действенность и актуальность международных норм по защите населения при радиационных авариях [13].

Для более точного прогноза границ зон отчуждения применяются современные методы математического моделирования. Одним из самых распространенных инструментов для оценки распространения радиоактивных частиц является модель HYSPLIT (Hybrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory Model), которая позволяет прогнозировать траекторию движения радионуклидов в атмосфере. В реальной практике такие модели используются для разработки зон экстренного планирования, особенно в случае больших выбросов, как это было в Японии после аварии на Фукусиме.

Примером успешного применения технологий мониторинга и моделирования можно считать использование спутниковых данных. В работе применялись спутниковые данные (Landsat-8, Sentinel-2), БПЛА и «умные» дозиметры, которые предоставляют высокоточные изображения земли, и используются при мониторинге радиационного загрязнения, особенно в отдаленных и труднодоступных районах. После техногенных аварий на атомных электростанциях спутниковые технологии приобрели ключевое значение для детального картографирования загрязнённых участков. Так, в районе Чернобыльской зоны отчуждения анализ спутниковых изображений позволил зафиксировать изменения в структуре растительности, что дало возможность оценить степень и масштабы влияния радиационного воздействия на природные экосистемы.

Дистанционное зондирование сыграло важную роль в реабилитации территорий после аварии на Фукусимской АЭС. Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) активно использовались для картографирования территорий, подвергшихся радиационному загрязнению. Их применение обеспечило получение высокоточной информации о пространственном распределении радиоактивных веществ на различных высотных уровнях и участках земной поверхности. Этот подход использовался для оценки состояния объектов инфраструктуры, таких как водоемы и леса, для которых радиационное загрязнение может иметь долгосрочные экологические последствия.

В ходе работы вокруг поселка Улкен построены буферные зоны отчуждения (рис.4), с помощью платформы *Google Earth Engine (GEE).* Зоны отчуждения построены окружностью радиусом 30 км вокруг координат (45.206815, 73.930981), где планируется строительство АЭС.

Красная окружность на карте обозначает границы зоны, которая может использоваться

для анализа возможного влияния станции на окружающую среду и население. Такой подход помогает визуализировать потенциальные ограничения и спланировать мероприятия по безопасности.

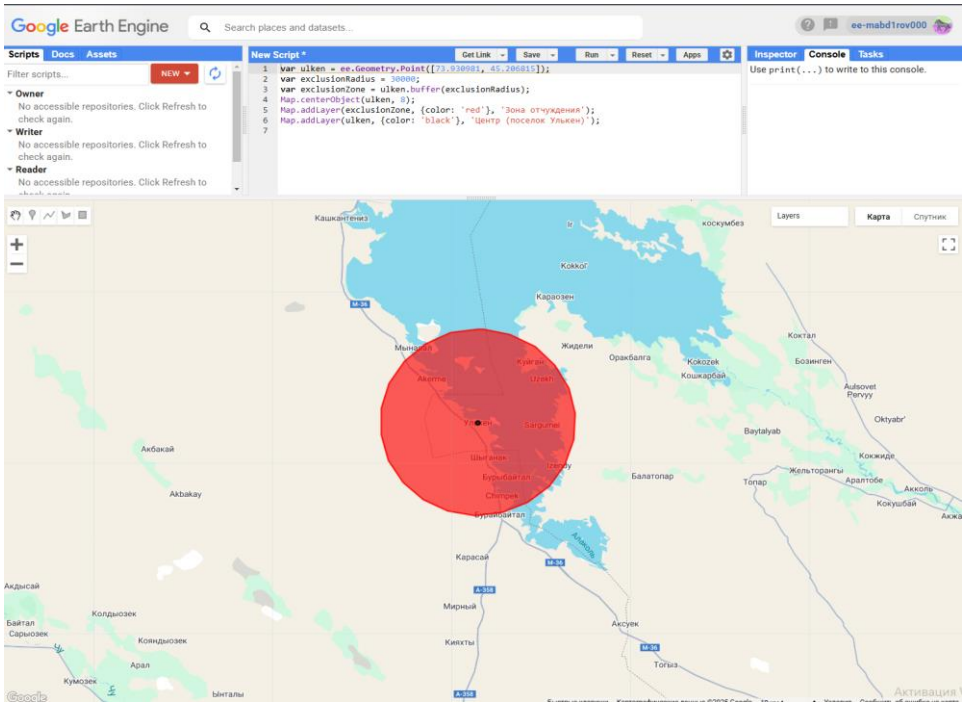


Рисунок 4 - Визуализация зоны отчуждения вокруг посёлка Улькен в Казахстане, где планируют строить первую АЭС

Кроме того, использование дозиметров и спектрометров в полевых исследованиях позволяет точечно измерять уровни гамма-излучения в зараженных зонах. Эти данные, в свою очередь, используются для уточнения границ зон отчуждения и принятия решений о возможной эвакуации или возвращении населения. В Чернобыльской зоне и на территории близлежащих областей Украины такие исследования продолжаются по сей день, с использованием новых методов, таких как «умные» дозиметры, которые могут предоставлять данные в реальном времени [14,15].

В результате выполнения работы с использованием Google Earth Engine был создан наглядный пример зоны отчуждения вокруг атомной электростанции, основываясь на рекомендациях МАГАТЭ. Определен радиус зоны отчуждения в 30 км, который успешно визуализирован на карте, что позволяет наглядно увидеть, какой участок территории попадает в зону повышенного радиационного риска.

Также создана модель зоны отчуждения вокруг посёлка Улькен. Получены изображения, отражающие возможное влияние радиации, и представлены результаты кода визуализации. Были получены точные координаты и расчётные границы потенциальной зоны повышенного риска.

Опыт Чернобыля, Фукусимы и других катастроф показывает важность правильной и своевременной оценки радиационного загрязнения. Аварии в Японии и Украине стали примером эффективного применения международных стандартов.

Использование современных цифровых платформ, включая GEE и системы дистанционного зондирования, обеспечивает высокую точность построения карт радиационного загрязнения, особенно в удалённых районах. С помощью БПЛА и спутников возможно регулярное обновление данных, что критически важно для мониторинга динамики состояния окружающей среды.

Применение разработанной модели к казахстанским условиям позволяет предварительно оценить риски, связанные со строительством и эксплуатацией АЭС, а также подготовить основу для нормативного установления санитарно-защитных зон.

Выводы. Таким образом, АЭС представляют собой один из ключевых факторов, оказывающих неблагоприятное влияние на экологическое состояние окружающей среды и процессы освоения природных ресурсов. В современных условиях вопросы горной экологии и промышленной безопасности приобретают особую значимость, поскольку от их эффективного решения зависит устойчивое развитие и благополучие как текущего, так и будущих поколений, вовлечённых в сферу недропользования. Нейтрализация такого воздействия осущетвляется с использование платформы Google Earth Engine, позволяющей легко интегрировать данные и проводить их анализ в реальном времени, что делает процесс моделирования зон отчуждения более доступным и эффективным.

Эффективное определение зон отчуждения помогает минимизировать ущерб для здоровья населения и окружающей среды, а использование цифровых платформ, спутниковых данных и моделирования делает возможным более точное и быстрое реагирование в случае Чернобольской станции.

Исследование проведены в рамках грантового финансирования Минстерство науки высшего образования РК AP26100471.

Список литературы

1. Сатпаев, К. И. Металлогения Казахстана. Рудные формации. Золоторудные месторождения [Текст] / К. И. Сатпаев. – Алма-Ата: Наука, 1980. – 224 с.

2. Об утверждении правил установления охранных зон объектов электрических сетей и особых условий использования земельных участков, расположенных в границах таких зон: приказ Министра энергетики Республики Казахстан от 28 сентября 2017 года № 330.

3. Об утверждении санитарных правил «Санитарно-эпидемиологические требования к обеспечению радиационной безопасности»: приказ Министра здравоохранения Республики Казахстан от 15 декабря 2020 года № ҚР ДСМ-275/2020.

4. Нурпеисова, М. Оценка деформированного и радиационного состояния территории на основе комплексного мониторинга [Текст] / М. Нурпеисова, А. Умирбаева, Э. Федоров // Горное дело Евразии. – М:2021. – № 1. – С. 83–87.

5. Nurpeissova, M., Umirbayeva, A., Tursynbayev, N., Donenbayeva, N., Bakyt, N. Assessment of deformation and radiation state of adjacent territories of the deposit “Karazhyra” // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Geology and Technical Sciences. – 2025. – Vol. 2, No. 470. – P. 166–179. – DOI: 10.32014/2024.2518-170X.498. – (in English).

6. Рафаилович, М. С. Крупные месторождения золота в черносланцевых толщах: условия формирования, признаки сходства [Текст] / М. С. Рафаилович, М. А. Мизерная, Б. А. Дьячков. – Алматы: ВКГТУ, 2011. – 272 с.

7. Ваулин. Жамбылская область. Золото [Текст] / Ваулин // Справочник. – Тараз–Бишкек: РОКИЗОЛ, 2016. – 94 с.

8. Дополнение и корректировка к проекту строительства второй очереди Акбакайского горно-обогатительного комбината по разработке месторождения «Акбакай». II этап строительства: Вскрытие и отработка запасов ниже гор. +296 м (гор. 180) по гор. –104 (гор. 580) месторождения «Акбакай» / АО «АК Алтыналмас»; ТОО «Каз Техно Проект».

9. Нурпеисова, М. Б. Изучение напряжённо-деформационного состояния породного массива месторождения Акбакай [Текст] / М. Б. Нурпеисова, Г. С. Мадимарова, К. Т. Менаяков // Материалы научно-практической конференции. – Прага: 2021. – С. 49–53. – (на рус. яз.).

10. Нурпеисова, М. Б. Указания по охране сооружений и окружающей среды от вредного влияния разработки месторождения Акбакай [Текст] / М. Б. Нурпеисова, Г. С. Мадимарова, К. Т. Менаяков. – Алматы: КазНТУ, 2004. – 27 с.

11. Жумангалиева, З. М. Водный баланс оз. Балхаш и влияние на него антропогенных факторов [Текст] / З. М. Жумангалиева. – Санкт-Петербург:2014.

12. Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ). GSR, Часть 7: Готовность и реагирование на ядерную или радиологическую чрезвычайную ситуацию. – МАГАТЭ, 2015. – (на англ. яз.).

13. Кишин, В. В. Концепция управления промышленной безопасностью опасных производственных объектов [Текст] / В. В. Кишин // Международные научные чтения «Белые ночи-2008». – Ч. II. – С. 253–257. – Санкт-Петербург: 2008.

14. НП-001-15. Общие положения обеспечения безопасности атомных станций. – (нормативный документ).

15. Никитин, С. Г. Применение дистанционного зондирования для мониторинга радиационного загрязнения [Текст] / С. Г. Никитин // Геоинформационные системы. – М:2012. – № 6. – С. 21–34.

16. Апыев, Д.Б. Сумсар, Шкафтар жана Кадамжай аймактарындагы уу калдыктар көмүлгөн жерлердин спектралдык анализдерине баа берүү [Текст] / Д.Б.Апыев // Известия КГТУ. - Бишкек:2025.-№2(74). С.503-510.

УДК 004.9+35.077.6+330.34 DOI:10.56634/16948335.2026.1.77-86

А.А. Сагымбаев[1], З.К. Кожомуратов[2], К.Т. Шадыханов[3], Амантур А. Сагымбаев[4]
[1] И. Раззаков атындагы КМТУ, [2] КР санариптик өнүктүрүү жана инновациялык технологиялар министрлиги, [3] Кыргыз Республикасынын инженердик академиясы, [4] IaaS булут провайдери "RackCorp", Бишкек, Кыргыз Республикасы
[1] КГТУ им. И. Раззакова, [2] Министерство цифрового развития и инновационных технологий КР, [3] Инженерная академия КР, [4] Облачный провайдер «IaaS RackCorp», Бишкек, Кыргызская Республика

A.A. Sagymbaev[1], Z.K. Kozhomuratov[2], K.T. Shadykhanov[3], Amantur A.A. Sagymbaev[4]
[1]I. Razzakov KSTU, [2]Ministry of digital development and innovative technologies of the Kyrgyz Republic, [3]Engineering academy of the Kyrgyz Republic, [4]Cloud provider «IaaS RackCorp», Bishkek, Kyrgyz Republic

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ РЕГИОНОВ В КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ: ПОТЕНЦИАЛ, ВЫЗОВЫ И МЕХАНИЗМЫ РЕАЛИЗАЦИИ В РАМКАХ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ 2025-2030 ГОДОВ

КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНЫН РЕГИОНДОРУНДАГЫ САНАРИПТИК ТРАНСФОРМАЦИЯ: ПОТЕНЦИАЛЫ, ЧАКЫРЫКТАРЫ ЖАНА 2025-2030-ЖЫЛДАРГА КАРАТА МАМЛЕКЕТТИК ПРОГРАММАНЫ ИШКЕ АШЫРУУ МЕХАНИЗМДЕРИ

DIGITAL TRANSFORMATION OF THE REGIONS OF THE KYRGYZ REPUBLIC: POTENTIAL, CHALLENGES, AND IMPLEMENTATION MECHANISMS WITHIN THE FRAMEWORK OF THE STATE PROGRAM FOR 2025-2030

Макалада Кыргыз Республикасынын аймактарында 2025-2030-жылдарга карата мамлекеттик программа алкагында санариптик трансформациянын негизги багыттары талданат. Санариптик технологиялардын мамлекеттик кызматтарды жеткиликтүү жана сапаттуу кылууга, адам капиталын өнүктүрүүгө жана санариптик инфраструктураны кеңейтүүгө тийгизген потенциалы каралат. Аймактык башкаруудагы көйгөйлөргө, санариптик көндүмдөрдүн жетишсиздигине жана институционалдык тоскоолдуктарга өзгөчө көңүл бурулат. Регионалдык өзгөчөлүктөрдү эске алуу менен санариптештирүү программаларын ишке ашыруунун практикалык механизмдери сунушталат: мекемелер аралык кызматташуу, жергиликтүү коомчулуктун катышуусу жана эл аралык техникалык колдоо.

Түйүндүү сөздөр: *санариптик трансформация, аймактар, Кыргыз Республикасы, мамлекеттик программа 2025-2030, санариптик инфраструктура, санариптик кызматтар, санариптик көндүмдөр, мекемелер аралык кызматташуу, санариптик ажырым.*

В статье рассматриваются приоритетные направления цифровой трансформации регионов Кыргызской Республики в контексте реализации Государственной программы комплексного социально-экономического развития на 2025–2030 годы. Анализируется потенциал цифровых технологий для повышения доступности и качества государственных услуг, развития человеческого капитала и цифровой инфраструктуры. Особое внимание уделено вызовам на уровне регионального управления, дефициту цифровых компетенций и институциональным барьерам. Предложены практические механизмы реализации программ цифровизации с учётом региональной специфики, включая модели межведомственного взаимодействия, участие местных сообществ и международную техническую поддержку.

Ключевые слова: *цифровая трансформация, регионы, Кыргызская Республика, государственная программа 2025–2030, цифровая инфраструктура [24], цифровые услуги, цифровые компетенции, межведомственное взаимодействие, цифровое неравенство.*

The article examines the key directions of digital transformation in the regions of the Kyrgyz Republic within the framework of the State Program for Integrated Socio-Economic DEVELOPMENT for 2025–2030. It analyzes the potential of digital technologies to improve the accessibility and quality of public services, foster human capital development, and expand digital infrastructure. Particular attention is paid to regional governance challenges, the shortage of digital skills, and institutional barriers. The article proposes practical mechanisms for implementing digitalization programs tailored to regional contexts, including inter-agency cooperation models, local community engagement, and international technical support.

Key words: *digital transformation, regions, Kyrgyz Republic, State Program 2025–2030, digital infrastructure, digital services, digital competencies, inter-agency cooperation, digital divide.*

Введение. Цифровая трансформация в XXI веке стала фундаментальной основой конкурентоспособной и устойчивой региональной экономики, ориентированной на современные вызовы и потребности граждан.

1. Цифровая трансформация как стратегический вектор развития регионов.

В условиях стремительного технологического прогресса цифровая трансформация перестала быть вспомогательным инструментом модернизации и превратилась в ключевой фактор конкурентоспособности государств. Для развивающихся стран, к числу которых относится и Кыргызская Республика, цифровизация представляет собой не только возможность преодоления структурных ограничений, но и средство устойчивого развития регионов, которые на протяжении десятилетий испытывали нехватку доступа к инфраструктуре, услугам и инвестициям.

Согласно международной практике, цифровая трансформация регионов включает интеграцию цифровых решений в управление территорией, развитие цифровой инфраструктуры, повышение цифровой грамотности населения и стимулирование цифровой экономики [2]. В странах ОЭСР, а также в государствах Центральной Азии - Казахстане и Узбекистане - именно цифровизация была признана инструментом повышения территориальной сбалансированности и обеспечения равного доступа к государственным услугам. В Кыргызской Республике цифровая повестка стала особенно актуальной после принятия Концепции «Цифровой Кыргызстан 2019-2023» и утверждения Национальной стратегии устойчивого развития до 2040 года [3].

Цифровая трансформация рассматривается в этих документах как многослойный процесс, охватывающий не только технологии, но и институциональные изменения. Это выражается в переходе к электронному управлению, автоматизации административных процедур, создании платформенных решений и цифровых сервисов в здравоохранении, образовании, сельском хозяйстве, а также в расширении участия граждан в управлении на местах посредством цифровых инструментов.

На фоне роста территориальных диспропорций между регионами Кыргызской Республики, цифровизация выступает как стратегический вектор, способный:

- обеспечить равный доступ к цифровым благам, в том числе в отдалённых и горных районах;
- модернизировать инфраструктуру и цифр визировать социальные услуги;
- сократить транзакционные издержки в отношениях между государством и гражданами;
- стимулировать развитие локальной цифровой экономики и создание новых рабочих мест;
- усилить прозрачность и подотчётность местных органов власти.

Цифровая трансформация региона предполагает также формирование новых компетенций, в том числе на уровне муниципалитетов и сельских общин. Это требует

выстраивания системной политики цифрового образования и переподготовки кадров, адаптированной под местный контекст. Без развития цифровой культуры любые инфраструктурные меры останутся малоэффективными.

Таким образом, цифровая трансформация в условиях Кыргызской Республики является не просто технологическим процессом, а новым стратегическим подходом к развитию регионов, основанным на принципах устойчивости, доступности и эффективности. Включение цифровых целей в государственную программу 2025-2030 годов свидетельствует о признании цифровизации как основы будущей модели регионального роста.

2. Цифровые цели и приоритеты Программы 2025–2030 гг.

Государственная программа «Комплексного социально-экономического развития регионов Кыргызской Республики на 2025–2030 годы» закрепляет цифровую трансформацию как одну из ключевых составляющих устойчивого регионального развития. В контексте данной программы цифровизация рассматривается не как вспомогательное направление, а как сквозной приоритет, охватывающий все стратегические блоки - от инфраструктурного развития и социального обеспечения до улучшения инвестиционного климата, и государственного управления [1].

Цифровые цели программы ориентированы на устранение цифрового неравенства между регионами, расширение доступности высокоскоростного интернета и внедрение современных цифровых решений в управление, экономику и сферу оказания услуг. В числе приоритетов выделяются следующие направления:

2.1. Развитие цифровой инфраструктуры в регионах.

Одной из ключевых целей является обеспечение всех регионов - включая труднодоступные и горные районы - широкополосным доступом к интернету. Особое внимание уделяется строительству волоконно-оптических линий связи (ВОЛС), модернизации мобильных сетей до уровня 4G/5G и созданию точек коллективного доступа в удалённых населённых пунктах. Эти меры направлены на устранение территориальной изоляции и формирование цифрового фундамента для последующих преобразований [4].

2.2. Электронное правительство и цифровые муниципалитеты.

Программа предусматривает внедрение цифровых платформ для оказания государственных и муниципальных услуг на местах, включая автоматизацию делопроизводства, регистрацию актов гражданского состояния, оказание социальной помощи и сбор статистики. В рамках инициативы «Цифровые айыл окмоту» (ЦАО) планируется охватить цифровыми сервисами более 70% сельских администраций к 2030 году [5].

2.3. Цифровизация социальной сферы.

В области образования приоритетом является развитие цифровой среды в школах и профессиональных колледжах регионов, включая подключение к интернету, внедрение цифровых платформ для обучения (LMS-систем), а также подготовку преподавателей по ИКТ. В здравоохранении акцент делается на развитие телемедицины, цифрового документооборота, электронных амбулаторных карт и автоматизированных систем управления лечебными учреждениями [6].

2.4. Поддержка цифровой экономики и ИТ-предпринимательства.

Программа предусматривает создание региональных ИТ-кластеров и стартап-инкубаторов, а также привлечение инвестиций в цифровые проекты. Предлагается внедрение налоговых и административных льгот для региональных ИТ-компаний и электронных сервисов. Дополнительно акцент сделан на цифровую трансформацию агропромышленного сектора, включая автоматизированный мониторинг, электронную сертификацию и маркетплейсы для фермеров [7].

2.5. Развитие человеческого капитала для цифровой экономики.

Параллельно с инфраструктурными проектами в программу включены меры по повышению цифровой грамотности населения, профессиональной подготовке кадров в сфере ИКТ и переподготовке государственных служащих. В рамках инициативы «Цифровая

грамотность для всех» планируется обучить базовым цифровым навыкам не менее 500 тысяч человек до 2030 года, включая уязвимые и маломобильные группы населения [8].

Таким образом, цифровые цели Программы 2025-2030 годов носят системный характер и направлены на достижение цифровой инклюзии, развитие региональной экономики и улучшение качества жизни населения на всей территории страны. Их успешная реализация требует не только финансовых и технологических ресурсов, но и чёткой координации между органами государственной власти, бизнесом и гражданским обществом.

3. Ключевые направления цифровой трансформации.

Цифровая трансформация регионов Кыргызской Республики в рамках Государственной программы на 2025–2030 годы реализуется по нескольким стратегическим направлениям. Эти направления охватывают как развитие инфраструктурных и институциональных основ цифровизации, так и внедрение новых цифровых сервисов в повседневную жизнь граждан, бизнес-среду и государственное управление. Ниже рассмотрены наиболее приоритетные и системные векторы цифровой трансформации, отражённые в программе.

3.1. Развитие цифровой инфраструктуры.

Фундаментом цифровой трансформации регионов является построение устойчивой и равномерно распределенной цифровой инфраструктуры. В первую очередь речь идет о расширении сети ВОЛС, подключении социально значимых объектов (школ, медучреждений, айыл окмоту) к широкополосному интернету, а также строительстве новых базовых станций мобильной связи с поддержкой 4G и 5G. В Программе предусматривается завершение подключения всех региональных центров к высокоскоростному интернету к 2027 году, а также охват 95% сельских населенных пунктов до 2030 года [9].

3.2. Электронное правительство и цифровые муниципалитеты.

Важным направлением является переход к «цифровому государственному управлению» на местном уровне. Это включает внедрение электронного документооборота, цифровых реестров населения и имущества, платформ для предоставления государственных и муниципальных услуг в онлайн-режиме. Целью является полная цифровизация работы айылных администраций и обеспечение возможности граждан получать основные услуги удалённо. Развитие платформ «Түндүк» и «Санарип айыл» направлено на стандартизацию цифровых интерфейсов между центральными и местными органами власти [5].

3.3. Цифровизация социальной сферы.

Одной из задач программы является улучшение качества образования и здравоохранения через цифровые решения. В рамках инициативы «Санарип мектеп» планируется внедрение электронных журналов, платформ дистанционного обучения, LMS-систем и цифровых кабинетов во всех школах регионов. В здравоохранении предусмотрено расширение систем электронного рецепта, электронных медицинских карт, телемедицинских консультаций и платформ диспансерного мониторинга хронических заболеваний [10].

3.4. Развитие цифровой экономики.

Программа уделяет особое внимание формированию условий для роста цифровой экономики. Это включает поддержку электронной торговли, развитие логистических платформ, внедрение цифрового документооборота для МСП, а также стимулирование цифровых стартапов в регионах. Создание ИТ-хабов, акселераторов и платформ для удалённой занятости позволяет вовлекать сельскую молодёжь и женщин в новые формы трудовой деятельности и предпринимательства, снижая трудовую миграцию [11].

3.5. Применение цифровых технологий в сельском хозяйстве.

В аграрных регионах особый акцент делается на цифровизацию АПК. Ведется внедрение геоинформационных систем (ГИС) для мониторинга земель, систем электронного учета животных и растений, платформ электронной сертификации и агрологических маркетплейсов. Эти решения позволяют повысить урожайность, прозрачность оборота продукции и доступность рынков для фермеров [12].

3.6. Развитие цифровых компетенций и цифровой инклюзии.

Одним из центральных вызовов остаётся недостаток кадров с цифровыми навыками. Программа предусматривает создание центров цифрового обучения в регионах, проведение курсов по цифровой грамотности, а также подготовку специалистов в области ИКТ в сотрудничестве с вузами и техникумами. Обучение базовым цифровым навыкам станет доступным для пожилых граждан, лиц с инвалидностью и жителей сельских территорий через цифровые классы при общественных центрах [13].

Таким образом, комплексный охват ключевых направлений цифровизации в Программе 2025-2030 годов создаёт основу для формирования сбалансированной

Центральную роль в координации цифровой трансформации играет Министерство цифрового развития и инновационных технологий Кыргызской Республики, которое выполняет функции стратегического планирования, нормативно-правового регулирования и методического обеспечения программных мероприятий. Совместно с Министерством экономики и коммерции Кыргызской Республики, а также ГАРТ (Государственным агентством регионального развития и туризма) формируются региональные цифровые дорожные карты на основе индикаторов цифровой зрелости территорий [9].

Кроме того, при местных государственных администрациях предполагается создание *Центров цифрового развития регионов* - постоянных координационных площадок, призванных интегрировать цифровые проекты в планы социально-экономического развития каждого региона.

4. Механизмы реализации цифровых инициатив в рамках Программы 2025-2030 годов.

Успешная реализация цифровой трансформации регионов требует не только чёткого определения целей и приоритетов, но и выстраивания эффективных организационно-финансовых и правовых механизмов. Государственная программа «Комплексного социально-экономического развития регионов Кыргызской Республики на 2025-2030 годы» предусматривает систему инструментов, направленных на координацию действий центральной и местной власти, частного сектора и международных партнёров в процессе цифровизации регионов.

4.1. Институциональное сопровождение устойчивого развития - как на глобальном, так и на национальном уровнях. Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) оказывают трансформирующее воздействие на все сферы жизнедеятельности общества - от экономики и государственного управления до образования, здравоохранения и социальной политики. Для государств с ярко выраженной региональной неоднородностью, таких как Кыргызская Республика, цифровая трансформация приобретает особое значение, поскольку она позволяет преодолеть территориальные барьеры, повысить доступность услуг и стимулировать инклюзивное развитие.

Принятая Указом Президента Кыргызской Республики Государственная программа «Комплексного социально-экономического развития регионов Кыргызской Республики на 2025-2030 годы» представляет собой ключевой документ стратегического планирования, направленный на устранение региональных диспропорций и повышение качества жизни населения. Одним из системообразующих элементов программы выступает цифровая трансформация, рассматриваемая не только как технологическая модернизация, но и как условие формирования новой архитектуры регионального развития, основанной на цифровой трансформации общественных отношений, автоматизации и цифровом взаимодействии между гражданами, бизнесом и государством [1].

Программа предполагает реализацию комплексных мер по цифровизации всех ключевых направлений - инфраструктуры, экономики, социальной сферы и государственного управления. В условиях нарастающего «Цифрового разрыва» между регионами и столичным центром данная трансформация рассматривается как инструмент выравнивания возможностей, повышения прозрачности и эффективности региональных институтов, а также вовлечения населения в процессы принятия решений на местах. Особый акцент сделан на развитии цифровой инфраструктуры, внедрении электронных услуг и повышении цифровой

грамотности, что должно обеспечить сбалансированное социально-экономическое развитие регионов до 2030 года.

Таким образом, анализ реализации Государственной программы сквозь призму цифровой трансформации позволяет не только выявить текущие вызовы и барьеры, но и сформулировать конкретные рекомендации по усилению цифровой составляющей региональной политики. Цель настоящего исследования - оценить потенциал и риски цифровой трансформации в рамках программы, выявить ключевые направления её реализации и предложить пути повышения эффективности цифрового развития в регионах Кыргызской Республики.

4.2. Финансирование цифровых инициатив.

Финансирование цифровых компонентов Программы обеспечивается за счет комбинирования источников:

- государственный бюджет, включая Программу государственных инвестиций (ПГИ);
- международные доноры и партнеры по развитию - Всемирный банк, АБР, JICA, ЕС и др.;
- государственно-частное партнерство (ГЧП), особенно в сфере инфраструктуры связи и цифровых платформ;
- местные бюджеты и гранты для поддержки пилотных цифровых решений на уровне айыльных аймаков [14].

Для стимулирования инвестиций со стороны частного сектора в Программе предусмотрены налоговые и регуляторные льготы для цифровых резидентов, внедряющих проекты в регионах.

4.3. Нормативно-правовая база.

На момент подготовки статьи действуют ключевые правовые документы, регулирующие цифровую трансформацию:

- Цифровой кодекс Кыргызской Республики (введён в действие в июне 2025 года);
- Закон КР «Об электронном управлении»;
- Постановление о внедрении открытых данных в госорганах;
- Регламенты взаимодействия муниципалитетов с платформой «Түндүк» [15].

Разработка правовых актов на местном уровне в рамках программы будет осуществляться с учётом типовых цифровых стандартов и требований к кибербезопасности.

4.4. Мониторинг и оценка результатов.

Контроль за реализацией цифровых компонентов Программы возлагается на межведомственную рабочую группу при Аппарате Кабинета Министров КР, которая раз в полугодие формирует сводные отчёты по ключевым цифровым индикаторам: уровню подключения школ и медучреждений, числу оказанных электронных услуг, доле цифровых предпринимателей и пр.

Кроме того, Программа предусматривает внедрение *интерактивной цифровой панели мониторинга* с открытым доступом к данным о ходе реализации региональных цифровых проектов. Это создаёт условия для прозрачности и гражданского участия в контроле за использованием бюджетных средств.

4.5. Роль международных партнеров.

Международные организации, включая Всемирный банк, ПРООН, ITU и GIZ, играют важную роль как источники финансово-технической поддержки, так и поставщики методологических решений. В частности, Digital CASA - Kyrgyz Republic выступает одним из ключевых проектов, содействующих цифровизации инфраструктуры и государственных услуг в регионах страны [16].

Таким образом, механизмы реализации цифровой трансформации в Программе 2025–2030 годов опираются на системный, межсекторальный подход с привлечением широкого круга участников. Их комплексная реализация позволит преодолеть институциональные и ресурсные барьеры и обеспечит устойчивость цифровых преобразований.

5. Риски и вызовы реализации цифровой трансформации в регионах КР.

Несмотря на высокую значимость цифровой трансформации как инструмента развития регионов, её реализация сопряжена с рядом системных рисков и вызовов. Эти факторы могут существенно замедлить или исказить ожидаемые эффекты Программы 2025-2030 годов, если не будут своевременно учтены при планировании и исполнении цифровых мероприятий. Рассмотрим ключевые риски.

5.1. Цифровое неравенство между регионами.

Наиболее острым вызовом остаётся существующее территориальное цифровое неравенство, выражающееся в различии доступа к интернету, цифровым услугам и ИКТ-компетенциям между городскими центрами и сельскими или высокогорными районами. При сохранении текущей диспропорции есть риск усиления социально-экономической фрагментации и миграционного оттока из менее развитых регионов [17].

5.2. Недостаток ИКТ-кадров и цифровых компетенций.

Низкий уровень цифровой грамотности населения и нехватка квалифицированных кадров, особенно на уровне муниципалитетов и региональных учебных заведений, серьёзно ограничивают темпы внедрения цифровых решений. Согласно оценке Министерства образования Кыргызской Республики, на 2024 год в более чем 40% сельских школ отсутствуют преподаватели, способные реализовывать цифровые образовательные программы [18].

5.3. Финансовые ограничения.

Несмотря на предусмотренное государственное и международное финансирование, объём потребностей в инвестициях в цифровую инфраструктуру и сервисы существенно превышает текущие бюджетные возможности регионов. Особенно это касается строительства новых ВОЛС и обновления базовых станций мобильной связи. Недофинансирование может привести к неравномерной реализации программы и отсрочке ключевых инициатив [19].

5.4. Недостаточная институциональная готовность.

Местные органы власти, как правило, не обладают достаточными административными, техническими и правовыми ресурсами для полноценной реализации цифровых проектов. Это приводит к пассивной позиции в цифровизации и зависимости от внешних подрядчиков или донорских программ. Отсутствие местных ИТ-координаторов и специалистов по кибербезопасности усугубляет проблему [20].

5.5. Угрозы информационной безопасности.

Расширение цифровой инфраструктуры, перевод баз данных и реестров в электронный формат несёт риски нарушения конфиденциальности, утечек персональных данных и кибератак. При этом уровень защищенности информационных систем на местном уровне остаётся низким, а культура информационной безопасности среди чиновников и пользователей - недостаточной. В условиях роста объёмов цифровых услуг угроза атак на критические системы (энергетические системы, госуслуги, здравоохранение, образование) становится все более актуальной [21].

5.6. Сопротивление изменениям и цифровой скептицизм.

На местах сохраняется инерционное мышление и слабая вовлечённость ряда государственных служащих и жителей в цифровую трансформацию. Нередко это вызвано как низким уровнем доверия к государственным системам, так и отсутствием понимания пользы цифровизации. Подобные установки затрудняют внедрение новых решений, особенно на уровне айыл окмоту.

Таким образом, для успешной реализации Программы цифровой трансформации необходимо не только устранение инфраструктурных разрывов, но и создание условий для развития человеческого капитала, институциональной готовности и культуры цифровой безопасности. Превентивная работа с рисками позволит смягчить негативные сценарии и обеспечить устойчивость цифровых преобразований.

6. Рекомендации по усилению цифровой трансформации в регионах Кыргызской Республики.

Учитывая выявленные вызовы, региональное «Цифровое неравенство» и институциональные барьеры, реализация цифровой трансформации в рамках Программы 2025–2030 годов требует более детализированного и гибкого подхода. Ниже представлены ключевые рекомендации, направленные на усиление цифрового эффекта от государственной программы и повышение устойчивости цифровых инициатив в регионах.

6.1. Принятие дифференцированных региональных цифровых стратегий.

Учитывая различие в уровне цифровой зрелости, доступности ИКТ и кадрового потенциала, рекомендуется разработать региональные дорожные карты цифровизации, адаптированные под местные условия. Они должны включать целевые индикаторы по подключению к интернету, охвату цифровыми услугами, ИТ-обучению населения и развитию местных стартапов.

Такой подход позволит избежать «универсального шаблона» и ускорить цифровизацию в отстающих регионах за счет приоритизации инфраструктурных и образовательных мероприятий [22].

6.2. Создание региональных ИТ-хабов и центров цифровой грамотности.

Для формирования устойчивых цифровых экосистем на местах необходимо создание региональных ИТ-хабов, ориентированных на поддержку молодёжных инициатив, стартапов, социальных проектов и фриланс-экономики. Такие хабы могут базироваться на существующих учебных заведениях или общественных центрах.

Параллельно целесообразно расширять сеть Центров цифрового обучения населения, в которых обучение цифровым навыкам смогут пройти не только школьники, но и взрослые, пожилые люди, а также государственные служащие [23].

6.3. Усиление подготовки и мотивации ИКТ-кадров в регионах.

Рекомендуется ввести систему стипендий и образовательных грантов для подготовки специалистов в области цифровых технологий с обязательством последующей работы в родных регионах. Также возможно привлечение специалистов из столицы через механизмы цифрового наставничества и удалённой работы в местных администрациях.

Кроме того, стоит расширить программы *digital volunteers* - молодых ИТ-специалистов, работающих временно в сельских администрациях и школах с целью передачи знаний и ускорения цифровизации.

6.4. Повышение цифровой инклюзивности и доверия к электронным сервисам.

Следует проводить целенаправленные информационно-разъяснительные кампании о преимуществах цифровизации - особенно среди пожилых, женщин, сельского населения. Необходимо внедрять услуги «электронного посредничества» в виде центров доступа, где сотрудники помогают населению оформить документы, подать заявления онлайн и освоить электронные сервисы.

6.5. Повышение устойчивости к киберугрозам.

Для минимизации рисков информационной безопасности рекомендуется:

- назначение ответственных специалистов по кибербезопасности в каждом районном центре;
- проведение регулярного аудита защищённости ИТ-систем;
- обязательное обучение сотрудников госучреждений основам цифровой безопасности;
- использование отечественных или проверенных решений для защиты персональных данных и цифровых реестров.

6.6. Усиление механизмов межуровневого и межведомственного взаимодействия.

Для устранения фрагментарности цифровых проектов необходимо усилить вертикальную и горизонтальную координацию: между Кабинетом Министров, министерствами, регионами и частным сектором. Это возможно через расширение функционала платформы «Түндүк» и развитие цифровой отчетности по реализации Программы на местах.

Таким образом, реализация предложенных рекомендаций обеспечит не только технологическое, но и социальное измерение цифровой трансформации, сделав её устойчивой, инклюзивной и ориентированной на реальную пользу для каждого региона страны.

Заключение.

Государственная программа «Комплексного социально-экономического развития регионов Кыргызской Республики на 2025-2030 годы» выступает важнейшим стратегическим документом, определяющим вектор устойчивого роста и модернизации регионов страны. В её основе лежит признание того, что без глубокой и всеобъемлющей цифровой трансформации невозможно обеспечить равномерное развитие территорий, сокращение социального неравенства и повышение качества жизни граждан.

Проведённый анализ показал, что цифровая трансформация в рамках Программы охватывает широкий спектр направлений - от расширения инфраструктуры связи и электронного управления до цифровизации образования, здравоохранения, сельского хозяйства и развития цифровых компетенций. Эти меры имеют потенциал не только ускорить региональное развитие, но и заложить основу для формирования современной цифровой экономики, устойчивой к внешним и внутренним вызовам.

Однако успешность этих преобразований напрямую зависит от способности государства и общества преодолеть ключевые вызовы: цифровое неравенство, нехватку ИКТ-кадров, институциональную неподготовленность и угрозы информационной безопасности. Без внимания к этим факторам цифровизация может стать формальной или углубить существующие разрывы между регионами.

С учётом вышеизложенного, необходимо реализовать:

- развивать адаптивные региональные стратегии цифровизации;
- обеспечивать институциональное сопровождение цифровых проектов на местах;
- вовлекать местное население и частный сектор в процесс цифровых преобразований;
- повышать уровень цифровой грамотности и устойчивости к киберугрозам;
- расширять сотрудничество с международными партнёрами и донорами.

Таким образом, цифровая трансформация — это не только технологический, но и социальный проект, требующий координации усилий государства, бизнеса, гражданского общества и международных структур. При должном внимании к ключевым условиям её реализации, Программа 2025–2030 годов способна стать переломным моментом в истории устойчивого развития регионов Кыргызской Республики.

Список литературы

1. Президент Кыргызской Республики. Указ № 70 «О Государственной программе комплексного социально-экономического развития регионов КР на 2025–2030 гг.» от 26.03.2024 г [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://president.kg/ru (дата обращения: 03.04.2025).
2. OECD. Digital Government in the Post-COVID-19 Era. OECD Publishing, 2021 [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://www.oecd.org (дата обращения: 10.04.2025).
3. Министерство цифрового развития Кыргызской Республики. Концепция «Цифровой Кыргызстан 2019–2023» [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://digital.gov.kg (дата обращения: 13.12.2024).
4. Министерство цифрового развития Кыргызской Республики. Отчёт по состоянию ВОЛС в регионах. 2023 [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://digital.gov.kg (дата обращения: 10.11.2024).
5. Государственная служба цифровизации Кыргызской Республики. Программа «Цифровые айыл окмоту». 2024 [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://digital.gov.kg (дата обращения: 09.01.2025).
6. Министерство здравоохранения Кыргызской Республики. Стратегия цифровизации здравоохранения до 2030 г. 2024 [Электронный ресурс].

7. OECD. Digital Transformation of Rural Economies. OECD Publishing, 2022 [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://www.oecd.org (дата обращения: 17.02.2025).

8. UNDP Kyrgyzstan. Digital Literacy Assessment Report. 2023 [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://www.undp.org/kyrgyzstan (дата обращения: 24.02.2025).

9. Министерство цифрового развития Кыргызской Республики. План расширения ВОЛС. 2024 [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://digital.gov.kg (дата обращения: 03.07.2025).

10. Министерство образования и науки Кыргызской Республики. Инициатива «Санарип мектеп». 2024.

11. ICT.kg. Digital Kyrgyzstan: IT and Startup Report. 2023 [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://ict.kg (дата обращения: 16.05.2025).

12. Министерство сельского хозяйства Кыргызской Республики. Программа цифровизации АПК КР. 2023.

13. UNDP Kyrgyzstan. Цифровая инклюзия в Кыргызстане: оценка и рекомендации. 2022 [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://www.undp.org/kyrgyzstan (дата обращения: 12.05.2025).

14. Министерство финансов Кыргызской Республики. Пояснительная записка к бюджету 2025. 2024.

15. Министерство финансов Кыргызской Республики. Оценка дефицита средств на реализацию Программы 2025–2030 гг [Электронный ресурс] -Режим доступа: https://expertsfordevelopment.ru/news/project-news/tsifrovaya-transformatsiya-sistemy-zdravookhraneniya-v-kyrgyzstane

16. Министерство юстиции Кыргызской Республики. Цифровой кодекс Кыргызской Республики. 2023 [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://cbd.minjust.gov.kg (дата обращения: 03.07.2025).

17. World Bank. Digital CASA – Kyrgyz Republic Project (P181416). 2023 [Электронный ресурс] -Режим доступа: https://projects.worldbank.org (дата обращения: 14.02.2025).

18. Национальный статистический комитет Кыргызской Республики. Отчёт по ИКТ-инфраструктуре. 2023 [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://stat.kg (дата обращения: 28.03.2025).

19. UNDP Kyrgyzstan. Digital Governance Readiness in Local Authorities. 2023 [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://www.undp.org/kyrgyzstan (дата обращения: 05.01.2025).

20. Госкомитет информационной безопасности Кыргызской Республики. Доклад по информационной безопасности в регионах. 2024

21. Государственный комитет национальной безопасности Кыргызской Республики. Рекомендации по киберустойчивости местных органов власти. 2024

22. GIZ Kyrgyzstan. Цифровые посредники как инструмент инклюзивной трансформации. 2023 [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://www.giz.de (дата обращения: 01.07.2025).

23. World Bank. Regional Digital Skills Development Programs. 2022–2024 [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://www.worldbank.org (дата обращения: 14.06.2025).

24. Сталбекова А.С. Обеспечение социально-экономического развития Кыргызской Республики через цифровизацию: роль современных технологий в строительной и аграрной отраслях [Текст] / А.С.Сталбекова, К.Б. Бегалиева, А. А. Алиева // Известия КГТУ. - Бишкек:2025.-№2(74). С.582-588.

УДК 553.492.4 DOI:10.56634/16948335.2026.1.87-95

Д.А. Самбаева[1], Т.З. Маймеков[2], Э.А. Шабданова[3], Н.К.Кубатова[1], З.К. Маймеков[4]

[1]И.Раззаков атындагы КМТУ, [2]КР Улуттук илимдер академиясынын Ж.Жеенбаев атындагы физика институту, 3 КР Улуттук илимдер академиясынын химия жана фитотехнология институту,

[4]Манас Кыргыз-Түрк манас унивекрситети, Бишкек, Кыргыз Республикасы

1КГТУ им. И . Раззакова, 2ИФ им. Ж. Жеенбаева НАН КР, 3ИХФТ НАН КР, 4КТУ Манас, Бишкек, Кыргызская Республика

D.A. Sambaeva[1], T.Z. Maimekov[2], E.A. Shabdanova[3], N.K. Kubatova[1], Z.K. Maimekov[4]

1I. Razzakov KSTU, 2Institute of Physics n. a. Zh. Zheenbaev of the NAS KR, 3Institute of Chemistry and Phytotechnology of the NAS KR, 4Kyrgyz-Turkish Manas University, Bishkek, Kyrgyz Republc

damira.sambaeva@kstu.kg, t.maimekov@gmail.com, elmira.shabdanova@kstu.kg, nazgul.kubatova@kstu.kg, zarlyk.maymekov@manas.edu.kg

ДЕСТРУКЦИЯ НЕФЕЛИНА В СРЕДЕ ИЗВЕСТНЯКА И ОЦЕНКА УГЛЕРОДНОЙ НАГРУЗКИ В ГАЗОВОЙ ФАЗЕ

НЕФЕЛИНДИ АКИТАШ ЧӨЙРӨСҮНДӨ АЖЫРАТУУ ЖАНА ГАЗ ФАЗАСЫНДАГЫ КӨМҮРТЕКТИК ЖҮКТҮ БААЛОО

DESTRUCTION OF NEPHELINE IN LIMESTONE ENVIRONMENT AND EVALUATION OF CARBON LOAD IN THE GAS PHASE

Нефелин кен жатагынын химиялык курамы көп компонентттүү жана татаал. Кенден үлгүнү ар кыл аянттан алып, лабораториялык анализ жасоодо, негизи метталлдардын (Al, Si, Na, K, Ca, Fe) кычкылдарынан башка көп сандаган элементтер кездешет. Демек, ага байланыштуу нефелиндин туруктуу химиялык формуласы жок. Ушул жагдайды эске алып, моделдөөдө нефелиндин эксперименттик химиялык курамы алынып, анын акиташтын чөйрөсүндө жогорку температуралык ажыроосу изилденди. Оптималдык ажыроо температурасындагы компоненттердин концентрациялык таралышы берилди. Акиташ көмүртектүү болгондуктан газ фазасында аны кармаган ар кандай кошулмалардын пайда болушу көрсөтүлдү. Алардын негизинде газ фазасындагы көмүртектин жүгү эсептелди. Алынган натыйжалар ар бир көмүртекти кармаган молекула жана активдүү бөлүкчөлөрдөгү көмүртектин массалык үлүшүн, б.а. изин эсептөөгө жол ачат.

***Түйүндүү сөздөр**: система, нефелин, акиташ, көмүртектик из, термодинамика, моделдөө.*

Химический состав нефелиновых руд многокомпонентный и сложный. Обычно при отборе проб из разных участков рудных месторождений и проведении их лабораторного анализа обнаруживаются оксиды металлов (Al, Si, Na, K, Ca, Fe) и большое количество различных элементов в следовых количествах. Соответственно, нефелин имеет не устойчивой химической формулы. С учетом этих обстоятельств в процессе моделирования был взят экспериментальный химический состав нефелина и изучено высокотемпературное его разложение в среде известняка. Рассчитано концентрационное распределение компонентов, молекул и частиц при оптимальной температуре разложения твердой фазы. Отмечено, что известняк углеродистый материал, поэтому показано образование различных углерод содержащих соединений в газовой фазе. На их основе рассчитана углеродная нагрузка в газовой фазе, что и позволяет определить массовую долю углерода, т. е. углеродного следа.

***Ключевые слова:** система, нефелин, известняк, углеродный след, термодинамика, моделирование.*

The chemical composition of nepheline ores is multicomponent and complex. Usually, when taking samples from different areas of ore deposits and carrying out their laboratory analysis, oxides of metals (Al, Si, Na, K, Ca, Fe) and a large number of various elements in trace amounts are detected. Accordingly, nepheline has a stable chemical formula. Considering these circumstances, in the process of modeling, an experimental chemical composition of nepheline was taken and its high-temperature decomposition in a limestone medium was studied. Calculated concentration distribution of components, molecules and particles at the optimal temperature of decomposition of the solid phase. It is noted that limestone is a carbonaceous material, so the formation of various carbon-containing compounds in the gas phase is shown. On their basis, the carbon load in the gas phase is calculated, which allows determining the mass fraction of carbon footprint.

***Key words**: system, nepheline, limestone, carbon footprint, thermodynamics, modeling.*

Введение. Известно, что методология оценка углеродной нагрузки в газовой фазе основана на учете прямых и косвенных выбросов при обращении с углеродсодержащим веществом [1]. С учетом этих обстоятельств в работе рассмотрена углеродоемкая система, где многокомпонентное рудное сырье типа нефелин включено в известняк с целью спекания при высоких температурах путем перевода глинозема в алюминат кальция, а кремнезема в двух кальциевый силикат[2]. При этом наряду основными компонентами (оксиды Al и Si) в продукте реакции отмечаются углеродсодержащие компоненты, в том числе диоксид углерод. Обычно объем выброса диоксида углерода определяются на основе различных коэффициентов для различных экосистем с учетом количества расходуемого сырья, топлива, материалов, производимой продукции и образующихся отходов [1].

В работе [1], отмечено, что при расчете прямых выбросов диоксида углерода необходимо учитывать количество атомов или молей углерода в отдельных фрагментах углеводородных смесей. Поэтому, при деструкции нефелина в среде известняка обращено внимание на аддитивный характер величины углеродного следа в газовой фазе, которая полезна при оценке количество диоксида углерода и углеродной емкости на единицу конечной продукции, в частности диоксида кремния, поташа, соды, цемента и оксида алюминия.

В связи изложенным выше следует отметить, что нефелиновые руды и их концентраты характеризуются относительно небольшим содержанием оксида алюминия (до 30%) при высоком содержании кремнезема (более 40%) [3-10]. Углеродная нагрузка в процессе спекание нефелиновой руды обусловлена в присутствием в системе известняка, соответственно было учтено углеродсодержащие компоненты на его основе, т.е. молекулы (CO_2, CO, CH_4, C_2H_2, C_2H_4) и активные частицы (C,C_2, C_2O, C_3O_2, CH, CH_2, CH_3, C_2H) образующиеся при высоких температурах в газовой фазе.

Материалы и методы исследования. В расчетных экспериментах были рассмотрены нефелиновые сиениты месторождения Сандык [4]. При этом методическую основу алгоритма расчетов составили возможность образования в равновесии газообразных, конденсированных веществ, электронейтральных и ионизированных компонентов, чистых фаз и их растворов. Расчеты проведены при максимуме энтропии системы. В качестве неизвестных принимались логарифмы числа молей индивидуальных веществ, и весовая доля химических элементов в смеси (M_c) и задача сводилась к определению фрагментов M_c методом итераций («Терра», Трусов Б.Г.) [11].

Исходный состав нефелиновой руды включил [4], (%): (Al_2O_3 - 18.63) + (SiO_2 - 52.91) + (Fe_2O_3 - 1.25) + (FeO - 2.16) + (TiO_2 - 0.56) + (CaO - 2.90) + (MgO - 0.97) + (K_2O - 15.0) + (Na_2O - 4.1) + (MnO - 0.07) + (SO_3 - 0.1) + (P_2O_5 - 0.1) + (H_2O - 1.33) и известняка ($CaCO_3$ - 500). Элементный состав составил, моль/кг: Al-0.609, O- 29.574, Si-1.467, Fe-0.076, Ti-0.012, Ca-8.411, Mg-0.040, K- 0.531, Na-0.220, Mn-0.00, S- 0.002, P- 0.002, H- 0.246, C- 8.325. Температурные пределы деструкции твердой фазы изменялись в пределах от 298 до 3000К с учетом температуры плавления исходных твердых веществ (T, K) [12]: Al_2O_3 - 2072; SiO_2 - 1710; CaO - 2572, $CaCO_3$ - 1098, Na_2O - 1405, K_2O - 1013.

Рассчитаны равновесные концентрации компонентов, активных частиц и конденсированных фаз, а также определены физико-химические и термодинамические параметры при P=0.1 МПа, T=1750 K: S=4.070 кДж/(кг К), I=-9379.03 кДж/кг, U=-9481.82кДж/кг, M=16.143, Cp=1.183 кДж/(кг К), Mu=0.00005 Па с, Lt=0.108 Вт/ (м К), Pr=0.719, z=0.627.

Ниже приведены равновесные концентрации компонентов и частиц, в том числе углеродсодержащих при оптимальных (1750K) температурах деструкции системы нефелин-известняк (моль/кг): O = 0.20x10^{-4}, O_2 = 0.008, H = 0.64 x 10^{-5}, H_2 = 0.89 x 10^{-4}, OH = 0.35 x 10^{-3}, HO_2 = 0.54 x 10^{-7}, H_2O = 0.08, H_2O_2 = 0.20 x 10^{-8}, S = 0.77 x 10^{-10}, SO = 0.56 x 10^{-6}, SO_2 = 0.001,SO_3 = 0.60 x 10^{-6}, SH = 0.18 x 10^{-10},H_2S = 0.22 x 10^{-11}, SOH = 0.49 x 10^{-11}, PO_2 = 0.47 x 10^{-11},**CO** = 0.03, **CO_2** = 8.29, **CHO** = 0.16 x 10^{-10}, **CHO_2**=0.25 x 10^{-8},**CH_2O_2**=0.13 x 10^{-9},**COS** = 0.33 x 10^{-10}, SiO_2 = 0.11 x 10^{-10}, $HAlO_2$ = 0.12 x 10^{-11},AlO_2H_2 = 0.19 x 10^{-11}, AlO_3H_3 = 0.44 x 10^{-1},Fe = 0.10 x 10^{-7}, FeO = 0.17 x 10^{-7}, FeO_2 = 0.88 x 10^{-8},FeOH = 0.69 x 10^{-6}, FeO_2H = 0.13 x 10^{-10}, FeO_2H_2 = 0.92 x 10^{-6}, Mn = 0.14 x 10^{-6}, MnO(c) = 0.001, MnO = 0.13 x 10^{-6}, MnO_2 = 0.13 x 10^{-7}, MnH = 0.69 x 10^{-8}, MnOH = 0.21 x 10^{-7}, TiO_2 = 0.23 x 10^{-10}, Mg = 0.22 x 10^{-8}, MgO(c) = 0.025, MgO = 0.33 x 10^{-8}, MgOH = 0.56 x 10^{-8}, MgO_2H_2 = 0.31 x 10^{-6}, $MgAl_2O_4$(c) = 0.01, Ca = 0.99 x 10^{-11}, CaO(c) = 6.18, CaO = 0.30 x 10^{-10}, CaOH = 0.16 x 10^{-8}, CaO_2H_2 = 0.16 x 10^{-5}, $Ca_3P_2O_8$(c) = 0.79 x 10^{-3},$Ca_3Si_2O_7$(c) = 0.73, $Ca_3Ti_2O_7$(c) = 0.005, Na = 0.009, Na_2 = 0.91 x 10^{-7},NaO = 0.12 x 10^{-4}, Na_2O = 0.18 x 10^{-6}, Na_2O_2 = 0.40 x 10^{-9}, NaH = 0.61 x 10^{-7}, NaOH = 0.007, $Na_2O_2H_2$ = 0.32 x 10^{-5}, NaS = 0.48 x 10^{-11}, Na_2SO_4 = 0.45 x 10^{-4}, $NaPO_2$ = 0.13 x 10^{-10}, $NaPO_3$ = 0.8 x10^{-4}, $NaAlO_2$(c) = 0.12, $NaFeO_2$(c) = 0.07, K = 0.009, KO = 0.12 x 10^{-3},K_2O = 0.76 x 10^{-6}, K_2O_2 = 0.66 x 10^{-8}, KH=0.84 x 10^{-7}, KOH = 0.065, $K_2O_2H_2$ = 0.36 x 10^{-4}, KS = 0.16 x 10^{-11}, K_2SO_4 = 0.50 x 10^{-3}, KPO_3 = 0.67 x 10^{-3}, **K_2CO_3** = 0.24 x 10^{-3}, $KAlO_2$(c) = 0.45, NaK = 0.16 x 10^{-6},O^- = 0.32 x 10^{-9}, O_2^- = 0.45 x 10^{-9}, OH^- = 0.23 x 10^{-7}, HO_2^- = 0.5 x 10^{-11}, SO^- = 0.17 x 10^{-11}, SO_2^- = 0.98 x 10^{-8}, PO_2^- = 0.84 x 10^{-11}, AlO_2^- = 0.11 x 10^{-11},Na^+ = 0.49 x 10^{-8}, K^+ = 0.10 x 10^{-5}, K_2^+ = 0.2 x 10^{-9}, K_2O^+ = 0.19 x 10^{-9}, SiO = 0.15 x 10^{-11}.

Результаты и их обсуждение. Результаты деструкции системы нефелин-известняк в зависимости от температуры показали образование алюмината кальция (mCaO nAl_2O_3) и двух кальциевого силиката (Ca_2SiO_4) (рисунок 1), а также углеродсодержащих молекул (CO_2, CO, CH_4, C_2H_2, C_2H_4) и активных частиц (C, C_2, C_2O, C_3O_2, CH, CH_2, CH_3, C_2H) в газовой фазе (табл.1). Из рисунков видно температурные пределы образования и превращения различных конденсированных фаз (моль/кг): $CaCO_3$(c), CaO(c), $CaSiO_3$(c), $Ca_3Si_2O_7$(c), $KAlO_2$(c), K_2CO_3(c), Na_2SiO_3(c), Na_2CO_3(c), $NaAlO_2$(c), Al_2O_3(c) и C(c) (рисунок 1).

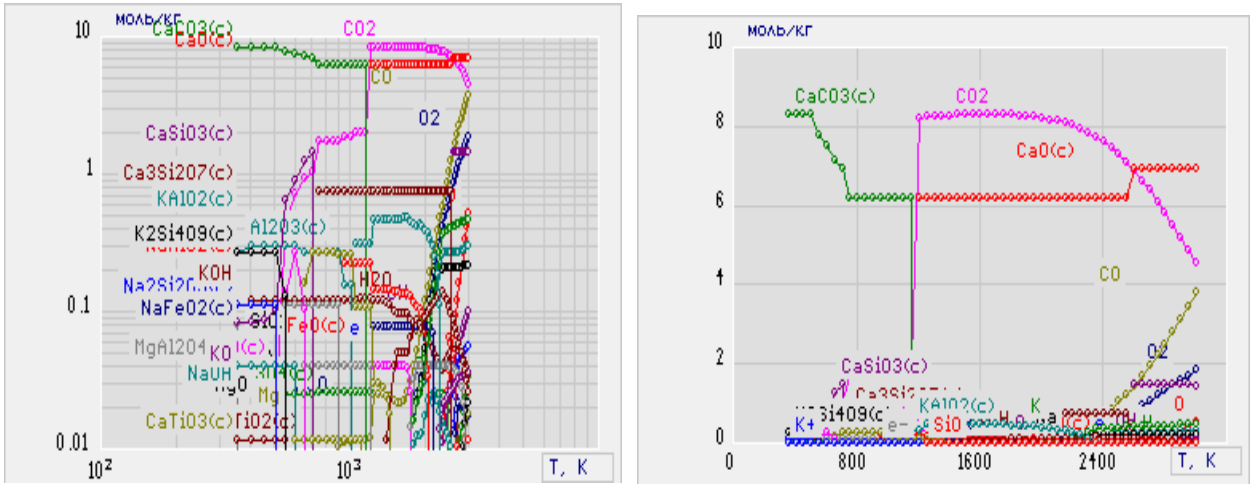


Рисунок 1 - Деструкция системы нефелин-известняк и концентрационное распределение углеродсодержащих компонентов в газовой фазе в зависимости от температуры

Таблица 1 - Содержание углеродсодержащих веществ в газовой фазе, моль/кг

T	C	T	C	T	C
1850	0.1691e-19	2250	0.6032e-15	2650	0.1297e-11
1900	0.7948e-19	2300	0.1810e-14	2700	0.2872e-11
1950	0.3465e-18	2350	0.5155e-14	2750	0.6178e-11
2000	0.1346e-17	2400	0.1440e-13	2800	0.1293e-10
2050	0.4964e-17	2450	0.3844e-13	2850	0.2632e-10
2100	0.1771e-16	2500	0.9718e-13	2900	0.5225e-10
2150	0.6138e-16	2550	0.2392e-12	2950	0.1012e-9
2200	0.1906e-15	2600	0.5668e-12	3000	0.1917e-9

T	CO_2	T	CO_2	T	CO_2
350	0.2078e-7	1250	8.2698	2150	8.0769
400	0.9215e-4	1300	8.2706	2200	8.0199
450	0.00176	1350	8.2725	2250	7.9408
500	0.02114	1400	8.2762	2300	7.8475
550	0.4437	1450	8.283	2350	7.7393
600	0.71459	1500	8.2949	2400	7.6056
650	0.91728	1550	8.3017	2450	7.4522
700	1.0189	1600	8.3021	2500	7.2839
750	1.7512	1650	8.301	2550	7.0893
800	1.7505	1700	8.2977	2600	6.8739
850	1.7485	1750	8.2924	2650	6.6381
900	1.746	1800	8.2843	2700	6.3828
950	1.8557	1850	8.2718	2750	6.1076
1000	1.8555	1900	8.2539	2800	5.8148
1050	2.0102	1950	8.2311	2850	5.5075
1100	2.0101	2000	8.205	2900	5.1888
1150	2.0158	2050	8.1725	2950	4.8618
1200	8.2038	2100	8.1308	3000	4.5309

T	C_2	T	C_2	T	C_2
2600	0.1640e-19	2750	0.3971e-18	2900	0.6745e-17
2650	0.4963e-19	2800	0.1060e-17	2950	0.1614e-16
2700	0.1431e-18	2850	0.2724e-17	3000	0.3742e-16

T	CO	T	CO	T	CO
350	0.1258e-13	1250	0.02474	2150	0.24713
400	0.8657e-10	1300	0.02469	2200	0.30415
450	0.1271e-7	1350	0.02456	2250	0.38321
500	0.7863e-6	1400	0.02427	2300	0.47654
550	0.8833e-4	1450	0.02368	2350	0.58475
600	0.5369e-3	1500	0.02252	2400	0.71847
650	0.0013	1550	0.02157	2450	0.87189
700	0.00187	1600	0.02155	2500	1.0402
750	0.00347	1650	0.02278	2550	1.2348
800	0.0043	1700	0.02618	2600	1.4502
850	0.00713	1750	0.03147	2650	1.686
900	0.0105	1800	0.03946	2700	1.9413
950	0.01102	1850	0.05207	2750	2.2165
1000	0.01128	1900	0.07004	2800	2.5093

1050	0.01152	1950	0.09293	2850	2.8166
1100	0.01165	2000	0.11899	2900	3.1353
1150	0.01174	2050	0.15147	2950	3.4624
1200	0.0122	2100	0.19323	3000	3.7932

T	**C_2O**	**T**	**C_2O**	**T**	**C_2O**
1850	0.3125e-19	2250	0.2116e-15	2650	0.1506e-12
1900	0.1158e-18	2300	0.5433e-15	2700	0.2917e-12
1950	0.4034e-18	2350	0.1322e-14	2750	0.5499e-12
2000	0.1233e-17	2400	0.3238e-14	2800	0.1009e-11
2050	0.3636e-17	2450	0.7584e-14	2850	0.1799e-11
2100	0.1062e-16	2500	0.1672e-13	2900	0.3123e-11
2150	0.3089e-16	2550	0.3613e-13	2950	0.5284e-11
2200	0.7821e-16	2600	0.7511e-13	3000	0.8738e-11

T	**C_3O_2**	**T**	**C_3O_2**	**T**	**C_3O_2**
2100	0.1240e-19	2450	0.3806e-17	2800	0.2421e-15
2150	0.3161e-19	2500	0.7549e-17	2850	0.3866e-15
2200	0.6806e-19	2550	0.1475e-16	2900	0.5995e-15
2250	0.1639e-18	2600	0.2768e-16	2950	0.9041e-15
2300	0.3741e-18	2650	0.4995e-16	3000	0.1334e-14
2350	0.8059e-18	2700	0.8686e-16		
2400	0.1792e-17	2750	0.1470e-15		

T	**CH**	**T**	**CH**	**T**	**CH**
1950	0.1084e-19	2350	0.6544e-16	2750	0.6791e-13
2000	0.3615e-19	2400	0.1849e-15	2800	0.1358e-12
2050	0.1167e-18	2450	0.4959e-15	2850	0.2622e-12
2100	0.3708e-18	2500	0.1242e-14	2900	0.4895e-12
2150	0.1172e-17	2550	0.3013e-14	2950	0.8854e-12
2200	0.3185e-17	2600	0.6980e-14	3000	0.1556e-11
2250	0.9273e-17	2650	0.1547e-13		
2300	0.2551e-16	2700	0.3290e-13		

T	**CH_2**	**T**	**CH_2**	**T**	**CH_2**
1950	0.1285e-19	2350	0.1221e-16	2750	0.5550e-14
2000	0.3206e-19	2400	0.3167e-16	2800	0.9868e-14
2050	0.7939e-19	2450	0.7776e-16	2850	0.1685e-13
2100	0.1981e-18	2500	0.1763e-15	2900	0.2764e-13
2150	0.5064e-18	2550	0.3870e-15	2950	0.4373e-13
2200	0.1073e-17	2600	0.8062e-15	3000	0.6694e-13
2250	0.2576e-17	2650	0.1598e-14		
2300	0.5847e-17	2700	0.3019e-14		

T	**CH_3**	**T**	**CH_3**	**T**	**CH_3**
550	0.1106e-18	1250	0.1140e-19	2500	0.4808e-16
600	0.2014e-17	1900	0.1791e-19	2550	0.9298e-16
650	0.4338e-17	1950	0.4397e-19	2600	0.1698e-15
700	0.3209e-17	2000	0.7815e-19	2650	0.2938e-15
750	0.1261e-17	2050	0.1419e-18	2700	0.4822e-15
800	0.1120e-17	2100	0.2664e-18	2750	0.7721e-15

850	0.3040e-17	2150	0.5289e-18	2800	0.1196e-14
900	0.5969e-17	2200	0.8415e-18	2850	0.1769e-14
950	0.3062e-17	2250	0.1606e-17	2900	0.2504e-14
1000	0.1942e-17	2300	0.2906e-17	2950	0.3401e-14
1050	0.9478e-18	2350	0.4783e-17	3000	0.4458e-14
1100	0.6383e-18	2400	0.1104e-16		
1150	0.4389e-18	2450	0.2409e-16		

T	**CH_4**	**T**	**CH_4**	**T**	**CH_4**
350	0.00106	1100	0.2297e-13	2300	0.1112e-18
400	0.9989e-3	1150	0.4958e-14	2350	0.1488e-18
450	0.9544e-3	1200	0.1385e-17	2400	0.3147e-18
500	0.8198e-3	1250	0.6076e-17	2450	0.6286e-18
550	0.6075e-3	1300	0.1801e-17	2500	0.1137e-17
600	0.2049e-3	1350	0.5697e-18	2550	0.1991e-17
650	0.1248e-4	1400	0.1857e-18	2600	0.3277e-17
700	0.3939e-6	1450	0.5884e-19	2650	0.5081e-17
750	0.7594e-8	1500	0.1659e-19	2700	0.7436e-17
800	0.6443e-9	2000	0.1197e-19	2750	0.1064e-16
850	0.2572e-9	2050	0.1653e-19	2800	0.1471e-16
900	0.8919e-10	2100	0.2419e-19	2850	0.1934e-16
950	0.7896e-11	2150	0.3860e-19	2900	0.2418e-16
1000	0.1076e-11	2200	0.4767e-19	2950	0.2889e-16
1050	0.1211e-12	2250	0.7471e-19	3000	0.3319e-16

T	**C_2H**	**T**	**C_2H**	**T**	**C_2H**
2500	0.1914e-19	2700	0.8832e-18	2900	0.2040e-16
2550	0.5420e-19	2750	0.2054e-17	2950	0.4055e-16
2600	0.1449e-18	2800	0.4602e-17	3000	0.7797e-16
2650	0.3671e-18	2850	0.9886e-17		

T	**C_2H_2**	**T**	**C_2H_2**	**T**	**C_2H_2**
2450	0.1830e-19	2650	0.4770e-18	2850	0.5959e-17
2500	0.4404e-19	2700	0.9438e-18	2900	0.1011e-16
2550	0.1033e-18	2750	0.1813e-17	2950	0.1648e-16
2600	0.2284e-18	2800	0.3362e-17	3000	0.2596e-16

T	**C_2H_4**	**T**	**C_2H_4**	**T**	**C_2H_4**
450	0.2106e-17	650	0.1454e-14	850	0.3643e-19
500	0.1442e-15	700	0.4240e-16	900	0.1932e-19
550	0.5891e-14	750	0.5933e-18		
600	0.1325e-13	800	0.4930e-19		

Из полученных результатов видно (табл.1), что при деструкции системы нефелин-известняк образуются значительные количества углеродсодержащих компонентов, частиц и конденсированных фаз. С учетом этих обстоятельств на основе данных таблицы 1 производился расчет углеродной нагрузки (табл.2 и 3) с учетом количество атомов или молей углерода в фрагментах углеводородных смесей системы [13-15].

Таблица 2 - Концентрационное распределение углеродсодержащих частиц, молекул и конденсированной фазы (моль/кг) в газовой фазе в зависимости от температуры разложения компонентов системы: нефелин-известняк. P = 0.1 Мпа

Температура, К						
Молекулы и частицы, моль/кг	750	1200	1750	2150	2700	2900
C	-	-	-	$0.61\cdot10^{-16}$	$0.29\cdot10^{-11}$	$0.5\cdot10^{-10}$
CO	0.00347	0.0122	0.03147	0.24713	1.9413	3.1353
CO_2	1.7512	8.2038	8.2924	8.0769	6.3828	5.1888
C_2O	-	-	-	$0.31\cdot10^{-16}$	$0.29\cdot10^{-12}$	$0.3\cdot10^{-11}$
C_3O_2	-	-	-	$0.31\cdot10^{-19}$	$0.87\cdot10^{-16}$	$0.6\cdot10^{-15}$
CH	-	-	-	$0.12\cdot10^{-17}$	$0.33\cdot10^{-13}$	$0.5\cdot10^{-12}$
CH_2	-	-	-	$0.5\cdot10^{-18}$	$0.3\cdot10^{-14}$	$0.3\cdot10^{-13}$
CH_3	$0.13\cdot10^{-17}$	-	-	$0.53\cdot10^{-18}$	$0.48\cdot10^{-15}$	$0.2\cdot10^{-14}$
CH_4	$0.75\cdot10^{-8}$	$0.1\cdot10^{-17}$	-	$0.39\cdot10^{-19}$	$0.74\cdot10^{-17}$	$0.2\cdot10^{-16}$

С учетом концентрационного распределения частиц в газовой фазе рассчитан углеродный след в таблице 3.

Таблица 3 - Расчет углеродной нагрузки в газовой фазе при термическом разложении системы: нефелин-известняк Т= 2150К

Компоненты и частицы в газовой фазе	Содержание, моль/кг	Углерод, в граммах
C	$0.61\cdot10^{-16}$	$7{,}32\cdot10^{-16}$
CO	0.24713	2,965
CO_2	8.0769	96.9228
C_2O	$0.31\cdot10^{-16}$	$0.19\cdot10^{-16}$
C_3O_2	$0.31\cdot10^{-19}$	$11.2\cdot10^{-19}$
CH	$0.12\cdot10^{-17}$	$1.44\cdot10^{-17}$
CH_2	$0.5\cdot10^{-18}$	$0.43\cdot10^{-18}$
CH_3	$0.53\cdot10^{-18}$	$6.36\cdot10^{-18}$
CH_4	$0.39\cdot10^{-19}$	$4.68\cdot10^{-18}$

Отмечено, что начальное весовое содержание углерода в системе нефелин-известняк составляет С = 8.325 моль/кг, т.е. 99.9 г С. В процессе разложения известняка при Т = 2150 К, суммарное содержание углерода в соответствии таблицы 3 равно 99.8878г С или 363.591 CO_2/кг с учетом коэффициента перевода С в CO_2. Результаты показали, что 0.01% углеродный след (99.8878/99.9 = 0,99) обусловлен за счет деструкции известняка, при этом 0.0122 г, т.е. незначительная часть углерода теряется за счет эксергии потоков (г, ж, т), т.е. из-за диссипации активных частиц внутри и вне системы, когда они взаимодействует с окружающей средой.

Выводы.

1. Осуществлено термодинамическое моделирование деструкции системы нефелин-известняк при широких пределах изменения температуры и установлено концентрационное распределение углеродсодержащих компонентов и частиц в газовой фазе.
2. Показано образование алюмината кальция ($mCaO\ nAl_2O_3$) и двух кальциевого силиката (Ca_2SiO_4), а также углеродсодержащих молекул (CO_2, CO, CH_4, C_2H_2, C_2H_4) и активных частиц (C, C_2, C_2O, C_3O_2, CH, CH_2, CH_3, C_2H) в газовой фазе.
3. Расчет углеродной нагрузки с учетом количество атомов или молей углерода в фрагментах углеводородных смесей системы позволил определить величины эксергии углерода (0.0122г) Отмечено, что незначительная часть углерода теряется за счет диссипации его внутри и вне реакции, когда идет взаимодействие системы нефелин-известняк с окружающей средой.

Список литературы

1. Maimekov T., Sambaeva D., Maimekov Z., Jeenbaev N., Kemelov K., Moldobaev M. Modeling of the oxidation of lignite and calculation of carbon footprint in the gas phase // *International Journal of Environmental Science and Green Technology*. – 2025. – Vol. 1, № 2. – P. 14–24 [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://journals.ayu.edu.kz/index.php/ijesgt/article/view/5456/1047.

2. Маймеков З. К. Физико-химические и термодинамические характеристики каолиновой глины Чоко-Булакского месторождения при различных температурах её деструкции [Текст] /З.К. Маймеков, К.А. Шаршенбек, Д.А. Самбаева , З.Б. Кочкорова Б.М. Мурзубраимов // *Известия НАН КР*. – 2023. – № 7. – С. 32–38 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ilim.naskr.kg/index.php/main/article/view/468/371.

3. Реестр месторождений и проявлений полезных ископаемых Кыргызской Республики [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.geology.kg/wp-content/uploads/2024/01/Reestr-PI.pdf.

4. Мурзубраимов, Б. М. Нефелиновые породы Кыргызстана и их переработка [Текст] / Б. М. Мурзубраимов, Ж. К. Жаснакунов, А. С. Сатыбалдиев // монография. – Бишкек, 2024. – 128 с.

5. Данциг, С. Л. Отчёт по теме № 1-1961 г. Изучение вещественного состава и технологическое опробование 4-х проб нефелиновых пород Сандыкского месторождения [Текст] / С. Л. Данциг, Н. К. Заболотская. - Ленинград:1961. – Фонды Госгеолагентства КР, инв. № 4823.

6. Фридман, Я. Д. Физико-химическое изучение сандыкских нефелин-сиенитовых пород и технологии их переработки: сводный отчёт за 1957–1961 гг [Текст] / Я. Д. Фридман, Н. Клесов, В. Лобанов. – Фрунзе: 1961. – Фонды Госгеолагентства КР, инв. № 4823.

7. Садыралиева, У. Ж. Разработка комплексной технологии переработки нефелиновых сиенитов месторождения Сандык: дис. канд. техн. наук [Текст] / У. Ж. Садыралиева. – Бишкек, 2019. – 125 с.

8. Лебедев, В. Н. Комплексная переработка алюминийсодержащего сырья кислотными способами: пат. 2215690 РФ [Текст] / В. Н. Лебедев. – Опубл. 10.11.2003.

9. Оголь, В. Г. Способ переработки нефелиновых руд для получения глинозёма и содопродуктов: пат. 2259945 РФ [Текст] / В. Г. Оголь, В. П. Ягин. – Опубл. 10.05.2012.

10. Патент № 2215690 Российская Федерация, МПК C 01 F 7/26. Комплексная переработка алюминийсодержащего сырья кислотными способами [Текст] / В.Н.Лебедев; Апатиты. ИХТРЭМС. - №.2001112507/12; заявл. 07.05.2001; опубл.10.11.2003. - с.181-184.

11. Патент №2259945 Российская Федерация, МПК C22B 21/00 (2006.01), C01F 7/38 (2006.01), C22B 1/14 (2006.01), C22B 3/04 (2006.01). Способ переработки нефелиновых руд для получения глинозема и содопродуктов [Текст] / В.Г. Оголь, В.П. Ягин; Красноярск. - № 2011109408/02; заявл. 11.03.2011; опубл. 10.05.2012, Бюл. № 13. - с.36-46.

12. Трусов, Б. Г. Автоматизированная система термодинамических данных и расчётов равновесных состояний [Текст] / Б. Г. Трусов, С.А. Бадрак, В.П.Туров, И.И. Барышевская // *Математические методы химической термодинамики*. – Новосибирск: Наука, 1980. – С. 213–219.

13. Волков, А. И. *Большой химический справочник* [Текст] / А. И. Волков, И. М. Жарский. – Минск: Современная школа, 2005. – 608 с [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://elib.belstu.by/handle/123456789/29978.

14. Маймеков, Т. З. Расчёт углеродной нагрузки при деструкции и обезвреживании отработанного масла в электротрансформаторах [Текст] / Т. З. Маймеков, Н. Ж. Жеенбаев, Д. А. Самбаева, З. К. Маймеков // *Инженер*. – 2025. – № 30–31. – С. 48–57.

15. Kolpakov, A. Y., Maimekov T. Z. Carbon intensity of products under the EU CBAM: Russia's competitiveness based on inter-country analysis // *Global Energy Transition and Sustainable Development Challenges*. – 2024. – Vol. 1. – P. 67–77. – DOI: 10.1007/978-3-031-67583-6_4.

16. Maimekov, T. Z., Sambaeva D. A., Moldobaev M. B., Bazhirov T. S., Maimekov Z. K. Forecasting and evaluation possibilities carbon footprint during combustion of fuel oil in medium and low power boilers // *Thermal Engineering*. – 2023. – Vol. 57, № 5. – P. 898–907. – DOI: 10.1134/S0040579523050470.

17. Касымалиев, Д.Б. Исследование по подбору смесей для закладочного материала в горной промышленности [Текст] / Д.Б. Касымалиев // Известия КГТУ. - Бишкек:2024.- № 4 (72). С.1037- 1043

УДК 504.062.2:632.15 DOI:10.56634/16948335.2026.1.96-103

Ж.Т. Тунгучбекова, К.П. Акжолова, Э.А. Шабданова
Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясы,
Бишкек, Кыргыз Республикасы
Национальная академия наук Кыргызской Республики,
Бишкек, Кыргызская Республика

Zh. Tyngychbekova, K.P. Akzholova, E. A. Shabdanova
National academy of sciences of the Kyrgyz Republic,
Bishkek, Kyrgyz Republic
jika_azim@mail, elmira.shabdanova@mail.ru

ПОЛУЧЕНИЕ ВЫСОКОЧИСТОГО МЫШЬЯКА ИЗ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ

ТЕХНОГЕНДИК КАЛДЫКТАРДАН ЖОГОРКУ САПАТТАГЫ МЫШЬЯКТЫ БӨЛҮП АЛУУ

PRODUCTION OF HIGH-PURITY ARSENIC FROM TECHNOGENIC WASTE

Бул иште Кадамжай сурма комбинатынын (КСК) аймагына жакын жерде жайгашкан сурма, темир, кремний, сейрек кездешүүчү жана башка элементтерди камтыган өндүрүш калдыктарын, ошондой эле аларды комплекстүү кайра иштетүү жана баалуу продуктуларды алуу боюнча изилденип, азыркы учурдун актуалдуу маселеси болуп саналат. Техногендик калдыктардын, тактап айтканда, шлактардын химиялык курамы XRF-илимий техниканын жана XL3t-960 өлчөө приборунун негизинде рентген-флуоресценттик методдун жардамы менен изилденген. OMG6-01 спектр-87 көмүртек электродунун жардамы менен атомдук абсорбция ыкмасы менен алынган шлактардын химиялык курамы боюнча маалыматтар, ошондой эле рентген-флуоресценция ыкмасы менен алынган КСКнын техногендик калдыктарынын химиялык курамы боюнча маалыматтар изилденген. КСКнын техногендик калдыктарынан сейрек кездешүүчү элементтердин керексиз аралашмаларын тазалоонун ар кандай ыкмаларын колдонуу менен тазалоонун технологиялары изилденген. Учурдагы эксперимент үчүн кек – металл сурманы алуунун гидрометаллургиялык ыкмасы менен жууп тазалоо процессинин калдыктары болгон паста же порошок формасы колдонулган. КСКнын техногендик калдыктарынан газ агымы ыкмасы менен жогорку тазалыктагы мышьякты алууда.

Түйүндүү сөздөр: *эритүү, фракция, калдыктар, вакуумдук чыпкалоо, тундурма, мышьяк сульфотуздары, күкүрт суутек, мышьяк (III) сульфиди, мышьяк (V) сульфиди, чөкмө, реагенттин өзгөчөлүгү, транспорттук газ, меш, терең тазалоо, мышьяк.*

В настоящей работе рассматриваются промышленные отходы расположенные вблизи территории Кадамжайского сурьмяного комбината (КСК) с содержанием сурьмы, железа, кремния, редкоземельных и других элементов, а также их комплексная переработка и получение ценных продукций, что являются актуальной задачей в данное время. Исследован химический состав техногенных отходов, а именно шлака-отвального рентгено-флуоресцентным методом на основе методики XRF- scientific и измерительного аппарата XL3t-960. Изучены данные химического состава шлака [14], полученные атомно-абсорбционным методом, с применением угольного электрода ОМГ6-01 спектр-87, а также химический состав техногенных отходов (кек отвальная) КСК полученные рентгено-флауросцентным методом. Изучены технологии очищения нежелательных примесей редкоземельных элементов из техногенных отходов КСК с использованием различных их методов очищения. Для текущего эксперимента использован кек – пастообразной или

порошкообразной формы, являющийся остатком процесса выщелачивания при гидрометаллургическом способе получения металлической сурьмы. При получении высоко чистого мышьяка из техногенных отходов КСК использован газопоточный способ.

Ключевые слова: *выщелачивание, фракция, отвальный кек, вакуумная фильтрация, осаждение, сульфосоли мышьяка, сероводород, сульфид мышьяка (III), сульфид мышьяка (V), осадок, специфичность реагента, транспортный газ, печь, глубокая отчистка, мышьяк.*

This study examines industrial waste located near the Kadamjai Antimony Plant (KAP), which contains antimony, iron, silicon, rare earth elements, and other components. The focus is on the complex processing of this waste to obtain valuable products—an urgent task at present. The chemical composition of technogenic waste, namely, waste slag, was studied using the X-ray fluorescence method based on the XRF-scientific technique and the XL3t-960 measuring device. The data on the chemical composition of slag obtained by the atomic absorption method using the OMG6-01 spectrum-87 carbon electrode, as well as the chemical composition of technogenic waste (waste cake) of the KAP obtained by the X-ray fluorescence method were studied. The technologies for cleaning unwanted impurities of rare earth elements from technogenic waste of the KAP using various purification methods were studied. For the current experiment, cake was used - a paste or powder form, which is a residue of the leaching process in the hydrometallurgical method for obtaining metallic antimony. A gas-flow method was used to obtain high-purity arsenic from technogenic waste of the KAP.

Key words: *leaching, fraction, waste cake, vacuum filtration, precipitation, arsenic sulfosalts, hydrogen sulfide, arsenic (III) sulfide, arsenic (V) sulfide, sediment, reagent specificity, transport gas, furnace, deep cleaning, arsenic.*

Введение. В настоящее время вблизи территории Кадамжайского сурьмяного комбината (КСК) собрано более 7 млн. тонн промышленных отходов с содержанием сурьмы, железа, кремния, редкоземельных и других элементов [1].

Наличие в отходах таких высокотоксичных элементов, как мышьяк As, сурьма Sb, ртуть Hg, сера S и их соединений ставят под угрозу экологическую среду региона, включающего населенные пункты Кыргызстана и Узбекистана [2].

Комплексная переработка и получение ценных продукций являются актуальной задачей в данное время.

В процессе электролиза для получение металлической сурьмы сильно мешают ионы $Fe^{2+,}$ As^{2+} и Fe^{3+}, поэтому проводилось очищение электролитов.

1. Раствор нейтрализуется 10% раствором гидроксида натрия для осаждения ионов As^{2+}и Fe^{3+}. Для этого используется 16,5% раствор магнезиальной смеси ($MgCl_2$+NH_4Cl+NH_4OH) в избытке гидроксида аммония и при этом происходит следующая реакция:

$$Na_3AsO_4 + MgCl_2 + NH_4OH = NH_4MgAs + 2NaCl + NaOH,$$

магнезиальная смесь арсенат иона дает белый осадок арсената магния аммония. А также в процессе реакции гидроксид аммоний осаждают катионом железа, алюминия и хрома:

$$Fe^{3+}+NH_4OH=Fe(OH)_3 + 3NH_4$$

$$Al^{3+}3NH_4OH=Al(OH)_3 + 3NH_4$$

$$Cr^{3+}+3NH_4OH=Cr(OH)_3 + 3NH_4$$

2. Для осаждения двухвалентных ионов железа Fe^{2+} применяли 0-% раствор хлорида олова $Fe^{2+}+SnCl_2 = FeCl_2 + Sn$, раствор хлорида олова осаждают Fe^{2+} железо в коричневый осадок хлорида железа (II) [3-4].

Разработка технологии очищения нежелательных примесей редкоземельных элементов из техногенных отходов КСК с использованием методом экстракции с применением неорганических и органических реагентов - осадителями;

1) Удаление углерода, азота, серы, хлора, фтора и др. методом транспортных реакций с конвекцией газов с вакуумным способом;
2) Разработать технологии металлотермического восстановления особо чистых РЗЭ [5].

В гидрометаллургическом производстве сурьмы используют различные способы и схемы выщелачивание сырья раствором сернистого натрия. Выщелачивание может быть непрерывным или периодическим. При непрерывном выщелачивании растворы и аппаратуры в аппаратуре циркулируют цех выщелачивание и цех электролиза-замкнутый цикл: на выщелачивание из цеха электролиза поступает оборотный электролит, т.е. раствор после электролиза, обедненный сурьмой, но имеющий необходимую для выщелачивание концентрацию сернистого натрия и едкого натра и подлежащий обогащению сурьмой, а на электролиз из цеха выщелачивания непрерывно подается раствор, обогащенный сурьмой, В такой цикл с постоянной циркуляцией растворов непрерывно поступает сурьмяное сырье и из цикла выводится твердый остаток от выщелачивания, так называемый кек [6].

Пульпу, полученную в результате выщелачивания, направляют на операцию отделения твердого остатка от готового раствора. Непосредственную фильтрацию пульпы применяют редко как так и сильнощелочных горячих растворах стойкость фильтрующего полотна низка. Поэтому чаще применяют сгущение с последующей противоточный промывкой кека. После промывки и сушки, кеки размещаются на специальном, инженерно-обустроенном хранилище. Хранилище занимает 2 га [7].

Химический состав техногенных отходов (шлак отвальная) КСК, исследовано рентгено-флуоресцентным методом [6], на основе методики XRF- scientific и измерительного аппарата XL3t-960. Полученные данные представлены в таблице 1.

Таблице 1 - Химический состав техногенных отходов (шлак отвальная) КСК

№	Химические элементы	Шлак отвальный, мг/кг. (ppm)	№ п/п	Химические элементы	Шлак отвальный, мг/кг. (ppt)
1	As	$7{,}0\times10^{-3}$	24	U	101
2	Pb	69×10^{-3}	25	Ga	$0{,}4x10^{-3}$
3	Sb	$>100\times10^{-2}$	26	Yb	$0{,}4x10^{-3}$
4	Cr	16×10^{-3}	27	Y	$3{,}2x10^{-3}$
5	Zn	$>90\times10^{-2}$	28	La	10^{-2}
6	Cu	41×10^{-3}	29	P	10^{-1}
7	V	$0{,}9\times10^{-3}$	30	Sr	$2{,}7x10^{-2}$
8	Ni	$7{,}2\times10^{-3}$	31	Ta	10^{-1}
9	Mn	14×10^{-2}	32	Th	10^{-3}
10	Be	10^{-4}	33	Bi	10^{-3}
11	Ti	$3{,}2\times10^{-1}$	34	LI	10^{-3}
12	Rb	10^{-3}	35	Ag	$1{,}5x10^{-3}$
13	Cr	10^{-3}	36	In	10^{-3}
14	Zr	$1{,}4\times10^{-2}$	37	Mo	10×10^{-3}
15	Te	10^{-3}	38	SIO_2	59,0 %
16	Cs	10^{-3}	39	Al_2O_3	5,6%
17	Ba	$12{,}5\times10^{-2}$	40	Na_2O	1,0%
18	Cd	10^{-2}	41	K_2O	0,17%
19	Sn	8×10^{-2}	42	MgO	2,8%
20	W	10^{-2}	43	CaO	6,0%
21	Au	11×10^{-3}	44	Fe_2O_3	4,0%
23	Ge	10^{-3}			
24	U	10^{-1}			

Определены химический состав шлака, атомно-абсорбционным методом, с применением угольного электрода ОМГ6-01 спектр-87 [8]. Полученные данные представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Химический состав шлака КСК

№п/п	№ проб	Mn	Ni	Co	Ti	V	Cr	Mo	W	Zr	Nb
1	1	$12\cdot10^{-2}$	$7\cdot10^{-3}$	$1{,}2\cdot10^{-3}$	$3\cdot10^{-1}$	$0.9\cdot10^{-3}$	$15\cdot10^{-3}$	$0.9\cdot10^{-3}$	10^{-2}	$1{,}5\cdot10^{-2}$	10^{-3}

In	Cu	Pb	Ag	Sb	Bi	As	Zn	Cd	Sn	Ge
10^{-3}	$40\cdot10^{-3}$	$70\cdot10^{-3}$	$1.3\cdot10^{-4}$	$>100\cdot10^{-2}$	10^{-3}	$3\cdot10^{-2}$	$>100\cdot10^{-2}$	10^{-2}	$9\cdot10^{-2}$	10^{-3}

Ga	Yb	Y	La	P	Be	Sr	Ba	Li	Ta	Th	U
$0.5\cdot10$	$0.3\cdot10^{-3}$	$3{,}1\cdot10^{-3}$	10^{-2}	10^{-1}	10^{-4}	$3\cdot10^{-2}$	$12\cdot10^{-2}$	10^{-3}	10^{-1}	10^{-2}	10^{-1}

Au	Sc	SiO_2	Al_2O_3	MgO	Fe_2O_3	CaO	Na_2O	K_2O
10^{-3}	10^{-3}	> 50%	5%	3%	7%	4%	1.2%	0.15%

Химический состав техногенных отходов (кек отвальная) КСК.

Исследовано рентгено-флауросцентным методом см.табл.3.

Таблица 3 - Данные с XRF-SCIENTIFI измерительного аппарата XL3T-960 (США)

№ п/п	**Химические элементы**	**Кек отвальный, мг/кг. (ppm)**	**±2 б**
1	As	190	± 9
2	Pb	60	± 7
3	Sb	5067	± 32
4	K	622	± 205
5	Hg	14	± 7
6	Fe	125	± 8
7	Ca	303.2K	± 0.9K
8	Sc	1273	± 154
9	Au	5	± 1,2
10	S	11.4K	± 0.8K
11	Cd	12	± 7
12	Cr	52	±13

Примечание: где 303.2K умножают на 200 (303×200=60600)

Элементарный химический состав кеков представлен в таблице 4.

Таблица 4 - Элементарный химический состав кеков [9].

№	Химический элемент	Содержание в %
1	Сурьма	2,5-3,0
2	Окись кремния	35,0-37,0
3	Окись кальция	3,0-4,0
4	Окись натрия	5,0-6,0
5	Мышьяк	0,4-19
6	Сера общая	16,0-17,0

Мышьяк и сурьма в периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева находятся V-подгруппе, физико-химический свойства очень близко друг от друга [9,10].
В процессе растворении сульфида сурьмы и сульфида мышьяка в сернистом натрии и едком натре с образованием растворимых сульфосолей сурьмы и мышьяка происходит по реакциям:

1) $Sb_2S_3 + 3Na_2S = 2Na_2SbS_3$
$Sb_2S_3 + 4NaOH = 2Na_2SbS_3 + Na_2SbO_2 + 2H_2O$

2) $As_2S_3 + 3Na_2S = 2Na_2AsS_3$
$As_2S_3 + 4NaOH = 2Na_{As}S_3 + Na_2AsO_2 + 2H_2O$.

Изучена глубокая отчистка серы от углерода, мышьяка и селена методом противоточной кристаллизации из расплава [11].

Сублимация мышьяка в токе водорода особенно эффективна для удаления примеси серы [12].

В работе [13], изложены результаты исследований по разработке физико-химических основ получения элементного мышьяка высшей квалификации руда
As_2S_3 и нетрадиционного (продуктов разложения химического оружия-люизита) сырья с применением в качестве финишной стадии глубокой очистки мышьяка направленной кристаллизацией из расплава.

Цель исследования. Получение высоко чистого мышьяка газопоточным способом из кека, который является остатком процесса выщелачивания при гидрометаллургическом способе получения металлической сурьмы.

Материалы и методы исследования. Для опыта взят кек – пастообразный или порошкообразный материал, являющийся остатком процесса выщелачивания при гидрометаллургическом способе получения металлической сурьмы, и представляет собой твердый порошкообразный материал оливково-черного цвета см.рис.1.



Рисунок 1 - Микроскопический снимок кека (увеличение 50^X)

В процессе выщелачиванни сурьмянные руды электролита очищается через вакумный фильтр и остается пастообразный - кек. В кеке содержится 0,4-19% мышьяк, который сушим до постоянного веса при 110^0С. Исследуемую пробу пропускали через сито.

1. Выход, состава продукта проходящий через сито от 0,8 до 0,3 мкм составляют примерно 2-9 %.
2. Выход состава продукта, проходящего через сито от 0,2 до 0,05мм составляет примерно 20 %.
3. Самая, мелькая фракция 0,05 мкм применяется для исследование химического состава отвального кека, что позволяет определить точные результаты исследований.

Результаты исследования и их обсуждение.

Кеке содержится различные примеси, (см. таблице 3, 4), а также соединение мышьяка (мышьяк (III), мышьяк (V). Для разделения мышьяка от других веществ используем селективные, неорганические реагенты осадители.

1) На технических весах (Sartorius Te-412) взвесим 100г±0,1г. самую мелькую фракцию 0,05 мкм отвального кека.
2) Исследуемую навеску растворяем 150 мл 15% -ной соляной кислоты.
3) Исследуемый вещества фильтруем через водоструйный вакуумный насос.
4) Через фильтрат пропускаем сероводород.

Мышьяк (III). Из растворов арсенитов в кислой среде сероводород выделяют желтый осадок сульфида мышьяка (III).

$$2Na_3AsO_3 + 3H_2S + 6HCl = As_2S_3 \downarrow + 6NaCl + 6H_2O$$

Мышьяк (V). Из растворов арсенатов в кислой среде сероводород выделяют желтый осадок сульфид мышьяка (V).

$$2Na_3AsO_4 + 5H_2S + 6HCl = As_2S_5 \downarrow + 6NaCl + 8H_2O$$

5) Полученный желтый осадок разделяют через делительную воронку.
6) Исследуемый осадок сушим до постоянного веса при температуре 40^0С.
7) Взвесим 10 г осадка на аналитических весах KERN ABJ ± 0,01г.

Для получение особо чистого мышьяка используем газопоточный способ.

При осуществлении газопоточного способа газ-носитель непрерывно поступает в реактор, взаимодействует с очищаемым веществом, и летучий продукт реакции разлагается в более

холодном или более горячем конце реактора (рис.2). Перепад температур создается двумя электропечами. Газом для транспорта являются водород, кислород.

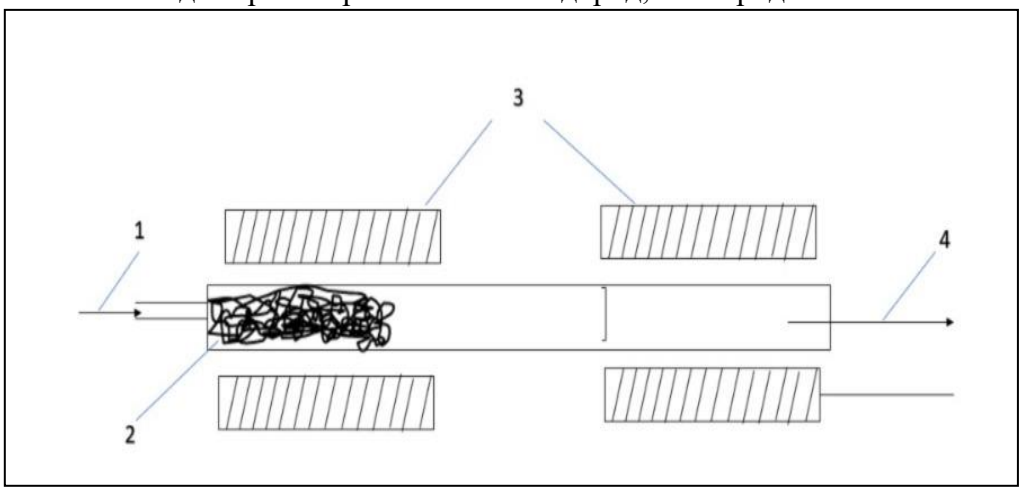


Рисунок 2 - Установка для очистки вещества газопоточным способом: 1-очищаемое вещество; (H_2, O_2) 2 - очищенное вещество; 3-электропечи; 4- транспортные вещества (H_2S, SO_2)

А) 1) $As_2S_3 + 3H_2 = 2As + 3H_2S$

3) $As_2S_5 + 5H_2 = 2As + 5H_2S$

Б) 1) $As_2S_3 + 3O_2 = 2As + 3SO_2$

2) $As_2S_5 + 5O_2 = 2As + 5SO_2$

Выводы.

1. Самая, мелкая фракция 0,05 мкм применяется для исследование химического состава отвального кека, что позволяет определить точные результаты исследований.
2. Мышьяк (III). Из растворов арсенитов в кислой среде сероводород выделяет желтый осадок сульфида мышьяка (III).
3. Мышьяк (V). Из растворов арсенатов в кислой среде сероводород выделяет желтый осадок сульфида мышьяка (V).
4. Для получение высоко чистого мышьяка используем газопоточного способа. Для очищения сульфида мышьяка (III) и сульфида мышьяка (V), использовали водород и кислород.
5. Полученный высокочистый элемент мышьяк составляют 7 гр 99,99%.
6. Газопоточное очищение мышьяка от примесей проводилось 250-300^{0}C.

Список литературы

1. Отчет «Состояние сырьевой базы сурьмяной и ртутной промышленности Кыргызской Республики» [Текст] / Г.А. Ярушевский, И.И. Малухин, И.И. Такенов. – Бишкек: 2006.

2. Перханова, Ы.А. Экологическая обстановка на Кадамжайском сурьмяном комбинате [Текст] / Ы.А. Перханова // Известия ВУЗов (Кыргызстан). - Б:2010. № 1. С. 133-136. https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27808739

3. Ысманов, Э.М. Осаждение мышьяка и железа из промышленных отходов (штейна и шлака) Кадамжайского сурьмяного комбината химическим методом [Текст] / Э.М. Ысманов, У.К. Абдалиев, Ы. Ташполотов // Международный журнал экспериментального образования (РФ), 2017. -№1. -С. 44-47.

4. Ысманов, Э.М. Рафинирование сурьмы [Текст] / Э.М. Ысманов, У.К. Абдалиев, Ы. Ташполотов // Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. - Б: 2016. № 7. С. 29-31. https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27328202

5. Эркинбаева, Н.А. Технология извлечения РЗЭ из отходов Кадамжайского сурьмяного комбината методом осаждения и транспортных реакций с конвекцией газов [Текст] / Н.А. Эркинбаева, Э.М. Ысманов, Ы.Ташполотов // Научный сборник «Современная школа России. Вопросы модернизации». Материалы XXX VII Международной научно-практической конференции. 6 (37) сентябрь 2021г.

6. Шиянов, А.Г. Производство сурьмы [Текст] / А.Г. Шиянов. - М.; 1961. -177с.

7. Мельников, С.М. Сурьма [Текст] / С.М. Мельников. - М.: Металлургия, 1977. − 536с.

8. Эркинбаева, Н.А. Исследование химического состава промышленных отходов (шлак отвальный) Кадамжайского сурьмяного комбината [Текст] / Н.А. Эркинбаева, Ы. Ташполотов, Э.М. Ысманов // Бюллетень науки и практики. – Б:2020. -Т. 6. -№12. -С. 73-78.

9. Ибраева, Ж.А. Исследование химического состава техногенных отходов (кека) Кадамжайского сурьмянного комбината [Текст] / Ж.Т. Тунгучбекова, Э.А. Шабданова, Б.М. Мурзубраимов, Э.М. Ысманов // Сборник научных статьей по итогам работы Международного научного форума. Наука и инновации-современные концепции. - Б: 2023. -С.131-136.

10. Укелеева, А. З. Исследование гранулометрического состава техногенных отходов Кадамжайского сурьмяного комбината [Текст] / А.З. Укелеева, Ч.К. Шапакова, Ж.Ж. Жусупова, Б. Мурзубраимов, Э.М. Ысманов // Бюллетень науки и практики. – Нижневартовск: 2023. – Т. 9, № 5. – С. 395-399. https://www.elibrary.ru/item.asp?id=53815368

11. Малышев, А.Ю. Глубокая отчистка серы от углерода и селена методом противоточной кристаллизации из расплава [Текст] / А.Ю. Малышев // Вторая Нижегородская сессия молодых ученых. Тезисы и докладов. Нижний Новгород:1997. - 174 с.

12. Зорин, А.Д. Способ компостирования и очистки аморфного мышьяка [Текст] / А.Д. Зорин, У.Н. Каратаев, Л.Н. Степанова, Ю.В. Силоров, В.И. Сиднев, А.М. Косяк, В.П. Капашин, В.И. Холостов, А.Д. Анастасов // Патент Ru 2170279.2001.

13. Пашков, В.М. Глубокая очистка мышьяка методом направленной кристаллизации [Текст] / В.М. Пашков // Высокочистые вещества. -М:1988. -№1. - С.123-126.

14. Касымалиев Д.Б. Исследования по подбору смесей для закладочного материала в горной промышленности [Текст] / Д.Б. Касымалиев // Известия КГТУ.- Бишкек:2024.- №2(72). С.1037-1043.

УДК 624.131.43 DOI:10.56634/16948335.2026.1.104-108

К.Ж. Усенов, М.А. Иманкулов, С.Ж. Куваков
Жалал-Абад мамлекеттик университети, Манас, Кыргыз Республикасы
Жалал-Абадский государственный университет, Манас, Кыргыз Республика

K.Zh. Usenov, M.A. Imankulov, S.Zh. Kuvakov
Jalal-Abad state university, Manas, Kyrgyzstan
stalbekuvakov@gmail.com

НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ОПОЛЗНЕОПАСНОГО СКЛОНА В ВБЛИЗИ БАССЕЙНА КЕК-АРТ СУЗАКСКОГО РАЙОНА

СУЗАК РАЙОНУНУН КӨК-АРТ БАССЕЙНИНИН ЖАНЫНДАГЫ ЖЕР КӨЧКҮ КОРКУНУЧУ БАР ТООНУН ЧЫҢАЛГАН-ДЕФОРМАЦИЯЛАНГАН АБАЛЫ

STRESS-STRAIN STATE OF A LANDSLIDE-PRONE SLOPE IN THE VICINITY OF THE KUGART BASIN OF THE SUZAK REGION

Биз Сузак районунун Кара-Март айылындагы калктуу конуштун жер көчкү коркунучу бар участокторунун бирин карап чыктык, ал изилдөөчүлүк мамилени талап кылат, тактап айтканда, туруктуулукту жана чыңалган-деформацияланган абалды баалоо боюнча. Иште Жалал-Абад облусунун Сузак районунун Көк-Арт дарыясынын бассейнине жакын жердеги жер көчкү коркунучу бар эңкейиштин чыңалган-деформацияланган абалы талданды. Плаксис программасынын жардамы менен компьютердик симуляциянын жыйынтыктарынын негизинде Изолиний жана деформациялык мүнөздөмөлөр түрүндө стресс бөлүштүрүүлөр алынган.

Түйүндүү сөздөр: *жер көчкү, чыңалуу-деформацияланган абал, жантайыш, физикалык-механикалык касиеттер, ТКК программасы, компьютердик моделдөө, стресс изолиниялары, жантайма деформация.*

Нами рассмотрены один из оползнеопасных участков населённого пункта села Кара-Март Сузакского района, который требует исследовательского подхода, а именно, по оценке устойчивости и напряжённо-деформированное состояние. В работе анализировано напряженно-деформированное состояние оползнеопасного склона вблизи бассейна реки Кек-Арт Сузакского района Жалал-Абадской области. На основе результатов компьютерного моделирования с помощью программы Plaxis, были получены распределения напряжений в виде изолинии и деформационные характеристики.

Ключевые слова*: оползень [10], напряженно-деформированное состояние, склон, физико-механические свойства, программа Plaxis, компьютерное моделирование, изолинии напряжений, деформация склона.*

We examined a landslide-prone section of the village of Kara-Mart in the Suzak district, which requires a research approach, specifically assessing its stability and stress-strain state. This paper analyzes the stress-strain state of a landslide-prone slope near the Kek-Art River basin in the Suzak district of the Jalal-Abad region. Using computer modeling results from Plaxis, we obtained stress distributions in the form of isolines and deformation characteristics.

Key words*: landslide, stress-strain state, slope, physical and mechanical properties, Plaxis program, computer modeling, stress isolines, slope deformation.*

По данными Министерства чрезвычайных ситуации Кыргызской Республики на сегодняшний день в Кыргызстане насчитывается более 4000 оползнеопасных участков, из

которых более 1100 участков угрожают населённым пунктам и объектам, и, где существует угроза схода оползней. 93% таких участков расположены в Ошской и Джалал-Абадской областях страны. В оползнеопасных зонах расположены 543 населённых пункта и более 320 различных объектов. Известный факт, что оползневые процессы связаны с нарушением равновесия склонов под действием силы тяжести, когда удерживающие силы (прочность пород) оказываются меньше сдвигающих. Ключевыми причинами являются чрезмерное увлажнение (обильные осадки, паводки, таяние снега), сейсмическая активность (землетрясения), эрозия (подмыв склона водой), выветривание горных пород и антропогенная деятельность (строительство, неправильное землепользование), а также изменение формы и высоты склона при проведении геотехнических мероприятий (обнажения основания и борта склона для строительства автомобильных дорог, сооружение тоннелей, строительство котлованов и карьеров и т.д.).

Один из оползнеопасных участков расположен в селе Кара-Март Сузакского района Жалал-Абадской области, который расположен вдоль бассейна реки Кек-Арт и требует детального изучения напряжённо-деформированного состояние. Тем самым есть основания считать данную тему актуальной.



Рисунок 1 - Оползнеопасные участки в селе Кара-Март Сузакского района

Для оценки напряжённого состояния и устойчивости склонов требуется базовые физико-механические свойства грунтов и инженерно-геологический разрез рассматриваемого участка. Нами отобраны образцы грунтов (рис. 2-3.) и проведены лабораторные испытания грунтов по определению физико-механических свойств грунтов, а точнее: объёмный вес 172 кН/м3, модуль упругости 1,360E+05 кН/м2, коэффициент Пуассона 0,27, сцепление 2100 кН/м2, угол внутреннего трения 29 град.


Рисунок 2 - Оползнеопасный участок


Рисунок 3 - Отбор проб грунта методом режущего кольца

На основе полученных данных и инженерно-геологического разреза переходим к компьютерному моделированию оползнеопасного участка с помощью программы Plaxis, основанное на численном методе – методе конечных элементов [1-3]. Подробные данные по компьютерному моделированию можно ознакомиться в трудах [6-8]. Геометрические параметры исследуемого объекта показаны на рисунке 4. Отметим, что зона 1 – является сошедшим участком. Если склон в естественном состоянии имел угол наклона 37 градусов, то после оползня угол наклона стал крутым – 58 градусов, тем самым создавая ещё более благоприятное условие к новым оползневым процессам.

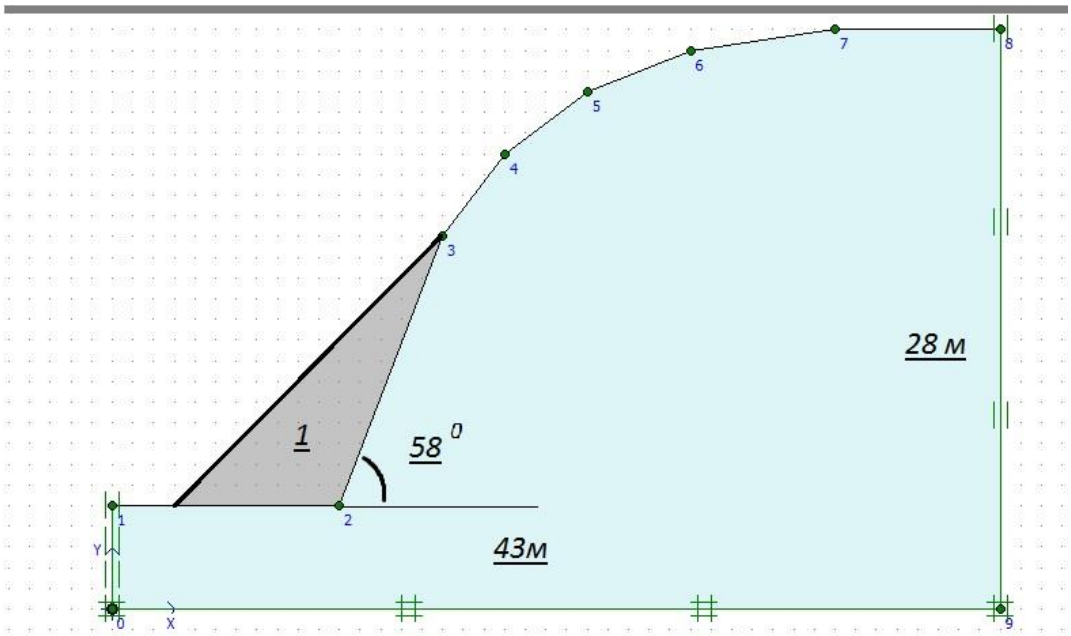


Рисунок 4 - Геометрическое параметры оползнеопасного участка

Данный инженерно-геологический разрез был смоделирован с 15-узловыми 686 треугольными элементами с количеством узлов 5641, а длина сторон треугольных элементов составило 1,32 м. Как видно на рисунке 5 наблюдается зоны просадки на высотной отметке 25-28 метров и смещение узлов треугольных элементов в сторону зоны контакта борта склона с основанием поверхности. На основе компьютерного моделирования получили, что максимальные сжимающие главные напряжения образуются под основанием зоны контакта склона с поверхностью основания на координатных точках от (x=10; y=3,5) до (x=19; y=13). На этих точках максимальное значение достигло 1935кН/м2.

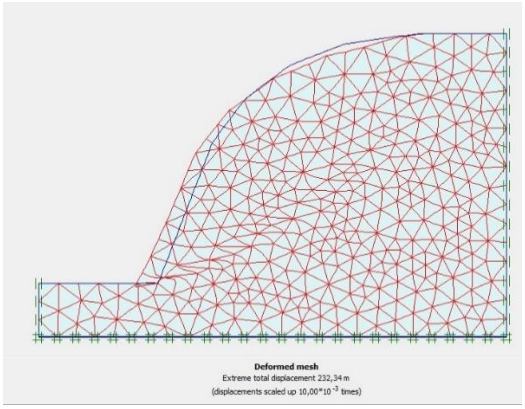


Рисунок 5 - Деформированное состояние склона

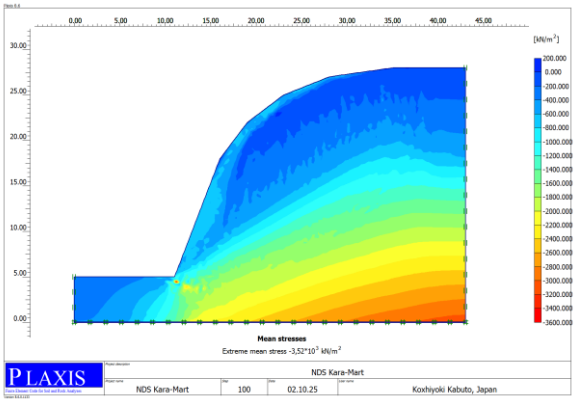


Рисунок 6 - Главные напряжения

Распределения горизонтальных и вертикальных напряжений показаны на рисунках 7 и 8. Концентрацию горизонтальных сжимающих напряжений можно наблюдать в зоне контакта борта склона с основанием поверхности (см рис. 7), которые достигают 2880 кН/м2. В правой части рисунка 8 наблюдается равномерное распределение вертикальных сжимающих напряжений, значения которых изменяются от 3480 кН/м2 до 4550 кН/м2. В зоне контакта борта склона с основанием поверхности наблюдается скачок вертикальных сжимающих напряжений, значения которых резко изменяется от 443 кН/м2 до 1320 кН/м2.

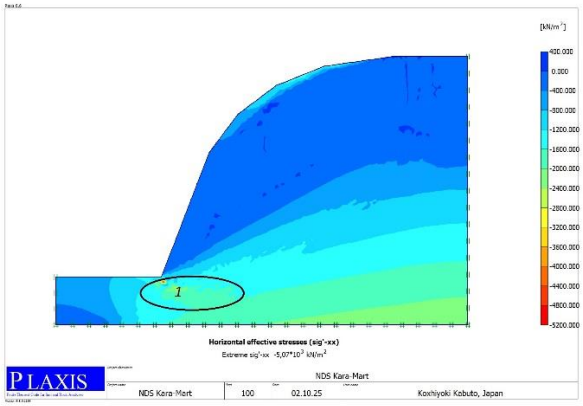


Рисунок 7 - Распределение горизонтальных напряжений

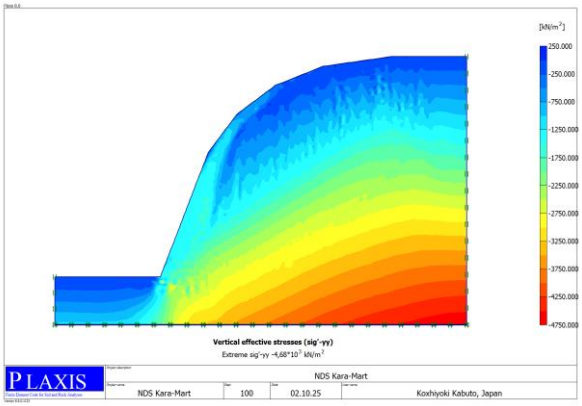


Рисунок 8 - Распределение вертикальных напряжений

На основе анализа получили следующие выводы:

1. По деформационным характеристикам выявили, что вектор узлов треугольных элементов плавно направлены в сторону основания поверхности, которая находится на отметке 7 - 11 м;
2. Наблюдается просадка поверхности склона на высотной отметке 25-28 м параллельно оси гравитации;
3. Концентрация напряжений наблюдается в зоне контакта борта склона с основанием поверхности на высотной отметке 5м.
4. Данный объект нуждается в дополнительных исследованиях – геомеханической оценке устойчивости, о которой детально можно ознакомиться в трудах [4, 5, 9].

В итоге отметим, что работа была проделана в рамках финансовой поддержки Министерства науки, высшего образования и инновации Кыргызской Республики, которому авторы выражают глубокую благодарность.

Список литературы

1. Усенов, К.Ж. Исследование напряженного состояния прибортового массива и дна карьера условиях комбинированной разработки рудных месторождений [Текст] / К.Ж. Усенов, Ж.Б. Шамиев // Современные проблемы механики. –Б: 2020. – 41(3). –с. 239-243.

2. Усенов, К.Ж. Исследование напряженного состояния прибортового массива пород при ведении горных работ в направлении от лежачего бока к висячему [Текст] / К.Ж. Усенов, Ж.Б. Шамиев // Современные проблемы механики. – Б:2020. – 41(3). –с. 272-276.

3. Кожогулов, К.Ч. Компьютерное моделирование напряженно-деформированного состояния неоднородных массивов рудных месторождений Кыргызстана [Текст] / К.Ч. Кожогулов, К.Ж. Усенов, А.П. Алибаев, С.Ж. Куваков // Современные проблемы механики. – Б:2020. – 41(3). –с. 83-90.

4. Кожогулов, К.Ч. Влияние строения прибортового массива на устойчивость бортов нагорных карьеров при разработке золоторудных месторождений Кыргызстана [Текст] / К.Ч. Кожогулов, О.В. Никольская, Г.А. Кадыралиева // Фундаментальные и прикладные вопросы горных наук. – Б:2021. – 8(1). – с. 97-101.

5. Кожогулов, К.Ч. Оценка влияния блочного строения массива на устойчивость бортов нагорных карьеров [Текст] / К.Ч. Кожогулов, О.В. Никольская, Г.А. Кадыралиева // Современные проблемы механики. – Б:2021. – 44(2). –с. 40-47.

6. Абдылдаев, К.К. Математическое моделирование напряженно-деформированного состояние прибортовых массивов однородного сложения [Текст] / К.К. Абдылдаев, С.Ж. Куваков, Т. Курманбек уулу // Горная промышленность. – Б:2017. – 1(131). –с. 91-93.

7. Абдылдаев, К.К. Исследование физико-механических свойств на различных глубинах и анизатропии горных пород месторождения макмал [Текст] / К.К. Абдылдаев, С.Ж. Куваков, Т. Курманбек уулу // Горная промышленность. – Б:2017. – 1(131). –с. 93-95.

8. Кожогулов, К.Ч. Моделирование напряженного состояния подкарьерных запасов прикомбинированной разработке рудных месторождений [Текст] / К.Ч. Кожогулов, С.Ж. Куваков // Фундаментальные и прикладные вопросы горных наук. – Б:2015. – 2(2). –с. 14-18.

9. Усенов, К.Ж. Сравнительный анализ методов расчёта запаса устойчивости бортов нагорных карьеров [Текст] / К.Ж. Усенов, А.П. Алибаев, М.А. Иманкулов, С.Ж. Куваков // Вестник Жалал-Абадского государственного университета. – Жалал-Абад: 2021. – 4(49). –с. 224-229.

10. Джаманбаев М.Дж. Расчет устойчивости ополневого склона методом FP в Сузакском районе Кыргызстана [Текст] / М.Дж.Джаманбаев, С.Б.Омуралиев, Г.Н. Фалалеев // Известия КГТУ. - Бишкек:2024. - № 1 (69). - С. 45-51.

УДК 632.95:504.4(575.2) DOI:10.56634/16948335.2026.1.109-114

[1] Ч.К. Шапакова, [2]Д.А.Маширов, [3]Н.К.Жумабеков
И. Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы
КГТУ им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика

[1]Ch. K. Shapakova, [2]D. A. Mashirov, [3]N.K. Zhumabekov
I. Razzakov KSTU, Bishkek, Kyrgyz Republic
[1]chynara.shapakova@kstu.kg, [2]docturbai.mashirov @kstu.kg, [3]zhumabekov @kstu.kg
[1]ORCID: 0000-0002-0260-8875

ПЕСТИЦИДДЕРДИН КЫРГЫЗСТАНДЫН СУУ РЕСУРСТАРЫНА ТИЙГИЗГЕН ТААСИРИ

ВЛИЯНИЕ ПЕСТИЦИДОВ НА ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ КЫРГЫЗСТАНА

THE IMPACT OF PESTICIDES ON WATER RESOURCES IN KYRGYZSTAN

Бул изилдөөдө Кыргызстандын аймагындагы суу экосистемаларына пестициддердин тийгизген таасири каралат. Айыл чарбада колдонулган химиялык пестициддердин калдыктары топурак аркылуу жер үстүндөгү жана жер алдындагы сууларга өтүп, биосферанын сапатына жана адам саламаттыгына терс таасирин тийгизет. Изилдөөнүн негизинде ичүүчү сууда пестициддердин жок экендиги аныкталды, ал эми Чүй дарыясынан алынган суулардын үлгүлөрүндө айрым органикалык хлордуу пестициддердин калдыктары бар экендиги аныкталган.

Түйүндүү сөздөр: *пестициддер, суу экосистемасы, органикалык хлордуу пестициддер, Кыргызстан.*

В этой статье рассматривается влияние пестицидов на водные экосистемы Кыргызстана. Остатки химических пестицидов, используемых в сельском хозяйстве, проникают в почву и воду, оказывая негативное влияние на биосферу и здоровье человека. Исследование не выявило пестицидов в питьевой воде, тогда как пробы воды, взятые из реки Чу, содержали остатки некоторых хлорорганических пестицидов.

Ключевые слова: *пестициды, водная экосистема [6], органохлорные пестициды, Кыргызстан, экология.*

This article examines the impact of pesticides on the water ecosystems of Kyrgyzstan. Residues of chemical pesticides used in agriculture pass through soil and water, negatively affecting the biosphere and human health. The study found no pesticides in the drinking water, while water samples taken from the Chui River contained residues of some organochlorine pesticides.

Key words: *pesticides, water ecosystem, organochlorine pesticides, Kyrgyzstan, ecology.*

Кыргызстанда айыл чарба экономикасынын өнүгүшү менен пестициддерди колдонуу интенсивдүүлүгү өсүп жатат. Кыргызстанда дүйнөдө кеңири колдонулган негизги класстар колдонулат: инсектициддер (органофосфаттар, пиретроиддер), гербициддер (мисалы, глифосат түрүндөгү препараттар), фунгициддер, карбаматтар, ошондой эле айрым жерлерде десикант, дефолиант сыяктуу атайын препараттар колдонулат. Мамлекеттик каталогдо 272 ден ашык препараттар каттоодон өткөн. Алардын ичинде айрымдары “өтө коркунучтуу” деп эсептелген болжол менен 129 препарат белгиленген. Бул — өлкөдө колдонулуп жаткан ар түрдүү пестициддердин кең спектрин көрсөтөт. Эски пестициддердин запастары (пестициддер сакталган кароосуз калган складдар, аларды туура эмес ташуу жана туура эмес жок кылуунун негизинде — баарысы топуракка, сууларга жана абага түздөн-түз таасир этүүдө. Бул маселеге

өкмөт жана эл аралык уюмдар (FAO, UNEP, GEF, Eco-Expertise, IPEN) эски пестициддерди инвентаризациялоо, коопсуз сактоо жана жоюу иштери боюнча программаларын ишке ашырууда. Азыркы убакта улуттук инвентаризациянын жыйынтыгы боюнча 4500 тоннага чейинки эски пестициддер табылган. Бул — экологиялык жактан өтө татаал, актуалдуу маселе болуп саналат. Бул химиялык заттардын топурак жана суу экосистемасына өтүшү өлкө экологиясы үчүн олуттуу көйгөй жаратат. Мурдагы изилдөөлөр көрсөткөндөй, Кыргызстандагы айрым аймактарда, айрыкча Чүй жана Жалал-Абад облустарында, органикалык хлордуу пестициддердин (мисалы ДДТ) калдыктары табылган [1]. Дүйнөлүк Саламаттык Сактоо Уюмунун маалыматына ылайык, ичүүчү сууда пестициддердин максималдуу жол берилүүчү концентрациясы 0.005–0.010 мг/лден ашпашы керек [1]. Чүй дарыясы - Кыргызстандын Чүй өрөөнүндөгү эң ири суу системасына кирет. Анын суусунун химиялык курамынын калыптанышы табигый факторлордун жана адамдын антропогендик ишмердүүлүгүнүн таасири астында жүрөт. Химиялык курамы боюнча Чүй дарыясынын суусу гидрокарбонаттык класска, кальций ионун кармаган суулардын тобуна кирет. Ортоңку жана төмөнкү агымдарында сульфат-иондордун көбөйүшү байкалат. Суунун минералдашуу деңгээли жылдын ичинде гидрологиялык режимге жараша 173 мг/л ден 412 мг/л ге чейин өзгөрүп турат [2]. Иондордун жалпы көлөмү дарыянын агымы боюнча төмөн жакка карай көбөйүп, эң жогорку көрсөткүч Нижне-Чуйск айылынын тушунда 412 мг/л ге жетет. Суунун катуулугу 2,69–5,19 ммоль/л чегинде болгон. Кычкылтек режими жыл ичинде канааттандырарлык деп бааланган — эриген кычкылтектин көлөмү 8,57–11,94 мг/л (0,70–0,50 ПДК) чегинде байкалган [2,3]. Суунун кычкылтек менен каныккандыгы 88–99 % ды түзгөн.

Изилдөөнүн методикасы.

Изилдөөнүн үлгүлөрү Чүй өрөөнүндөгү үч аймактан алынды: 1) Токмок шаарынын ирригациялык каналы; 2) Аламүдүн дарыясы; 3) Сокулук айылындагы Батыш ЧЧК суусу.

Пестициддердин изилдөө ыкмасы негизинен газ хроматографиялык ыкма менен жүргүзүлдү [2-4]. Пестициддерди аныктоо – бул суу, топурак, азык-түлүк жана биологиялык объекттердеги пестицид калдыктарынын концентрациясын так өлчөөчү аналитикалык процесс. Методиканын негизги максаты – адамдын ден соолугуна жана айлана-чөйрөгө коркунуч келтире турган деңгээлдерди аныктоо жана аларды регламенттер менен салыштыруу.

1. Үлгү алуу (Сэмплирование) Пестициддерди аныктоонун тактыгы үлгүнү туура алуу менен тыгыз байланышта ошондуктан суу үлгүлөрү: агым багытында, орто тереңдиктен, таза айнек бөтөлкөлөргө (1000 мл) алынды. Толугу менен толтурулат (аба калбашы керек). Органикалык пестициддерге консервант талап кылынбайт. Глифосатты аныктоо максатында pH ≈ 2 болуусу үчүн HCl кошулат. Үлгү 4°C температурада сакталат жана 24–48 саат ичинде анализге жеткирилет. 2.Алынган суу үлгүлөрү алдын ала даярдоодон өтөт [2-4]. Үлгү 0.45 μm мембраналык фильтр аркылуу чыпкаланды. 3.Андан кийин экстракцияланат: Суюктук–суюктук экстракциясын тандайбыз. Органохлор жана органофосфор пестициддер үчүн классикалык ыкма болуп саналат. Ал үчүн 500 мл суу үлгүсүн сепаратордук колбага куябыз жана гексан (50 мл × 2 жолу) кошуп, 5–10 минута катуу чайкайбыз. Катмарлар бөлүнгөндөн кийин органикалык фазаны чогултуп аны Na_2SO_4 менен кургатып алып ротордук буулантқыч менен 2–5 млге чейин концентрациялап анан анализге жөнөттүк.

Андан кийин алынган жыйынтыктарды эсептеп, суунун сапатын баалоо үчүн алынган маалыматтар чектүү деңгээлдеги концентрациянын (ЧДК**)** маанилери менен салыштырылды.

Суу объектилерине карата ЧДК ч-и – бул чарбалык-ичүүчү жана маданий-тиричилик муктаждыктары үчүн колдонулуучу суу объектилериндеги чектүү деңгээлдеги концентрация, ал эми ЧДК б-ч – балык чарбачылыгында пайдаланылуучу суу объектилериндеги чектүү деңгээлдеги концентрация болуп саналат. $БКК_5$, аммоний азоту жана нитрит азоту үчүн алардын маанилери 1-таблицада келтирилген.

1 - таблица. Чектүү деңгээлдеги концентрациянын (ЧЖК) маанилери

Көрсөткүчтөр	ЧЖКб.- ч.	ЧЖКч.- и.
$БКК_5$	3,0	6,0
Аммоний азоту	0,39	2,0
Нитрит азоту	0,02	1,0

Чүй дарыясынан алынган суулардын анализин $БКК_5$, аммоний азоту жана нитрит азотуна анализдер жүргүзүлгөн.

2 -таблица. Чүй дарыясынын 5 суткадагы биохимиялык кычкылтек керектөөсү, мг /л,

Суунун үлгүсү алынган жерлер	**24ж.**	**ж**
Токмок ш., шаардан 1,0 км жогору		
Токмок ш., шаардан 0,5 км төмөн		
Аламүдүн дарыясынын жогору агымы Бишкек ш. 1км жогору		
Аламүдүн дарыясынын жогору агымы Бишкек ш. 2км төмөн		
Сокулук айылындагы Батыш ЧЧК, 0,8 км төмөна		

Эң жогорку маани Аламүдүн дарыясынын куймасынан төмөн (1,67 мг/л) байкалган – бул Бишкек шаарынын саркынды сууларынын таасири менен түшүндүрүлөт.2024-жылдан 2025-жылга чейин бардык пункттарда $БКК_5$ бир аз жогорулаганы байкалат (ортолочо +6,8%). Бул органикалык булгануунун акырындык менен күчөшүн көрсөтөт. Аммоний иондорунун жогору концентрациясы, негизинен, түйүн суу жана айыл чарба калдыктарынын таасиринен улам, суулардын булгануу процессин көрсөтөт. Ал суу объекттеринин санитардык абалынын начарлашын чагылдырган индикатордук көрсөткүч катары колдонулат.

3 – таблица. Аммоний жана нитрит иондорунун анализи

Суунун үлгүсү алынган жерлер	**NH^+_4**	**NO^-_2**
Токмок ш., шаардан 1,0 км жогору	0,53	0,004
Токмок ш., шаардан 0,5 км төмөн	1,25	0,023
Аламүдүн дарыясы, Бишкек ш. 1км жогору	1,29	0,013
Аламүдүн дарыясы, Бишкек ш. 2км төмөн	1,67	0,016
Сокулук айылындагы Батыш ЧЧК, 0,8 км төмөн	0,89	0,019

Бардык өлчөө пункттарында балык чарба нормасынан (0,39 мг/л) 1,36–4,3 эсеге ашкан. Эң жогорку маани – Бишкектин төмөн жагында (1,67 мг/л) – шаардык саркынды суулардын тазаланбай түз агып жатканын далилдейт. Токмок шаарынын да таасири ачык көрүнүп турат (шаардан төмөн – 3,2 эсе ашык). Нитрит азоту (NO_2^-). Бир гана пунктта (Токмок шаарынан 0,5 км төмөн) балык чарба нормасынан бир аз ашкан (0,023 мг/л). Башка жерлерде нормада. Бул аммонийдин жарым-жартылай нитрификацияланганын көрсөтөт. Чүй дарыясынын изилденген участогунда эң чоң көйгөй – аммоний азотунун жогорку концентрациясы. Бул суунун санитардык абалынын начарлаганын жана эвтрофикация коркунучун күчөтөт. Андан кийин биз Чүй облусунун ичүүчү сууларына (гексахлорбензол, гептахлор, ГХЦГ, ДДТ) анализ

жүргүздүк. Себеби, бул пестициддер Кыргызстанда жана Борбор Азияда эң көп колдонулган жана эң коркунучтуу туруктуу органикалык булгоочу заттар (ТОБЗ) болуп саналат [5]. Бул заттар жерде, сууда, топуракта 50–100 жылга чейин сакталып калат. Алар Стокгольм конвенциясынын тиркемесиндеги “12 эң коркунучтуу” (Dirty Dozen) заттардын тизмесине кирет. Конвенцияга ылайык, биздин өлкө жыл сайын ушул 12 заттын (анын ичинде бул төртөөнүн) калдыктарын көзөмөлдөп турат.

4 – таблица. Пестициддердин ичүүчү суудагы анализи

Пестициддер	Анализдин жыйынтыгы, мг/дм^3	ЧДК (норма)
Гексахлорбензол	0,0001	0,0002
Гептахлор	0,00002	0,0005
ГХЦГ (гексахлоран),	0,0001	0,0005
ДДТ дихлордифенилтрихлорэтан	0,0001	0,0005

Биздин изилдөөлөрдүн жыйынтыгында ичүүчү сууда пестициддердин кармалышы нормадан ашкан эмес.

Жыйынтыктар көрсөткөндөй, айрым дарыялар менен каналдарда пестицид калдыктарынын деңгээли дүйнөлүк санитардык нормалардан жогору. Айрыкча ДДТ жана глифосат концентрациясы Дүйнөлүк саламаттык сактоо уюмунун (ДСУ) нормасынан ашып түшкөн учурлар катталган. Бул көрүнүш айыл чарба аймактарынан агып түшкөн ирригациялык суулар аркылуу пестициддердин дарыяларга жана каналдарга өтүп жатканын тастыктайт. Эл аралык уюмдар тарабынан жүргүзүлгөн изилдөөлөр да ушуга окшош корутундуларды көрсөткөн — пестицид калдыктары өзгөчө интенсивдүү дыйканчылык жүргөн аймактардын айланасында суунун сапатына терс таасир берет [1,3,5]. Микробиологиялык анализдер [2], көрсөткөндөй: Пестициддердин сууларда топтолушу микрофлоранын ар түрдүүлүгүн азайтат; биологиялык өзүн-өзү тазалоо процесси жайлап, органикалык заттардын бузулуу ылдамдыгы төмөндөйт; нитрификация жана денитрификация процесстеринде активдүүлүк кыскарат, бул суунун жалпы сапатына таасирин тийгизет.

Төмөндөгү таблицада изилденген аймактардан алынган суу үлгүлөрүнүн пестицид курамы жана алардын ДСУ стандарттары менен салыштырмасы берилет:

5 – таблица. Пестициддердин концентрациясы боюнча алынган маалыматтар

Үлгү алынган жер	Пестициддин түрү	Концентрация (мг/л)	Бүткүл дүйнөлүк саламаттык сактоо уюмуеу стандарты (мг/л)	Баа берүү
Токмок каналы	ДДТ	0.007	0.005	Чектен ашкан
Аламүдүн суусу	Глифосат	0.013	0.010	Чектен ашкан
Сокулук айылындагы Батыш ЧЧК, 0,8 км төмөн	2,4-Д	0.002	0.03	Нормада

Бул таблицада көрүнүп тургандай Токмок каналындагы ДДТ (0.007 мг/л), ал эми Дүйнөлүк саламаттык сактоо уюмунун чеги боюнча: 0.005 мг/л, жыйынтыгы 40%ге жогору экендиги анын бул аймакта мурдагы пестицид кампаларынын калдыктары, эски агрохимикаттардын топтолгон жерлердин болушу мүмкүн экендиги менен аныкталат. ДДТ —

Кыргызстандын аймагында көп жылдык көйгөй болуп келген туруктуу органикалык булганыч (ТОБ). Аламүдүн дарыясындагы глифосат (0.013 мг/л), ал эми Дүйнөлүк саламаттык сактоо уюмунун чеги боюнча: 0.010 мг/л, жыйынтыгы: 30%га жогору. Бул аймакта гербициддердин активдүү колдонулушу, өзгөчө жаз–жай мезгилинде, суунун сапатына түз таасир эткени байкалат. Сокулуктагы 2,4-Д (0.002 мг/л) Дүйнөлүк саламаттык сактоо уюмунун чеги боюнча: 0.03 мг/л. Бул болсо нормада экендигин аныктайт, б.а. адам саламаттыгы үчүн коркунуч жок. Бирок 2,4-Д – фитоуулар үчүн катуу реакция бере турган зат, өсүмдүктөр жана балыктар үчүн узак мөөнөттүү таасирлери болушу мүмкүн.

Жыйынтык.

Кыргызстандын аймагында жүргүзүлгөн акыркы экологиялык жана санитардык-химиялык изилдөөлөр пестициддердин айлана-чөйрөгө тийгизген таасири олуттуу экологиялык маселе бойдон калып жатканын көрсөттү. Айрым дарыяларда, сугат каналдарында жана жер астындагы сууларда пестицид калдыктарынын чектен ашкан учурлары аныкталып, бул көрүнүш негизинен айыл чарба тармагында химиялык каражаттарды көзөмөлсүз жана нормадан ашык колдонуу, ошондой эле эски пестициддердин калдыктарын туура эмес сактоо жана жок кылуу практикалары менен байланыштуу экени белгиленди. Мындай шартта калктын саламаттыгына, биотүрдүүлүккө жана суунун экологиялык коопсуздугуна байланышкан тобокелдиктер өсүп жатат. Маселени системалуу чечүү үчүн төмөнкү стратегиялык чаралар өзгөчө маанiге ээ:

1. Пестициддердин мамлекеттик каталогу жана реестрин актуалдаштыруу жана ачык көрсөтүү.
2. Катталган препараттар, алардын коркунуч класстары, чектөөлөрү жана колдонуу эрежелери фермерлер үчүн жеткиликтүү болушу — коопсуз жана туура пайдалануунун негизги шарты.
3. Эски жана жараксыз пестицид запастарын коопсуз жоюу.
4. FAO долбооорлору сунуш кылган ыкмалар боюнча эски кампаларды инвентаризациялоо, кооптуу калдыктарды стандартка ылайык утилдештирүү жана алардын кайра чогулуусун алдын алуу — айлана-чөйрөнү коргоонун маанилүү кадамы.
5. Фермерлерди жана агро-кооперативдерди окутуу.
   Пестициддерди туура колдонуу, сактоо, ташуу, коргонуу чаралары жана биологиялык альтернативаларды (биопестициддер, интеграцияланган зыянкечтерге каршы күрөш – IPM) колдонууга үйрөтүү — химиялык жүктү азайтуунун эң натыйжалуу механизмдеринин бири. (eco-expertise.org)
6. Суунун сапатын жана топурактын абалын үзгүлтүксүз лабораториялык мониторингден өткөрүү.
7. ISO/IEC 17025 стандартына ылайык иштеген лабораториялардын санын жана мүмкүнчүлүгүн кеңейтүү; суу, топурак жана айыл чарба продукциясындагы пестицид калдыктарын анализдөөнү системалуу жүргүзүү — эрте эскертүү жана тобокелдиктерди башкаруу үчүн зарыл шарт.

Жогорудагы чараларды комплекстүү түрдө ишке ашыруу пестициддерден келип чыккан экологиялык коркунучтарды азайтып, Кыргызстандын суу булактарын, айыл чарба ландшафттарын жана калктын ден соолугун коргоодо маанилүү роль ойнойт. Ошондой эле экологиялык таза жана туруктуу айыл чарба практикаларына өтүү өлкөнүн азык-түлүк коопсуздугун камсыздоого жана экспорттук потенциалын жогорулатууга өбөлгө түзөт.

Адабияттар тизмеси

1. Экоэкспертиза. Заключительный отчет: Инвентаризация устаревших пестицидов, Кыргызстан (Проект ГЭФ) Эко-Экспертиза. — Бишкек, Кыргызстан: Эко-Экспертиза, 2022 [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://eco-expertise.org/wp-content/uploads/2022/06/GEF-ID-5000-Final-report-obsolete-pesticide-inventory-Kyrgyzstan-V2.2_Optimized.

2. Тойчуев, О. Оценка и обзор участков, загрязненных хлорорганическими пестицидами (СОЗ) в Кыргызстане [Текст] / О. Тойчуев, Ф. Ван, Дж. Малдер // Environmental Science and Pollution Research. — 2018. — Vol. 25. — P. 12345–12357 [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://doi.org/10.1007/s11356-018-1223-2.

3. Доолоткельдиева, Т. Структура микробного сообщества в почвах Кыргызстана, загрязненных пестицидами [Текст] / Т. Доолоткельдиева, З. Кадырова, К. Абдрахманов // Frontiers in Microbiology. — 2017. — Vol. 8. — P. 1225 [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.01225.

4. ФАО. Пилотный проект: Сбор и безопасная утилизация тары из-под пестицидов в Кыргызстане Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций. — 2025 [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.fao.org/kyrgyzstan/news/detail-events/ru/c/1813893/

5. Всемирная организация здравоохранения. Руководство по качеству питьевой воды (4-е изд.) Всемирная организация здравоохранения. — Женева, Швейцария: Издательство ВОЗ, 2017 [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://cdn.who.int/media/docs/default-source/wash-documents/water-safety-and-quality/dwq-guidelines-4/gdwq4-with-add1-title.pdf

6. Абдурахмонова Г.А. Оценка водных ресурсов и промышленных источников загрязнения в Баткенской области [Текст] / Г.А. Абдурахмонова, М.Б. Назымов // Известия КГТУ. - Бишкек:2023. - № 3 (67). – С.1563-1569.

МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «ДИАЛОГ НАСЛЕДИЯ ИННОВАЦИЙ В ДИЗАЙНЕ АРХИТЕКТУРНОЙ СРЕДЫ» В РАМКАХ МЕРОПРИЯТИЙ «ДНИ НАУКИ – 2025»

УДК 725.9 DOI:10.56634/16948335.2026.1.115-122

Д.Р.Абатова, С.Ж. Турикпенова
Л.Н.Гумилев атындагы Евразия улуттук университети, Астана, Казакстан Республикасы
Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Республика Казахстан

D.R. Abatova, S.Zh. Turikpenova
L. N. Gumilev Eurasian National UniversityAstana, Kazakhstan
abatovadil03@mail.ru turikpenova_szh@enu.kz

ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ РЫНКА МАЛЫХ АРХИТЕКТУРНЫХ ФОРМ И БЛАГОУСТРОЙСТВА В КАЗАХСТАНЕ

КАЗАКСТАНДАГЫ КИЧИ АРХИТЕКТУРАЛЫК ФОРМАЛАР ЖАНА КӨРКТӨНДҮРҮҮ РЫНОГУНУН АБАЛЫ

THE CURRENT STATE OF THE MARKET FOR SMALL ARCHITECTURAL FORMS AND LANDSCAPING IN KAZAKHSTAN

Макалада Казакстандагы кичи архитектуралык формалар жана көрктөндүрүү тармагынын учурдагы абалы каралат. Өлкөдөгү шаарлар менен калктуу конуштардын урбанистикалык өнүгүү багыттары талданып, шаардык чөйрөнү эстетикалык жана ыңгайлуу түзүүдө кичи архитектуралык объектилердин мааниси белгиленет. Мындан тышкары, өлкө ичиндеги жана чет өлкөдөгү тажрыйбалар салыштырылып, мындан аркы өнүгүүнүн келечектери жана көйгөйлөрү көрсөтүлөт. Автор Казакстанда кичи архитектуралык формаларды өнүктүрүү үчүн улуттук стандарттарды киргизүүнү, жергиликтүү өндүрүштү колдоону, экологиялык материалдарды пайдалануу, ошондой эле функционалдык жана инклюзивдүү дизайн чечимдерин кеңейтүүнү сунуштайт.

Түйүндүү сөздөр: *кичи архитектуралык формалар, көрктөндүрүү, урбанистика, коомдук мейкиндик, дизайн, эстетика, инновациялык чечимдер, Казакстан рыногу.*

В статье рассматривается современное состояние сферы малых архитектурных форм и благоустройства в Казахстане. Анализируются тенденции урбанистического развития городов и населенных пунктов страны, а также значение малых архитектурных объектов в формировании эстетичной и комфортной городской среды. Будет проведено сравнение отечественного и зарубежного опыта, обозначены перспективы и проблемы дальнейшего развития. Автор предлагает для развития малых архитектурных форм в Казахстане внедрить национальные стандарты, поддерживать местное производство, использовать экологичные материалы, а также расширять функциональные и инклюзивные дизайнерские решения.

Ключевые слова: *малые архитектурные формы, благоустройство, урбанистика, общественное пространство [8], дизайн, эстетика, инновационные решения, рынок Казахстана.*

The article examines the current state of the small architectural forms and landscaping sector in Kazakhstan. It analyzes urban development trends, the importance of architectural elements in creating comfortable and aesthetically pleasing public spaces, and the overall dynamics of the market. A comparison of domestic and international experience will be carried out, and the prospects and challenges for further development will be identified. The author proposes to develop small architectural forms in Kazakhstan by introducing national standards, supporting local production, using eco-friendly materials, and expanding functional and inclusive design solutions.

Key words: *small architectural forms, landscaping, urban design, public space, design elements, aesthetics, innovative solutions, Kazakhstan market.*

Введение. В настоящее время развитие и благоустройство городской среды в Казахстане является одним из приоритетных направлений социально-экономического и культурного развития страны. Активные процессы урбанизации, рост численности населения и территориальное расширение городов требуют пересмотра подходов к обеспечению качества жизни, сохранению экологического баланса и формированию эстетически привлекательной среды. В этом контексте развитие малых архитектурных форм и элементов благоустройства рассматривается как важный фактор, определяющий современный облик городов и создающий комфортные условия для проживания [1, с.2].

Малые архитектурные формы (МАФ) представляют собой совокупность элементов, дополняющих функциональную и художественную структуру городской среды. Они используются для оформления общественных и рекреационных пространств, организации потоков движения людей и формирования эстетической идентичности города. К ним относятся скамейки, уличные светильники, павильоны, информационные стенды, ограждения, а также оборудование детских и спортивных площадок. Эти элементы не только выполняют утилитарные функции, но и играют значимую роль в создании эмоционального комфорта и культурно-художественного облика городской среды.

За последние годы в Казахстане наблюдается активная реализация урбанистических проектов, направленных на обновление общественных пространств, благоустройство зон отдыха и создание экологически безопасной среды. Государственные программы «Комфортный город», «Smart City», «Зеленая зона», а также инициативы местных органов власти способствовали динамичному развитию производства малых архитектурных форм [2, с.222]. Кроме того, усилилась активность отечественных дизайнеров и производственных предприятий, растет интерес со стороны частного сектора к участию в проектах, связанных с городским благоустройством.

В архитектурно-строительной сфере усиливается ориентация на международный опыт. Использование экологически чистых материалов, внедрение энергосберегающих технологий и адаптация зарубежных урбанистических решений способствуют повышению качества отечественных проектов. Данные тенденции позволяют обновлять визуальный облик городов, формировать экологическую культуру и изменять отношение граждан к общественным пространствам.

Тем не менее, в развитии отрасли сохраняется ряд проблем. Среди них можно выделить отсутствие единой системы стандартов благоустройства, зависимость от зарубежных материалов и технологий, недостаточный уровень подготовки отечественных специалистов, а также применение некачественных материалов в отдельных регионах. В связи с этим комплексное исследование современного состояния рынка малых архитектурных форм и благоустройства в Казахстане приобретает особую актуальность. Такое исследование позволяет выявить структуру отрасли, определить тенденции и особенности её развития, а также на основе анализа отечественного и зарубежного опыта предложить эффективные пути совершенствования.

Основная цель данного исследования — провести анализ текущего состояния сферы малых архитектурных форм и благоустройства в Казахстане и определить перспективы её дальнейшего развития. Полученные результаты могут внести вклад в совершенствование

стратегического планирования в области урбанистики и дизайна, а также способствовать эффективной организации городской среды и повышению её эстетического уровня.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

- рассмотреть теоретические основы и понятийное содержание сферы МАФ;
- проанализировать структуру и особенности казахстанского рынка;
- провести сравнительный анализ отечественного и зарубежного опыта;
- охарактеризовать деятельность ведущих компаний и их инновационные решения;
- выявить актуальные проблемы и обозначить перспективные направления развития.

Методологическая основа исследования базируется на комплексном подходе, включающем теоретический анализ, сравнительно-аналитические и эмпирические методы.

В качестве теоретических источников использовались нормативно-правовые документы Республики Казахстан в области архитектуры и благоустройства, государственные программы развития городской среды, а также научные труды отечественных и зарубежных исследователей по урбанистике, архитектуре и дизайну.

Эмпирическая база исследования представлена данными статистических комитетов, отчетами местных исполнительных органов, материалами проектных организаций и аналитических агентств, специализирующихся на городском планировании и благоустройстве.

Тенденции развития рынка малых архитектурных форм и благоустройства в Казахстане: сравнительный анализ с международным опытом. В современный период малые архитектурные формы и сфера благоустройства становятся одной из ключевых составляющих урбанистического развития Казахстана. Усиление процессов урбанизации делает вопрос повышения качества городской среды и создания комфортных условий для жизни населения особенно актуальным. По данным исследователей Т. С. Тукпатуллина и Д. Панто, уже в 2007 году доля городского населения превысила 50 %, а к 2050 году ожидается рост этого показателя до приблизительно 66 % [3, с.165]. Подобные демографические и социальные изменения формируют новые требования к организации городской инфраструктуры и благоустройству территорий.

Малые архитектурные формы (МАФ) представляют собой важнейшие элементы, обеспечивающие гармоничное сочетание эстетики и функциональности городской среды. Они способствуют формированию удобного пространства, упрощают взаимодействие человека с окружающей средой и становятся неотъемлемой частью городской культуры. Такие объекты играют значимую роль в повседневной жизни горожан: создают условия для социальной коммуникации, укрепляют чувство общности и придают городу индивидуальный облик.

Несмотря на положительную динамику развития отрасли, в Казахстане сохраняются определённые проблемы. Среди них — отсутствие единых стандартов, несоответствие качества продукции установленным требованиям и слабая системность подходов. Многие отечественные производители используют местные материалы, однако не всегда соблюдают международные нормы экологической и эксплуатационной безопасности. В этой связи актуальным становится адаптация передовых методик и проектных принципов, применяемых в мировой урбанистической практике. Как отмечает кандидат сельскохозяйственных наук Н. В. Корягина, «основная цель благоустройства городов заключается в создании комфортных и благоприятных для здоровья условий проживания населения» [4, с.52]. Данное утверждение может служить ориентиром для формирования современного подхода к проектированию общественных пространств в казахстанских городах.

Международный рынок малых архитектурных форм и благоустройства отличается высоким уровнем инновационности и постоянным обновлением решений. Зарубежный опыт демонстрирует интеграцию эстетических, социальных и технологических функций, что может стать примером для Казахстана. Так, в европейских странах малые архитектурные формы рассматриваются не просто как элементы декора, а как важные компоненты городской экосистемы, способствующие социальной инклюзии и устойчивому развитию. Компании KOMPAN (Дания) и Lappset Group (Финляндия) признаны лидерами в данной сфере. Они

разрабатывают продукцию из экологически чистых материалов, уделяя особое внимание созданию доступной и безопасной среды для детей, пожилых людей и граждан с ограниченными возможностями. Подобный подход отражает современные тенденции инклюзивного урбанизма, который постепенно получает развитие и в Казахстане.

Особое внимание заслуживает опыт компании KOMPAN, чьи игровые и рекреационные зоны проектируются с учётом возрастных особенностей детей и потребностей людей с ограниченной подвижностью (см. рисунок 1). В подобных пространствах предусмотрены специальные пешеходные маршруты, тактильные направляющие элементы и сенсорные зоны. Эти решения способствуют формированию инклюзивной среды и обеспечивают равные условия пользования городским пространством для всех категорий граждан. Для Казахстана внедрение подобных принципов является актуальной задачей, поскольку большинство общественных зон пока не в полной мере соответствует современным требованиям инклюзивного дизайна.



Рисунок 1 - Инклюзивная игровая площадка KOMPAN

В международной практике всё большее распространение получает использование экологичных и перерабатываемых материалов при проектировании малых архитектурных форм и благоустройства. Так, компании Streetscape International (Нидерланды) и Playparc (Германия) изготавливают свою продукцию из вторично переработанного пластика, алюминия и древесины с сертификатом FSC, что подтверждает экологическую устойчивость и безопасность. Применение подобных технологий не только снижает нагрузку на окружающую среду, но и увеличивает долговечность изделий. В Казахстане же чаще используются окрашенная древесина и металлические конструкции, которые под воздействием климата быстро теряют эксплуатационные свойства. Поэтому обновление стандартов качества и переход на экологичные материалы становятся важными направлениями развития отрасли.

В зарубежной урбанистической практике благоустройство рассматривается не просто как архитектурный процесс, а как форма общественного участия и социального взаимодействия. В таких странах, как Канада и Япония, жители могут принимать участие в обсуждении проектов малых архитектурных форм через онлайн-платформы. Такой формат вовлечённости повышает гражданскую ответственность и формирует у населения чувство сопричастности к городской среде. В Казахстане подобные инициативы только начинают внедряться, однако их развитие способно укрепить диалог между обществом и властью и способствовать формированию новой городской культуры.

Современные тенденции также предполагают активное внедрение «умных» технологий (smart technologies) в структуру малых архитектурных форм. В Южной Корее и Сингапуре, например, скамейки и уличные фонари оснащаются солнечными панелями, точками Wi-Fi и станциями для зарядки мобильных устройств. Эти элементы не только украшают город, но и делают его более функциональным и удобным для жителей. В Казахстане подобные решения также начинают появляться — в частности, проекты «умных остановок» в Астане и Алматы стали первыми примерами технологичной урбанистики. Однако интеграция smart-технологий в сферу МАФ может вывести благоустройство городов на совершенно новый уровень.

Опыт зарубежных компаний в этой сфере представляет ценную модель для адаптации в Казахстане. Они придерживаются строгих стандартов качества, внедряют модульные конструкции и используют цифровую визуализацию при проектировании. В то же время развитие отечественного рынка малых архитектурных форм сдерживается ограниченными производственными возможностями и зависимостью от импорта. Большая часть элементов благоустройства поставляется из-за рубежа, что повышает себестоимость проектов и препятствует становлению национальных брендов.

В этой связи особое значение приобретает государственная поддержка местных производителей и дизайнеров. В развитых странах подобная поддержка реализуется через систему инновационных грантов, городских дизайн-лабораторий (urban design labs) и креативных кластеров. Такие площадки служат точкой пересечения архитектуры, дизайна и технологий, где создаются и тестируются новые идеи для улучшения городской среды.

В целом, ключевое различие между казахстанской и зарубежной практикой заключается в степени системности и вовлечённости общества. В Европе благоустройство воспринимается не только как способ эстетизации города, но и как инструмент развития социальных связей, экологического мышления и устойчивого образа жизни. В Казахстане этот подход находится в стадии становления, однако при целенаправленной подготовке кадров, совершенствовании нормативной базы и внедрении инноваций возможно достижение качественно нового уровня урбанистического развития.

Казахстанский исследователь Н. Нурланова вместе с коллегами подчеркивает стратегическую значимость урбанизации для социального и экономического развития страны. По мнению ученых, «урбанизация является одним из ключевых факторов, обеспечивающих социальное равновесие и региональную устойчивость» [5, с.66]. Этот вывод подтверждает, что малые архитектурные формы и проекты благоустройства напрямую влияют на региональные процессы развития. Качественная организация общественных пространств способствует не только улучшению уровня жизни населения, но и повышает социальную активность, укрепляет культурное взаимодействие и чувство общности.

Проблему региональной устойчивости также рассматривает А. Ускеленова. В своих трудах она отмечает, что «комплексное развитие городской инфраструктуры играет решающую роль в обеспечении устойчивости регионов» [6, с.4]. Таким образом, градостроительное планирование и благоустройство городских территорий приобретают не только эстетическое, но и важное социально-экономическое значение.

Для успешной адаптации международного опыта в Казахстане необходимо реализовать несколько стратегических направлений. В первую очередь следует установить четкие стандарты качества и безопасности для малых архитектурных форм. Кроме того, важно активно внедрять экологически чистые материалы, принципы инклюзивного дизайна и цифровые технологии. Например, использование интерактивных онлайн-каталогов и виртуальных 3D-моделей позволяет ускорить проектирование и выстраивать более эффективное взаимодействие с потребителями.

Современная мировая урбанистика уже давно вышла за рамки строительства и озеленения, развиваясь в направлении цифровой трансформации и внедрения «умных» технологий. Эту идею подтверждают исследователи А. Нурбатсин и К. Сагадиев, которые отмечают: «взаимосвязь между концепцией умных городов и региональным развитием

усиливается благодаря цифровым преобразованиям» [7, с.6]. Данное утверждение актуально и для Казахстана, где использование цифровых инструментов — таких как онлайн-проектирование, 3D-визуализация и интерактивные решения — может значительно повысить инновационный потенциал сферы благоустройства и малых архитектурных форм.

Сегодня на казахстанском рынке наблюдается устойчивый рост интереса к архитектурным элементам городской среды. Это объясняется растущей потребностью населения в комфортной, эстетичной и экологически безопасной среде обитания. Однако, чтобы оставаться конкурентоспособными, отечественным производителям необходимо не только повышать качество своей продукции, но и развивать маркетинговые стратегии, визуальные коммуникации и клиентский сервис.

Мировая практика показывает, что наиболее успешные компании в сфере благоустройства предоставляют не просто продукцию, а комплексное обслуживание: от проектирования и установки до технического сопровождения и информационной поддержки. Применение такого подхода в Казахстане позволит укрепить позиции отечественных предприятий на рынке, а также будет способствовать созданию устойчивой и комфортной городской среды, соответствующей международным стандартам.

Пути развития сферы малых архитектурных форм и благоустройства в Казахстане

Для совершенствования сферы малых архитектурных форм (МАФ) и благоустройства городской среды в Казахстане необходимо предпринять ряд последовательных и стратегически важных шагов.

1. Введение единых национальных стандартов и системы дизайн-кодов. Создание унифицированных архитектурных требований обеспечит гармоничное развитие городских пространств во всех регионах страны. Единые стандарты помогут упорядочить качество материалов, безопасность конструкций и эстетическую целостность городской среды.

2. Поддержка отечественного производства и местных дизайнеров. Развитие творческого потенциала возможно через систему государственных грантов, инновационных конкурсов и креативных платформ. Это позволит сформировать национальную школу дизайна и вывести отечественные бренды на международный уровень.

3. Расширение практики использования экологически чистых материалов. Применение переработанного пластика, натурального дерева, металла и экологичных композитов повышает долговечность конструкций и снижает воздействие на окружающую среду. Такой подход соответствует современным мировым урбанистическим тенденциям устойчивого развития.

4. Повышение функциональности малых архитектурных элементов. Современные городские объекты — скамейки, уличные фонари, павильоны и зоны отдыха — могут быть оснащены солнечными панелями, Wi-Fi и станциями для подзарядки гаджетов. Это создаст более удобное и технологичное городское пространство, ориентированное на потребности жителей.

5. Внедрение принципов инклюзивного и социально доступного дизайна. Создание безбарьерной среды для людей всех возрастов и с разными возможностями — один из ключевых показателей развитого и гуманного общества. Инклюзивные решения делают городскую среду по-настоящему открытой и равноправной для всех граждан.

Малые архитектурные формы являются не просто элементами благоустройства — они отражают уровень комфорта, культуры и эстетики городской жизни. Их системное развитие, адаптация международного опыта с учётом национальной специфики и внедрение инновационных технологий позволят сформировать современный и человекоцентричный облик казахстанских городов.

В заключение следует отметить, что рынок малых архитектурных форм и благоустройства в Казахстане обладает значительным потенциалом, однако его дальнейший рост требует последовательной государственной и профессиональной поддержки. Внедрение цифровых технологий, повышение качества дизайна и ориентация на международные

стандарты могут превратить данную отрасль в важную часть урбанистической политики страны.

Городская среда — это не просто совокупность зданий и улиц, а отражение культуры, ценностей и качества жизни общества. Поэтому развитие малых архитектурных форм — это не только архитектурная, но и социально-культурная миссия, которая напрямую связана с прогрессом и благополучием современного Казахстана.

Заключение. В условиях активной урбанизации и расширения городских пространств в Казахстане сфера малых архитектурных форм и благоустройства приобретает особое социальное, экономическое и культурное значение. Современное градостроительство рассматривается не просто как совокупность инженерных решений, а как комплексный процесс, направленный на повышение качества жизни населения, сохранение экологического равновесия и развитие социальных коммуникаций в городской среде.

Проведённый анализ показал, что в последние годы в Казахстане наблюдается положительная динамика в области проектирования и реализации малых архитектурных элементов. Однако развитие данной отрасли сопровождается рядом системных проблем: недостаточная проработанность национальных нормативов, несоответствие экологических и качественных стандартов, а также недостаточное использование потенциала отечественных производителей и дизайнеров. Для их решения необходимо внедрение единой системы стандартов, активное применение инновационных и цифровых технологий, а также государственная поддержка местных специалистов и производственных предприятий.

Мировая практика демонстрирует, что эффективность малых архитектурных форм напрямую зависит от их экологической устойчивости, функциональности и инклюзивности. В этом контексте для Казахстана приоритетным направлением становится использование перерабатываемых и экологически безопасных материалов, создание комфортной среды для всех категорий граждан, включая людей с ограниченными возможностями, а также развитие элементов «умного города» в системе благоустройства.

Не менее важным аспектом является вовлечение населения в процессы формирования и обновления городской среды. Участие граждан в обсуждении и планировании общественных пространств повышает уровень их ответственности за окружающее пространство, способствует развитию урбанистической культуры и росту общественного сознания. Подобный подход полностью соответствует современным принципам устойчивого градостроительного развития.

В целом, малые архитектурные формы и благоустройство должны рассматриваться как неотъемлемая часть урбанистической политики Казахстана. Повышение эффективности этого направления возможно за счёт совершенствования национальных стандартов, поддержки инноваций и развития культуры дизайна, а также соблюдения принципов экологической устойчивости. Качество городской среды является важнейшим показателем культурного и социального прогресса страны, отражающим уровень жизни её граждан.

Таким образом, развитие малых архитектурных форм и совершенствование системы благоустройства следует рассматривать не только как инфраструктурную задачу, но и как стратегическую цель, направленную на повышение качества жизни населения и формирование устойчивого, комфортного будущего для всех жителей Казахстана.

Список литературы

1. Курочкина, В. А. Малые архитектурные формы в структуре открытых общественных пространств города [Текст] / В.А.Курочкина, Е.К. Калиниченко, М.О. Белова // Вестник евразийской науки. - 2021. - 2б. - https://esj.today/PDF/28NZVN521.pdf

2. Алматы қаласының 2025 жылға дейінгі даму бағдарламасы және 2030 жылға дейінгі орта мерзімді перспективалары // - Алматы, 2022 - 222б. - [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://almatydc.kz/uploads/reports/38/file_kk/almaty-alasyny-2025-zhyl-a-dey-ng-damytu-ba-darlamasy.pdf?cache=1662998623

3. Тұқпатұллин, Т.С. The Impact of Global and Local Urbanization and Social Trends in Kazakhstan [Текст] Т.С. Тұқпатұллин, Д. Панто. // Вестник Карагандинского университета. - 2022. - 165б. - https://history-philosophy-vestnik.buketov.edu.kz/apart/2022-105-1/19.pdf

4. Корягина, Н. В. Благоустройство и озеленение населенных мест : учебное пособие для среднего профессионального образования [Текст] / Н.В.Корягина. - Москва: Издательство Юрайт, 2023. – 52б.

5. Нурланова, Н.К. Основные факторы и тенденции урбанизации в Казахстане: анализ и рекомендации [Текст] /Н.К. Нурланова, А.Т. Тлеубердинова, Н.К. Сапарбек // Экономика: стратегия и практика. – 2022. - 17(1). - 2022 - 66б. - https://esp.ieconom.kz/jour/article/view/622/323

6. Uskelenova, A. T., & Nikiforova, N. Regional development of Kazakhstan: Theoretical premises and reality. // Regional Science Policy & Practice, 2022 - 4б. - https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S175778022400146X?via%3Dihub

7. Nurbatsin A., Sagadiyev K. Smart Cities and Regional Development in Kazakhstan: Assessment of Spatial Transformation.Eurasian Journal of Economic and Business Studies, 69(3), // – EJEB, 2025 - 6б. - https://ejebs.com/index.php/main/article/view/538/193

8. Глазунова А.В. Актуальные проблемы формирования комфортных условий среды в г.Бишкек [Текст] / А.В.Глазунова. – Известия КГТУ. – 2025. - №1(73). – стр. 45 – 58.

УДК 7.053 DOI:10.56634/16948335.2026.1.123-128

Г.Д. Андабаева
И. Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек Кыргыз Республикасы
КГТУ им. И. Раззакова Бишкек, Кыргызская Республика

Gulnaz Andabayeva
I.Razzakov KSTU, Bishkek, Kyrgyz Republic
gulnaz.doktarovna932mail.ru

АРХИТЕКТУРА ДУХОВНОГО И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ПРОСТРАНСТВА В НАСЛЕДИИ ОТРАРСКО-ТУРКЕСТАНСКОЙ ЦИВИЛИЗАЦИИ

ОТРАР–ТҮРКСТАН ЦИВИЛИЗАЦИЯСЫНЫН МУРАСЫНДАГЫ РУХАНИЙ ЖАНА ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫК МЕЙКИНДИКТИН АРХИТЕКТУРАСЫ

ARCHITECTURE OF THE SPIRITUAL AND INTELLECTUAL SPACE IN THE HERITAGE OF THE OTRAR–TURKESTAN CIVILIZATION

Бул изилдөө Отрар–түркестан цивилизациясынын мурасы аркылуу түрк дүйнөсүнүн руханий жана интеллектуалдык мейкиндигин ар тараптуу талдоого арналган. Изилдөөдө архитектуралык комплекстердин калыптаныш өзгөчөлүктөрү, алардын регионалдык маданий өздүктү сактоодогу жана түрк дүйнөсүн өнүктүрүүдөгү ролу каралат. Ошондой эле салттуу архитектуралык формалар менен заманбап ыкмалардын өз ара байланышы, аймактын маданий мейкиндигинин туруктуу өнүгүүсүнө тийгизген таасири изилденет.

Түйүндүү сөздөр: *түрк дүйнөсү, Отрар–Түркстан, руханий-интеллектуалдык мейкиндик, архитектуралык мурас, маданий өздүк.*

Данное исследование посвящено всестороннему анализу духовного и интеллектуального пространства турецкого мира через наследие отрарско-туркестанской цивилизации. Рассматриваются особенности формирования архитектурных комплексов, их роль в сохранении региональной культурной идентичности и развитии турецкого мира. Также изучается взаимосвязь между традиционными архитектурными формами и современными подходами, влияние на устойчивое развитие культурного пространства региона.

Ключевые слова: *турецкий мир, Отрар-Туркестан, духовно-интеллектуальное пространство, архитектурное наследие [8], культурная идентичность.*

This study is devoted to a comprehensive analysis of the spiritual and intellectual space of the Turkish world through the legacy of the Otrar-Turkestan civilization. The features of the formation of architectural complexes, their role in preserving the regional cultural identity and the development of the Turkish world is considered. The relationship between traditional architectural forms and modern approaches, the influence on the sustainable development of the cultural space of the region are also studied.

Key words: *turkish world, Otrar-Turkestan, spiritual-intellectual space, architectural heritage, cultural identity.*

Цель исследования.

Целью данного исследования является выявление архитектурных особенностей духовного и интеллектуального пространства тюркского мира на основе наследия отрарско-туркестанской цивилизации, изучение взаимосвязи между традиционными и современными

архитектурными подходами, а также анализ влияния на сохранение культурной самобытности и устойчивое развитие региона.. регион.

Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи:

1.Всесторонний анализ исторического, культурного и архитектурного развития города Туркестан.

2.Изучение архитектурных особенностей мавзолея Ходжи Ахмеда Ясави.

4.Определить роль наследия отрарско-туркестанской цивилизации в формировании духовного и интеллектуального пространства тюркского мира.

Духовное и интеллектуальное пространство тюркского мира формировалось в исторические периоды и было обусловлено переплетением различных культурных и архитектурных традиций. Города Отрар-Туркестан издревле были важным торговым, культурным и религиозным центром, что оказало особое влияние на архитектурное развитие региона [1; 2].

Археологические исследования показывают, что постоянные поселения существовали в Туркестанском регионе с VII века [3]. Благодаря стратегической важности географического положения, по Великому Шелковому пути активно происходили культурные и архитектурные обмены [4].

Архитектурное наследие Туркестана и Отрара предоставляет важные данные для понимания духовного пространства турецкого мира. Помимо сохранения региональной культурной самобытности, они играют центральную роль в развитии образования и духовности.

Материалы и методы исследования. В качестве материала были использованы следующие основные данные и объекты:

Данные, полученные в результате археологических исследований — например, слои древнего поселения "Яссы-Туркестан" в городе Туркестан, которые относятся к I–III векам.с тех пор здесь имеются археологические находки.

Архитектурные объекты: мавзолей Ходжи Ахмета Яссави (XIV век), его дизайн и архитектурные решения; а также медресе, мечети и караван-сараи этого периода.

Современные архитектурные проекты и культурные центры: например, культурный комплекс "Караван-сарай" (Туркестан, 2021) представляет собой сочетание традиционных форм с современными проектами.

Научные, теоретические и исторические исследования: концепции культурной идентичности, архитектурное культурное наследие, духовная и интеллектуальная карта тюркского мира.

Географические информационные системы (ГИС) и картографические данные — исторические

Археологические данные и отчеты экспедиций (Смагулов, 2018; Нургалиев, 2021).

Архитектурные карты исторических зданий и мавзолеев (Каримов, 2019).

Научные статьи и академические исследования (Алиев, 2020; Баймухамедов, 2022).

Методы исследования: Историко-сравнительный анализ: определение эволюции архитектурных стилей и форм путем сравнения.

Картографические и ГИС-методы: идентификация пространственных объектов путем сравнения исторических и современных карт.

Цифровое моделирование: виртуальная реконструкция структуры мавзолеев и архитектурных комплексов.

Контент-анализ: изучение характеристик духовного и интеллектуального пространства посредством анализа научной литературы и данных.

Исторический контекст архитектурного наследия. Архитектурное наследие регионов Туркестан и Отырар развивалось на стыке духовных, культурных и экономических факторов на протяжении многих веков. Изучение архитектурных памятников позволяет не только понять их эстетические или конструктивные особенности, но и получить представление о социальной, политической и духовной жизни того периода (Ахметов, 2018).

Древний период

История регионов Отырар и Туркестан связана с постоянными поселениями, существовавшими с VII века до н. э. Археологические исследования показывают, что население региона развивалось как важный торговый и культурный центр вдоль Великого Шёлкового пути (Мырзабаев, 2020). В этот период сооружения в основном строились из местных материалов, таких как глина и камень, при этом для обороны возводились крепости и стены.

Кроме того, в этот период формировались региональные архитектурные стили и строительные техники. Оборонительные стены и укрепления раннего железного века свидетельствуют о том, что они были предназначены для защиты стратегически важных объектов. Археологические данные показывают, что планировка поселений соответствовала социальной структуре и экономической деятельности, что демонстрирует активное участие населения региона в торговле и культурном обмене (Султанов, 2019).

Ранние архитектурные примеры в Отыраре и Туркестане были не только функциональны с точки зрения обороны или быта, но и выполняли религиозные и ритуальные функции. Это подчеркивает их роль в духовной жизни общества и заложило основу исламского архитектурного наследия последующих периодов (Абдуллаев, 2018).

Особое место в архитектурной истории Туркестана занимает XIV век — эпоха эмира Темира. В этот период был построен мавзолей Ходжи Ахмеда Яссави, который является выдающимся произведением исламской архитектуры [5]. Мавзолей своими монументальными размерами, инженерными решениями и декоративными элементами внес большой вклад в развитие региональной архитектуры [6].

Архитектурные комплексы Отрара – мечети, медресе, караван–сараи - важны не только как исторический памятник, но и как духовный и интеллектуальный центр турецкого мира [7; 8]. В этих комплексах сочетаются элементы традиционной тюркской и исламской архитектуры, которые четко подчеркивают региональную самобытность.

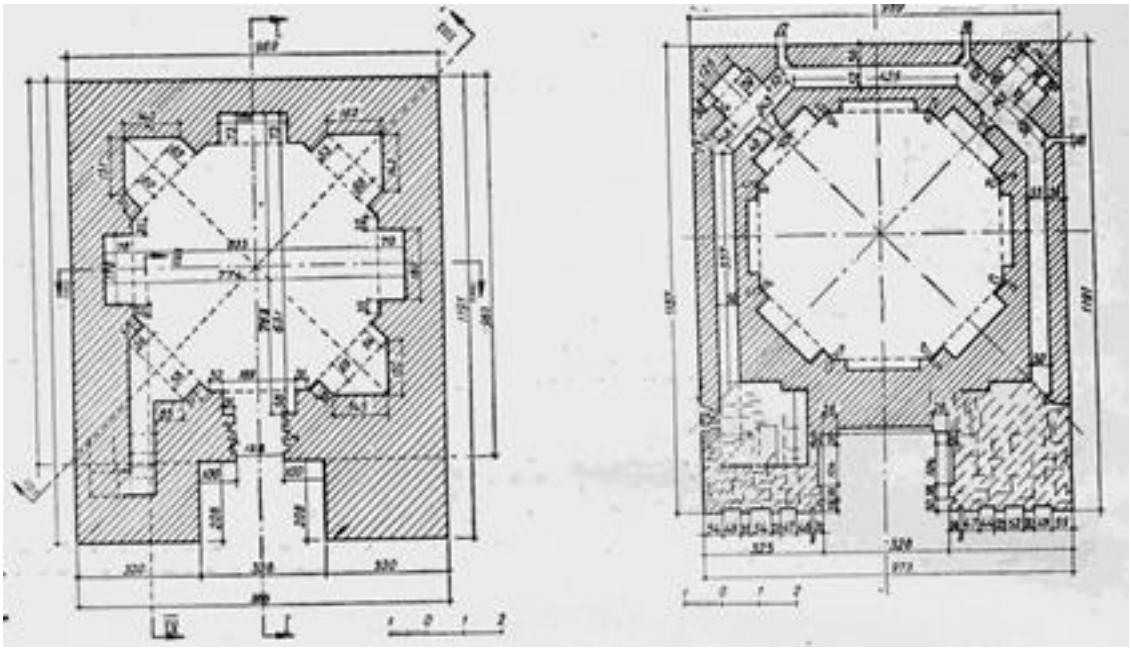


Рисунок 1 - Архитектурный план мавзолея Ходжи Ахмеда Яссави (источник: Кенжеев, 2016)

Архитектурные аспекты духовного и интеллектуального пространства. Духовное и интеллектуальное пространство представляет собой архитектурное выражение культуры и образования, религиозных традиций и социальных норм. Мавзолей Ходжи Ахмеда Яссави был не только духовным центром, но и местом для реализации просветительской, культурной и воспитательной миссии [9].

Результаты исследований и их обсуждение. Архитектурное развитие города Туркестан.

Город Туркестан издавна был важным центром отрарско-туркестанской цивилизации. Сохранились следы постоянных поселений, существовавших вплоть до VII века (Смагулов, 2018). Географическое положение мавзолея на Великом Шелковом пути способствовало развитию культуры и торговли.

Архитектурные особенности мавзолея Ходжи Ахмеда Ясави.

Мавзолей был построен в XIV веке по приказу Амира Темура и считается шедевром исламской архитектуры (Каримов, 2019).

Основные характеристики:

Монументальный масштаб.

Керамическая отделка стен, мозаичная отделка.

Инженерные новшества: устойчивость куполов и симметричная конструкция.

Архитектурные элементы. Архитектурные элементы цивилизации Отырар–Туркестан отражают сочетание функциональности, духовности и эстетики. Они включают как конструктивные, так и декоративные компоненты, формировавшие уникальный облик городов и культурных центров региона (Алиев, 2019).

Купола и своды были центральными элементами религиозных и общественных зданий. В частности, мавзолей Ходжи Ахмеда Ясави выделяется массивным куполом, символизирующим небесное пространство и духовное вознесение. С конструктивной точки зрения купол обеспечивал равномерное распределение нагрузки на стены здания, что позволило сооружению сохранять прочность на протяжении веков (Кенжеев, 2016).

Арки и порталы служили не только функциональной, но и символической целью. Они обозначали вход в священные пространства и выступали в качестве декоративных элементов с резьбой и мозаикой, отражая исламские и тюркские традиции. Использование арок позволило создавать просторные внутренние залы и устойчивые конструкции при значительных нагрузках (Жумабаев, 2015).

Декоративные элементы. Декоративные мотивы включали геометрические узоры, каллиграфию и растительные орнаменты, которые имели символическое и эстетическое значение. Они отражали духовные и интеллектуальные ценности региона, демонстрируя синтез местных традиций с художественными влияниями Ближнего Востока и Центральной Азии (Алиев, 2019; Баймухамедов, 2022).

Материалы и технологии. Для строительства использовались местные материалы: обожжённый и сырцовый кирпич, камень, дерево и глина. Применение таких материалов позволило зданиям гармонично вписываться в природную среду региона и обеспечивало долговечность сооружений. Инженерные решения, применяемые в средние века, демонстрируют высокий уровень знаний в области архитектуры и строительных технологий (Тулебаев, 2021).

Таким образом, архитектурные элементы цивилизации Отырар–Туркестан представляют собой не только конструктивные и декоративные части зданий, но и визуальные носители духовной и культурной идентичности региона. Их изучение позволяет глубже понять социально-культурный и интеллектуальный контекст архитектуры Центральной Азии.

Купола и башни: отражение традиционной исламской архитектуры, придающие высоту пространству; отражают духовный смысл;

Многофункциональные комплексы: медресе, мечеть, мавзолей объединены в центр образования и духовности [10].

Архитектурные решения медресе и мечетей в Отраре также рассматриваются как формы духовного и интеллектуального пространства. Они объединили образовательную и религиозную деятельность и расширили деятельность городского культурного центра [7].

Влияние на духовное и интеллектуальное пространство. Мавзолей Ходжи Ахмеда Ясави стал центром образования и культуры и способствовал развитию духовных учебных

заведений в Центральной Азии (Баймухамедов, 2022). Мавзолей и окружающие его архитектурные комплексы сыграли ключевую роль в формировании духовного и интеллектуального пространства тюркского мира.

Отношение к современной архитектуре. Сочетание традиционных архитектурных элементов и современных методов проектирования способствует сохранению культурного пространства и устойчивому развитию. Эти ценности широко используются в современном городском дизайне и реставрационных работах (Алиев, 2020).

Связь между традиционной и современной архитектурой. В наше время город Туркестан развивается как современный культурный центр, сохраняя свое историческое архитектурное наследие. Архитектурное планирование и реставрация сочетают традиционные формы с современными строительными технологиями [11].

Например:

использование оригинальных материалов и орнаментов в реставрационных работах;

отображение исторических архитектурных мотивов в новых общественных зданиях [12];

использование традиционных композиционных элементов в новых объектах туристической и культурной направленности.

Такой подход способствует устойчивому развитию духовного и интеллектуального пространства. В то же время деятельность города как духовного центра будет модернизирована и повысит туристический потенциал региона за счет сохранения исторической и культурной самобытности.

Таблица 1 - Исторические и отреставрированные архитектурные объекты Туркестана

Название объекта	ЭПОХА	основная характеристика	современное состояние
Мавзолей Ходжи Ахмеда Ясави	мавзолей XIV века	медресе	мечеть отреставрированы
Сохранен религиозно-образовательный центр	XV-XVI веков	медресе Ходжи Ахмета	Караван-сарай Отрар
реконструированный	XIII века	остановка на торговом пути	Торговый центр
Великого Шелкового пути	средневековый центр	торговли и культурного обмена	находящийся под археологической охраной

Сохранение духовного и интеллектуального пространства тюркского мира. Сохранение и изучение архитектурного наследия в Туркестане и Отраре имеет важное значение для развития духовного и интеллектуального пространства. Этот процесс осуществляется по следующим направлениям:

Научные исследования и археологические раскопки;

Реставрационные и консервационные работы;

Распространение исторической информации среди населения посредством общественных и образовательных мероприятий [2; 3; 11].

Архитектурное наследие является не только исторической ценностью, но и показателем национальной культурной идентичности. Этот фактор играет решающую роль в углублении культурных связей стран тюркского мира и модернизации духовного пространства.

Вывод. Город Туркестан и мавзолей Ходжи Ахмеда Ясави играют важную роль в формировании духовного и интеллектуального пространства тюркского мира.
Наследие отрарско-туркестанской цивилизации способствует сохранению культурной самобытности и развитию духовных ценностей.

Сочетание традиционных архитектурных форм с современными подходами оказывает положительное влияние на устойчивое культурное развитие региона.

Наследие отрарско-туркестанской цивилизации играет важную роль в изучении духовного и интеллектуального пространства турецкого мира. Архитектурные комплексы способствуют сохранению культурной самобытности, развитию образования и духовности. Сочетание традиционных форм и современных подходов может послужить основой для устойчивого развития регионального культурного пространства.

Туркестан сегодня становится духовным и туристическим центром, демонстрирующим гармонию исторического наследия и современного культурного развития. Этот процесс важен для расширения духовного и интеллектуального пространства турецкого мира, укрепления культурных связей и сохранения исторической идентичности.

Список литературы

1. Ахметов, Б. Архитектурная история Туркестана [Текст] / Б.Ахметов. – Алматы: Казахский университет, 2018. доступа: https://doi.org/10.52967/akz2019.2.4.23.38 archeokz.kz
2. Султанов, Ж. Культурное наследие Отрара [Текст] / Ж.Султанов. – Шымкент: Руханият, 2019. https://www.inform.kz/ru/gorodische-otrar-istoricheskiy-brend-kazahstana_a2185817 Казинформ
3. Мырзабаев, К. Археологические раскопки и Отрар [Текст] / К.Мырзабаев. - Алматы: Наука, 2020.https://www.nur.kz/society/1902647-novyy-oblik-drevnego-turkestana/
4. Назарбеков, А. Великий шелковый путь и Туркестан [Текст] / А.Назарбеков. – Астана: Образование, 2017. https://journals.ayu.edu.kz/index.php/habarshy/article/view/2237?utm_source=chatgpt.com
5. Кенжеев, Т. Мавзолей Ходжи Ахмеда Ясави: архитектура и культура [Текст] / Т.Кенжеев. – Туркестан: Наследие, 2016.
6. https://qazaqgeography.kz/ru/mavzoley-hodzhi-ahmeta-yasaui-s-2003-g-311832
7. Жумабаев, С. Исламская архитектура и Центральная Азия [Текст] / С.Жумабаев. – Алматы: Наука, 2015. https://www.nur.kz/society/1902647-novyy-oblik-drevnego-turkestana-bogataya-istoriya-i-sovremennaya-arhitektura/
8. Бапанова, Ж.Ж. Анализ архитектурных решений старинных бань в городах Туркестан и Тараз [Текст] / Ж.Ж.Бапанова, Г.Т. Амангелдиева. – Известия КГТУ. -2025. -№3(75). стр.644-653.

УДК 004.48: 391 DOI:10.56634/16948335.2026.1.129-135

А.А. Ахметова, С.Ж. Турикпенова
Л.Н.Гумилев атындагы Евразия улуттук университети, Астана, Казакстан Республикасы
Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилёва
Астана, Республика Казахстан

A.A. Akhmetova, S.Zh. Turikpenova
L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Republic of Kazakhstan
ahmetovaaltynai144@gmail.com turikpenova_szh@enu.kz

ТЕХНОЛОГИИ ВИРТУАЛЬНОГО ГАРДЕРОБА В ИНДУСТРИИ МОДЫ

МОДА ИНДУСТРИЯСЫНДАГЫ ВИРТУАЛДЫК ГАРДЕРОБ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫ

GLOBAL EXPERIENCE OF VIRTUAL WARDROBE PLATFORMS

Макалада заманбап санариптик мейкиндикте виртуалдык гардероб платформалары адамдын мода жана технологиялар менен өз ара аракеттенүүсүнүн жаңы парадигмасын кандайча калыптандырып жатканы каралат. Бул системалар кийимди сактоо, тандоо жана пайдалануу процесстерин кайра ойлонууга мүмкүндүк берген санариптик сервистердин жана маалыматтарды талдоо инструменттеринин гибриддик формасы болуп саналат. Изилдөөдө жасалма интеллект, нейрондук тармактар жана сүрөттү таануу алгоритмдерин колдонуу колдонуучулук тажрыйбаны кандай өзгөртүп, мода тармагында жекелештирилген чечимдердин пайда болушуна өбөлгө түзөрү талданат. Өзгөчө көңүл Smart Closet, Save Your Wardrobe, Whering жана башка чет өлкөлүк иштеп чыгуулардын анализине бурулуп, алар кийимди керектөө жана өндүрүү процесстерине санариптик экосистемаларды интеграциялоону көрсөтүп турат. Изилдөөнүн жыйынтыктары виртуалдык гардероб платформалары мода индустриясынын туруктуу өнүгүүсүнүн маанилүү элементи болуп калыптанып жатканын, ашыкча керектөөнү азайтып, буюмдарга аң-сезимдүү мамилени калыптандырууга салым кошорун көрсөтөт.

Түйүндүү сөздөр: *виртуалдык гардероб, жасалма интеллект, санариптик мода, маалыматтарды талдоо, компьютердик көрүү, жекелештирүү, экосистема, санариптик трансформация.*

В статье рассматривается как в современном цифровом пространстве виртуальные гардеробные платформы формируют новую парадигму взаимодействия человека с модой и технологиями. Эти системы представляют собой гибрид цифровых сервисов и инструментов анализа данных, позволяющих переосмыслить процесс хранения, выбора и использования одежды. В исследовании рассматривается, каким образом внедрение технологий искусственного интеллекта, нейронных сетей и алгоритмов распознавания изображений трансформирует пользовательский опыт и способствует появлению персонализированных решений в сфере моды. Особое внимание уделено анализу зарубежных разработок — Smart Closet, Save Your Wardrobe, Whering и других, которые демонстрируют интеграцию цифровых экосистем в процессы потребления и производства одежды. Результаты исследования показывают, что виртуальные гардеробные платформы становятся важным звеном устойчивого развития модной индустрии, снижая уровень перепотребления и стимулируя осознанное отношение к вещам.

Ключевые слова: *виртуальный гардероб, искусственный интеллект, цифровая мода, анализ данных, компьютерное зрение, персонализация, экосистема, цифровая трансформация [8].*

The article explores how virtual wardrobe platforms in the modern digital environment are shaping a new paradigm of interaction between humans, fashion, and technology. These systems represent a hybrid of digital services and data analysis tools that enable a rethinking of the processes of storing, selecting, and using clothing. The study examines how the integration of artificial intelligence technologies, neural networks, and image recognition algorithms transforms user experience and contributes to the emergence of personalized solutions in the fashion industry. Particular attention is paid to the analysis of foreign developments — Smart Closet, Save Your Wardrobe, Whering, and others — which demonstrate the integration of digital ecosystems into clothing consumption and production processes. The results of the research show that virtual wardrobe platforms are becoming an important element of sustainable development in the fashion industry by reducing overconsumption and encouraging a conscious attitude toward clothing.

Key words: *virtual wardrobe, artificial intelligence, digital fashion, data analysis, computer vision, personalization, ecosystem, digital transformation.*

Введение. Современная индустрия моды переживает глубокую цифровую трансформацию, вызванную стремительным развитием информационных технологий, искусственного интеллекта и глобализацией процессов потребления. Цифровые инструменты перестали быть вспомогательным элементом маркетинга и перешли в стратегическую основу модного бизнеса, формируя новое понятие — fashion-tech, то есть интеграцию технологий в производство, дистрибуцию и взаимодействие с потребителем. В данном контексте одной из ключевых инноваций выступает технология виртуального гардероба, интегрирующая методы компьютерного зрения, машинного обучения, анализа данных и дополненной реальности. Концепция виртуального гардероба формирует качественно новую парадигму взаимодействия человека с одеждой в условиях цифровизации. Если ранее процессы выбора, примерки и приобретения одежды осуществлялись исключительно в офлайн-среде, то сегодня цифровые экосистемы предоставляют пользователю возможность создавать собственные интерактивные гардеробы, визуализировать сочетания различных элементов, анализировать индивидуальный стиль и даже прогнозировать модные предпочтения и тенденции.

Виртуальные гардеробы постепенно трансформируются в своеобразные «цифровые двойники» личности, отражающие её эстетические вкусы, социальный статус и отношение к концепции устойчивого потребления. Как отмечают Bang H. и Su J., «Технологии виртуальных гардеробов формируют новое измерение цифровой моды, в котором потребитель не просто выбирает одежду, а взаимодействует с системой как с интеллектуальным помощником, анализирующим стиль и привычки пользователя». [1, 4]. Актуальность темы обусловлена тем, что технологии виртуального гардероба становятся не только элементом цифровой моды, но и инструментом решения глобальных проблем отрасли. Согласно данным Ellen MacArthur Foundation (2023), ежегодно в мире выбрасывается более 92 миллионов тонн текстильных отходов, а производство одежды является одним из крупнейших источников выбросов парниковых газов. В условиях нарастающего экологического кризиса возникает необходимость переосмысления потребительских практик, и именно цифровизация гардероба способна сыграть ключевую роль в формировании культуры ответственного потребления.

Кроме того, развитие технологий искусственного интеллекта (ИИ) и больших данных (Big Data) создаёт предпосылки для индивидуализации модного опыта. Алгоритмы машинного обучения позволяют анализировать вкусы и поведение пользователей, автоматически формировать рекомендации и предлагать устойчивые решения — например, подбор образов из уже имеющихся вещей без необходимости новых покупок. Таким образом, виртуальные гардеробы способствуют снижению уровня импульсивного потребления и развитию концепции slow fashion — парадигмы осознанной моды, ориентированной на долговечность, рациональность и экологическую устойчивость.

Научная новизна данного исследования заключается в том, что виртуальный гардероб представляет собой не просто технологическую инновацию, а многодисциплинарный феномен, находящийся на пересечении моды, информационных технологий, когнитивной

психологии и экономики устойчивого развития. Как отмечают Shirkhani S. и соавт., «Использование искусственного интеллекта в системах рекомендаций позволяет улучшить точность подбора одежды и способствует формированию более рациональной модели потребления» [2, 6]. Он объединяет эстетические и технологические измерения современной цифровой культуры, отражая переход от материального потребления к нематериальному цифровому взаимодействию и формированию самоидентичности через визуальные данные и алгоритмические интерфейсы.

Методология исследования. Настоящее исследование направлено на выявление и анализ ключевых технологических решений, лежащих в основе функционирования виртуальных гардеробов, а также их влияния на развитие модной индустрии и формирование культуры устойчивого потребления. Исследование носит комплексный характер и сочетает количественные и качественные методы анализа.Объектом исследования выступают виртуальные гардеробные платформы как цифровые экосистемы, функционирующие на пересечении модной индустрии, электронной коммерции и технологий искусственного интеллекта. Предметом исследования являются технологические компоненты данных систем — компьютерное зрение, машинное обучение, дополненная реальность, архитектура данных и механизмы интеграции с e-commerce, а также их влияние на пользовательский опыт и коммерческую эффективность.

Основные цели проведённого исследования заключаются в выявлении ключевых технологических направлений, определяющих функционирование виртуальных гардеробов; установлении степени их интеграции в глобальные процессы цифровизации модной индустрии; анализе влияния данных технологий на устойчивое потребление и формирование экологической ответственности; а также в разработке модели оценки технологической зрелости виртуальных гардеробных систем. Как отмечают Kumari S., Dilnawaz Khan M. и Prakash D., «Виртуальные гардеробы с элементами дополненной реальности создают эффект реального взаимодействия с вещами, повышая доверие к онлайн-покупкам и стимулируя осознанное отношение к моде» [3, 78].

Для реализации поставленных задач были использованы методы системного и сравнительного анализа, контент-анализа научных публикаций и технических источников, а также элементы моделирования и эмпирического наблюдения. Применялась методология смешанных методов (mixed methods), предполагающая последовательное сочетание количественных оценок и качественных интерпретаций, что позволило обеспечить комплексность подхода и повысить достоверность выводов.

На первом этапе был проведён систематический обзор научных и аналитических материалов, посвящённых тематике виртуальных гардеробов, технологиям машинного обучения, дополненной реальности и концепции устойчивого потребления. В исследовании использовались ведущие академические базы данных Scopus, ScienceDirect и SpringerLink, а также отраслевые отчёты организаций McKinsey & Company, Fashion Innovation Agency и Ellen MacArthur Foundation. В результате были определены основные технологические траектории развития виртуальных гардеробов и выявлены существующие лакуны в научных исследованиях.На втором этапе осуществлялся сравнительный анализ действующих платформ — Smart Closet, Save Your Wardrobe, Whering, Pureple и Finery. Анализ фокусировался на их архитектурных решениях, функциональных возможностях, основанных на искусственном интеллекте, а также на степени персонализации пользовательского опыта в контексте цифровых модных экосистем.

Критериями отбора послужили функциональные возможности систем, наличие интеграции с e-commerce, применение алгоритмов компьютерного зрения и дополненной реальности, а также наличие сервисов устойчивого потребления (ремонт, повторное использование, релистинг одежды). Для оценки платформ применялся функциональный бенчмарк, включающий пять ключевых сценариев: добавление вещей в цифровой гардероб, автоматическая классификация и маркировка изображений, подбор образов с использованием

рекомендаций, виртуальная примерка с помощью AR и взаимодействие с торговыми площадками.

Технологии виртуального гардероба формируют новое направление в цифровой трансформации модной индустрии, объединяя достижения искусственного интеллекта, дополненной реальности, компьютерного зрения и анализа больших данных. Как отмечается в статье Revolutionizing Virtual Wardrobe: Methodologies and Future Directions, «интеграция технологий компьютерного зрения и анализа изображений в виртуальных гардеробах открывает возможности для автоматического распознавания текстур, фасонов и цветовых сочетаний одежды» [4, 45]. В основе этих решений лежит стремление оптимизировать процессы выбора, примерки и хранения одежды, а также сократить избыточное потребление за счёт более рационального подхода к моде. Данные системы становятся не просто инструментом для пользователей, а полноценной частью технологической инфраструктуры современной fashion-индустрии, где цифровые сервисы дополняют традиционные формы производства и торговли.

Ключевым элементом функционирования виртуальных гардеробов является технология компьютерного зрения. Она обеспечивает распознавание изображений одежды, автоматическое определение её характеристик и визуальную классификацию по категориям, стилям и цветовым сочетаниям.

Алгоритмы глубокого обучения позволяют отделять предмет одежды от фона, анализировать фактуру ткани, форму силуэта, длину и декоративные элементы. Это делает возможным построение единой цифровой базы вещей пользователя, где каждая единица гардероба получает уникальное визуальное и семантическое описание. Для повышения точности используются сверточные нейронные сети, которые обучаются на обширных выборках изображений одежды. В процессе анализа модель извлекает пространственные признаки — линии кроя, текстуры, оттенки — и сопоставляет их с эталонными классами. Благодаря этому система способна не только распознавать тип вещи, но и рекомендовать её возможные комбинации в зависимости от контекста.

Важную роль играет применение технологий машинного обучения и предиктивной аналитики. Современные платформы накапливают данные о поведении пользователей: частота ношения определённых вещей, предпочтения по цветам, погодные условия, события календаря. На основе этих данных алгоритмы формируют персонализированные рекомендации, подбирая образы, подходящие для конкретного случая, сезона или эмоционального состояния.

Как отмечают авторы исследования AI and Emerging Technologies Supporting Fashion and Beauty, «применение больших данных и искусственного интеллекта в модной индустрии меняет не только способы создания коллекций, но и всю стратегию взаимодействия с потребителем» [5, 22]. Применяются гибридные модели рекомендаций — контентные, коллаборативные и контекстуальные, которые позволяют учитывать как внутренние характеристики вещей, так и историю взаимодействия пользователя с приложением. Таким образом, виртуальный гардероб превращается в интеллектуальную систему, способную не просто анализировать стиль, но и прогнозировать будущие предпочтения человека.

Отдельное направление развития связано с технологиями дополненной и виртуальной реальности. С их помощью реализуется функция цифровой примерки — пользователь может увидеть, как одежда будет выглядеть на нём, не прибегая к физическому контакту. Для этого создаются трёхмерные модели тела, основанные на фотографиях или параметрах фигуры, после чего на них накладываются 3D-модели одежды.

Система учитывает пропорции тела, движение и освещение, создавая реалистичное отображение ткани и посадки. Такая технология особенно востребована в онлайн-торговле: она снижает количество возвратов, повышает уровень удовлетворенности покупателя и способствует росту доверия к цифровым платформам. Кроме того, AR-интерфейсы используются для визуализации комбинаций вещей внутри гардероба, что помогает

пользователю экспериментировать со стилем и принимать решения о покупке более осознанно.

Не менее значимой составляющей виртуального гардероба является интеграция с электронной коммерцией. Современные приложения связываются с интернет-магазинами и маркетплейсами, позволяя пользователю добавлять понравившиеся товары напрямую в свой цифровой гардероб, анализировать их совместимость с уже имеющимися вещами и принимать решения с учётом бюджета, стиля или сезонности. Таким образом, формируется экосистема, объединяющая производство, розничную торговлю и конечного потребителя. Такая интеграция открывает новые возможности для брендов, которые получают доступ к обезличенным аналитическим данным и могут прогнозировать спрос, сокращая объёмы производства и минимизируя излишки складских запасов.Технологии больших данных играют системообразующую роль в развитии виртуальных гардеробов.

Аналитические платформы собирают и обрабатывают информацию о миллионах пользователей, их покупках, поисковых запросах и стилевых предпочтениях. Эти данные используются для построения моделей поведения, прогнозирования модных трендов и оптимизации ассортимента. Например, крупные компании применяют Big Data для выявления закономерностей между выбором одежды и социальными факторами, что помогает разрабатывать коллекции, максимально соответствующие потребностям аудитории. С другой стороны, агрегированные данные позволяют формировать глобальные индексы устойчивого потребления, отражающие степень осознанности пользователей и влияние модной индустрии на окружающую среду.Немаловажным аспектом является использование облачных технологий, обеспечивающих хранение и синхронизацию гардеробов на различных устройствах. Облачные сервисы позволяют пользователю иметь постоянный доступ к своему цифровому гардеробу, редактировать его, обмениваться подборками и сохранять результаты анализа. Такие решения также упрощают процесс обновления алгоритмов и позволяют разработчикам регулярно внедрять новые функции без необходимости установки обновлений на стороне пользователя. Отдельного внимания заслуживают вопросы конфиденциальности и этической обработки данных. Поскольку виртуальные гардеробы работают с изображениями пользователя, его телесными параметрами и личными предпочтениями, разработчики обязаны соблюдать стандарты безопасности и защиты персональной информации.

В европейской практике широко применяются принципы «privacy by design» и локального хранения данных, при которых обработка изображений и вычисления происходят непосредственно на устройстве пользователя без передачи данных на внешние серверы. Это снижает риск утечки информации и повышает уровень доверия между брендом и потребителем. Таким образом, технологическая структура виртуального гардероба представляет собой многоуровневую систему, включающую компьютерное зрение для распознавания и анализа изображений, машинное обучение для построения интеллектуальных рекомендаций, дополненную реальность для визуализации примерки, облачные технологии для хранения и синхронизации, а также аналитику больших данных для стратегического прогнозирования. Совокупность этих компонентов создаёт основу для новой модели цифрового взаимодействия в модной индустрии, где пользователь становится активным участником процесса, а не пассивным потребителем. Как отмечают исследователи, «искусственный интеллект становится ключевым инструментом в переходе модного сектора к устойчивому развитию, помогая прогнозировать спрос и сокращать перепроизводство» [6, 201].

На изображении показан интерфейс мобильного приложения виртуального гардероба. На экране трёх смартфонов демонстрируются функции подбора и примерки одежды с использованием 3D-моделей. На первом экране пользователь может создать образ, комбинируя различные предметы одежды — рубашки, брюки, джинсы и жакеты. На втором — представлена виртуальная примерка на цифровом аватаре, где одежда отображается в реальном размере и цвете. На третьем — система демонстрирует функцию подбора размера:

указаны параметры груди, талии и бёдер, а также рекомендованный размер выбранного платья (рис. 1).

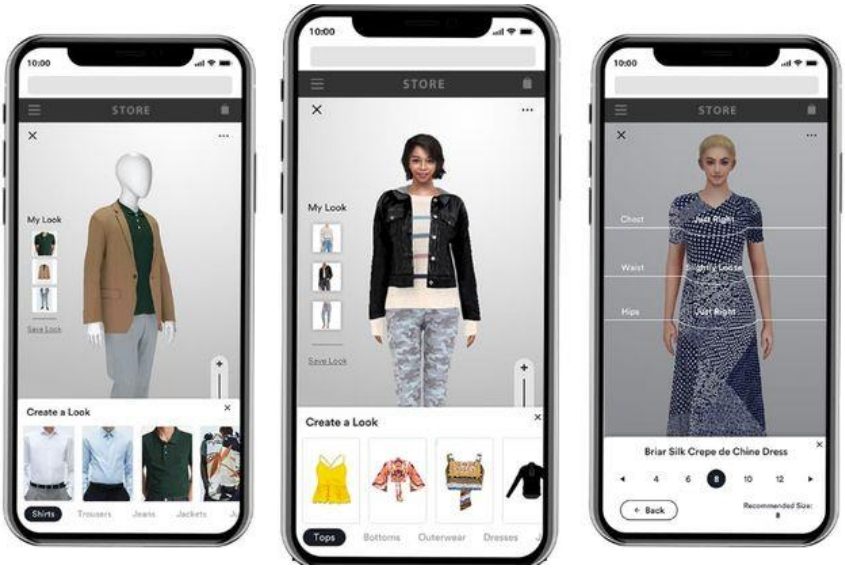


Рисунок 1 - Интерфейс мобильного приложения виртуального гардероба с функцией 3D-примерки и подбором одежды

Современная мода переживает системные преобразования, направленные на снижение экологической нагрузки и переход к принципам ответственного производства и потребления. Виртуальные гардеробные технологии становятся одним из ключевых инструментов, способствующих этому процессу, так как они формируют новые модели взаимодействия человека с одеждой и трансформируют само понимание моды как сферы устойчивого развития. Их внедрение позволяет не только оптимизировать личное потребление, но и перестроить цепочку создания стоимости в индустрии — от проектирования до утилизации.

Главный экологический эффект цифровых гардеробов связан с возможностью сокращения перепроизводства. Традиционная система моды основывается на массовом выпуске коллекций, которые нередко остаются невостребованными. Благодаря алгоритмам анализа данных и прогнозирования спроса бренды получают доступ к агрегированной информации о предпочтениях пользователей. Это позволяет более точно планировать объёмы производства, исключать лишние партии и снижать нагрузку на окружающую среду. Кроме того, подобные технологии стимулируют развитие модели «on-demand production», при которой одежда создаётся по мере появления реального спроса. Как отмечают Al-Omar N. N. и соавт., «создание цифрового гардероба позволяет пользователю систематизировать одежду, сочетать элементы по стилю и погодным условиям, формируя индивидуальную моду на основе данных» [7, 246].

Виртуальные гардеробы формируют у пользователей новую культуру взаимодействия с вещами. Возможность видеть свой гардероб в цифровом виде делает процесс выбора более осознанным: человек видит, сколько предметов одежды у него уже есть, как часто они используются и в каких комбинациях могут быть применены. Это способствует снижению импульсивных покупок и уменьшению количества вещей, которые впоследствии не используются. В результате формируется поведенческая установка на рациональное потребление, что соответствует принципам «медленной моды» (slow fashion) и способствует продлению жизненного цикла одежды.

Заключение. Проведённое исследование показало, что технологии виртуального гардероба занимают важное место в современной модной индустрии, выступая связующим звеном между цифровыми инновациями, устойчивым развитием и новой культурой потребления. Эти системы объединяют в себе возможности искусственного интеллекта, машинного обучения, компьютерного зрения, дополненной реальности и облачных сервисов,

создавая комплексную экосистему, которая изменяет привычные процессы выбора, покупки и использования одежды.

Виртуальные гардеробы не только упрощают взаимодействие между пользователем и брендом, но и в значительной степени трансформируют бизнес-модели модных компаний. Благодаря интеллектуальным алгоритмам анализируются огромные массивы данных, что позволяет персонализировать рекомендации, предсказывать тренды и оптимизировать производственные процессы. Компании получают возможность создавать коллекции на основе реальных пользовательских предпочтений, сокращая объёмы невостребованного производства и тем самым уменьшая отрицательное воздействие на окружающую среду.

Список литературы

1. Bang H., Su J. “Who Uses Virtual Wardrobes? Investigating the Role of Consumer Traits in the Intention to Adopt Virtual Wardrobes.” Sustainability, 2022, Vol. 14(3), Article 1209. DOI: https://www.mdpi.com/2071-1050/14/3/1209
2. Shirkhani S., Hamam M., Saini R., Chai Y. “Study of AI-Driven Fashion Recommender Systems.” SN Computer Science, 2023, Vol. 4(6), Article No. 481. DOI: https://link.springer.com/article/10.1007/s42979-023-01932-9
3. Kumari S., Dilnawaz Khan M., Prakash D. “Virtual Wardrobe Using Augmented Reality.” International Journal of Scientific Development and Research (IJSDR), Vol. 10, Issue 5, 2025. https://ijsdr.org/papers/IJSDR2505305.pdf
4. Revolutionizing Virtual Wardrobe: Methodologies and Future Directions.” International Research Journal of Modernization in Engineering, Technology and Science (IRJMETS), October 2024, Issue 10. PDF: https://www.irjmets.com/uploadedfiles/paper//issue_10_october_2024/62555/final/fin_irjmets1729335528.pdf
5. AI and Emerging Technologies Supporting Fashion and Beauty. SSRN Preprint, 2025. https://papers.ssrn.com/sol3/Delivery.cfm/5272353.pdf?abstractid=5272353
6. The Effects of Artificial Intelligence on the Fashion Industry. Wiley Sustainability, 2024, Vol. 33(2). https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/sd.3312
7. Al-Omar N. N. et al. The Design and Development of a Web-Based Virtual Closet: The Smart Closet Project. Journal of Advanced Management Science (JOAMS), 2013, Vol. 1(3). https://www.joams.com/uploadfile/2013/0427/20130427030738361.pdf
8. Кошатова, А.Т. Модная иллюстрация: история, современность и инновации [Текст] / А.Т. Кошатова. – Известия КГТУ. – 2025. - №1(73). - стр. 184-193.

УДК 7.053 DOI:10.56634/16948335.2026.1.136-141

Б.Б. Белесарова
И.Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы
КГТУ им. И.Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика

Bakyt Belessarova
I.Razzakov KSTU, Bishkek, Kyrgyz Republic
belessarova@yandex.ru

ВЛИЯНИЕ ГРАФИЧЕСКОГО ДИЗАЙНА НА ФОРМИРОВАНИЕ БРЕНДОВОЙ ИДЕНТИЧНОСТИ АРХИТЕКТУРНОГО ПРОСТРАНСТВА

ГРАФИКАЛЫК ДИЗАЙНДЫН АРХИТЕКТУРАЛЫК МЕЙКИНДИКТИН БРЕНДДИК ӨЗГӨЧӨЛҮГҮН КАЛЫПТАНДЫРУУГА ТААСИРИ

THE INFLUENCE OF GRAPHIC DESIGN ON THE FORMATION OF BRAND IDENTITY IN ARCHITECTURAL SPACE

Заманбап дүйнөдө архитектуралык мейкиндик функционалдык жана эстетикалык өзгөчөлүктөрдүн алкагында гана чектелбестен, бренд менен анын максаттуу аудиториясынын ортосундагы коммуникациянын маанилүү элементи болуп калууда. Макалада графикалык дизайндын архитектуралык объектилердин бренддик идентүүлүгүн калыптандыруу процессине тийгизген таасири каралат. Талдоодо түстөр, типография, навигация, логотип жана визуалдык чөйрөнүн элементтери сыяктуу көркүнө чыгаруучу каражаттар бренд контекстинде архитектуралык мейкиндикти кабылдоону күчөтө турган инструменттер катары изилденет.

Өзгөчө көңүл архитектура менен графикалык дизайндын өз ара байланышы аркылуу бренддин баалуулуктарын жана философиясын чагылдырган бирдиктүү визуалдык образды түзүүгө бурулат. Изилдөө чөйрөнү долбоорлоодо междисциплинардык мамиленин маанилүүлүгүн баса белгилейт. Бул учурда графикалык дизайн жөн гана декоративдик элемент эмес, мейкиндиктин уникалдуу идентүүлүгүн жана эмоционалдык кабылдоосун калыптандыруучу стратегиялык инструмент катары каралат.

Түйүндүү сөздөр: *графикалык дизайн, бренддик идентүүлүк, архитектуралык мейкиндик, визуалдык коммуникация, фирмалык стиль.*

В современном мире архитектурное пространство выходит за рамки исключительно функциональных и эстетических характеристик, превращаясь в важный элемент коммуникации между брендом и его целевой аудиторией. В статье рассматривается влияние графического дизайна на процесс формирования брендовой идентичности архитектурных объектов. Анализируются визуальные средства — цвет, типографика, навигация, логотипа и элементы визуальной среды — как инструменты, способные усилить восприятие архитектурного пространства в контексте бренда. Особое внимание уделяется взаимодействию архитектуры и графического дизайна в создании целостного визуального образа, отражающего ценности и философию бренда. Исследование подчеркивает важность междисциплинарного подхода к проектированию среды, где графический дизайн выступает не просто декоративным элементом, а стратегическим инструментом формирования уникальной идентичности и эмоционального восприятия пространства.

Ключевые слова: *графический дизайн, брендовая идентичность, архитектурное пространство [11], визуальная коммуникация, фирменный стиль.*

In the modern world, architectural space goes beyond purely functional and aesthetic characteristics, becoming an important element of communication between a brand and its target audience. This article examines the influence of graphic design on the formation of brand identity within architectural environments. Visual elements such as color, typography, wayfinding systems, logos, and components of the visual environment are analyzed as tools that enhance the perception of architectural space in the context of branding. Special attention is given to the interaction between architecture and graphic design in creating a coherent visual image that reflects the values and philosophy of the brand. The study emphasizes the importance of an interdisciplinary approach to environmental design, where graphic design functions not merely as a decorative element but as a strategic tool for shaping unique identity and emotional perception of space.

Key words: *graphic design, brand identity, architectural space, visual communication, corporate style.*

Введение. В современном мире успешное развитие любого общественного или коммерческого пространства тесно связано с формированием его уникального образа - брендовой идентичности. В этом процессе графический дизайн играет важную роль, поскольку, являясь основным инструментом визуальной коммуникации, обеспечивает эстетическую, функциональную и смысловую целостность архитектурного пространства. Графический дизайн — это не просто художественное оформление, а язык, который передаёт зрителю философию, идею и ценности пространства. Поэтому изучение взаимосвязи архитектуры и графического дизайна сегодня является одной из актуальных тем.



Рисунок 1 - Брендинг через архитектуру

Графический дизайн играет ключевую роль в создании и укреплении брендовой идентичности архитектурного пространства, выступая связующим звеном между визуальной средой и восприятием бренда пользователем. В условиях усиливающейся конкуренции и стремления организаций к формированию уникального имиджа архитектурное пространство становится важным инструментом коммуникации, а графический дизайн - его выразительным языком.

Прежде всего, графический дизайн обеспечивает визуальную целостность пространства, объединяя архитектурные элементы в единую смысловую систему. Сквозные дизайн-решения — цветовые палитры, типографические решения, логотипы, пиктограммы, навигационные схемы — формируют узнаваемый образ, который легко интерпретируется пользователями и способствует укреплению брендовой идентичности.

Одним из ключевых аспектов является цвет как средство эмоционального и семантического влияния. Грамотно подобранная цветовая гамма способна задавать настроение, регулировать поведение в пространстве и усиливать посыл бренда. Типографика, в свою очередь, определяет характер визуальной коммуникации: строгие геометрические шрифты формируют ощущение современности и технологичности, тогда как рукописные или декоративные шрифты подчёркивают индивидуальность и креативность бренда.

Важную роль играет также навигационный дизайн, обеспечивающий удобство перемещения и интуитивное понимание структуры пространства. Навигация не только выполняет функциональную задачу, но и усиливает бренд, так как стиль ее исполнения становится частью общей визуальной системы.
Графические элементы, интегрированные в архитектурную среду - от фасадной графики и фирменных панелей до интерьерной навигации и мультимедийных инсталляций - создают атмосферу, отражающую ценности бренда. Такие визуальные решения помогают пользователю ощутить связь с брендом на уровне эмоций и опыта взаимодействия.
Особое значение имеет междисциплинарный подход, объединяющий архитекторов, дизайнеров и бренд-стратегов. Только в этом случае графический дизайн рассматривается не как декоративный элемент, а как стратегический инструмент, влияющий на восприятие и поведение людей в пространстве.

Таким образом, графический дизайн становится важнейшим фактором формирования брендовой идентичности архитектурного пространства. Он усиливает узнаваемость бренда, создает эмоциональную вовлеченность и обеспечивает гармоничное взаимодействие пользователей с окружающей средой. В результате архитектурное пространство превращается в мощный коммуникативный ресурс, способный транслировать ценности бренда и формировать уникальные пользовательские впечатления. Связь графического дизайна с архитектурой берёт своё начало в древних цивилизациях. Например, в Древнем Египте и Греции изображения и иероглифы на стенах зданий служили не только украшением, но и средством передачи культурной и идеологической информации. В XX веке эта связь вышла на новый уровень. Школа Баухаус (1919–1933) пропагандировала синтез дизайна и архитектуры, провозгласив принцип: «форма следует функции». Представители Баухауса рассматривали графический дизайн не просто как эстетическое дополнение, а как элемент, организующий пространство. Во второй половине XX века с развитием современной урбанистики и корпоративной архитектуры возросла необходимость создания собственного визуального стиля зданий и пространств. Известные архитектурные компании — Zaha Hadid Architects, Foster + Partners и OMA — активно используют в своих проектах элементы графического дизайна: типографику, логотипы, цветовые решения, навигационные системы.



Рисунок 2 - Изображения иероглифов на стенах в Древнем Египте

Цель исследования. Целью данного исследования является выявление и анализ роли графического дизайна в процессе формирования брендовой идентичности архитектурного пространства, а также определение способов интеграции графических элементов в архитектурную среду для создания целостного и узнаваемого образа бренда.
Брендовая идентичность — это визуальная и смысловая особенность компании, организации или пространства, которая вызывает у людей определённые эмоциональные реакции и отражает миссию и ценности бренда. В архитектурном пространстве брендовая идентичность проявляется не только через внешнюю форму здания, но и через интерьерный дизайн, освещение, систему навигации и графические элементы. Например, системы wayfinding

(навигации) в аэропортах и музеях - яркий пример гармоничного сочетания архитектуры и графического дизайна. Они помогают лучше ориентироваться в пространстве и улучшают пользовательский опыт.

Кроме того, цветовая палитра, типографика, расположение логотипа и выбор материалов формируют визуальный код бренда.

Роль и значение графического дизайна в архитектурном пространстве. Графический дизайн влияет на эстетическую и функциональную целостность архитектурного пространства. Его основные функции включают: Навигационная (ориентирующая) — помогает людям ориентироваться в пространстве (например, в аэропортах, больницах, университетах). Коммуникативная — отражает миссию и ценности пространства. Эстетическая - создаёт визуальную гармонию и вызывает эмоциональный отклик. Маркетинговая - укрепляет имидж бренда и формирует доверительные отношения с аудиторией.

В современном обществе архитектурный объект — это не просто здание, а носитель информации, своего рода медиа. Например, магазины Starbucks или Apple по всему миру узнаваемы благодаря единому визуальному коду и создают для потребителя уникальный опыт. Это — результат гармоничного взаимодействия графического дизайна и архитектуры.



Рисунок 3 - Графический дизайн фасада

В последние годы развитие цифровых технологий открыло новые возможности для архитектурной графики. Медиафасады, интерактивные световые инсталляции, решения с применением AR/VR формируют новые формы брендированных пространств. Например, в музеях и общественных зданиях с помощью цифровой графики создаются интерактивные экспозиции, а в корпоративных офисах применяются динамические логотипы и проекционные элементы дизайна.

Также актуален тренд экологического дизайна. Использование переработанных материалов и природных оттенков позволяет брендам визуально выражать философию устойчивого развития.

В качестве основного материала исследования использованы теоретические труды отечественных и зарубежных авторов в области графического дизайна, архитектуры, брендинга и визуальных коммуникаций. Анализировались современные архитектурные пространства — общественные здания, креативные кластеры, выставочные и образовательные центры, в которых активно применяется графический дизайн для формирования визуальной идентичности бренда.

Материал и методы исследования. Изучение влияния графического дизайна на формирование брендовой идентичности архитектурного пространства опиралось на комплексный междисциплинарный подход. В качестве основного материала были использованы современные научные статьи, монографии, практические кейсы из сфер архитектуры, графического дизайна, бренд-менеджмента и визуальных коммуникаций. Также рассматривались реальные примеры брендированных архитектурных объектов -

общественных пространств, коммерческих зданий, культурных центров и образовательных учреждений.

Методологическая база исследования включала:

Аналитический метод - для систематизации теоретической информации о принципах графического дизайна и его роли в формировании брендовой идентичности.

Сравнительный метод - для выявления различий и общих черт в использовании визуальных элементов (цвет, типографика, навигация, логотип, графическая среда) в различных архитектурных проектах.

Метод визуального анализа - для изучения композиционных решений, фирменного стиля, навигационных систем и интеграции графики в архитектурную среду.

Кейс-стади (case study) - анализ конкретных примеров архитектурных объектов, в которых графический дизайн является частью брендовой стратегии.

Системный подход - для определения взаимосвязи между архитектурой и графическим дизайном как единой визуально-коммуникативной системой.

Результаты исследования и их обсуждение. Результаты проведённого исследования показали, что графический дизайн является неотъемлемой частью формирования брендовой идентичности архитектурного пространства. Грамотное использование визуальных элементов усиливает эмоциональное восприятие среды, способствует узнаваемости бренда и формирует устойчивые ассоциации у посетителей.

Выявлено, что наиболее эффективное влияние на восприятие бренда оказывают следующие аспекты:

- согласованность графических и архитектурных решений;
- использование фирменных цветов и типографики в навигации и декоративных элементах;
- наличие визуальной системы, обеспечивающей единство пространства и идентичность бренда;
- продуманная визуальная коммуникация, направленная на создание позитивного пользовательского опыта.

Обсуждение результатов показало, что синергия графического дизайна и архитектуры позволяет не только повысить функциональные и эстетические качества среды, но и придать ей концептуальную глубину, выражающую философию бренда. Таким образом, графический дизайн следует рассматривать как стратегический инструмент формирования уникального архитектурного образа, способного эффективно транслировать ценности бренда в пространстве. Результаты исследования позволяют комплексно оценить, каким образом графический дизайн способствует формированию уникальной брендовой идентичности архитектурного пространства и как визуальные элементы усиливают эмоциональное и функциональное восприятие среды пользователями.



Рисунок – 4. Визуальные коммуникации. Рекламное бюро

Конец формы

Выводы. В эпоху урбанизации люди проводят большую часть времени в искусственно созданных архитектурных пространствах. Поэтому эстетическая и психологическая комфортность этих пространств имеет большое значение для общества. Графический дизайн не только придаёт архитектуре визуальную выразительность, но и улучшает взаимодействие человека со средой. Это - важный инструмент повышения качества современной городской культуры.

Таким образом, синтез архитектуры и графического дизайна сегодня является актуальным направлением исследования в культурном, экономическом и социальном аспектах.

Графический дизайн играет решающую роль в формировании брендовой идентичности архитектурного пространства. Он делает пространство узнаваемым, формирует эмоциональный опыт пользователя и отражает ценности организации.

В условиях усиления визуальной коммуникации современное общество всё больше нуждается в интеграции архитектуры и дизайна. В будущем это направление, несомненно, станет одним из ключевых факторов формирования городской идентичности.

Список литературы

1. Лебедева, Н. Ю. Бренд-дизайн как инструмент формирования идентичности в визуальной среде. — СПб.: БХВ-Петербург, 2020. [1]
2. Рубинштейн, М. И. Современная визуальная культура и архитектура: точки пересечения. // Дизайн. Теория. Практика. — 2021. — №4. — С. 15–24. [2]
3. Капферер, Ж.-Н. Бренд. Новая стратегия брендинга. — М.: Эксмо, 2023. [3]
4. Виноградова, Е. В. Графический дизайн и архитектурная среда: междисциплинарный подход. — М.: МАРХИ, 2018.
5. Frascara, J. Designing Communication: Making Information Accessible. — New York: Allworth Press, 2021. [4]
6. Wheeler, A. Designing Brand Identity: An Essential Guide for the Whole Branding Team. — 6th ed. — Hoboken, NJ: Wiley, 2023.
7. Lupton, E., & Phillips, J. C. Graphic Design: The New Basics. — 2nd ed. — New York: Princeton Architectural Press, 2015.
8. Olins, W. Brand New: The Shape of Brands to Come. — London: Thames & Hudson, 2020. [5]
9. Heller, S., & Vienne, V. Citizen Designer: Perspectives on Design Responsibility. — New York: Allworth Press, 2018.
10. Dovey, K. Framing Places: Mediating Power in Built Form. — 2nd ed. — London: Routledge, 2020. [6]
11. Гладышева, М. В. Имитация как инструмент восприятия архитектуры [Текст] / М.В.Гладышева. -Известия КГТУ. -2025.- №2(76). – стр. 286 – 293.

УДК 711.4 DOI:10.56634/16948335.2026.1.142-153

Т.В. Белькова
Л.Н.Гумилев атындагы Евразия улуттук университети, Астана, Казакстан Республикасы
Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Республика Казахстан

T.V. Belkova
L. N. Gumilev Eurasian National UniversityAstana, Kazakhstan

ЭВОЛЮЦИЯ НАУЧНЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ ОБ УРБАНИЗАЦИИ, АГЛОМЕРАЦИЯХ И ПОЛИЦЕНТРИЗМЕ

УРБАНИЗАЦИЯ, АГЛОМЕРАЦИЯЛАР ЖАНА ПОЛИЦЕНТРИЗМ ЖӨНҮНДӨ ИЛИМИЙ ТҮШҮНҮКТӨРДҮН ЭВОЛЮЦИЯСЫ

EVOLUTION OF SCIENTIFIC VIEWS ON URBANIZATION, AGGLOMERATIONS AND POLYCENTRISM

Макалада мейкиндикте өнүгүүнүн негизги категориялары катары урбанизация, агломерациялар жана полицентризм тууралуу илимий түшүнүктөрдүн эволюциясы каралат. Шаар тааануу теориясынын калыптаныш этаптары ачылып, шаарды эрте социологиялык жана географиялык интерпретациялоодон тартып полицентрдик түзүлүштөрдүн азыркы системдик концепцияларына чейинки өнүгүү көрсөтүлөт. Шаардын локалдуу феноменден тармактык жайгашуу тутумуна айланышын чагылдырган ата мекендик жана чет өлкөлүк ыкмалар салыштырма талдоого алынган. Урбанизациялык процесстердин социалдык-экономикалык жана инфраструктуралык өзгөрүүлөр менен өз ара байланышы өзгөчө көңүл борборуна коюлган. Изилдөө булактарды структуралык-типологиялык жана салыштырма ыкмалар менен талдоого негизделген; анын ичинде М. Вебер, Л. Вирт, Л. Мамфорд, Э. Говард, П. Холл жана башка изилдөөчүлөрдүн эмгектери пайдаланылган. Жыйынтыктар заманбап шаар курулуш илиминин контекстинде урбанизация, агломерация жана полицентризм түшүнүктөрүн тактоого мүмкүндүк берет. Автор полицентризм урбанизациялык системалардын өнүгүшүнүн мыйзам ченемдүү этабы катары калыптанып, туруктуу аймактык пландоонун концептуалдык негизи болуп калаарын көрсөтөт.

Түйүндүү сөздөр: *урбанизация, агломерация, полицентризм, мейкиндиктик өнүгүү, туруктуу жайгашуу, урбанизм, шаар, шаардык пландоо структурасы.*

В статье рассматривается эволюция научных представлений об урбанизации, агломерациях и полицентризме как ключевых категориях пространственного развития. Раскрываются этапы становления урбанистической теории, начиная с ранних социологических и географических интерпретаций города и заканчивая современными системными концепциями полицентрических структур. Проведён сравнительный анализ отечественных и зарубежных подходов, отражающих трансформацию города от локального феномена к сетевой системе расселения. Особое внимание уделено взаимосвязи урбанизационных процессов с социально-экономическими и инфраструктурными изменениями. Исследование основано на структурно-типологическом и сравнительном методах анализа источников, включая труды М. Вебера, Л. Вирта, Л. Мамфорда, Э. Говарда, П. Холла и других исследователей. Результаты позволяют уточнить понятия урбанизации, агломерации и полицентризма в контексте современной градостроительной науки. Автором показано, что полицентризм формируется как закономерный этап развития урбанизационных систем и становится концептуальной основой устойчивого территориального планирования.

Ключевые слова: *урбанизация, агломерация, полицентризм, пространственное развитие [30], устойчивое расселение, урбанизм, город, планировочная структура.*

The article examines the evolution of scientific views on urbanization, agglomerations and polycentrism as key categories of spatial development. On the basis of an analysis of classical and contemporary concepts, the typology, morphological and functional models of the city and urbanized territories are systematized. Special attention is paid to the transformation of the understanding of the city from an industrial centre to a complex multi-level urban region integrated into global networks. Drawing on the works of M. Weber, L. Wirth, L. Mumford, E. Howard, P. Hall and other researchers, the study traces the shift from monocentric paradigms to polycentric and network-based models. The results make it possible to clarify the definitions of urbanization, agglomeration and polycentrism and to determine their methodological potential for studying small towns within the influence zone of the Astana agglomeration and for shaping a polycentric settlement pattern. The conclusions can be used as a conceptual basis for sustainable territorial planning.

Key words: *urbanization, agglomeration, polycentrism, spatial development, polycentric model, agglomeration systems, sustainable settlement pattern, urbanism, city, planning structure*

Введение. Современная урбанизация представляет собой сложный многоуровневый процесс, охватывающий не только рост городского населения, но и глубокие пространственные трансформации территорий. В условиях глобализации и цифровизации именно агломерационные структуры становятся основными формами пространственной организации экономики, транспорта и социальной инфраструктуры. Проблема осмысления урбанизации как закономерности исторического развития тесно связана с эволюцией научных представлений о городе — от его понимания как компактного поселения к восприятию в качестве сложной пространственно-социальной системы [1; 2; 3]. С конца XIX века формируются подходы, рассматривающие город как центр обмена, коммуникаций и инноваций (М. Вебер, Л. Вирт). Во второй половине XX века урбанизация приобретает черты системного процесса, затрагивающего региональные и межрегиональные масштабы. Именно в этот период возникает понятие агломерации как формы объединения территорий, объединённых социально-экономическими связями и пространственной непрерывностью [4]. На рубеже XX–XXI веков в мировой урбанистике усиливается интерес к полицентризму, отражающему переход от иерархически организованных к сетевым моделям городского развития. Эта тенденция проявляется в странах с различными уровнями урбанизации и становится одним из ключевых принципов пространственной политики Европейского союза, Китая, Японии и Казахстана [5; 6]. Изучение теоретической эволюции представлений об урбанизации и агломерациях позволяет не только проанализировать генезис идей, но и выработать основания для современных моделей устойчивого расселения и планирования территорий. Таким образом, данное исследование направлено на выявление ключевых этапов формирования урбанистической теории и её методологической трансформации под влиянием социо-экономических и пространственных факторов.

Цель исследования. Определение закономерностей эволюции научных представлений об урбанизации, агломерациях и полицентризме, а также выявление концептуальных связей между социальными, экономическими и пространственными аспектами развития города.

Материал и методы исследования. В основу исследования положен анализ научных трудов в области урбанистики, социологии и архитектуры, а также нормативно-стратегических документов, отражающих пространственную политику различных стран. Применены методы историко-логического, сравнительного анализа и структурно-типологического обобщения. Методологическая база включает труды классиков урбанизма (М. Вебер, Л. Вирт, Л. Мамфорд, Э. Говард, П. Холл) и современные исследования OECD, UN-Habitat и ESPON, посвящённые агломерационным процессам и полицентрическим моделям развития [4; 5; 6].

Результаты и обсуждение. Урбанизация является одним из наиболее фундаментальных процессов развития человеческой цивилизации, отражающим закономерный переход общества от рассеянных сельских поселений к концентрации населения, капитала и инноваций в городских системах. Она представляет собой не только количественный рост городов и увеличение доли городского населения, но и качественное преобразование пространственной структуры общества, сопровождаемое изменением характера труда, культуры, социальных связей и образа жизни [7; 8].

Феномен урбанизации впервые стал предметом системного научного анализа в конце XIX — начале XX века. На раннем этапе внимание исследователей было сосредоточено преимущественно на социальных аспектах роста городов. Так, немецкий философ и социолог Г. Зиммель в эссе «Большие города и духовная жизнь» (1903) рассматривал город как среду, формирующую «новый тип личности», адаптированной к ускоренному ритму жизни, избыточным раздражителям и анонимности больших сообществ. М. Вебер определял город как «особый тип общественного устройства, основанный на автономии и самоуправлении», связывая его развитие с рационализацией социально-экономических процессов. Таким образом, уже на раннем этапе в теории урбанизации наметились два ключевых подхода: — социологический, акцентирующий внимание на изменении структуры общества, и — экономико-пространственный, описывающий закономерности размещения населения и производства.

Становление урбанизации как научной категории связано с социологической школой Чикаго (США), в частности с трудами Л. Вирта, Э. Бёрджесса и Р. Парка. Л. Вирт (1938) определил урбанизацию как «распространение городского образа жизни» и показал, что город формирует специфические формы социальной организации, отличающиеся от традиционного сельского уклада [9]. Э. Бёрджесс (1925) разработал модель концентрических зон, описывающую пространственное развитие города по принципу социально-экономических поясов: от центрального делового района к промышленным, жилым и пригородным зонам [10]. Р. Парк ввёл понятие «город как организм», подчеркивая, что городская среда развивается по законам естественного отбора и пространственного приспособления.

В середине XX века исследование урбанизации выходит за рамки социологии и становится предметом анализа географов, экономистов и урбанистов. В. Кристаллер (1933) в теории центральных мест предложил объяснение закономерностей размещения городов в зависимости от радиуса их обслуживания и специализации [11]. А. Лёш (1940) развил эту концепцию, показав, что размещение населённых пунктов и предприятий подчинено законам экономической оптимизации [12]. Ф. Перру (1955) ввёл понятие «полюса роста» как центра притяжения инноваций и капитала, что стало первым шагом к пониманию города не как изолированной единицы, а как функционального ядра региональной системы [13].

Во второй половине XX века урбанизация становится глобальным процессом, сопровождающимся индустриализацией, миграцией населения и развитием инфраструктуры. Л. Момфорд (1961) в труде The City in History связывает развитие урбанизации с технологической эволюцией общества, где город выступает «мегамашиной» — механизмом организации производства, коммуникаций и власти [8]. По мнению Момфорда, урбанизация является не следствием роста населения, а продуктом социального прогресса, выражением стремления общества к централизации и упорядочению.

Во второй половине XX — начале XXI века исследователи отмечают, что урбанизация перестаёт быть исключительно демографическим процессом и превращается в глобальную пространственную закономерность. По данным ООН (UN-Habitat, World Cities Report 2022), если в 1950 году в городах проживало около 30 % населения планеты, то к 2023 году этот показатель достиг 57 %, а к 2050 году превысит 68 %. Наиболее высокие темпы урбанизации наблюдаются в странах Азии и Африки, где за последние 40 лет численность городского населения увеличилась в 3–4 раза. В Европе и Северной Америке урбанизация

стабилизировалась на уровне 75–80 %, однако приобрела иные формы — реновацию, субурбанизацию, рурализацию и децентрализацию.

Современные формы урбанизации включают:

1. Мегаполизацию — формирование сверхкрупных городских агломераций (Токио, Дели, Шанхай, Мехико, Лагос), в которых проживает от 10 до 40 млн человек.
2. Субурбанизацию — интенсивное развитие пригородных территорий и периферийных поясов, связанных с ядром ежедневными трудовыми миграциями.
3. Рекурализацию — частичное возрождение сельских территорий через интеграцию в городские сети и развитие креативных индустрий.
4. Планетарную урбанизацию, о которой пишут Н. Бреннер и К. Шмидт: процесс, при котором урбанизированная логика охватывает все пространства планеты — от промышленных зон до сельских и природных территорий.

Таким образом, урбанизация сегодня — это универсальный процесс пространственной интеграции, в ходе которого городские и сельские территории сливаются в единую сеть. По выражению А. Лефевра (The Urban Revolution, 1970), «городская цивилизация перестала быть локальной, она стала планетарной».
Это означает, что понятие «город» утрачивает прежние географические границы, а понятие «урбанизация» становится эквивалентом пространственной организации общества в целом.

Для Казахстана и Центрально-Азиатского региона урбанизация имеет особое значение. С одной стороны, она способствует концентрации человеческого и экономического потенциала, с другой — усиливает диспропорции между столичными и периферийными территориями. По данным Бюро национальной статистики РК (2023), уровень урбанизации в стране составляет около 59 %, при этом более 40 % городского населения сосредоточено в трёх крупнейших агломерациях — Астанинской, Алматинской и Шымкентской. Наиболее динамично развивающейся является Астанинская агломерация, где процесс урбанизации сопровождается субурбанизацией, ростом маятниковой миграции и формированием новой системы расселения.

Урбанизация в Казахстане становится фундаментом пространственного развития, задавая направление формирования агломераций и полицентрических структур.
Она определяет базовые процессы — концентрацию населения, инфраструктурное насыщение, трансформацию сельских поселений, развитие транспортных сетей — и тем самым формирует предпосылки для перехода к новой фазе пространственной организации общества, где агломерация становится основной формой интеграции, а полицентризм — механизмом её устойчивости.

Понятие агломерации в современном градостроительном и региональном дискурсе занимает ключевое место, отражая закономерности пространственной концентрации населения, производства и инфраструктуры, а также процессы функциональной интеграции городов и прилегающих территорий. Однако теория агломераций формировалась постепенно — от описательной географии к междисциплинарному направлению, соединяющему экономику, социологию, урбанистику и пространственное планирование.

Ещё в XIX веке в трудах А. Вебера и Й. Тюнена были заложены основы анализа территориальной организации производства и расселения. Их исследования о локализации промышленных предприятий и сельскохозяйственных зон в зависимости от транспортных издержек и рыночной доступности сформировали первый экономико-пространственный подход к изучению закономерностей концентрации. Тем не менее термин агломерация в его современном понимании появляется лишь в начале XX века и получает активное развитие во второй половине столетия.

Французский географ Жан Готтман в работе Megalopolis: The Urbanized Northeastern Seaboard of the United States (1961) впервые описал феномен «непрерывного города» — обширного урбанизированного пояса от Бостона до Вашингтона, который он назвал мегалополисом [14]. Готтман отметил, что экономическая и социальная жизнь крупных городов выходит за пределы административных границ, а связи между ними создают новую

форму расселения — функционально связанную систему, основанную на транспортной, трудовой и информационной взаимозависимости. Его подход положил начало современному пониманию агломерации как единого пространственного организма, объединяющего множество городских узлов.

Вслед за Готтманом английский урбанист Питер Холл в книге Urban and Regional Planning (1975) систематизировал подходы к изучению сложных городских систем [15]. Он рассматривал агломерацию как устойчивую форму взаимодействия между ядром и периферией, основанную на транспортных потоках, трудовой мобильности и пространственной взаимодополняемости функций. Американский экономист Уильям Алонсо (1964) предложил теорию распределения земельной ренты, где объяснил закономерности концентрации населения и бизнеса внутри агломераций [16]. Модель Алонсо позволила количественно оценивать процессы урбанизации и сформировала основу для пространственных эконометрических моделей.

Во второй половине XX века исследовательский фокус сместился от морфологических характеристик к функциональному анализу. Агломерация стала рассматриваться не просто как непрерывная зона застройки, а как система функциональных взаимодействий, охватывающих территорию, превышающую физические границы городов. Так возникли понятия городского региона, метрополитен-региона и функциональной городской зоны (FUA). В начале XXI века ОЭСР и Eurostat утвердили модель Functional Urban Area, определяющую агломерацию по двум критериям:

1. наличие морфологического ядра — компактной зоны плотной городской застройки;
2. функциональной зоны влияния — территории, связанной с ядром маятниковыми потоками населения и экономическими связями [17].

Эта модель легла в основу статистических стандартов ЕС и международных исследований пространственного развития. В отчёте OECD. Redefining “Urban”: A New Way to Measure Metropolitan Areas (2012) показано, что именно функциональные взаимосвязи, а не физическая непрерывность застройки, определяют устойчивость и эффективность агломерационных систем.

Современные данные UN-Habitat свидетельствуют, что агломерации стали ведущей формой расселения в мире: более 56 % мирового населения проживает в пределах функциональных городских зон [18]. Наиболее крупные из них:

- Мегалополис Токайдо (Япония) — 65 млн человек на территории от Токио до Осаки;
- Île-de-France (Парижский регион) — около 13 млн жителей и более 1,5 млн маятниковых мигрантов ежедневно;
- Большой Лондон — зона функциональной связанности на 80 км вокруг столицы;
- Дельта Жемчужной реки (КНР) — крупнейшая в мире агломерация с населением более 70 млн человек, включающая Гуанчжоу, Шэньчжэнь, Гонконг и Макао.

Все эти примеры демонстрируют, что агломерация представляет собой многоуровневую сеть, в которой ядро и периферия взаимозависимы экономически и пространственно. Она является не только следствием урбанизации, но и её новой формой — «урбанизацией связей», где транспортная доступность, информационные потоки и совместные рынки труда определяют развитие.

В отечественной и постсоветской науке понятие агломерации получило развитие в трудах Г. М. Лаппо, П. М. Поляна, А. Г. Махровой, В. Г. Давидовича [19]. Советская школа трактовала агломерацию как «форму территориальной концентрации населения и производства», возникающую на основе устойчивых хозяйственных и транспортных связей между ядром и окружающими населёнными пунктами. Исследователи подчеркивали, что агломерации обладают значительным потенциалом экономии ресурсов за счёт совместного использования инфраструктуры и кооперации предприятий. В 1970–1980-е годы в СССР велись разработки генеральных схем расселения, в которых агломерации рассматривались как базовые единицы пространственного планирования (Московская, Ленинградская, Донецко-Макеевская и др.).

В постсоветский период акцент сместился с производственно-экономических к социальным и экологическим аспектам. Современные отечественные исследователи связывают агломерационные процессы с задачами устойчивого развития, пространственной связанности и повышения качества жизни населения. Параллельно усиливается интерес к методикам международных организаций — OECD, UN-Habitat, ESPON, где агломерации рассматриваются как инструмент интеграции региональных систем.

Особое место в мировой теории занимают исследования китайских учёных (Ли Синь, Чэнь Хуэй, Ван Фэй), которые предложили концепцию «многоуровневой урбанизации». Согласно этому подходу, агломерация — не просто следствие роста города, а управляемый процесс интеграции территорий, направленный на оптимизацию ресурсов и снижение пространственных диспропорций. В китайской модели выделяются три уровня урбанизационной структуры:

1. Мегаполис — ядро инновационного и управленческого потенциала;
2. Агломерация — система взаимосвязанных городов, объединённых трудовыми и инфраструктурными потоками;
3. Мегарегион — сеть агломераций, связанных транспортными коридорами.

Эта многоуровневая иерархия формирует современную концепцию «агломерационного каркаса развития», которая сегодня широко используется в планировании Китая, Южной Кореи и стран Юго-Восточной Азии.

Таким образом, развитие теории агломераций прошло три взаимосвязанных этапа:

1. Морфологический — акцент на пространственной непрерывности застройки и плотности населения (Готтман, Холл).
2. Функциональный — анализ взаимодействий и маятниковых потоков (Алонсо, OECD, ESPON).
3. Институциональный — интеграция агломераций в системы государственного и регионального управления (UN-Habitat, национальные программы).

Эта эволюция отражает переход от описания формы города к пониманию его системной роли в организации пространства. Современная агломерация — это не только демографическая и экономическая категория, но и инструмент пространственной устойчивости, обеспечивающий оптимизацию ресурсов, диверсификацию экономики и развитие сетевых взаимодействий.

В середине XX века в научной мысли и практике пространственного планирования происходит принципиальный сдвиг: от моноцентрических представлений о городе к идее **полицентризма** — системы взаимосвязанных и функционально распределённых центров развития. Этот переход стал отражением более глубоких социально-экономических и технологических изменений, связанных с децентрализацией производства, развитием транспорта, глобализацией рынков и формированием постиндустриальной экономики.

Истоки полицентрического подхода восходят к теории полюсов роста, предложенной французским экономистом Ф. Перру (1955), который впервые обосновал закономерность неравномерного развития в пространстве [20]. Он рассматривал экономику как совокупность «полюсов» — точек концентрации инноваций и капитала, которые создают эффект распространения роста (spread effect) на окружающие территории. Каждый полюс, по Перру, генерирует периферию, находящуюся с ним в отношениях взаимозависимости, что делает пространство неоднородным, но структурно взаимосвязанным.

Эти идеи получили пространственное развитие в трудах Ж. Будвиля, который перенёс теорию Перру в географический контекст [21]. Он предложил концепцию «экономических регионов», где развитие обеспечивается взаимодействием нескольких полюсов, объединённых транспортными и производственными потоками. Будвиль показал, что территориальные различия не следует сглаживать, напротив — именно взаимодействие сильных и слабых центров обеспечивает динамичное развитие.

Французский экономист П. Потье дополнил эту концепцию, подчеркнув роль межрегиональных связей и потоков капиталов, товаров и трудовых ресурсов как фактора

интеграции [22]. Таким образом, в 1960-е годы оформилась сетевая логика развития, где ключевым элементом пространственной структуры стали не отдельные города, а система взаимосвязанных центров. В 1970–1980-е годы, в условиях индустриального спада и кризиса крупных мегаполисов, идея полицентризма получила новый импульс в рамках так называемого нового регионализма. Он рассматривал регион не как административную единицу, а как открытую систему взаимодействий, способную адаптироваться к глобальным потокам капитала и инноваций. На этой основе сформировались первые концепции сетевых регионов — территорий, где развитие основано на горизонтальных связях между центрами, а не на иерархической подчинённости.

Ключевым моментом институционализации полицентризма стало принятие документа European Spatial Development Perspective (ESDP) (1999) [23]. ESDP закрепил полицентризм как основной принцип территориальной политики Европейского Союза, направленный на сбалансированное развитие и сокращение региональных диспропорций. В документе полицентризм определяется как «модель пространственной организации, при которой несколько взаимосвязанных центров обеспечивают экономическую и социальную интеграцию территории». Таким образом, Европа впервые осознала необходимость отхода от гиперцентрализованной модели, при которой Париж, Лондон или Берлин аккумулируют основную долю населения и капитала, в то время как периферия теряет динамику.

Реализация принципов полицентризма на практике нашла отражение в стратегиях пространственного планирования разных стран Европы. — В Италии сформировалась система Северного треугольника (Милан–Турин–Генуя), где города связаны между собой транспортными коридорами и дополняют друг друга функционально: Милан — финансовый и инновационный центр, Турин — промышленный, Генуя — портовый и логистический. — Во Франции реализуется концепция villes moyennes («средние города»), направленная на децентрализацию Парижского региона и усиление средних центров — Лиона, Тулузы, Нанта, Монпелье. — В Германии действует политика Raumordnung — пространственного упорядочения, основанная на поддержании сети городов разных уровней и интеграции между федеральными землями. — В Китае с 2014 года реализуется программа Новый тип урбанизации, предусматривающая переход от гигантских мегаполисов к метрополитен-кластерной модели (Шанхай–Сучжоу–Ханчжоу, Пекин–Тяньцзинь–Хэбэй), где несколько центров разделяют функции и развиваются координированно.

Таким образом, полицентризм стал не просто научной концепцией, а реальной стратегией пространственного планирования, направленной на формирование устойчивой, интегрированной и сбалансированной территориальной структуры. Он обеспечивает не только равномерное распределение ресурсов, но и стимулирует инновации, улучшает транспортную связанность и способствует формированию конкурентоспособных регионов.

Современная интерпретация полицентризма объединяет в себе несколько подходов: — экономический, рассматривающий полицентризм как механизм стимулирования региональной конкурентоспособности; — социальный, связывающий его с идеей пространственной справедливости и равного доступа к услугам; — экологический, трактующий полицентризм как способ снижения антропогенной нагрузки за счёт децентрализации.

Переход к полицентрической модели знаменует собой переход к новой пространственной парадигме, в которой устойчивое развитие достигается не концентрацией, а распределением. В XXI веке полицентризм стал универсальным принципом стратегического планирования и основой для построения новых типов региональных систем — от Европейского Союза до государств Азии и Казахстана.

Современная эпоха глобализации и цифровизации радикально изменила пространственную логику развития городов. Если индустриальный XX век был временем концентрации капитала и населения в отдельных мегаполисах, то XXI век характеризуется распределённой урбанизацией, где экономическая мощь формируется не внутри одного центра, а внутри сетей взаимосвязанных городов [24]. Полицентризм становится

естественным ответом на вызовы постиндустриального общества — рост мобильности, цифровизацию производства, глобальные потоки информации и капитала.

Как отмечает Мануэль Кастельс, в «сетевом обществе» города функционируют как узлы глобальной системы обмена данными, идеями и инновациями. Он утверждает, что современное пространство больше не определяется географической близостью, а формируется потоками информации и взаимодействий [24]. Таким образом, город превращается в коммуникационный интерфейс, соединяющий экономические, культурные и технологические пространства. Эта трансформация породила феномен «глобальных городов», описанных Саскией Сассен [25], где концентрируются функции управления, финансов и знаний — Лондон, Нью-Йорк, Токио, Сингапур, Гонконг.

Однако, как подчёркивает Питер Холл, даже крупнейшие мегаполисы не существуют изолированно — они объединяются в сети взаимозависимых метрополитен-регионов, формирующих каркас мировой урбанизации [26]. Так, треугольник Бостон–Нью-Йорк–Вашингтон в США, Токайдо в Японии (Токио–Нагоя–Осака), Пекин–Тяньцзинь–Хэбэй в Китае и Европейский Пентагон (Лондон–Париж–Милан–Мюнхен–Гамбург) в Европе представляют собой классические примеры глобального полицентризма, где каждая агломерация выполняет специфическую функцию — финансовую, технологическую, культурную или логистическую.

Исследования UN-Habitat и OECD показывают, что именно эти взаимосвязанные мегарегионы генерируют до 60 % мирового ВВП, при этом на их территории проживает менее 20 % населения планеты [27]. Это подтверждает, что устойчивое развитие в XXI веке достигается не концентрацией, а кооперацией и распределением функций между центрами. В результате формируется новая пространственная иерархия, где на смену вертикальной модели «центр–периферия» приходит горизонтальная сеть взаимозависимых узлов.

Одновременно растёт роль цифровой инфраструктуры, которая усиливает сетевой эффект между городами. Информационные и коммуникационные технологии делают расстояние менее значимым: данные, инновации и услуги перемещаются мгновенно, создавая «виртуальные агломерации» — функционально интегрированные территории без физической непрерывности. Примером является цифровой пояс Китая — ось Шанхай–Ханчжоу–Сучжоу–Нанкин, где технологические кластеры, университеты и логистические центры формируют инновационную экосистему. В США сеть городов Сан-Франциско–Сан-Хосе–Остин–Сиэтл образует так называемый «креативный полицентризм» (по Р. Флориде) [28], основанный на концентрации человеческого капитала, стартапов и высоких технологий.

Эти процессы демонстрируют, что глобализация привела к формированию «сетевой географии», в которой города связаны не только экономическими потоками, но и культурными, образовательными и инновационными связями. В этой системе полицентризм выполняет роль стабилизирующего механизма: он распределяет риски, снижает пространственные диспропорции и обеспечивает гибкость глобальной экономики. Благодаря этому модель полицентрического развития рассматривается международными организациями как один из ключевых инструментов достижения целей устойчивого развития (SDGs 2030).

По данным OECD Metropolitan Outlook 2020 [27], города, интегрированные в полицентрические сети, демонстрируют более высокую устойчивость к экономическим кризисам и более быстрые темпы инновационного роста. Так, в период после кризиса 2008 года именно регионы с развитой системой сетевых взаимодействий (Скандинавия, Бенилюкс, Германия) показали лучшие показатели восстановления и инвестиций в «зелёную» экономику.

Концепция сетевого полицентризма получила отражение в документах ESPON 2020 и UN-Habitat Global Report 2023, где отмечается, что будущее мировой урбанизации зависит от способности городов функционировать как узлы в единой глобальной сети. Полицентризм здесь трактуется не только как пространственная форма, но и как социально-экономический процесс взаимного усиления городов.

Таким образом, полицентризм в контексте глобализации и сетевой экономики является новой пространственной парадигмой, объединяющей экономическую эффективность, устойчивость и связанность.

Он формирует гибкую, динамичную систему, способную адаптироваться к внешним изменениям, обеспечивая сбалансированное развитие не только внутри стран, но и на уровне межрегиональных и межконтинентальных связей.

В условиях усиливающихся глобальных вызовов — урбанизации, изменения климата, экономической поляризации и пространственного неравенства — концепция полицентризма приобретает особое значение как инструмент реализации принципов устойчивого развития. Она позволяет согласовать экономические, социальные и экологические интересы в рамках единой территориальной системы, обеспечивая пространственную сбалансированность, доступность ресурсов и качество жизни [29].

Сущность полицентризма заключается в деконцентрации функций и распределении активности между несколькими центрами. Это означает отход от моноцентрических моделей, где всё развитие сосредоточено в одном ядре (столице или мегаполисе), в пользу системного взаимодействия городов, специализирующихся в различных областях. Такой подход снижает пространственные и социальные диспропорции, предотвращает перегрузку инфраструктуры, способствует рациональному использованию земель и ресурсов, а также повышает адаптивность регионов к внешним изменениям.

Полицентризм в рамках устойчивого пространственного развития выполняет три ключевые функции:

1. **Интеграционную** — объединяет города и посёлки в единую функциональную систему с взаимодополняющими экономическими и социальными связями;
2. **Балансирующую** — способствует снижению концентрации населения и производства в крупнейших агломерациях, формируя более равномерное расселение;
3. **Регулирующую** — обеспечивает территориальную справедливость и равный доступ к инфраструктуре и услугам.

Согласно исследованиям ESPON (European Spatial Planning Observation Network), полицентризм способствует устойчивости территорий, поскольку повышает их способность к самоорганизации и внутренней кооперации. В отличие от централизованных структур, где сбой в одном узле приводит к системным проблемам, полицентрические сети обладают свойствами избыточности и гибкости, что делает их устойчивыми к кризисам — экономическим, экологическим и социальным.

Одним из наиболее убедительных примеров успешной реализации принципов полицентризма является Рурская область (Германия). Этот регион, включающий более десяти городов (Дуйсбург, Эссен, Дортмунд, Бохум, Гельзенкирхен и др.), сформировался на основе индустриальной концентрации угольной и сталелитейной промышленности в XIX–XX вв. После деиндустриализации в 1970–1990-е годы Рурская область пережила масштабную трансформацию: промышленная инфраструктура была переосмыслена, а на её базе возникли новые экономические кластеры — научно-исследовательские, культурные, экологические и образовательные. Сформировавшаяся сеть взаимосвязанных городов стала примером «инновационного полицентризма», где каждый узел выполняет специализированную функцию, а устойчивость региона обеспечивается их кооперацией. Сегодня Рурская область рассматривается ЕС как образец успешного перехода от монофункционального индустриального комплекса к диверсифицированной полицентрической структуре.

Другим примером является Рандстад (Нидерланды) — пространственная дуга, объединяющая Амстердам, Роттердам, Гаагу и Утрехт. Каждый из этих городов имеет собственную специализацию: Амстердам — финансово-культурный центр, Роттердам — крупнейший порт Европы, Гаага — административно-правительственная столица, Утрехт — транспортный и образовательный узел. Благодаря интеграции транспортных сетей, унифицированной политике планирования и совместному управлению территориями,

Рандстад стал эталоном сбалансированного полицентризма, который обеспечивает высокое качество жизни и минимальные пространственные диспропорции.

В Скандинавских странах полицентризм также является стратегическим инструментом территориальной политики. В Швеции ось «Стокгольм–Уппсала» демонстрирует синергию академического и инновационного потенциала: Стокгольм концентрирует финансовые и управленческие функции, Уппсала — научные и образовательные. В Дании и южной Швеции система «Копенгаген–Мальмё», связанная Эресуннским мостом, стала моделью трансграничного полицентризма, где два государства координируют экономику, транспорт и экологическую политику. Эти примеры показывают, что полицентрическая организация не только повышает экономическую устойчивость, но и способствует экологическому равновесию и социальной интеграции.

Концепция полицентризма официально закреплена в стратегических документах Европейского Союза, включая Territorial Agenda 2030 и European Green Deal. Эти программы определяют полицентризм как основу «справедливого, зелёного и цифрового перехода», предполагающего развитие нескольких взаимосвязанных центров роста, поддержку средних и малых городов, развитие инфраструктурной связанности и снижение пространционного неравенства. В Territorial Agenda 2030 подчёркивается необходимость формирования «сетей устойчивых территориальных узлов», которые способны совместно обеспечивать экономическую конкурентоспособность и устойчивость к внешним кризисам.

Подобные идеи находят отражение и в документах UN-Habitat. В *World Cities Report 2022* отмечается, что «устойчивые города XXI века — это не изолированные центры, а элементы пространственных сетей, связанных экономикой, транспортом и коммуникациями». Таким образом, международная политика пространственного развития исходит из того, что полицентризм — ключевой механизм достижения Целей устойчивого развития ООН (SDGs 11, 13 и 17).

В современном понимании полицентризм представляет собой институциональную и планировочную парадигму, ориентированную на равномерное распределение потенциала между регионами, что способствует формированию пространственного равновесия. Он усиливает устойчивость региональных систем, стимулирует развитие человеческого капитала, улучшает пространственную связанность и повышает конкурентоспособность территорий.

С точки зрения градостроительной науки полицентризм способствует:

- развитию **многоуровневых систем расселения**, где каждый уровень выполняет определённую функцию;
- формированию **устойчивых транспортных коридоров**, соединяющих города в единую сеть;
- сохранению **экологического равновесия** за счёт рационального использования ресурсов и зелёных поясов между центрами;
- улучшению **социальной справедливости** — доступу населения периферийных территорий к услугам, образованию, здравоохранению и рабочим местам.

Таким образом, полицентризм выступает не только как пространственная форма, но и как инструмент устойчивого управления развитием, обеспечивающий адаптацию регионов к вызовам глобализации, урбанизации и климатических изменений. Он позволяет перейти от экстенсивного роста к качественному развитию, при котором экономическая эффективность сочетается с социальной сбалансированностью и экологической устойчивостью.

Выводы. Проведённый анализ показал, что развитие научных представлений об урбанизации, агломерациях и полицентризме отражает глубинную эволюцию пространственного мышления — от локальных форм городской концентрации к системной модели интеграции территорий. Урбанизация из демографического явления превратилась в глобальный социально-экономический процесс, формирующий не только плотность населения, но и характер производственных, культурных и экологических взаимодействий.

Она выступает ключевым фактором пространственного развития, определяющим структуру расселения, типы инфраструктуры и логику региональных связей.

Этап формирования теории агломераций стал переходным звеном между урбанизацией и полицентризмом. Агломерации — это уже не просто зоны высокой плотности населения, а функциональные системы взаимозависимых центров, где взаимодействие экономики, транспорта и социальной сферы создаёт синергетический эффект роста.

Международные исследования (Готтман, Холл, OECD, UN-Habitat) доказали, что устойчивость городских систем зависит не от размеров ядра, а от силы и стабильности межпоселенческих связей. Переход к концепции полицентризма стал закономерным этапом развития пространственной мысли. Эта модель отражает современную необходимость децентрализации и сбалансированного распределения функций между городами и регионами.

Полицентризм обеспечивает переход от вертикальной иерархии «центр–периферия» к сетевой структуре взаимодействий, где устойчивость достигается через взаимодополняемость. Европейская практика (ESDP, Territorial Agenda 2030) и азиатские модели (Китай, Южная Корея) подтвердили эффективность этого подхода в решении проблем пространственного неравенства и концентрации ресурсов.

Список литературы

1. Weber M. The city // From Max Weber: Essays in Sociology. – New York: Oxford University Press, 1946.

2. Wirth L. Urbanism as a Way of Life // American Journal of Sociology. – 1938. – Vol. 44, No. 1. – P. 1–24.

3. Mumford L. The City in History: Its Origins, Its Transformations, and Its Prospects. – New York: Harcourt, 1961.

4. Howard E. Garden Cities of To-morrow. – London: Swan Sonnenschein, 1902.

5. UN-Habitat. World Cities Report 2022: Envisaging the Future of Cities. – Nairobi: UN-Habitat, 2022.

6. OECD. Redefining “Urban”: A New Way to Measure Metropolitan Areas. – Paris: OECD Publishing, 2012.

7. Lefebvre H. The Urban Revolution. – Minneapolis: University of Minnesota Press, 2003.

8. Brenner N., Schmid C. Planetary Urbanization // In: Gandy M. (ed.). Urban Constellations. – Berlin: Jovis, 2012. – P. 10–13.

9. Wirth L. Urbanism as a Way of Life. – Chicago: University of Chicago Press, 1964.

10. Burgess E. W. The Growth of the City // Park R., Burgess E., McKenzie R. The City. – Chicago: University of Chicago Press, 1925.

11. Christaller W. Die zentralen Orte in Süddeutschland. – Jena: Gustav Fischer, 1933.

12. Lösch A. Die räumliche Ordnung der Wirtschaft. – Jena: Gustav Fischer, 1940.

13. Perroux F. Note sur la notion de «pôle de croissance» // Economie appliquée. – 1955. – Vol. 8.

14. Gottmann J. Megalopolis: The Urbanized Northeastern Seaboard of the United States. – New York: Twentieth Century Fund, 1961.

15. Hall P. Urban and Regional Planning. – London: Routledge, 1975.

16. Alonso W. Location and Land Use. – Cambridge, MA: Harvard University Press, 1964.

17. OECD. Redefining “Urban”: A New Way to Measure Metropolitan Areas. – Paris: OECD Publishing, 2012.

18. UN-Habitat. World Cities Report 2022: Envisaging the Future of Cities. – Nairobi: UN-Habitat, 2022.

19. Лаппо Г. М. География городов. – М.: Владос, 1997.

20. Perroux F. Economic Space: Theory and Applications. – Quarterly Journal of Economics. – 1950.

21. Boudeville J. Problèmes de croissance économique régionale. – Paris: Dunod, 1966.

22. Pottier P. Les pôles de croissance. – Paris: Presses Universitaires de France, 1963.

23. European Commission. European Spatial Development Perspective (ESDP). – Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 1999.

24. Castells M. The Rise of the Network Society. – Oxford: Blackwell, 1996.

25. Sassen S. The Global City: New York, London, Tokyo. – Princeton: Princeton University Press, 1991.

26. Hall P. Global City-Regions in the Twenty-First Century // In: Scott A. (ed.). Global City-Regions. – Oxford: Oxford University Press, 2001.

27. OECD; UN-Habitat. Global State of Metropolitan Areas. – Paris–Nairobi: OECD/UN-Habitat, 2020.

28. Florida R. The Rise of the Creative Class. – New York: Basic Books, 2002.

29. ESPON. Polycentric Territorial Structures and Territorial Cooperation. ESPON Policy Brief 6. – Luxembourg: ESPON EGTC, 2014.

30. Гладышева, М. В. Имитация как инструмент восприятия архитектуры [Текст] / М.В. Гладышева. – Известия КГТУ. - 2025. - №2(74). -стр.286-293.

УДК: 72.01:378.14:004 DOI:10.56634/16948335.2026.1.154-159

Т.М. Енсебаев
И. Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек Кыргыз Республикасы
КГТУ им. И. Раззакова Бишкек, Кыргызская Республика

Timur Yensebayev
I.Razzakov KSTU, Bishkek, Kyrgyz Republic
tensebaev@mail.ru

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ АРХИТЕКТУРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ: ГИБРИДНЫЙ ПОДХОД ДЛЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

АРХИТЕКТУРАЛЫК БИЛИМ БЕРҮҮНҮН САНАРИПТИК ТРАНСФОРМАЦИЯСЫНЫН КОНЦЕПТУАЛДЫК МОДЕЛИ: БОРБОРДУК АЗИЯ ҮЧҮН ГИБРИДДИК ЫКМА

CONCEPTUAL MODEL OF DIGITAL TRANSFORMATION IN ARCHITECTURAL EDUCATION: A HYBRID APPROACH FOR CENTRAL ASIA

Бул макала Борбордук Азия шарттарындагы архитектуралык билим берүүнүн санариптик трансформация процесстерин талдоого арналган. Изилдөөнүн максаты - салттуу архитектуралык мектептин баалуулуктарын сактоо менен бирге санариптик технологияларды окутуу процессине натыйжалуу интеграциялоонун жолдорун аныктоо. Батыштагы санариптештирүү моделдерин түздөн-түз кабыл алуу постсоветтик мейкиндиктин социалдык-маданий жана институционалдык өзгөчөлүктөрүн эске албай турганы белгиленет. Макалада советтик мезгилде калыптанган педагогикалык салттарды санариптик долбоорлоо боюнча инновациялык инструменттер менен айкалыштырган гибриддик ыкма сунушталат.

Изилдөөнүн алкагында өз ара байланышкан төрт блоктон турган концептуалдык модель иштелип чыкты: педагогикалык ыкмалар, санариптик чөйрө, окутуучулардын компетенттүүлүгү жана билим берүү жыйынтыктарын баалоо системасы. Модель санариптик дидактиканын концепциясына жана HeDiCom фреймворкуна таянат, бул санариптик трансформацияны комплекстүү түшүндүрүүгө шарт түзөт. Натыйжалар гибриддик окутуу принциптеринин негизинде билим берүү программаларын модернизациялоого умтулган Борбор Азия университеттери үчүн практикалык мааниге ээ.

Түйүндүү сөздөр: *архитектуралык билим берүү, санариптик трансформация, BIM-технологиялары, гибриддик окутуу, Борбордук Азия, педагогикалык инновациялар, окутуучунун компетенттүүлүгү.*

Статья посвящена анализу процессов цифровой трансформации архитектурного образования в условиях Центральной Азии. Исследование направлено на поиск эффективных путей интеграции цифровых технологий в учебный процесс при сохранении ценности традиционной архитектурной школы. Отмечается, что простое копирование западных моделей цифровизации не учитывает социокультурные и институциональные особенности постсоветского пространства. Предлагается гибридный подход, соединяющий педагогические традиции, сформированные в советский период, с инновационными инструментами цифрового проектирования. В рамках исследования разработана

концептуальная модель, включающая четыре взаимосвязанных блока: педагогические подходы, цифровую среду, компетентность преподавателей и систему оценки результатов обучения. Модель опирается на концепцию цифровой дидактики и фреймворк HeDiCom, обеспечивая комплексное понимание цифровой трансформации в архитектурном образовании. Результаты имеют прикладное значение для университетов Центральной Азии, стремящихся модернизировать образовательные программы на основе принципов гибридного обучения.

Ключевые слова: *архитектурное образование [14], цифровая трансформация, BIM-технологии, гибридное обучение, Центральная Азия, педагогические инновации, компетентность преподавателя.*

The article explores the digital transformation of architectural education within the specific context of Central Asia. The study aims to identify effective strategies for integrating digital technologies into academic programs while maintaining the values of the traditional architectural school. It emphasizes that direct adoption of Western models overlooks the socio-cultural and institutional features of the post-Soviet educational space. A hybrid approach is proposed that combines established pedagogical traditions with innovative digital design tools. The conceptual model developed in this study comprises four interrelated components: pedagogical approaches, digital environment, teacher competence, and learning assessment. The model is based on the concept of digital didactics and the HeDiCom framework, ensuring a comprehensive understanding of digital transformation in architectural education. The findings provide practical guidance for universities in Central Asia seeking to modernize their curricula through hybrid learning principles.

Key words: *architectural education, digital transformation, BIM technologies, hybrid learning, Central Asia, pedagogical innovation, teacher competence.*

Введение. Современная архитектурная практика претерпевает глубокие изменения под влиянием цифровых технологий, в частности информационного моделирования зданий (BIM). Эти изменения трансформируют профессиональные компетенции, предъявляемые к архитекторам, и требуют обновления образовательных подходов. Вузовские программы архитектурного профиля сталкиваются с необходимостью балансировать между сохранением традиционных методик проектного обучения и внедрением цифровых инструментов.

Для стран Центральной Азии данная проблема приобретает особую значимость. Образовательная система региона формировалась под влиянием советской методологической школы, где центральное место занимали ручная графика, макетирование и композиционный анализ. Эти направления обеспечивали фундаментальную художественно-пространственную подготовку, однако современная цифровая среда требует дополнения их инструментами параметрического моделирования, визуализации и анализа данных.

Попытки полного копирования западных моделей цифровизации не всегда приводят к успешным результатам: экономические ограничения, различия в институциональных структурах и культурные особенности оказываются сдерживающими факторами. Поэтому актуальной становится задача разработки адаптивной модели, способной объединить достоинства традиционного и инновационного подходов.

Цель исследования заключается в формировании концептуальной модели цифровой трансформации архитектурного образования, ориентированной на контекст Центральной Азии и основанной на принципах гибридного обучения.

Материал и методы исследования. Разработка концептуальной модели планируется на основе комплексного анализа источников и практик, связанных с цифровизацией

образования и внедрением BIM-технологий в архитектурную подготовку. Методологическая основа исследования объединяет принципы системного и междисциплинарного подхода, позволяя рассматривать цифровую трансформацию как многослойный процесс, включающий педагогические, технологические и организационные аспекты.

В качестве теоретического основания использована концепция тетраэдра цифровой дидактики (Леонова, 2020), согласно которой образовательная система рассматривается как взаимодействие четырёх ключевых элементов — традиционных методов, цифровых технологий, педагогических стратегий и профессиональной компетентности преподавателя. Центральная идея заключается в поиске баланса между инновациями и педагогическим опытом, что полностью соответствует принципу гибридного обучения, лежащему в основе настоящего исследования. Такой подход позволяет избежать техноцентризма и сосредоточиться на содержательной интеграции технологий в образовательный процесс.

Компонент, связанный с цифровой компетентностью преподавателя, базируется на рамочной модели HeDiCom (Tondeur et al., 2023), специально разработанной для высшего образования. Данный фреймворк выделяет четыре взаимосвязанных направления компетентности: педагогическое, технологическое, коммуникативное и оценочное. Особое внимание уделяется последнему, поскольку именно цифровая оценка результатов обучения остаётся наименее разработанной областью в современной педагогике. На основе этих принципов в исследовании сформирована адаптированная матрица цифровой компетентности, отражающая специфические требования университетов Центральной Азии.

Для сохранения сути архитектурного образования в цифровой среде были учтены положения педагогики архитектурной студии, описанные в трудах Schön (1983) и Kuhn (2001). В этой модели ключевыми признаками выступают итеративность проектного процесса, визуальная коммуникация, постоянная критика и обучение через рефлексию. В условиях цифровизации данные принципы сохраняют свою значимость, но реализуются через новые инструменты — параметрическое моделирование, совместные платформы и визуальные среды реального времени.

Методика исследования включает несколько взаимодополняющих этапов.

Во-первых, проведён систематический обзор литературы, охватывающий 16 категорий цифровых инструментов, применяемых в архитектурном образовании.

Во-вторых, выполнен контент-анализ вакансий в архитектурной отрасли Казахстана и Кыргызстана для выявления компетенций, наиболее востребованных работодателями.

В-третьих, разработан квазиэкспериментальный дизайн, направленный на проверку эффективности предложенной модели в условиях разных университетов.

Для эмпирической валидации модели предусмотрено проведение кросс-культурного исследования в двух странах Центральной Азии. В выборку войдут 2 университета, около 15–20 преподавателей и 75–120 студентов архитектурных направлений. Такое распределение позволит оценить универсальность модели и выявить региональные различия в подходах к цифровизации образования.

Результаты исследования и их обсуждение. На основании проведённого анализа литературы, региональных условий и теоретических основ была сформирована концептуальная модель цифровой трансформации архитектурного образования, отражающая особенности гибридного подхода. Модель структурирована в виде четырёх взаимосвязанных компонентов, каждый из которых выполняет определённую функцию в образовательной экосистеме (Рисунок 1).

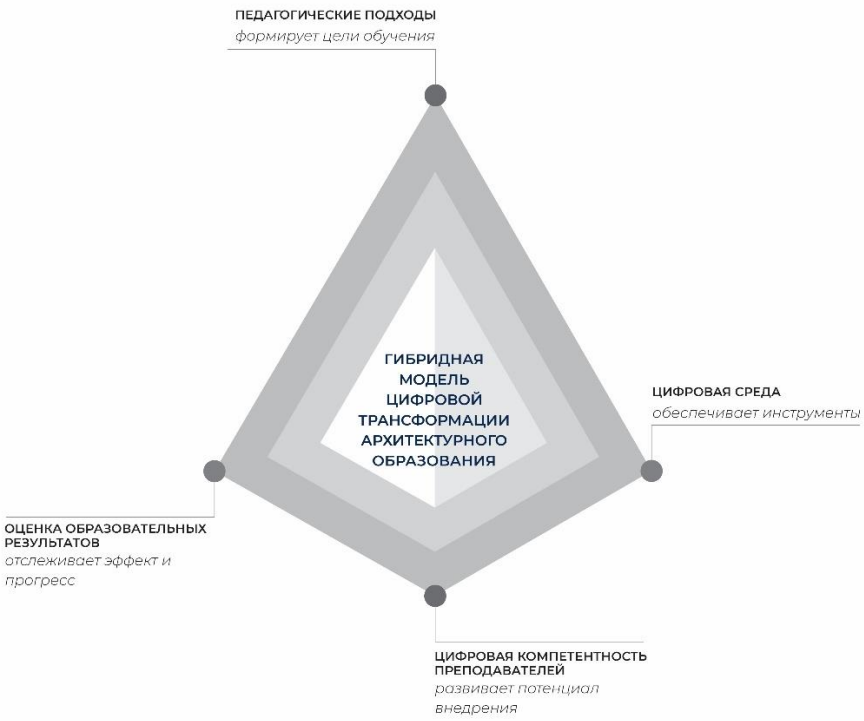


Рисунок 1 – Схема концептуальной модели цифровой трансформации архитектурного образования

Первый компонент — педагогические подходы. Он объединяет три ключевых направления: проектное обучение (Project-Based Learning), рефлексивную практику и коллаборативные формы взаимодействия. Проектное обучение сохраняет статус ядра архитектурного образования, однако в цифровой среде получает новые возможности: использование параметрических инструментов ускоряет итерации, а цифровая визуализация помогает студентам эффективнее анализировать пространственные решения. Эмпирические исследования показывают, что интеграция цифровых средств в проектную деятельность повышает вовлечённость студентов и качество конечных проектов. Рефлексивная практика усиливается благодаря возможности документировать процесс проектирования через версионность моделей и запись обсуждений. Коллаборативное обучение реализуется в междисциплинарных и международных командах, что становится возможным благодаря облачным платформам и средам совместного проектирования.

Второй компонент — цифровая среда, представляющая собой совокупность инструментов, обеспечивающих полный цикл проектной деятельности. В качестве базовых программ были выделены шесть систем: Revit для информационного моделирования, Rhino 3D и Grasshopper для параметрического моделирования, Twinmotion для визуализации в реальном времени, Adobe Photoshop для постобработки и AutoCAD для двумерного черчения. Этот набор отражает баланс между профессиональными стандартами и учебными задачами. При этом каждая программа выполняет собственную функцию в формировании цифровых компетенций студентов — от концептуального моделирования до коммуникации проектных идей.

Третий компонент модели — компетентность преподавателей. Она описывается через четыре взаимосвязанных измерения: педагогическое, технологическое, коммуникативное и оценочное. Такая структура позволяет системно оценивать готовность преподавателя к цифровому обучению. Отдельное внимание уделяется формированию навыков объективной оценки студенческих проектов средствами цифровой аналитики, что ранее редко реализовывалось в архитектурных школах. Для повышения профессионального уровня

преподавателей планируется программа дополнительного образования, включающая как теоретическую, так и практическую части.

Четвёртый компонент — оценка результатов обучения. Она основана на адаптированной модели четырёх уровней оценки Дональда Киркпатрика (1994).

Первый уровень фиксирует реакцию участников на образовательный процесс и их удовлетворённость;

второй отражает степень усвоения знаний и приобретения навыков;

третий показывает, как новые компетенции применяются в проектной деятельности;

четвёртый связан с конечными результатами — успешностью трудоустройства и профессиональным ростом выпускников.

Такой подход позволяет проводить комплексную оценку эффективности внедрения цифровых инструментов и педагогических инноваций.

Гибридный подход как диалог традиции и инновации. Отдельное внимание уделено принципу «диалога наследия и инноваций», который является ключевым элементом предлагаемой модели.

В рамках этого подхода цифровые технологии не вытесняют традиционные методы, а расширяют их возможности. Например, ручное эскизирование рассматривается не как противопоставление 3D-моделированию, а как его предварительная стадия: рисунок на бумаге может быть оцифрован и использован в параметрической среде. Аналогичным образом физическое макетирование дополняется цифровыми методами — 3D-печатью, лазерной резкой или VR-моделированием. Такой синтез позволяет сохранить художественно-пространственное мышление студентов и одновременно развить цифровую культуру проектирования.

Подобный диалог формирует особую гибридную архитектурную студию, где традиционные формы критики (стикеры, обсуждение в аудитории) сочетаются с онлайн-форматами. Использование цифровых платформ позволяет фиксировать процесс критических обсуждений, проводить совместные ревью, а также анализировать ход проектирования в ретроспективе. В результате формируется новая педагогическая среда, объединяющая материальные и виртуальные компоненты обучения.

Интерпретация результатов. Предложенная модель демонстрирует потенциал для масштабирования и адаптации в зависимости от институциональных и экономических условий конкретного вуза.

В университетах с высоким уровнем цифровой инфраструктуры акцент может быть сделан на интеграции BIM-платформ в проектные студии;

в учреждениях с ограниченными ресурсами целесообразно реализовывать постепенный переход — начиная с внедрения доступных инструментов визуализации и онлайн-обсуждений.

Таким образом, гибридный подход обеспечивает гибкость и устойчивость образовательной системы, снижая зависимость от уровня технологического оснащения.

Выводы. Данное исследование позволит обосновать и структурировать концептуальную модель цифровой трансформации архитектурного образования, адаптированную к условиям стран Центральной Азии. Разработанная система объединит педагогические, технологические и организационные компоненты, обеспечивая целостное представление о механизмах цифровизации в профессиональной подготовке архитекторов.

Во-первых, установлено, что устойчивое развитие архитектурного образования возможно только при сохранении баланса между традиционными художественными и цифровыми методами проектирования. Гибридный формат обучения обеспечивает диалог между творческим наследием архитектурной школы и инновационными инструментами цифровой среды.

Во-вторых, модель включает четыре взаимосвязанных блока — педагогические подходы, цифровую среду, компетентность преподавателей и систему оценки результатов, — что позволяет комплексно анализировать и совершенствовать образовательные процессы.

В-третьих, интеграция фреймворков цифровой дидактики и HeDiCom обеспечивает теоретическую валидность модели и делает её применимой к различным институциональным контекстам. Такое решение открывает возможности для дальнейших сравнительных исследований и кросс-культурной апробации.

В-четвёртых, практическая значимость предложенной модели заключается в том, что она может служить методическим ориентиром для университетов Центральной Азии, реализующих программы модернизации архитектурного образования. Результаты исследования позволяют выстраивать стратегию поэтапной цифровизации учебного процесса, ориентированную на реальный уровень ресурсов и компетенций.

В целом, гибридный подход к цифровой трансформации архитектурного образования способствует формированию более гибкой, инклюзивной и устойчивой образовательной среды, ориентированной на современные профессиональные стандарты и культурное разнообразие региона.

Список литературы

1. Салман, О.А. Новейшая архитектура в условиях цифровой эпохи [Текст] / О.А.Салман, И.И.Балуненко. — Минск: Белорусская наука, 2023.
2. Борисова, Т.С. Взаимосвязь BIM, VR и AI как ключевой фактор улучшения эффективности архитектурного проектирования [Текст] / Т.С.Борисова, Ю.Г. Молчанова, Е.В. Ермакова. - Сборник NITAC. - 2025.
3. Герцберг, В.И. Современная архитектура: тенденции и направления развития [Текст] / В.И. Герцберг. — М.: Архитектура-С, 2015.
4. Леонова, Е. А. Цифровая дидактика профессионального образования и обучения [Текст] / Е.А.Леонова. — Москва: Юрайт, 2020. — 192 с.
5. Tondeur J., van Braak H., Voogt G. The development and validation of the HeDiCom framework: A tool for understanding and promoting higher education teachers' digital competence. — Computers & Education, 2023, Vol. 203, p. 104853.
6. Kuhn S. The software design studio: A new paradigm for software development and training. — IEEE Software, 2001, Vol. 18(5), pp. 76–83.
7. Schön D. A. The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action. — New York: Basic Books, 1983. — 384 p.
8. Basilotta-Gómez-Pablos V., Matarranz M., Casado-Aranda A. Teachers' digital competence in the area of e-assessment: A study in the context of higher education. — Journal of Technology and Science Education, 2022, Vol. 12(1), pp. 206–221.
9. Eastman C., Teicholz P., Sacks R., Liston K. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors. — 2nd ed. — Hoboken: John Wiley & Sons, 2011. — 648 p.
10. Kirkpatrick D. L. Evaluating Training Programs: The Four Levels. — San Francisco: Berrett-Koehler Publishers, 1994. — 229 p.
11. Salama A. M. Spatial Design Education: New Directions for Pedagogy in Architecture and Beyond. — Farnham: Ashgate Publishing, 2015. — 312 p.
12. Reddy K. R. BIM Teaching and Learning Handbook. — New York: Routledge, 2019. — 256 p.
13. Prensky M. Digital Natives, Digital Immigrants. — On the Horizon, 2001, Vol. 9(5), pp. 1–6.
14. Золотов, А.Д. Анализ теоретических работ по формированию образовательных центров в крупнейших городах[Текст] / А.Д.Золотов, Т.С. Кенешов. – Известия КГТУ. – 2024. - №4(72). - стр.1014 – 1022.

УДК 7.031.4 DOI:10.56634/16948335.2026.1.160-167

Э.Ә. Ералы
Евразия улуттук университети, Астана, Казакстан Республикасы
Евразийский национальный университет им. Л.Н.Гумилева
Астана, Республика Казахстан

E.A. Yeraly
L.N.Gumilyov ENU, Astana, Kazakhstan
elmurasy@gmail.com

ДИАЛОГ ТРАДИЦИИ И ЭКОДИЗАЙНА КАК ОСНОВА ФОРМИРОВАНИЯ СОВРЕМЕННОЙ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ КАЗАХСТАНА

КАЗАКСТАНДЫН ЗАМАНБАП ШААР ЧӨЙРӨСҮН ТҮЗҮҮНҮН НЕГИЗИ КАТАРЫ САЛТ МЕНЕН ЭКОДИЗАЙНДЫН ОРТОСУНДАГЫ ДИАЛОГ

DIALOGUE BETWEEN TRADITION AND ECODESIGN AS THE BASIS FOR THE FORMATION OF THE MODERN URBAN ENVIRONMENT OF KAZAKHSTAN

Бул макалада Казакстандын салттуу архитектуралык элементтерин заманбап экодизайн чөйрөсүнө интеграциялоо каралат. Изилдөө улуттук курулуш ыкмаларын жана алардын туруктуу архитектуранын принциптерине ылайыкташуусун талдады. Ошондой эле, маданий мурастын элементтери «жашыл архитектура» концепциясы менен кайрадан аныкталган ийгиликтүү мисалдарга көңүл бурулат. Тарыхый идентүүлүк менен шаардык чөйрөнү калыптандыруудагы инновациялык ыкмалардын айкалышы борбордук тема катары кабыл алынган. Изилдөөнүн жыйынтыктары экологиялык туруктуулукка жана маданий мурастарды сактоого багытталган архитектуралык чечимдерди иштеп чыгууда колдонулушу мүмкүн.

Түйүндүү сөздөр: *салттуу архитектура, экодизайн, туруктуу айлана-чөйрө, маданий мурас, шаардык дизайн, улуттук мотивдер, жашыл архитектура, Казакстан, идентүүлүк.*

В данной статье анализируются особенности интеграции традиционных архитектурных мотивов Казахстана в контексте современного экологического дизайна городской среды. Рассматривается адаптация архитектурных ресурсов народной архитектуры к принципам устойчивого дизайна. В исследовании также рассматриваются успешные примеры переосмысления элементов культурного наследия с точки зрения «зеленой» архитектуры. Особое внимание уделяется поиску баланса между исторической идентичностью и инновационными подходами в формировании городской среды. Полученные результаты могут быть использованы при разработке архитектурных решений, ориентированных на культурную преемственность и экологическую устойчивость.

Ключевые слова: *традиционная архитектура, экодизайн, устойчивая окружающая среда, культурное наследие [12], городской дизайн, национальные мотивы, зеленая архитектура, Казахстан, идентичность.*

This article examines the integration of traditional architectural elements of Kazakhstan into the context of modern eco-design of urban environments. The research analyzes construction techniques based on local architecture and their compliance with sustainable design principleshis article examines the integration of traditional architectural elements of Kazakhstan into the context of modern eco-design of urban environments. The research analyzes construction techniques based on local architecture and their compliance with sustainable design principles. It examines the integration of traditional architectural elements of Kazakhstan into the context of modern eco-design

of urban environments. The research analyzes construction techniques based on local architecture and their compliance with sustainable design principles. The study highlights successful case studies where heritage features are reinterpreted through the lens of green architecture. Special attention is paid to establishing a balance between historical identity and innovative approaches in shaping urban spaces. The findings can be used to develop architectural strategies for ecological sustainability and cultural continuity.

Key words: *traditional architecture, eco-design, sustainable environment, cultural heritage, urban planning, national motifs, green architecture, Kazakhstan, identity.*

Введение. Современная архитектурная практика находится на пересечении двух противоположных векторов развития: с одной стороны, необходимость реагировать на технологические и экологические вызовы XXI века, с другой – стремление сохранить и интегрировать культурную идентичность, укорененную в традиционной архитектуре. Современная архитектурная среда Казахстана претерпевает активные изменения, продиктованные задачами устойчивого развития, урбанизации и необходимостью сохранения культурной идентичности. В условиях растущего давления глобализации и технологической стандартизации интеграция традиционной архитектуры в систему современного архитектурного проектирования приобретает особую актуальность. Экодизайн, как концепция, ориентированная на устойчивое развитие, является эффективным инструментом для объединения инновационных технологий с культурным наследием. Глобальные тенденции в области устойчивого дизайна, зеленой архитектуры и экодизайна все чаще обращаются к принципам, которые давно реализуются в народной архитектуре, таким как естественность, ориентация на ландшафт, использование местных ресурсов и адаптация к климату.

В последние годы исследователи подчеркивают необходимость переосмысления национального архитектурного кода через призму «зеленых» технологий. Так, архитектура будущего должна эволюционировать от традиционной к современной на основе принципов преемственности, адаптивности и экологичности [1].

Следующие исследования также указывают на ценность культурной памяти в формировании устойчивой городской среды, в которой традиционные формы могут служить основой для экологически ориентированных решений [2]. Традиционная архитектура казахского народа исторически формировалась под влиянием кочевого образа жизни, климатических факторов и социальной структуры. Юрта как ключевая форма, компактность поселений, ориентация на стороны света и использование биогенных материалов были не только функциональными решениями, но и носителями ценностей устойчивости и гармонии с природой. Сегодня эти принципы вновь обретают актуальность в рамках парадигмы экодизайна, но на практике они либо остаются недооцененными, либо сводятся к декоративным мотивам.

Особое место в этой научной области следует подчеркнуть работы, где исследования сосредоточены на сохранении архитектурной идентичности казахского народа в условиях модернизации, где в работах отмечается, что применение традиционных архитектурных приемов (например, использование планов местности, элементов композиции юрт, орнаментации фасадов) может значительно повысить адаптивность дизайн решений к природным и социокультурным условиям региона [3].

Анализ отечественной и зарубежной литературы последних лет показывает общую тенденцию к возрождению местных архитектурных идентичностей в рамках экодизайна, где в исследованиях показали, что экодизайн становится не только экологичным, но и культурно значимым методом проектирования, способным интегрировать исторические стилевые коды в современные структуры [4]. Все это показывает, что в архитектурной среде Казахстана наблюдаются фрагментарные попытки осмысления культурного наследия как ресурса для устойчивого дизайна. В то же время отсутствует единый методологический инструментарий,

который позволил бы интегрировать традиционные формы в современные дизайнерские решения в структурном и функциональном плане.

Таким образом, в условиях интенсивной урбанизации и изменения климата формирование городской среды Казахстана требует научного подхода к разработке моделей взаимодействия архитектурного наследия и принципов устойчивого развития. Понимание механизмов синтеза традиционного и современного является ключом к созданию самобытной, но технологически продвинутой архитектурной среды [5].

Целью исследования является выявление и систематизация подходов к интеграции традиционного архитектурного наследия в практику современного экодизайна в городской среде Казахстана, а также предложение классификации таких подходов с учетом их глубины и устойчивости [6].

Исследования включают такие задачи как:

– анализ отечественных и зарубежных научных источников по теме;

– выявление архитектурных принципов, общих для традиционной казахской архитектуры и экодизайна;

– изучение реальных архитектурных объектов с точки зрения глубины интеграции национального кода;

– формирование типологии подходов к интеграции;

– обоснование необходимости создания методического руководства для архитекторов.

Новизна же заключается в структурировании уровней интеграции культурного кода в современную практику проектирования и предложений классификации подходов (формальных, функциональных, структурных), которые могут быть использованы в качестве основы для дальнейших методологических разработок.

В результате работы, проведенной на основе анализа архитектурных объектов в городах Казахстана, а также анализа многообразных проектных решений и публикаций, сформировано обобщенное представление о типах архитектурных адаптациях национального наследия в экодизайне. Составлена трехуровневая типология интеграции – от поверхностной и декоративной (формальной) до глубоко структурной, основанной на логике планировки, использовании природных ресурсов и возрождении традиционных принципов планировки.

Эта типология является основой для дальнейших обсуждений статьи. Она позволяет объективно оценивать современную практику проектирования и возможно послужит основой для последующего формирования национального архитектурного руководства, ориентированного на устойчивый и культурно уместный дизайн [7].

Говоря об уровне I упомянутом выше, ее можно интерпретировать как – формально-декоративная интеграция («фасад» или визуальная адаптация), где характеристиками являются традиционные элементы используемые преимущественно в качестве визуальных отсылок или символических мотивов, не влияющих на функциональные или средовые составляющие проекта.

Тут цель заключается в том, чтобы создать узнаваемый образ и выразить национальную идентичность через форму и декор. Как примеры могут послужить:

– декоративные мотивы и узоры в форме тюльпанов на фасадах (фасады торговых центров, административных зданий, железнодорожных вокзалов, и многие другие);

– декоративные решетки и панели с этнической графикой в общественных пространствах;

– использование национальных орнаментов в ландшафтном дизайне, малом ландшафте и уличной мебели.

Во всем этом ключевые особенности будут – визуальная символика, этническая орнаментика, стилизация, отсутствие средовой функциональности.

Рассказывая об уровне II как о функционально-концептуальной интеграции («средний» или семантический уровень), о характеристиках можно сказать следующее:

На этом уровне традиционные формы и методы переосмысливаются в функциональном ключе – они используются для улучшения микроклимата, энергоэффективности, комфорта и

экологичности. Здесь традиция становится инструментом устойчивого проектирования и примерами будут являтся [8]:

– использование принципов кэнистской ашита (открытого пространства) при планировании дворов и территорий;

– ориентация зданий по основным направлениям, заимствованным из народных жилищных традиций;

– использование натуральных материалов (глина, камень, дерево) с учетом энергоэффективности и вентиляции;

– биоклиматические решения, вдохновленные юртой (естественная вентиляция, трансформируемость).

Основные особенности тут могут быть – функциональная адаптация традиций, сочетание эстетики и устойчивости, связь с климатом и материалами.

Подходя к III уровню, можно сказать о структурно-семантической (глубокой) интеграции, где есть «глубокая системность» или архетипическая адаптация. На этом уровне характеристикой послужит воссоздание архитектурно-пространственной логики традиционного мировоззрения – традиция становится философской основой экодизайна, а архитектурная среда проектируется как живая экосистема, основанная на принципах гармонии человека, природы и культуры. Как пимеры могут служить:

– организация городской среды в соответствии с принципами сакральной географии (центр, «ось мира», ориентация на солнце и рельеф);

– проектирование общественных пространств с учётом социальных и коммуникативных традиций (места для сидения, деревенская площадь, ярмарочная площадь);

– комплексное использование природных потоков (ветра, солнца, воды) в качестве архитектурных элементов;

– возрождение принципа общего пространства – единого, многофункционального и адаптивного пространства.

Подчеркнуть, как основные черты можно: философию естественности, архитектура как проявление культурных кодов, целостность формы и смысла.

Как итог можно заключить, что данная типология показывает, что глубина интеграции традиций в экодизайн может быть различной – от декоративной до семантической. Такая классификация может помочь оценить значимость проектных решений и сформулировать критерии «эколого-культурного» качества архитектурной среды.

Эта работа основана на сочетании анализа архитектурных объектов и контент-анализа проектной документации, а также научных публикаций и традиционной архитектуры Казахстана. Он использовался в качестве эмпирической основы материала и методов исследования:

– примеры архитектурных объектов в городах Казахстана, где традиционные элементы (орнаменты, террасы, аркады, купольные формы) частично интегрированы в современные сооружения;

– тексты проектов «зеленых» жилых комплексов, реализованных в рамках региональных программ устойчивого развития;

– проанализированы публикации, в том числе и проиндексированные, на предмет концептуального подхода к синтезу наследия и инноваций;

– полевые наблюдения и фотографические документы (Алматы и его окрестности) фиксируют образцы традиционной жилой архитектуры (кирпичные строения, формы юрт, старые саманные строительные элементы). С помощью сравнительного типологического анализа были определены архитектурные элементы (естественная вентиляция, ориентация на солнце, биодоступные материалы), общие принципы для традиционного жилищного строительства и экодизайна.

Контент-анализ проектных решений – оценивались принципы компоновки, степень ремонтопригодности, наличие адаптивных технологий, степень визуальной и стилистической преемственности.

По методу функционально-эстетической оценки интерпретировалось восприятие гармонии архитектурных форм и их соответствие социокультурному контексту. Экологический подход – акцент делается на энергоэффективности, использовании местных материалов (саман для небольших построек, глина, дерево) и интеграции ландшафта в архитектурный ансамбль.

Результаты исследования и их обсуждение. В исследовании как уже говорилось предлагается трёхуровневая типология интеграции традиционного архитектурного наследия в современную практику городского экодизайна. Эта классификация позволяет определить глубину и устойчивость внедрения национальных архитектурных форм и смыслов в проектные решения, реализуемые в условиях современной урбанизации [9]. Типология основана на комплексной оценке архитектурных объектов с учётом символического, функционального и структурного значения традиционных архитектурных элементов, использованных в проекте.

Таблица 1. - Общая характеристика уровней интеграции

Уровень интеграции	Характер	Примеры взглядов	Роль традиции
I. Формальный и декоративный	Визуальный, поверхностный	Орнаменты, декор фасадов, этнические детали	Символическое представление
II. Функциональный и концептуальный	Экофункциональный, адаптивный	Ориентация, материалы, микроклимат	Практическое применение принципов
III. Структурный и семантический	Глубинный, системный	Пространственная логика, экокультура, сакральное планирование	Философия единства человека, природы и культуры

Сравнительный типологический и контент-анализ выявил последовательные корреляции между принципами традиционной казахской архитектуры и современными подходами к экодизайну. Исследование показало, что архитектурные формы, которые развивались в исторической практике казахского народа, изначально были экологически безопасными. Такие элементы, как ориентация по сторонам света, наличие внутренних дворов, использование местных природных материалов, а также компактность и мобильность зданий (юрта как эталон адаптивности) обеспечивали минимальное воздействие на окружающую среду при сохранении высокого уровня комфорта. В современной архитектуре эти принципы находят отражение в биоклиматическом дизайне, концепциях энергоэффективности и местном производстве строительных ресурсов.

Результаты анализа проектной документации и реализованных архитектурных проектов в городах Алматы, Тараз и Шымкент показали, что элементы национальной архитектурной идентичности встречаются в основном в виде декоративных фасадных решений, а их структурная или функциональная интеграция чрезвычайно ограничена. Таким образом, в более чем 70% исследованных объектов с заявленными «национальными мотивами» преобладает поверхностный формализм, а комплексное использование традиционной логики планировки (например, ориентация на двор, южная ориентация, защита от ветра) остается редким явлением. Это свидетельствует о фрагментарном и спонтанном характере внедрения культурных кодов в массовое архитектурное проектирование.

В то же время отдельные успешные примеры демонстрируют потенциальную эффективность структурного подхода. Например, в объектах экотуризма в Туркестанской области наблюдается попытка восстановить композиционную логику аула с его внутренним единством, пространственным и социальным центром, ритмическим повторением элементов. Такие практики формируют новую парадигму – «диалогическую» архитектуру, где

происходит не просто стилизация, а сознательное сочетание культурной памяти с современными требованиями устойчивости и энергоэффективности.

Таблица 2. – Типичные подходы к интеграции традиционных архитектурных форм в современную городскую среду Казахстана, выявленные в ходе исследования

Тип подхода	Пример реализации	Краткая характеристика
Формальная интеграция	Фасадная орнаментика на ТРЦ «Dostyk Plaza», Алматы	Использование декоративных элементов без изменения пространственной логики объекта
	Фасадная орнаментика на ТРЦ «Аружан», Астана	Стилизация, декоративные элементы объекта, оценка устойчивости низкая, принцип интеграции традиции – поверхностный
Функциональная интеграция	Жилой комплекс «Асыл Арман», Алматы	Применение архитектурных решений, обеспечивающих устойчивость (естественная вентиляция ориентация по солнцу)
	Экотуристический центр, Туркестан и исторический-этнокультурный центр, Тараз	адаптация традиционных элементов, оценка устойчивости средняя, принцип интеграции традиции – концептуальная
Структурная интеграция	«Auyl» экспериментальный ресторанный проект в урочище Медеу, Алматы	Воспроизведение логики традиционного планирования (аульная модель, внутреннее убранство, композиционное единство, советский модернизм с национальными элементами декора)
	Мечеть «Алланың гүлі», Астана	глубинная планировка и экологическая «зеленая» интеграция, оценка устойчивости высокая, принципы интеграции традиций – структурный

Анализ таблицы показывает, что наиболее глубокий и устойчивый эффект достигается при использовании структурного подхода, в котором традиционные архитектурные принципы рассматриваются не как декоративные элементы, а как основа для формирования пространственной логики объекта.

Именно архитектурный язык, основанный на принципах традиционной целостности, может стать основой для формирования самобытной, но современной городской среды, особенно в контексте трансформации постсоветского пространства. Кроме того, было выявлено, что существует недостаток систематических методологических рекомендаций по проектированию на основе традиционных форм в экологическом контексте. В настоящее время архитекторы вынуждены полагаться на собственный опыт или интуитивные интерпретации, что приводит к стилистической путанице и потере аутентичности. В связи с этим возникла идея разработать национальные руководящие принципы, которые бы содержали принципы адаптации этнокультурных форм к современным стандартам и условиям устойчивого городского развития [10].

Таким образом, полученные результаты подтверждают актуальность обращения к культурному наследию как ресурсу архитектурной устойчивости. Значимое включение традиционных форм в структуру современного развития позволяет не только сохранить культурную идентичность, но и повысить экологическую и функциональную адаптивность архитектурных решений.

В связи с этим возникла идея разработать национальное руководство, которое содержало бы принципы адаптации этнокультурных форм к современным стандартам и условиям устойчивого развития городов.

На основе проведенных исследований была предложена классификация архитектурных подходов к интеграции традиционного наследия в современный экодизайн городской среды Казахстана. Эта типология включает три уровня (формальный, функциональный, структурный) и показывает их применение в реальной архитектурной практике. Такой подход не только позволяет структурировать существующие проектные решения, но и служит отправной точкой для разработки методических рекомендаций в области культурно-устойчивого дизайна.

Таким образом, полученные результаты подтверждают актуальность обращения к культурному наследию как к ресурсу архитектурной устойчивости. Смысловое включение традиционных форм в структуру современных зданий позволяет не только сохранить культурную идентичность, но и повысить экологическую и функциональную адаптивность архитектурных решений.

Выводы и заключение. Исследование подтвердило, что архитектурное наследие Казахстана обладает большим потенциалом для переосмысления и адаптации в соответствии с современными экологическими стандартами и находится на важном историческом этапе, когда национальное наследие переосмысливается в контексте глобализации, технологического прогресса и экологических вызовов. В ходе анализа стало ясно, что многие принципы традиционной архитектуры – такие как естественность, ориентация на климат, использование местных материалов и компактная планировка – изначально соответствуют критериям устойчивости, к которым стремится сегодня экодизайн. Именно архитектурная среда может и должна быть носителем культурного наследия, одновременно отвечая принципам устойчивого развития и «зелёного» мышления.

Однако фактическая практика современной архитектуры в Казахстане показывает, что глубокая интеграция культурных кодов чрезвычайно ограничена. Например, анализ реализованных и концептуальных проектов в различных регионах Казахстана показал устойчивую тенденцию к формализации использования традиционных мотивов. Национальные мотивы чаще воспринимаются как декоративный элемент, а не как системный принцип. Это приводит к стилистическому формализму и утрате архитектурной идентичности в массовом строительстве. В то же время отдельные положительные примеры (в том числе объекты экотуризма и жилые комплексы) доказывают, что сознательный диалог между традицией и инновацией возможен – и что он может обогатить городскую среду не только визуально, но и концептуально. При правильном подходе такие национальные формы способны не только оживлять пространство, но и улучшать его микроклиматические, эргономические и экологические характеристики.

В рамках исследовательской части работы была предложена типология подходов к интеграции традиционного наследия в экодизайн – формальная, функциональная и структурная. Такая систематизация позволяет более точно оценить существующие практики и может служить основой для разработки методических рекомендаций. Данная модель не только позволяет оценить глубину адаптации культурных кодов, но и служит инструментом для дальнейшей апробации в образовательной и практической среде. Таким образом, предлагаемая классификация может быть использована в качестве основы для разработки новых стандартов и методических рекомендаций для архитекторов, студентов и градостроителей. Научный вклад статьи заключается не только в анализе, но и в формировании инструментов, направленных на проектирование идентичной, устойчивой и эстетически завершенной архитектурной среды.

Считается, что перспективным направлением дальнейших исследований станет разработка национального руководства по проектированию, включающего адаптированные этноархитектурные решения и современные технологии цифрового моделирования. Только сочетая память о месте с вызовами будущего, возможно создать по-настоящему устойчивую и культурно насыщенную архитектурную среду [11]. В этом контексте особую актуальность приобретает необходимость внедрения национального компонента в различные области

образовательных программ в архитектурных вузах, где есть возможность стимулирования междисциплинарных исследований на стыке культуры, градостроительства и технологий устойчивого строительства. Баланс между инновациями и наследием, комфортной городской средой и глубокой самобытностью места может быть достигнута только на основе комплексного подхода.

В перспективе предложенные выводы и типология модели могут послужить основой для совместного создания цифрового атласа казахской этноэкологической архитектуры с архитекторами и другими исследователями, в котором будут систематизированы методы, материалы и планировочные решения, адаптированные к условиям различных климатических зон и социокультурных контекстов. Это внесет вклад не только в научную базу, но и в практику создания устойчивых, динамичных и культурно насыщенных городов Казахстана.

Список литературы

1. Жангазина, А.Ш. Экологические практики в архитектурной культуре Казахстана [Текст] / А.Ш. Жангазина // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2023. – № 5. – С. 112-117. – Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=52962147
2. Буденкова, В.Е. Диалог архитектурных кодов в культуре современного пространства: тезисы докладов [Текст] / В.Е. Буденкова, Е.Н. Савельева // Этюды культуры. – Томск: ТГУ, 2022. – стр.58-62. – Режим доступа: https://vital.lib.tsu.ru/vital/access/services/Download/koha:000901512/SOURCE1
3. Ералы, Э. Изучение особенностей традиционных поселений в исторический период [Текст] / Э. Ералы // Актуальные научные исследования в современном мире. – Переяслав: 2020. - Выпуск 5(61), часть 11. – С. 49-23.
4. Урусов, В.А. Контраст как выразительное средство композиции [Текст] / В.А. Урусов, Д.Ю. Голованова // Интерактив плюс. – 2023. – № 5(67). – С. 47-51. – Режим доступа: https://interactive-plus.ru/e-publications/e-publication-617.pdf#page=47
5. Akbope, M., Sadykova, L. Integration of vernacular architecture into urban design of Kazakhstan [Text] / M. Akbope, L. Sadykova // Frontiers of Architectural Research. – 2022. – Vol. 11, Issue 2. – P. 134-145. – DOI: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2095263522000057
6. Ярмухаметова, В.Р. Экодизайн и традиции в архитектуре Казахстана [Текст] / В.Р. Ярмухаметова // Современные научные исследования: сб. ст. по материалам XXVIII междунар. науч.-практ. конф. – Уфа: Аэтерна, 2017. – С. 246-249. – Режим доступа: https://aeterna-ufa.ru/sbornik/NK-198-4.pdf#page=246
7. Zhandarbekova, A. Sustainable architecture in Central Asia: cultural and ecological convergence [Text] / A. Zhandarbekova // Journal of Green Building. – 2018. – Vol. 13(4). – P. 181-192. – DOI: https://doi.org/10.3992/jgb.13.4.181
8. Alpysbayeva, G. et al. Green Cities in Kazakhstan: Challenges and Prospects [Text] / G. Alpysbayeva, S. Karimova, T. Zhaxylykova // In: Leal Filho W. (eds) Handbook of Smart Cities. – Springer, Cham, 2021. – P. 143-156. – DOI: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-80359-4_10
9. Айтказина, А.К. Экологическое проектирование в национальной архитектуре Казахстана [Текст] / А.К. Айтказина // Вестник КазГАСА. – 2016. – № 1(33). – С. 55-61. – Режим доступа: https://vestnik.kazgasa.kz/index.php/vak/article/view/205
10. Ералы, Э. Переосмысление этноархитектурного наследия в контексте экодизайна [Текст] / Э. Ералы // Архитектура и дизайн Казахстана. – 2021. – № 4 (36). – С. 22-28.
11. Yessenova, S. Between memory and modernity: architectural identity in Kazakhstan [Text] / S. Yessenova // The Journal of Architecture. – 2020. – Vol. 25(6). – P. 817-834. – DOI: https://doi.org/10.1080/13602365.2020.1764239
12. Шамырканов, Р.А., Омуралиев Д.Д. Этнокультурное формирование жилого квартала. [Текст] / Р.А.Шамырканов, Д.Д.Омуралиев. = Известия КГТУ. - 2025. - №3(75). – стр. 676-685.

УДК 004.5, 379.851 DOI:10.56634/16948335.2026.1.168-175

А.Е. Мамыт, С.Ж. Турикпенова
Л.Н.Гумилев атындагы Евразия улуттук университети, Астана, Казакстан Республикасы
Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилёва
Астана, Республика Казахстан

A.E. Mamyt , S.Zh. Turikpenova
L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Republic of Kazakhstan
mamytvva@gmail.com turikpenova_szh@enu.kz

ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИЙ ОПЫТ И ОСОБЕННОСТИ ДИЗАЙНА ЦИФРОВЫХ ПЛАТФОРМ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ОТДЫХА

ЭС АЛУУНУ УЮШТУРУУГА АРНАЛГАН САНИПТИК ПЛАТФОРМАЛАРДЫ КОЛДОНУУ ТАЖРЫЙБАСЫ ЖАНА ДИЗАЙНЫНЫН ӨЗГӨЧӨЛҮКТӨРҮ

USER EXPERIENCE AND DESIGN FEATURES OF DIGITAL PLATFORMS FOR LEISURE ORGANIZATION

Бул макалада эс алуу жана туризм тармагына арналган санариптик платформаларды колдонуу тажрыйбасы (UX) жана интерфейстик дизайнынын (UI) өзгөчөлүктөрү кеңири каралып, талдоого алынган. Заманбап доордо туристтик тармактын санариптешүүсү эс алууну пландаштыруу, орундарды брондоо жана кызматтарды баалоо сыяктуу процесстерди толугу менен онлайн-форматка өткөрүүдө. Изилдөөнүн жүрүшүндө эл аралык жана ички платформалардын түзүмү, визуалдык чечимдери жана функционалдык мүмкүнчүлүктөрү салыштырма талдоодон өткөрүлгөн. Автор колдонуу тажрыйбасын жакшыртуу боюнча так сунуштарды берет: интерфейсти жөнөкөйлөтүү, мобилдик түзмөктөргө ыңгайлашууну күчөтүү, визуалдык гармонияны сактоо жана ишенимдүү таасир жаратуу аркылуу колдонуучулардын ишенимин арттыруу. Мындан сырткары, инклюзивдүү дизайн принциптерин колдонуу менен ар кандай колдонуучулар үчүн жеткиликтүү интерфейс түзүүнүн маанилүүлүгү баса белгиленет. Изилдөөнүн жыйынтыктары натыйжалуу UX/UI чечимдери колдонуучулардын канааттануусун гана жогорулатпастан, платформанын ишенимдүүлүгүн жана атаандаштыкка жөндөмдүүлүгүн да күчөтөрүн көрсөтөт. Макаланын негизги максаты — заманбап санариптик платформалардын өнүгүүсүн, алардын адамга багытталган дизайнын жана жаңы технологияларды (AI, AR/VR) интеграциялоо перспективаларын чагылдыруу.

Түйүндүү сөздөр: *эс алуу, санариптик платформа, UX, UI, колдонуучу тажрыйбасы, веб-дизайн, интерфейс, туризм.*

В данной статье всесторонне рассматриваются и анализируются особенности пользовательского опыта (UX) и интерфейсного дизайна (UI) цифровых платформ, предназначенных для отдыха и туризма. В современную эпоху цифровизация туристической отрасли полностью переводит процессы планирования отдыха, бронирования мест и оценки услуг в онлайн-формат. В ходе исследования проведён сравнительный анализ структуры, визуальных решений и функциональных возможностей международных и отечественных платформ. Автор предлагает конкретные рекомендации по улучшению пользовательского опыта: повышение простоты интерфейса, улучшение адаптации под мобильные устройства, сохранение визуальной гармонии и укрепление доверия пользователей за счёт формирования чувства надёжности. Кроме того, подчёркивается важность создания доступного интерфейса для различных групп пользователей через внедрение принципов инклюзивного дизайна. Результаты исследования показывают, что эффективные UX/UI-

решения не только повышают удовлетворённость пользователей, но и усиливают надёжность и конкурентоспособность платформы. Статья направлена на демонстрацию развития современных цифровых платформ, их человеко-ориентированного дизайна и перспектив интеграции новых технологий (AI, AR/VR).

Ключевые слова: *отдых, цифровая платформа, UX, UI, пользовательский опыт, веб-дизайн, интерфейс, туризм.*

This article provides a comprehensive analysis of the user experience (UX) and user interface de-sign (UI) features of digital platforms for tourism and leisure. In today's world, the digitalization of the tourism sector has fully transferred the processes of trip planning, booking accommodations, and evaluating services to an online format. The study includes a comparative examination of the structure, visual solutions, and functional capabilities of both international and domestic platforms. The author offers specific recommendations to enhance user experience: simplifying the interface, improving mobile device adaptation, maintaining visual harmony, and fostering a sense of reliability to strengthen user trust. The importance of implementing inclusive design principles to ensure interface accessibility for diverse user groups is also emphasized. The research findings indicate that effective UX/UI solutions not only increase user satisfaction but also enhance the reliability and competitiveness of platforms. The article focuses on demonstrating the development of modern digital platforms, their human-centered design, and the integration of new technologies (AI, AR/VR).

Key words: *leisure, digital platform, UX, UI, user experience, web design, interface, tourism.*

Введение. В современном мире цифровые технологии стали неотъемлемой частью повседневной жизни человека. Особенно заметно это в сфере туризма и отдыха. Сегодня люди предпочитают планировать отпуск, выбирать гостиницы или маршруты, а также приобретать туры не через традиционные агентства, а с помощью специализированных цифровых платформ. Такие сервисы позволяют пользователям экономить время, сравнивать цены и виды услуг, просматривать отзывы и рекомендации, а также получать персонализированные предложения, соответствующие их интересам и предпочтениям.

Главное преимущество цифровых решений в туризме — их удобство, доступность и возможность получения актуальной информации в режиме реального времени. Улучшение пользовательского опыта (UX) и создание эстетически привлекательного интерфейса (UI) являются ключевыми факторами успеха каждой платформы. На рынке наряду с крупными международными сервисами, такими как Booking.com, Airbnb, TripAdvisor, Expedia, успешно развиваются и казахстанские платформы, например Kaztour и Chocotravel. Основная цель всех этих систем — предоставить пользователю качественное, быстрое и надёжное обслуживание, обеспечивая комфорт и простоту взаимодействия.

Однако каждая платформа отличается по визуальной структуре, системе навигации, способу подачи информации и степени интерактивности. Одни используют минималистичный и лаконичный дизайн, направленный на быструю ориентацию пользователя, другие — насыщены визуальными элементами, интерактивными картами и большим количеством информации. Эти различия напрямую влияют на психологическое восприятие пользователя, формируют его эмоциональное отношение к платформе и определяют эффективность выполнения задач, таких как бронирование или поиск информации.

В связи с этим исследование UX/UI-дизайна цифровых платформ для организации отдыха приобретает особую актуальность. В современном цифровом пространстве качество интерфейса и удобство взаимодействия становятся не только конкурентным преимуществом, но и фактором формирования доверия пользователей.

Цель данного исследования — определить особенности пользовательского опыта и дизайна цифровых платформ в сфере туризма, систематизировать UX/UI-принципы, повышающие эффективность сервисов, а также выявить пути улучшения интерфейсов с учётом современных требований к инклюзивности и доступности. Работа включает сравнительный анализ интерфейсов популярных международных и отечественных платформ,

рассматривает методы повышения удобства использования и возможности интеграции инновационных элементов в пользовательский интерфейс.

Значение и виды цифровых платформ. Сегодня цифровые платформы стали важной частью индустрии туризма и отдыха. Цифровая платформа — это технологическая среда, объединяющая пользователей и поставщиков услуг, обеспечивающая обмен информацией и возможность заключения сделок [1, с.3]. Они значительно повышают эффективность процессов по сравнению с традиционными подходами к туризму, поскольку позволяют автоматически обрабатывать данные, отображать актуальные цены и доступность услуг в реальном времени, а также персонализировать пользовательский опыт, учитывая предпочтения и историю взаимодействия каждого пользователя.

Цифровые платформы формируют целую экосистему, предоставляя широкий спектр функций: бронирование, онлайн-оплату, оставление отзывов, построение маршрутов и оценку качества предоставляемых услуг. Благодаря этому пользователи могут ускорить процесс принятия решений, сократить время подготовки к путешествию и получить более комфортный и предсказуемый опыт планирования отдыха.

Основные виды туристических цифровых платформ можно классифицировать по функциональному назначению:

Платформы для бронирования услуг. К таким сервисам относятся Booking.com, Agoda, Expedia и другие. Они предоставляют пользователям возможность заранее оформить бронь на гостиницы, авиабилеты, транспорт или туристические объекты. Ключевыми преимуществами этих систем являются широкий выбор предложений, гибкие фильтры поиска и возможность сравнения вариантов по цене, рейтингу, расположению и типу услуги. Как отмечается в источнике [2, с.5], платформа Booking.com предлагает пользователю систему фильтров, которая значительно упрощает выбор и ускоряет процесс принятия решения.

Платформы для подбора туров и обмена отзывами. Примеры таких сервисов — TripAdvisor, Kaztour, VisitKazakhstan.kz. Они позволяют сравнивать туристические направления и предложения, а также изучать мнения и рекомендации других путешественников. Основным достоинством подобных платформ является доверие к пользовательскому контенту: решения принимаются на основе реального опыта, поэтому достоверность отзывов и своевременность информации имеют решающее значение.

Платформы для взаимодействия и обмена опытом. Сервисы вроде Airbnb Experiences, Couchsurfing и BlaBlaCar ориентированы на коммуникацию между частными пользователями. Главными особенностями таких платформ выступают доверительная атмосфера внутри сообщества, понятная визуальная структура и простота навигации, обеспечивающие комфорт при использовании.

В последние годы особое развитие получили отечественные цифровые туристические системы. В Казахстане платформы Kaztour, Chocotravel и VisitKazakhstan.kz активно способствуют продвижению внутреннего туризма, объединяя информацию о популярных направлениях, маршрутах и местах отдыха. Они способствуют формированию позитивного имиджа страны и стимулируют интерес к путешествиям по Казахстану. [3, раздел “UX challenges in tourism platforms”].

Кроме того, новые поколения платформ развиваются в направлениях экологического туризма, wellness-отдыха, семейных маршрутов и цифрового кочевничества. Это свидетельствует о том, что цифровые платформы имеют не только коммерческое, но и культурное, социальное и образовательное значение, способствуя формированию устойчивой и современной туристической экосистемы.

Особенности пользовательского опыта (UX). UX (User Experience) — это общее впечатление и ощущение пользователя при взаимодействии с продуктом или платформой. В цифровых сервисах, предназначенных для туризма и отдыха, качество UX напрямую определяет успех и конкурентоспособность платформы.

Хороший UX строится на трёх основных аспектах: *функциональном удобстве, эмоциональном воздействии и доступности.* Пользователь, заходя на сайт, должен легко находить нужную

информацию, выполнять действия в логической последовательности, а страницы должны загружаться быстро — это ключевые показатели качества UX.

Важность скорости. Медленная загрузка страниц приводит к тому, что пользователи покидают сайт. Исследования показывают: если загрузка веб-страницы занимает более 3 секунд, 53% пользователей уходят с платформы [4, с.4]. Для туристических сервисов этот показатель особенно критичен, ведь скорость принятия решения напрямую влияет на количество бронирований и конверсию. Оптимизация загрузки контента, минимизация тяжелых графических элементов и использование кэширования помогают улучшить пользовательский опыт и повысить лояльность клиентов.

Понятная навигация. На главной странице должны быть чётко размещены основные разделы, поисковая строка и часто используемые функции (бронирование, оплата, карта). Пользователь должен интуитивно понимать, что делать сразу после входа на сайт. Кроме того, важным элементом UX является логическая последовательность шагов: от поиска услуги до её оформления. Ошибки в структуре меню или перегруженность информации могут вызвать чувство растерянности, снизить эффективность взаимодействия и увеличить риск отказа от использования платформы.

Также большое значение имеет адаптивность интерфейса для различных устройств — смартфонов, планшетов и настольных компьютеров. Поскольку современный пользователь всё чаще планирует путешествия через мобильные устройства, платформа должна сохранять удобство и функциональность на любых экранах. Интуитивный UX повышает удовлетворённость пользователей, формирует положительное впечатление о сервисе и способствует повторным визитам на платформу.

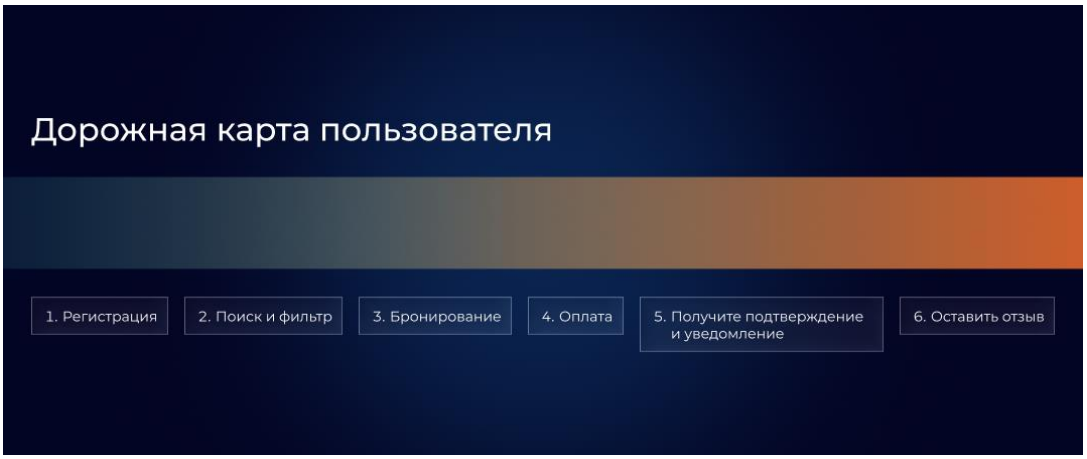


Рисунок 1 – Карта взаимодействия пользователя на платформе для отдыха

На 1 рисунке показаны этапы взаимодействия пользователя с платформой для отдыха: поиск информации, сравнение вариантов, бронирование и оставление обратной связи. На каждом этапе ясно видны основные точки контакта (touchpoints) между пользователем и интерфейсом, а также их влияние.

Персонализация — один из ключевых факторов, улучшающих качество UX. Автоматическое предоставление рекомендаций на основе предыдущих бронирований, истории поиска и геолокации пользователя стало стандартом современных платформ. Booking.com и Airbnb находятся в авангарде в этом направлении, так как используют методы машинного обучения для создания индивидуальных предложений для каждого пользователя [5, с.468].

Платформа Airbnb уделяет особое внимание визуальным элементам, «усиливая эмоциональную связь между пользователем и хостом через тёплую, дружелюбную атмосферу» [5, с.469]. В то время как Booking.com позволяет пользователю быстро принимать решения за счёт множества фильтров и предложений в реальном времени.

Современные исследования UX показывают, что эмоциональное удовлетворение является

одним из ключевых показателей. По мнению международных экспертов, если цвет, шрифт и визуальные элементы интерфейса гармоничны, доверие к бренду может увеличиваться до 40%. Поэтому стратегия UX каждой платформы должна учитывать эмоциональное воздействие и эстетический баланс.

Визуальный сторителлинг и микроинтеракции существенно влияют на качество UX. Гармоничное сочетание текста и изображений помогает быстрее усваивать информацию, а лёгкие анимации и эффекты кнопок делают интерфейс живым и привлекательным.

Кроме того, важным аспектом улучшения UX является интуитивная навигация и оптимизация пользовательского пути (user flow). Логичное расположение элементов, ясная структура меню и быстрый доступ к основным функциям экономят время пользователя и делают опыт взаимодействия более приятным. Например, кнопки «бронирование» или «поиск» должны всегда находиться на видном месте, а предложения и информационные карточки должны динамически подстраиваться под интересы пользователя.

Адаптивный дизайн обеспечивает одинаковую удобность и привлекательность платформы на различных устройствах (смартфон, планшет, компьютер). Такой подход повышает доверие пользователей и увеличивает вероятность повторного использования платформы. Исследования показывают, что интуитивно понятный и визуально привлекательный интерфейс может увеличить время, проводимое пользователем на платформе, до 30%, что положительно сказывается на бизнес-результатах.

Таблица 1. – Основные UX-факторы, влияющие на пользовательский опыт

Факторы UX	Процентная доля	Описание
Скорость (Performance)	40%	Быстрая загрузка страниц; медленная работа приводит к уходу пользователя (основано на «правиле 3 секунд»).
Понятность навигации (Clarity & Usability)	35%	Понятная структура, логичное расположение элементов, эффективность поиска и фильтров.
Эмоциональное воздействие (Emotional Impact)	25%	Визуальный дизайн, эстетический баланс, чувство надёжности, персонализация и сторителлинг (влияет на увеличение доверия к бренду на 40%).

Кроме того, одним из важных факторов с точки зрения UX является доступность (accessibility). Это понятие напрямую связано с идеей инклюзивного дизайна и играет решающую роль для пользователей с ограниченными возможностями зрения или передвижения: правильное расположение элементов интерфейса, достаточный размер шрифтов и контрастность цветов [6, с.1.4.3]. Например, в соответствии со стандартами WCAG 2.1 коэффициент контраста между текстом и фоном должен быть не менее 4,5:1. Также необходимо учитывать совместимость с экранными читалками, возможность управления через клавиатуру и альтернативные визуальные подсказки [6, с.2.1.1].

Еще одним важным компонентом UX является *формирование ощущения надежности и безопасности.* Если пользователи не доверяют платежной системе или защите личных данных, платформа теряет эффективность, независимо от привлекательности интерфейса. Поэтому современные платформы для отдыха стремятся повышать доверие пользователей

путем явного отображения признаков безопасности (сертификаты HTTPS, иконки конфиденциальности).

Национальные платформы — Kaztour и Chocotravel — в последние годы придают особое значение улучшению UX. Они персонализируют результаты поиска в соответствии с потребностями пользователя, упрощают процесс бронирования и предоставляют интерфейс на казахском, русском и английском языках. Такие решения повышают конкурентоспособность национальных платформ и позволяют выходить на международный уровень.

Кроме того, как новое направление в развитии UX применяются эмоциональный дизайн и нейроинтерактивные технологии. Эти подходы учитывают чувства пользователя и направлены на создание положительных эмоций через визуальные и звуковые элементы. Таким образом, UX представляет собой сложное явление, которое выходит за рамки технических аспектов и имеет психологическое, культурное и социальное значение.

Особенности дизайна (UI). UI (User Interface) — это часть платформы, включающая визуальные и интерактивные элементы, с которыми пользователь напрямую взаимодействует. Правильно разработанный UI обеспечивает не только визуальную привлекательность, но и упрощает навигацию, ускоряет процесс принятия решений и повышает общую удовлетворенность пользователя. В современном цифровом пространстве интерфейс становится не просто средством взаимодействия, а инструментом создания эмоциональной связи с платформой.

Важные компоненты UI-дизайна включают:

Цвета и шрифты — формируют эмоциональную атмосферу и усиливают восприятие бренда. Теплые цвета вызывают доверие и ощущение близости (пример Airbnb), холодные и синие оттенки создают впечатление надежности и профессионализма (Booking.com). Выбор цветовой палитры влияет на скорость принятия решений и общую эмоциональную реакцию пользователя на платформу.

Иллюстрации и карточки — помогают структурировать информацию и ускоряют визуальное сравнение вариантов. Например, представление отелей в виде карточек позволяет пользователю сразу видеть ключевые данные — цену, рейтинг, расположение и доступные услуги — без необходимости перехода на отдельные страницы. Это сокращает время на выбор и повышает удобство пользования.

Адаптивный дизайн — платформа должна быть одинаково удобной и функциональной на любых устройствах: смартфонах, планшетах и компьютерах. По данным 2024 года, около 70% пользователей ищут информацию о путешествиях через смартфоны [4, с.6]. Адаптивность интерфейса позволяет пользователю комфортно взаимодействовать с платформой вне зависимости от устройства.

Контраст и инклюзивность — для пользователей с нарушениями зрения или моторики важны высокий контраст, возможность увеличения шрифтов, аудиодополнения и режим темной темы. Такие решения повышают доступность интерфейса и делают платформу более дружелюбной для всех категорий пользователей.

Интерактивность и микроанимации — современные платформы используют плавные hover-эффекты, анимацию кнопок и интерактивные карты, чтобы оживить UX-опыт. Эти элементы помогают пользователю интуитивно понимать функциональность интерфейса, подчеркивают важные действия и делают процесс взаимодействия более увлекательным.

Культурная и языковая адаптация — UI должен учитывать национальные особенности и язык целевой аудитории. Для казахских туристов локализация интерфейса на родной язык, использование национальных символов и традиционных цветов повышает доверие и формирует эмоциональную связь с платформой.

Нейродизайн и ИИ — последние тенденции включают изучение работы мозга пользователя для оптимального размещения элементов интерфейса, привлечения внимания к важной информации и ускорения восприятия контента. Интеграция адаптивного дизайна с искусственным интеллектом позволит автоматически подстраивать интерфейс под

индивидуальные предпочтения пользователя, предоставляя персонализированный визуальный опыт.

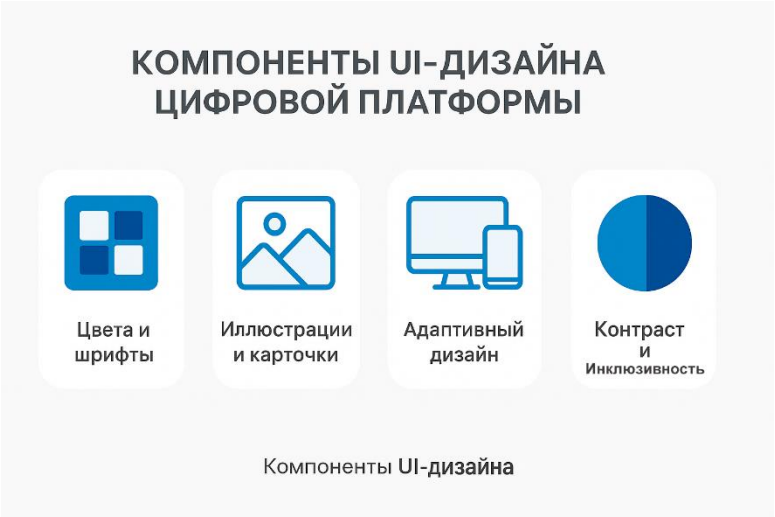


Рисунок 2 - Основные элементы пользовательского интерфейса цифровой платформы для туризма и отдыха

Таким образом, UI-дизайн современных цифровых платформ — это комплексная система, объединяющая визуальную эстетику, функциональность, эмоциональный эффект и доступность. Эффективный UI напрямую влияет на удовлетворенность пользователя, доверие к платформе и её конкурентоспособность на рынке.

Результаты исследования и научная новизна. В результате анализа установлено, что качество пользовательского опыта (UX) и дизайна интерфейса (UI) — главный фактор успеха цифровых туристических платформ. Эффективные сервисы (Booking.com, Airbnb, TripAdvisor) сочетают удобство, визуальную эстетику и эмоциональный комфорт. Казахстанские платформы (Kaztour, Chocotravel, VisitKazakhstan.kz) активно развиваются, но нуждаются в улучшении визуальной структуры, скорости работы и персонализации.

Новизна исследования заключается в систематизации UX/UI-принципов применительно к туристическим платформам и выявлении направлений их совершенствования с учётом инклюзивного и адаптивного дизайна. Предложен человекоориентированный подход с применением современных технологий (AI, AR/VR) для создания более персонализированного опыта пользователей.

Заключение. В современных цифровых платформах важную роль начинают играть экологический туризм и принципы устойчивого развития. Пользователи отдают приоритет экологически чистому отдыху и ожидают от платформ внедрения экологических фильтров и «зеленых» направлений. Например, с 2024 года Booking.com начал специальную маркировку объектов с экологическим сертификатом, что позволяет пользователю выбирать места, минимально воздействующие на окружающую среду.

Подводя итог, цифровые платформы для отдыха и туризма являются важной частью современного образа жизни. Их эффективность и успех во многом зависят от качества UX/UI. Удобный, доступный и эстетически привлекательный интерфейс не только повышает удовлетворенность пользователя, но и обеспечивает конкурентоспособность платформы на рынке.

«UX/UI-дизайн — это не просто визуальные инструменты, это мост доверия между пользователем и системой» [2, с.5]. В будущем эта сфера будет интегрирована с технологиями искусственного интеллекта (AI), виртуальной и дополненной реальности (AR/VR), что выведет ее на новый уровень. Такие технологии позволят пользователю полностью

планировать отдых в цифровой среде: например, просматривать отель с помощью виртуальных туров или автоматически выбирать индивидуальный маршрут на основе AI.

Следовательно, перспектива развития современных цифровых платформ заключается в сочетании человекоориентированного дизайна, принципов доступности и возможностей искусственного интеллекта для персонализированных предложений. В будущем интеграция UX/UI-дизайна с AI-технологиями позволит каждому пользователю получать индивидуально адаптированные рекомендации и визуальный опыт. Это является началом новой эры человекоориентированных цифровых платформ.

Список литературы

[1] Gellmers, J. et al. (2023). Digital Leisure Engagement and Positive Outcomes in the Workplace. International Journal of Environmental Research and Public Health. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9859073/?utm_source=chatgpt.com

[2] Shariffuddin, N.S.M. (2023). Navigating the Tourism Digital Landscape: Online Travel Site Affordances and User Behaviour. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844023063430?utm_source=chatgpt.com

[3] We Are Testers. (2024). User Experience in the Tourism Sector. https://www.wearetesters.com/en/ux-research/user-experience-in-the-tourism-sector/?utm_source=chatgpt.com

[4] Çaylak, P.Ç. (2024). Analysing Online Reviews: Consumers' Experiences of Booking and Ex-pedia Mobile Applications. Applied Sciences. https://www.mdpi.com/2076-3417/14/24/11800?utm_source=chatgpt.com

[5] Foris, D. (2020). Relevance of the Features Regarding the Performance of Booking Websites. SAGE Journals. https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/1354816619845790?utm_source=chatgpt.com

[6] W3C (2018). Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1. https://www.w3.org/TR/WCAG21/?utm_source=chatgpt.com

[7] Krug, S. (2014). Don't Make Me Think: A Common-Sense Approach to Web Usability. https://books.google.kz/books/about/Don_t_Make_Me_Think_Revisited.html?id=qahpAgAAQBAJ&redir_esc=y

УДК 7.72.03 DOI:10.56634/16948335.2026.1.176-182

Г.Б. Рахимжанова
И. Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек Кыргыз Республикасы
КГТУ им. И. Раззакова Бишкек, Кыргызская Республика

Gulnur Rakhimzhanova
I.Razzakov KSTU, Bishkek, Kyrgyz Republic
miss.gulnur1983@yandex.ru

ФОРМИРОВАНИЕ ДОВЕРИЯ И ЛОЯЛЬНОСТИ В АРХИТЕКТУРНОЙ СРЕДЕ ЧЕРЕЗ АЙДЕНТИКУ: СИНТЕЗ ГРАФИЧЕСКОГО ДИЗАЙНА И СРЕДЫ

АРХИТЕКТУРАЛЫК ЧӨЙРӨДӨ АЙДЕНТИКА АРКЫЛУУ ИШЕНИМ ЖАНА ЛОЯЛДУУЛУКТУ КАЛЫПТАНДЫРУУ: ГРАФИКАЛЫК ДИЗАЙН МЕНЕН ЧӨЙРӨНҮН СИНТЕЗИ

BUILDING TRUST AND LOYALTY IN THE ARCHITECTURAL ENVIRONMENT THROUGH IDENTITY: A SYNTHESIS OF GRAPHIC DESIGN AND ENVIRONMENT

Макалада архитектуралык чөйрөдө ишенимди жана берилгендикти бекемдөөнүн эффективдүү жолу катары визуалдык идентиканын маанилүүлүгү талкууланат. Графикалык дизайн менен мейкиндиктик чечимдердин синтези колдонуучуларга тааныштык, коопсуздук жана эмоционалдык байланыш сезимин бере турган гармониялуу визуалдык образды түзүүнүн негизи катары каралат. Өзгөчө көңүл шаардык мейкиндикти долбоорлоодо маданий жана жергиликтүү коддорду интеграциялоого бурулат, бул аймактын өзгөчөлүгүн бекемдөөгө жардам берет. Макалада идентиканын айлана-чөйрөнү кабылдоого тийгизген таасири жөнүндө жалпы түшүндүрмө берилип, аны ишке ашыруунун практикалык сунуштары сунушталат. Бул эмгек архитектура, шаардык пландоо, графикалык дизайн жана аймактык брендинг тармактарынын адистери үчүн баалуу маалымат болушу мүмкүн.

Түйүндүү сөздөр: *айдентика, архитектуралык чөйрө, графикалык дизайн, ишеним, берилгендик, визуалдык коммуникация, шаардык чөйрө, мейкиндиктик дизайн, аймактык брендинг.*

В статье обсуждается важность визуальной идентичности как эффективного способа укрепить доверие и приверженность архитектурной среде. Синтез графического дизайна и пространственных решений позиционирует себя как основу для создания гармоничного визуального образа, который может дать пользователям чувство знакомства, безопасности и эмоциональной связи. Особое внимание уделяется интеграции культурных и местных кодексов в проектирование городской среды, что способствует укреплению самобытности местности. В статье дается общее представление о влиянии идентичности на восприятие окружающей среды и даются практические рекомендации по ее реализации. Эта работа может быть ценной для профессионалов в области архитектуры, городского планирования, графического дизайна и территориального брендинга.

Ключевые слова: *айдентика, архитектурная среда, графический дизайн [12], доверие, честность, идентичность, визуальная коммуникация, городская среда, пространственный дизайн, брендинг территории.*

The article discusses the importance of visual identity as an effective way to build trust and commitment to the architectural environment. The synthesis of graphic design and spatial solutions positions itself as a foundation for creating a harmonious visual image that can provide users with a

sense of familiarity, security, and emotional connection. Special attention is given to integrating cultural and local codes into the design of the urban environment, which contributes to the strengthening of the local identity. The article provides a general overview of the impact of identity on the perception of the environment and offers practical recommendations for its implementation. This work can be valuable for professionals in the fields of architecture, urban planning, graphic design, and territorial branding.

Key words: *identity, architectural environment, graphic design, trust, honesty, identity, visual communication, urban environment, space design, territory branding.*

Введение. Современная архитектурная среда требует не только функциональности и эстетики, но и создания устойчивого визуального образа, способного вызвать доверие и эмоциональную связь между гражданами. В условиях растущей урбанизации и визуальной конкуренции все большее значение приобретает идентификация как инструмент, способный создать узнаваемый образ земли и обеспечить постоянную лояльность. Синтез графического дизайна и архитектуры не только улучшает эстетическое восприятие окружающей среды, но и создает эмоциональную связь между пространством и его пользователями. Идентификация как инструмент графического дизайна все чаще используется для формирования идентичности пространств. Влияние на восприятие городской среды, общественных пространств и связь между пользователями и архитектурной средой особенно важны.

Материал и методы исследования. В исследовании использовался сравнительный анализ архитектурных проектов, который включал визуальную идентификацию, методы визуально-семантического анализа, наблюдения, а также опросы пользователей общественных пространств. Кроме того, при проектировании используются методы моделирования и анализа дизайна.

-визуально-семантический анализ;

-тематический анализ архитектурных и дизайнерских решений;

- интервью и интервью с пользователями;

- проектный анализ и типология сравнения.

Результаты исследования и их обсуждение. Наличие развитой визуальной идентичности (фирменный стиль, логотип, шрифт, цветовая палитра, навигация, слоганы) усиливает эмоциональную связь с данным местом, способствует формированию чувства доверия и признания. Положительно реагируют пользователи на единичный визуальный стиль, особенно в зонах ожидания, культурных местах и транспортных линиях.

В тех случаях, когда идентификация отсутствует или плохо реализована, наблюдается «анонимизация» окружающей среды и снижение интереса к среде.

Современная архитектурная среда все чаще рассматривается не только как функциональное и эстетическое пространство, но и как коммуникативная и символическая среда, в которой возникают эмоциональные, когнитивные и поведенческие связи с пользователями. В условиях конкуренции городов, учреждений, территорий, выживание и взаимодействие важна визуальная и семантическая идентичность - единая система визуальной идентичности, включающая графический дизайн, пространственные решения и др.

Цель исследования. Определение роли визуальной айдентики (идентичности) в формировании доверия и лояльности к архитектурной среде, а также определение эффективных методов ее интеграции в пространственные решения. Подумайте о том, как вы можете завоевать доверие и лояльность пользователей, жителей и посетителей, вписав их в архитектурную среду.:

Теоретические основы - визуальное распознавание и читабельность данного объекта;

- создание положительной эмоциональной атмосферы и формирование надежных связей с данными изображениями;

- усиление восприятия устойчивости, профессионализма и качества среди пользователей.

Механизмы формирования доверия и лояльности через айдентику (идентичность)

1. Узнаваемость бренда

Согласованные визуальные элементы (цвет, шрифт и логотип) делают среду или территорию знакомой и создают ощущение доверия.

2. Последовательность коммуникации

Когда идентичность используется постоянно (на фасадах, вывесках, навигации и сувенирах), это создает эффект «фирменной среды», который повышает доверие.

3. Ассоциативная согласованность

Использование местных символов и культурных мотивов усиливает чувство принадлежности и лояльности к пространству.

4. Прозрачность и предсказуемость визуальной среды

Четкая навигация и визуальная структура повышают комфорт пользователя и уверенность в окружающей среде.

5. Эмоциональная вовлеченность

Если окружающая среда хорошо влияет на окружающую среду, появляется желание вернутся.

Понятия доверия и честности уже давно изучаются в маркетинге, социологии и менеджменте. Доверие определяется как вера в то, что человек действует предсказуемо и доброжелательно, в то время как честность определяется как сильное предпочтение и приверженность бренду или окружающей среде [1].

В территориальном маркетинге лояльность к городу или локации рассматривается как эмоционально-когнитивная связь, которая приводит к тому, что вы остаетесь там и готовы предложить это другим [2].

Айдентика — это набор визуальных, символических и графических элементов, которые создают идентификацию и значение объекта (бренда, региона или данной организации). [3]

В контексте архитектуры и городского планирования визуальные и пространственные коды (орнаменты, формы, контекст, масштаб и цвет) служат основой идентичности и могут усиливать эмоциональную связь и чувство принадлежности.

Синтез графического дизайна и архитектурной среды: графический дизайн, включая логотипы, цвета, навигацию, визуальные коммуникации и архитектурное пространство, включая фасады, конструкции и макеты, составляет единый визуальный язык окружающей среды. При правильном внедрении соответствия в архитектурную среду достигаются следующие результаты:

Например, в статье об архитектурной особенности города отмечается, что создание визуальных якорей помогает укрепить устойчивые сообщества и повысить доверие жителей к окружающей среде [4].

Исследование территориального маркетинга показывает, что удовлетворение окружающей средой становится лояльностью, если люди испытывают эмоции и связь с этим местом [2].

Соответствие графическому дизайну является основой визуального отображения бренда, которое включает такие компоненты, как логотип, цветовая палитра, типографика и графические элементы. Эти визуальные аспекты способствуют отличию бренда от конкурентов, формируют первое визуальное восприятие в аудитории и впоследствии создают ассоциации, влияющие на общее восприятие компании.

В сегодняшних условиях конкуренто способного бизнеса укрепление лояльности и доверия клиентов имеет решающее значение для устойчивого успеха на рынке. Хотя существует несколько факторов, влияющих на эти важные элементы, брендинг играет важную роль в установлении прочных связей с клиентами. Хорошо продуманный фирменный стиль выходит за рамки запоминающегося логотипа или слогана. Он выражает ценности, индивидуальность и обещания компании

Четко определенный фирменный стиль (айдентика) отличает компанию от конкурентов. Он включает в себя визуальные элементы, такие как логотип, цветовая палитра, шрифт и эстетика дизайна, а также звучание, тональность и слоган. Когда фирменный стиль

(айдентика) постоянно используется на всех этапах взаимодействия, это создает ощущение узнаваемости и признательности, позволяя клиентам чувствовать связь с брендом. Благодаря четкой и запоминающейся идентификации (айдентике) бренда клиенты предпочитают ваш бренд другим, что повышает лояльность и доверие.

Бренд может вызывать эмоции и создавать ощущение связи с потребителями. Бренд, соответствующий ценностям, стремлениям и стилю жизни своих клиентов, может вызывать ассоциации на эмоциональном уровне, выходящие за рамки рационального принятия решений. Рассказывая истории, создавая интерактивный контент и реализуя целенаправленные инициативы, компания может воздействовать на эмоции клиентов, создавая у них чувство сопричастности и лояльности.

Ключом к укреплению доверия также является последовательность. Сильный бренд сохраняет последовательность в своих сообщениях, визуальной идентичности и общем опыте клиентов. Предлагая стабильный и надежный опыт бренда, компании демонстрируют уверенность и уверенность в глазах своих клиентов. Когда клиенты знают, чего ожидать от бренда, и эти ожидания постоянно оправдываются или превышают их, они со временем обретают уверенность. Согласованность в различных точках соприкосновения, таких как веб-сайт, социальные сети, упаковка и обслуживание клиентов, повышает доверие к бренду и повышает лояльность клиентов.

Брендинг играет важную роль в формировании позитивной речи и повышении лояльности к бренду. Когда клиенты развивают сильную любовь к бренду, они с большей вероятностью поделятся своим положительным опытом с другими в интернете и офлайн. Защитники бренда продвигают бренд через свои личные сети и каналы социальных сетей.

На густонаселенном рынке брендинг становится важным инструментом дифференциации и формирования конкурентного преимущества. Хорошо позиционированный и дифференцированный бренд выделяется на фоне конкурентов, его уникальное ценовое предложение привлекает полюбившихся клиентов. Эффективно рассказывая об уникальных преимуществах бренда, компании могут зарекомендовать себя лидерами в своей отрасли и завоевать доверие клиентов, которые считают бренд авторитетным и надежным выбором.

Брендинг — это непрерывное движение, а не статический процесс. Успешные бренды адаптируются и развиваются в соответствии с меняющимися потребностями, рыночными тенденциями и социальными изменениями. Уделяя особое внимание отзывам клиентов и динамике рынка, бренды могут вносить стратегические коррективы в свои усилия по брендингу. Эта адаптация позволяет брендам сохранять актуальность и сохранять лояльность клиентов с течением времени. Принятие изменений и постоянное развитие вашего бренда на основе информации клиентов и новых тенденций могут помочь вашему бренду оставаться свежим, резонировать с вашей целевой аудиторией и продолжать укреплять доверие и лояльность.

Брендинг включает не только внешнюю связь, но и общий опыт взаимодействия с клиентами. Положительный опыт от первого контакта до этапа послепродажного обслуживания каждый контакт повышает уровень узнаваемости бренда и уверенности в нем.

Восприятие бренда — это многоэтапный процесс, который формируется в сознании потребителей на основе их взаимодействия с товаром или услугой. Этот процесс можно разделить на несколько важных этапов.

Идентифицируйте продукт или услугу. На этом этапе потребитель оценивает основные характеристики товара или услуги и определяет, насколько хорошо он соответствует его потребностям. Поскольку это важный этап формирования первого впечатления, целью бренда является привлечение внимания потенциальных покупателей и пробуждение интереса к продукту. Эффективная реклама, яркие визуальные эффекты или привлекательный сайт помогут вам достичь этой цели.

Визуальная составляющая компании. Второй этап предполагает формирование визуального образа бренда. Логотипы, цветовая палитра, упаковка и общий стиль создают

ассоциации и влияют на восприятие. Хорошо продуманный дизайн может сделать бренд запоминающимся и привлекательным. Чтобы произвести положительное впечатление, необходимо учитывать психологию.

В 1998 году Памела Хендерсон и Джозеф Кэт опубликовали исследование, в котором предлагалась систематическая типология для классификации и изучения визуальных элементов логотипов. Они определяют основные характеристики, такие как естественность, согласованность и сложность, и анализируют их влияние на восприятие бренда потребителями. Результаты показывают, что логотипы, отличающиеся высоким уровнем естественности и гармонии, запоминаются и вызывают у зрителей массу эмоций.

Кроме того, согласно теории Люшера, разработанной швейцарским психотерапевтом Максом Люшером в середине 20 века, считается, что цвета оказывают сильное влияние на эмоциональное и психологическое состояние человека. Люшер утверждал, что предпочтение определенных цветов может отражать внутреннее состояние человека и его отношение к окружающему миру. в контексте брендинга это означает, что выбор цветовой палитры может способствовать возникновению у потребителей определенных ассоциаций и эмоций. формировать позитивное восприятие бренда и укреплять эмоциональную связь с аудиторией:

Оценка функциональности. после начала использования продукта потребитель оценивает его практические преимущества и выявляет возможные недостатки. важно, чтобы обнаруженные недостатки не отпугивали покупателя. здесь бренд должен не только соответствовать заявленным характеристикам, но и иметь готовые способы.

Эмоциональное воздействие. Эмоциональная связь с брендом формируется обещанием, которое может дать продукт или услуга. эмоционально работающие бренды подчеркивают, что их продукты не только приносят пользу, но и улучшают качество их жизни. таким образом, косметический бренд подчеркивает, что его продукты помогают потребителям чувствовать себя уверенно и привлекательно. ассоциации с известными личностями и успешный образ жизни усиливают этот эффект.

Формирование привязанностей. Если взаимодействие с продуктом или услугой оставляет у покупателя только положительные эмоции, формируется устойчивая любовь. Следующие покупатели смогут выбрать этот бренд, даже если у них будет большой выбор. Уверенность в качестве и положительный опыт становятся решающим фактором при покупке.

Роль исследования целевой аудитории. Чтобы начать процесс узнаваемости бренда, маркетологи тщательно изучают целевую аудиторию. Анализ предпочтений, ценностей и потребностей позволяет составить портрет потребителя, что позволяет бренду более точно адаптировать свою стратегию. Понимание вашей целевой аудитории значительно облегчит создание положительного опыта взаимодействия с вашим брендом и поможет повысить вашу лояльность.

Такой структурированный подход не только помогает бренду выделиться среди конкурентов, но и помогает установить долгосрочные отношения с

Apple, Nike, IKEA и Starbucks -одни из самых успешных брендов, получивших мировую известность благодаря своей сильной визуальной идентичности. Эти компании демонстрируют, что тщательный дизайн, включающий логотипы, цветовые палитры, фирменную упаковку и дизайн пространства, может эффективно укрепить доверие и лояльность аудитории. Визуальные элементы этих брендов не только узнаваемы, но и отражают их основные ценности и помогают установить сильную эмоциональную связь с потребителями.

Ниже рассмотрим, как айдентика Starbucks стала инструментом укрепления лояльности и формирования уникального клиентского опыта:

Starbucks - это не просто сеть кофеен, ее визуальные элементы играют ключевую роль в формировании лояльности и доверия среди миллионов потребителей по всему миру. Фирменный стиль способствует узнаваемости, эмоциональной связи и приятному взаимодействию с клиентами.

Логотип и цветовая палитра. Знаменитый логотип Zion - бело-зеленая русалка - стал символом не только высококачественного кофе, но и комфорта. Зеленый цвет ассоциируется с природой, свежестью и спокойствием, что вызывает положительные эмоции у гостей. Простота и лаконичность логотипа делают его узнаваемым в любой точке мира, повышая доверие к бренду и связь с ним.

Дизайн заведения. Не менее важную роль в кофейне играет визуальный элемент. Уютная атмосфера с камином, мягкими диванами и изящными изгибами создает идеальные условия для отдыха и работы. Особое внимание уделяется естественному освещению, комфорту и использованию дерева и натуральных материалов

Фирменная упаковка и аксессуары. Упаковка Starbucks-еще один элемент, укрепляющий связи бренда. Бумажные стаканчики с картонными кольцами для защиты рук клиентов стали символом приверженности компании обслуживанию клиентов. Фирменные стаканы, чашки и аксессуары, доступные в кафе, не только продвигают бренд, но и позволяют потребителям ассоциировать его с культурой Starbucks даже за пределами кафе.

Камерная музыка. Легкая музыка, играемая в кафе, становится неотъемлемой частью общей картины. Это поможет гостям расслабиться и провести время в уютной обстановке. Кроме того, выбранные музыкальные Компакт-диски, которые вы можете купить на сайте, позволяют привнести этот опыт домой и укрепить эмоциональную связь с брендом.

Индивидуальность и внимание к деталям. Ключевым элементом лояльности является возможность персонализации. Starbucks позволяет посетителям выбирать тип молока для приготовления напитка в соответствии со своими личными предпочтениями. Эти мелочи повышают самооценку и создают долгосрочную любовь и уважение к их вкусам.

Особое внимание уделяется экологическим аспектам. Использование экологически чистых материалов и соблюдение принципа "справедливой торговли" отражают ценности компании. Это не только укрепит доверие потребителей, заботящихся об окружающей среде, но и продемонстрирует заботу о глобальных проблемах и укрепит положительный имидж бренда.

Starbucks привлекает клиентов не только качественной продукцией, но и продуманным визуальным дизайном и уникальным обслуживанием клиентов. Логотипы, упаковка, дизайн интерьера и внимание к деталям работают в

Брендинг — это не только визуальные эффекты и слоганы, это также основной инструмент удержания клиентов. Сильная идентичность гарантирует известность, создает эмоциональную связь и отличает бренд от конкурентов. Последовательность, уверенность и выполнение обещаний повышают доверие. Положительная репутация и общественная поддержка способствуют повышению лояльности. Постоянно адаптируя бренд к потребностям аудитории, компании могут выстраивать долгосрочные отношения, превращая клиентов в сторонников. Использование возможностей бренда позволяет не только привлечь, но и удержать аудиторию.

Строгое соблюдение требований основано на глубоком понимании целевой аудитории, ее ценностей и ожиданий. Адаптация к изменениям рынка и потребностям клиентов должна быть динамичной, сохраняя при этом основные характеристики бренда.

Таким образом, идентичность-это не только визуальный атрибут, но и стратегический инструмент, который может оказать долгосрочное влияние на восприятие бренда, укрепить доверие и сохранить аудиторию. Компании, которые уделяют приоритетное внимание развитию и внедрению визуальной идентичности, неизбежно получат конкурентное преимущество и смогут построить прочные отношения с клиентами.

Заключение. Идентичность в архитектурной среде становится мощным инструментом формирования эмоционального и социального отклика. Синтез графического дизайна и пространственного конструирования позволяет создавать не только места, но и значимые точки соприкосновения. Для устойчивого развития городской среды предлагается интеграция соответствия на первых этапах архитектурного и градостроительного проектирования.

Исследование выявило важность визуальной идентичности как неотъемлемой части проектирования архитектурной среды. Синтез графического дизайна и архитектуры способствует формированию эмоциональной связи между Пользователем и пространством, что влияет на уровень доверия и лояльности к определенному месту.

Айдентика не только выполняет эстетическую и информационную функцию, но и помогает укрепить уникальность района, улучшить навигацию, повысить узнаваемость объекта и его конкурентоспособность в городской среде. Использование единой визуальной системы помогает сформировать целостное восприятие архитектурного объекта и положительно влияет на восприятие бренда пространства, особенно в культурных, образовательных, туристических и общественных местах.

Результаты опроса и ситуационного анализа подтверждают, что соответствие напрямую влияет на взаимодействие с пользователем и является важным инструментом для повышения доверия. Таким образом, реализация визуальной идентичности должна рассматриваться как важный шаг в проектировании городской и архитектурной среды с участием специалистов из смежных дисциплин, таких как графический дизайн, брендинг и архитектура.

В дальнейшем предлагается расширить эмпирическую базу, а также провести практическую апробацию авторских решений в конкретных проектах, что позволит глубже изучить влияние идентичности на социальные и поведенческие аспекты городской жизни.

Список литературы

1. Хамадиева, А.И. Актуальные подходы к пониманию лояльности для территориального маркетинга [Текст] / А.И. Хамадиева // Маркетинг в России и за рубежом. - 2013. - №6.

2. Мылова, П.Е. Формирование культуры доверия как одно из условий повышения инновационной активности [Текст] / П.Е. Мылова, А.Л. Гапоненко // Современные технологии управления. – 2023. - №2 (102).

3. Преимущества айдентики в формировании лояльности клиентов Rating-gamedev.ru, 2025. [

4. Архитектурная идентичность города | AGTGlobal.kz. [4]

5. https://proofbranding.com/wp-content/uploads/2020/07/Brand-Identity-Starbucks.jpg

6. Что такое восприятие бренда и как им управлять URL: https://sh.agency/blog/vospriatie-brenda

7. The Role of Branding in Customer Loyalty and Trust URL: https://redalkemi.com/blog/the-role-of-branding-in-customer-loyalty-and-trust/

8. Starbucks. URL: https://zg-brand.ru/statiy/history_brand/starbucks/

9. What Is Brand Identity and Why Is It Important? URL: https://proofbranding.com/what-is-brand-identity-and-why-is-it-important/

10. Guidelines for Selecting or Modifying Logos. URL: https://www.jstor.org/stable/1252158

11. Люшер М. The Luscher Color Test. — New York: Random House, 1969.

12. Коеналиев, К.К. Воздействие или роль искусственного интеллекта в дизайне,

авторство на интеллектуальный собственность [Текст] / К.К.Коеналиев.- Известия КГТУ. - 2025. -№2(74). – стр. 306-311.

УДК 338.48, 004.921 DOI:10.56634/16948335.2026.1.183-190

А.Е. Саруар, С.Ж. Турикпенова
Л.Н.Гумилев атындагы Евразия улуттук университети, Астана, Казакстан Республикасы
Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилёва
Астана, Республика Казахстан

A.E. Saruar, S.Zh. Turikpenova
L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Republic of Kazakhstan
erbolatovna.aru@gmail.com turikpenova_szh@enu.kz

ВНЕДРЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ТУРИСТИЧЕСКУЮ ИНФРАСТРУКТУРУ КАЗАХСТАНА

КАЗАКСТАНДЫН ТУРИСТТИК ИНФРАСТРУКТУРАСЫНА ИННОВАЦИЯЛЫК САНИПТИК ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ КИРГИЗҮҮ

THE CURRENT STATE OF TOURISM DIGITALIZATION IN KAZAKHSTAN

Бул макалада Казакстандын туристтик тармагынын санариптешүүсүнүн азыркы абалы жана анын мындан аркы өнүгүү перспективалары каралат. Изилдөө учурунда туристтик инфраструктураны жаңыртууда, маалыматтык системаларды киргизүүдө жана электрондук туризмди өнүктүрүүдө санариптешүүнүн мааниси баяндалат. Онлайн-брондоо, мобилдик тиркемелер, санариптик төлөм системалары жана виртуалдык турлар сыяктуу инновациялык чечимдердин туристтик кызматтардын сапатына тийгизген таасири талданат. Мындан тышкары, «Санариптик Казакстан» мамлекеттик программасынын алкагында аткарылган иш-чаралардын жыйынтыктары жана алардын туристтик тармактын өнүгүүсүнө тийгизген таасири каралат. Негизги көңүл санариптешүүнүн аймактык туризмди өнүктүрүүдөгү жана өлкөнүн туристтик багыт катары эл аралык абройун бекемдөөдөгү маанисине бурулат. Изилдөөнүн жыйынтыктары туризмдин санариптешүүсү улуттук экономиканын диверсификациясына, инновациялык өнүгүүгө жана Казакстандын глобалдык атаандаштыкка жөндөмдүүлүгүн жогорулатууга кошкон салымын көрсөтөт.

Түйүндүү сөздөр: *туризм, санариптешүү, электрондук туризм, инновациялар, маалыматтык технологиялар, санариптик инфраструктура.*

В данной статье рассматривается современное состояние цифровизации туристической отрасли Казахстана и перспективы её дальнейшего развития.
В ходе исследования описывается значение цифровизации в модернизации туристской инфраструктуры, внедрении информационных систем и развитии электронного туризма. Проводится анализ влияния инновационных решений, таких как онлайн-бронирование, мобильные приложения, цифровые платёжные системы и виртуальные туры, на качество туристических услуг.
Кроме того, рассматриваются результаты реализации мероприятий в рамках государственной программы «Цифровой Казахстан» и их влияние на развитие туристической отрасли. Основное внимание уделяется значению цифровизации для развития регионального туризма и укрепления международного имиджа страны как туристического направления.
Результаты исследования показывают вклад цифровизации туризма в диверсификацию национальной экономики, инновационное развитие и повышение уровня глобальной конкурентоспособности Казахстана.

Ключевые слова: *туризм [8], цифровизация, электронный туризм, инновации, информационные технологии, цифровая инфраструктура.*

This article examines the current state of digitalization in the tourism industry of Kazakhstan and explores its future development prospects.
The study highlights the role of digitalization in modernizing tourism infrastructure, implementing information systems, and promoting the growth of electronic tourism. It analyzes the impact of innovative solutions such as online booking, mobile applications, digital payment systems, and virtual tours on the quality of tourism services.
Furthermore, the article reviews the outcomes of the measures implemented within the framework of the "Digital Kazakhstan" state program and their influence on the tourism sector. Particular attention is given to the importance of digitalization in the development of regional tourism and its contribution to strengthening Kazakhstan's international image as a tourist destination.
The research results demonstrate the contribution of tourism digitalization to the diversification of the national economy, the advancement of innovation, and the enhancement of Kazakhstan's global competitiveness.

Key words: *tourism, digitalization, e-tourism, innovations, information technologies, digital infrastructure.*

Введение. В последние годы цифровизация становится ключевым фактором развития мировой экономики, оказывая значительное влияние на различные отрасли, включая туристическую индустрию. Внедрение цифровых технологий меняет не только структуру предоставления туристических услуг, но и методы управления отраслью, создавая новые возможности для повышения качества сервиса, оптимизации бизнес-процессов и расширения доступа к информации.

В Республике Казахстан цифровизация туризма рассматривается как стратегический инструмент развития отрасли и повышения её конкурентоспособности на международном рынке. Государственная программа «Цифровой Казахстан» активно поддерживает внедрение современных информационно-коммуникационных технологий, включая онлайн-платформы бронирования, мобильные приложения, цифровые карты и виртуальные туры. Эти инструменты не только облегчают взаимодействие между туристами, компаниями и государственными органами, но и позволяют собирать, обрабатывать и анализировать данные для принятия решений на основе фактической информации.

Особую роль цифровизация играет в формировании туристического имиджа страны и продвижении национальных направлений на глобальном уровне. Использование цифровых технологий, таких как виртуальная и дополненная реальность (VR/AR), открывает новые возможности для создания интерактивного контента, позволяя туристам предварительно ознакомиться с объектами и маршрутами, а операторам — улучшать сервис и повышать эффективность маркетинговых кампаний.

Объектом исследования является туристическая отрасль Республики Казахстан, а предметом — процессы цифровизации, их влияние на развитие сервиса, управленческих решений и конкурентоспособности отрасли. Актуальность данного исследования определяется необходимостью внедрения инновационных цифровых инструментов для обеспечения устойчивого развития туризма и интеграции страны в международное туристическое пространство.

Цель работы — проанализировать современные тенденции цифровизации туризма в Казахстане, выявить ключевые направления и оценить их влияние на развитие отрасли и формирование туристического имиджа страны.

Тенденции и особенности цифровой трансформации туристической отрасли Казахстана. В настоящее время туристская отрасль является одной из наиболее динамично развивающихся

сфер мировой экономики. Согласно данным Всемирной туристской организации, за последнее десятилетие цифровые технологии кардинально преобразовали модель предоставления туристических услуг. Электронные системы бронирования, мобильные приложения, онлайн-туры и виртуальные гиды стали неотъемлемой частью туристического продукта [1].

По мнению А. С. Абдрахманова, цифровизация туризма повышает не только удобство обслуживания, но и оптимизирует бизнес-процессы, увеличивая экономическую эффективность отрасли [2]. Внедрение цифровых решений позволяет снижать издержки туристических организаций и укреплять их конкурентоспособность на рынке. Кроме того, онлайн-платформы открывают новые возможности для выхода на рынок представителей малого и среднего бизнеса.

Ключевое значение цифровых технологий в туристической индустрии проявляется через повышение информационной прозрачности и укрепление доверия со стороны потребителей. Развитие интернета, социальных сетей и обзорных платформ облегчило процесс принятия решений туристами, позволяя заранее изучать отзывы, сравнивать цены и оценивать качество услуг. Такие возможности способствуют формированию более открытого и справедливого туристического рынка [3].

Исследование Д. Г. Мамраевой подчеркивает, что потенциал цифровых технологий в туризме заключается в быстрой обработке информации, эффективном использовании маркетинговых инструментов и способности анализировать поведение потребителей [4]. Эти возможности создают основу для стратегического управления туристической отраслью и принятия решений на базе данных.

В Казахстане цифровизация также открывает новые перспективы для повышения качества туристических услуг. Системы электронных виз, цифровые карты и онлайн-бронирование создают удобные условия для внутренних и въездных туристов. Автоматизация обмена данными между государственными органами и бизнес-структурами снижает административные барьеры и ускоряет предоставление услуг.

Кроме того, цифровизация обеспечивает новые инструменты формирования туристического имиджа страны. Цифровой маркетинг, реклама в социальных сетях и создание онлайн-контента способствуют продвижению туристического потенциала Казахстана на международной арене. Например, национальный туристический портал Kazakhstan.travel делает информацию о туристических направлениях страны доступной для широкой аудитории.

В целом, роль цифровых технологий в туристической индустрии выходит за рамки технических изменений. Они формируют новую культуру взаимодействия между потребителями и поставщиками услуг, способствуют внедрению инновационных подходов в управление туризмом и создают основу для дальнейшего стратегического развития отрасли.

В Республике Казахстан цифровизация туризма тесно связана со стратегией цифровой трансформации страны. Государственная программа «Цифровой Казахстан», принятая в 2018 году, стала ключевым инструментом развития цифровой экономики и важным фактором модернизации туристической отрасли. Основная цель программы заключается в повышении качества жизни населения и широком внедрении инновационных технологий во всех секторах экономики.

Процесс цифровизации туризма в Казахстане сопровождается рядом стратегических мероприятий. Одним из наиболее значимых стал республиканский форум «Digital Tourism in Kazakhstan – 2025: Leading IT Solutions Presented», проведенный в 2025 году (рис. 1). Форум, организованный национальной компанией Kazakh Tourism, стал важной площадкой для демонстрации новых цифровых решений в туристической отрасли.



Рисунок 1 - Форум Digital Tourism in Kazakhstan – 2025

В рамках мероприятия были представлены IT-системы, направленные на ускорение цифровой трансформации туризма. По мнению представителей Kazakh Tourism, внедрение цифровых сервисов является одним из ключевых инструментов повышения международной привлекательности Казахстана как туристического направления. Сегодня функционируют такие цифровые решения, как туристический портал Kazakhstan.travel, доступный на восьми языках, QR-код системы в аэропортах и платформа eQonaq для регистрации гостей.

Тем не менее, цифровая туристическая экосистема еще не полностью сформирована. Существует необходимость интеграции новых источников данных, таких как мобильные операторы и электронные платежные системы. Такой комплексный подход позволит создать открытую и удобную цифровую среду как для туристов, так и для участников отрасли.

Казахстан достиг значительного прогресса в цифровизации туризма, по сравнению с опытом ряда развитых стран остаются области, требующие совершенствования.

Так, Эстония выделяется высокой степенью развития цифровой экосистемы: услуги для туристов полностью переведены в онлайн-формат через платформы e-Residency и e-Governance [5]. Электронное правительство страны и единая база данных играют ключевую роль в повышении эффективности туристической инфраструктуры. По данным UNWTO, показатель цифрового туризма в Эстонии достиг 87% в 2023 году [1].

В Южной Корее цифровизация туризма осуществляется в рамках концепции Smart Tourism, которая с помощью мобильных приложений и искусственного интеллекта анализирует поведение туристов и предоставляет персонализированные рекомендации [6]. Министерство культуры, спорта и туризма планирует к 2024 году внедрить технологии AR/VR во всех туристических регионах страны [7].

В Объединенных Арабских Эмиратах цифровые платформы используются для усиления туристического имиджа страны. Приложения Visit Dubai и Experience Abu Dhabi предоставляют туристам полную информацию и автоматически формируют индивидуальные маршруты. Правительство ОАЭ рассматривает цифровизацию туризма как ключевое направление стратегии диверсификации национальной экономики [8].

В рамках государственной программы «Цифровой Казахстан» в Республике Казахстан реализуется ряд мер по цифровому развитию туризма. Электронные сервисы предоставляются через платформы eGov.kz и Kazakh Tourism. Тем не менее, процесс интеграции локальных туристических объектов в единую цифровую систему пока не завершен. Как отмечает Д. Г. Мамраева, «цифровизация туризма в Казахстане в основном организована на государственном уровне, однако участие частного сектора остается недостаточным» [4, 57].

Экономическая значимость цифровизации туризма проявляется прежде всего в повышении эффективности и снижении издержек. Цифровые технологии позволяют автоматизировать услуги, оптимизировать трудовые ресурсы и быстро адаптироваться к рыночному спросу. Например, внедрение электронных систем бронирования позволило

туристическим агентствам снизить административные расходы до 30% [2]. Развитие онлайн-сервисов также открывает новые возможности для выхода малого и среднего бизнеса на рынок.

Цифровизация оказывает положительное влияние и на общий доход туристической отрасли. По данным 2023 года, более 40% туристических услуг в Казахстане предоставлялись в онлайн-формате, что способствовало среднему росту доходов на 18% [7]. Основными факторами такого роста стали расширение электронного маркетинга и использование мобильных платежных систем.

По мнению Д. Г. Мамраевой, цифровизация оказывает влияние не только на экономику, но и на социальную структуру туризма. Цифровые технологии создают новые рабочие места в регионах, повышают интерес молодежи к индустрии услуг, а также способствуют развитию инклюзивного туризма. Виртуальные экскурсии и онлайн-гиды делают путешествия доступными для людей с ограниченными возможностями [4].

Несмотря на достигнутый прогресс, цифровизация туризма в Казахстане находится на начальной стадии развития. В последние годы особое внимание уделяется внедрению новых технологий в рамках программы «Цифровой Казахстан», однако существующие ограничения и недостаточно развитая цифровая экосистема препятствуют полноценному развитию отрасли.

Одним из эффективных решений для дальнейшей цифровизации может стать создание единой платформы «Smart Tourism Kazakhstan», которая объединяет данные о туристических объектах, гостиницах, транспортных услугах и культурных событиях, предоставляя пользователям доступ к информации в современном цифровом формате. Такая экосистема повысит качество туристических услуг, обеспечит прозрачность данных и эффективность управления отраслью.

Также целесообразно разработать национальный индекс цифровизации туризма, который позволит оценивать уровень цифрового развития регионов, сокращать разрыв и стимулировать развитие отрасли. Индекс должен включать показатели качества цифровой инфраструктуры, уровень развития онлайн-сервисов и цифровую грамотность населения.

Для управления туристическими потоками важно внедрение технологий Big Data и искусственного интеллекта, что позволит точно прогнозировать сезонный спрос, оптимизировать маркетинговые решения и выводить стратегическое планирование туризма на новый уровень. Концепция smart tourism активно внедряется в стране, обеспечивая управление туристической инфраструктурой с помощью сенсоров, GPS и цифровых инструментов контроля.

В результате цифровизации туристической отрасли Казахстана решаются задачи по контролю потоков посетителей, снижению экологической нагрузки и повышению безопасности. Как отмечает А. Т. Смайылова, «умный туризм обеспечивает значительный импульс для устойчивого развития экотуризма и культурного туризма» [9, 47].

Перспективы цифровизации туризма в Казахстане выглядят многообещающими. Во-первых, развитие цифровой инфраструктуры повышает инвестиционную привлекательность регионов. Чем более доступна прозрачная информация для местных предпринимателей и международных компаний, тем выше интерес к новым проектам. Ожидается, что к 2026 году не менее 30% всех инвестиций в отрасль будут направлены на цифровые проекты [8].

Во-вторых, цифровизация позволяет персонализировать туристический опыт. В будущем туристы смогут выбирать маршруты, услуги и логистику с использованием технологий искусственного интеллекта. Такой подход не только повышает удовлетворенность клиентов, но и укрепляет имидж страны.

В-третьих, цифровизация открывает новые возможности для продвижения национального культурного наследия и природных ресурсов на международной арене. Виртуальные экскурсии в 3D-формате, онлайн-музеи и мобильные приложения для исторических городов повышают интерес зарубежной аудитории. В этом направлении потенциал казахстанских стартапов и молодых ученых особенно велик.

Цифровизация туризма в Казахстане напрямую связана с долгосрочной социально-экономической стратегией государства. Современные глобальные тенденции демонстрируют, что новая эпоха туризма — это эпоха информационной и технологической интеграции. Совершенствование цифровой экосистемы становится важным инструментом укрепления экономической независимости страны и повышения ее конкурентоспособности на мировом рынке.

Одним из стратегических направлений цифровизации является создание национальной базы туристических данных. Такая система позволит точно отслеживать туристические потоки, проводить маркетинговый анализ и повышать качество предоставляемых услуг. Например, внедренные в Эстонии и Финляндии системы «Smart Destination» обеспечили полную автоматизацию туристических процессов и увеличили средний доход отрасли на 25% [6]. Адаптация такого опыта для Казахстана представляется актуальной и эффективной.

Кроме того, важно расширять участие местных сообществ в цифровом туризме. Концепция community-based tourism, реализуемая через цифровые инструменты, позволяет продвигать туристические направления в сельских регионах через социальные сети, онлайн-карты и специализированные платформы, что способствует росту доходов местных предпринимателей и ремесленников.

Еще одним значимым направлением является развитие экологически ориентированного цифрового туризма. Интеграция «зеленых технологий» и концепции «умной инфраструктуры» позволяет контролировать нагрузку на экосистемы. Например, использование цифровых инструментов учёта и спутникового мониторинга позволяет регулировать количество посетителей в природных парках и заповедниках, обеспечивая сохранение экологического баланса.

Внедрение цифровых платформ и VR/AR технологий в туристическую отрасль Казахстана открывает новые возможности для оптимизации работы объектов и повышения комфорта посетителей. Например:

Виртуальные экскурсии и 3D-модели туристических объектов. Позволяют туристам заранее ознакомиться с маршрутами и историческими достопримечательностями. Такие технологии увеличивают вовлечённость и удовлетворенность клиентов.

Интерактивные карты и мобильные приложения. Обеспечивают навигацию по туристическим зонам, отображают актуальную информацию о загруженности объектов, графике работы и мероприятиях.

Системы управления потоками туристов. Использование сенсоров, GPS и Big Data для прогнозирования пиковых нагрузок и планирования инфраструктуры. Это снижает экологическое воздействие и повышает безопасность.

Цифровизация туризма способствует развитию малого и среднего бизнеса. Электронные платформы бронирования позволяют гостиницам и туроператорам выходить на глобальный рынок, а маркетинговые инструменты на основе искусственного интеллекта анализируют предпочтения клиентов и предлагают персонализированные услуги, что повышает доходность и конкурентоспособность отрасли. Интеграция блокчейн-технологий обеспечивает прозрачность платежей и защиту данных пользователей.

Особое внимание уделяется применению цифровых технологий в проектировании и реконструкции туристической инфраструктуры. Использование BIM (Building Information Modeling) позволяет создавать цифровые модели гостиниц, туристических комплексов и исторических объектов, упрощая управление проектами и модернизацию с минимальными затратами. VR/AR-технологии дают возможность визуализировать будущие изменения, тестировать новые маршруты и дизайн пространства до их физического воплощения, а интерактивные симуляции туристических потоков помогают оптимизировать зонирование и повысить безопасность на объектах массового посещения.

Цифровизация туризма также имеет образовательный аспект. Для внедрения современных технологий в отрасль требуется подготовка специалистов с компетенциями в VR/AR, BIM и аналитике больших данных. Интеграция цифровых инструментов в

образовательные программы по туризму и архитектурному проектированию позволяет выпускникам создавать современные интерактивные объекты. Организация тренингов и мастер-классов для сотрудников туристической отрасли повышает квалификацию и ускоряет цифровую трансформацию.

Социально-культурные и экологические аспекты цифровизации играют важную роль. Цифровые технологии делают туризм доступным для всех категорий граждан, включая людей с ограниченными возможностями, а использование цифровых инструментов для мониторинга экологической нагрузки позволяет сохранять природные ресурсы и поддерживать устойчивое развитие туристических зон. Виртуальные туры и цифровые образовательные ресурсы способствуют продвижению национального культурного наследия на международной арене.

Перспективы развития цифрового туризма в Казахстане заключаются в интеграции VR/AR и smart-платформ в туристическую инфраструктуру, что позволит создавать персонализированный туристический опыт. Применение Big Data и искусственного интеллекта для анализа предпочтений туристов и оптимизации маршрутов увеличивает эффективность работы индустрии. В будущем возможно формирование умных городских и туристических экосистем, где цифровые решения объединят транспорт, гостиницы, культурные объекты и развлечения в единую платформу, обеспечивая комплексное управление и высокий уровень сервиса.

Заключение. Таким образом, цифровые технологии в туризме Казахстана обеспечивают не только эффективное управление отраслью, но и повышение качества обслуживания, а также укрепление национального бренда на международной арене.
Реализуемые в стране программы цифровизации, включая «Цифровой Казахстан» и платформу e-Tourism, способствовали значительным изменениям в туристическом секторе. Они обеспечили доступность туристической информации, автоматизировали системы бронирования и повысили удобство для посетителей. Кроме того, цифровые платформы обеспечивают обмен данными между государственными органами и частным сектором, сокращая административные барьеры.

С экономической точки зрения цифровизация способствует повышению эффективности туризма, развитию малого и среднего бизнеса в регионах и созданию новых рабочих мест. Электронный маркетинг и онлайн-платежи позволяют туристическим операторам расширять аудиторию и укреплять конкурентоспособность.

С социальной стороны цифровые технологии делают туризм более доступным для всех групп населения. Виртуальные туры, онлайн-экскурсии и мобильные приложения создают условия для путешествий лиц с ограниченными возможностями, а обмен опытом через социальные сети способствует развитию местных сообществ.

Тем не менее, исследование выявило ряд нерешенных проблем цифровизации: инфраструктурное неравенство, дефицит кадров, низкий уровень цифровой грамотности, вопросы кибербезопасности и недостаточная интеграция информационных систем. Их решение требует совместных усилий государства и частного сектора, повышения квалификации кадров и адаптации международного опыта.

Стратегические направления цифровизации туризма в Казахстане включают развитие национальной базы туристических данных, внедрение технологий искусственного интеллекта и блокчейн, продвижение умного и экологически ориентированного туризма, а также привлечение молодежи к новым профессиям. Такой комплексный подход позволит вывести индустрию туризма на инновационный уровень и повысить привлекательность страны на международной арене.

В заключение, цифровизация туризма в Казахстане — это не только технологическое обновление, но и стратегический инструмент экономического роста, социального прогресса и сохранения национального культурного наследия. Адаптация страны к цифровой трансформации обеспечивает устойчивое развитие отрасли, сбалансированный рост регионов и международное признание национального бренда.

Список литературы

1. World Tourism Organization (UNWTO). Digital transformation in tourism. Madrid, 2023.

Абдрахманов, А. С. Цифровая трансформация развития туризма в Казахстане [Текст] / А.С.Абдрахманов. — Алматы:2024.

2. Рсалдин, Е. С. Влияние цифровизации на развитие туристической отрасли Казахстана [Текст] / Е.С.Рсалдин // Экономика және статистика. – 2025. – №2.

3. Мамраева, Д. Г. Особенности использования цифровых технологий при развитии туристской отрасли Казахстана [Текст] / Д.Г.Мамраева // Вестник Туран. - 2022. – №4.

4. OECD. Digital Security Risk Management for Economic and Social Prosperity. — Paris, 2023.

UNWTO. Data Intelligence in Tourism: Global Report. — Madrid, 2023.

5. Министерство туризма и спорта Республики Казахстан. Статистический обзор развития туристской отрасли за 2023 год. — Астана, 2024.

6. Министерство туризма и спорта РК. e-Tourism: концепция и реализация проекта. — Астана, 2024.

7. Смайылова А. Т. Экологиялық туризм және цифрлық инновациялар [Текст] / А.Т.Смайылова // География және табиғат ресурстары. – 2023. – №3. – 45–50

8. Токторалиев, Э.Т. Освоенность туристско-рекреационных ресурсов Кыргызской Республики [Текст] / Э.Т.Токторалиев. - Известия КГТУ. – 2025. -№4 (76). - стр. 1190-1198.

УДК 7.74 DOI:10.56634/16948335.2026.1.191-200

Ш.М.Тусупбекова
И. Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек Кыргыз Республикасы
КГТУ им. И. Раззакова Бишкек, Кыргызская Республика

Sholpan Tusupbekova
I.Razzakov KSTU, Bishkek, Kyrgyz Republic
tusupbeckova@yandex.ru

ЭТНОДИЗАЙН В ИНТЕРЬЕРЕ: ГАРМОНИЯ ТРАДИЦИЙ И СОВРЕМЕННОСТИ

ИНТЕРЬЕРДЕГИ ЭТНОДИЗАЙН: САЛТТАР МЕНЕН УЧУРДУН ГАРМОНИЯСЫ

ETHNIC DESIGN IN INTERIORS: HARMONY OF TRADITION AND MODERNITY

Бул макалада интерьерде этнодизайн элементтерин натыйжалуу колдонуу аркылуу салттар менен учурдун гармониялуу айкалышуусун камсыздоонун ыкмалары каралат. Иштин максаты – мейкиндиктин эстетикалык, функционалдык жана маданий аспектилерин өркүндөтүү үчүн улуттук маданий мурасты заманбап дизайнерлик чечимдер менен айкалыштыруу. Макалада коомдук жайлардагы этнодизайн мисалдары, ошондой эле улуттук мотивдердин, орнаменттердин, текстилдин, эмеректин жана декоративдик элементтердин интерьерге тийгизген таасири талданат. Мындан тышкары этнодизайнды колдонуу методикасы, концепцияны иштеп чыгуу баскычтары, визуалдаштыруу жана ишке ашыруу жолдору сүрөттөлүп, дизайнерлер үчүн сунуштар берилет. Жыйынтыгында этнодизайн заманбап интерьерде улуттук өзгөчөлүктү сактоонун таасирдүү куралы экендиги, мейкиндиктин эстетикалык жана функционалдык жактан өркүндөшүнө өбөлгө түзөрү негизделет.

Түйүндүү сөздөр: *этнодизайн, интерьер, улуттук мотивдер, орнаменттер, маданий идентүүлүк, заманбап дизайн, функционалдык элементтер, жеке жана коомдук мейкиндиктер, декоративдик элементтер, эстетикалык таасир.*

В этой статье рассматриваются способы гармоничного сочетания традиций и современности через эффективное использование элементов этнодизайна в интерьере. Цель работы – объединение национального культурного наследия с современными дизайнерскими решениями для улучшения эстетических, функциональных и культурных аспектов пространства. Анализируются примеры этнодизайна в общественных пространствах, а также влияние национальных мотивов, орнаментов, текстиля, мебели и декоративных элементов на интерьер. Кроме того, описываются методика внедрения этнодизайна, этапы разработки концепции, визуализации и реализации, даются рекомендации для дизайнеров. В заключение доказывается, что этнодизайн является эффективным инструментом сохранения национальной идентичности в современном интерьере, обеспечивая эстетическое и функциональное совершенствование пространства.

Ключевые слова: *этнодизайн, интерьер, национальные мотивы, орнаменты, культурная идентичность, современный дизайн, функциональные элементы, частные и общественные пространства, декоративные элементы, эстетическое воздействие.*

This article explores ways to harmoniously combine tradition and modernity through the effective use of ethnic design elements in interiors. The aim of the study is to integrate national cultural heritage with contemporary design solutions, enhancing the aesthetic, functional, and cultural aspects of spaces. The research analyzes examples of ethnic design in both private and public interiors, examining the influence of national motifs, patterns, textiles, furniture, and decorative

elements on the interior. The methodology for implementing ethnic design is also described, including concept development, visualization, and stages of execution, with recommendations provided for designers. In conclusion, ethnic design is proven to be an effective tool for preserving national identity in contemporary interiors, showcasing cultural uniqueness while simultaneously enhancing spaces aesthetically and functionally.

Key words: *ethnic design, interior, national motifs, ornaments, cultural identity, contemporary design, functional elements, private and public spaces, decorative elements, aesthetic impact.*

Введение. В современное время интерьерный дизайн не ограничивается лишь удовлетворением эстетических требований. Он становится важным инструментом, обеспечивающим психологический комфорт человека и отражающим его культурную самобытность. Поэтому этнодизайн приобретает особое значение как способ внедрения национального культурного наследия в современный интерьер, адаптации традиционных элементов к требованиям современной жизни.

Этнодизайн в интерьере – это не просто украшение или декор, а возможность отразить личностный смысл пространства и культурные коды человека. Главная особенность этого направления заключается в гармонии между традицией и современностью, то есть в функциональном и эстетическом использовании национальных мотивов.

В настоящее время дизайн сформировался как социокультурное явление, охватывающее все сферы человеческой жизни, и, тем не менее, ни один историко-культурный этап развития человечества не характеризовался таким всеобъемлющим планированием жизни, как современный. Интерьер – это организованное культурное пространство, полная модель освоения человеком окружающего мира на определённом историческом этапе. Другими словами, он позволяет проанализировать особенности современного интерьерного дизайна.

Этнический стиль в интерьере когда-то имел несколько названий: фолк-этно, экзотический или просто этника. Этностиль возник сотни лет назад и привнёс в современный интерьерный дизайн свои традиции и обычаи. Люди, любящие путешествовать, ценящие культуру других стран, интересующиеся экзотикой различных народов – все они стараются использовать возможности этнического стиля, воплощая свои уникальные идеи в оформлении квартиры или дома, украшая помещения предметами декора, привезёнными из разных стран. Можно сказать, что по разным причинам возможность путешествовать повлияла на интерьеры многих квартир. Кроме того, многие люди уезжают в другие страны для учёбы или работы, впитывают иную культуру и традиции, а затем начинают внедрять элементы этнического стиля в интерьер своего дома [1].

Чем же отличается этнический стиль от современных направлений? Что в нём особенного? Почему многие заказчики хотят видеть именно этот стиль в своих интерьерах? Привлекательность этнического стиля занимает особое место среди современных интерьерных дизайнеров и их клиентов. Этому есть несколько основных причин.

Отражение культурной самобытности и индивидуальности.

Вдохновение путешествиями и мировыми культурами.

Создание тёплой, уютной и психологически комфортной атмосферы.

Гармоничное сочетание с современным стилем.

Соединение функционального дизайна с культурным содержанием.

В современном интерьере важно, чтобы каждый элемент имел своё назначение.

В этностиле национальные элементы используются как функциональные объекты (например, пуфик с вышивкой, шкаф с резьбой, декоративная лампа), что делает пространство одновременно удобным и содержательным. Сочетание современного стиля с этническими элементами – это не просто декоративное решение, а культурный мост. Такое сочетание позволяет создать красивое, удобное и уникальное пространство, сохраняя связь человека с его культурными корнями и соответствуя требованиям современности.

В современном интерьерном дизайне важны не только эстетическая красота, но и функциональность пространства, то есть его удобство и практичность. Этнический стиль объединяет эти два направления – культурное содержание и практические решения – позволяя одновременно удовлетворять духовные и бытовые потребности человека.

Функциональный дизайн подразумевает организацию интерьера так, чтобы он был не только красивым, но и удобным и эффективным для жизни. В этом подходе каждый элемент выполняет свою роль: мебель – для использования, освещение – для настроения, декор – для эстетики. В этностиле эти три направления гармонично объединяются.Например, традиционная казахская мебель – кровати, кебеже, сундуки – сегодня возрождается как дизайнерское решение, сочетаясь с современными материалами и формами. Это – настоящий синтез традиций и современности. Главная ценность этнических элементов заключается в их культурном содержании. Каждый узор, каждая резьба, каждый цвет имеет своё значение. Например:

Узоры «Кошкармүйиз» – символ богатства и изобилия;

Орнамент «Тумарша» – олицетворяет защитную силу;

Куполообразные формы – символизируют небо и духовную высоту.

Когда такие значимые элементы используются в интерьере, они не только украшают пространство, но и наполняют его духовным богатством [2].

В этностиле каждый элемент должен быть не только красивым, но и выполнять конкретную функцию. Например:

Декорированные деревянные двери или мебель – это не только эстетический, но и практический элемент;

Ремесленные изделия – например, декоративные покрывала, подушки, ковры – сохраняют тепло в комнате и создают комфорт;

Глиняная посуда и керамика – элементы как декоративные, так и для бытового использования.

Такой подход делает пространство гармоничным и содержательным, создавая среду, основанную на естественной красоте без лишней пышности.

Сегодня дизайнеры объединяют национальные мотивы с современными технологиями, достигая уникальных результатов. Выполнение резных панелей с помощью лазерной резки, использование традиционных узоров в 3D-визуализации,совмещение казахских национальных орнаментов с LED-панелями. Эти подходы позволяют гармонично сочетать традиционное культурное содержание с современной жизнью и органично внедрять его в интерьер.

В интерьерном дизайне красота и удобство – два неразрывных понятия. В современных условиях гармония эстетики и функциональности стала ключевым показателем качества любого пространства. Этнический стиль занимает здесь особое место, поскольку традиционные элементы в нём превращаются не просто в украшение, а в функциональные элементы, выполняющие конкретные задачи. Эстетика отражает красоту, гармонию и художественное воздействие пространства, тогда как функциональность показывает его удобство и практическую применимость. Этнодизайн естественным образом объединяет эти два направления. Например, вышитые национальные узоры или ковры выполняют не только декоративную роль, но и сохраняют тепло в комнате и обеспечивают акустический комфорт. В этнодизайне такие элементы, как мебель, светильники, текстильные изделия, выполняют не только бытовые функции, но и создают эстетическое единство пространства. Например:

Резные деревянные шкафы и столы становятся центральным акцентом интерьера;

Вышитые подушки и покрывала создают тёплую и красивую атмосферу;

Сочетание металла и дерева объединяет современные и традиционные оттенки.

Современные дизайнеры комбинируют натуральные материалы с современными технологиями, предлагая уникальные решения.Вырезание традиционных узоров на деревянной поверхности с помощью лазерной резки, реализация национальных мотивов с

использованием 3D-печати,превращение изделий из войлока или шерсти в современные акустические панели.

Такие подходы вдохнут новую жизнь в традиционные культурные элементы и повышают художественную ценность интерьера. Функциональные и эстетические решения этнического стиля оказывают на человека не только визуальное, но и эмоциональное и духовное воздействие. Натуральные материалы и национальные узоры пробуждают внутреннее спокойствие, а гармония цветов положительно влияет на настроение. В таком пространстве человек чувствует себя комфортно, безопасно, свободно и вдохновлённо[3].

В гостиной можно разместить ковер или панно вместе с современной мебелью, чтобы основной акцент был сделан на национальный узор. Современная мебель может иметь минималистичную форму и светлые или нейтральные цвета (белый, серый, светло-коричневый, чёрный, оттенки дерева). Ковер или панно, украшенные казахскими узорами и национальными цветами (красный, коричневый, синий, золотой), придадут комнате тепло и индивидуальность.

Если в комнате много современных элементов, ковер или панно лучше использовать как акцент. Если же хотите, чтобы национальные элементы были доминирующими, мебель следует выбирать простой формы, обращая внимание на текстуру и узоры.



Рисунок 1 - Гостиная в этностиле

На кухне используются элементы из дерева или натурального камня, создавая удобную и тёплую атмосферу. Такой дизайн близок к экологическому стилю (eco-style) или тёплому скандинавскому стилю, объединяющему природность и уют. Основные особенности:

Деревянные элементы: столешницы, фасады шкафов или покрытие пола выполняются из натурального дерева или с имитацией древесной текстуры.

Каменные элементы: натуральный камень или его имитация могут использоваться в фартуке (рабочей зоне), на столешнице или на части стены.

Атмосфера: тёплое освещение, натуральные оттенки (белый, светло-коричневый, коричневый, серый), растения и текстильные элементы (мягкие шторы, скатерти) создают ощущение уюта.

В рабочем пространстве декоративные элементы с традиционными узорами оказывают мотивирующее воздействие и превращают пространство в творческую среду. Сочетание функциональных и эстетических решений – одно из главных преимуществ этнического стиля. Такое сочетание делает интерьер не только красивым, но и адаптированным к жизни человека, культурно и духовно насыщенным. Суть этнодизайна– объединение красоты и удобства, традиций и инноваций в одном направлении.

Этнический стиль включает не только декоративные, но и функциональные элементы. Например, ковер с национальным узором или резной шкаф выполняют не только эстетическую функцию, но и практическую. Этностиль – это не просто набор красивых узоров

и украшений, а направление дизайна, которое сочетает культурное наследие с современным образом жизни.

Ещё одно преимущество этнического стиля – широкое использование натуральных материалов. Дерево, камень, шерсть [10], лен и другие экологически чистые элементы приносят в дом тепло, естественность и спокойствие. Эти материалы долговечны и неприхотливы в уходе, что делает их практично удобными.

Кроме того, этностиль позволяет использовать в оформлении пространства изделия ручной работы, национальные узорчатые подушки и панно, текстиль и вышивку. Такие мелкие детали оживляют интерьер и отражают культурные корни и вкус владельца дома. Всё это делает этностиль не только эстетическим, но и духовным и бытовым комплексным решением. Он превращает дом не просто в место для жизни, а в тёплое пространство, отражающее культурный мир личности [4].

Через традиционные узоры разных народов, натуральные материалы и изделия ручной работы комната может «рассказать» настоящую культурную историю.Например, элементы, вдохновлённые казахской юртой, или декоративные детали в восточном стиле могут найти гармоничное сочетание в современном интерьере. Такой подход особенно эффективен для частных домов, гостиниц, ресторанов и кафе, поскольку этнический стиль дарит посетителям уникальную атмосферу и впечатляющий визуальный образ. В ресторане сочетание национальных узоров с естественным освещением создаёт ощущение уюта и особой атмосферы. Главное преимущество этностиля – способность отражать культурное разнообразие. Через декоративные элементы каждого народа пространство приобретает индивидуальный характер и глубокий смысл. Такой интерьер становится не только визуально привлекательным, но и эмоционально насыщенным, вдохновляющим. Таким образом, этнический стиль – это не просто дизайнерское решение, а форма искусства, объединяющая культуры и придающая пространству духовное значение.

Этнодизайн – это стиль, направленный на объединение элементов национальной культуры с современными дизайнерскими решениями в интерьере, архитектуре, предметах быта или искусстве. Он выполняет не только декоративную функцию, но также обладает функциональным, эстетическим и культурным значением. *Основные особенности этнодизайна:*

Национальный колорит: казахские узоры, народные ремёсла, традиционные материалы и цветовая гамма создают ощущение национальной идентичности в пространстве.

Современная интеграция: элементы этностиля гармонично сочетаются с современными интерьерными тенденциями, такими как минимализм, скандинавский стиль или экологический дизайн.

Функциональное значение: этнодизайн обеспечивает не только декоративную, но и практическую функцию – например, резные шкафы, узорчатые ковры, декоративные панно.

Эмоциональное и культурное воздействие: элементы национального стиля привносят тепло, уют и ощущение культурных корней, превращая интерьер не только в эстетически привлекательное, но и духовно насыщенное пространство.

Цель современного этнодизайна – создавать функционально и эстетически гармоничное пространство, сочетая традиции и современные дизайнерские решения. Такой подход широко используется в частных домах, гостиницах, ресторанах и общественных помещениях, придавая пространству уникальность и запоминающийся характер. Основные принципы этнодизайна в интерьере заключаются в том, что его использование – это не только эстетическое решение, но и способ гармоничного сочетания национальной культуры с современным пространством. Эффективность, красота и функциональность этнодизайна обеспечиваются соблюдением этих принципов. Особое значение имеет использование национальных мотивов и узоров – резьбы, вышивки, традиционных орнаментов и символов. Эти элементы придают интерьеру индивидуальность и культурный колорит, выделяя пространство среди других домов. Важно применять элементы умеренно, сохраняя гармонию и баланс.

Этнодизайн при объединении декоративного и эмоционального воздействия направлен на создание пространства не только как художественного объекта, но и как среды с духовным смыслом и эмоциональным влиянием. Элементы национального стиля придают пространству культурное значение и добавляют эмоциональную ценность. При использовании национальных элементов в интерьере важно сохранять масштаб и баланс. Ковер, панно или резные элементы не должны использоваться чрезмерно или слишком скудно – они должны гармонично дополнять пространство и направлять внимание.Что касается принципа уникальности и индивидуальности, этнодизайн способен сделать каждое пространство неповторимым. Изделия ручной работы, национальные узоры и индивидуальные декоративные элементы превращают интерьер не просто в отдельный стиль, но и в пространство, объединяющее культурную историю и духовное значение.

Использование элементов этнодизайна в частных и общественных пространствах позволяет обогащать интерьер с эстетической, функциональной и культурной точки зрения.В частных домах такие элементы применяются для демонстрации культурных традиций жителей и создания комфортной среды. Например, в гостиной ковер или панно придают интерьеру национальный колорит, создавая тепло и уют, на кухне элементы из дерева или натурального камня формируют удобную атмосферу, шкафы и столы с национальными узорами выполняют не только декоративную, но и практическую функцию, в спальне занавеси и подушки с национальной вышивкой или тканью добавляют эстетическую привлекательность и эмоциональный комфорт, в общественных пространствах, таких как рестораны, кафе или гостиницы, этнодизайн используется для: повышения уникальности пространства, предоставления клиентам эмоционального опыта и формирования фирменного стиля, Панно с национальными узорами, традиционные изделия ручной работы и резная мебель создают культурный опыт и выделяют интерьер среди других заведений.

В офисах этнодизайн помогает сотрудникам получать эстетическое удовольствие и усиливает культурный колорит рабочей среды. Таким образом, элементы этнодизайна в частных и общественных пространствах выполняют не только декоративную функцию, но и добавляют функциональную, эмоциональную и культурную ценность: в частных домах – для комфорта и вкуса жителей, в общественных пространствах – для уникальности, культурного наполнения и эстетического опыта клиентов. Рекомендации для дизайнеров по эффективному использованию этнодизайна в интерьере заключаются в следующем: использовать национальные узоры и мотивы гармонично, не перегружая пространство; отдавать предпочтение натуральным материалам для создания тёплой и уютной атмосферы; учитывать функциональность элементов этностиля, предлагая практические решения; гармонично сочетать современный стиль с традиционными мотивами; правильно сочетать цвет и освещение для усиления эмоционального воздействия; соблюдать масштаб и пропорции для гармонии пространства; подчёркивать уникальность и культурное значение интерьера; использовать экологически устойчивые материалы; учитывать особенности частных и общественных пространств при выборе дизайнерских решений; интегрировать традиционные мотивы с креативным подходом и современными решениями. В качестве основных правил можно предложить:

Использовать национальные узоры и мотивы гармонично и без перегрузки пространства.

Отдавать предпочтение натуральным материалам для создания тёплой и уютной атмосферы.

Внедрять элементы этностиля функционально, а не ограничиваться только декоративностью.

Гармонично сочетать современный стиль с традиционными мотивами.

Координировать цвета, освещение, масштаб и пропорции для обеспечения гармонии пространства.

Через уникальность, культурное значение и креативный подход показывать традиционные мотивы в новом, современном решении.

Заключение. Этнодизайн – это направление, которое сочетает национальное культурное наследие с современными дизайнерскими решениями. Оно не ограничивается использованием исторических элементов и национальных узоров, но также адаптирует их к современным бытовым условиям, функциональным требованиям и актуальным стандартам интерьера. Главная цель этого стиля – не только повысить эстетическую привлекательность пространства, но и подчеркнуть культурную идентичность, то есть сохранить и продемонстрировать национальные традиции и культурные ценности через интерьер. В этнодизайне каждый элемент должен иметь своё значение: узоры, вышивки, изделия народного промысла или национальные мотивы выполняют не только декоративную функцию, но и удовлетворяют практические потребности пространства, создают эмоциональный комфорт и культурную значимость. Кроме того, этнодизайн направлен на сохранение гармонии между традицией и современностью, что позволяет сделать пространство уникальным, привлекательным и соответствующим современным требованиям. Таким образом, интерьер становится не просто красивым, но и функциональным, отражающим национальную особенность и культурное значение.

Национальные мотивы – это художественные элементы, отражающие историческую культуру, обычаи и духовные ценности народа. В интерьере они выполняют не только декоративную функцию, но и усиливают культурное и символическое значение пространства, позволяя подчеркнуть национальную самобытность и культурную идентичность. Национальные мотивы могут проявляться через узоры, вышивки, изделия народного промысла, ковры, панно, мебель или текстиль. Каждый элемент добавляет пространству исторический колорит, эстетическую привлекательность и эмоциональное воздействие. Кроме того, они делают интерьер уникальным, выделяя его среди других помещений, а гармоничное сочетание традиций и современности обеспечивает функциональное и визуальное равновесие пространства. Правильное использование национальных мотивов позволяет одновременно обогатить интерьер культурно, придать эстетическую красоту, эмоциональный комфорт и символическое значение, превращая пространство в среду, которая не только красива, но и передаёт национальную культуру и историю.

Современные тенденции в интерьере открывают новые возможности этнодизайна, направленные на гармоничное сочетание традиционных мотивов и современного стиля. Они предусматривают использование натуральных материалов, акцент на минимализм и функциональность, соблюдение принципов экологически устойчивого дизайна, а также интеграцию инновационных технологий и современных цветовых решений. Это позволяет элементам интерьера выполнять не только декоративную, но и практическую функцию, создавая эмоциональный комфорт. Кроме того, среди дизайнеров становится трендом креативное сочетание национальных узоров с современными решениями и обеспечение уникальности как в частных, так и в общественных пространствах. Таким образом, современные тенденции сочетают традиции и инновации, обогащая интерьер эстетически, функционально и культурно. Примеры, национальные узоры, гармонично интегрированные с современной мебелью; подчёркивание национальной символики с помощью LED и других современных источников освещения; использование элементов народного промысла и текстиля в интерьере как акцентных деталей.

Кроме того, этнодизайн позволяет сохранить гармонию между традицией и современностью, делая интерьер стильным, культурно насыщенным и функциональным, что позволяет жителям жить в удобной, эстетически привлекательной среде, отражающей их культуру. Например:

В гостиной кровать с казахским орнаментом, деревянные панели и современная мебель создают гармоничное сочетание традиций и современности.

В спальне национальный текстиль сочетается с минималистичной современной мебелью; ковры и вышивки на покрывалах делают комнату тёплой и привлекательной.

На кухне традиционные элементы интегрированы в функциональное современное пространство: деревянные панели и аксессуары с казахскими узорами гармонируют с современной кухонной мебелью.

Кроме того, в общественных пространствах этнодизайн позволяет сохранять гармонию между традицией и современностью, что выделяет объекты среди других помещений, добавляет уникальность, брендовый стиль и культурный колорит:

Кафе и рестораны: Создание особой атмосферы через сочетание национальной кухни и интерьерных элементов. Например, соединение панелей с казахским орнаментом и современного освещения.

Офисы: Введение национальных мотивов при сохранении корпоративного стиля, что повышает уникальность пространства и создаёт положительное впечатление для сотрудников и гостей.

Музеи и выставки: Создание современного выставочного пространства через сочетание исторических и культурных элементов с современными визуальными решениями.

Сначала необходимо проанализировать пространство и его функцию, определить потребности жителей или пользователей, а затем, изучив национальную культуру и традиции, выбрать соответствующие мотивы и элементы. При внедрении этнодизайна важно сочетать современные материалы и технологии с национальными мотивами, соблюдая функциональные и эстетические требования. Например, резная мебель или текстиль с национальными узорами должны выполнять не только декоративную, но и практическую функцию. Кроме того, необходимо обеспечить гармонию интерьера через правильное сочетание масштаба и пропорций пространства, цветовой палитры и освещения. Методика предусматривает использование этнодизайн – элементов с учетом особенностей частных и общественных пространств, сохранение баланса между традицией и современностью, а также демонстрацию культурной идентичности.



Рисунок 2 - Жайлау этно-кафе

В концепции определяются декоративные и практические функции элементов, цветовая гармония, освещение, масштаб и пропорции, а также принципы использования современных технологий и экологичных материалов. Кроме того, в ходе разработки концепции определяются пути обеспечения уникальности, эстетической привлекательности и демонстрации культурной идентичности этнодизайна для частных и общественных пространств, с конкретными дизайнерскими рекомендациями, направленными на поддержание гармонии между традицией и современностью.

Интерьерные идеи визуализируются с помощью 2D- и 3D-моделирования, эскизов, рендеринга или виртуальных туров. Визуализация позволяет дизайнеру проверить расположение элементов, их масштаб, цветовую гармонию, освещение и сочетаемость материалов, а также наглядно представить клиенту или заказчику эстетические и функциональные решения проекта.

Этап реализации включает процесс внедрения концепции этнодизайна в конкретное пространство и опирается на заранее разработанный план и визуализацию. На этом этапе устанавливаются выбранные национальные мотивы, орнаменты, текстиль, мебель и декоративные элементы, при этом с помощью современных материалов и технологий обеспечиваются практические и эстетические требования. В ходе реализации тщательно согласовываются масштаб и пропорции пространства, освещение, цветовая гармония и функциональные решения, проверяется правильность дизайнерских решений. Кроме того, размещение элементов этнодизайна в частных и общественных пространствах позволяет сохранять гармонию между традицией и современностью, делая интерьер культурно насыщенным, уникальным и привлекательным. Таким образом, этнодизайн обеспечивает не только художественную эстетику, но и практическую полезность.

Этнодизайн оказывает на интерьер эстетическое, культурное и психологическое воздействие, повышая его художественную привлекательность и создавая эмоциональный комфорт для жильцов или пользователей. Однако чрезмерное использование этнодизайна может увеличить визуальную тяжесть интерьера, нарушить эстетический баланс, а также снизить функциональность, что приведёт к несоответствию современным требованиям. Поэтому при разработке дизайнерских решений необходимо тщательно продумывать количество элементов, их расположение, пропорции, цветовое сочетание и выбор материалов. Это позволяет сохранить гармонию между традицией и современностью и обеспечить эстетическую, функциональную и культурную целостность интерьера.

Главные преимущества этнодизайна проявляются в эстетическом, культурном и психологическом аспектах, поскольку он придаёт интерьеру художественную привлекательность и обеспечивает эмоциональный комфорт пользователей. Сочетание традиционных элементов с современным дизайном придаёт пространству уникальность и подчёркивает национальную идентичность, демонстрирует культурные ценности и выделяет интерьер среди других.Такой дизайн стимулирует творческую свободу и креативность, позволяя адаптировать интерьер к современным требованиям, а правильно подобранный этнодизайн сохраняет гармонию между традицией и современностью, делая пространство культурно насыщенным, привлекательным и функциональным. Основные функции этнодизайна:

Продвижение национальной культуры;

Обеспечение уникальности пространства;

Повышение психологического комфорта.

Этнодизайн – это эффективный способ сохранения культурного наследия и гармоничного сочетания его с современным образом жизни. Он позволяет подчеркнуть национальную идентичность в пространстве, удовлетворяя при этом эстетические и функциональные требования. Этнодизайн поддерживает гармонию между традициями и современностью как в частных, так и в общественных пространствах, повышает художественную привлекательность интерьера, обеспечивает эмоциональный комфорт пользователей и ярко демонстрирует культурную идентичность. Кроме того, этот подход предоставляет дизайнерам творческую свободу и возможность создавать креативные решения, делая этнодизайн важным инструментом для сохранения национального наследия и создания функционального современного интерьера.

Список литературы

1. Бейсенова, Г. Этнодизайн қазіргі интерьерде: теория мен практика [Текст] / Г.Бейсенова. - Алматы: Эко-Лаб, 2020.

2. Жумабекова, А. Қазіргі интерьерде ұлттық мотивтер [Текст] / А.Жумабекова. - Алматы: Қазақ университеті, 2019.

3. Ташенова, С. Жеке және қоғамдық кеңістіктегі этнодизайнның заманауи тенденциялары [Текст] / С.Ташенова. - Алматы: Дизайн-Студия, 2021.

4. Тулегенова, Ж. Интерьердегі материалдар мен текстуралар: дәстүрден қазіргі заманға [Текст] / Ж.Тулегенова. - Алматы: Білім-Press, 2017.

5. Назарбаев, Д. (2022). Интерьерде этнодизайн және ұлттық идентичность [Текст] / Д.Назарбаев. - Алматы: Қазақ университеті, 2022.

6. Алексеева, Е. Этнический стиль в интерьере: художественные и функциональные аспекты [Текст] / Е.Алексеева. - Москва: АРТ-пресс, 2018.

7. Кузнецова, И. Этнодекор: сочетание традиций и современности [Текст] / И.Кузнецова. - Санкт-Петербург: Арт-Пресс 2019.

8. Петров В. Interior Design: Cultural Identity and Functional Spaces. Москва: RIBA Publishing, 2016.

9. Smith J. Ethnic Patterns in Contemporary Interior Design. New York: Design Books, 2018.

Brown L. Materials, Colors, and Textures in Modern Ethno-Interiors. London: InteriorPress, 2017.

10. Калысбек к.А. Композиционное построение войлочной живописи на основе плановой раскладки [Текст] / Калысбек к. А. Б.Э.Таштобаева. - Известия КГТУ. -2025.-№4(76). -.стр. 974 – 980.

И. РАЗЗАКОВ АТЫНДАГЫ КЫРГЫЗ МАМЛЕКЕТТИК ТЕХНИКАЛЫК УНИВЕРСИТЕТИНИН ЖАРЧЫСЫ
Теориялык жана колдонмо илимий-техникалык журнал
1-том №1 (77) 2026

ИЗВЕСТИЯ КЫРГЫЗСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА им. И. РАЗЗАКОВА
Теоретический и прикладной научно-технический журнал
Том 1 №1 (77) 2026

THE BULLETIN OF I. RAZZAKOV KYRGYZ STATE TECHNICAL UNIVERSITY
theoretical and applied scientific technical journal
Vol. 1. №1 (77) 2026

Редакторы А.Б. Аманкулова, Ж.А. Кожомамбетова, Г.А. Кабылбекова

Тех. редактор М.М.Черикбаев
Подписано к печати 25.03.2026г. Объем 25,0. печатных листов
Электронный формат