

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



Известия

КЫРГЫЗСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
имени И.Раззакова

ВЫПУСК 2 (78) 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

№ 2 (78) 2026-жыл

Жылына 4 жолу чыгат

Журналдын ээси: И.Раззаков атындагы Кыргыз
мамлекеттик техникалык университети
Редакциянын дарегі: 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 30.06. 2026-ж. кол коюлду.
Журнал электрондук форматта чыгат

Башкы редактор: М.К. Чыныбаев, физика-
математика илимдеринин кандидаты, доцент,
И. Раззаков атындагы КМТУнун ректору
Тел.: 996 (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.: 996 (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. Дүйшеналиев — 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
А.Т. Татыбеков — т.и.д., проф., Кыргызстан
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

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

ИЗВЕСТИЯ
КЫРГЫЗСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
им. И. РАЗЗАКОВА
Теоретический и прикладной
научно-технический журнал

№2 (78) 2026 год

Учредитель: Кыргызский государственный
технический университет им. И. Раззакова
Адрес редакции: 720044, Кыргызская Республика,
город Бишкек, 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 проходят независимое
рецензирование
Подписан в печать 30.06. 2026 г.
Журнал выходит в электронном формате

Главный редактор: М.К. Чыныбаев, кандидат
физико-математических наук, доцент, ректор КГТУ
им. И. Раззакова
Тел.: 996 (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.: 996 (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. Кожоголов — д.т.н., проф., акад. НАН КР, Кыргызстан
А.А. Косимов — д.т.н. доцент, Таджикский технический университет имени М.С.Осими, Душанбе, Таджикистан
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
А.Т. Татыбеков — д.т.н., проф., Кыргызстан
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

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

**THE BULLETIN OF I.
RAZZAKOV KYRGYZ
STATE TECHNICAL
UNIVERSITY**

No 2 (78), 2026

Theoretical and Applied Scientific and
Technical Journal

The publisher: Kyrgyz State Technical University n.a.
I. Razzakov

Editorial office address: room 1/254, 66 Ch. Aitmatov
Ave., Bishkek, 720044, Kyrgyz Republic.

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(RSCI)

Journal content is independently peer-reviewed

Chief editor: M.K. Chynybaev, Candidate of Physical
and Mathematical Sciences, Associate Professor,
Rector of KSTU I. Razzakov
Tel.: 996 (312)54-51-25
E-mail: rector@kstu.kg

Deputy Chief Editor: R.SH. Elemanova, Doctor of
Technical Sciences, Professor, Vice-Rector for
Research at KSTU named after I. Razzakov
Tel.: 996 (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. Almatov, 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
A.T. Tatybekov, Dr. Sci. (Tech.), Professor, Kyrgyzstan
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 rev

СОДЕРЖАНИЕ

АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО

Кутуев М.Д., Муканбет кызы Э. Разработка методики теплового расчета строительных конструкций зданий с учетом климатических особенностей регионов Кыргызской Республики	6
Муканбет кызы Э., Айткулов Б.Н., Сейиткерим у. Э. Технический надзор при усилении строительных конструкций современными материалами	14
Омурканова А., Кенешов Т.С., Аширалиева Э., Егембердиева Г. Теоретические основы пространственно-территориальной организации и трансформации малых и средних городов Кыргызстана в контексте устойчивой, инклюзивной и резильентной урбанизации.....	21
Сатенов А., Кенешов Т.С., Акималиев И., Омурканова А., Сасыкеев У. Анализ влияния градостроительно-экологических факторов на организацию парков и рекреационных зон города Бишкек	41

ГОРНОЕ ДЕЛО

Зарлыков А.К., Орозбаева А.А., Эркин уулу М., Курманалиев К.З., Шамшиев О.Ш. Обзор вероятностной геолого-экономической оценки оруденения дискретного типа(фрактальность): Гипотезы геологии, геотехнологии, экономики.....	60
Непеина К.С. Современные возможности академических лицензий SEEQUENT для обучения студентов горно-геологических специальностей	89
Орозбаева А.А., Зарлыков А.К., Курманалиев К.З. Гипотеза и признаки дискретного типа оруденения золоторудного месторождения Долпран	96
Тажибаев К.Т., Акматалиева М.С. Тоо тек массивинин түзүмдүк бошондоо коэффициентин аныктоонун жыйынтыктары	119

ИНФОРМАЦИОННЫЕ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Абдылдаев Э.К. Разработка мобильного приложения для учёта заказов на предприятии	125
Каткова С. Н. Анализ совместной работы преподавателя и искусственного интеллекта в усилении профессиональных компетенций студентов-программистов.....	
Роман Шабданбек уулу. 5G в Кыргызстане: стратегическое значение и перспективы развития	
Семенова К.В. Влияние RFID на прозрачность логистических процессов	151

ОБЩЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

Бапиев А.С., Толобаев М.Ш. Новые вызовы и система международной безопасности.	159
--	-----

ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА И МЕХАНИКА

Ким Э.А. Принципы схематизации грунтов для построения расчетной геомеханической модели.....	167
--	-----

ТЕХНОЛОГИЯ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Оморкулова Д.К. Создание авторских фактур при разработке коллекций одежды	176
--	-----

ТРАНСПОРТ И РОБОТОТЕХНИКА

Алтыбаев А.Ш., Исаков К., Мырзалиева А.О., Осмонканов А.М., Ойозбекова А. Эффективность исключения левых поворотов на перекрестках.....	185
Баратова Т.С., Бондарь И.С. Внедрение интеллектуальных транспортных систем в мегаполисы и города Казахстана.....	195
Бобряшов Д.Н. Аудит спецтехники дорожно-строительных предприятий республики Казахстан.....	203
Исаков К., Алтыбаев А.Ш., Чопоев А.Б., Чылпакбаева Д., Сыдыков А. Микромоделирование работы светофорных объектов на перекрестке для повышения пропускной способности	210
Рысбеков А.Ш., Алтыбаев А.Ш., Асанбеков М., Айдарбек уулу А., Кудайбергенова Д. Транспорт көйгөйү	217

ЭКОНОМИКА И МЕНЕДЖМЕНТ

Бекжанова Г.О., Бочарова Г.Ю., Солпуева А.К. Внешние факторы формирования рыночной стоимости строительства в современных условиях Кыргызской Республики.....	224
---	-----

АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО

УДК 624.012.45

Кутуев М.Д., Муканбет кызы Э.

И. Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек Кыргыз Республикасы
КГТУ им. И. Раззакова Бишкек, Кыргызская Республика

M.D. Kutuyev, Mukanbet kzy E.

I.Razzakov KSTU, Bishkek, Kyrgyz Republic
erkin.mukanbetova@mail.ru

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ТЕПЛОВОГО РАСЧЕТА СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ С УЧЕТОМ КЛИМАТИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ РЕГИОНОВ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНЫН АЙМАКТАРЫНЫН КЛИМАТТЫК ӨЗГӨЧӨЛҮКТӨРҮН ЭСКЕ АЛУУ МЕНЕН ИМАРАТТАРДЫН КУРУЛУШ КОНСТРУКЦИЯЛАРЫН ЖЫЛУУЛУК ЭСЕПТӨӨ МЕТОДИКАСЫН ИШТЕП ЧЫГУУ

DEVELOPMENT OF A METHODOLOGY FOR THERMAL CALCULATION OF BUILDING STRUCTURES CONSIDERING THE CLIMATIC FEATURES OF THE REGIONS OF THE KYRGYZ REPUBLIC

Бул эмгекте Кыргыз Республикасынын кескин континенталдык жана аймактык жактан ар түрдүү климаттык шарттарында имараттардын ограждама конструкцияларын жылуулук-техникалык долбоорлоону өнүктүрүүнүн маселелери каралат.

Иште Кыргызстандын климаттык өзгөчөлүктөрүнө комплекстүү талдоо жүргүзүлдү. Анда татаал тоолуу рельеф, бийиктик алкактык, тоо аралык өрөөндөрдүн жана суу беттеринин таасири, ошондой эле атмосфералык аба массаларынын айланышы эске алынды. Төрт климаттык алкак каралды: өрөөн-этектүү алкак, орто тоолуу алкак, бийик тоолуу алкак жана кар-мөңгү (нивальдык) алкак. Бул алкактар температуралык режими, нымдуулугу, шамалдык көрсөткүчтөрү жана жылытуу мезгилинин узактыгы боюнча олуттуу айырмаланат.

Изилдөөнүн жыйынтыгында аймактык өзгөчөлүктөрдү эске алуу менен имараттардын ограждама конструкцияларын жылуулук эсептөө үчүн кеңейтилген климаттык маалыматтар системасы иштелип чыкты. Сунушталган методика жылуулук өткөрүмдүүлүктүн математикалык модели менен интеграцияланып, программалык камсыздоо түрүндө ишке ашырылды. Бул жылуулук-техникалык эсептөөлөрдүн тактыгын жогорулатууга, имараттардын энергиялык натыйжалуулугун камсыз кылууга жана архитектуралык-конструктивдик чечимдерди жергиликтүү климаттык шарттарга ылайыкташтырууга мүмкүндүк берет.

Ачкыч сөздөр: жылуулук эсептөө; ограждама конструкциялар; климаттык маалыматтар; имараттардын энергиялык натыйжалуулугу; жылуулук өткөрүмдүүлүк; климаттык алкактар; жылытуу мезгили; математикалык моделдөө; программалык камсыздоо; Кыргыз Республикасы.

В данной работе рассматриваются вопросы совершенствования теплотехнического проектирования ограждающих конструкций зданий в условиях резко континентального и территориально разнообразного климата Кыргызской Республики.

Проведён комплексный анализ климатических особенностей территории Кыргызстана. При этом учитываются сложный горный рельеф, высотная поясность (вертикальная зональность), влияние межгорных долин и водных поверхностей, а также циркуляция атмосферных воздушных масс.

Предложена методика теплового расчёта строительных конструкций зданий с учётом региональных климатических факторов. Разработанный подход позволяет повысить энергоэффективность зданий, улучшить их эксплуатационные характеристики и обеспечить более рациональное использование строительных материалов.

Полученные результаты могут быть использованы при проектировании зданий и сооружений на территории Кыргызской Республики, а также при совершенствовании нормативных документов в области теплотехнического расчёта строительных конструкций.

Ключевые слова: тепловой расчет; ограждающие конструкции; климатические данные; энергоэффективность зданий; теплопередача; климатические пояса; отопительный период; математическое моделирование; программное обеспечение; Кыргызская Республика.

The paper addresses the issues of improving the thermal design of building envelope structures under the conditions of the sharply continental and territorially heterogeneous climate of the Kyrgyz Republic.

The study presents a comprehensive analysis of the climatic characteristics of Kyrgyzstan, taking into account the complex mountainous terrain, vertical zonation, the influence of intermountain valleys and water bodies, as well as atmospheric circulation. Four climatic zones are examined: the valley-foothill zone, the mid-mountain zone, the high-mountain zone, and the nival zone, which differ significantly in temperature regime, humidity, wind characteristics, and the duration of the heating period.

As a result of the research, an expanded system of climatic data has been developed for use in the thermal calculation of building envelope structures, considering regional specifics. The proposed methodology is integrated with a mathematical model of heat transfer and implemented in the form of software, which makes it possible to improve the accuracy of thermal engineering calculations, ensure the energy efficiency of buildings, and adapt architectural and structural solutions to local climatic conditions.

Key words: thermal calculation; building envelope structures; climatic data; building energy efficiency; heat transfer; climatic zones; heating period; mathematical modeling; software; Kyrgyz Republic.

Введение

Для достижения цели настоящего исследования, помимо применения математического аппарата, необходимо использование климатических данных, охватывающих максимально возможное количество регионов страны. Известно, что в период СССР климатические параметры для территории нашей республики, соответствующие требованиям теплотехнического расчета ограждающих конструкций зданий, изучались недостаточно полно. Имеющиеся данные относились лишь к отдельным населенным пунктам и не отражали реальную климатическую картину всех регионов страны. Кроме того, представленные сведения были ограничены небольшим набором параметров, включающим в основном температуру воздуха, относительную влажность и скорость ветра.

Методы

В связи с этим в данной работе рассматривается разработка расширенной системы климатических данных. Предложен подход к моделированию процессов, основанный на принципах, изложенных в [Кутуев М.Д., Муканбет кызы Э. 2024, Известия КГТУ], необходимых для выполнения более точного теплотехнического расчёта ограждающих конструкций зданий.

Для реализации предложенной методики, основанной на математическом моделировании, также предусматривается разработка соответствующей программной реализации.

Анализ климатических особенностей регионов Кыргызстана для разработки расширенных климатических данных. Территория Кыргызской Республики характеризуется сложным рельефом, представленным системой параллельно расположенных горных хребтов и разделяющих их межгорных долин. Около 90 % территории страны находится на высоте более 1500 м над уровнем моря (рис. 1).

Сложная орография территории, сочетание горных массивов и долин, значительная расчлененность ландшафта, а также продолжительность солнечного сияния и ряд других природных факторов формируют значительное разнообразие климатических условий. Для климата Кыргызстана характерны черты резко континентального и засушливого климата, проявляющиеся в разные периоды года.

Указанные природно-климатические особенности оказывают существенное влияние на специфику строительства и проектирования зданий и сооружений в различных регионах страны.

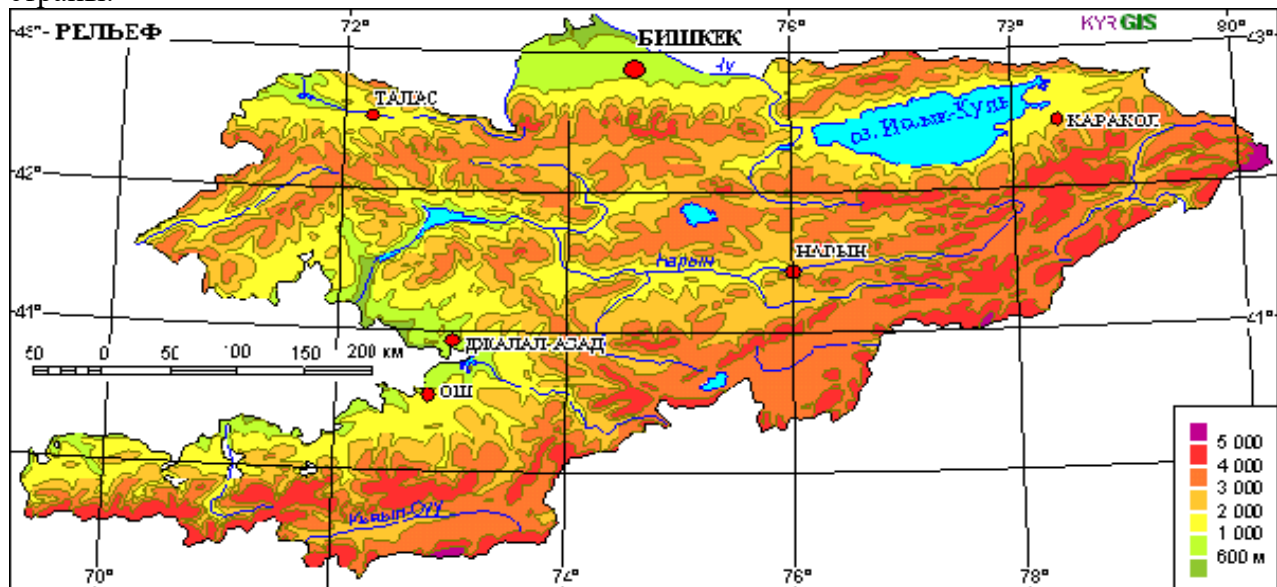


Рисунок 1 – Карта рельефа территории Кыргызстана

Горные системы оказывают значительное влияние на формирование температурного режима, накопление влаги и распределение атмосферных осадков. Чередование горных массивов и межгорных долин, а также различия климатических условий в территориальном разрезе определяют необходимость учета региональных особенностей при проектировании зданий и сооружений в различных районах республики [Toktoraliev E.T. Recreational activity planning features (case study: Issyk-Kul basin). Известия КГТУ им.И.Раззакова. 2024. № 1(69)]. В связи с этим для отдельных территорий формируются соответствующие группы проектных требований [8].

Климат представляет собой многолетний режим погодных условий. Следовательно, его воздействие на человека проявляется через конкретные погодные явления и их совокупность. Влияние погодных условий оценивается на основе комплексного воздействия

различных метеорологических факторов, на отдельные из которых организм человека реагирует особенно чувствительно.

Климатические условия характеризуются устойчивыми значениями основных метеорологических элементов на определенной территории. В связи с этим выделяются климатические особенности отдельных регионов страны, например, климат Баткена, Нарына и других территорий. Показатели метеорологических элементов формируются на основе многолетних наблюдений, проводимых на метеорологических станциях республики (Рисунок 2).

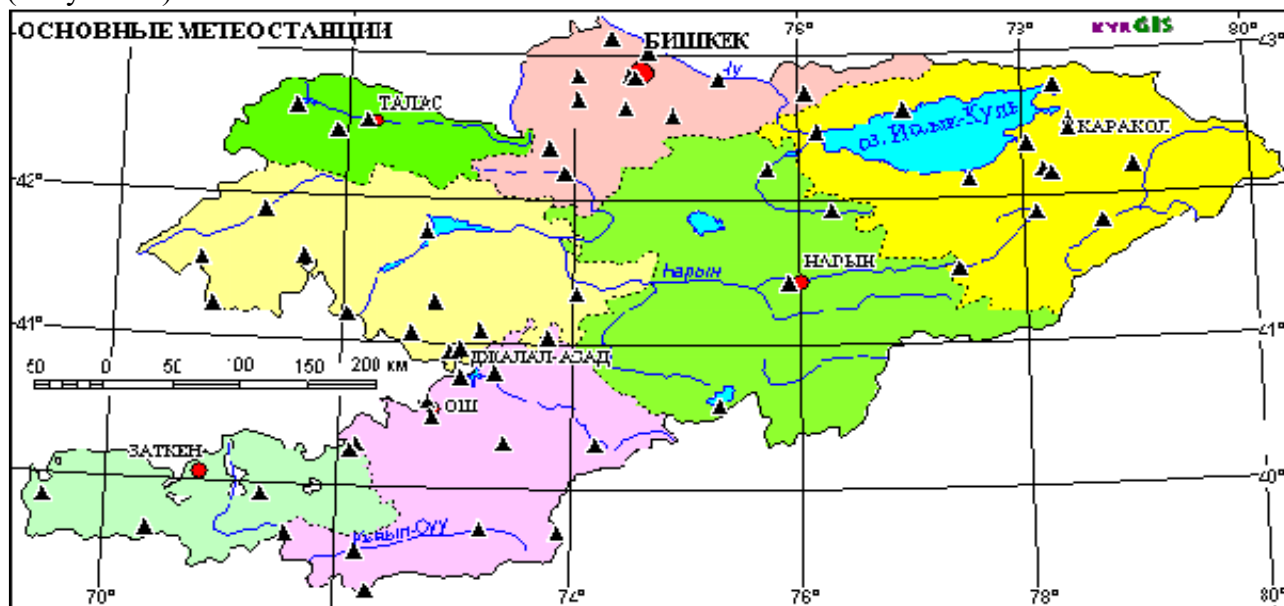


Рисунок 2 - Основные метеорологические станции Кыргызской Республики

Климат приземного слоя воздуха и почвы, формирующийся под воздействием факторов локального масштаба, называется микроклиматом. Он определяется условиями, действующими на сравнительно небольших расстояниях, такими как степень защищенности территории от ветра возвышенностями, влияние водных объектов, а также отражательная способность (альбедо) поверхности земли. Данное понятие применяется не только для характеристики природных условий, но и при оценке микроклимата внутренней среды зданий и сооружений. Основными элементами, связывающими климат и микроклимат в единую систему, являются солнечная радиация и ветер[1].

Климатические особенности Кыргызстана во многом обусловлены его географическим положением. Основная часть территории республики расположена в зоне умеренного климатического пояса, тогда как южные районы частично относятся к субтропической климатической зоне. Расположение Кыргызстана в центральной части крупнейшего материка Евразии, значительная удаленность от океанов и морей, а также соседство с пустынными территориями способствуют формированию климата с ярко выраженными признаками резкой континентальности и засушливости, а также четко выраженной сезонностью.

Сложный горный рельеф страны, характеризующийся значительной расчлененностью территории, различной экспозицией горных склонов по отношению к солнечной радиации и воздушным потокам, обуславливает значительное разнообразие климатических условий. Эти особенности формируют выраженную вертикальную климатическую поясность. В пределах Кыргызстана выделяют четыре основных климатических пояса, существенно различающихся между собой.

Долинно-предгорный пояс (примерно от 500–600 м до 900–1200 м над уровнем моря) характеризуется жарким летом и сравнительно мягкой, малоснежной зимой при недостатке

атмосферных осадков. В отдельных районах, особенно в Приферганской зоне, климат имеет признаки субтропического. Средняя температура июля составляет около 20–25 °С, января от –4 до –7 °С. Максимальные летние температуры могут достигать 44 °С, однако с увеличением высоты они снижаются до 27–30 °С. Абсолютные минимумы зимних температур достигают –22...–30 °С, а в отдельных районах до –40 °С (по данным Токтогульской и Чуйской гидрометеорологических станций).

Среднегорный пояс (примерно от 900–1200 м до 2000–2200 м) характеризуется умеренным климатом с теплым летом и устойчивой снежной зимой умеренной холодности. Средняя температура июля составляет около 18–19 °С, января 7...–8 °С. На высотах 1000–1500 м безморозный период может продолжаться более семи месяцев, что создает благоприятные условия для развития различных видов теплолюбивой растительности. В верхней части пояса продолжительность безморозного периода сокращается примерно до шести месяцев.

Высокогорный пояс (от 2000–2200 м до 3000–3500 м) отличается прохладным летом и продолжительной холодной зимой, местами сопровождающейся значительным снежным покровом. Средняя температура июля составляет 11–16 °С, января 8...–10 °С. Зимний период обычно длится с ноября по март. В верхней части пояса безморозный период сокращается до 3–4 месяцев, а на более высоких высотах может полностью отсутствовать. В отдельных случаях даже в летние месяцы температура воздуха может опускаться ниже 0 °С.

Нивальный пояс (выше 3500 м над уровнем моря) характеризуется крайне суровыми климатическими условиями. Здесь преобладают снежники, скальные массивы и ледники. В нижней части пояса средняя температура июля составляет 4–7 °С, а января от 10 до –22 °С.

Климат Кыргызстана отличается значительным разнообразием. Наиболее теплыми районами являются долинно-предгорные территории Ошской и Жалал-Абадской областей, где среднегодовая температура воздуха составляет около 11–13 °С (например, Масы и Жалал-Абад). В то же время в высокогорных районах среднегодовая температура может достигать 8 °С (Ак-Сай, Чатыр-Куль и др.). Район Ак-Сая считается своеобразным «полюсом холода» Кыргызстана, где зафиксирован абсолютный минимум температуры воздуха –36 °С.

Горные системы Тенир-Тоо и Памиро-Алая играют важнейшую роль в формировании климатических условий региона. Горный рельеф способствует понижению температуры воздуха и увеличению количества атмосферных осадков по сравнению с прилегающими равнинными территориями. Он также оказывает влияние на распределение облачности, формирование снежного покрова, образование ледников и общее направление атмосферной циркуляции.

Существенное влияние на климат прибрежных районов оказывает незамерзающее озеро Иссык-Куль, водная поверхность которого смягчает температурный режим. В летний период здесь отсутствует сильная жара, а зимой температура воздуха на побережье обычно на 3–5 °С выше, чем на аналогичных высотах в других регионах страны.

Циркуляция атмосферы над территорией Кыргызстана формируется под воздействием глобальной атмосферной циркуляции, радиационных условий, особенностей рельефа и характера подстилающей поверхности. В средних и верхних слоях тропосферы (на высотах примерно от 3 до 12 км) преобладает западный перенос воздушных масс. Зона наиболее интенсивных западных потоков планетарная высотная фронтальная зона умеренных широт в течение года смещается. В зимний период она располагается южнее 30° северной широты, вследствие чего территория Кыргызстана находится под влиянием воздушных масс умеренных широт. В этот период преобладает антициклональная погода, характеризующаяся ясным небом и умеренными морозами.

При значительных меридиональных колебаниях фронтальной зоны на территорию республики с южными и юго-западными потоками может поступать тропический воздух из районов Ирана и Афганистана, что приводит к временному потеплению. В

противоположность этому, при северных воздушных потоках происходит вторжение холодного арктического воздуха.

Весной фронтальная зона смещается к северу и располагается над территорией Кыргызстана. В этот период часто наблюдаются средиземноморские циклоны, приносящие неустойчивую погоду и атмосферные осадки. В летние месяцы фронтальная зона перемещается к широтам 42–47° северной широты, и республика оказывается под воздействием сухого тропического воздуха. В конце лета и начале осени фронтальная зона вновь смещается к югу, что сопровождается вторжением холодных воздушных масс, усилением ветров и увеличением количества осадков.

Обработка данных о продолжительности различных типов погодных условий, необходимых для учета климатических факторов при проектировании зданий и сооружений, включает следующие основные этапы:

- определение годового хода среднемесячных температур и амплитуды температур в характерные периоды;
- анализ годового распределения относительной влажности воздуха и скорости ветра;
- классификацию метеорологических условий с учетом влияния ветра и солнечной радиации.

На основе такой классификации определяется наиболее типичная для территории погода, особенности которой учитываются при разработке архитектурно-планировочных и конструктивных решений зданий.

К основным элементам климата, формирующим характерные погодные условия в различные сезоны года, относится, прежде всего, влажность воздуха. Влажность наружного воздуха оказывает существенное влияние на выбор конструкций ограждающих элементов зданий, отделочных материалов фасадов, а также на проектирование систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. На Рисунок 3 и 4 представлены графики среднемесячных значений относительной влажности воздуха для различных регионов страны.

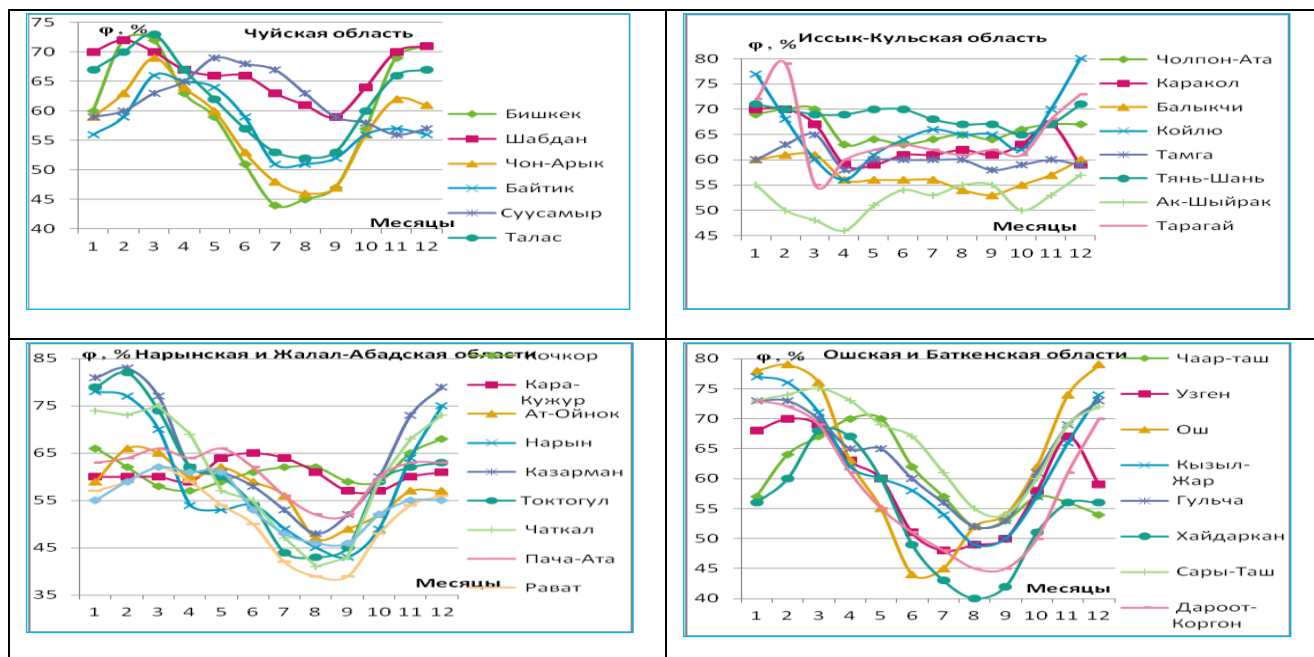


Рисунок 3 – Графики относительной влажности воздуха по регионам страны на основе данных метеорологических станций

Анализ температуры воздуха. Температура наружного воздуха у поверхности земли изменяется в широком диапазоне значений. Изучение годового хода температурных

изменений позволяет при проектировании зданий и сооружений принимать обоснованные решения относительно планировочной структуры генерального плана, объемно-пространственной композиции зданий, конструкций ограждающих элементов, а также выбора систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.

При анализе температурных характеристик используют несколько показателей. К ним относятся среднемесячная температура воздуха, отражающая сезонные особенности климата; абсолютные значения температуры, фиксируемые в конкретном регионе; средние максимальные и минимальные температуры, характеризующие положительные и отрицательные температурные режимы за определённый период времени; а также средние значения температуры в дневное и ночное время суток.

На Рисунок 4 представлены графики изменения среднемесячных температур воздуха по месяцам на территории Кыргызской Республики.

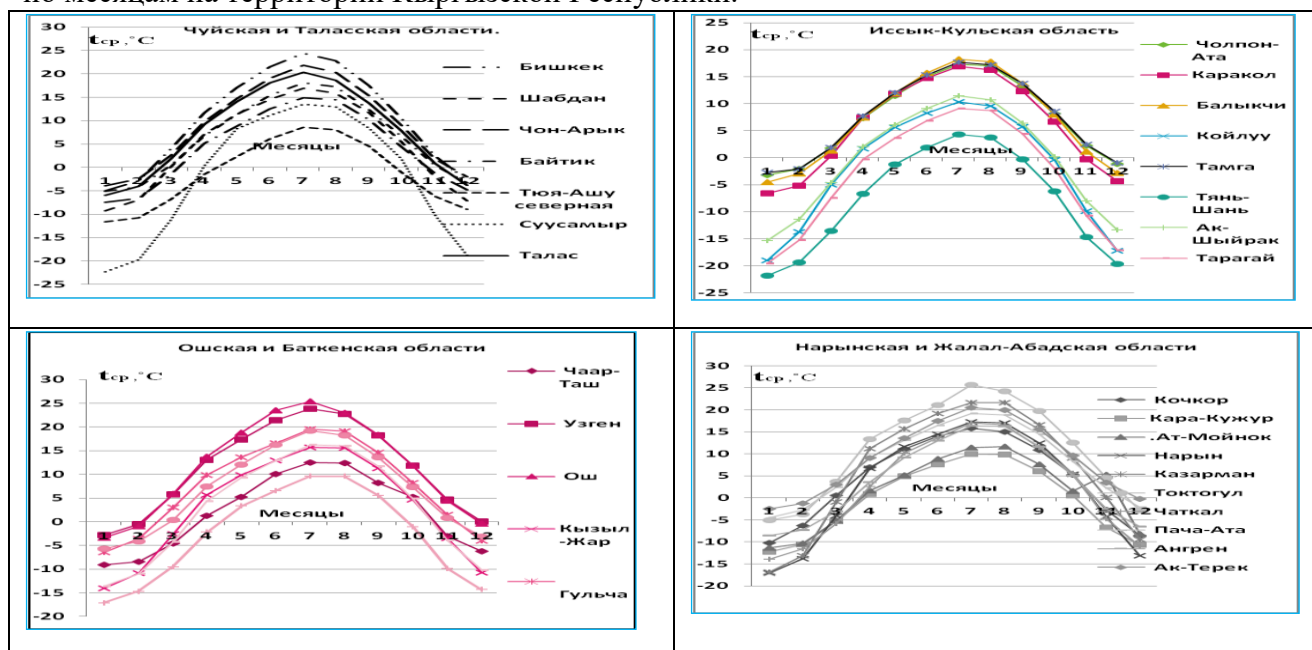


Рисунок 4 – Средние по месяцам температуры регионов Кыргызской Республики

Выводы

Наиболее тёплыми месяцами в Кыргызстане являются июль и август. В то время различия в температуре между отдельными районами невелики и зависят, в основном, от широты местности. Например, в низовьях Чуйской долины и в Кетмен-Тюбенской котловине, разделённых значительным расстоянием и высокими горными хребтами, температурные условия летних месяцев весьма близки. Юго-Западный Кыргызстан имеет в общем более высокую температуру по сравнению с северным Кыргызстаном. Абсолютные максимум температуры (43-44°C) отмечены на севере Чуйской долины и в предгорьях Ферганского хребта. В среднегорье летом дневные температуры не превышают 20°C, высоко в горах они близки к 0°C, ночью - отрицательные температуры. Средняя месячная температура июля в Кыргызстане меняется от 25-27°C (предгорья Ферганской долины) до 4°C (на высоте 3600 м, Центральный Тенир-Тоо). В январе разница в средней месячной температуре между отдельными районами на одной и той же высоте достигает 15°C, т.к. сказывается влияние особенностей рельефа. Наиболее низкие температуры воздуха зимой наблюдаются в высокогорных котловинах и замкнутых долинах (Ак-Сайская, Арпинская, Суусамырская и др.). Более высокие температуры - 10... -20°C отмечаются во внутреннем Тенир-Тоо и ряде долин Юго-Западного Кыргызстана. В долинах Северного Кыргызстана (Таласская, Чуйская, Кеминская и на окружающих склонах Ысык-Кульской котловины)

среднемесячные температуры составляют -5... -9°C. Наиболее высокие зимние температуры наблюдаются в Приферганье и центральной части Приысыккуля (-2... -4°C). Период со средней суточной температурой выше 0°C продолжается от 130 дней в высокогорье до 250-310 дней в низкогорных районах. Период с температурой выше 10°C на одинаковых высотах имеет различную продолжительность. Наибольшая продолжительность отмечается на склонах хребтов, обрамляющих Ферганскую долину, наименьшая - во внутреннем Тенир-Тоо, в предгорьях и горах Северного Кыргызстана (Таласская, Чуйская и Кеминская долины.

Данная методика используется пользователем как средство решения определенных задач в области обеспечения энергоэффективности проектируемых зданий.

Список литературы

1. Кутуев М.Д., Муканбет к.Э., Супибекова А.К. Использование экспертной системы теплотехнического расчета ограждающих конструкций //Известия КГТУ им. И. Раззакова, - Бишкек, 2023. -№4 (68), -стр.1666-1672
2. Береговой, А.М. Энергоэкономичные и энергоактивные здания [Текст] / А. М. Береговой. - М.: Изд-во АСВ, 1999. - 160 с.
3. Бобров, И. А. Численное моделирование тепловых процессов в ходе вариативного проектирования свайного энергетического фундамента для малоэтажного здания в климатических и геологических условиях города Перми [Текст]:/И. А. Бобров, А. В. Захаров // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. - М: 2012.- № 2. - С. 45-53.
4. Бутовский, И. Н. Совершенствование конструктивных решений теплозащиты наружных стен зданий [Текст]: / И. Н. Бутовский, О. В. Худошина. - М.: ВНИИТПИ, 1990. - 66 с.
5. Муканбет к. Э. Анализ основных принципов конструирования малоэтажных жилых зданий //Научные исследования в Кыргызской Республике. Бишкек.2012. -№2, с.112-11
6. М.Д. Кутуев, Б.С.Матозимов, Э. Муканбет кызы и др. Совершенствования и оценка эффективности различных методов сейсмозащиты. -Труды Международной научной конференции «Рахматулинные чтения», 26-27 мая, 2011 г., Бишкек; стр. 256-258.
7. Муканбет к. Э. Математическое моделирование расчета сейсмостойкости малоэтажных жилых зданий стохастическим методом // Научно-информационный журнал «Материаловедение». –Бишкек 2013, №4(8), стр. 57-61
8. Toktoraliev E.T. Mukanbet kyzy E. Recreational activity planning features (case study: Issyk-Kul basin) статья) Известия КГТУ им.И.Раззакова. 2024. № 1(69). С.300-309.

УДК 691.175

Муканбет кызы Э., Айткулов Б.Н., Сейиткерим у. Э.
И.Раззаков ат. КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы
КГТУ им. И. Раззакова, Бишкек Кыргызская Республика

Mukanbet k. E., B.N. Aitkulov Seyitkerim u. E.
I. Razzakov KSTU, Bishkek, Kyrgyz Republic
erkinai.mukanbetova@mail.ru, molodezhkg@gmail.com

ТЕХНИЧЕСКИЙ НАДЗОР ПРИ УСИЛЕНИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ СОВРЕМЕННЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

ЗАМАНБАП МАТЕРИАЛДАР МЕНЕН КУРУЛУШ КОНСТРУКЦИЯЛАРЫН КҮЧӨТҮҮДӨ ТЕХНИКАЛЫК КӨЗӨМӨЛ

TECHNICAL SUPERVISION IN STRENGTHENING STRUCTURES USING MODERN MATERIALS

Макалада заманбап композиттик жана полимердик материалдарды колдонуу менен курулуш конструкцияларын күчөтүүдө техникалык көзөмөл жүргүзүүнүн өзгөчөлүктөрү кеңири каралган. Изилдөөнүн актуалдуулугу Бишкек шаарындагы имараттарды реконструкциялоо, капиталдык оңдоо жана сейсмикалык коопсуздугун жогорулатуу иштеринин өсүшү менен байланыштуу. Башикармалыктын практикалык тажрыйбасына таянып, курулуш-монтаждоо иштериндеги негизги кемчиликтер жана технологиялык каталар аныкталды. Көзөмөлдүн натыйжалуулугунун сапатын жогорулатуу, ошондой эле санариптик технологияларды киргизүү боюнча сунуштар берилген. Изилдөөнүн максаты, колдонулган материалдар жана усулдары такталган.

Ачкыч сөздөр: техникалык көзөмөл, конструкцияларды күчөтүү, композиттик материалдар, углеволокно, реконструкция, сапат көзөмөлү, сейсмикалык туруктуулук.

В статье подробно рассматриваются особенности осуществления технического надзора при усилении строительных конструкций с применением современных композитных и полимерных материалов. Актуальность темы обусловлена стремительным ростом объемов реконструкции, капитального ремонта и сейсмоусиления зданий и сооружений в г. Бишкек. На основе анализа практического опыта Управления капитального строительства выявлены типичные нарушения технологических регламентов, проанализированы причины их возникновения и обоснован комплекс мер по повышению качества работ. В статью добавлены формализованные разделы: цель, материалы и методы исследования. Показано, что синергия строгого операционного контроля и цифровых систем мониторинга является ключевым фактором обеспечения механической безопасности объектов.

Ключевые слова: технический надзор, усиление конструкций, композитные материалы, углеволокно, реконструкция, качество, Бишкек, сейсмостойкость, операционный контроль.

The article provides a detailed analysis of technical supervision features during the structural strengthening using modern composite and polymer materials. The relevance of the study is driven by the rapid growth of reconstruction, capital repair, and seismic retrofitting of buildings in

Bishkek. Based on the practical experience of the Capital Construction Department, key technological violations were identified, and comprehensive measures to improve quality were proposed. The research now includes explicitly defined goals, materials, and methods. The study demonstrates that the effectiveness of strengthening directly depends on strict operational control combined with digital monitoring tools to ensure long-term structural safety.

Key words: *technical supervision, structural strengthening, composite materials, carbon fiber, reconstruction, quality control, Bishkek, seismic resilience, operational control.*

Введение

В последние годы в городе Бишкек наблюдается устойчивый рост объемов реконструкции, перепрофилирования и капитального ремонта существующих зданий. Этот процесс продиктован не только урбанистическими тенденциями и необходимостью обновления архитектурного облика столицы, но и жесткими требованиями общественной безопасности. Значительная часть городского фонда подвержена физическому и моральному износу. Изменение функционального назначения объектов неизбежно влечет за собой перераспределение и существенное увеличение эксплуатационных нагрузок на фундаменты, стены и перекрытия. Более того, расположение Бишкека в зоне высокой сейсмической активности накладывает жесткие обязательства по повышению несущей способности и деформативности строительных элементов.

Традиционные методы усиления (устройство стальных обойм, наращивание железобетонных сечений, установка дополнительных опор) имеют ряд существенных недостатков: они значительно увеличивают собственный вес сооружения, уменьшают полезный объем помещений, требуют проведения масштабных сварочных и мокрых работ, а также существенно продлевают сроки строительства.

В качестве альтернативы выступают инновационные технологии — внешнее армирование с применением высокопрочных композитных материалов (углепластики, стекловолокно, базальтопластики) и модифицированных полимерных составов. Обладая уникальными физико-механическими характеристиками, эти материалы позволяют проводить работы в кратчайшие сроки без остановки эксплуатации здания.

Однако высокая эффективность современных систем усиления находится в прямой, критической зависимости от точнейшего соблюдения технологических регламентов на каждом этапе работ. В отличие от традиционного железобетона, композитные системы формируются непосредственно на строительной площадке, где адгезионный контакт между существующей конструкцией и полимерной матрицей определяет общую несущую способность элемента. В этих условиях роль технического надзора трансформируется из регистрационно-проверяющей в превентивно-технологическую, обеспечивающую нулевой допуск к браку.

Целью настоящего исследования

является систематизация научно-практического опыта технического надзора, разработка комплексного алгоритма сквозного контроля качества процессов усиления строительных конструкций современными композитными материалами и обоснование рекомендаций по минимизации технологических рисков в условиях гражданского и промышленного строительства г. Бишкек.

Материалы исследования. В качестве материально-документальной базы исследования были использованы:

Проектно-сметная и исполнительная документация объектов реконструкции г. Бишкек за период 2023–2026 гг.

Современные композитные системы внешнего армирования (СВА): углеродные ленты, холсты с поверхностной плотностью 200–600 г/м², углепластиковые ламели, а также двухкомпонентные эпоксидные адгезивы, праймеры и шпаклевки.

Специальные ремонтные составы на цементной и полимерной основе для высокоточной подготовки бетонных и каменных поверхностей.

Данные натурных журналов технического надзора Управления капитального строительства и акты освидетельствования скрытых работ.

Действующая нормативно-техническая база Кыргызской Республики (СНиП, ГОСТ) и адаптированные международные стандарты (ACI 440.2R, СТО НОСТРОЙ).

Методы исследования

Для достижения поставленной цели был применен комплексный методологический подход, включающий в себя: аналитико-статистический метод: систематизация и классификация дефектов, зафиксированных службами технадзора при монтаже композитных систем; визуально-измерительный контроль (ВИК); оценка геометрических параметров конструкций, шероховатости подготовленного основания, ровности поверхности и толщины клеевого слоя.

Технический надзор представляет собой многофакторную систему верификации, регламентирующую весь цикл девелопмента и реконструкции объектов капитального строительства. В рамках применения инновационных методов усиления функции технадзора дифференцируются по следующим ключевым направлениям:

- *Экспертиза проектно-сметной документации.* Входной контроль проектных решений включает оценку релевантности выбранного метода усиления специфике объекта, проверку соответствия физико-механических характеристик материалов расчетным эксплуатационным нагрузкам, а также верификацию проектных решений на соответствие действующей нормативно-технической базе (СНиП, ГОСТ).

- *Входной контроль качества строительных материалов.* Данный этап предусматривает инструментальную и документарную проверку сертификатов соответствия, паспортов качества, а также аудит условий складирования и логистики. Особое внимание уделяется соответствию полимерных матриц и композитных систем эксплицированным в проекте физико-химическим параметрам.

- *Операционный контроль монтажно-строительных работ.* В область мониторинга входят: оценка качества подготовки адгезионного базиса (основания), верификация геометрической точности армирования, послойный контроль нанесения композитов и строгое соблюдение температурно-влажностного режима полимеризации. Непрерывный мониторинг микроклимата (температура, относительная влажность воздуха, точка росы) критически важен, поскольку данные факторы детерминируют адгезионную прочность и итоговые прочностные показатели макроструктуры.

- *Постмонтажный мониторинг эксплуатационных параметров.* Процедура надзора не ограничивается сдачей объекта; пролонгированный инструментальный контроль усиленных элементов позволяет идентифицировать латентные дефекты на ранних стадиях деструкции, предотвращая их прогрессирующее развитие.

Применение высокотехнологичных композиционных систем на основе углеродного волокна, полимерных модификаторов и специализированных адгезивов существенно расширяет инженерные возможности, обеспечивая высокую жесткость и равномерное перераспределение напряженно-деформированного состояния конструкций при минимальном собственном весе. Однако девиации от технологического регламента на любом из этапов фундируют риски снижения несущей способности и преждевременного исчерпания ресурса долговечности.

Поднадзорная практика Управления капитального строительства (УКС) г. Бишкек позволяет систематизировать наиболее репрезентативные технологические нарушения:

1. Неудовлетворительное качество санации и подготовки бетонной поверхности перед аппликацией композитов.

2. Нарушение температурно-влажностных параметров окружающей среды в процессе полимеризации адгезивов.

3. Допуск к производству работ композиционных материалов, не прошедших процедуру подтверждения соответствия.

4. Смещение пространственного положения армирующих элементов относительно проектных осей.

5. Нарушение регламентированной последовательности технологических операций армирования.

Подобные дефекты пролонгируют риски снижения прочностных характеристик узлов сопряжения и могут инициировать аварийное состояние объекта. В связи с этим надзор должен носить перманентный и системный характер. Специфика композиционного усиления накладывает более жесткие требования к верификации процессов, нежели традиционные методы (устройство стальных обойм или железобетонных рубаш), перенося вектор надежности с самого материала на прецизионность технологии его интеграции.

Интеграция цифровых технологий и систем сквозного мониторинга открывает новые prerogatives для контроля. Использование сенсорных сетей и профильного программного обеспечения позволяет фиксировать параметры технологической среды и кинематику напряжений в режиме реального времени, что минимизирует риски «человеческого фактора» и оптимизирует процесс принятия оперативных управленческих решений.

В практику инспекционного контроля внедрен комплекс методов **неразрушающего контроля (НК)** и инструментального мониторинга:

- *Ультразвуковой и склерометрический методы (метод ударного импульса):* детерминация фактической прочности бетона основания на сжатие.
- *Метод отрыва со скалыванием (Pull-off test):* количественная оценка адгезионной прочности (сцепления) ремонтных и клеевых полимерных компаундов с бетонной матрицей.
- *Акустический (метод простукивания/импульсной томографии):* детекция скрытых несплошностей, каверн и воздушных пазух под углеродным холстом.
- *Инструментальный микроклиматический мониторинг:* непрерывный логгинг параметров окружающей среды посредством цифровых термогигрометров с автоматическим вычислением точки росы.

Результаты и обсуждение

Специфика технического надзора. Технический надзор при внедрении инновационных материалов представляет собой непрерывный цикл контроля, разделенный на четыре критически важных этапа.

1. Входной контроль и верификация проектной документации

На предпроектной стадии и этапе приемки чертежей специалист технического надзора обязан произвести детальный аудит проектных решений:

Проверить наличие актуального технического заключения о состоянии конструкций. Прочность бетона усиливаемого элемента на сжатие должна быть не менее 15 МПа, а прочность на растяжение — не менее 1.5 МПа.

Убедиться в математической корректности заложенных в проект коэффициентов надежности по материалу с учетом температурно-влажностных колебаний климата Бишкека.

Проверить спецификации: типы углеродных материалов, марки эпоксидных клеев, требования к финишным защитным слоям.

2. Контроль качества и условия хранения материалов

Современные полимерные компаунды крайне чувствительны к факторам внешней среды до момента их полимеризации:

Температурный режим хранения: Технадзор контролирует, чтобы сухие углеродные материалы и компоненты эпоксидных смол хранились в закрытых сухих помещениях при температуре от +5°C до +30°C.

Сертификация: Каждая партия углеродного текстиля, ламелей и клеев должна иметь паспорта качества и декларации соответствия. Смешивание компонентов от разных производителей категорически запрещено.

3. Операционный контроль монтажных и армирующих работ

Это наиболее ответственный этап, где формируется надежность будущей строительной системы. В обязанности инспектора технадзора входит пошаговый контроль:

А. Подготовка поверхности основания

Поверхность бетона должна быть очищена от цементного молока, масляных пятен, грязи и старой краски. Все раковины, сколы и каверны должны быть заполнены безусадочными ремонтными составами. Технадзор контролирует геометрию: неровности поверхности не должны превышать 2 мм на базе рейки длиной 2 м. Острые углы конструкций в зонах наклейки углеродных холстов в обязательном порядке скругляются радиусом $R \geq 20$ мм, чтобы избежать концентрации напряжений и перерезания волокон ткани.

Б. Контроль климатических условий при производстве работ

Нанесение клеев допускается при температуре воздуха и основания от $+10^{\circ}\text{C}$ до $+30^{\circ}\text{C}$. Технадзор строго следит за тем, чтобы температура основания была минимум на 3°C выше точки росы. Влажность бетона в поверхностном слое не должна превышать 4–4.5%.

В. Приготовление компаунда и наклейка холстов

Контролируется точность дозирования компонентов (используются электронные весы) и время перемешивания миксером (3–5 минут на низких оборотах — до 500 об/мин).

Проверяется время жизнеспособности готовой смеси (в среднем 40–50 минут). Использование начавшего схватываться клея запрещено.

При наклейке холстов контролируется направление волокон (отклонение не более 5°), натяжение ткани и тщательное прикатывание жесткими ребристыми валиками.

4. Приемочный контроль и долгосрочный мониторинг

По истечении 7 суток производится сплошное визуально-акустическое обследование. Пустоты площадью более $10\text{--}15\text{ см}^2$ подлежат ремонту методом инъектирования.

Проводятся контрольные испытания на отрыв (Pull-off test) на сопутствующих образцах-свидетелях.

Контролируется нанесение финишных огнезащитных составов, так как эпоксидные смолы теряют несущую способность при температурах выше $+50\text{--}+60^{\circ}\text{C}$.

Анализ типичных нарушений на основе практического опыта

Опыт Управления капитального строительства города Бишкек позволяет классифицировать ключевые дефекты и оценить их последствия в следующей таблице:

Таблица 1. – Классификация ключевых дефектов капитального строительства города Бишкек

№	Выявленное технологическое нарушение	Причина возникновения	Последствия для конструкции	Меры предупреждения (Контроль технадзора)
1	Наличие скрытых пустот и пузырей воздуха под углеродным холстом	Плохое прикатывание валиками; высокая вязкость смолы из-за низкой температуры.	Локальное выключение композита из работы; расслоение системы.	Акустический контроль; обязательное прикатывание специальными межслойными валиками.
2	Отслаивание	Игнорирование	Полная потеря	Контроль

№	Выявленное технологическое нарушение	Причина возникновения	Последствия для конструкции	Меры предупреждения (Контроль технадзора)
	углепластикового элемента вместе с цементным молоком	механической очистки и фрезерования поверхности бетона.	эффекта усиления; хрупкое обрушение контактного слоя.	шероховатости основания; проведение тестов на отрыв (Pull-off test).
3	Отклонение угла направления углеродных волокон более чем на 5–7°	Халатность исполнителей; отсутствие разметки на усиливаемом элементе.	Падение расчетной прочности усиления на 20–40%.	Инструментальная проверка геометрии укладки по лазерному нивелиру.
4	Разрушение клеевого слоя в весенне-осенний период	Нанесение смолы на влажный бетон; выпадение конденсата (не учтена точка росы).	Полная потеря адгезии композита к бетону из-за подпленочной влаги.	Измерение влажности бетона влагомером; мониторинг точки росы.
5	Отсутствие защитного УФ- и огнезащитного покрытия	Стремление подрядчика к экономии; слабый проектный контроль.	Деструкция эпоксидной матрицы под солнцем; потеря прочности при пожаре.	Проверка выполнения финишных изоляционных слоев согласно СНиП.

Внедрение цифровых технологий в практику надзора

В современных условиях технический надзор в Бишкеке активно переходит на рельсы автоматизации и цифровизации:

- **Применение IoT-датчиков:** В тело конструкции монтируются миниатюрные беспроводные температурные датчики, позволяющие в реальном времени контролировать график набора прочности полимера.
- **Лазерное 3D-сканирование:** До и после усиления геометрия зданий сканируется для создания точных цифровых двойников (BIM), что позволяет выявить миллиметровые деформации.
- **Цифровые журналы технадзора:** Все акты, фотографии дефектов и показатели заносятся в единую облачную информационную систему, что исключает человеческий фактор и подделку документов.

Заключение

Проведенное исследование позволяет констатировать, что технический надзор является базисным фактором обеспечения надежности при усилении строительных конструкций композитами. По результатам анализа сформулированы следующие выводы:

1. *Технологический детерминизм дефектообразования.* Ключевым триггером снижения несущей способности выступает нарушение регламента производства работ, а не имманентные свойства материалов. Нарушение условий отверждения или адгезионной подготовки нивелирует физико-механический потенциал систем усиления.

2. *Эффективность сквозного контроля.* Системный аудит, охватывающий стадии от верификации проекта до приемки исполнительной документации, обеспечивает детекцию несоответствий на ранних этапах, нивелируя критические риски.

3. *Требования к компетенциям персонала.* Чувствительность композитных систем к параметрам окружающей среды актуализирует необходимость непрерывного повышения квалификации и специальной аттестации инженерно-технического персонала.

4. *Региональная адаптация нормативно-технической базы.* Необходима рецепция международного опыта (ACI, EN) с учетом специфических климатических (включая сейсмические риски Чуйской долины) и технологических условий Кыргызской Республики и инфраструктуры г. Бишкек.

5. *Оптимизация жизненного цикла объекта.* Системный надзор минимизирует издержки на рекламации, исключает затраты на повторные ремонтно-восстановительные работы и пролонгирует безремонтный срок службы зданий.

6. *Цифровизация контрольных функций.* Использование систем реального времени и автоматизированных комплексов переводит мониторинг на предиктивный уровень, повышая оперативность реагирования.

Резюмируя, технический надзор консолидирует в себе функции менеджмента качества, нормативного комплаенса и технологического аудита. Систематизация процессов надзора и внедрение цифровых инструментов выступают стратегическим императивом для модернизации строительной отрасли и обеспечения сейсмической безопасности реконструируемого фонда.

Список литературы

1. Параничева Н.В., Назмеева Т.В. Усиление строительных конструкций с помощью углеродных композиционных материалов / Инженерно-строительный журнал. 2010. – № 2(12). – с.19–22.
2. Римшин В.И., Трунтов П.С. Strengthening of reinforced concrete structures by composite materials taking into consideration the carbonization of concrete. Structural Mechanics of Engineering Constructions and Buildings. 2023; Vol.19, No.2, с.178–185.
3. СП 164.1325800.2014 Усиление железобетонных конструкций композитными материалами. Правила проектирования (утв. Минстроем России). — М.: Минстрой России, 2014. (ред. с Изм. №1, 2021).
4. **СН КР 20-02:2024** Строительные нормы Кыргызской Республики. Сейсмостойкое строительство. Нормы проектирования. — Б.: Минстрой КР, 2024.
5. **СН КР 52-02:2024** Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. — Б.: Госстрой КР, 2024.
6. Закон Кыргызской Республики «О техническом регулировании. Безопасность строительных материалов, изделий и конструкций» от 29.01.2010 № 18 (с изм.).
7. Васильев В.В. Механика конструкций из композиционных материалов. М.: Машиностроение; 1988. — 272 с.
8. Кербер М.Л. Полимерные композиционные материалы. Структура. Свойства. Технологии. СПб.: Профессия; 2008. — 560 с.
9. Кутуев М.Д., Мукаббет к Э., Супибекова А. К. Использование экспертной системы теплотехнического расчета ограждающих конструкций / Известия КГТУ им. И.Раззакова. – 2023. – №4(68). – стр.1666 -1672.
10. Мендекеев Р.А., Орунбаев С.Ж., Мамбеталиев З.Н., Болушев А.М., Гуламов А.М.
11. Состояние и перспективы развития исследования сейсмостойкости зданий в Кыргызстане / Известия КГТУ им. И.Раззакова. – 2024. – №(71). – стр. 781 – 793.

УДК 711.4:711.168:502.131.1(575.2)

Омурканова А.¹, Кенешов Т.С.², Ашираниева Э.³, Егембердиева Г.⁴

И. Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек Кыргыз Республикасы
КГТУ им. И. Раззакова Бишкек, Кыргызская Республика

Aizaada Omurkanova, Tolobai Keneshov, Elmira Ashiralieva, Gulshat Egemberdieva

I.Razzakov KSTU, Bishkek, Kyrgyz Republic

<https://orcid.org/0000-0001-9201-188X>¹

<https://orcid.org/0009-0004-8047-0666>²

<https://orcid.org/0009-0000-4000-6528>³

t.keneshov@kstu.kg

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОСТРАНСТВЕННО-ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ
ОРГАНИЗАЦИИ И ТРАНСФОРМАЦИИ МАЛЫХ И СРЕДНИХ ГОРОДОВ
КЫРГЫЗСТАНА В КОНТЕКСТЕ УСТОЙЧИВОЙ, ИНКЛЮЗИВНОЙ И
РЕЗИЛЬЕНТНОЙ УРБАНИЗАЦИИ**

**ТУРУКТУУ, ИНКЛЮЗИВДҮҮ ЖАНА РЕЗИЛЬЕНТТҮҮ УРБАНИЗАЦИЯ
КОНТЕКСТИНДЕ КЫРГЫЗСТАНДЫН ЧАКАН ЖАНА ОРТО ШААРЛАРЫН
МЕЙКИНДИК-АЙМАКТЫК УЮШТУРУУНУН ЖАНА
ТРАНСФОРМАЦИЯЛООНУН ТЕОРИЯЛЫК НЕГИЗДЕРИ**

**THEORETICAL FOUNDATIONS OF SPATIAL ORGANIZATION AND
TRANSFORMATION OF SMALL AND MEDIUM-SIZED CITIES IN KYRGYZSTAN IN
THE CONTEXT OF SUSTAINABLE, INCLUSIVE, AND RESILIENT URBANIZATION**

Макалада заманбап урбанизациянын чакырыктарынын шартында Кыргызстандын чакан жана орто шаарларын мейкиндикте уюштуруу жана кайра түзүү көйгөйлөрү каралат. Изилдөөнүн актуалдуулугу шаар курууну пландаштыруунун салттуу моделдеринен туруктуу, инклюзивдүү жана адаптивдүү (ыңгайлашуучу) мейкиндик чечимдерине өтүү зарылчылыгы менен шартталган.

Изилдөөнүн максаты тышкы таасирлерге туруктуу, инклюзивдүү жана туруктуу урбанизация принциптеринин негизинде шаарларды мейкиндикте уюштуруунун жана трансформациялоонун (өзгөртүп түзүүнүн) теориялык негиздерин иштеп чыгуу болуп саналат. Изилдөөнүн методологиялык негизи шаар куруунун заманбап теорияларын системалык талдоону, эл аралык тажрыйбаны салыштырмалуу талдоону, ошондой эле постсоветтик өлкөлөрдөгү мейкиндикти пландаштыруу практикасын жалпылоону камтыйт.

Изилдөөнүн жыйынтыктары мейкиндиктик трансформациянын негизги принциптерин бөлүп көрсөтүүгө мүмкүндүк берет, алардын ичинде: полицентристтик өнүгүү, жерди пайдалануу жана транспорт системаларын интеграциялоо, шаар курулушунун компакттуу формасы жана шаар аймактарын функционалдык диверсификациялоо (ар тараптуу өнүктүрүү). Шаарлардын жеткиликтүүлүгүн арттырууга, экологиялык көрсөткүчтөрүн жакшыртууга жана туруктуулугун бекемдөөгө өзгөчө көңүл бурулат.

Изилдөөнүн илимий жаңылыгы шаарларды пландаштырууга болгон глобалдык мамилелерди Кыргызстандын өзгөчө социалдык-экономикалык жана мейкиндик

шарттарына ыңгайлаштырууда турат. Сунушталган теориялык жоболор тең салмактуу аймактык өнүгүүгө багытталган шаардык саясатты иштеп чыгууда жана стратегиялык пландаштырууда колдонулушу мүмкүн.

Ачкыч сөздөр: мейкиндикте уюштуруу, шаарлардын трансформациясы, чакан жана орто шаарлар, туруктуу урбанизация, шаарлардын туруктуулугу, полицентристтик өнүгүү, Кыргызстан.

В статье рассматривается проблема пространственной организации и преобразования малых и средних городов Кыргызстана в условиях современных вызовов урбанизации. Актуальность исследования обусловлена необходимостью перехода от традиционных моделей градостроительного планирования к более устойчивым, инклюзивным и адаптивным пространственным решениям.

Цель исследования заключается в разработке теоретической основы пространственной организации и трансформации городов на основе принципов устойчивой, инклюзивной и устойчивой к внешним воздействиям урбанизации. Методологическая основа исследования включает системный анализ современных теорий градостроительства, сравнительный анализ международного опыта, а также обобщение практик пространственного планирования в постсоветских странах.

Результаты исследования позволяют выделить ключевые принципы пространственной трансформации, в том числе полицентрическое развитие, интеграцию систем землепользования и транспорта, компактную форму городской застройки и функциональную диверсификацию городских территорий. Особое внимание уделяется повышению доступности, улучшению экологических показателей и укреплению устойчивости городов.

Научная новизна исследования заключается в адаптации глобальных подходов к городскому планированию к специфическим социально-экономическим и пространственным условиям Кыргызстана. Предложенные теоретические положения могут быть использованы в стратегическом планировании и разработке городской политики, направленной на сбалансированное территориальное развитие.

Ключевые слова: пространственная организация, трансформация городов, малые и средние города, устойчивая урбанизация, устойчивость городов, полицентрическое развитие, Кыргызстан.

This article examines the issue of spatial organisation and transformation in small and medium-sized towns in Kyrgyzstan in the context of contemporary urbanisation challenges. The relevance of this research stems from the need to transition from traditional urban planning models to more sustainable, inclusive and adaptive spatial solutions.

The aim of the study is to develop a theoretical framework for the spatial organisation and transformation of cities based on the principles of sustainable, inclusive and resilient urbanisation. The methodological basis of the study includes a systematic analysis of contemporary urban planning theories, a comparative analysis of international experience, and a synthesis of spatial planning practices in post-Soviet countries.

The results of the study identify key principles of spatial transformation, including polycentric development, the integration of land-use and transport systems, a compact form of urban development, and the functional diversification of urban areas. Particular attention is paid to improving accessibility, enhancing environmental performance, and strengthening the sustainability of cities.

The scientific novelty of this study lies in the adaptation of global approaches to urban planning to the specific socio-economic and spatial conditions of Kyrgyzstan. The theoretical principles proposed can be utilised in strategic planning and the formulation of urban policies aimed at balanced territorial development.

Key words: *spatial organization, urban transformation, small and medium-sized cities, sustainable urbanization, urban resilience, polycentric development, Kyrgyzstan.*

Введение

Развитие малых и средних городов играет ключевую роль в обеспечении сбалансированного территориального развития градостроительной системы и укреплении региональных социально-экономических связей. В Кыргызстане такие города составляют 91 % от общего числа городов, т.е. из 34 городов средние города представлены в количестве 19, и малые города – 12.

В системе расселения Кыргызстана малые и средние города выступают в качестве ключевых элементов, обеспечивая связь между сельскими районами расселения и городскими центрами. Однако современные процессы урбанизации в сочетании с экономическими преобразованиями и демографическими изменениями выявили существенные ограничения существующих подходов к территориальному планированию.

Пространственная организация малых и средних городов в Кыргызстане, в значительной степени, будучи основана в советский период, характеризуется моноцентричностью, функциональным дисбалансом территорий и недостаточной адаптивностью к современным условиям. Эти особенности приводят к неэффективному землепользованию городской территории, ограниченной доступности центров обслуживания, усилению нагрузки на городскую инфраструктуру и экологической неустойчивости. Кроме того, в последние годы растущие экологические проблемы и риски, связанные с изменением климата, требуют интеграции принципов устойчивости, в том числе устойчивости к внешним воздействиям, в практику городского развития.

В последние десятилетия в рамках международных исследований в области урбанистики был разработан ряд теоретических подходов, направленных на решение этих задач, в том числе концепции устойчивой урбанизации (**Dehghani, 2022**), полицентрического развития (**Batty, 2013**), моделей компактного города и развития (Jenks et al., 1996; Bibri et al., 2020), ориентированного на общественный транспорт (**Moreno et al., 2020**). Однако их непосредственное применение в условиях Кыргызстана по-прежнему ограничено в силу специфических социально-экономических, географических и институциональных условий.

Таким образом, возникает необходимость в систематизации и адаптации современных теоретических подходов к пространственной организации и трансформации городов для малых и средних городов Кыргызстана. Целью данного исследования является разработка теоретических основ пространственной организации и трансформации малых и средних городов Кыргызстана на основе принципов устойчивой, инклюзивной и устойчивой к внешним воздействиям урбанизации.

Для достижения этой цели поставлены следующие задачи: (1) проанализировать существующие теоретические подходы к пространственной организации городов; (2) выявить ключевые факторы, влияющие на пространственную трансформацию городов в контексте Кыргызстана; и (3) сформулировать принципы развития устойчивых и резильентных пространственных структур.

Ожидается, что результаты исследования внесут вклад в развитие теории городского планирования и послужат основой для практических рекомендаций в области пространственного планирования и территориального развития.

Обзор литературы

Концепция пространственной организации городов за сто лет значительно эволюционировала, сформировав теоретическую основу современного городского планирования. Первые модели, такие как теория концентрических зон Park & Burgess (1925) представляли моноцентрическую систему города с доминирующим ядром. Эти модели подчеркивали пространственную дифференциацию, обусловленную социально-экономическими процессами и конкуренцией за использование земельных ресурсов. Аналогичным образом, теория центральных мест Christaller W. (1933), объясняла иерархическую организацию населенных пунктов и их функциональную взаимозависимость в рамках территориальной системы.

Однако в современных исследованиях чаще признают ограничение моноцентрических моделей города. Недавние исследования подчеркивают переход к полицентрическим городским структурам, характеризующимся наличием множества центров экономической и социальной активности. Khodabandeh, Ali & Shahabi Shahmiri, Mojtaba. (2025) считают полицентричность ключевым понятием в урбанистике и региональных исследованиях, отражающей более сложные и взаимосвязанные пространственные системы. Это изменение тесно связано с необходимостью повышения пространственной эффективности, снижения загруженности дорог и поддержки сбалансированного территориального развития.

Одновременно с этим, модель компактного города стала доминирующей парадигмой устойчивой городской застройки. Парадигма Arvin, M. and Poor Ahmad, A. (2021) предполагает высокую плотность застройки, смешанное землепользование городской территории и сокращение расстояний на передвижение, что способствует улучшению транспортной доступности и снижению воздействия на окружающую среду. Исследования Ye, Y., Wang, C., Zhang, Y., Wu, K., Wu, Q., & Su, Y. (2018) показывают, что компактные городские структуры в сочетании с эффективными системами общественного транспорта могут значительно сократить выбросы углерода и способствовать устойчивой мобильности. В этом контексте все большее значение приобретает транзитно-ориентированное развитие (TOD) Calthorpe (1993) как подход, интегрирующий планирование землепользования и транспорта и способствующий созданию удобных для пешеходов многофункциональных зон вокруг транспортных узлов.

Теоретические предложения Arvin, M. and Poor Ahmad, A. (2021) сосредоточены на взаимодополнении компактных и полицентрических моделей, предполагая, что такое сочетание обеспечит более гибкую и устойчивую основу для городского развития, как крупного, так и малого или среднего города. Концепция полицентрического компактного города Arvin, M. and Poor Ahmad, A. (2021) позволяет распределять функции между несколькими общественными подцентрами, сохраняя при этом общую пространственную эффективность и доступность. Кроме того, такие новые подходы, как «15-минутный город» Pozoukidou, G., & Chatziyiannaki, Z. (2021), подчеркивают пешеходную близость, доступность социально-культурных объектов и функциональное разнообразие социальных услуг, что усиливает важность локальности пространства города.

Для более глубокого понимания городских изменений в современных исследованиях всё чаще используются ГИС-методы, или пространственные данные со спутников, интернет-

вещей и т.п. Использование в исследовании **Wang, M., Zhao, J., Zhang, D. et al. (2025)** геопространственных данных (конкретно использовали социальные сети в качестве масштабного аналитического инструмента), изучение различных моделей мобильности и пространственного моделирования позволяет более точно оценивать городскую структуру, включая плотность застройки через плотность населения, функциональное распределение социальных услуг и фактор городской активности. Такие методы позволяют использовать фактические данные и материалы для последующего территориально-пространственного планирования и повышению устойчивости и адаптивности быстроменяющихся урбанизированных систем.

Несмотря на широкое развитие этих теоретических концепций, их применение к постсоциалистическим и развивающимся городским контекстам по-прежнему изучено недостаточно. Учёные Sandu (2024), Hirt (2013), Tsenkova (2009), Gentile, M., & Sjöberg, Ö. (2010), Stanilov (2007) в своих исследованиях развития постсоциалистических стран подчеркивают, что глобальные городские модели требуют адаптации к местным социально-экономическим, институциональным и пространственным условиям. В частности, Hirt (2015), Sýkora & Stanilov (2014) отмечают, что остатки системы централизованного планирования в сочетании с продолжающимися рыночными преобразованиями создает специфические проблемы для пространственной организации в малых и средних городах.

Таким образом, существующие исследования обеспечивают прочную теоретическую основу для понимания городской пространственной организации и последующей городской трансформации. Однако существует явный пробел в исследованиях по адаптации этих концепций к контексту Кыргызстана. Устранение этого пробела требует разработки контекстуально-ориентированной теоретической основы, интегрирующей глобальные городские теории с местными пространственными и социально-экономическими реалиями.

Материалы и методология

В данном исследовании рассматриваются теоретические и прикладные аспекты пространственной организации малых и средних городов Кыргызстана, при этом методологическая основа работы построена на сочетании качественного анализа, сравнительного подхода и инструментов пространственного моделирования. Исследование опирается на междисциплинарный подход, объединяющий положения градостроительной теории, регионального развития и пространственного анализа, что позволяет комплексно оценить особенности трансформации городской среды в условиях постсоветского развития. Основное внимание уделено адаптации международных концепций устойчивого и инклюзивного градостроительства к локальным условиям Кыргызстана, где структура городов во многом сохраняет черты советской планировочной системы.

Эмпирическая часть исследования ориентирована на малые и средние города страны, выполняющие важную функцию в национальной системе расселения. Выбор объектов исследования осуществлялся с учетом демографических, функциональных и географических критериев, что позволило обеспечить репрезентативность различных типов городских структур. В исследование были включены города северных и южных регионов, различающиеся по экономической специализации, уровню инфраструктурного развития и пространственной организации. Такой подход создает основу для выявления закономерностей пространственной трансформации в различных социально-экономических условиях.

Информационная база исследования сформирована на основе широкого спектра источников, включающих градостроительную документацию, статистические материалы, картографические данные, спутниковые снимки, международные аналитические отчеты и научные публикации в области урбанистики и территориального планирования. Особое значение имеют геоинформационные данные и материалы дистанционного зондирования, позволившие провести анализ структуры землепользования, распределения функциональных зон и особенностей городской морфологии.

Методологический аппарат исследования включает системный, сравнительный, морфологический и GIS-анализ. Системный подход рассматривает город как сложную пространственную систему взаимосвязанных элементов, включая транспортную инфраструктуру, функциональные зоны и социально-экономические процессы. Сравнительный анализ позволил выявить различия и сходства между городами, определить типичные пространственные модели и оценить соответствие местных структур современным международным концепциям, таким как компактный город и полицентрическое развитие. Морфологический анализ был направлен на изучение плотности застройки, планировочного каркаса и характера пространственной фрагментации. Дополнительно использовались GIS-инструменты, обеспечившие картографирование функциональных зон, анализ транспортной доступности и оценку распределения инфраструктуры.

Для интерпретации пространственных характеристик городов была разработана система критериев оценки, включающая показатели пространственной структуры, функционального разнообразия, доступности, компактности, устойчивости и инклюзивности городской среды. Итоговый этап исследования связан с синтезом полученных результатов и формированием принципов пространственной трансформации городов Кыргызстана. Несмотря на ограничения, связанные с недостаточной доступностью пространственных данных и ограниченным объемом полевых исследований, предложенная методология формирует надежную основу для дальнейших исследований территориального развития и совершенствования градостроительной политики в странах Центральной Азии.

Результаты

Малые и средние города, в отличие от крупных, обладают соразмерностью человеку, проживающему населению. Многие из малых и средних городов Кыргызстана являются историческими, туристическими и промышленными центрами. Некоторые насчитывают многовековую историю своего основания, а некоторые совсем «молодые», т.к. получили статус города в последнее десятилетие.

Для формирования современной теоретической основы пространственно-территориального развития малых и средних городов Кыргызстана необходимо рассмотреть несколько ключевых аспектов: классификацию, принципы планировочной организации (функциональное зонирование, планировочный и экологический каркас), факторы развития, пространственную композицию и современные концепции.

Согласно Закону «О градостроительстве и архитектуре Кыргызской Республики» (статья 13 «Населенные пункты») классификация малых и средних городов по численности населения подразделяется на:

- средние города - от 25 до 100 тысяч человек;
- малые города - до 25 тысяч человек (Табл.1).

При этом, в учет не берем крупный, крупнейший и большой города республики, в соответствии с поставленной целью.

А также, классифицируется по народнохозяйственному профилю населенные пункты подразделяются на: - многопрофильные; административные центры, курортно-рекреационные; промышленные; научно-производственные; внешнего транспорта; военные; агропромышленные; вахтовые; сезонные; садово-дачные (Табл.1).

Таблица 1. - Ранжирование малых и средних городов Кыргызской Республики по численности населения

№ п/п	Название населенного пункта	Численность населения (на 01.01.2026 г. по данным НСК КР)	Классификация по численности населения	Классификация по народно-хозяйственному профилю
1	г. Каракол	91,524	средний	многопрофильный
2	г. Токмок	77,164	средний	многопрофильный
3	г. Узген	67,003	средний	агропромышл
4	г. Кызыл-Кыя	66,081	средний	промышл
5	г. Базар-Коргон	62,694	средний	адм.центр
6	г. Кара-Балта	61,364	средний	промышл
7	г. Кара-Суу	58,159	средний	промышл
8	г. Балыкчы	57,837	средний	транспортно-промышл
9	г. Кербен	46,622	средний	промышл
10	г. Талас	43,908	средний	агропромышл
11	г. Нарын	42,476	средний	промышл
12	г. Токтогул	37,869	средний	промышл
13	г. Раззаков	36,743	средний	адм.центр
14	г. Кант	33,120	средний	промышл
15	г. Баткен	31,035	средний	адм.центр
16	г. Кара-Куль	28,240	средний	гидроэнергетики
17	г. Майлуу-Суу	27,261	средний	промышл
18	г. Чолпон-Ата	26,950	средний	курортный
19	г. Сулюкта	25,638	средний	промышл
20	г. Гулчо	22,937	малый	адм.центр
21	г. Таш-Кумыр	21,935	малый	промышл
22	г. Кочкор-Ата	19,420	малый	промышл
23	г. Ноокат	17,159	малый	адм.центр
24	г. Кадамжай	15,965	малый	промышл
25	г. Айдаркен	14,503	малый	промышл
26	г. Кок-Жангак	12,953	малый	промышл
27	г. Шамалдуу-Сай	12,348	малый	промышл
28	г. Каинды	11,211	малый	промышл
29	г. Шопоков	11,067	малый	промышл
30	г. Кемин	9,596	малый	промышл
31	г. Орловка	7,675	малый	промышл

Источник: Составитель А.К. Омурканова

При этом малые города характеризуются тесной связью с природным окружением, малоэтажной и неплотной застройкой с одним общественным городским центром. А средние города, будучи преимущественно бывшими промышленными центрами, в современное время являются районными центрами с развивающейся инфраструктурой, уплотняющейся

средне- и малоэтажной застройкой, но, преимущественно, также с одним центром. Исключение составляют Кара-Балта, Токмок, Нарын.

На планировочную организацию малых и средних городов повлияло в первую очередь функциональное зонирование, которое лежало в основе социалистического города до 1991 г. А также, на функциональное зонирование повлияло административный статус и функции самого города. Как уже упоминалось, преимущественное число малых и средних городов были основаны в советский период (Табл.2.).

Таблица 2. - Периодизация по времени основания и приобретения статуса города

№ п/п	Города	Время упоминания в исторических хрониках	Время основания	Время приобретения статуса города	Администр.статус города
1.	Айдаркен		1941г.	2012	
2.	Базар-Коргон		1924	2022	Рай.центр
3.	Балыкчи		1870-е гг	1954	Рай.центр
4.	Баткен		1934г	2000	Област.центр
5.	Гулчо	II-I вв. до н.э.	1908	2025	Рай.центр
6.	Кадамжай		1941г	2012	
7.	Каинды		1930	2012	Рай.центр
8.	Кант		1934г	1985	
9.	Кара-Балта		1825	1975	Рай.центр
10.	Каракол		1869	01.07.1869	Област.центр
11.	Кара-Куль		1962	1977	Рай.центр
12.	Кара-Суу		1917	1960	Рай.центр
13.	Кемин		1912	2012	Рай.центр
14.	Кербен		1930	2004	Рай.центр
15.	Кок-Джангак		1910	1943	
16.	Кочкор-Ата		1952	2003	Рай.центр
17.	Кызыл-Кыя		1898	1938	Рай.центр
18.	Майлуу-Суу		1946	1956	Рай.центр
19.	Нарын		1927	1927	Област.центр
20.	Ноокат		1823	2003	Рай.центр
21.	Орловка		1910	2012	
22.	Раззаков	XVI век		2001	Рай.центр
23.	Сулукта		1868	1940	
24.	Талас	VIII век	1877	1944	Област.центр
25.	Таш-Кумыр		1930	1943	
26.	Токмок		1825	1867	Рай.центр
27.	Токтогул		1962	2012	Рай.центр
28.	Узген	II-I вв. до н.э.		1927	Рай.центр
29.	Чолпон-Ата		1922	1975	Рай.центр
30.	Шопоков		1930	1985	
31.	Шамалдуу-Сай		1965	2024	

Источник: Составитель А.К. Омурканова

Функциональное зонирование, как фундамент любого генплана, предполагает четкое разделение территории на селитебную, производственную, коммунально-складскую и рекреационную территории. Такие территории на современном этапе развития существуют, но их соотношение сильно деформировано. Селитебная зона занимает в малых и средних

городах, получивших статус города после 1991 года, составляет около 70% всей территории города. Производственная зона в городах, основанных до 1991 года, сокращаются или деградирует в отсутствии сырья, заказов и эксплуатации самой территории. Такая зона чаще всего перепрофилируется под другие функции или используют существующие активы под другие виды производства. Рекреационная зона в малых и средних городах изначально имеет небольшую часть городской территории. В городах основанных до 1991 года, парки, скверы и бульвары стремительно сокращаются по площади, а территории пригородных парков или лесопарков были трансформированы в 1990-е годы под строительство жилья или общественной застройки.

Транспортно-планировочный каркас малых и средних городов достаточно стабилен. Такие города, будучи по площади небольшими, обеспечивают хорошую доступность центра, за исключением линейных городов (Токмок, Нарын, Кара-Куль, Таш-Кому и т.д.) которые в силу своей вытянутой конфигурации имеют специфические проблемы (Табл.3).

Таблица 3. - Ранжирование городов по взаимовлиянию функции и структуры городского плана

№ п/п	Города	Наличие железно-дорожной магистрали	Функциональный элемент градостроительной системы	Структура городского плана		
				Компактная	Линейная	Расчлененная
1.	Айдаркен		узел	х		
2.	Базар-Коргон		узел	х		
3.	Балыкчи	+	подцентр		х	
4.	Баткен		подцентр		х	
5.	Гулчо		узел	х		
6.	Кадамжай		подцентр		х	
7.	Каинды	+	перифер-й узел	х		
8.	Кант	+	узел	х		
9.	Кара-Балта	+	подцентр	х		
10.	Каракол		Ядро, центр	х		
11.	Кара-Куль		узел		х	
12.	Кара-Суу	+	подцентр		х	
13.	Кемин	+	перифер-й узел	х		
14.	Кербен		перифер-й узел	х		
15.	Кок-Жангак	+	узел	х		
16.	Кочкор-Ата		узел	х		
17.	Кызыл-Кыя	+	подцентр			х
18.	Майлуу-Суу		узел		х	
19.	Нарын		Ядро, центр		х	
20.	Ноокат		перифер-й узел	х		
21.	Орловка	+	узел	х		
22.	Раззаков		узел	х		
23.	Сулукта	+	перифер-й узел			х
24.	Талас		Ядро, центр		х	
25.	Таш-Кумыр	+	узел		х	
26.	Токмак	+	подцентр		х	
27.	Токтогул		узел	х		
28.	Узген		подцентр		х	
29.	Чолпон-Ата		подцентр		х	
30.	Шопоков	+	узел	х		
31.	Шамалдуу-Сай	+	узел	х		

Источник: Составитель А.К. Омурканова

Малые и средние города в своем транспортно-планировочном каркасе имеют одну или две городские магистрали, или одну городскую улицу вдоль реки или ущелья, которая сообщается с магистралью республиканского значения. Преимущественно малые города – моноосевые, а средние города – имеют линейно-узловую планировочную схему, редко прямоугольную. Продольные магистрали в малых городах представлены в виде одной или двух улиц, в средних городах – 2-3, иногда 4 улицы. Поперечные улицы в малых городах не образуют сетки улиц, в то время как в средних городах поперечных улиц от 3 до 7 в зависимости от размеров города. Барьерная разобщенность в малых городах выше из-за горного рельефа, некоторые города расположены на границе, что также вносит ограничения в росте. Железная дорога также отрицательно повлияла на связность в городах. При этом наличие железной дороги положительно влияет на развитие экономики города. Расположение на республиканской магистрали повлияло на развитость внешних связей малых и средних городов. Большинство из них имеют тупиковое положение, что влияет на отсутствие обходных путей сообщения в городе. Малые города (70%) находятся в тупике, вдали от республиканской магистрали, а средние города – лишь 30 % расположены в тупике. Малые города также зависят от одного внешнего направления, что также может создавать проблемы в чрезвычайных природных или техногенных ситуациях.

В силу одного или двух видов малых производств, в период основания города, малые города не имеют потенциал к росту транспортно-планировочного каркаса. Такой каркас не позволяет полностью обеспечить транспортную связь в современных условиях в силу увеличения большого количества личного автотранспорта, т.к. основные связи проходят через главную городскую магистраль. Преимущественно, во многих малых и средних городах имеются проблемы развития транспортной инфраструктуры институционального характера. Малые и средние города, будучи относительно Бишкека, Оша и Манаса, по размерам небольшими, тем менее накопили большие инфраструктурные проблемы. Во многих из них отсутствует общественный транспорт (это группа малых городов). Связь территорий города осуществляется посредством частного извоза. Многие малые города, в силу своих небольших размеров и вовсе не имеют частного извоза.

Таблица 4. - Сравнительная таблица по ключевым параметрам транспортно-планировочного каркаса

Параметр	Средние города (19)	Малые города (12)
Преобладающая планировочная схема	Линейно-узловая, реже прямоугольная	Моноосевая (одна главная улица), горно-долинная, тупиковая
Количество продольных магистралей	2–3 (редко 4)	1–2
Количество поперечных связей	3–7 (в зависимости от размера)	1–3 (часто 2)
Связность каркаса (балл 1–5)	2,9	2,3
Барьерная разобщённость (балл 1–5, чем выше, тем хуже)	3,8	4,3
Развитость внешних связей (балл 1–5)	3,2	2,7
Наличие обходных путей (балл 1–5)	1,2	1,0

Пригодность для роста (балл 1–5)	2,2	1,8
Доля городов с тупиковым положением	~30% (Каракол, Балыкчы, Кербен, Майлуу-Суу и др.)	~70% (все горные и приграничные)
Доля городов, сжатых горами/ущельями	~40% (южные и центральные)	~80% (кроме равнинных)
Наличие промышленно-транспортного узла	Часто (сахарный завод, ГЭС, порт, рудники)	Редко (преимущественно угольная, ртутная, гидротехническая промышленность)
Агломерационные связи	Кант, Кара-Балта, Токмок, Кара-Суу, Узген	Шопоков

Источник: Составитель А.К. Омурканова

Общие проблемы малых и средних городов в отсутствии кольцевых и полукольцевых магистралей. Сам транспортно-планировочный каркас зацентрирован, так как весь транзит и внутригородской трафик идет главную городскую магистраль, создавая транспортные заторы и затормаживая движение. Наличие искусственных и естественных преград и отсутствие мосто- и путепроводов через них также создает дополнительные проблемы с объездом. Новые коттеджные массивы

Планировочная структура малых и средних городов в силу влияния географического и природно-климатических условий имеет следующие виды: регулярную, криволинейную (свободную, живописную) и сложную.

Регулярная структура представлена во многих городах, независимо от природно-климатических условий, присуща городам, основанным в советский период. В силу пространственно-территориального развития с включением пригородов регулярная структура этих городов приобретает сложную или комбинированную структуру. Этому также поспособствовала административно-территориальная реформа 2023 года, когда в границу некоторых городов были включены прилегающие сельские поселения. Такое преобразование привело к 1,5-2-кратному увеличению городской территории, но со старым планировочным каркасом.

Криволинейная (свободная, живописная) сложилась в городах, основанных в глубокой древности (Узген, Раззаков), на месте рабочих городков (угольщиков Кызыл-Кыя, Сулюкта, Кок-Жангак) или в результате слияния города и села (Кадамжай). Исключение составляют Баткен и Базар-Коргон как города основанные на базе села, имеющее многолетнее сельское развитие. Такие города, будучи сравнительно недавно селами, не трансформировали свою планировочную структуру силу отсутствия государственных и частных инвестиций.

Комбинированная (сложная) планировочная структура присуща городам, имеющим в своей структуре различные виды планировочной структуры или в силу природных условий (рельефа местности). Такая планировочная структура сложилась в городах Кара-Куль и Чолпон-Ата. Если Кара-Куль город расположен в ущелье, то Чолпон-Ата расположен на берегу озера Иссык-Куль. В результате административно-территориальной реформы Чолпон-Ата вытянулся по берегу Иссык-Куль еще на 10 км, включив в свою территорию села Бактуу-Долонотуу и Бостери, тем увеличив территорию вдвое, превращая его в линейный (вытянутый) город (Табл.3 и Табл.5).

Таблица 5. – Виды планировочной структуры малых и средних городов Кыргызской Республики

№ п/п	Города	Виды планировочной структуры		
		Регулярная	Криволинейная (свободная, живописная)	Комбинированная (сложная)
1.	Айдаркен	х		
2.	Базар-Коргон		х	
3.	Балыкчи	х		
4.	Баткен		х	
5.	Гулчо	х		
6.	Кадамжай		х	
7.	Каинды	х		
8.	Кант	х		
9.	Кара-Балта	х		
10.	Каракол	х		
11.	Кара-Куль			х
12.	Кара-Суу	х		
13.	Кемин	х		
14.	Кербен	х		
15.	Кок-Жангак		х	
16.	Кочкор-Ата	х		
17.	Кызыл-Кыя		х	
18.	Майлуу-Суу	х		
19.	Нарын	х		
20.	Ноокат	х		
21.	Орловка	х		
22.	Раззаков		х	
23.	Сулукта		х	
24.	Талас	х		
25.	Таш-Кумыр	х		
26.	Токмак	х		
27.	Токтогул	х		
28.	Узген		х	
29.	Чолпон-Ата			х
30.	Шопоков	х		
31.	Шамалдуу-Сай	х		

Источник: Составитель А.К. Омурканова

Экологический каркас малых и средних городов Кыргызстана формируется в условиях выраженной территориальной неоднородности, что обусловлено сочетанием природно-географических, экономических и историко-институциональных факторов. С позиций ландшафтной экологии данная неоднородность проявляется в различной степени связности и функциональной целостности природных элементов, тогда как концепция зелёной инфраструктуры позволяет интерпретировать экологический каркас как интегрированную систему, обеспечивающую экосистемные услуги в городской среде.

Наиболее структурированная модель наблюдается в рекреационно-туристических центрах Иссык-Кульского региона — Каракол и Чолпон-Ата. Здесь наличие охраняемых территорий, включая Биосферный заповедник «Ысык-Кёль», поддерживает базовую конфигурацию природных ядер и буферных зон. Однако даже в этих условиях наблюдается

снижение связности экологических коридоров и рост конкуренции между природоохранными режимами и урбанизацией, что ограничивает долгосрочную устойчивость системы.

В городах административно-аграрного профиля — таких как Токмок, Нарын и Талас — экологический каркас носит фрагментарный характер. Природные элементы представлены изолированными участками, а коридорные связи редуцированы до отдельных линейных структур. С точки зрения устойчивости экосистемы, это указывает на низкую способность системы к адаптации и восстановлению при внешних воздействиях.

Наиболее трансформированная модель характерна для промышленных моногородов, включая Майлуу-Суу и Кара-Балта, где природные компоненты в значительной степени замещены техногенными структурами. Нарушение пространственной связности и накопление загрязнений формируют зоны экологического риска и подрывают базовые функции экосистем.

Сквозной проблемой остаётся деградация водных систем, включая озеро Иссык-Куль, Чу и Нарын, что связано с антропогенной нагрузкой и снижением качества вод. Это ограничивает способность экологического каркаса выполнять регулирующие функции и требует его интеграции в практики территориального планирования как ключевого элемента устойчивого городского развития.

Остро проявляется проблема переработки ТБО в малых и средних городах. Хотя часть этой проблемы в Чуйской области решает Мусороперерабатывающий завод в Бишкеке. Но в преимуществе не решает проблемы на уровне горожан и производств в виду отсутствия раздельного сбора мусора и ответственности производителей. Ярким примером перехода от разрозненных практик обращения с отходами к более системной модели, основанной на координации бизнеса, государства и переработчиков по программе зеленой инфраструктуры является координационная платформа WasteNet.kg. Расширение сети WasteNet.kg и проведение региональных семинаров показывают рост вовлеченности и экологической осведомленности, особенно в секторе HORECA (**ESG Central Asia, (2023)**). При этом образовательные мероприятия сопровождаются практическими шагами — внедрением раздельного сбора на пилотных объектах, что свидетельствует о переходе к прикладным решениям. Однако эти меры пока носят локальный характер и не формируют непрерывной системы, что с позиций ландшафтной экологии указывает на слабую связанность элементов. Оценка сектора переработки выявляет его потенциал, но также подчеркивает пространственную концентрацию мощностей и неравномерность развития (**ESG Central Asia. (2023)**). Важным направлением является подготовка к внедрению расширенной ответственности производителей, хотя институциональные и организационные барьеры замедляют этот процесс. В целом проект создает основу для повышения устойчивости экосистем системы обращения с отходами, но остается на стадии перехода от пилотных инициатив к масштабной и устойчивой модели.

Пространственная организация в малых и средних городах на современном этапе развития претерпевает изменения. Анализ пространственно-территориального развития малых и средних городов Кыргызстана показывает, что большинство из них сохраняют преимущественно моноцентрическую структуру и ограниченное функциональное разнообразие, сформировавшиеся в советский период вокруг одного градообразующего предприятия, административного центра или транспортной оси. Подобная пространственная организация снижает адаптивность городской среды к современным социально-экономическим трансформациям и усиливает зависимость городов от отдельных отраслей экономики.

Наиболее высокий потенциал пространственной трансформации характерен для городов, интегрированных в агломерационные, туристические и международные транспортно-логистические процессы, среди которых особенно выделяются Кант, Кара-

Балта, Токмок, Каракол, Кара-Суу и Шопоков. В данных городах наблюдается усиление полицентрических тенденций, расширение сервисных и логистических функций, а также более высокая степень интеграции в региональные экономические связи.

В то же время постиндустриальные города, ориентированные преимущественно на добывающую промышленность, характеризуются повышенной экономической и экологической уязвимостью. Для таких городов необходима комплексная трансформация, включающая диверсификацию экономики, экологическую реабилитацию нарушенных территорий и пространственную реорганизацию городской структуры.

Структура градообразующей базы малых и средних городов Кыргызстана демонстрирует инерцию постсоветского пространственного развития, когда большая часть средних и малых городов зависима от ресурсов и производственных функций. Особенно это характерно для южных и горных территорий, где сформировались монопрофильные города, уязвимые с точки зрения экономической и экологической устойчивости.

При этом наблюдается постепенное усиление сервисных и туристическо-рекреационных функций (например, Чолпон-Ата и Каракол), а также растет значение транспортно-логистических узлов (Балыкчы, Токмок), что связано с изменением региональных потоков и интеграцией в международные связи.

Более уязвимые по устойчивому развитию представлены города с горнодобывающей промышленностью, в которых демонстрируются слабая диверсификация экономики и экологические риски. В городах со смешанной или сервисной специализацией демонстрируются более высокий потенциал адаптации и трансформации в условиях изменяющейся социально-экономической среды.

Такие города развиваются за счет туризма, т.к. присутствует достаточно большое количество местных исторических памятников или ландшафтных достопримечательностей (водопады, родники, ущелья, пещеры и т.п.) (Табл.6.).

Таблица 6. - Ранжирование городов по типам градообразующей базы

Тип градообразующей базы	Характеристика	Города
Промышленно-горнодобывающая (ресурсная)	Добыча полезных ископаемых, переработка сырья, высокая зависимость от одного предприятия (монопрофильность)	Майлуу-Суу, Кызыл-Кыя, Сулюкта, Айдаркен, Кадамжай, Кок-Жангак, Таш-Кумыр, Орловка
Промышленно-перерабатывающая (индустриальная)	Промышленное производство, переработка сырья, наличие индустриальных предприятий	Кара-Балта, Кант, Шопоков, Каинды
Агропромышленная	Обслуживание сельского хозяйства, переработка аграрной продукции, тесная связь с сельскими территориями	Узген, Базар-Коргон, Ноокат, Кербен, Баткен, Кара-Суу, Гулчо
Транспортно-логистическая	Узловые функции (железная дорога, автотранспорт), транзит, распределение потоков	Балыкчы, Токмок, Кара-Суу
Административно-региональная	Центры управления, концентрация гос.услуг, социальная инфраструктура	Нарын, Талас, Баткен, Раззаков, Кемин

Рекреационно-туристическая	Туризм, санаторно-курортная деятельность, сервисная экономика	Чолпон-Ата, Каракол
Энергетическая (гидроэнергетика)	Формирование вокруг ГЭС и энергетической инфраструктуры	Токтогул, Кара-Куль, Шамалдуу-Сай

Source: The table was compiled by A.K. Omurkanova

Обсуждение

За 2020-2025 теоретические подходы к проектированию развития малых и средних городов в мире акцентируются на гибких, адаптивных и социально-ориентированных моделях. Климатические изменения, цифровая трансформация, рост населения Земли и другие вызовы повлияли на такое изменение в теоретических подходах.

Прежде всего, Новая программа развития городов (NUA) ООН-Habitat-III (2016) где представлен ряд принципов развития городов и населенных пунктов с учетом устойчивости, инклюзии, транспортной доступности и резильентности, а также социального равенства.

Как упоминалось выше, за последние десятилетия, сформировавшиеся теоретические подходы дают четкую программу для развития городов, особенно малых и средних: переход к полицентрической модели развития, диверсификация экономики города, развитие социально-культурно-бытовой сферы, обеспечение доступностью жилья, общественных пространств и транспорта, сохранение экологического баланса и эффективность землепользования. Самое главное стремление к пространственно-территориальной компактности.

Ряд ученых и специалистов, исследующих страны Средней Азии, отмечают пространственно-территориальное развитие городов как постсоциалистическую трансформацию с политической реструктуризацией и неравномерным пространственным развитием (Tsenkova, 2009; Gentile & Sjöberg, 2010). В Кыргызстане структура планирования развития городов зависит от рыночной динамики и ограничена возможностями планирования (ADB, 2014). Нужно отметить, что все исследования рассматривали городское развитие в странах Средней Азии в аспекте принципов устойчивого развития городов.

Kreuzberg (2023) в своем исследовании изучила крупнейшие города региона (**Ташкент и Алматы**), которые демонстрируют рост преимущественно за счёт пространственного, но малоэффективного, разрастания (sprawl) с 2000 по 2020 год. Уплотнение территории происходило только в первое десятилетие. Открытая среднеэтажная застройка имеет наибольшую плотность населения. При этом озеленённость выше в Алматы, который исследователем характеризуется как «город-сад». Это исследование показывает городское развитие крупнейших городов Средней Азии, но ценность показана в приоритете среднеэтажной застройки для малых и средних городов нашего региона. Также и Mahanov (2023) исследовал все города Казахстана с 1979–2022 гг на используя корреляционно-регрессионный анализ панельных данных по районам и городам. Городская система Казахстана демонстрирует сильную поляризацию: крупные города разрастаются за счет сокращения малых и средних городов, и поселков городского типа. Отмечает рост жилых районов вокруг крупных городов за счёт сельских мигрантов из отдаленных регионов, при этом удалённые и сельские районы теряют население. В малых и средних городах Кыргызстана прослеживается следующая картина: рост численности населения составляет ежегодно от 500 до 1000 человек. На это влияет также сельская миграция, а также собственно сам рост численности населения городов. Кроме того, малые и средние города являются основными центрами обслуживания населения, в том числе и административных районов.

Gentile & Sjöberg (2013) изучали архивные данные с регрессионным анализом в городе Даугавпилс (Латвия), в котором отметили социальное неравенство в советской системе распределения жилья. В последующие годы развития эта система привела к

унаследованному неравенству, особенно среди женщин и латышей. Отмечают сокращение неравенства в распределяемой площади, но время ожидания оставалось источником неравенства. Исследование Gentile & Sjöberg хотя и не о Средней Азии, но показывает направление применения инвестиций и ресурсов, а также показывает механизмы формирования территориального неравенства и избирательного развития в постсоветских городах.

Исследование Rahimjonov (2025) близко к данной теме исследования. Он провел полевые наблюдения в городе Китаб (Республика Узбекистан) с использованием статистических данных. Малый город Китаб сталкивается с экологическим кризисом (нехватка воды, отходы, сокращение зелёных зон), низкой плотностью и расползанием, изношенной городской инфраструктурой, отсутствием современного транспорта. Основной причиной отмечается слабое планирование, отсутствие актуального генплана, недостаток инвестиций. На современном этапе малые и средние города претерпевают аналогичные проблемы, описанные в городе Китаб. Еще одно исследование, которое рассматривает схожие с нашей статьей проблемы и различия развития городов внутри одного региона. Sergeyeva et al. (2025) **исследовали несколько городов Бухарской области (Республика Узбекистан).** На основе ГИС-морфометрии выделили четыре типа пространственного развития малых и средних городов: агломерационный рост (Бухара, Когон), умеренный компактный рост (Гиждуван, Ромитан и др.), фрагментированное развитие (Шафиркан, Газли) и стагнация (Караулбазар, Олот). Наиболее уязвимые города (Газли, Караулбазар) демонстрируют отток населения, имеют низкую связность и нуждаются в стратегии «умного сжатия». *Rahimjonov (2025) и Sergeyeva et al., (2025) подчёркивают доступность транспорта* (в том числе, наличие магистральной дорог и ж/д) как драйвера роста – развиваются города, расположенные в границах агломерации столицы или крупного центра, а изолированные от крупных магистралей или агломерации - стагнируют. Малые и средние города Кыргызстана претерпевают такое же развитие. Города, расположенные в Чуйской, Ошской и Джалал-Абадской агломерации развиваются более интенсивно, чем города расположенные на периферии этих же агломераций или в высокогорных территориях.

Исследование Makhmudova & Tursunov (2018) рассматривает современные тенденции урбанизации (такие как рост городов, миграция, инфраструктурные проблемы), с целью выявить ключевые вызовы урбанизации и предложить направления устойчивого развития. Работа является актуальным аналитическим обзором для специалистов в области градостроительства, государственного управления и экологии Авторы акцентировали свое исследование на измеряемых показателях урбанизации - темпах роста городского населения, изменения плотности, территориального роста городов. Применение количественного и сравнительного анализа статистических, демографических и социально-экономических данных международных организаций (ООН, Всемирного банка развития, Азиатского банка развития) и национальных статистических служб стран Центральной Азии (Казахстан, Кыргызстан, Таджикистан, Туркменистан, Узбекистан) показали основные проблемы урбанизации – перегруз инфраструктуры городов, экологические проблемы (загрязнение воздушного и водного бассейнов, почв), неравномерность социально-экономического развития (разрыв развития столицы и периферийных городов, влияние миграции и стихийные трущобы) и политические изменения (влияние на развитие в следствии смены столицы на примере Алматы и Астаны). Это исследование показывает общие, для всей Средней Азии, проблемы развития городов.

В противоположном, геополитическом аспекте представлено исследование Diener (2015). Он рассматривает города Центральной Азии (в основном столицы) как «лаборатории» стремительных политических, экономических и социальных изменений, происходивших на постсоветском пространстве с 1991 год по настоящее время. На современное городское пространство влияют советское прошлое и новый национальный суверенитет, что отражается в смене символов государства, стремление переименовать

названия улиц, создание новых памятников и т.п. А также, рассматривает урбанизационное развитие сквозь призму геополитических проектов в регионе (Новый шелковый путь) и влияние транспортных коридоров на развитие или наоборот, маргинализацию городов региона.

Еще одно исследование по Средней Азии имеет значение в аспекте сравнения развития урбанизации в странах. *Turemuratov et al. (2024)* провели количественный и качественный анализ тенденций урбанизации в странах Центральной Азии (Казахстан, Кыргызстан, Таджикистан, Туркменистан, Узбекистан) с 2010 по 2022 год. Фокус исследования показывает два аспекта роста: экстенсивный рост (физическое расширение городских территорий) и интенсивный рост (быстрое увеличение населения в городских агломерациях). Исследование показало сложную взаимосвязь между ВВП и урбанизацией, но само по себе не объясняет полностью модель урбанизации в регионе.

Все, вышеупомянутые ученые, сходятся в следующем: постсоциалистическое развитие привело к расползанию городов в пространстве из-за увеличения численности населения, к отсутствию или слабому развитию сферы услуг, транспортной обслуженности, к снижению экологического баланса в городе и пригороде вследствие неравномерного и неэффективного землепользования, к неравномерности социально-экономического развития и т.д. Более интенсивное развитие имеют города, расположенные в границах крупных агломераций, а периферийные отстают в развитии. Результаты исследования малых и средних городов Кыргызстана показали аналогичную картину.

Существенное значение в условиях современного урбанизационного развития приобретает повышение устойчивости и инклюзивности городской среды, что предполагает развитие общественного транспорта, модернизацию инженерной инфраструктуры, расширение сети общественных пространств и обеспечение более равномерного доступа населения к социальным и коммунальным услугам. В долгосрочной перспективе наиболее эффективной моделью пространственного развития Кыргызстана может стать формирование сети взаимосвязанных полицентрических городов, объединенных транспортными, экономическими и инфраструктурными коридорами. Такая модель позволит снизить существующий дисбаланс между Бишкекской агломерацией и периферийными территориями, повысить связанность регионов и стимулировать более равномерное социально-экономическое развитие страны.

Для большинства малых и средних городов ключевым направлением дальнейшей трансформации становится переход от монофункциональной модели к смешанной пространственной структуре с усилением сервисных, логистических, туристических и образовательных функций, обеспечивающих повышение устойчивости городской системы и качества городской среды.

Заключение

Проведенный анализ развития малых и средних городов Кыргызской Республики позволил достичь поставленной цели – разработать теоретические основы пространственно-территориальной организации и трансформации малых и средних городов Кыргызстана в контексте устойчивой, инклюзивной и резильентной урбанизации. А также, в ходе исследования были систематизированы и обобщены современные международные подходы к пространственно-территориальному развитию городов и адаптировать к условиям Кыргызстана.

Исследование показало, что пространственная структура малых и средних городов унаследована с советской модели, сформированной на моноцентричности и функциональности, основанной на базе одного производства или административного центра. Такого рода организация ограничивает формирование полицентрической структуры и

пространственной гибкости городов, влияет на устойчивость городской среды, вызывает экономическую зависимость от местных отраслей. При этом, выявлено, что наиболее высокий потенциал пространственных изменений показывают города, расположенные в границах агломераций (Бишкек, Ош), имеющие транспортно-логистические связи и развивающие туризм (Кант, Кара-Балта, Токмок, Каракол, Кара-Суу и Шопоков. Эти города, сформированные как производственно-административные центры, расширяют сервисные функции и имеют более высокая интеграцию в региональные экономические связи.

На пространственную организацию малых и средних городов значительное влияние оказывают природно-рельефные условия, транспортная доступность, исторические особенности формирования и уровень экономического развития. Исследование показало, что большинство малых городов имеют ограниченную транспортную доступность, расположены в территориальном тупике и слабым развитием общественного транспорта, что влияет на их устойчивость и инвестиционную привлекательность. Все это влияет также на экологический каркас, снижая его устойчивость, вызывает деградации зеленых территорий, отражается в нарушении экологических коридоров и увеличении экологических рисков в промышленных моногородах.

Проведенный анализ позволил определить основные направления дальнейшей пространственно-территориальной трансформации малых и средних городов Кыргызстана. В качестве приоритетов рассматриваются переход к более компактной и полицентрической организации городской среды, снижение зависимости городов от одной отрасли экономики (расширение градообразующей базы), модернизация инженерно-транспортной инфраструктуры, а также усиление роли экологического каркаса в структуре городского развития. Важное значение приобретает формирование многофункциональной городской среды с более доступными общественными пространствами, развитой сферой услуг и сбалансированным распределением городских функций. Одновременно возрастает роль взаимосвязи между городами, особенно в контексте их включения в региональные и международные транспортно-экономические маршруты, что способствует усилению территориальной связанности и повышению устойчивости системы расселения страны.

Дальнейшие исследования планируется направить на более глубокое использование GIS-технологий и пространственного моделирования для анализа процессов городской трансформации. Перспективным направлением также является разработка дифференцированных моделей устойчивого развития для различных типов малых и средних городов Кыргызстана с учетом их природных, экономических и демографических особенностей. Особую актуальность приобретает изучение влияния климатических изменений на городскую среду, а также исследование агломерационных процессов, межгородских связей и механизмов интеграции городов Кыргызстана в единую пространственную систему Центральной Азии.

Список литературы

- [1] ADB (Asian Development Bank). (2014). The Kyrgyz Republic: Urban sector assessment, strategy, and road map. Asian Development Bank.
- [2] ADB (Asian Development Bank). (2020). Livable cities in Central Asia: Regional approaches to urban development. Asian Development Bank.
- [3] Arvin, M. and Poor Ahmad, A. (2021). Theoretical Explanation of Polycentric Compact City Structure to Create a Sustainable Urban form. *Geography and Territorial Spatial Arrangement*, 11(41), 253-286. doi: 10.22111/gaij.2021.6660
- [4] Batty, M. (2013). *The New Science of Cities*. Cambridge, MA: MIT Press.
- [5] Bibri, S. E., Krogstie, J., & Kärrholm, M. (2020). Compact city planning and development: Emerging practices and strategies for achieving the goals of sustainability. *Developments in the Built Environment*, 4, 100021.

- [6] Burgess, E. W. (1925). The growth of the city: An introduction to a research project. In R. E. Park et al. (Eds.), *The City*. University of Chicago Press.
- [7] Calthorpe, Peter (1993). *The Next American Metropolis: Ecology, Community, and the American Dream*. New York: Princeton Architectural Press. ISBN 9781878271686
- [8] Cervero, R., & Kockelman, K. (1997). Travel demand and the 3Ds: Density, diversity, and design. *Transportation Research Part D*, 2(3), 199–219.
- [9] Christaller, W. (1933). *Central places in Southern Germany*. Prentice Hall.
- [10] Clark, J. (2020). *Uneven Innovation: The Work of Smart Cities*. New York, Columbia University Press. ISBN-978-0231184977. DOI:10.1080/07352166.2020.1820770
- [11] Dehghani, A. (2022). Compact development policy and urban resilience. *Sustainability*, 14(19), 11798.
- [12] Diener, A. (2018). *The City As Power: Urban Space, Place, and National Identity*. Rowman & Littlefield Pub Inc. [9781538118252]
- [13] ESG Central Asia. (2023). *Improving the efficiency of waste collection and recycling systems in the Kyrgyz Republic – WasteNet.KG (Phase 2): Project report (November 2022 – April 2023)*. Prepared with support of The Coca-Cola Foundation. Bishkek, Kyrgyz Republic.
- [14] Gehl, J. (2010). *Cities for People*. Washington, DC: Island Press.
- [15] Gentile, M., & Sjöberg, Ö. (2010). *Spaces of priority: The geography of urban transformation in post-Soviet cities*. *Annals of the Association of American Geographers*, 100(3), 701–720.
- [16] Hirt, S. 2015. Planning during Post-socialism. *International Encyclopedia of Social and Behavioral Sciences* (2nd Edition), Vol. 18, pp. 187–192. London: Elsevier.
- [17] Jacobs, J. (1961). *The Death and Life of Great American Cities*. New York: Random House. pp. 143–151
- [18] Jenks, M., Burton, E., & Williams, K. (1996). *The Compact City: A Sustainable Urban Form?*. London: E & FN Spon.
- [19] Khodabandeh, Ali & Shahabi Shahmiri, Mojtaba. (2025). *From Theory to Practice: Mapping Polycentricity in Urban and Regional Studies*. EJSD. 22. 65-97. 10.5281/zenodo.17514188.
- [20] Kreuzberg, E. (2023). *Characterizing urban changes in post-Soviet Central Asian cities through urban morphology: A case study of Tashkent, Uzbekistan, and Almaty, Kazakhstan (GIRS-2024-20)* [Master's thesis, Wageningen University and Research]. Groen Kennisnet.
- [21] Mahanov, K., (2023) Soviet and post-soviet transformations of urban system: case of Kazakhstan from 1979 to 2022. *Eurasian research journal*, Vol. 5, No. 1, pp. 43-58. ISSN 2519-2442. DOI : <https://doi.org/10.53277/2519-2442-2023.1-03>
- [22] Makhmudova, M., & Tursunov, A. (2018). Urbanization processes in Central Asia: Trends and challenges. *E3S Web of Conferences*, 33, 01041.
- [23] Meijers, E. (2008). Measuring polycentricity and its promises. *European Planning Studies*, 16(9), pp.1313–1323.
- [24] Moreno, C., Allam, Z., Chabaud, D., Gall, C., & Pratlong, F. (2021). Introducing the “15-Minute City”: Sustainability, resilience and place identity in future post-pandemic cities. *Smart Cities*, 4(1), 93–111.
- [25] Pozoukidou, G., & Chatziyiannaki, Z. (2021). 15-Minute City: Decomposing the New Urban Planning Eutopia. *Sustainability*, 13(2), 928. <https://doi.org/10.3390/su13020928>
- [26] Rahimjonov Sh A. (2025). *Urban planning conditions and territorial challenges in kitob city [Data set]*. In *Latin American Journal of Education* (Vol. 5, Number 06, pp. 249–256). Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.17634673>
- [27] Sandu, A. (2024). The post-socialist cities from Central and Eastern Europe: Between spatial growth and demographic decline. *Urban Studies*, Volume 61, Issue 5, Pages 821 – 837. <https://doi.org/10.1177/00420980231189261>
- [28] Sergeyeva, A., Dan'Shin, A., Akbar, I., Usmonov A., and Ergashev, A. (2025). Urbanization and Spatial Transformation of Cities in the Bukhara Region in Uzbekistan. *Chinese Journal of Urban and Environmental Studies*, 13(3): 2550017-1 to 2550017-24.

- [29] Sýkora, L. (2015) Cities Under Postsocialism. Editor(s): James D. Wright. International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences (Second Edition). Elsevier. Pages 605-611. ISBN 9780080970875. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-097086-8.74030-X>.
- [30] Sýkora, L. and Stanilov, K. (2014). The Challenge of Postsocialist Suburbanization. In *Confronting Suburbanization* (eds K. Stanilov and L. Sýkora). <https://doi.org/10.1002/9781118295861.ch1>
- [31] Turemuratov, O., Byulegenova, B., Pogodin, S., Onuchko, M., Nurtazina, R. (2024). *Urbanization Trends in Central Asian Countries: Aspects of Extensive and Intensive Agglomeration Growth. Public Organization Review, Springer, vol. 24(3), pages 963-986. DOI: 10.1007/s11115-024-00766-0*
- [32] Tsenkova, S. (2009). Housing reforms and urban restructuring in post-socialist Europe and Central Asia. *Urban Research & Practice*, 2(1), 29–44.
- [33] Tsenkova, S. (2014). *Housing policy and urban development in the countries of Central Asia*. United Nations Economic Commission for Europe (UNECE)
- [34] UNDP. (2025). *Urban Resilience in Central Asia: City Risk Profiles* United Nations Development Programme. <https://www.undp.org/eurasia/publications/urban-resilience-central-asia-city-risk-profiles>
- [35] United Nations. (2017). *New Urban Agenda*. United Nations Human Settlements Programme (UN-Habitat). <https://habitat3.org/wp-content/uploads/NUA-English.pdf>
- [36] United Nations, Asian Development Bank, & United Nations Development Programme. (2026). *Inclusive urban futures: From inequality to opportunity*. United Nations, Asian Development Bank, United Nations Development Programme. <https://doi.org/10.22617/SPR260040-2>
- [37] UN-Habitat. (2019). *Kyrgyzstan: National urban policy review*. United Nations Human Settlements Programme.
- [38] UN-Habitat. (2020). *World Cities Report 2020: The Value of Sustainable Urbanization*. Nairobi: United Nations.
- [39] Wang, M., Zhao, J., Zhang, D. et al. (2025). Assessing urban vitality in high-density cities: a spatial accessibility approach using POI reviews and residential data. *Humanit Soc Sci Commun* 12, 1119. <https://doi.org/10.1057/s41599-025-05459-7>
- [40] World Bank. (2017). Kyrgyz Republic: Systematic country diagnostic. World Bank.
- [41] World Bank. (2021). Urbanization review of Central Asia: From transition to transformation. World Bank.
- [42] Ye, Y., Wang, C., Zhang, Y., Wu, K., Wu, Q., & Su, Y. (2018). Low-Carbon Transportation Oriented Urban Spatial Structure: Theory, Model and Case Study. *Sustainability*, 10(1), 19. <https://doi.org/10.3390/su10010019>
- [43] Омурканова А.К., Усенов С.Дж. Особенности градостроительного проектирования в кыргызстане: международный опыт и отечественные реалии./ Известия КГТУ имени И.Раззакова. - 2023. - №4 (68). -стр.1657 -1665.
- [44] Кенешов Т.С., Синьйой Чэнь, Омурканова А.К. Теоретические подходы
- [45] градостроительному развитию прилегающей территории университета
- [46] информационных технологий города Гуйлинь/ Известия КГТУ имени И.Раззакова. – 2025 №2(74). – стр.334 - 339.
- [47] Кенешов Т. С., Абдуллаев А.Р. Теоретические основы регулятивных принципов и
- [48] норм в градостроительной деятельности./ Известия КГТУ имени И.Раззакова. – 2025. №4 (76). – стр. 961 – 966.
- [49] Кенешов Т. С., Абдуллаев А.Р., Омурканова А.К. Исследование взаимосвязи регулятивных принципов и правовых норм в градостроительстве Кыргызстана / Известия КГТУ имени И.Раззакова. - 2025. №4 (76). – стр.967 – 973.

УДК: 712.25:711.4:504.06(575.2)

Сатенов А.¹, Кенешов Т.С.², Акималиев И.³ Омурканова А.⁴, Сасыкеев У.⁵

И. Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек Кыргыз Республикасы
КГТУ им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика

**Aibek Satenov, Tolobai Keneshov, Islam Akimaliev, Aizaada Omurkanova
Ulan Sasykeev**

I.Razzakov KSTU, Bishkek, Kyrgyz Republic

<https://orcid.org/0009-0001-0100-1166>¹

<https://orcid.org/0009-0004-8047-0666>²

<https://orcid.org/0009-0003-2625-7939>³

<https://orcid.org/0000-0001-9201-188X>⁴

<https://orcid.org/0009-0002-4327-4952>⁵

a.satenov@kstu.kg

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ОРГАНИЗАЦИЮ ПАРКОВ И РЕКРЕАЦИОННЫХ ЗОН ГОРОДА БИШКЕК

БИШКЕК ШААРЫНЫН ПАРКТАРЫН ЖАНА РЕКРЕАЦИЯЛЫК ЗОНАЛАРЫН УЮШТУРУУГА ШААР КУРУУ-ЭКОЛОГИЯЛЫК ФАКТОРЛОРДУН ТААСИРИН ТАЛДОО

ANALYSIS OF THE IMPACT OF URBAN PLANNING AND ENVIRONMENTAL FACTORS ON THE ORGANIZATION OF PARKS AND RECREATIONAL ZONES IN BISHKEK

Бул теманын актуалдуулугу урбанизация деңгээли, тыгыз өнүгүү, глобалдык жана жергиликтүү климаттын өзгөрүшү, ошондой эле айлана-чөйрөнүн булганышынын көбөйүшү жана Кыргыз Республикасынын борборундагы табигый ландшафттардын деградациясы менен аныкталат. Бул изилдөөнүн максаты - объективдүү чындыктарды аныктоо жана шаар куруу жана экологиялык факторлордун Бишкектин жана анын шаар четиндеги эс алуу аймактарынын "жашыл алкагынын" туруктуу иштешине жана келечектеги өнүгүшүнө тийгизген таасирин түшүнүү. Бул максатта тарыхый ретроспективдүү анализ, фактордук декомпозиция, эволюциялык өнүгүү жана мейкиндик-убакыттык ГИС анализи ыкмалары колдонулган. Макалада шаар куруу жана Бишкектин парк жана эс алуу аймактары системасынын иштешин жана өнүгүшүн аныктоочу экологиялык факторлорду комплекстүү талдоонун жыйынтыктары келтирилген. Мейкиндик-убакыттык ГИС анализин, тарыхый ретроспективдүү салыштырууну жана сапаттык фактордук декомпозиция ыкмаларын колдонуу бизге шаардын өнүгүшүнүн үч тарыхый мезгилинде жашыл мейкиндиктердин эволюциясын байкоого мүмкүндүк берди: революцияга чейинки (туулган), советтик (пландуу өнүгүү) жана заманбап тарых (инфраструктуранын фрагментациясы). Изилдөөдө башаламан урбанизация процесстеринин, климаттык тенденциялардын (мисалы, кургакчылык жана жылуулук аралынын эффектиси), инвестициялык саясаттын жана улуттук мыйзам чыгаруу базасынын шаардык жашыл инфраструктураны түзүүгө өз ара таасири кеңири каралат. Шаардын борбордук райондору менен четки турак жай аймактарынын ортосундагы жашыл мейкиндиктерди камсыз кылуудагы айырмачылыктар аныкталат. Алынган маалыматтардын негизинде бирдиктүү жашыл алкакты түзүү боюнча концептуалдык мамилелер жана инновациялык сунуштар сунушталат, анын ичинде туруктуу

ландшафттык комплекстерди киргизүү, жергиликтүү кургакчылыкка туруктуу түрлөрдү колдонуу менен ксероландшафттык дизайнга өтүү, тик жана чатырдагы жашылдандырууларды өнүктүрүү жана жашыл мейкиндиктерди мониторинг жүргүзүү жана башкаруу үчүн санариптик технологияларды (электрондук карталар) колдонуу. Авторлор түзүлгөн тарыхый парктарды калыбына келтирүү жана жаңыдан өнүккөн аймактарда жаңы эс алуу зоналарын түзүү боюнча конкреттүү сунуштарды иштеп чыгышкан, анын ичинде шаардык инфраструктуранын туруктуу иштешин камсыз кылуу үчүн өкмөт менен жарандык коомдун ортосундагы кызматташтыкты күчөтүү. Авторлор тургундардын жашоо сапатын жана борбордун жана Бишкек агломерациясынын экологиялык коопсуздугун жакшыртуу үчүн зарыл шарт катары биологиялык ар түрдүүлүктү сактоо принциптерин жана жашыл мейкиндиктерди долбоорлоого социалдык жактан инклюзивдүү мамилени ишке ашыруу зарылдыгын негиздешет.

Ачкыч сөздөр: жашыл алкак; шаар куруу; туруктуу урбанизация; ксероландшафт; санариптик мониторинг; айлана-чөйрөгө адаптация.

Актуальность темы обусловлена уровнем урбанизации, уплотнением застройки, глобальными и локальными изменениями климата, а также ростом загрязнения окружающей среды и деградацией природных ландшафтов столицы Кыргызской Республики. Целью настоящей работы является определение объективных истин и понимание влияния градостроительно-экологических факторов, а также на устойчивое функционирование и перспективного формирования «зелёного каркаса» г. Бишкек и пригородных рекреационных зон столицы. Для этого применены методы исторического ретроспективного анализа, факторной декомпозиции, эволюционного развития и пространственного временного ГИС-анализа. В статье представлены результаты комплексного анализа градостроительно-экологических факторов, определяющих функционирование и развитие системы парков и рекреационных зон города Бишкека. Применение методов пространственно-временного ГИС-анализа, исторического ретроспективного сравнения и качественной факторной декомпозиции позволили проследить эволюцию зелёных зон на трёх исторических периодах развития города: дореволюционного (зарождение), советского (плановое развитие) и периода новейшей истории (фрагментация инфраструктуры). В работе детально рассмотрено взаимное влияние процессов «хаотичной» урбанизации, климатических трендов (таких как аридизация и эффект теплового острова), инвестиционной политики и законодательной базы в стране на формирование городской зелёной инфраструктуры. Выявлены диспропорции в обеспеченности озеленением между центральными районами и периферийными жилыми массивами города. На основе полученных данных предложены концептуальные подходы и инновационные предложения по формированию единого зелёного каркаса, включая внедрение устойчивых ландшафтных комплексов, переход к ксероландшафтному дизайну с использованием местных засухоустойчивых пород, развитие вертикального и кровельного озеленения, а также использование цифровых технологий (электронных карт) для мониторинга и управления зелёными территориями. Авторами сформулированы конкретные предложения по восстановлению сложившихся исторических парков и созданию новых рекреационных зон в районах новой застройки, включая активизацию взаимодействия властной структуры и гражданского общества для устойчивого функционирования городской инфраструктуры. Обоснована необходимость внедрения принципов сохранения биоразнообразия и социально-инклюзивного подхода к проектированию зелёных пространств как условия повышения качества жизни горожан и экологической безопасности столичного города и Бишкекской агломерации.

Ключевые слова: зелёный каркас; градостроительное планирование; устойчивая урбанизация; ксероландшафт; цифровой мониторинг; экологическая адаптация

The relevance of this topic is determined by the level of urbanization, dense development, global and local climate change, as well as increasing environmental pollution and the degradation of natural landscapes in the capital of the Kyrgyz Republic. The purpose of this study is to identify objective truths and understand the impact of urban planning and environmental factors on the sustainable functioning and future development of the "green framework" of Bishkek and its suburban recreational areas. To this end, methods of historical retrospective analysis, factor decomposition, evolutionary development, and spatial-temporal GIS analysis were applied. The article presents the results of a comprehensive analysis of urban planning and environmental factors determining the functioning and development of Bishkek's park and recreational area system. The use of spatiotemporal GIS analysis, historical retrospective comparison, and qualitative factor decomposition methods allowed us to trace the evolution of green spaces across three historical periods of the city's development: pre-revolutionary (birth), Soviet (planned development), and modern history (infrastructure fragmentation). The study examines in detail the mutual influence of chaotic urbanization processes, climate trends (such as aridization and the heat island effect), investment policy, and the national legislative framework on the formation of urban green infrastructure. Disparities in the provision of green space between the city's central districts and peripheral residential areas are revealed. Based on the data obtained, conceptual approaches and innovative proposals for creating a unified green framework are proposed, including the introduction of sustainable landscape complexes, a transition to xerolandscape design using local drought-resistant species, the development of vertical and rooftop greenery, and the use of digital technologies (electronic maps) for monitoring and managing green spaces. The authors formulated specific proposals for the restoration of established historical parks and the creation of new recreational areas in newly developed areas, including enhanced collaboration between government and civil society to ensure the sustainable functioning of urban infrastructure. The authors substantiate the need to implement biodiversity conservation principles and a socially inclusive approach to green space design as a prerequisite for improving the quality of life for residents and the environmental safety of the capital and the Bishkek agglomeration.

Key words: green frame, urban planning, recreational zones, sustainable urbanization, xeriscaping, digital monitoring, GIS analysis, environmental adaptation.

Введение

Градостроительно-экологическая ситуация в Бишкеке – столице Кыргызской Республики – претерпевает интенсивные изменения. Данный процесс взаимосвязан с общим демографическим ростом в стране. Территория Бишкека была расширена со 183 км² до 410 км² за счет включения в городскую черту ряда пригородных населённых пунктов вместе с их постоянным населением. В результате численность жителей столицы к настоящему времени составляет 1 234 000 человек. Административный центр страны формируется за пределами исторически сложившегося ядра и смещается в юго-западную часть города – вдоль проспекта Чынгыза Айтматова и (или) улицы Выставочной. В той же городской зоне ведется строительство крупных спортивных сооружений. Одновременно интенсивно застраивается южная часть города, прилегающая к горным прилавкам. При этом участки, которые в двух последних генеральных планах города были отнесены к зелёным зонам общегородского пользования, в настоящее время вовлекаются в многоэтажную жилую застройку с формированием крупных жилых комплексов. Актуальным фактором является – частота посещения парков и расстояния до них, рассмотренные в работе R. Sabyrbekov *et al.* (2020). Анализ готовности платить за доступ к городским зелёным пространствам и фактора близости к природе в условиях развивающейся страны был проведен на примере Бишкека. Южная зелёная зона города функционально и ландшафтно связана с крупными ущельями Ала-Арча и Аламедина, по которым протекают одноимённые реки.

Сложившаяся градостроительная ситуация усугубляет экологические проблемы не только в столице, но и в пределах всей Бишкекской агломерации. Интенсивные градостроительные преобразования оказывают заметное негативное влияние на состояние окружающей среды, приводя к ухудшению ключевых индикаторов как в городской, так и в пригородной зоне. Данный тезис подтвержден исследованием А.М. Nasirdinova & A. Azizbek kyzy (2022), базирующимся на международных критериях устойчивого городского развития. В их числе – показатели компактности городской структуры, уровень смешанного землепользования, приоритетность общественного транспорта в системе городской мобильности, развитие линейных зелёных коридоров, энергоэффективность строительства. Комплексное внедрение данных принципов и инструментов способно создать условия для оптимизации экологических показателей и существенного улучшения качества городской среды в Бишкеке.

Наблюдается устойчивая тенденция освоения территорий, зарезервированных Генеральным планом г. Бишкека (Government of the Kyrgyz Republic, 2006) под зелёные зоны общего пользования, для строительства жилых комплексов и коммерческих объектов. Подобная трансформация землепользования в проектных обоснованиях нередко маскируется формальными стратегиями «адаптации» к новым реалиям (включая последствия локдаунов) и климатическим рискам (Isaev *et al.*, 2022). При этом вводимые градостроительные параметры устойчивости зачастую носят декларативный характер. Вместе с тем, реальные меры по митигации (предотвращению и смягчению) климатических изменений, направленные на снижение негативного антропогенного воздействия, остаются слабо проработанными. В частности, мероприятия по декарбонизации и сокращению выбросов CO₂ в новых районах застройки реализуются на недостаточном уровне.

Количество автомобилей индивидуального пользования увеличивается пропорционально росту численности населения столицы. По данным социологических опросов, восприятие условий городской среды обитания жителями Бишкека с точки зрения здоровья и качества жизни, помимо значимости характеристик места проживания, в существенной степени связано с транспортной доступностью, уровнем безопасности, а также рядом иных субъективных оценок (Abdygulova, 2023). В этих условиях общий парк легковых автомобилей, а также объёмы транзитного грузового автотранспорта демонстрируют устойчивую тенденцию к росту: из года в год показатели увеличиваются по сравнению с предыдущими периодами.

Данные процессы ведут к снижению качества атмосферного воздуха и, в более широком контексте, катализируют локальные климатические изменения на территории Бишкека и его пригородной зоны. В работе Z. Koshueva, & A. Zhumabaeva (2024) шла речь о том, что на современном этапе урбанизации в Кыргызской Республике экологическая проблематика также неразрывно связана с загрязнением водных ресурсов и почв, а также с высоким уровнем шумового загрязнения на территориях, прилегающих к автомагистралям.

Одновременно критической проблемой, угрожающей устойчивости и стабильности функционирования столицы, становится деградация существующих зелёных зон: парков, внутриквартальных скверов, уличного озеленения, пойм рек, ирригационных каналов и озёр.

Объектом научного исследования выступают столица Кыргызской Республики – город Бишкек – и прилегающая пригородная зона, характеризующаяся специфическими природно-климатическими условиями. Предмет анализа – рекреационные территории, система парков и зелёная планировочная структура Бишкека.

Для проведения научного анализа градостроительных и экологических факторов, а также ключевых компонентов городской среды, помимо данных мониторинга, необходимы современные цифровые инструменты работы с пространственными данными. В первую очередь речь идёт об электронной карте города, выступающей основой градостроительного кадастра и сформированной на базе дежурного плана г. Бишкека. Подобный инструмент, как

отмечается в исследовании Z. Sadriddin *et al.* (2023), является международно признанным стандартом для системного анализа и управления развитием города.

Материалы и методы

Методология исследования связана с темой научной статьи – анализом особенностей градостроительно-экологических факторов, влияющих на формирование парков и рекреационных зон г. Бишкек в современных условиях. Исходным методом данного научного исследования, по классической схеме территориального анализа выполнен библиографический обзор, состоящий с подбора источников, изучения анализа состояния проблемы, критическая оценка и академической основы источников исследования, в том числе фундаментальных научных трудов, научных статей, аналитических теоретических отчётов отдельных тематических направлений и других работ на актуальных источниках информации.

Основным из методов использована градостроительный анализ, поскольку связана с территориально-пространственной организацией «зелёного каркаса» - парков, зелёных массивов общего пользования г. Бишкек и пригородной рекреационной зоны столицы.

Применённый научный метод, связанный с историко-ретроспективным анализом позволило проведение сравнительно-исторических сопоставлений основных этапов формирования. Также процесс трансформации «зелёного каркаса» г. Бишкек, с выявлением основных связей прошедших градостроительных изменений и развитие города. Поскольку начиная с первого генерального плана г. Бишкек (исторически Пишпек, затем Фрунзе) по городу предлагались зелёные зоны не только в центральной зоне и пригородных территориях зелёные зоны общего пользования города.

Использование метода качественной факторной декомпозиции связан с структурированием анализа позволяющей определение основных факторов влияния, которое позволило выделить состоящих из: - процесса и уровня урбанизации; - факторов климатического изменения в городе и Бишкекской агломерации; - приоритетов инвестиционно-строительных условий и взаимосвязанность процессов формирования; - социально-культурных аспектов, являющие основной общественной потребностью в городе. Этот научный метод связан с междисциплинарными знаниями тесно взаимосвязанных с градостроительной деятельностью функционирования и развитие города.

Научно-теоретические подходы к градостроительному планированию рекреационных зон базируются на принципах устойчивого развития, экологического зонирования и пространственной инклюзивности. Одной из фундаментальных стратегий выступает концепция «зелёного каркаса», ориентированная на создание сети взаимосвязанных озеленённых пространств и непрерывных экологических коридоров. Данная структура способствует оптимизации микроклимата, сохранению городского биоразнообразия и общей экологической устойчивости среды.

Результаты и Обсуждение

Проведённый анализ показывает, что к ключевым факторам трансформации городской среды относятся: темпы урбанизации и характер жилищного строительства; климатические изменения и экологическая деградация; инвестиционно-строительные приоритеты развития; 4) государственная политика, законодательство и общественные инициативы в сфере озеленения. Предметом настоящего исследования выступают механизмы влияния указанных факторов на городскую среду, а также оценка их вклада в формирование текущей градостроительной и экологической ситуации. Целью было выявление и количественная оценка влияния градостроительно-экологических факторов на формирование, трансформацию и эффективность функционирования системы парков и рекреационных зон г. Бишкека, а также разработка научно обоснованных направлений её устойчивого развития в условиях ускоренной урбанизации и *климатических* изменений.

При анализе градостроительной ситуации и материалов исполнительных органов, выявлено отсутствие системы постоянного экологического мониторинга на территории Бишкека. Фактически инструментальные наблюдения обеспечиваются ограниченным количеством пунктов. Одна из метеорологических станций функционирует в западной части города (район пересечения ул. Луцких и Садыгалиева), охватывая зону порядка 20-25 км в меридиональном и широтном направлениях. Вторая станция, ранее обслуживавшая старый аэропорт и расположенная в юго-западной части города, была перенесена на территорию международного аэропорта «Манас», т.е. удалена более чем на 30 км к северу от городской черты, что снижает репрезентативность её данных для городской среды.

Сложившаяся конфигурация наблюдательной сети ставит под сомнение репрезентативность и достоверность инструментальных измерений параметров качества воздуха и ветрового режима, используемых при градостроительном обосновании решений. В частности, в ряде проектных материалов традиционно фиксируются господствующие направления ветра в северо-западном секторе (Рис. 1), однако при отсутствии регулярного мониторинга подтверждение таких характеристик оказывается методологически уязвимым. В условиях дефицита систематических климатоэкологических наблюдений затрудняется и корректная идентификация основных источников загрязнения (Dzushupov *et al.*, 2022), а следовательно – объективная оценка состояния атмосферного воздуха в столице Кыргызской Республики.

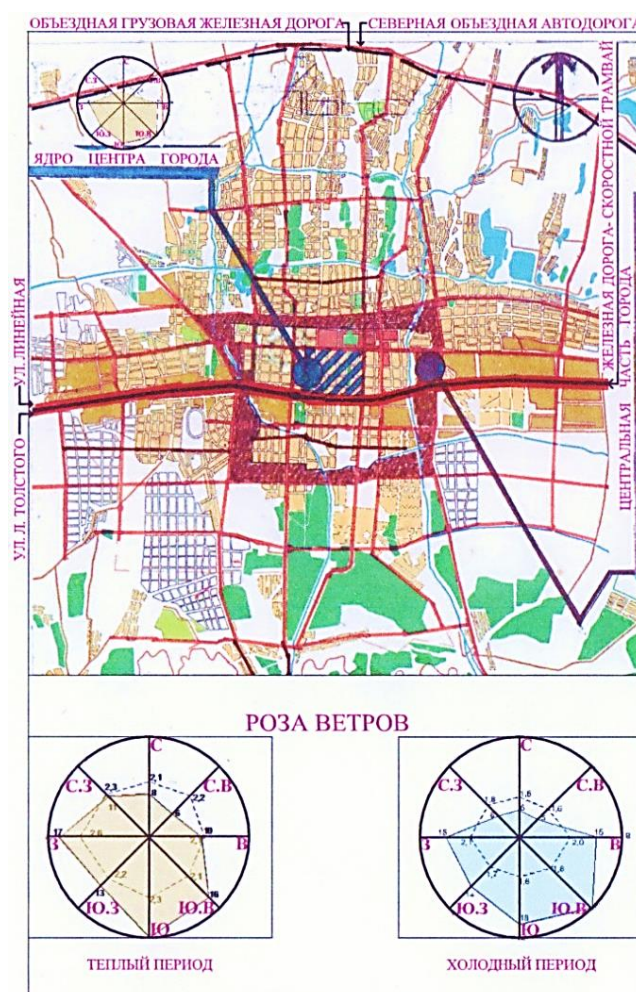


Рисунок 1 - Схема Генплана г. Бишкек с отображением розы ветров для теплого и холодного периодов.

Источник: создано авторами

Отсутствие постоянного мониторинга наблюдается и в отношении водных ресурсов: рек Ала-Арча и Аламедин, имеющих меридиональное направление, и сети оросительных каналов, питаемых рекой Чу, которые формируют широтный каркас города. Указанные водные объекты функционально связаны с поливом городских зелёных насаждений: в советский период, на основе результатов научных исследований и регламентов эксплуатации, они использовались для обеспечения своевременного системного орошения озеленённых территорий.

Отсутствие системного мониторинга гидрологического режима и технического состояния в настоящее время регулирующих сооружений (водохранилища и бассейнов суточного регулирования в ущельях Ала-Арча и Аламедин) приводит к ситуативному характеру водопользования. Распределение ресурсов осуществляется исходя из текущего наличия воды, без долгосрочного прогнозирования и возможности оперативного регулирования режимов подачи. Дефицит поливной воды в вегетационный период обусловил усыхание значительной части древесных насаждений, высаженных 50 лет назад (в советский период), особенно в южной части города и на прилегающих возвышенностях (адырах) Байтик и Бозболтек. Проблема усугубляется тем, что указанные территории в настоящее время активно осваиваются под застройку высотными жилыми комплексами, что дополнительно повышает антропогенную нагрузку на природно-экологический каркас (Ormukov *et al.*, 2023).

Принципы функционального зонирования обеспечивают рациональную дифференциацию территории парков на зоны активного и пассивного отдыха, заповедные природные участки, а также пространства для культурных и образовательных мероприятий. Это повышает полифункциональность и адаптивность рекреационных территорий, позволяя отвечать запросам различных социально-демографических групп и обеспечивать разнообразие сценариев использования в зависимости от времени суток и сезона. Историческое развитие зелёного каркаса Бишкека определялось сложным взаимодействием множества факторов – природных, социальных, экономических и политических.

Интенсивное развитие города – как демографическое, так и пространственное – оказывает непосредственное влияние на состояние зелёных насаждений, имеющее двойственный (амбивалентный) характер. С одной стороны, территориальное расширение создаёт предпосылки для формирования новых рекреационных пространств (расширение границ Фрунзе в 1960-1970-е гг. сопровождалось планомерным созданием парковых зон в новых жилых районах). С другой стороны, уплотнение существующей застройки, как правило, приводит к сокращению площади озеленения и фрагментации единого зелёного каркаса.

В дореволюционном Пишпекке умеренные темпы урбанизации позволяли зелёным насаждениям органично интегрироваться в формирующуюся планировочную структуру. Советский период характеризовался плановым подходом: жилищное строительство сопровождалось строгим соблюдением нормативных показателей озеленения (создание микрорайонных садов, скверов, озеленение улично-дорожной сети).

В современных условиях урбанизационное давление на зелёный фонд существенно возросло. Стремительный рост населения и уровня автомобилизации диктует потребность в транспортной инфраструктуре и парковочных пространствах, что обостряет конкуренцию за ограниченные земельные ресурсы. В сложившейся ситуации отсутствие баланса в системе «застройка-озеленение» создает реальную угрозу дальнейшего сокращения площади рекреационных зон и деградации экологического каркаса города.

Преодоление указанных рисков требует жёсткой интеграции озеленения в проекты городского развития. При планировании новых жилых массивов и реновации существующей застройки необходимо строгое соблюдение нормативных регламентов (обеспеченность зелёными насаждениями на душу населения, организация внутридворовых рекреационных зон, создание парков и скверов в шаговой доступности). Показательно, что в период

активного роста г. Фрунзе (1950-1980-е гг.) расширение жилищного фонда синхронизировалось с увеличением площади озеленённых территорий. Однако после 1991 года урбанизация приобрела преимущественно хаотичный характер: миграционный приток и дефицит жилья стимулировали неконтролируемое территориальное разрастание (экстенсивный рост) и уплотнение центра. Новое строительство часто велось методом точечной застройки за счёт изъятия рекреационных ресурсов сложившихся кварталов либо освоения периферии без создания сопутствующей зелёной инфраструктуры. Это привело к значительной деградации внутривороних пространств и ликвидации ряда локальных скверов (Bald Bishkek. Now and why..., 2022).

Глубина проблемы инфраструктурной деградации периферийных территорий подтверждается результатами масштабного социально-градостроительного исследования, проведённого М.Е. Ibraev & T.S. Keneshov (2020). В ходе работы был выполнен социологический опрос 1700 жителей пяти крупных жилых массивов индивидуальной застройки («Ак-Босого», «Калыс-Ордо», «Бакай-Ата», «Рухий-Мурас», «Арча-Бешик»). Полученные данные продемонстрировали критический разрыв в качестве городской среды между центром и «поясом новостроек». В частности, анализ инженерно-транспортной инфраструктуры жилого массива «Ак-Босого» выявил, что лишь 15% внутриквартальных дорог имеют асфальтовое покрытие, тогда как 72% приходится на гравийные и грунтовые дороги. Ситуация усугубляется отсутствием централизованных систем канализации и водоотведения, что создает перманентные санитарно-эпидемиологические риски для плотно заселенных территорий. Исследование также фиксирует высокий социальный запрос на изменение ситуации: жители называют «зеленый, освещенный и чистый район» одним из главных желаемых изменений, наряду с созданием рабочих мест и улучшением качества дорог. Текущее же состояние характеризуется стихийным формированием среды, лишенной архитектурного замысла и композиционной целостности, что ведет к регрессу планировочной структуры города в целом.

Изменение климата и процессы экологической деградации актуализируют необходимость анализа природно-климатических факторов, определяющих витальное состояние городской растительности. В Бишкеке за последние десятилетия фиксируются отчётливые проявления глобальных и локальных климатических трансформаций: повышение среднегодовых температур, аридизация климата (учащение летних засух) и понижение уровня грунтовых вод. В совокупности эти факторы провоцируют водный стресс у древесно-кустарниковой растительности и травяного покрова, что ведёт к увеличению усыхания насаждений, особенно при отсутствии регулярной ирригации. В условиях жаркого и засушливого вегетационного периода устойчивость зелёного каркаса напрямую зависит от системного искусственного орошения. Однако существующая ирригационная сеть столицы характеризуется высокой степенью физического износа, фрагментарностью охвата новых районов и технической неисправностью отдельных участков. Как следствие, значительная часть уличного озеленения испытывает острый дефицит влаги, что снижает иммунитет растений к вредителям и болезням (CentralAsia, 2023).

Экологическая деградация усугубляется снижением качества атмосферного воздуха: выхлопные газы, взвешенные частицы и выбросы от сжигания твёрдого топлива в частном секторе формируют высокую техногенную нагрузку на зелёные насаждения. Это приводит к аккумуляции поллютантов на листовой поверхности, угнетению (депрессии) фотосинтетической активности и росту заболеваемости древесных пород. В зимний период ситуация осложняется устойчивыми эпизодами смога, когда оседание аэрозолей и сажи на кронах усиливает стрессовое воздействие на растения.

Климатические трансформации неизбежно отражаются и на видовом составе городской дендрофлоры: ряд исторически сложившихся для Бишкека видов демонстрирует снижение жизнестойкости, тогда как засухоустойчивые (ксерофитные) породы показывают лучшую адаптивность. В этой связи городская система озеленения требует концептуальной

корректировки: перехода к ассортименту, менее требовательному к гидрологическому режиму, апробации климатоустойчивых интродуцентов и пересмотру проектных решений.

В перспективе планирование зелёной инфраструктуры должно базироваться на задачах нивелирования эффекта «городского теплового острова» через создание затеняющих пологих, формирование «островов прохлады» и увеличение доли крупномерных деревьев и водных объектов. Дополнительно необходимо предусматривать адаптационные меры к экстремальным погодным явлениям (штормовые ветры, ливни), что требует подбора ветроустойчивых пород и внедрения специальных агротехнических регламентов ухода.

Экономические приоритеты и коммерческие интересы, напрямую связанные с масштабами инвестиционной застройки, оказывают существенное влияние на сохранность зелёных территорий. В условиях плановой экономики СССР градостроительные решения принимались с учётом баланса общественных интересов, а парковые зоны обладали защищенным статусом. В постсоветский период земля приобрела статус рыночного товара (коммерциализация), что породило острые конфликты землепользования. Инвестиционно-привлекательные участки – как правило, расположенные в центре или в благоустроенных районах – стали объектом экспансии для частного девелопмента. В 2000-е годы в Бишкеке произошел ряд резонансных случаев отчуждения парковых земель под строительство коммерческой недвижимости и жилья. В частности, в центральной части города фрагмент озеленённого пространства в районе площади Победы был застроен торговым центром «Red Centre», а на территории Театрального парка отмечается появление капитальных объектов офисного и торгового назначения, а также предприятий общественного питания (Рис. 2). Каждый подобный прецедент сопровождался общественным резонансом и протестной активностью. Тем не менее, несовершенство правовой базы в первые годы независимости способствовало безвозвратной утрате значительной части локальных рекреационных зон.

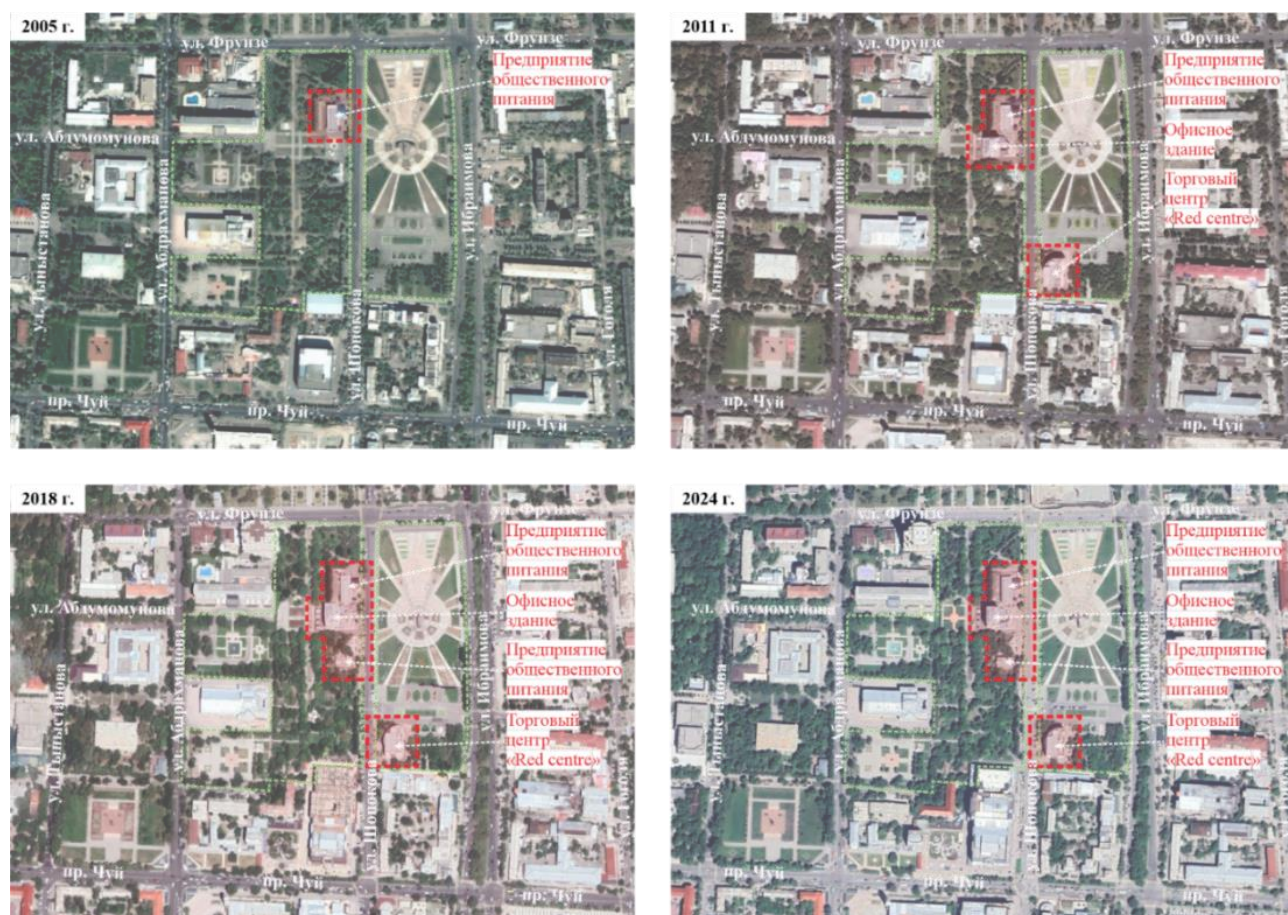


Рисунок 2 - Карта, показывающая пространственные и временные изменения зелёных зон в центральной части Бишкека

Инвестиционно-строительная активность в последние годы стимулировала уплотнение жилых кварталов: застройщики, нацеленные на максимизацию коммерческой отдачи, часто минимизировали площади под озеленение, возводя здания предельной этажности. Это особенно заметно в центре города, где дворы новых комплексов практически лишены насаждений, а значительная часть территории занята открытыми автостоянками (Рис. 3).

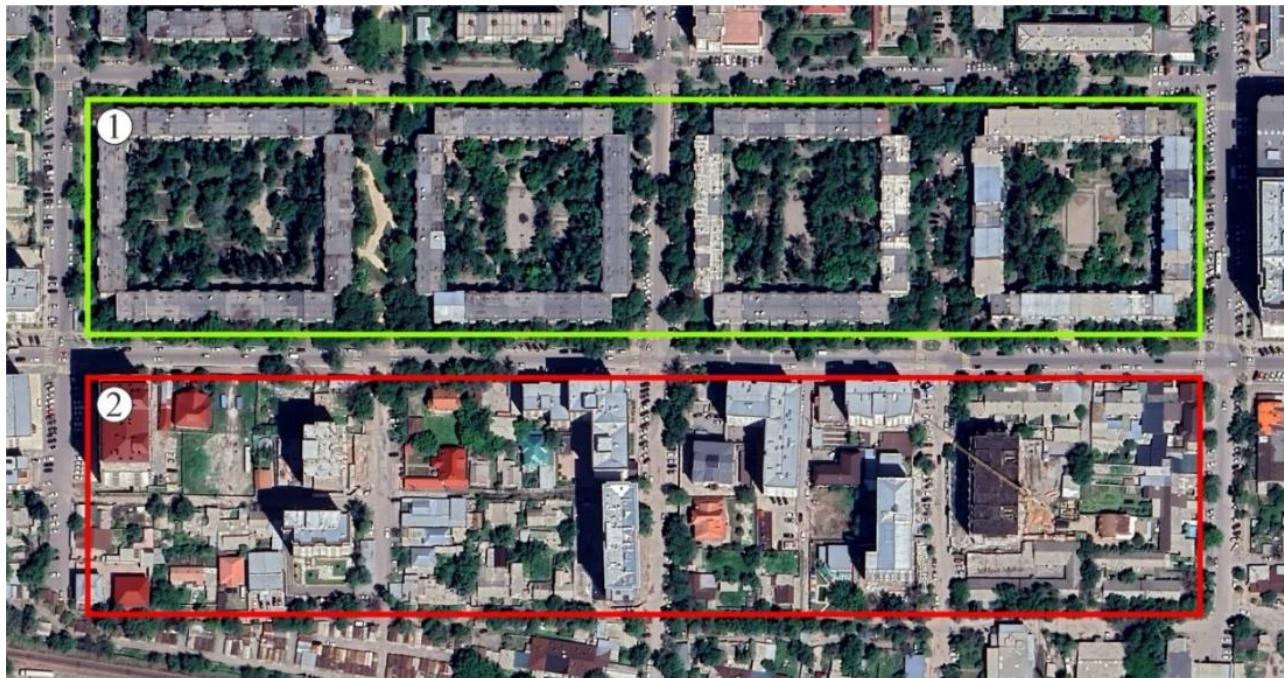


Рисунок 3 – Сравнительный анализ озеленения внутренних дворов.

Источник: создано авторами

Примечание: советские жилые кварталы с внутренним озеленением; 2) современная разрозненная застройка, без учета зелёных насаждений.

Ситуацию усугубила практика точечного уплотнения советских жилых массивов застройкой: под строительство новых домов и коммуникаций нередко вырубались многолетние, зрелые деревья. Это привело к исчезновению локальных «зелёных ядер» и ухудшению микроклимата внутри кварталов. Данная проблематика подробно рассматривается в работе G. Omurakunova *et al.* (2020). Автор демонстрирует, что рост доли непроницаемых покрытий (асфальт, бетон, застройка) является одним из ключевых драйверов экологической деградации в условиях урбанизированных территорий, в том числе г. Бишкек. Таким образом, коммерциализация городских земельных ресурсов при отсутствии жёстких экологических регламентов и компенсационных механизмов приводит к сокращению («сжатию») зелёного каркаса и повышает риски необратимой фрагментации рекреационной системы города.

На каждом историческом этапе развития страны эффективность озеленения напрямую зависела от государственной политики, нормативно-правового регулирования и характера общественных инициатив. В советский период развитие зелёного фонда рассматривалось как стратегический элемент общегосударственной градостроительной политики. В этот период действовала жёсткая система нормативного регулирования (СНиПы, ГОСТы), определявшая обязательные показатели обеспеченности озеленёнными территориями, а благоустройство закреплялось как неотъемлемая часть генеральных планов и пятилетних планов социально-экономического развития. Законодательство Киргизской ССР содержало строгие нормы по охране зелёных насаждений, а институциональная поддержка и практическая реализация обеспечивались сетью специализированных учреждений (управление «Зеленстрой», Ботанический сад, профильные институты Академии наук).

После 1991 года правовая и институциональная база претерпела кардинальную трансформацию. Придание Бишкеку особого административного статуса (с 1994 г.) и децентрализация управления привели к тому, что органы местного самоуправления получили широкие полномочия в сфере землепользования. Вместе с тем, в 1990-е годы несовершенства законодательства о местном самоуправлении и земельных отношениях (правовые коллизии) создавало предпосылки для бесконтрольного изменения целевого назначения земель, включая территории парков и скверов. Стабилизация нормативного поля началась в 2000-е годы с принятием муниципальных регламентов: правил благоустройства, регламентов сноса и комплексного озеленения. В частности, ключевым документом стало Постановление Бишкекского городского кенеша №78, утвердившее Положение «О порядке сноса и пересадки зелёных насаждений и ирригации, находящихся в муниципальной собственности города Бишкек, а также компенсации стоимости зелёных насаждений и ирригации при их сносе, пересадке и уничтожении» (включая вопросы охраны насаждений) (Bishkek City Kenesh, 2009). На республиканском уровне базовым стал Law of the Kyrgyz Republic (1999). Современный этап характеризуется интеграцией международных стандартов: реализуется программа ЕБРР «Зелёные города» (EBRD Green Cities, 2024), в рамках которой разрабатывается План действий (GCAP) и стратегия развития зелёного каркаса Бишкека до 2030 года.

Наряду с мерами государственного регулирования, ключевую роль в сохранении зелёного каркаса играют институты гражданского общества. В период «перестройки» (конец 1980-х гг.) возникли первые экологические объединения, актуализировавшие вопросы защиты городской среды. В суверенном Кыргызстане гражданский сектор неоднократно выступал инициатором защиты рекреационных зон от застройки. В частности, инициативным группам удалось добиться отмены ряда девелоперских проектов, угрожавших целостности парковых территорий. Важным элементом системы стали некоммерческие организации (например, ОФ «Инициатива Арча»), осуществляющие исследовательскую и просветительскую деятельность для привлечения внимания к проблемам сноса насаждений. Активисты принимают участие в общественных слушаниях, разрабатывают предложения по озеленению новых микрорайонов и организуют масштабные акции по высадке деревьев. Взаимодействие муниципалитета и общества постепенно институционализируется: создаются консультативные экологические советы при мэрии. Таким образом, управленческая парадигма трансформируется от директивной модели («сверху вниз») к партисипативной модели (партнерству государства и общества). В современных условиях участие местных сообществ – от мониторинга состояния дворовых насаждений до реализации массовых экологических инициатив – рассматривается как неотъемлемый компонент устойчивого управления зелёным фондом города.

Сравнительный ретроспективный анализ позволил выделить три ключевых этапа эволюции системы озеленения города. В дореволюционный период (XIX-начало XX в.) были заложены основы зелёного каркаса: вдоль ирригационных каналов и улично-дорожной сети формировались первые линейные насаждения, создавались базовые общественные пространства (сад, скверы). Масштабы озеленения носили локальный характер, однако уже тогда базировались на адаптации к аридному климату (использование засухоустойчивых пород, развитие арычной сети).

Советский период ознаменовался переходом к системному централизованному планированию и масштабной реализации проектов озеленения. Интеграция зелёных зон в генеральные планы обеспечила формирование многоуровневой структуры: от внутридворового озеленения до крупных лесопарков. За несколько десятилетий была реализована концепция «города-сада», обеспечившая достижение максимальных показателей обеспеченности насаждениями за всю историю развития столицы.

Период независимости характеризовался деградацией инфраструктуры и фрагментацией зелёного фонда, обусловленными трансформацией экономических и

управленческих механизмов. Тем не менее, современный этап (конец 2010-х - 2020-е гг.) демонстрирует признаки стабилизации и смены парадигмы. Несмотря на то, что в количественном отношении текущие показатели отстают от советских нормативов, качественно структура начинает перестраиваться: приоритет смещается от экстенсивного наращивания биомассы к сохранению биоразнообразия, повышению экологической устойчивости и обеспечению инклюзивности зелёных пространств.

Учитывая выявленные проблемы и масштаб утрат, стратегической задачей становится комплексное восстановление зелёного каркаса Бишкека с его адаптацией к современным климатическим и градостроительным вызовам. Приоритетными направлениями реновации и развития системы озеленения выступают:

Ревитализация существующих рекреационных зон. Исторические парки (им. Панфилова, Дубовый парк им. Ч. Айтматова, Ботанический сад им. Э. Гареева и др.) нуждаются в системной реконструкции: модернизации инфраструктуры, санитарной замене аварийных насаждений, обогащении дендрологического состава и капитальном ремонте ирригационных сетей. Важным аспектом является юридическое и физическое восстановление исторических границ парков (в частности, возвращение отчужденных территорий парка «Асанбай» и других объектов).

Формирование новых зелёных кластеров на периферии. Для устранения диспропорции в обеспеченности озеленением необходимо резервирование территорий под парки и бульвары в новых жилых массивах («новостройках») на стадии их планирования. Необходимость организации таких общественных центров с рекреационными функциями подтверждается социально-градостроительными исследованиями М.Е. Ibraev & T.S. Keneshov (2020), выявившими высокий запрос населения жилых массивов («Ак-Босого», «Арча-Бешик» и др.) на создание мест досуга и благоустроенных озеленённых территорий. Значительным потенциалом обладают поймы рек (Ала-Арча, Аламедин) и зоны вдоль Большого Чуйского канала (БЧК), на базе которых целесообразно создание линейных парков и непрерывных зелёных полос.

Обеспечение пространственной связности («зелёные коридоры»). Для преодоления фрагментации необходимо формирование единой экологической сети, соединяющей разрозненные парки непрерывными аллеями и бульварами (по аналогии с бульваром Эркиндик). Это создаст «зелёный каркас» в полном смысле слова.

Модернизация уличного озеленения. Необходимо восстановление практики создания затеняющих аллей вдоль магистралей, озеленение разделительных полос и интеграция зелёных элементов в инфраструктуру перекрестков и парковочных пространств. Данная мера критически важна для снижения эффекта «теплового острова», защиты от перегрева асфальтовых покрытий и улучшения микроклимата улично-дорожной сети.

Современная парадигма городского озеленения базируется на внедрении инновационных технологий и комплексных решений, обеспечивающих устойчивость экосистемы. Ключевым подходом выступает концепция адаптивного ландшафтного дизайна. В её основе лежит использование местных аборигенных и климатически устойчивых видов, требующих минимального агротехнического ухода. Для аридного климата Бишкека приоритетен акцент на засухоустойчивых породах (карагач, ясень, гледичия, хвойные виды) и внедрение принципов ксероландшафта (xeriscaping) – озеленения, ориентированного на водосбережение за счет мульчирования, применения гидрогелей и автоматизированного капельного орошения.

Важным инновационным вектором является развитие вертикального озеленения и эксплуатируемых «зелёных кровель». Данные технологии, пока слабо представленные в Бишкеке, позволяют существенно увеличить площадь озеленения без дополнительного отвода земельных ресурсов. Фитостены на фасадах и сады на крышах коммерческих объектов не только повышают биоразнообразие, но и улучшают теплоизоляцию зданий.

Перспективно внедрение технологий «Умного города» (Smart City): использование сенсоров влажности почвы, автоматических метеозависимых систем ирригации и БПЛА для мониторинга состояния фитоценозов. Реализуемая цифровая инвентаризация деревьев должна стать первым этапом создания комплексной ГИС-платформы управления зелёным фондом.

Стратегическое значение имеет интеграция зелёных экологических коридоров в структуру генплана. Речь идёт о формировании связной сети линейных парков (в частности, вдоль русел рек Аламедин и Ала-Арча), выполняющих функции: рекреационную и средорегулирующую (обеспечение миграции фауны и поддержка аэрационного режима – проветривания города горно-долинными ветрами).

Актуальность в контексте восстановления зелёного каркаса Бишкека приобретает сравнительный анализ с опытом соседних стран Центральной Азии, сталкивающихся со схожими климатическими вызовами. Показательным является пример столицы Казахстана – Астаны, где в условиях резко континентального климата и засоленных почв был успешно реализован масштабный проект «Зелёного пояса».

Ключевым фактором успеха в Астане стала строгая научная обоснованность интродукции: создание специализированных питомников для акклиматизации посадочного материала (Kabanova *et al.*, 2017) и поэтапное формирование устойчивых биоценозов (от кустарников к лиственным, а затем и хвойным породам). В отличие от этого подхода, в Бишкеке наблюдается разрыв между градостроительной практикой и дендрологической наукой. Посадки зачастую проводятся хаотично, без учета изменившихся микроклиматических условий и гидрологического режима, что приводит к низкому проценту приживаемости саженцев.

Детальный анализ состояния ключевых рекреационных зон Бишкека выявил тенденцию подмены экологических функций утилитарно-развлекательными. Наиболее резонансным примером является ситуация вокруг Главного ботанического сада им. Э. Гареева Национальной академии наук Кыргызской Республики. Несмотря на то, что объект имеет статус научно-исследовательского института и особо охраняемой природной территории, он подвергается давлению со стороны инфраструктурных проектов. На территории Ботанического сада (вдоль ул. 7 Апреля) было инициировано строительство капитальных спортивных сооружений – футбольных полей. Подобные решения, зачастую обосновываемые деградацией почвенного покрова или дефицитом поливной воды на отдельных участках, фактически легитимизируют отчуждение земель научного назначения. Трансформация «лёгких города» в зоны активной рекреации с искусственными покрытиями противоречит принципам устойчивого развития, так как усиливает антропогенную нагрузку на уникальную экосистему, создаваемую десятилетиями. Стратегия возрождения Ботанического сада должна базироваться не на фрагментарной застройке, а на восстановлении ирригационной сети и научном сохранении коллекционных фондов (Kaktus Media, 2025).

Иная ситуация складывается в исторических парках центральной части – Дубовом парке им. Ч. Айтматова и парке им. И. Панфилова. Здесь основной проблемой выступает старение зелёного фонда (возраст многих дубов превышает 80-90 лет), что создает угрозу аварийности. При этом практика «омолаживающей» обрезки (топпинга), широко применяемая коммунальными службами, часто приводит к гибели деревьев и снижению их эстетической ценности. Реновация этих пространств требует разработки долгосрочных планов постепенной замены старовозрастных деревьев на крупномерные саженцы аналогичных или более устойчивых пород, чтобы сохранить исторический облик ландшафта, избегая при этом образования «пустырей». Использование научного потенциала – сотрудничество с ботаническими садами и вузами – необходимо для интродукции новых сортов, адаптированных к урбанизированной среде. Опыт других городов, например, Астаны

(Sustainable forest management for..., 2018), доказывает, что научно обоснованная селекция и акклиматизация способны обогатить городской ландшафт и повысить его устойчивость.

Обсуждение

Как указывала G. Momosheva (2024), значительная часть экологических проблем обусловлена не только физическими и планировочными параметрами, но и действием «институциональных барьеров», ограничивающих эффективность планирования, мониторинга и реализации экологически ориентированных решений. Учитывая взаимообусловленность градостроительных и экологических факторов, в прикладных исследованиях критически важным становится выстраивание строгой методологической иерархии. Данная структура должна обеспечить последовательную трансляцию научной концепции в прикладные технико-экологические задания (ТЭЗ) для разработки градостроительного проектирования. Разработку ТЭЗ необходимо осуществлять на базе верифицируемых индикаторов мониторинга и сведений градостроительного кадастра (в частности, дежурного плана города).

Как продемонстрировало исследование Н. Jin & V.V. Kozlova (2021), формирование локальных фитоценозов, основанных на резистентных к местному климату видах дендрофлоры, в комплексе с развитием «зелёной» инфраструктуры (ирригационные сети, экологические маршруты, природно-ориентированное благоустройство) значительно улучшает эксплуатационные характеристики и повышает экологическую эффективность рекреационных зон. Реализация подобных мер обеспечивает синергетический эффект: наряду с усилением утилитарных функций (санитарно-защитных, микроклиматических), возрастает эстетическая ценность ландшафта, что способствует созданию гуманной и привлекательной городской среды.

В.С. Федорова (2023) акцентировал внимание на необходимости интеграции локальных климатических параметров – температурного режима, характера осадков и ветрового режима – в процесс разработки планировочных и ландшафтно-рекреационных решений для зелёных зон. По мнению автора, адаптация проектирования к данным условиям не только повышает биологическую устойчивость насаждений, но и формирует комфортную микроклиматическую среду рекреации. V.S. Fedorova (2023) также подчёркивал значимость учёта социальных запросов: функциональное наполнение зелёных зон должно отвечать предпочтениям различных демографических групп, обеспечивая инклюзивность и разнообразие сценариев использования территории. Важным компонентом современного подхода выступает вовлечение местных сообществ (партисипация) на стадиях проектирования и благоустройства. Такая практика усиливает чувство «сопричастности» жителей и, как следствие, способствует сохранности объектов и их долгосрочной эксплуатационной устойчивости.

Процесс урбанизации столицы Кыргызской Республики неразрывно связан с интенсивным развитием жилищного фонда и демографическим ростом. Стратегический анализ, зафиксировал ключевые показатели трансформации за последнее десятилетие: темпы роста жилищного фонда, уровень обеспеченности, структурные изменения и типологии застройки, а также динамику численности городского населения (Niiazalieva, *et al.*, 2023).

Полученные нами результаты о необходимости системной и правовой защиты сохранения и защиты парковых зон г. Бишкек тесно коррелируют с выводами А.М. Dunino (2025). Автор подчеркивает критическую важность парадигмального перехода от создания разрозненных, концептуальных схем озеленения к их внедрению в жесткие градостроительные регламенты (ПЗЗ, красные линии). Анализ современного международного опыта убедительно доказывает, что фрагментированные рекреационные территории, функционирующие как «острова», не способны в полной мере выполнять экосистемные функции без их нормативного закрепления в качестве единой инфраструктурной сети. В контексте Бишкека, испытывающего колоссальное давление со стороны коммерческой интенсивной застройки (особенно в южной планировочной зоне), это

означает, что интеграция новых и существующих парков в Генеральный план должна в обязательном порядке сопровождаться строгим регулированием высотности и плотности прилегающей застройки. Только нормативный щит позволит сохранить жизненно важные экологические коридоры и предотвратить дальнейшее разрушение единого ландшафтного сценария столицы, превратив декоративное озеленение в функциональный инструмент климатической защиты.

Рассматривая влияние комплекса градостроительных факторов на рекреационные зоны Бишкек, целесообразно опираться на многоуровневый подход, обоснованный в работах А.М. Dunino (2024). Исследователи доказывают, что формирование устойчивого зеленого каркаса должно происходить синхронно на макро-, мезо- и микроуровнях, иначе система теряет свою эффективность. Для географической специфики Бишкека этот тезис представляет особую ценность. Макроуровень здесь жестко детерминирован горно-долинной циркуляцией воздушных масс со стороны предгорий Ала-Тоо (формирующей аэрационный режим всего города); мезоуровень определяется водно-зелеными диаметрами рек и крупных магистральных каналов. Выявленные нами закономерности подтверждают, что наибольший потенциал кроется на микроуровне – в организации конкретных парковых пространств (таких как парки в районе Южной магистрали с востока по западной части города) с применением водосберегающих и влагонакопительных технологий. В условиях прогрессирующей деградации исторической арычной сети Бишкека и нарастающей аридизации климата, локальные зеленые зоны должны стать не просто местом досуга, но активными инженерно-экологическими фильтрами, аккумулирующими влагу.

Дискуссионным в современной урбанистике остается вопрос выбора валидных метрик для оценки эффективности рекреационных зон в условиях сложного, предгорного рельефа. V.V. Prokorenko (2023) справедливо указывает на ограниченность традиционных методик (основанных исключительно на радиусах доступности и площади на душу населения) при оценке вытянутых (линейных) градостроительных систем. Учитывая, что исторически экологический каркас Бишкека формировался преимущественно по линейно-пересеченной схеме, обусловленной топографией с юга на север (вдоль русел рек меридионального направления и искусственных каналов широтного направления), стандартные подходы оказываются малоинформативными. Применение специализированных метрик связности, проницаемости и непрерывности, предложенных в новейших исследованиях, является необходимым условием для проведения объективного анализа. Наше исследование показывает, что именно линейные парковые структуры способны наиболее эффективно разрезать плотную городскую ткань Бишкека, обеспечивая не только транзитную рекреацию, но и беспрепятственный сток холодного воздуха с горных гряд Ала-Тоо в периоды летних температурных инверсий.

Особого внимания и глубокого переосмысления в рамках нашего исследования заслуживает проблема деградации приречных территорий, которые сегодня в Бишкеке зачастую сложились традиционно как зоны отчуждения или стихийные свалки. Как отмечают Gribanova N.V., Schkolnikova I.G. (2022) на примере крупных урбанизированных центров, ревитализация заброшенных водоохранных зон и долин малых рек выступает главным, а порой и единственным доступным инструментом восстановления пространственной связности ландшафта с городской застройкой. Выводы авторов находят стопроцентное подтверждение в специфике нашей территории: русла рек Ала-Арча и Аламедин, а также прилегающая зона Большого Чуйского канала (БЧК) обладают наивысшим нереализованным градостроительным потенциалом. Их трансформация из бетонных водотоков в непрерывные линейные парки («голубые артерии») способна не только кардинально компенсировать острый дефицит рекреационных площадей в условиях уплотнения застройки, но и создать сеть безопасных пешеходно-велосипедных маршрутов, альтернативных загазованным автомобильным магистралям Бишкека.

В современной градостроительной парадигме происходит важный смысловой сдвиг: парки рассматриваются не просто как изолированные места отдыха, но как важнейшие, структурообразующие «узлы» ландшафтно-рекреационного каркаса (М. А. Trusova, О. О. Smolina, 2024). Фрагментация озеленения, наблюдаемая нами в центральных и северных районах Бишкека, ведет к фатальной утрате этих узловых экосистемных функций. Соглашаясь с выводами современных исследователей, можно констатировать, что для столицы Кыргызстана критически важно не только физическое сохранение крупных лесопарковых массивов (таких как Ботанический сад им. Э. Гареева, Карагачевая роща, парк Ататюрка, скверы Тоголок-Молдо и М. Горького) в качестве мощных экологических ядер. Не менее значимой задачей становится формирование капиллярных коммуникационных связей между ними. Исторические зеленые бульвары Бишкека (например, бульвар Эркиндик или Молодой Гвардии) служили именно такими связками. Сегодня необходимо масштабировать этот опыт, создавая новые зеленые улицы, способные объединить разрозненные парковые ядра в единую сеть, устойчивую к антропогенному стрессу.

Завершая анализ факторов устойчивости рекреационных зон, критически важно учитывать макрорегиональный контекст водообеспечения, подробно рассмотренный А. Т. Nasyrov *et al.* (2026). Авторы констатируют наличие глубокого системного кризиса в управлении водными ресурсами Центральной Азии, вызванного беспрецедентным износом гидротехнической инфраструктуры (до 80%) и колоссальными потерями влаги в распределительных сетях (до 55%). В контексте озеленения Бишкека эти цифры звучат как серьезная угроза. Городские парки, лесопарковые зоны и озеленение вдоль Большого Чуйского канала тотально зависят от этой деградирующей ирригационной системы. Прогнозируемый исследователем дефицит воды в регионе на уровне 30% к 2030 году означает, что любые экстенсивные стратегии расширения зеленых зон Бишкека нежизнеспособны без радикальной модернизации методов полива. Это подтверждает наш тезис о том, что дальнейшее проектирование рекреационных пространств столицы должно безальтернативно опираться на водосберегающие технологии замкнутого цикла и ревитализацию русел рек, минимизирующих транзитные потери воды.

Выводы

Практическая работа по реализации предлагаемой структурной модели во многом зависит от институциональной структуры, связанных с органом, обеспечивающего финансирование и организационное сопровождение работ на всех этапах для рационального решения проблемы. Рационально выделить следующие укрупнённые стадии с последующей предлагаемой детализацией проектного иерархического процесса: во-первых, начать с научной концепции – с постановкой целей, определение критериев, индикаторов и ограничений, формирование доказательной базы и сценарное планирование; во-вторых обеспечить разработку градостроительно-экологической документации – поэтапная проработка решений на разных уровнях (от стратегического до локального) с уточнением требований и целевых показателей; в третьих – процесс реализации проектных решений – организация исполнения со стороны Заказчика, включая выбор подрядных организаций и регламентацию зон ответственности; в четвертых обеспечить контроль надзора и оценку качества – обеспечение сквозного контроля на всех стадиях работ, включая промежуточную верификацию соответствия индикаторов требованиям ТЭЗ; в пятых – необходимость обеспечения качественной технической эксплуатация и обслуживание – системный уход за зелёными насаждениями и элементами зелёной инфраструктуры (от локальных объектов до крупных рекреационных зон г. Бишкека) с регулярной оценкой состояния и корректировкой режимов содержания. Таким образом, в условиях интенсивной урбанизации развитие и сохранение зелёного каркаса следует рассматривать как стратегический приоритет городской политики, напрямую определяющий качество жизни, профилактику заболеваемости и устойчивость городской среды. Существующие лесопарки (рощи), рекреационные зоны и

зелёные массивы могут служить исходной основой для перспективного развития градостроительно-ландшафтной структуры – единого «зеленого каркаса» г. Бишкека. Предлагается исходя из проведённых анализов необходимость организация системы постоянного мониторинга климатических параметров и экологического состояния Бишкекской агломерации, а также инициировать комплексные научные исследования для научно обоснованного управления развитием территории, возможно с созданием современного градостроительного кадастра («электронной карты города») на базе дежурного плана мониторинга Бишкека и внедрение новейших информационных технологий (ГИС).

Список литературы

- [1] Abdygulova, I. B., Alymbaev, A. S., Kurmanova, A. R., Akmatov, I. M., & Kasymova, R. O. (2023). Socio-spatial conditions of the modern urban habitat of Bishkek residents. *Nauchnoye Obozreniye. Meditsinskiye Nauki*, 4, 5-9. <https://doi.org/10.17513/srms.1347>
- [2] Bald Bishkek. How and why the capital continues to lose green areas. (2022). https://24.kg/obschestvo/244237_lyisyy_bishkek_kak_inbspochemu_stolitsa_prodljaet_teryat_zelenyie_zonyi/
- [3] Bishkek City Kenesh. (2009). On approval of the Regulation “On the procedure for demolition and transplantation of green spaces and irrigation owned by the municipality of Bishkek...”. Resolution No. 78 dated June 30, 2009. Ministry of Justice of the Kyrgyz Republic. Retrieved from <http://cbd.minjust.gov.kg/act/view/ru-ru/24857>
- [4] Dubino, A.M. (2025). International experience in integrating blue-green infrastructure into urban planning documentation. *Architecture and Modern Information Technologies*, (3 (72)), 275-292. doi: 10.24412/1998-4839-2025-3-275-292. Retrieved from <https://cyberleninka.ru/article/n/zarubezhnyy-opyt-vklyucheniya-vodno-zelenogo-karkasa-v-gradostroitelnyy-dokumentatsiyu>
- [5] Dubino, A.M. (2025). A multilevel approach to planning an urban blue-green framework using water-saving technologies. *Architecture and Modern Information Technologies*, (2 (71)), 232-248. doi: 10.24412/1998-4839-2025-2-232-248 Retrieved from <https://cyberleninka.ru/article/n/mnogourovnevyy-podhod-k-formirovaniyu-vodno-zelenogo-karkasa-goroda-s-primeneniem-vodosberegayuschih-tehnologiy>
- [6] Dzushupov, K. O., Buban, J. M. A., Aidaraliev, A. A., Ahmadi, A., Chahal, P., Ibrahim, M., Lin, X., & Kouwenhoven, M. B. N. (2022). Air pollution in Bishkek, Kyrgyzstan: Driving factors and state response. *Public Health Challenges*, 1(4), e22. <https://doi.org/10.1002/puh2.22>
- [7] EBRD Green Cities. (2024). *Green city action plan for Bishkek*. EBRD Green Cities Report. Retrieved from <https://ebrdgreencities.com>
- [8] Every tree in Bishkek will receive an online medical card. (2023). Retrieved from <https://centralasia.news>
- [9] Fedorova, V. S. (2023). Environmental prospects for the development of urban parks. *Ecological Bulletin of Donbass*.
- [10] Government of the Kyrgyz Republic. (2006). On the Master Plan of the city of Bishkek for the period up to 2025]. Resolution No. 805 dated November 21, 2006. Ministry of Justice of the Kyrgyz Republic. Retrieved from <http://cbd.minjust.gov.kg/act/view/ru-ru/57955>
- [11] Gribanova N.V., Schkolnikova I.G. (2022). Formation of the system of public river spaces as a tool of development of the water-green framework of the city of Perm. Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering JEL classification: L61, L74, R53. Retrieved from <https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-sistemy-obschestvennyh-prirechnyh-prostranstv-kak-instrument-razvitiya-vodno-zelenogo-karkasa-goroda-perm>

- [12] Ibraev, M. E., & Keneshov, T. S. (2020). Social and urban research of five residential areas of private house building in Bishkek. *Scientific Research in the Kyrgyz Republic*, 4, 24-36.
- [13] Isaev, E., Ajikeev, B., Shamyrganov, U., Kalnur, K., Maisalbek, K., & Sidle, R. C. (2022). Impact of climate change and air pollution forecasting using machine learning techniques in Bishkek. *Aerosol and Air Quality Research*, 22, 210336. <https://doi.org/10.4209/aaqr.210336>
- [14] Jin, H., & Kozlova, V. V. (2021). Urban planning ecology and development trends of urban. *News of Universities. Investments. Construction. Real Estate*.
- [15] Kabanova, S. A., Danchenko, M. A., & Rakhimzhanov, A. N. (2017). The creation of green zone of Astana city: History, current state and prospects. *Forestry Engineering Journal*, 7(2), 16–22.
- [16] Kaktus Media. (2025). Football fields will be built in the Botanical Garden. Retrieved from https://kaktus.media/doc/538483_v_botsady_postroiat_fytbolnye_polia.html
- [17] Koshueva, Z., & Zhumabaeva, A. (2024). Environmental problems of modern cities under conditions of intensive urbanization. *E3S Web of Conferences*, 467, 06003. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202446706003>
- [18] Law of the Kyrgyz Republic. (1999). *Ob okhrane okruzhayushchey sredy* [On Environmental Protection]. Law No. 53 dated June 16, 1999. Ministry of Justice of the Kyrgyz Republic. Retrieved from <http://cbd.minjust.gov.kg/act/view/ru-ru/218>
- [19] Momosheva, G. (2024). Prospects for greening urban areas in Kyrgyzstan. *E3S Web of Conferences*, 467, 06002. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202446706002>
- [20] Nasirdinova, A. M., & Azizbek kyzy, A. (2022). Recommendations for the implementation of the principles of eco-cities in the urban areas of Bishkek. *Annali d'Italia*, 33, 3-9. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6907568>
- [21] Nasyrov, A. T., Litvinov, V. P., Volkov, I. V., Fudashkin, V. A. (2026). Water resources management in Central Asia: lessons from history and real prospects. *Power*. 2026. No. 1. Retrieved from <https://cyberleninka.ru/article/n/upravlenie-vodnymi-resursami-tsentralnoy-azii-uroki-istorii-i-realnye-perspektivy>
- [22] Niiazalieva, K. N., Kydykbaeva, A. K., Nazarbekova, E. U., Assylbayev, A. B., & Yessimova, Sh. A. (2023). Dynamics of development of urban housing stock and urban population. *E3S Web of Conferences*, 403, 01001. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202340301001>
- [23] Omurakunova, G., Bao, A., Xu, W., Duulatov, E., Jiang, L., Cai, P., Abdullaev, F., Nzabarinda, V., Durdiev, K., & Baiseitova, M. (2020). Expansion of impervious surfaces and their driving forces in highly urbanized cities in Kyrgyzstan. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(1), 362. <https://doi.org/10.3390/ijerph17010362>
- [24] Ormukov, C., Dyl daev, M., Chymyrov, A., Beishenkulova, M., & Gulkaiyr, T. (2023). GIS based analysis of land use dynamics in Bishkek. *International Journal of Geoinformatics*, 19(11), 62-71. <https://doi.org/10.52939/ijg.v19i11.2927>
- [25] Prokopenko V. V. (2023) Basic methods for assessing the green framework of the largest city // *Bulletin of the Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Construction and Architecture*. 2023. Issue 5(93). P. 155-167. Retrieved from <https://vgasu.ru/nauka/zhurnaly/vestnik-volggasu/arkhiv-vypuskov/2023-5/16/>
- [26] Sabyrbekov, R., Dallimer, M., & Navrud, S. (2020). Nature affinity and willingness to pay for urban green spaces in a developing country. *Landscape and Urban Planning*, 194, 103700. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2019.103700>
- [27] Sadriddin, Z., Mekuria, R., & Isaev, R. (2023). *A comparative study of the analysis of PM2.5 sources in Kyrgyzstan with 31 selected countries*. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/371582189>
- [28] Sustainable forest management for cities: The “green belt” of Astana city (2018). Retrieved from https://unece.org/DAM/RCM/Website/Case_study_SDG_15_1_Kazakhstan.pdf

- [29] Trusova, M. A, Smolina, O. O. (2025). Landscape and recreational framework of the city: definition and significance. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhi-tekturino-stroitel'nogo universiteta - Journal of Construction and Architecture. 2025; 27 (3): 180-192. DOI: 10.31675/1607-1859-2025-27-3-180-192. EDN: UCFEYU. Retrieved from <https://cyberleninka.ru/article/n/landshaftno-rekreatsionnyy-karkas-goroda-opredelenie-rol-znachenie>
- [30] Золотов А.Д., Кенешов Т.С. Основные градостроительные предпосылки формирования образовательных центров г. Бишкек / Известия КГТУ имени И.Раззакова. 2025. - №3(73). - стр 38 –44.
- [31] Кенешов Т. С., Усенов С. Д., Дайирбеков Д. Э. Основные подходы и принципы благоустройства набережных рек в городах Сеул и Бишкек / Известия КГТУ имени И. Раззакова. – 2025. – №2(74). - стр. 300 – 306.

ГОРНОЕ ДЕЛО

УДК: 553:550.8:330.1

А.К.Зарлыков¹, А.А. Орозбаева¹, Эркин уулу М.², К.З. Курманалиев³, О.Ш.Шамшиев¹

¹И. Раззаков атындагы КМТУ, ²Ж.Баласагын ат. Кыргыз улуттук университети,

³«Геолэкспертпроект» ЖЧКсы

Бишкек Кыргыз Республикасы

¹КГТУ им. И. Раззакова, ²КНУ им. Ж.Баласагына

³ОсОО «Геолэкспертпроект»

Бишкек, Кыргызская Республика

A.K.Zarlykov¹, A.A. Orozbaeva¹, Erkin uulu M.², K.Z. Kurmanaliev³, O.Sh.Shamshiev¹

¹I.Razzakov KSTU, ²J. Balasagyn Kyrgyz National University,

³LLC "Geolekspertproekt"

Bishkek, Kyrgyz Republic

algeokg@gmail.com angoncharenko59@gmail.com Grfgeology@gmail.com

gulzinashamshievach@gmail.com

ОБЗОР ВЕРОЯТНОСТНОЙ ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ОРУДЕНЕНИЯ ДИСКРЕТНОГО ТИПА(ФРАКТАЛЬНОСТЬ). ГИПОТЕЗЫ ГЕОЛОГИИ, ГЕОТЕХНОЛОГИИ, ЭКОНОМИКИ

ДИСКРЕТТИК ТИПТЕГИ (ФРАКТАЛДЫК) РУДАЛАНУУНУН ЫКТЫМАЛДЫК ГЕОЛОГИЯЛЫК-ЭКОНОМИКАЛЫК БААЛООСУНА ОБЗОР. ГЕОЛОГИЯНЫН, ГЕОТЕХНОЛОГИЯНЫН ЖАНА ЭКОНОМИКАНЫН ГИПОТЕЗАЛАРЫ

REVIEW OF PROBABILISTIC GEOLOGICAL-ECONOMIC ASSESSMENT OF DISCRETE-TYPE (FRACTAL) MINERALIZATION: HYPOTHESES OF GEOLOGY, GEOTECHNOLOGY, AND ECONOMICS

Макалада алтын кендерин геологиялык-экономикалык ыктымалдык баалоонун теориялык жана колдонмо аспектилерин рудалануунун дискреттик (фракталдык) типинин заманбап концепциясынын негизинде каралган. Изилдөөнүн актуалдуулугу бай рудалардын запастарынын түгөнүшү, курамы төмөн жана байытууга татаал кендерди өнөр жайлык өздөштүрүүгө тартуу зарылчылыгы, ошондой эле минералдык-чийки зат ресурстарын пайдалануунун натыйжалуулугун жогорулатуу муктаждыгы менен шартталган. Тамырлуу жана штокверктүү типтеги алтын кендерин талдоонун негизинде рудалануу түзүмүндөгү рудалуу жана рудаланбаган блоктордун мейкиндикте жайгашуу мыйзам ченемдүүлүктөрү бааланган. Джамгыр, Жерүй жана Ширальжин кендеринин өлчөө натыйжалары пайдаланылып, ошондой эле Чаарат, Үңкүрташ, Андаш жана Талдыбулак кендерине гипотетикалык баа берилген.

Рудалануунун мозаикалык түзүлүшү рудалуу жана рудаланбаган блоктордун туруктуу катышы менен мүнөздөлөрү аныкталган: тиешелүүлүгүнө жараша 20–40 % жана 60–80 %. Бул мыйзам ченемдүүлүк рудалык дененин уюшулушунун ар кандай иерархиялык деңгээлдеринде сакталат. Масштабы кичирээк дискреттик подсистемаларда пайдалуу компоненттердин курамынын экспоненциалдуу өсүү тенденциясы аныкталып, металлдардын жана рудалык минералдардын концентрациясы 90–99 %га чейин жетери

көрсөтүлгөн. Жогорку концентрацияланган рудалык блокторду бөлүп алуу геотехнологиялык процесстердин натыйжалуулугун олуттуу жогорулатууга мүмкүндүк берери далилденген.

Рудалануунун фракталдык түзүлүшүн жана пайдалуу компоненттердин дискреттик бөлүштүрүлүшүн эске алган кендерди геологиялык-экономикалык баалоонун ыктымалдык ыкмасы сунушталган. Кендерди өздөштүрүүнүн геотехнологияларын долбоорлоодо рудалануунун үзгүлтүксүз моделинин жана дискреттик моделинин салыштырма талдоосу жүргүзүлгөн. Эсептөөлөрдүн жыйынтыктары рудалык блокторду тандалма өздөштүрүү жана дискреттик (фракталдык) рудалануунун геологиясы, геотехнологиясы жана экономикасы принциптерин киргизүү аркылуу тоо-кен ишканаларынын жалпы рентабелдүүлүгүн бир нече эсеге жогорулатууга мүмкүн экендигин көрсөтөт.

Ачык сөздөр: дискреттүүлүк, фракталдуулук, рудалануунун блоктук уюшулушу, мозаикалуулук, рудалануунун өзөгү жана перифериясы, рудаланбаган блоктор, руда жана металлдардын концентрациясы, геологиялык-экономикалык баалоо.

В статье рассмотрены теоретические и прикладные аспекты вероятностной геолого-экономической оценки золоторудных месторождений с позиций современной концепции дискретного (фрактального) типа оруденения. Актуальность исследования обусловлена истощением запасов богатых руд, необходимостью вовлечения в промышленную разработку бедных и труднообогатимых месторождений, а также потребностью повышения эффективности использования минерально-сырьевых ресурсов. На основе анализа золоторудных месторождений жильного и штокеркового типов выполнена оценка закономерностей пространственного распределения рудных и безрудных блоков в структуре оруденения. Использованы результаты измерений месторождений Джамгыр, Джеруй и Ширальджин, а также проведена гипотетическая оценка месторождений Чаарат, Ункурташ, Андаш и Талдыбулак.

Установлено, что мозаичная структура оруденения характеризуется устойчивым соотношением рудных и безрудных блоков в пределах 20–40 % и 60–80 % соответственно, сохраняющимся на различных иерархических уровнях организации рудного тела. Выявлена закономерность экспоненциального увеличения содержания полезных компонентов в дискретных подсистемах меньшего масштаба, вплоть до концентраций 90–99 % металла и рудных минералов. Показано, что выделение высококонцентрированных рудных блоков позволяет существенно повысить эффективность геотехнологических процессов.

Предложен вероятностный подход к геолого-экономической оценке месторождений, основанный на учёте фрактальной структуры оруденения и дискретного распределения полезных компонентов. Выполнено сравнение традиционной модели непрерывного оруденения с моделью дискретного оруденения при проектировании геотехнологий разработки месторождений. Результаты расчётов свидетельствуют о возможности многократного повышения валовой рентабельности горнодобывающих предприятий за счёт селективного освоения рудных блоков и внедрения принципов геологии, геотехнологии и экономики дискретного (фрактального) оруденения.

Ключевые слова. дискретность, фрактальность, блочная организация оруденения; мозаичность-ядро, периферия оруденения и безрудные блоки; концентрация руды и металлов; геолого-экономическая оценка.

The article examines the theoretical and applied aspects of the probabilistic geological and economic assessment of gold ore deposits from the perspective of the modern concept of discrete (fractal) mineralization. The relevance of the study is determined by the depletion of high-grade ore reserves, the necessity of involving low-grade and refractory deposits in industrial development, and the need to improve the efficiency of mineral resource utilization. Based on the analysis of vein-type and stockwork-type gold deposits, the spatial distribution patterns of ore-bearing and barren

blocks within mineralized structures were evaluated. Measurement data from the Jamgyr, Jeruy, and Shiraldzhin deposits were used, and a hypothetical assessment was carried out for the Chaarat, Unkurtash, Andash, and Taldybulak deposits.

It was established that the mosaic structure of mineralization is characterized by a stable ratio of ore-bearing and barren blocks ranging from 20–40% and 60–80%, respectively, which is maintained across different hierarchical levels of ore-body organization. A pattern of exponential increase in the concentration of valuable components within smaller-scale discrete subsystems was identified, reaching concentrations of 90–99% for metals and ore minerals. It is demonstrated that the identification and selective extraction of highly concentrated ore blocks can significantly enhance the efficiency of geotechnological processes.

A probabilistic approach to the geological and economic evaluation of mineral deposits is proposed, taking into account the fractal structure of mineralization and the discrete distribution of valuable components. A comparison was made between the traditional continuous mineralization model and the discrete mineralization model in the design of mining geotechnologies. The calculation results indicate the possibility of multiple increases in the gross profitability of mining enterprises through the selective development of ore blocks and the implementation of geological, geotechnological, and economic principles of discrete (fractal) mineralization.

Key words: *discreteness, fractality, block organization of mineralization, mosaic structure, mineralization core and periphery, barren blocks, ore and metal concentration, geological and economic assessment.*

Введение. Актуальность

Вовлечение в эксплуатацию рудных месторождений КР требуют новых инновационных подходов к оценке геологии, геотехнологии, экономики горных проектов. В первую очередь для месторождений бедных и убогих руд, составляющие не менее 60-70% минерально-сырьевой базы КР. В связи с чем актуализируется необходимость переоценки ресурсов недр КР с позиции новой развивающейся парадигмы «дискретного типа оруденения» с учетом исчерпания традиционных методов основанных на концепциях «непрерывного типа оруденения»

Литературный обзор

Теория открытых самоорганизующихся систем- не линейная геодинамика и синергетика связаны с исследованиями: И. Пригожина , С.П. Курдюмова , Г. Хакена , А.А. Самарского , Г.Г. Малинецкого , Б. Мандельброта; блочно-иерархическое строение руд изучались М.А. Садовским, В.В. Пиотровским, В.И.Уламов, С.В.Гольдин, Г.Г.Кочерян, П.В. Макаров, В.Н.Родионов и др. Фрактальности оруденения посвящены работы П.М. Горяинова, А.М. Павлова, В.И.Снеткова, Turcotte D.L., В.А. Филонюка и многих других. В работе использованы результаты исследований инженеров и менеджеров горной отрасли КР: Назаралиев Б., Зарлыков К., Несипбаев Д., Алыбеков Т., Ермошкин Д., Ермошкин Н., Межеловский В., Яровой Н., Сатыбеков М., Коробовский Н, Чуприн К., Рахматов С., Пазылов Т., Курманалиев К.

Цель работы

Вероятностная геолого-экономическая оценка ресурсов золоторудных месторождений КР для обоснования актуальности и перспектив внедрения парадигмы фрактальной закономерностей дискретного типа оруденения. Задачами и методами работ определены: Фрактальный анализ, размерность блоков подсистем, степенное значение подсистем блоков, наименьшие подсистемы блочности для SBS(сортировка на базе сенсоров); геотехнические и рудные характеристики инвариантных и мозаичных блоков.Геолого-экономическая оценка ресурсов на основе моделей геотехнологии и постатейных расчетов затрат горных проектов.

Методология

Блочная организация строения земной коры на различных масштабных уровнях – дискретность и фрактальность как закономерность эволюции геосферы на основе значительного объема исследований является новой, но обоснованной парадигмой эволюции геологической среды. Детальное изучение ряда золоторудных месторождений в КР выделяют достаточно выраженный структурно-кинематический план блочного строения месторождений. При исследованиях дискретности блочной организации оруденения методами фрактальности, в том числе по размерности блоков иерархически таксонометрированных систем и последовательных подсистем позволяют выделить геотехническую инвариантность распределения и размещения блоков, соответственно «мягких» и «жестких» которые по напряженно-деформационному плану формируют зоны аномальной, переходной и низкой степени трещиноватости. Различные подходы и взгляды существующие в литературе в целом сходны в теории разгрузки гидротермальных флюидных и других систем при изменении Р-Т условий и в корреляции со степенью интенсивности трещиноватости. Что позволяет выделить «мозаичную» блочность оруденения, с рудообразующими морфологическими и концентрационными типами блоков: ядра оруденения (концентрированное), переходные зоны оруденения и безрудные зоны, соответственно с дискретным распределением по иерархически масштабированных системам (n) и подсистемам (n+1...k) и (n-1...k). Выделены закономерность и характеристики дискретной блочности: развития мозаичности рудных блоков с концентрации рудного вещества в 40-60% весового объема контуров оруденения; и экспоненциальный характер роста концентрации металлов и рудных минералов в подсистемах блоков с метрической размерностью $<0,1m-0,01m$. Подтвержденных эмпирическими исследованиями на базе сенсорной сортировки (SBS) на ряде золоторудных месторождений с концентрацией руды на выходе до 40-60% и извлечением золота 90-99%, и увеличением среднего содержания. На основе проведенных исследований предложены методы использования универсальной природной закономерности блочной организации оруденения с обоснованием к внедрению ряда технологических, геотехнических и геотехнологических инноваций и новых подходов со значительным ростом (производительности горных работ и прибыли, валовой рентабельности горных проектов, соответственно на десятки процентов.

Геолого-экономическая оценка произведена на основе постатейных расчетов затрат разработки месторождений по моделям от традиционных и в сравнении с учетом мозаичности блоков дискретного оруденения. Для сравнения геотехнологических моделей оценка произведена по валовой рентабельности продукту, без учета налогового режима.

Результаты: Сравнительные таблицы геолого-экономической оценки моделей геотехнологий геологии мозаичных блоков дискретного типа оруденения. Показатели валовой рентабельности продукта в % показывают весьма высокий уровень роста прибыльности от 20-30% до 230% по сравнению с традиционными подходами оценки на основе «непрерывного типа оруденения»

1. Методология исследований. Дефиниции.

В том числе размерность блоков между разломами проверен по формуле Опарина, Курлени [8], по «статистической характеристике средних расстояний между берегами трещин, отделяющих структурные блоки между собой – устойчивое соотношение между величинами раскрытия трещин и диаметрами отделяемых ими блока в структурной иерархии массивов горных пород [9]:

$$\mu_{\Delta}(\delta) = \frac{\delta_i}{\Delta_i} = \Theta \cdot 10^{-2} \quad , \quad (1)$$

где δ_i — среднее «раскрытие» трещин (расстояние между их берегами), Δ_i — диаметр блоков i-го иерархического уровня, а коэффициент Θ наиболее часто попадает для любого i в интервал 1/2–2, т. е. $\Theta \in (1/2 - 2)$.

В том числе исходя из разработанных десятков формул иерархических дискретных рядов блочности, к примеру: Так, Г.Г. Кочарян и А.А. Спивак [10] со ссылкой на результаты исследований М.А. Садовского [11] и В.В. Пиотровского [12]. Методика позволяет оценить и измерить размерность иерархии блоков и расстояния между рудными контурами.

Ромбовидные блоки породы разделенные парагенезом сочлененных и сопряженных разломов формируют геометрическую закономерность распределения минерализованных жильных тел по разломам.

Исчисление размерности блоков основных морфологических таксонометрированных единиц сдвиговых зон, рудных тел(жильных тел), контуров линз и гнезд оруденения приведены в исчислении $L_{l,m}$ - простираение; $L_{h,m}$ - по вертикали(или мощности для породных блоков Рисунок 1); $L_{m,m} = \sqrt[2]{L_l \times L_h}$ -линейная размерность, и усредненная логарифмическая размерность $L_n(L,m)$ [4].

Степенная функция логарифмированных размерностей блоков и рудных контуров L_n/L_{n+1} , принята для выделения иерархии таксонов, дискретных подсистем.

Фрактальная размерность показывает меру самоподобия в изучаемой иерархической совокупности и степень сложности структуры. Мера подобия оценивается диапазоном масштабов, где каждой подсистемой выполняется однородный степенной закон, а относительная степень сложности определяется абсолютным значением фрактальной размерности [5,13,14,15]:

$$D = -\lim_{r \rightarrow 0} \frac{\ln(N)}{\ln(r)} . \quad (2)$$

$$N \sim r^{-D} , \quad (3)$$

$$D=1+\text{tga} \quad (4)$$

Где D -фрактальная размерность, N -частота встречаемости фрактального признака, g -масштабирование измерения, tga -тангенс угла между параметрами L_n и L_{n+1} .

Корреляция значения фрактальности блоков месторождения и блоков оруденения с измерениями ранжированных соответствующих блоков по таксонометрированию, соответствует мотиву дискретности от фрактальности.

Геотехническая инвариантность блоков. Дезинтеграция и разуплотнение/дилатансия среды/ массива горных пород, определяются составляющими системы, в которой по подсистемам развиваются различающиеся условия нагружения (напряжение и деформация) по включениям жестких или мягких/податливых блоков (stiff and rigid inclusions). В массиве горных пород, включающего податливые/мягкие блоки при их нагружении со стороны более жесткого массива горных пород, преобладает разрушение без динамической составляющей в момент достижения ими предела прочности, что обусловлено накоплением в них трещин. Эти блоки представляют собой трещиноватую среду. В этом случае нагрузка на такие блоки распределяется таким образом, что их нагружение происходит в режиме задаваемых деформаций. А при мягком нагружении, реализуемом в горном массиве, включающем в себя жесткие блоки, вся нагрузка концентрируется на них. При достижении внешней нагрузкой величины их прочности, вся накопленная в окружающем массиве энергия резко разгружается в возникающие трещины или в подготовленный/существующий очаг разрушения с предельной концентрацией в нем трещин, или в имеющуюся в структуре трещину Гриффитсовского размера и разрушение протекает хрупко с динамическими проявлениями - выделением энергии. Т.е. в этом случае нагружение происходит в режиме задаваемых напряжений [4,6,16,17,18]. В результате формируются области уменьшения (рассредоточения) и/или увеличения уровня (магнитуды) напряжений, что неизбежно отражается на структурно-гидродинамических условиях рудообразования, Рисунок 1Б.

Мозаичность распределения и расположения рудных блоков определяется геотехническими условиями инвариантности блоков, Рисунок 1А.

Зоны разуплотнения с интенсивной трещиноватостью связываются с процессом мобилизации рудных компонентов из их источника, транспортирования и аккумуляция в аномально концентрированной форме- система условий формирования месторождения[20,21] верхней(сейсмогенной части земной коры, где реализуются механизмы упруго-хрупкого разрушения пород с перемещением флюидов вдоль системы проницаемых каналов с оптимальными для рудоотложения параметрами- гидравлический градиент, температурный градиент, напряженно-деформационное состояние пород, внутрипоровое давление флюидного давления, разрушение минеральных агрегатов в трещинно-поровом пространстве[20]. При повышенных концентрациях в растворах солей снижаются критические параметры разрушения, ускоряются процессы образования трещин, которые в условиях декомпрессии быстро заполняются флюидами»[6,13,17,21,22,23,24].

В межсейсмическую стадию основные сместители (ядра) разрывных нарушений менее подвержены дилатансии и менее проницаемы по сравнению с зонами их динамического влияния, где происходит накопление флюидов и диффузия вещества. В косейсмическую стадию подавляющий объем флюидов «выжимается» из сдавливающихся трещин и устремляется в нарушенное ядро разрыва, где создаются благоприятные условия для дренирования и циркуляции растворов, а также осаждения рудного вещества. К тому же, досейсмические и косейсмические деформации в единичном разрыве влекут за собой изменения в окружающей обстановке, когда в зависимости от ориентировки в тектонических полях напряжений (ТПН) часть сопровождающих трещин реагирует на напряжения практически одновременно, а другая с заметным опозданием [16,18,9].

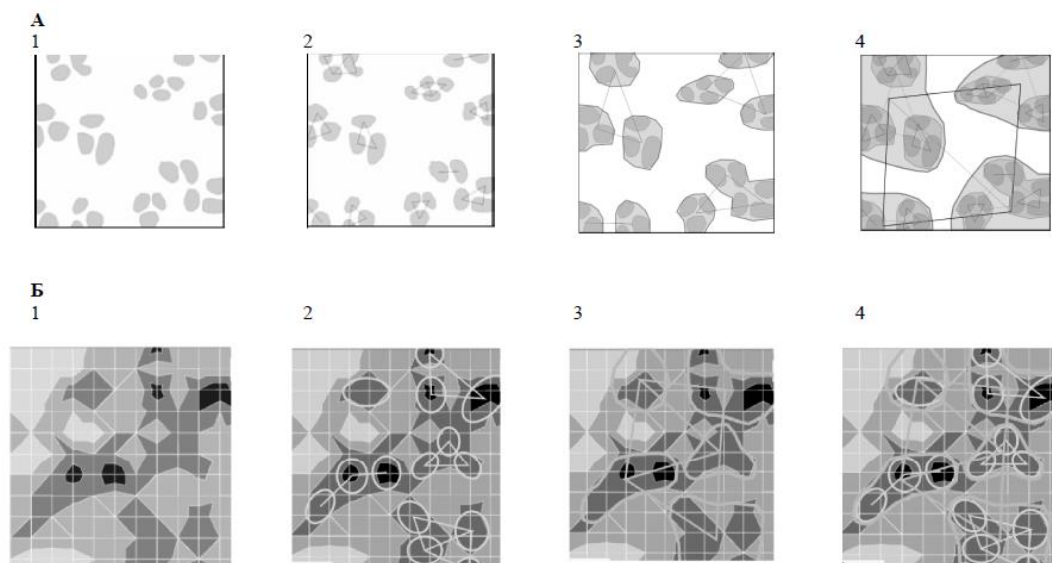


Рисунок 1 – Модельные примеры последовательного (1, 2, 3, 4) установления иерархически упорядоченной кластерной структуры, обладающей фрактальными свойствами: А – карта распределения участков аномальных концентраций золота в эксплуатационном блоке. Б - карта максимумов проявления интенсивности трещиноватости (размер ячейки 1 м)[13]

Блочность оруденения связана с развитием рудного процесса по блочности зон трещиноватости, разломов.

Геостатистический метод анализа распределения золота и оценки влияния золота по классам содержаний[27,28] позволяет в первом приближении выделить объемы, параметры и влияние рудных и безрудных, не кондиционных классов содержаний.

Сенсорная сортировка(SBS) объективный метод выделения рудных блоков в дискретной подсистеме $N \times 0,01m$, определяющий природную закономерность блочной мозаичности рудного месторождения.

Геолого-промышленная оценка разработки месторождений сравнительных аспектах с использованием мозаичности геотехнологии разработки на основе постатейных расчетов геотехнологический и технологических инновация(Капитальные через амортизацию, постоянные и переменные затраты горных работ, транспортировки и переработки, общерудничных и общекombинатских): 1. Традиционные методы ОГР, ПГР(магазинирования и слоевая с закладкой); 2 традиционные ОГР и ПГР (магазинирования и слоевая с закладкой) и с использование рудообогащения метдом сенсорной сортировки; 3. Геологический и геотехнологические методы переоценка эксплуатационной руды по мозаичности блоков-исключение безрудных блоков из объема горных работ(ГПР, Очистных работ); 4. Геологический и геотехнологические методы переоценка эксплуатационной руды по мозаичности блоков- исключение безрудных блоков из объема горных работ(ГПР, Очистных работ) с применением рудоподготовки эксплуатационной руды методом сенсорной сортировки.

2.Объект исследований. Рассмотрены семь месторождений типовые генетическому и промышленному строению: золотокварцевые жильные месторождения Джамгыр и Чаарт Чаткальской зоны Срединного Тянь-Шаня, и золотокварцевое месторождение штокверковых жильных зон Ункурташ локализованных в Чаткальской зоны Срединно- Тяньшаньской структурно-формационной зоне. Северо Тяньшаньская золотоносная провинция соответствующей одноименной зоне, рассмотрены месторождения порфирового типа штокверковые: золотокварцевое- Джеруй и золотомедные месторождения Талдыбула и Андаш. Месторождения Джамгыр и Джеруй относятся к соответственно богатым и рядовым по содержаниям объектам, остальные месторождения к разряду бедных руд, в том числе руды месторождений Талдыбулак и Андаш относятся к разряду убогих.

Джамгыр. Блок месторождения размерностью $1,1km \times 1,1km$ относится к подсистеме, в связи с геодинамическими процессами и тектонофизическими условиями формирования границ блоков кинематически связанных систем разломов. Блок месторождения как производная указанных процессов и условий закономерного формирования границ блоков по-генетически и кинематически закономерным системам разломов входит как третий иерархический уровень в систему блоков рудной области и рудного поля (Рис 2).

Строение золоторудного месторождения Джамгыр определяется как серия смежных ромбообразных дуплексных сдвиговых зон. Сдвиговые зоны являются структурно-кинематическими закономерными образованиями с развитием парагенетически закономерных систем разломов. Среди которых определяются материнские и магистральные разломы, вторичные сколы диагональной ориентировки, с синтетическими и анатектическими разломами, и других ориентировок сколовых разломов. Структурные элементы района, месторождения и сдвиговых зон(выделяется пять зон) образуют иерархический ряд по принципу самоподобия, фрактальности. Парагенезис систем разломов четырех кинематических типов, являются рудо локализирующие и несут золотую промышленную минерализацию (Рис. 2).

Блоки месторождения представляют собой ромбовидные в плане сдвиговые зоны. Ограниченные магистральными разломами- сдвигами, азимут простирания 292° - 304° ; сопряженными с основными синтетическими сколами азимут простирания 63° - 74° ; сочлененными сколами, с азимутом простирания 30° - 43° . Все разломы являются рудолокализирующие с золотокварцевыми жилами. Падение жильных тел крутое 80° - 90° [3]. Всего диагностированы и разведены 24 жильных тела по четырем сдвиговым зонам.

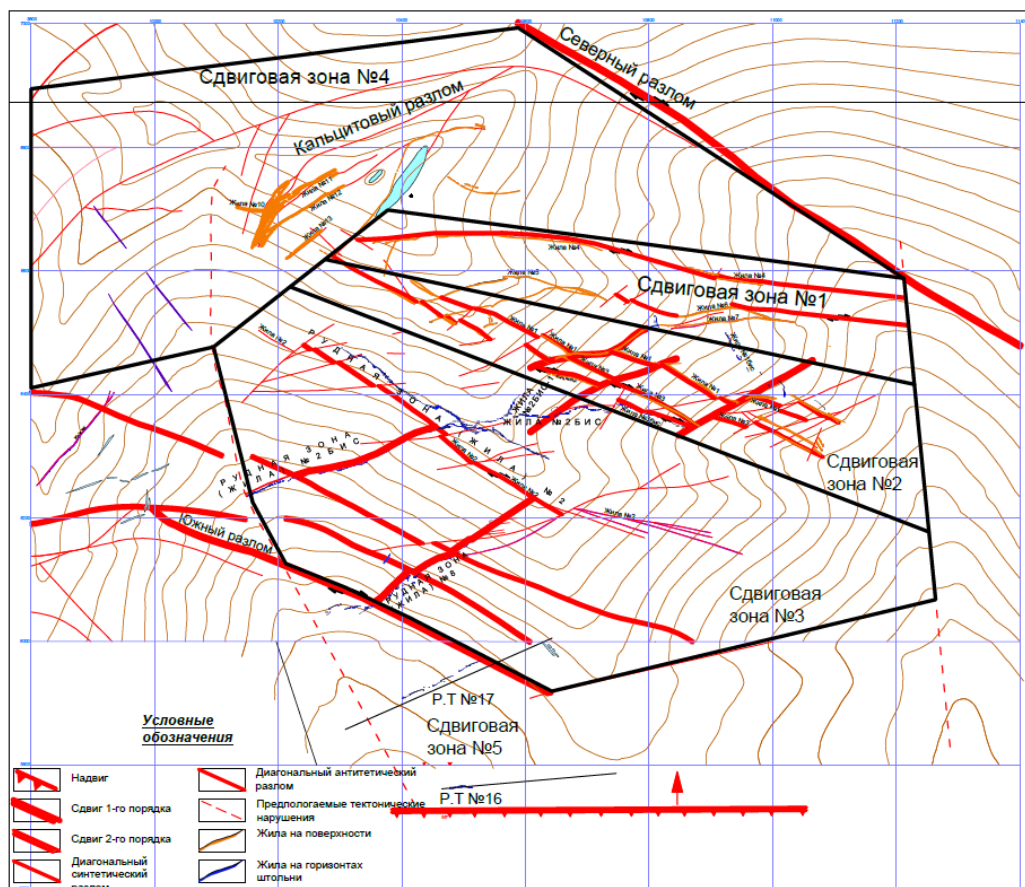


Рисунок 2 - Блок месторождения, сдвиговые зоны, основные жильные тела[3]

Чаарат. Сложная разрывная тектоника площади предопределяется нахождением ее между долгоживущими Караторским и Сандалашским разломами, представляющими собой левосторонние сдвиги и образующими тектонопару. Караторский и Сандалашский левосторонние сдвиги протягиваются в северо-восточном направлении через всю площадь месторождения, выходя далеко за ее пределы. В результате многостадийной деятельности этих разломов формировались надвиговые структуры, крупнейшей из которых является Ирисайский надвиг, а также взбросо-надвиговые структуры субмеридианального простирания.

Ирисайский надвиг и серия более мелких надвиговых структур формировались во времени раньше взбросо-надвигов, и имели, вероятно, более пологие углы наклонов плоскостей надвигов. Серия образовавшихся тектонических пластин фиксируется по выходам тулькубашских песчаников среди отложений сандалашской серии. Для выявления внутриформационных надвигов требуется более сложная расшифровка. На стыках надвигов можно наблюдать «выклинивание» одного типа пород, который через разлом сменяется другим типом пород. Общее простирание надвигов северо-восточное, а углы падения плоскостей надвигов в настоящее время варьируют от 45° до 65° . В подошвах надвигов по вмещающим породам формировались в различной степени дезинтегрированные образования от тектонической брекчии до милонитов. Мощность зон надвигов достигает 30 м, длина – до первых километров. В процессе поздегерцинской тектономагматической активизации надвиговые разломы играли роль как рудоподводящих, так и роль рудолокализирующих структур. Примером таких рудных зон являются Северная, Контактная и Основная рудные зоны. Дезинтегрированный материал в зонах разломов подвергался гидротермальной проработке. Тектоническая брекчия цементировалась кварцем и рудными минералами, а

милониты в процессе окварцевания образовывали осветленные породы с обильной рудной минерализацией.

Почти синхронно, но с некоторым отставанием по времени формировались разломы взбросо-надвигового характера, которые секут и с небольшой амплитудой смещают плоскости надвигов. Простираение этих разломов субмеридианальное, падение очень крутое ($70-85^\circ$) в запад-северо-западных румбах или вертикальное. Зоны дробления вдоль взбросо-надвигов не превышают по мощности 10 м.

В альпийское время в процессе очередного тектогенеза происходит омоложение всех ранее заложенных структур, и, кроме того, образуется ряд горстовых структур, расположено ступенеобразно. Горсты зажаты между Караторским и Сандалашским левосторонними сдвигами. Нижняя ступень расположена на юго-западном фланге месторождения, в ее пределах наблюдаются выходы только отложений тулькубашской свиты. Средняя ступень – это центральная часть месторождения, в ее пределах расположены Контактная и Основная рудные зоны. Здесь, наряду с отложениями девона, наблюдаются выходы верхней части сандалашской серии (песчаники, алевролиты и их переслаивание). Верхняя ступень расположена на северо-восточном фланге месторождения (участок Каратор), где основное распространение получили отложения нижней части сандалашской серии (алевролиты, кремнистые алевролиты, кремни при малом участии в разрезе песчаников). Возможно наличие и четвертой ступени – участок Ишакульды, где в разрезе преимущественно встречаются алевролиты и кремни.

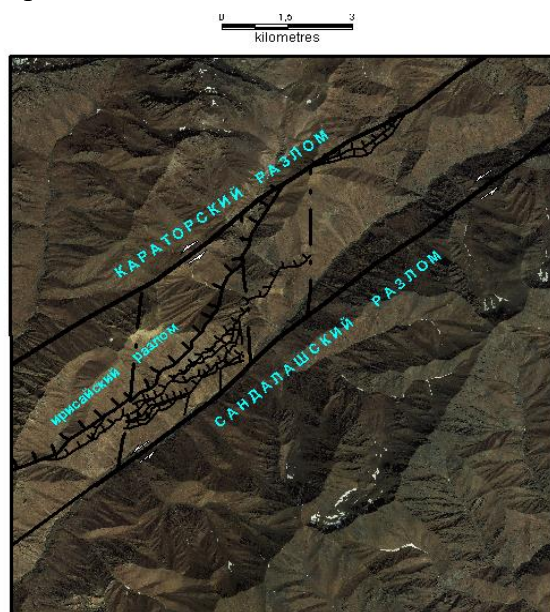


Рисунок 3 – Структуры месторождения Чаарат

Ункурташ. Площадь месторождения сложена кристаллическими сланцами, гнейсами, амфиболитами семизсайской свиты $\{-O(?)sm$ и алевролитами, туфопесчаниками, туфами дацитов арчаконушской свиты O_1 , прорванными гранодиоритами сандалаш-чаткальского комплекса C_2 , слагающими ЮВ окончание Андагульского интрузива. Гранодиориты занимают основную часть территории месторождения, слагая ядерную часть антиклинали СВ простираения, на крыльях которой – метаморфиты $\{-O(?)sm$.

Месторождение приурочено к тектоническому блоку между двумя крутопадающими разломами СВ простираения. На северо-западном фланге – это Байконур-Чакырторский разлом, разделяющий рудовмещающие гранодиориты от метаморфических сланцев PZ_1 на юго-восточном фланге – Сассык-Терекский разлом. Гранодиориты между этими разломами пересечены видимо еще несколькими нарушениями того же СВ простираения, вдоль которых

развито гидротермальное изменение вмещающих пород: окварцевание, каолинизация, березитизация, пропилитизация. Выделено на месторождении четыре такие минерализованные зоны: Основная, Байконурская, Балдакская, Южная (Слепая).

Главным объектом изучения была Основная минерализованная зона. Ее протяженность – 1150 м, мощность - 100-200 м, длина по падению – 600 м

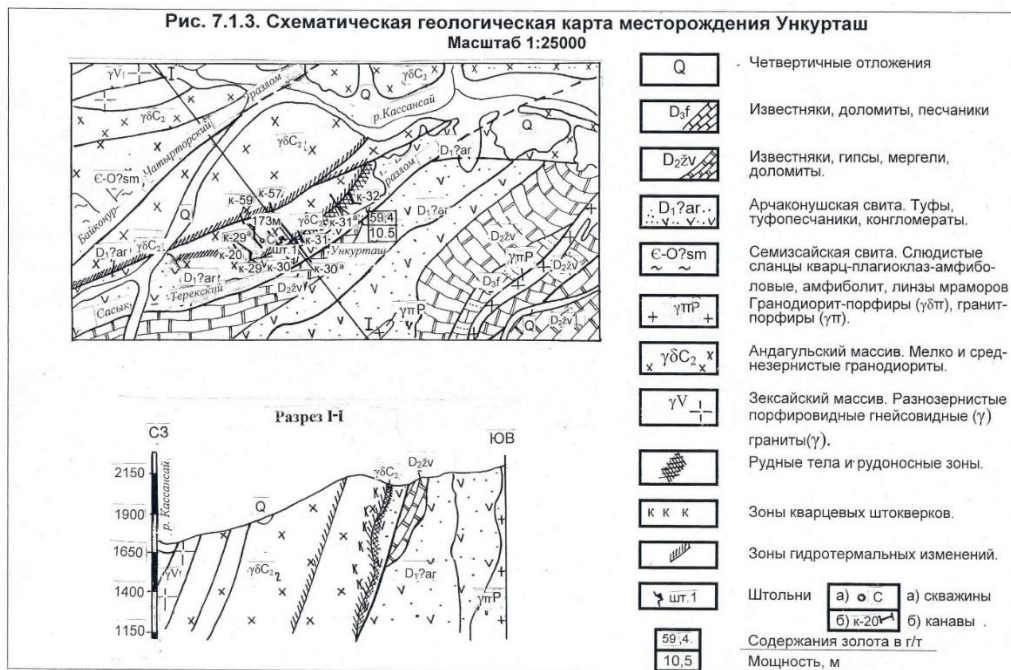


Рисунок 4 – Геологическая карта месторождения Ункурташ

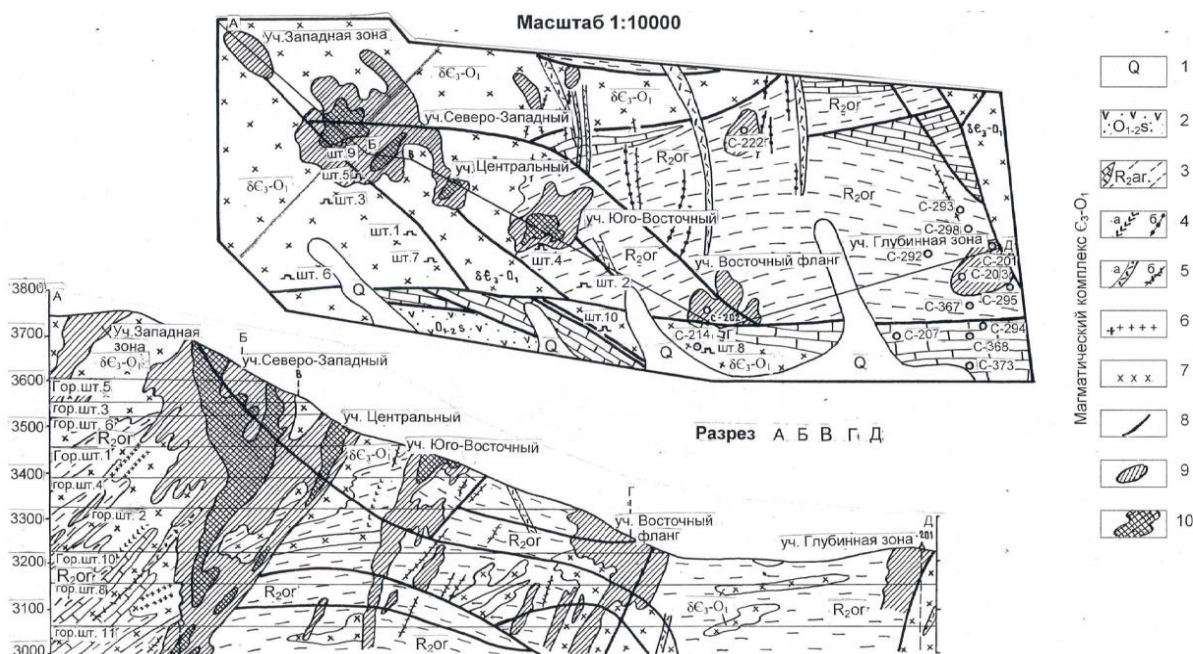


Рисунок 5 – Геологическая схема месторождения Джеруй [2].

Условные обозначения: 1. Четвертичные отложения; 2. Туфы андезитовых порфиров(O_{1-2}); 3. Доломиты, кварцево-сланцевые сланцы, песчаники(Rar); Магматический комплекс($C_3 - O_1$); 4. Дайки диабазовых порфиров(a), спессартитов(b); 5. Дайки кварцевых порфиритов(a) и плагиопорфиров(b); 6. Жилы аплитов; 7. Кварцевые диориты; 8. Разломы; Рудные тела: 9. с содержанием Au свыше 1г\т; 10.- Рудные тела с содержанием Au свыше 2г\т.

Джеруй. Основной разрывной структурой месторождения является Ичкелитау-Сусамырский региональный парный разлом (ИСР), северный шов которого представляется южной границей интенсивного золото-кварцевого оруденения[3]. Рудный узел и месторождение имеют тесную пространственную связь и обусловлена локальной купольной структурой Чичкано-Колбинского батолита [6].

В непосредственной близости от месторождения Северо-Ичкелитауский разлом, важная глубинная структура района с древним заложением и длительной историей развития(до четвертичного времени) меняет направление с СЗ на субширотное, делая при этом значительный изгиб, (Рис. 5. изгиб разлома южнее рисунка).

В предрудный этап поблизости от этого изгиба, возникла тектоническая обстановка, благоприятная для формирования суб- параллельных разлому отслоений в виде цепочек извилистых трещин отрыва, которые в сочетании с опояривающими трещинами северо-западного (СЗ), субмеридионального (СМ) и северо-восточного (СВ) направлений образовали ослабленную зону, впоследствии локализовавшую оруденение и предопределившую строение рудной зоны в целом, морфологию отдельных рудных тел. На формирование наиболее сложных по очертаниям ослабленных участков зоны, проявившихся позже, как рудные тела, помимо общей деформации изгиба, оказало влияние много сопутствующих факторов, такие как местные напряжения вдоль крупных меридиональных разрывов, заполненных дайками, разная упругость горных пород и т.д., (Рисунок 5).

С дугообразностью связываются возникновение геотехнических условий растяжения: «структуры растяжения в плане часто имеют дугообразные очертания»[4]. « В теоретически наиболее полном варианте, отделение блока от основного массива и его движение к стороне с пониженным сопротивлением аккомодируется образованием округло- сферической или цилиндрической поверхности, вдоль которой напряжения будут распределяться в соответствии с правилом Дж.Андерсона относительно кинематики разноориентированных сколов, в плане эта округлая поверхность будет выглядеть дугой, в вершине которой концентрируется растяжение, а на флангах возможно и образование сдвигов...»[4].

По вещественному составу руды месторождения Джеруй относятся к единому промышленному типу - кварц-золоторудному убого сульфидному. Количество сульфидов не превышает 1 %. По геологическим данным рудные тела представлены кварцевыми жилами, прожилками в измененных вмещающих гранодиорита. Основной рудный компонент – золото - распределен в рудном кварце в виде мельчайшей вкрапленности. Поэтому содержание металла в рудах, как правило, прямо пропорционально степени окварцевания. В центральных сильно окварцованных участках рудных тел и в кварцевых ядрах содержание золота обычно колеблется от 5 до 30 г/т, очень редко достигая 50-100 г/т. В слабо окварцованных периферийных участках рудных тел оно снижается до 1-5 г/т, а сами рудные тела окружены широким ореолом слабого окварцевания с содержанием золота до 1 г/т [3].

Ширальджин. Геологические толщи исследуемого региона относятся к структурам Северного Тянь-Шаня – к Таласо-Каратауской структурно-формационной зоне. В её пределах в результате многолетних исследований выделены два блока или две подзоны: Узунахматская и Карагоинская, характеризующиеся различными тектоническими режимами в позднем докембрии и раннем палеозое. Последнее проявлено в выделяемых в данном районе двух типах разрезов: кумыштагского и таласского. Возрастной интервал, зафиксированный в толщах указанных разрезов, достаточно близок и охватывает время от

позднего рифея до раннего палеозоя. При этом структурно-вещественный комплекс таласского разреза представляется параавтохтонным, а кумыштагского – аллохтонным, и горизонтальное смещение последнего оценивается в 15 – 20 км. Дополнительным доказательством такого взаимоотношения указанных толщ служат огромные тектонические останцы массивных карбонатных пород и песчаников кумыштагского разреза, залегающих на толщах таласского разреза. Метаморфизованные толщи Узунахматского блока, распространённые южнее, в крыле Таласо-Ферганского разлома, перекрывают породы таласского и кумыштагского разрезов по поверхности Центрально-Таласского надвига.

Интрузивные породы в пределах исследуемого района пользуются ограниченным распространением. Наибольший интерес представляет Кумыштагский гранитоидный массив, детально изученный Бешкольской партией. При картировании массива выяснилось, что он состоит из двух отдельных, отличающихся по облику слагающих пород блоков. Южный блок, представляющий вытянутое в меридиональном направлении тело площадью около 40 кв. км, имеет интрузивные контакты с вмещающими породами верхнего рифея, которые описаны на участке месторождения Ширальджин. Он сложен крупнозернистыми порфировидными гранитами бледно-сиреневого цвета, которые вблизи контакта с вмещающими породами сменяются аплитовидными гранитами.

Возраст Кумыштагского массива и одноименного интрузивного комплекса рассматривается как позднерифейский, а Узунташтинского – как силур-девонский. Для них установлены три фазы внедрения, а формирование массива связывается с коллизионными процессами этого этапа тектонического развития региона.

Золотомедное порфировое месторождение Андаш.

Площадь месторождения (Рисунок 7) сложена вулканогенно-осадочными породами нижнего-среднего ордовика, прорванными гранодиоритами, гранодиорит-порфирами и диоритовыми порфиритами верхнего ордовика.

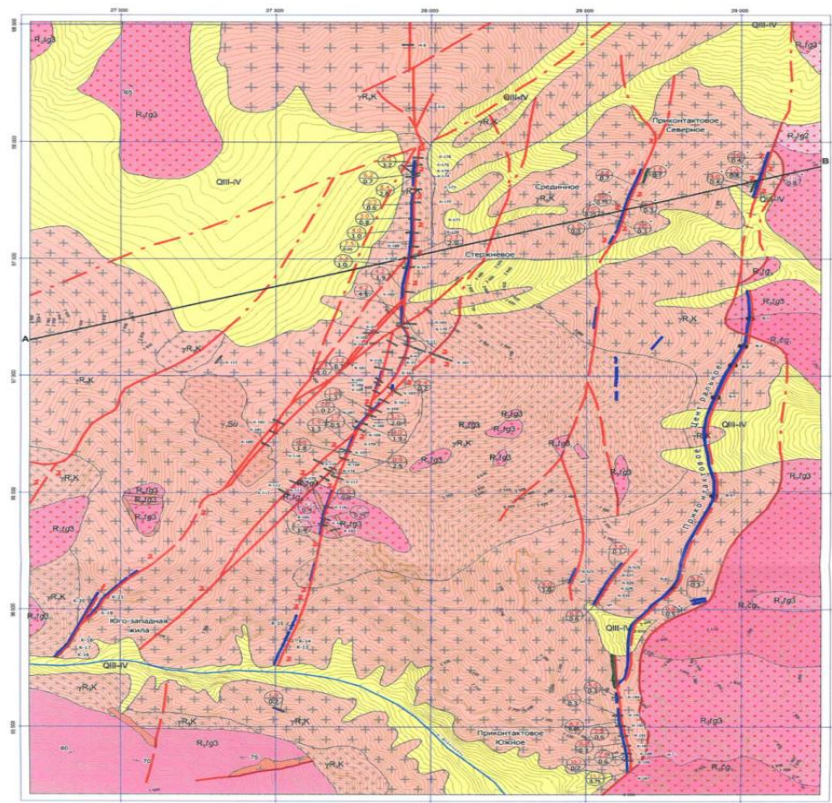


Рисунок 6 – Геологическая карта месторождения Ширальджин

Гидротермально-метасоматические изменения на месторождении проявлены очень широко:

1. Контактново-метасоматический, связанный с внедрением гранодиоритовой интрузии (ороговикование, серицитизация, карбонатизация, хлоритизация, эпидотизация вмещающих пород).

2. Собственно гидротермально-метасоматический (окварцевание, калишпатизация, биотитизация, серицитизация, хлоритизация). Эти процессы развивались не только по минералам, закладываясь на контактно-метасоматические изменения, но, главным образом, выразились в образовании прожилково-вкрапленных скоплений и интенсивной проработке больших объемов пород. Наиболее интенсивное окварцевание, проявившееся в слиянии штокерковых кварцевых прожилков в сплошное кварцевое тело - кварцевые метасоматиты, с которыми исключительно связана золоторудная минерализация.

Рудная минерализация в пределах месторождения концентрируется в трех рудных зонах: Северной, Средней и Южной. Северная и Южная рудные зоны по данным проведённых канавных и буровых работ практической ценности не представляют. Средняя зона, занимающая центральную часть площади месторождения, прослежена в широтном направлении на 2300 м при ширине от 100 до 300 м. По данным опробования в её пределах выделены рудные тела № 1, 2 и 3.

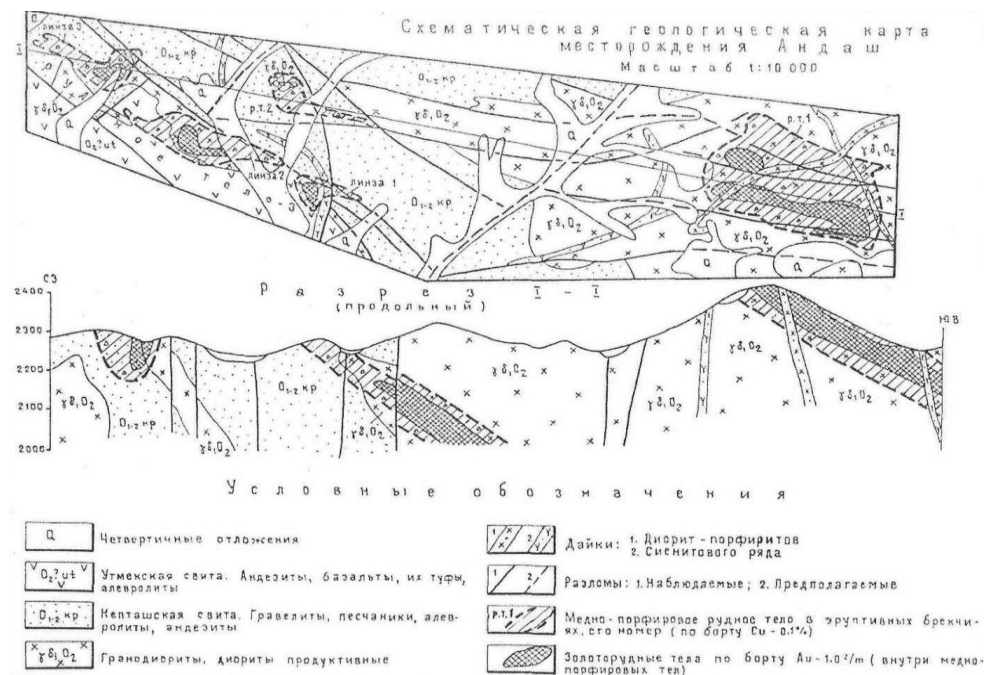


Рисунок 7 – Схематическая геологическая карта месторождения Андаш (Ярушевский Г.А. и др., 2005)

Золото-медь-молибденовое порфировое месторождение Талдыбулак.

Месторождение Талдыбулак (Рисунок 8) приурочено к штоку диоритовых пород, прорывающему туфогенно-осадочные породы среднего ордовика. Последние представлены сильно измененными аргиллитами, алевролитами, песчаниками, гравелитами, туфами, порфиритами андезитового и андезито-базальтового состава. Эти образования около диоритового штока подвергнуты сильным гидротермальным изменениям: перекристаллизации, серицитизации, хлоритизации, эпидотизации, окварцеванию.

Диоритовые рудоносные породы образуют шток и серию дайкообразных тел мощностью от 0,54 до 150 м, длиной от нескольких десятков до сотен метров, образующих как бы ореол вокруг штока в радиусе 2,5 км. Шток диоритовых пород в обнаженной части имеет длину около 1200 м и максимальную ширину 800 м. Форма штока очень сложная,

контакты его неровные с многочисленными заливами. Диориты в пределах всей изученной части штока до глубины 500 м включают многочисленные ксенолиты вмещающих пород от сантиметров до 120 м в диаметре, количество которых может достигать до 70-80 % объема, составляя в среднем 30-40 %.

Результаты исследований. Результаты изучения приведены на основе измеренных данных (Джамгыр, Джеруй, Ширальджин) и гипотетических на основе видимой, но не измеренной дискретной мозаичности по размерам, распределению и размещению блоков (Ункурташ, Андаш, Талдыбулак) - с бедными и убогими рудами для обоснования потенциальной возможности внедрения исследований геологии, геотехнологии и экономики дискретного, фрактального, мозаичного типа оруденения. Размерность блоков приведены в измерении $N \times 1000; 100; 10; 1; 0,01$ м. Где N любое число от 1 до 9. Размерность дискретной подсистемы диапазона $1000; 100; 10$ м и т.д. исчисляется как $L, m = \sqrt[3]{L_1 * L_2 * L_3}$, соответственно: длина по простиранию, мощность, длина по падению в м.

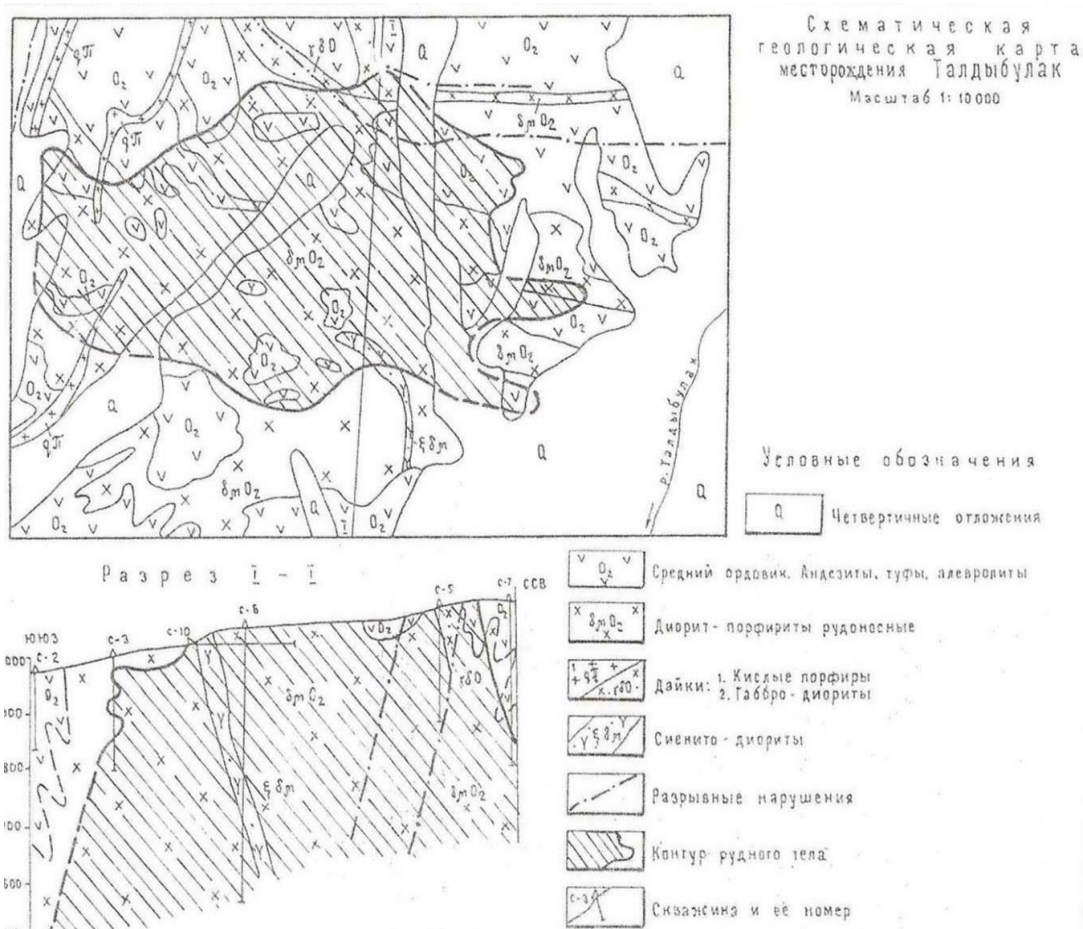


Рисунок 8 – Схематическая геологическая карта месторождения Талдыбулак
(Ярушевский Г.А. и др., 2005г)

Золоторудное тонкожилное месторождение Джамгыр. Чаткальский блок Срединно-Тяньшаньской структурно-формационной зоны. Ресурсная база оценивается $C_1 + C_2 + P_1$ до 9млн.т руды и до 100т золота с содержанием до 11г/т.

На рисунке 9 приведены основные морфологические и дискретные подсистемы оруденения рудного тела №2.

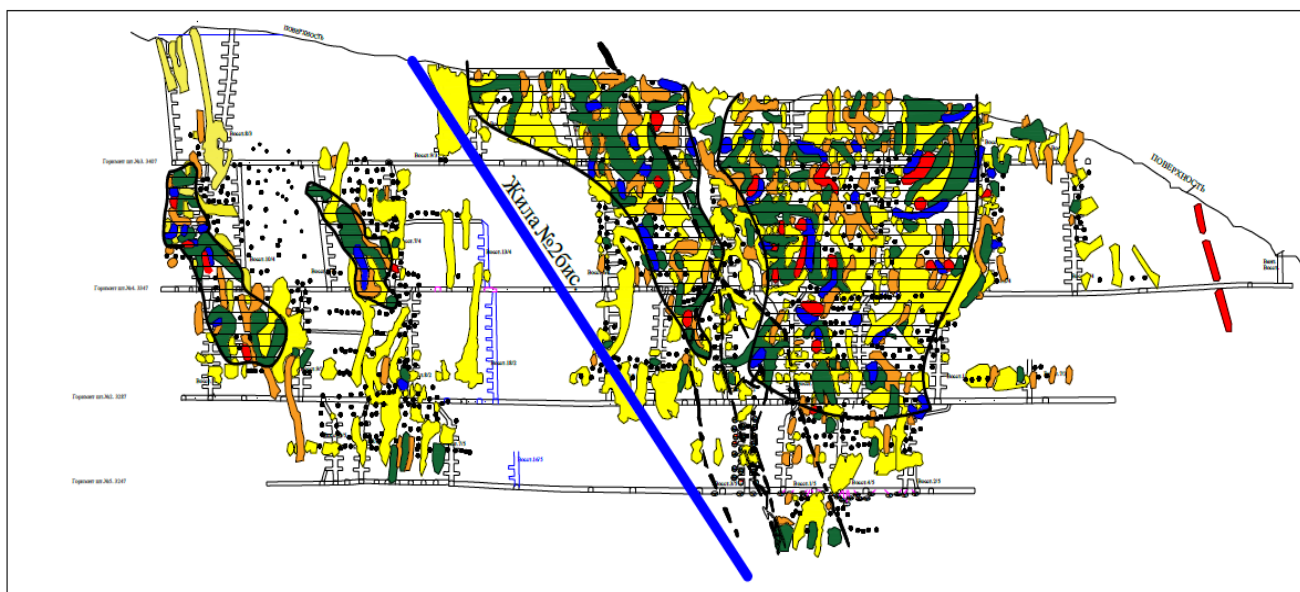


Рисунок 9 – Продольный разрез р.т.№2. рудные столбы, линзы, гнезда концентрации золота ((масштаб $\approx 1: 2300$). Штриховым и цветовым крапом выделены рудные контуры дискретных подсистем[34,35]

Измеренная и рассчитанная различными методами мозаичность рудных и безрудных блоков дискретных подсистем золоторудного месторождения Джамгыр составляет [44,45,46] таблица 1. Мозаичность блоков дискретных подсистем определяется наличием рудных и безрудных блоков в каждой подсистеме. При расчетах различными методами мозаичности, таблица 1, установлено увеличение рудных блоков на 29% за счет не измеряемых безрудных блоков последующих иерархических подсистем. В таблице 2 приведены результаты количественного измерения концентрации рудных блоков подсистемы $N \times 0,01m$ и концентрация золота методом сенсорной сортировки эксплуатационных руд (Seinert), видимо отражающую истинную мозаичную блочность месторождения.

Таблица 1 – измеренная мозаичность блоков дискретных подсистем месторождения Джамгыр(препринт, 2025г)[44].

Discete Subsystems	Ore Blocks	Non-Ore Blocks
N x1000	79	21
N x100	72	28
N x 10	71	29
N x 1	77	23
N x0,1	71	29
N x 0,01	42	58

Таблица 2 - Результаты количественных исследований на выход руды и извлечение золота методом SBS (Steinert, ТЭО 2020)[36]

Пробы:	размер,	вес,	вес,	Золото	извлечение Au
Q 1	мм	%	кг	г/т	%
Питание	10-100	100	45,85	1,43	100
Продукт	10-100	36,25	16,62	3,8	96,43
Хвосты	10-100	63,75	29,23	0,08	3,57

Q 2					
Питание	10-100	100	51,56	3,46	100
Продукт	10-100	51,32	26,46	6,72	99,72
Хвосты	10-100	48,68	25,1	0,02	0,28
Q 3					
Питание	10-100	100	51,61	15,95	100
Продукт	10-100	38,29	19,76	41,5	99,65
Хвосты	10-100	61,71	31,85	0,09	0,35

Обобщающие результаты постатейных расчетов ГКР, ГПР, ОР, ЗИФ на основе реальных показателей, без учета налоговых отчислений, приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Результирующие результаты геолого-промышленной оценки месторождения Джамгыр

		Маг.	маг+SBS	слоев+SBS
		№1	№2	№3
запасы разведочной модели		тыс \$	тыс \$	тыс \$
руда	тыс.т	1756,1	1756,1	1756,1
среднее содержание балансовой руды, г/т	г/т	5,97	5,97	5,97
Запасы, золото, кг	кг	10492,3	10492,3	10492,3
Средние концентрационные содержания товарной руды, г/т	г/т	3,78	8,97	8,60
полные операционные затраты, тыс.\$	\$\т	265957,7	212304,3	171551,0
валовый доход	тыс.\$	507240,1	515342,4	540413,1
валовая рентабельность продукта	%	90,7	142,7	215,0
Прибыль	тыс.\$	241282,3	303038,1	368862,1

Проблема месторождения заключается в высокой степени разубоживания(50-53%) при традиционной геотехнологии системой магазинирования эксплуатационных блоков 40 x 40м), модель №1. При внедрении рудоподготовки SBS выход товарной руды сокращается на 60% с ростом рентабельности продукта на 53%. Производительность рудника не превышает 300тыс.т /год эксплуатационной руды (до 1000 кг золота). Оценка геологии и геотехнологии дискретной подситсемы для разведки и разработки предложены метод и система очистных работ увеличенными эксплуатационными блоками до 80м x 120–160. С ростом производительности добычных работ в 2,5 раза и сокращением удельных затрат очистных работ (система слоевая с закладкой) и SBS с 28\$/т до 16\$/т и механизированными методами горных работ с увеличением минимальной очистной мощности до 2,5м (соответственно разубоживание до 60-70%). Производительность рудника до 600-700тыс.т/год и выходом золота до 2500-3000кг). Рост валовой рентабельности продукта и прибыли по расчетным моделям являются новизной результатов геологического, геотехнологического и экономического подхода на основе фрактального, дискретного типа оруденения.

Чаарат, золотокварцевое жильное месторождение. Рудоконтролирующие и рудолокализующие разломные зоны имеют характеристики дуплексных сдвиговых зон по классификации Риделя-материнские сдвиговые жилы и сочлененные поперечные вторичные синтетические сдвиговые жилы, Рисунок 10. Оценка ресурсов(2012г) $C_1+C_2+P_1$ составляет 82,4млн.т руды, 198,5 т золота при 2,4-2,8г/т.

Важнейшим признаком золотоносности является наличие гидротермального кварца и арсенопирита. В рудах Главной и Контактной зон не было отмечено нахождения золота без

присутствия арсенопирита. Арсенопирит встречается как в кварцевых прожилках, так и в основной массе породы в зависимости от характера процесса окварцевания. Окварцевание шло по основной массе в случае гидротермальной проработки милонитизированных пород с образованием вкрапленных руд. В случае окварцевания тектонически брекчированных пород формировались многочисленные кварцевые прожилки до образования кварцевых жил, что приводило к образованию прожилково-вкрапленных руд. В зависимости от степени дезинтеграции первичного матрикса в процессе его окварцевания формировались вкрапленная и прожилковая структуры, полосчатая и брекчеевидная текстуры, а так же их комбинации. По структурно-текстурным особенностям были выделены следующие типы руд: брекчеевидные, милониты, кварцево-жилные - и их метасоматические измененные разновидности.

Формирование руды по зонам разломов, структурно-текстурные характеристики гидротермального рудоотложения формируют мозаичность дискретных подсистем $N \times 0,1-0,01$ м гнездообразного характера, с золото-кварцевыми гнездами заполняющие цементирующую часть тектонической брекчии. Связь золота с кварцевым субстратом формирует ядро оруденения мелких дискретных подсистем. Очевидно, оптимальных для сенсорной сортировки SBS рентгеновскими методами.

Проблемными вопросами разработки месторождения является геотехнология комбинации углубленных карьеров «вслед» по падению жильных тел и подземный рудник с большим объемом горно-капитальных, горно-подготовительных, очистных работ, обогащения и низкой степени сквозного извлечения до 84%. Чем обуславливается практически нулевая оценка $NPV_{10\%}$ на горизонт планирования более 20 лет (ТЭО, 2012г).

В таблице 4 даны сравнительные данные традиционной расчетной модели ОГР №1 и модели №2 с применением рудоподготовки методом SBS, рост рентабельности практически в 1,5 раза. Для ПГР предложены модели традиционной слоевой системы ОР с закладкой и №4 с сокращением ГПР и ОР на объем безрудных блоков мозаичности дискретной подсистемы $N \times 10$ м (оставленные целики из безрудных блоков) с сенсорной сортировкой эксплуатационной руды. Показатели ПГР рост валовой рентабельности продукта теоретически до 2,4 раза. Данные приводятся без учета налоговых отчислений.

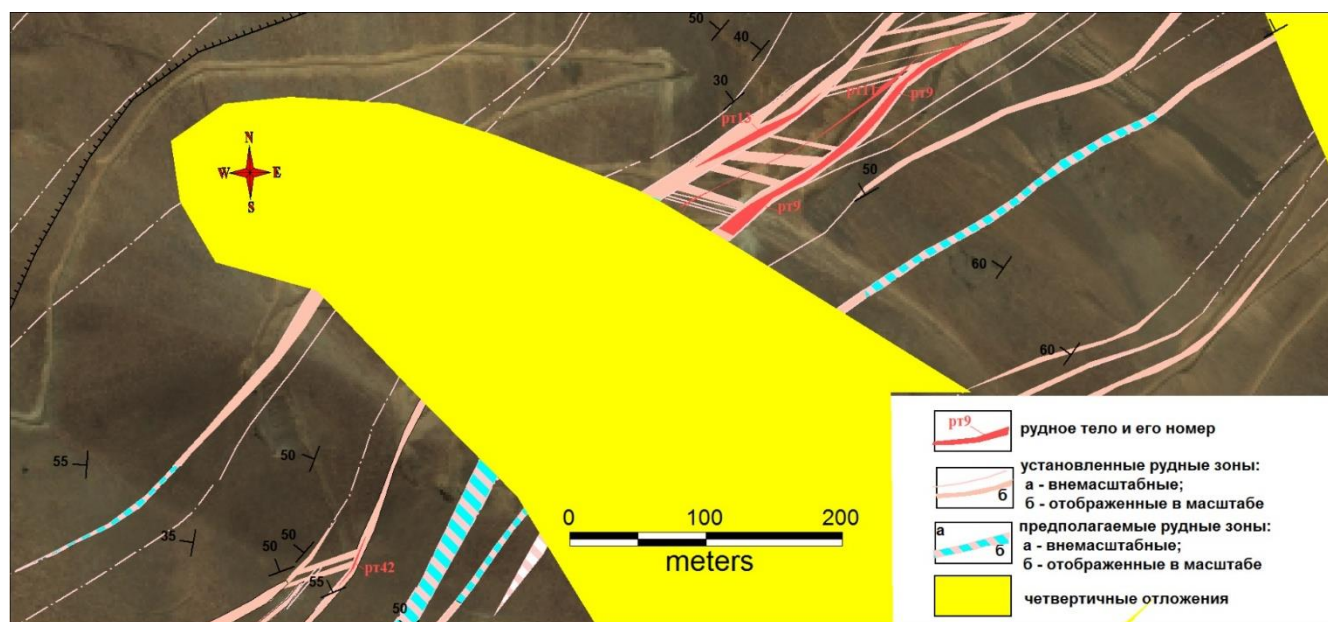


Рисунок 10 – Фрагмент локализации рудных тел месторождения Чаарат

Таблица 4 - Сравнительные расчетные показатели оценки месторождения Чаарат при внедрении инновационных геологических, геотехнологических, технологических подходов (ТЭО, 2012)

наименование	ед.измер	Модели разработки месторождения и инновации			
		карьер	карьер+SBS	традиц.слоевая	блочная +SBS
		№1	№2	№3	№4
балансовый запасы в недрах		тыс \$	тыс \$	тыс \$	тыс \$
руда	тыс.т	5046	5046	17973,2	12581,24
среднее содержание	г/т	2,83	2,83	3,47	4,96
запасы	кг	14280,18	14280,18	62367,00	62367,00
Средние концентрац.содер.		2,34	5,79	2,92	10,31

полные операционные затраты	\$\t	396214,4	339374,8	1540553,1	921677,0
валовый доход	тыс.\$	659551,5	652956,0	2880513,3	2851708,2
валовая рентабельность продукта	%	66,5	92,4	87,0	209,4
Прибыль	тыс.\$	263337,0	313581,2	1339960,3	1930031,2

Ункурташ, золоторудное порфировое в линейных штокверковых телах. Которое рассматривается как классическое крупное золоторудное месторождение с бедными рудами с запасами и ресурсами: 38млн.т; 66,2 т(до 125т). золота при содержании 1,80г\т.

Актуальность исследований на месторождении Ункурташ определяется низкими содержаниями основного компонента золота, при котором при умеренных ценах на золото до 1800\$/oz горный проект при NPV_{10%} на горизонт планирования в 15 лет находится в зоне нулевой рентабельности для ОГР и отрицательной для ПГР.

Предложена гипотетическая модель оценки месторождения, при допущениях:

1. Комбинированная геотехнология вскрытия и добычных работ: ОГР-карьер в интервале 2050м-1750м(местный базис эрозии); ПГР- подземный рудник в интервале 1750-1500м.

2. По набору вмещающих горных пород геотехническая оценка устойчивости массивов пород и руд: по Лобширу MRMR 20-24; по Бортону RMR 43-45. При этом карьер углублено-нагорного типа с уклоном бортов в погашении около 45°. Оценка коэффициента вскрыши 7-8 т/т. Подземный рудник вскрытие подходными штреками и транспортными уклонами на глубину, система очистных работ слоевая панелями 10x10 x 20-80м с твердеющей закладкой; при этом потери до 3% разубоживание до 2,5%.

3. Для расчетов концентрационные возможности руды приняты 40% товарной руды и 99% золота.

4. Для оценки приняты ресурсы 18,4млн.т с содержанием 1,8г/т и ресурсами в 33037кг золота, соответственно для ОГР и ПГР.

5. Горизонт планирования 15 лет с параллельной комбинированной разработкой ОГР и ПГР. И производительностью ЗИФ до 1млн.т концентрированной товарной руды(извлечение рудных блоков с оставлением безрудных блоков в недрах и обогащение руды методом сенсорной сортировки SBS).

Мозаичность дискретных подсистем Nx0,1-0,01м определяется минералогическим и структурно-кинематическим строением зон оруденения: прожилки мощностью 1-10см с интенсивностью от 1 до 15 прожилков на 1 пог.м; коэффициент рудоности до 0,35. Факты по опыту исследований однотипных месторождений указывает на мозаичную блочность дискретных подсистем с распределением рудных и безрудных блоков

близкие к 50:50% и размерностью в основной рабочей(добычной) дискретной подсистем 8-10-12м для рудных и безрудных блоков; в технологической дискретно подсистеме распределение рудных и безрудных блоков, составляет возможно до 25-30% рудных и 75-70% безрудных блоков; что указывает на пропорции потенциала концентрации руды в 25-30% более 99% золота с концентрацией золота по содержанию более 5-8г/т.

В таблице 5 приведены сравнительные показатели оценки месторождения(при цене оценки 1800\$/oz), при: Модель №1-расчеты традиционной разработки карьером, модель №2 с сенсорной сортировкой эксплуатационный руды с ростом рентабельности в 1,5 раза; модель № 3 традиционная подземная геотехнология со слоевой системой очистных работ-отрицательная рентабельность; модель №4 слабая положительная рентабельность с показателями не целесообразности разработки при дисконтировании денежных потоков на практичный горизонт планирования и модель №5 с учетом геотехнологии с отсечением безрудных блоков в мозаичности дискретной подсистемы N x10м и сенсорной сортировкой руды, сокращение объемов горных работ, переработки и других затрат, гипотетическая модель демонстрирует высокую степень экономических перспектив.

Таблица 5 - Сравнительные результаты оценки месторождения традиционных и инновационных геотехнологий.

		трад.карьер	карьер +SBS	слоевая, трад.	слоевая+SBS	Блочная +SBS
Наименование показателей	Ед. изм.	№1	№2	№3	№4	№5
Запасы руды, геологические	тыс. т	18354	18354	18354	18354	13214,9
Содержание золота в эквиваленте	г/т	1,8	1,8	1,8	1,8	2,5
Запасы золота в эквиваленте	кг	33037,2	33037,2	33037,2	33037,2	33037,2
Средние концентрац.содер.		1,49	3,68	1,76	4,39	6,18

Полные операционные затраты	\$/т	1103690,3	944162,8	1922671,7	1682658,0	1211513,8
Доход	\$/т	1598533,1	1582547,7	1699252,1	1888057,8	1912967,9
Валовая рентабельность продукта	%	44,8	67,6	-11,6	12,2	57,9
Прибыль	\$/т	494842,8	638384,9	-223419,6	205399,8	701454,1

Джеруй. Измерение мозаичности блоков дискретных подсистем от Nx1000м до N x0,01м произведено различными методами. На рисунке 11 приведены два поперечных разреза разведочной модели месторождения Джеруй разведанной по сети 20м x 20м на глубину до 100-120м. На основе построенных разрезов, графо-аналитическим методом рассчитаны размерность, распределение и размещение мозаичных блоков дискретной подсистемы N x10м. С выделением блоков ядра оруденения-интенсивное и равномерное оруденение, периферийных блоков-переходных по концентрации содержаний золота и прерывистые рудные интервалы и безрудные блоки-перерывы между блоками оруденения[. В таблице 6 приведены обобщенные данные размерности и распределения мозаичности блоков дискретной подсистемы Nx10м[38-43,].

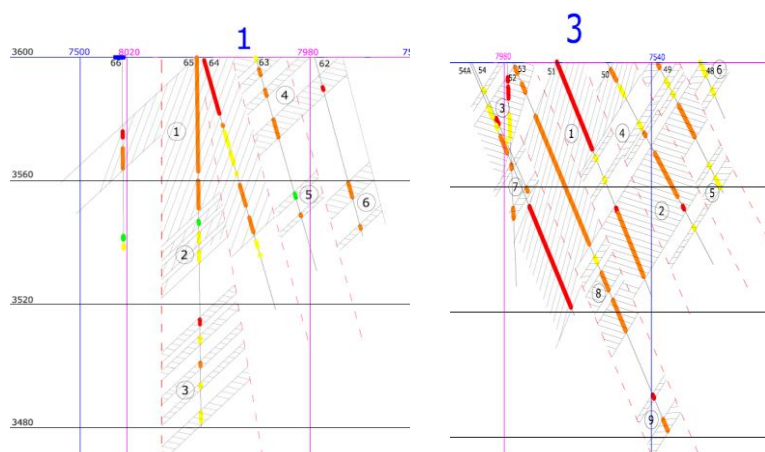


Рисунок 11 – Разрезы по профилям(1,3), разведочные скважины, распределение золота по блокам по классам содержаний(среднего на блок). Условные обозначения: заштрихованные области-рудные блоки, без штриховки- безрудные и не кондиционные блоки(ресурсы подземного рудника), цветовой крапп среднее содержание золота в г/т[38]:

1,46-3,0	Yellow
3,0-6,0	Orange
6,0-12,0	Red
12,0-24,0	Green

Таблица 6 – Распределение и размерность мозаичности блоков разведочной модели.

Мозаичные блоки	м3	L,м	LnL	%
Σядро оруденения	771143,8	91,7	4,5	47,9
Σ переходные блоки	396395,2	73,5	4,3	24,6
Σ безрудные	441913,8	76,2	4,3	27,5
Всего:	1609452,8	117,2	4,8	100,0

Общее распределение мозаичности блоков (рудных и безрудных) по дискретным подсистемам измеренных для разведочной модели месторождения Джеруй, приведены в таблице 7 [48-50]. Отражены концентрации золота в рудных блоках дискретных подсистем.

Таблица 7 – распределение мозаичных блоков по дискретным подсистемам

Дискретные подсистемы	рудные блоки, %	безрудные блоки, %	Концентрация золота, %
N x 1000м	42,1	57,9	
N x 100м	60,2	28,8	>93
N x 10м	51,7	48,3	92,4
N x 1м	45,8	54,2	>93
N x 0,01м	39,9	60,1	>99

Концентрация рудных блоков и золота дискретной подсистемы Nx0,01м. по результатам измерения методом сенсорной сортировки приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Разделение рудных и безрудных блоков при исследовании методом ХРТ[37,38].

Пробы, содержание Ац, г/т(вес пробы)	Выход мозаичных блоков	
	Рудные, %	Безрудные, %
ХРТ, рядовые руды, 3,90г/т(1165,9кг)	39,9	60,1
ХРТ, убогие руды, 0,92г/т (584,7кг)	13,8	86,2
ХРТ, эксплуатационная руда, 2,4г/т(581.2КГ)	26,8	73,2

На основе измерения мозаичности по дискретным подсистемам месторождения Джеруй, геологической интерпретации мозаично блочности и разработки геотехнологических методов и систем горных, технологических работ с выделением моделей оруденения по мозаичности измеренных параметров предложена геолого-экономическая оценка разработки подземного рудника месторождения Джеруй[], таблица 9. Геотехнологически модели блочности и оценки:

Модель №1. Традиционная модель с слоевой системой ОР(с твердеющей закладкой); Модель №2. Слоекая система с твердеющей закладкой и сенсорной сортировкой при рудоподготовке товарной руды на ЗИФ; Модель №3. Мозаичная слоевая система с твердеющей закладкой и отсечением безрудных блоков в контурах подземного рудника, сокращением объема горных работ; Модель №4 применение геотехнологии модели №3 и сенсорная сортировка при рудоподготовке товарной руды на ЗИФ; Модель №5.Аналогичная модели №4, но с отсечением безрудных блоков в контуре блоков периферии, теоретическая, размерность блоков составляет от 1 до 3-5м, требует практических исследований применимости

Таблица 9. – Геолого-промышленная оценка моделей геологии, геотехнологии разведочной модели месторождения Джеруй

наименование	ед.измер	Модели разработки месторождения и инновации				
		№1	№2	№3	№4	№5
балансовые в недрах		тыс \$	тыс \$	тыс.\$	тыс \$	тыс \$
руда	тыс.т	4249	4249	3082,3	3082,3	2638,6
среднее содержание	г/т	3,84	3,84	5,1	5,1	5,86
запасы	кг	16307,3	16307,3	15724	15724	15452,1
Средние концентрац.содер.	г/т	3,7	9,26	4,97	12,31	14,13
полные операционные затраты	\$\т	484357,5	399141,1	351365,5	289547,3	247866,2
валовый доход	тыс.\$	838727,8	867243,6	808724,0	836220,8	821763,1
валовая рентабельность продукта	%	73,2	117,3	130,2	188,8	231,5
Прибыль	тыс.\$	354370,3	468102,5	457358,5	546673,5	573896,9

Экономическая оценка показывает, новые параметры концентрации содержаний золота в контурах разработки с учетом концентрационных содержаний при сенсорной сортировке руды, концентраций при отсечении безрудных блоков мозаичности с и без сенсорной сортировки рудо подготовкой товарной руды. При которых экономическая оценка по валовой рентабельности продукта(без учета налогового режима) растет с 73,3% до 188,8%, т.е в 2,6 раза для измеренной и достижимой геотехнологии и до 231,5% или 3,2 раза

модели №5, в большей мере теоретической в связи с не исследованными и не апробированными методами отсечения безрудных интервалов мозаичности с размерностью блоков от 1-3 до 5м.

Ширальджин, золото кварцевое, жильное. Ресурсная база составляет $C_1+C_2+P_1$, руда 5,08млн.т при содержании 3,55г/т. Ресурсы 18080,7кг. Локализованных в трех субпараллельных жильных телах, занимающих надвиговые разломы меридионального простирания и падением в 41° к западу. В пределах жильных тел интервалы минерализации так же подчиняются видимой макро блочности, с рудными контурами до 60-70% контура разведки и до 30-40% безрудных пережимов, привязанных к пересечению продуктивных жил секущими сколовыми разломами. Т.е мозаичность дискретной подсистемы размерности $N \times 100м$ близка к отношению 60-70: 30-40%. Такой результат сопровождается оценкой по коэффициенту рудоносности $K_{руд} = \sum \rho_{руд} / \rho_{общие} = 0,75$.

Истинная мозаичность по распределению рудных и безрудных блоков мозаичности получены при количественных испытаниях сенсорной сортировки, 2021г, Рисунок 12.

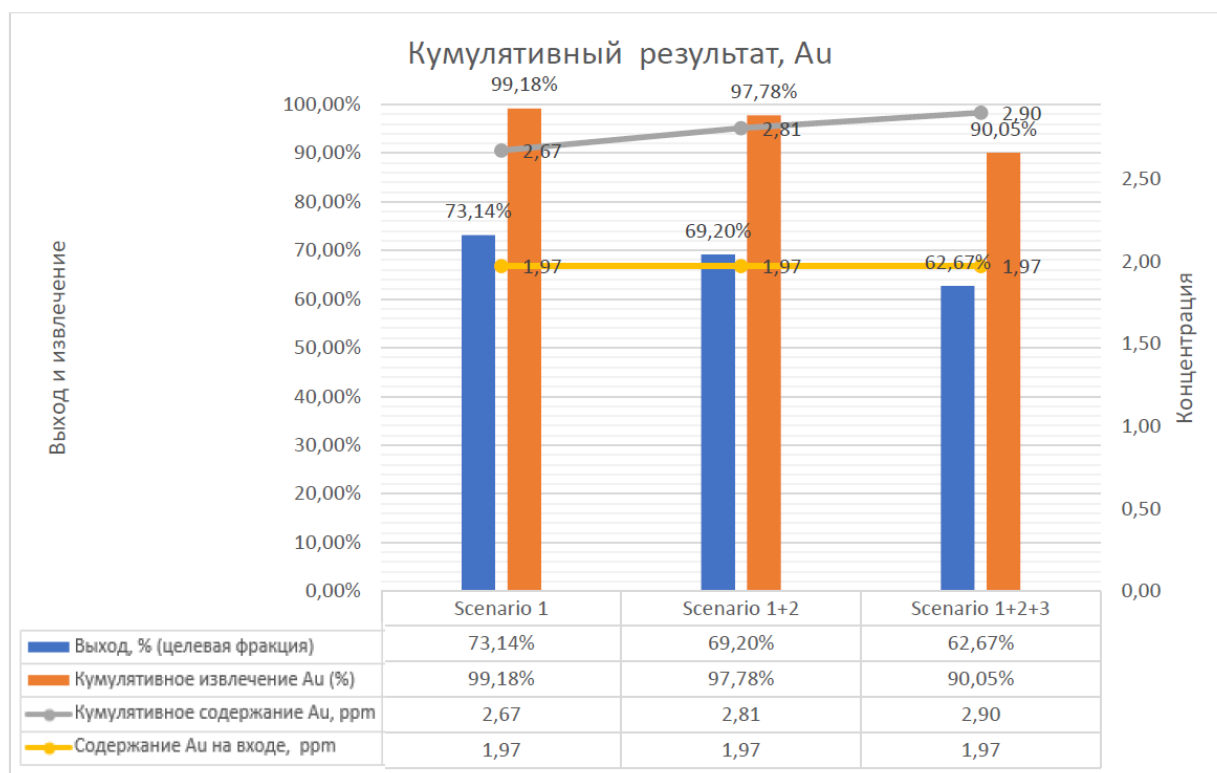


Рисунок 12 – Диаграмма концентрации руды и извлечения золота месторождения Ширальджин

В таблице 10 приведены модели комбинированной геотехнологии разработки месторождения Ширальджин. Модель №1 карьер традиционные методы добычных работ; модель №2 карьер + рудоподготовка сенсорной сортировкой товарной руды; модель №3 подземная геотехнология очистные работы магазинированием; модель №4 система очистных работ с рудоподготовкой сенсорной сортировкой; И модель №5, слоевая система очистных работ с закладкой и отсечением безрудных блоков и рудо подготовкой сенсорной сортировкой[33].

Таблица 10. – Сравнительные параметры и геолого-экономических моделей оценки дискретного типа оруденения.

наименование	ед.изм	Модели разработки месторождения и инновации				
		карьер	карьер+SBS	магазин.	магаз.+SBS	слоевая +SBS
		№1	№2	№3	№4	№5
запасы разведочной модели		тыс \$	тыс \$	тыс \$		тыс \$
руда	тыс.т	1673	1673	1492,1	1492,1	1044,4
среднее содержание	г/т	3,32	3,32	3,83	3,83	5,47
запасы	кг	5558,9	5558,9	5708,4	5708,4	5708,4
Средние концентрац.содер.	г/т	3,01	4,38	2,52	3,67	7,57
полные операционные затраты	\$\т	159116,5	130083,6	220202,8	227848,2	107339,3
валовый доход	тыс.\$	287005,5	286144,5	288519,4	287653,9	325116,4
валовая рентабельность продукта	%	44,6	54,5	23,7	20,8	67,0
Прибыль	тыс.\$	127889,0	156060,9	68316,6	59805,7	217777,0

Максимальное значение карьерной добычи руд достигается при сокращении объема товарной руды на 32% при рудоподготовке; достигнутые 54,5% валовой рентабельности продукта при горизонте планирования в 5-6 лет весьма приемлемые экономические параметры. Сложность разработки подземной геотехнологии сдерживает развитие проекта в связи в том, что традиционная система очистных работ магазинированием связана с разубоживанием в неустойчивых гранитоидах зальбандов жильных тел, до 48%. В связи с чем подземные запасы месторождения при минимально промышленном содержании в 4,8г/т и средними содержаниями 3,83г/т отнесены к забалансовым, более 55% разведанных ресурсов месторождения.

Модель №4 магазинирования с сенсорной рудоподготовкой парадоксально снижает валовую рентабельность продукта, что связано с влиянием затрат на рудоподготовку, слабым снижением затрат на транспортировку и переработку на ЗИФ (снижение объема руд и переработки всего на 32%). Достижение перспективных показателей горного проекта в подземном руднике возможна только при отсечении безрудной части мозаичности блоков что возможно при применении слоевой системы очистных работ в закладкой и сенсорной сортировкой руды, что обеспечивает рост рентабельности в 3,1 раза.

Талдыбулак, Андаш. Штокверковые золотомедные порфиновые месторождения Талдыбулак и Андаш при оценке могут составлять до 180т в исчислении по золоту. Бедные содержания меди при пересчете в условное золото при значительных запасах весьма в незначительной степени влияют на показатели оценки месторождений. Золото прямо коррелируется с медью и контуры золота совпадают с контурами развития меди.

Наблюдения по мозаичности может основываться на корреляции степени окварцевания, исчисляемые по интенсивности окварцевания. Где 10% означает развитие до 10 прожилков в 1см на 1пог.м. выработки» 20%, соответственно до20 прожилков на пог.м. и более 30% образуют фактически сливные кварцевые зоны с аномально высокими содержаниями золота до 8-10г/т.

Очевидно, что 20-30% окварцевания относится к типу ядра оруденения; менее 10% относятся к периферии оруденения и первые % или единичные прожилки на 1пог.м выработки относится к безрудным блокам.

Исходя из описанной структуры мозаичности руд, возможно экстраполировать, что 20-30% оруденение сопровождается 70-90% безрудными блоками. Последняя цифра вытекает из концентрации оруденения в 10 прожилках в 10-15см на пог.м выработки, что

может относиться к мозаичности 10-15% рудных к 85-90% безрудных блоков.

Экстраполяция подобной гипотезы на основе закономерности фрактальности-самоподобие иерархических уровней, дискретные подсистемы при росте масштабности от приведённых предположений относимых к $N \times 0,1-1,0$ м. В дискретных подсистемах горных работ $N \times 100$ м и $N \times 10$ м предполагается сходная мозаичность, т.е 10-20% до 40% рудных к 60-80% безрудных блоков. Обоснованность выдвижения подобной гипотезы по мозаичной блочности и концентрации руды и металла при сенсорной сортировке может быть проиллюстрирована аналогичными по генетическому и промышленному типам месторождений Канады с результатами сенсорной сортировки представленных в таблице 11 (исследования сенсорной сортировки руд установок Steinert, техрапорты NI #43-101).

Таблица 11. – Результатов исследований сортируемости руд, Канада

	тип оруденения	Металлы	концентрация руды и металлов			извлечение
			выход руды, %	Au, g/t	Cu, %	
1	порфировый	Cu	34,7-78,6		123,2-221,6	До 96,7
2	орогенный	Au	48,2-63	140-189,7		До 97,6
3	порфировый	Au	69	138,2		До 98,1
4	эпитеpmальный	Au	34,9-50	194-265,7		До 99,7
5	эпитеpmальный	Au	36,4-63,7	140-240		До 92,6

В таблице 12 приведены гипотетические сравнительные показатели рентабельности бедных и убогих руд порфировых месторождения Андаш и Талдыбулак. Модель №1 карьер Андаш, Модель №2 Карьер Андашс отсечением безрудных блоков и с сенсорной сортировкой руды; модель №3 традиционная карьерная разработка м-я Талдыбулак, модель №4 карьерная разработка с отсечением безрудных блоков и сенсорной рудоподготовкой Талдыбулак.

Таблица 12. – Сравнительные показатели оцени разработки месторождений Андаш и Талдыбулак.

наименование	ед.измер	Модели разработки месторождения и инновации			
		карьер	карьер+SBS	карьер	карьер+SBS
		№1	№2	№3	№4
балансовый запасы в недрах	тыс.т	38185,2	19093	46700	23350
среднее содержание	г/т	1,12	1,12	1,01	2,03
запасы	кг	42694,9	42694,9	47309,8	47309,8
Средние концентрац.содер.	г/т	0,92	2,29	0,82	4,08
полные операционные затраты	\$\t	2068774,1	1589577,3	2306434,7	1704759,2
валовый доход	тыс.\$	2065829,1	2045170,8	2216836,8	2194668,5
валовая рентабельность продукта	%	-0,1	28,7	-3,9	28,7
Прибыль	тыс.\$	-2944,9	455593,5	-89597,9	489909,2

Показатели валовой рентабельности в 28,7 при горизонте планирования до 15-20 лет (без учета налогового режима) имеют вполне приемлемые оценочные показатели разработки с ростом в 10-15 раз от традиционной оценки.

Заключения и обсуждения

В процессе исследований и по результатам проведенных исследований выдвигаются следующие три основных блока научных гипотез.

А. Геология дискретного типа оруденения.

1. Структурно-тектоническая позиция рудо локализирующих и рудоконтролирующих формаций и структур определяют позицию дорудной, синрудной кинематики структурной позиции оруденения;

2. Структурная позиция оруденения определяется преимущественно косейсмичной или постсейсмичной геотехнической структурно-кинематической позицией породных блоков меж разломных зон и зона трещиноватости- инвариантные блоки определяемы геотехническими условиями состояния пород и руд(зоны разломов, зоны аномальной трещиноватости, переходные зоны и теневые безрудные зоны);

3. Зоны инвариантности размещения зон разломов, аномальных зон трещиноватости определяются закономерным размещением в пространстве вследствие инвариантности блоков с исчисляемыми размерностями и расстояниями пространственного положения зон;

4. Косейсмичное или постсейсмичное преимущественно герцинский этап и другие этапа оруденения формируют блочность структуры оруденения с формирование мозаичности блоков по структурно-кинематическим зонам инвариантности геотехнического состояния блоков и пространственного положения: ядро оруденения-периферийное оруденение- межконтурные безрудные блоки;

5. Зоны распределения и размещения мозаичных блоков оруденения обладают закономерностью фрактальности по блокам и по зонам оруденения;

6. Зоны распределения мозаичных блоков оруденения обладают закономерными характеристиками дискретности-иерархии дискретных подсистем;

7. Мозаичность блоков обладает закономерными характеристиками распределения и размерности по дискретным подсистемам;

8. Закономерные характеристики мозаичности блоков по дискретных подсистема формируют характеристики размерности контуров оруденения по дискретным подсистемам;

9. Закономерные характеристики мозаичности блоков по дискретных подсистема формируют характеристики распределения средних содержаний по составляющим: ядро оруденения, периферия оруденения- межконтурные безрудные блоки в отдельностях и по совокупности. Формируются методы для оценки параметров оруденения по содержаниям для балансовых, эксплуатационных и товарных руд для раздельного исчисления по блокам(концентрированные руды), контурам оруденения(оценочные руды в недрах);

10. Выделяются методы для методики разведки и оценки параметров оруденения по мозаичности дискретных подсистем.

В. Геотехнология мозаичных блоков дискретного типа оруденения.

1. Геотехнические условия состояния пород и руд месторождений определяются структурно-кинематическим планом блоков месторождения и оруденения исходящих из инвариантного строения мозаичности блоков.

2. Размещение мозаичных блоков: ядра оруденения, периферии оруденения и безрудных, определяются математической зависимостью по расстоянию и размерности между зонами разломов и зонами трещиноватости (аномальная, переходная и теневая- безрудные);

3. Размерность, распределение и размещение блоков мозаичности определяется характеристиками мозаичности блоков дискретных подсистем;

4. Геотехнические условия инвариантности блоков, размерность, распределение и размещение мозаичных блоков по дискретным подсистемам определяют закономерных характеристики для определения параметров геотехнологий-методов вскрытия, подготовки и очистных работ;

5. Выделение мозаичности дискретных подсистем месторождения, рудных тел, рудных столбов, линз, гнезд оруденения по иерархии являются обоснованием для выделения опорных целиков из безрудных и не кондиционных блоков в геомеханических целях устойчивости и безопасности очистных пространств, сокращение затрат горных работ выемки, закладки, транспортировки и др;

6. Мозаичность наименьших дискретных подсистем определяют характеристики и закономерные параметры концентрационных балансовых, эксплуатационных и товарных руд;

6. Выделение новых подходов к оценке количественных и качественных параметров руд наименьших дискретных подсистем(методом SBS) определяют новые подходы к оценке количественных и качественных характеристик руд;

7. Концентрационные качества руд в значительной мере сокращают транспортные, подготовительные технологические работы и затраты технологии обогащения и извлечения;

8. Концентрационные качества и количества руд значительно влияют на сокращение затрат переработки руд, извлечения полезных компонентов; повышение качественные показатели концентрационных эксплуатационных и товарных руд в значительной мере влияют на повышение коэффициентов сквозного извлечения полезных компонентов;

9. концентрационные качества и количества товарных руд ведут к значительному сокращению выходы хвостов и затрат хвостового хозяйства%;

10. Мозаичность блоков дискретных подсистем определяют характеристики и параметры: производительности горных и очистных работ; потери и разубоживание; сокращение объемов затрат материалов, труда и финансов;

11. Сокращение затрат и увеличение производительности горных работ прямо коррелируются и определяют производственный, экономический эффект и безопасность.

С. Экономика мозаичных блоков дискретных подсистем.

1. Для каждой дискретной подсистеме свойственны свои характеристики по геотехнике, геотехнологии, технологии, геологии, следовательно, экономике;

2. Экономика дискретных подсистем-общие и уникальные характеристики мозаичности, горно-геологических, технологических особенностей дискретных подсистем и экономических особенностей и технико-экономических ;

3. Чем крупнее размерность дискретной подсистемы, к примеру $>N \times 1000m$ тем менее проявляется дискретность оруденения- блоки, разлому, рудные тела-рудные столбы и т.д. проявляется эффект слияния и тем менее дискретна руда, геотехнология и экономика, т.е крупные дискретные подсистемы стремятся к слиянию по типу «непрерывного» оруденения; и чем менее дискретная подсистема, к примеру $<N \times 1m \times 0,1m \times 0,01m$ тем выраженный эффект дискретного типа оруденения- руды, мозаичности, и следовательно дискретной экономики или экономики дискретных подсистем.

4. При подходе непрерывного типа оруденения, в условиях преобладания блоков переходного оруденения и повышенной представительности в распределении(и/или размерности) часть средних и/или крупных рудных контуров(штокверков, рудных тел показывают заниженные содержания золота и в результате относятся к забалансовым запасам(не рентабельных к отработке);

5. Рудные контуры по п.4 для крупных блоков месторождения (к примеру Талдыбулак, Андаш, Чаарат, Ширальджин и др) по этой причине забалансовые полностью и не рентабельны к отработке; или некоторые штокверковые тела месторождения Джеруй и др подобные;

6. Очевидно, что включение в оценку контуров с преобладанием или достаточной представительностью блоков ядра оруденения, их обоснование к оконтуриванию и выделению для разработки, часть подобных образований крупных дискретных подсистем становятся или переходят в разряд перспективных к разработке

7. В частности, гипотезы и.4,5,6 опирающихся на преобладающую оценку по дискретной подсистеме наименьших размерностей $N \times 1m \times 0,1m \times 0,01m$ при условии преобладания рудных блоков в этих подсистемах, включается в горную часть оценки технологические свойства руды и извлечения, что определяет предрасположенность применению метода SBS и рудо подготовки сенсорной сортировкой, что в результате приводит к значительному технологическому, экономическому эффекту;

8. Экономика дискретных подсистем формируется на различных уровнях иерархии и обладает своеобразием экономических характеристик свойственных именно определенным дискретным подсистемам, к примеру для $N \times 1000$ это уровень капитальных горных выработок и уровень комбинированных и\или отдельных геотехнологий ОГР и ПГР, следовательно общерудничных затрат; для $N \times 100m$ в преобладающем значении свойственны особенности горно-подготовительных работ и экономики; для $N \times 10m$ свойственно формирование характеристик экономики очистных и нарезных работ; для $N \times 1... \times 0,01m$ доминируют технологические свойства переработки и особенности для определения БВР, откатки, транспортировки и т.д.

9. Таким образом для иерархических уровней дискретных подсистем при синергетическом эффекте существуют особые характеристики экономики с доминированием, преобладанием ГКР, ГПР и ОР.

10. Очевидно, что характеристики экономики дискретных подсистем выражаются через суть и наполнение категорий горной ренты, в первую очередь ренты I рода через содержания и ренты II рода через инновационные методы оценки и разработки.

11. Экономическая система оценки ценности золоторудных ресурсов недр Кыргызской Республики;

12. Сравнительные характеристики оценки ценности ресурсов собственника недр и стоимостной оценки;

13. экономика дискретных подсистем жильных золото-кварцевых м-й;

14. экономика дискретных подсистем штокверковых месторождений (порфировые, скарновые);

15. экономика дискретных подсистем золотосодержащих руд;

16. экономическая оценка и роль бедных руд;

17. Компенсационное изъятие горной ренты богатых руд- горная рента богатых руд;

18. Горная рента роста цен золота;

19. Ценность дискретных подсистем;

20. Новые методы управления и регулирования оруженением дискретного типа;

21. Геолого-экономическая, промышленная оценка оруженения дискретного типа;

22. Противоречивость стоимостной оценки на основе сплошного типа оруженения

23. Вариативная оценка ценности ресурсов рудных месторождений КР.

24. Геолого-промышленная оценка золоторудной отрасли Кыргызстана

Список литературы

1. Swanson M.T. Extensional duplexing in the York Cliffs strike-slip fault system, southern coastal Maine // J. Struct. Geol. 1990. Vol. 12, N 4. P. 499–512. № 7. P. 725–735
2. Короновский Н.В., Наймарк А.А. Структурные парагенезы в дискретной геологической среде // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. 2013б. № 1. С. 3–10.
3. Назаралиев Б.А., Зарлыков А.К. Структурно-кинематические парагенезисы жильных зон золоторудного месторождения Джамгыр / Известия КГТУ им. И.Раззакова. – 2019. – № 1 (49). – стр.217-233.
4. Макаров П.В. Эволюционная природа блочной организации геоматериалов и геосред. Универсальный критерий фрактальной делимости / Геология и геофизика. – 2007. – т.48. – №7 – стр.724-746.

5. Фрактальность блоков рудолокализирующих и рудоконтролирующих сдвиговых зон золоторудного месторождения Джемгыр / Д.Н. Ермошкин, Б.А. Назаралиев и др. // Горный журнал. – 2023. – №3.
6. Обоснование использования мозаичной системы целиков в безрудных блоках при отработке жильных месторождений золота /Д.Н. Ермошкин, К.З. Курманалиев и др. // Горная промышленность. – 2023. – №3.
7. Параметры фрактальности, самоподобия рудной системы и составляющих ее подсистем / Б.А. Назаралиев, Н.В. Яровой и др. // Горный журнал. – 2023. – №4.
8. В.Е.Hobbs. A.Ord, T.Blenkison. The spatial distributions of mineralization. Journal of Structural Geology. V.156. 2022. doi.org/10.1016/j.jsg.2022.104529
9. Курленя М.В., Опарин В.Н. Проблемы нелинейной геомеханики // Физ.-техн. пробл. разраб. полез. ископаемых. 2000. № 4. С. 3–26.
10. Кочарян Г.Г. Геомеханика разломов. М.: ГЕОС. 2016. 424
11. Садовский М.А. Естественная кусковатость горной породы // Докл. АН СССР, 1979, т. 247, № 4, с. 829-831.
12. Пиотровский В.В. Использование морфометрии для изучения рельефа и строения Земли // Земля во Вселенной. М., Мысль, 1964. – с. 278-297
13. Павлов А.М. Фрактальные свойства геологической среды как показатель сложности условий эксплуатации золоторудных месторождений / А.М. Павлов // Горный информационно-аналитический бюллетень. – М: Изд-во МГТУ, 2011. – № 6.
14. Снетков В.И. Фрактальный анализ - необходимый элемент геометризации месторождений полезных ископаемых / Известия СО Секции наук о Земле РАЕН. – 2018. - т.41.- №3. - стр.106-118.
15. Turcotte, D.L. Fractals and Chaos in Geology and Geophysics. 1997, Cambridge University
16. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы. Москва — Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2002. 656 с.
17. Балек А.Е., Панжин А.А., Коновалова Ю.П., Мельник Д.Е. Особенности напряженного состояния горного массива Соколовского железорудного месторождения. В кн.: Валиев Н.Г. (ред.) //Инновационные геотехнологии при разработке рудных и нерудных месторождений: сб. докладов 7-й Междунар. науч.-техн. конф., Екатеринбург, 10–11 апреля 2018 г. Екатеринбург: Уральский государственный горный университет; 2018. С. 256–264.
18. Бутаков Л.И., Зайцев Б.М., Казаченко Ю.А., Коваленко В.И., Кокташев А.Ф., Меринов М.А. и др. Технология разработки золоторудных месторождений.// М.: Недра; 1995. 336 с. Режим доступа: <https://www.geokniga.org/books/9011>
19. Васильев Н.Ю., Мострюков А.О., Петров В.А., Тверитинова Т.Ю., Тверитинов А.Ю. Параметры прямой связи между процессами эндогенного рудообразования и объемного разуплотнения горных пород, контролируемой тектоническими деформациями взбросового типа (по реконструкциям полей напряжений регионального и локального рангов) // Фундаментальные проблемы тектоники и геодинамики. Материалы ЛП Тектонического совещания. М.: ГИН РАН, 2020. С. 118–124.
20. Pirajno F. Hydrothermal Processes and Mineral Systems. Springer Science. V.1. 2019. с.1250
21. Wyborn L.A.I., Heinrich C.A., Jaques A.L. Australian Proterozoic mineral systems: essential in gradients and mappable criteria // Aus IMM Publication Series 4/94. 1994. P. 109–115
22. Горяинов П.М, Иванюк Г.Ю. Самоорганизация минеральных систем. Москва, ГЕОС.2001.
23. Huang Z., Dai X., Dong L. Buckling failures of reserved thin pillars under the combined action of in plane and lateral hydrostatic compressive forces // Comput. Geotech. – 2017. – V. 87. –P. 128–138. DOI: 10.1016/j.compgeo.2017.02.013.

24. Zhenhao XU, Tengfei Yu. And all. Anomalous patterns of clay minerals in fault zones. Engineering Geology. Volume 325, November 2023, 107279
25. Сендек С.В. Структура запасов металла как следствие генетических особенностей рудообразования // Записки Санкт-Петербургского горного ин-та. - 1993. - Т.137. - С.28-38.
26. Концентрационная совокупность содержаний золота и генетическая классификация руд месторождения Джамгыр /Б.А. Назаралиев, Н.Н. Ермошкин и др. // Известия КГТУ имени И.Раззакова. -2023. - №3(67) – стр.1343-1353.
27. Сендек С.В., Чернышев К.Е. Теоретические обоснования анализа распределений концентраций золота в рудах гидротермальных месторождений // Записки Санкт-Петербургского горного ин-та. - 2015. - Т.212. - С.30-39.
28. Канцель А.В. Функция распределения металла в рудах как генетическая характеристика процесса рудообразования // Изв. АН СССР. Сер. геол. - 1988. - № 10. - С.18-30.
29. Горная отрасль в Кыргызской Республике, состояние и проблемы /С.Н. Рахматов, Т.Ш. Пазылов и др. / Известия КГТУ имени И.Раззакова. – 2024. –№1(69) – стр.61–70.
30. Морфо-структурная зональность элементарных фрагментов рудных тел месторождения Джамгыр / Б.А.Назаралиев, Н.Н.Ермошкин и др./ Известия КГТУ имени И.Раззакова. – 2023. №2 (66). – стр.898 – 909.
31. Геолого-структурная зональность и жилообразование месторождения Джамгыр./ Б.А.Назаралиев, А.К. Зарлыков и др./ Известия КГТУ имени И.Раззакова. – 2023. №2 (66). – стр.910 – 922.

УДК 378.14:004+633+550.3

К.С. Непенина

И.Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы
КГТУ им. И.Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика

K.S. Nepeina

Razzakov KSTU, Bishkek, Kyrgyz Republic
n.ksenia@kstu.kg

СОВРЕМЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ АКАДЕМИЧЕСКИХ ЛИЦЕНЗИЙ SEEQUENT ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

ТОО-КЕН ЖАНА ГЕОЛОГИЯ АДИСТИГИНДЕГИ СТУДЕНТТЕРДИ ОКУТУУДА SEEQUENT АКАДЕМИЯЛЫК ЛИЦЕНЗИЯЛАРЫНЫН ЗАМАНБАП МҮМКҮНЧҮЛҮКТӨРҮ

MODERN CAPABILITIES OF SEEQUENT ACADEMIC LICENSES FOR TRAINING STUDENTS IN MINING AND GEOLOGICAL SPECIALTIES

Эл аралык деңгээлде таанылган куралдарды колдонуу менен тоо-кен инженерлеринин жана геофизиктердин практикалык көндүмдөрүн өнүктүрүү зарылдыгы жана геология илимдери боюнча жогорку квалификациялуу адистерге болгон суроо-талаптын өсүшү менен техникалык университеттердин окуу программаларына алдыңкы программалык платформаларды интеграциялоо өтө маанилүү болуп баратат. Бул макалада Geosoft компаниясынын геофизикалык жана геохимиялык маалыматтар үчүн Oasis Montaj программалык платформасынын жана Seequent компаниясынын Visible Geology мисалында билим берүү мүмкүнчүлүктөрү каралат. Геологиялык жана геофизикалык маалыматтарды иштетүү, визуалдаштыруу жана чечмелөө методологиялары, ошондой эле маалыматтарды башкаруунун заманбап ыкмалары талданып, академиялык лицензиялоо пакети менен окуу процессине ийгиликтүү интеграцияланышы мүмкүн. Студенттердин практикалык тажрыйбасына жана интеграцияланган геофизикалык методдорду колдонууга өзгөчө көңүл бурулат, бул заманбап тармактык талаптарга жооп берген адистерди даярдоого өбөлгө түзөт. Долбоор И.Раззаков атындагы КМТУнун У. Асаналиев Кыргыз мамлекеттик тоо-кен металлургия институтунун кампусунда өткөрүлөт. Сунушталган тажрыйбалар жана технологиялар универсалдуу түрдө колдонулат жана ушул сыяктуу техникалык билим берүү мекемелеринде адистерди даярдоонун сапатын бир топ жакшырта алат.

Ачык сөздөр: Oasis Montaj, Geosoft, Seequent, лицензиялоо, геофизикалык билим берүү, геофизикалык маалыматтарды иштетүү, интерпретациялоо, моделдөө, техникалык университет.

В условиях необходимости развития практических навыков работы горных инженеров и геофизиков с международно признанными инструментами и растущего спроса на высококвалифицированных специалистов в области наук о Земле, интеграция передовых программных платформ в учебные программы технических университетов становится критически важной. Данная рукопись исследует возможности обучения на примере программной платформы для геофизических и геохимических данных Geosoft Oasis Montaj и Visible Geology компании Seequent. Анализируются методологии обработки, визуализации и интерпретации геолого-геофизических данных, а также современные подходы к управлению

данными, которые могут быть успешно интегрированы в образовательный процесс при условии академического пакета лицензий. Особое внимание уделяется практическому опыту студентов и применению комплексных геофизических методов, что способствует подготовке специалистов, соответствующих современным требованиям отрасли. В кампусе КГМИ им. акад. У. Асаналиева Кыргызского государственного технического университета. Представленные практики и технологии универсально применимы и могут значительно улучшить качество подготовки специалистов в подобных технических учебных заведениях.

Ключевые слова: Oasis Montaj, Geosoft, Seequent, лицензирование, геофизическое образование, обработка геофизических данных, интерпретация, моделирование, технический университет.

With the need to develop practical skills in mining engineers and geophysicists using internationally recognized tools and the growing demand for highly qualified specialists in the geosciences, integrating advanced software platforms into the curricula of technical universities is becoming critical. This paper explores educational opportunities using the example of Geosoft Oasis Montaj software platform for geophysical and geochemical data and Seequent Visible Geology. Methodologies for processing, visualizing, and interpreting geological and geophysical data, as well as modern approaches to data management, are analyzed and can be successfully integrated into the educational process with an academic licensing package. Particular attention is paid to students' practical experience and the application of integrated geophysical methods, which contributes to the training of specialists who meet modern industry requirements. The project will be held on the campus of the U. Asanaliev Kyrgyz State Mining and Metallurgical Institute of the Kyrgyz State Technical University. The presented practices and technologies are universally applicable and can significantly improve the quality of specialist training at similar technical educational institutions.

Key words: Oasis Montaj, Geosoft, Seequent, licensing, geophysical education, geophysical data processing, interpretation, modeling, technical university.

Введение

Современные геологические и геофизические исследования требуют использования передовых технологий и программного обеспечения для эффективного сбора, обработки, анализа и интерпретации больших объемов данных. Большую роль сыграло использование горно-геологических геоинформационных систем (ГГИС) для решения научно-технических и культурно-исторических задач, так как они позволяют комплексно изучать большие объёмы разнородных пространственных данных, повышая точность, скорость и экономическую эффективность мультидисциплинарных исследований [1, 2]. Технические университеты играют ключевую роль в подготовке специалистов, способных работать с этими инструментами, обеспечивая их глубокие теоретические знания и практические навыки. Программные ГГИС платформы, такие как Geosoft Oasis Montaj и Leapfrog, стали стандартом в отрасли для комплексного решения геолого-геофизических задач и широко применяются горными предприятиями Тянь-Шаня [3, 4]. Интеграция таких ГГИС систем в учебный процесс позволяет студентам осваивать полный цикл геологоразведочных проектов, от планирования и контроля качества до визуализации и интерпретации данных в условиях цифровизации высшего образования [5]. Настоящая рукопись рассматривает, как передовое программное обеспечение и современные методологии могут быть применены в образовательной практике технических университетов для подготовки высококвалифицированных кадров, способных решать сложные задачи в области наук о Земле [6].

С развитием технологий программное обеспечение стало незаменимым инструментом для геологов, геофизиков и геохимиков. Geosoft Oasis Montaj и Visible Geology (обе ГГИС

платформы от компании Seequent) являются одними из наиболее распространенных и мощных решений в этой области [5, 7-9]. Oasis Montaj специализируется на обработке и визуализации 2D и 3D геофизических и геохимических данных, тогда как Visible Geology предоставляет интуитивно понятные инструменты для создания и анализа 3D геологических моделей.

Эффективное использование этих платформ требует глубоких знаний и практических навыков. Соответственно, обучение работе с ними становится критически важным аспектом для подготовки новых специалистов и повышения квалификации уже работающих профессионалов. В данной статье мы рассмотрим существующие подходы к обучению, доступные ресурсы и потенциал этих платформ как инструментов для образовательных целей.

Методы

К методам обучения на практике относится экосистема Seequent, которая включает в себя платформы Leapfrog, Target, Central, PLAXIS, GeoStudio, Oasis montaj, Res2Dinv, Res3Dinv, Geosoft и др. (рис. 1).

Геологические данные	Геотехнические данные	Геофизические данные	Геостатистический анализ	Управление данными и совместная работа
Leapfrog Geo	OpenGround	Oasis montaj	Модуль Leapfrog Edge	Seequent Evo
Leapfrog Works	Leapfrog Works	Oasis montaj Extensions	Модуль Leapfrog Works для работы с загрязняющими веществами	Imago
Leapfrog Energy	PLAXIS	UXO Marine		MX Deposit
Target	PLAXIS 2D	Aarhus GeoSoftware (AGS)		OpenGround
Target for ArcGIS Product	PLAXIS 3D	Aarhus Workbench		Seequent Central
Imago	PLAXIS Monopile Designer	AGS Res2Dinv и Res3Dinv		Data Management Workflow
MX Deposit	GeoStudio	SPIA		
Volsung	GeoStudio 2D			
	GeoStudio 3D			
	GeoStudio Flow			

Рисунок 1 – Линейка основных продуктов компании Seequent для технических решений [7]

Платформа Geosoft Oasis Montaj является промышленным стандартом для обработки, анализа и визуализации геофизических и геохимических данных. Она поддерживает обработку, анализ и визуализацию геофизических, геохимических, геологических данных и данных геофизических исследований скважин [8]. Платформа постоянно обновляется, предлагая новые функции и модули, которых насчитывается почти 304. Среди основных поддерживаемых методов: гравиразведка, магниторазведка, спектрометрия, радиометрия и электроразведка. Кроме того, имеются специализированные модули для обработки геохимических данных. Сейсмические данные могут быть визуализированы и учтены в комплексной интерпретации. Платформа реализует возможности обработки данных точечной, профильной и площадной наземной, воздушной и морской съемки. В рамках предоставления академических лицензий для студентов и преподавателей компания предлагает бесплатное использование её продуктов с целью подготовки квалифицированных кадров для индустрии. Seequent активно поддерживает образовательные инициативы, предлагая онлайн-курсы, руководства и раздел справки (help), которые можно получить через учетную запись SeequentID. Поскольку продукт является международным, то основным неудобством является англоязычный интерфейс программ, что затрудняет его использование для русскоязычных студентов. Для ознакомления с данными и результатами проектов существует бесплатный продукт Geosoft Viewer, который позволяет просматривать, конвертировать, экспортировать и делиться данными. Инструмент DAP Data Management для совместной работы позволяет загружать общедоступные открытые данные, например, карту магнитного поля на весь мир. Программа Visible Geology помогает учащимся постигать фундаментальные геологические концепции в увлекательной и увлекательной цифровой среде: построение цифровых стереонетов (стереограмм), геологического разреза с учетом топографии, добавление интрузивных тел, просмотр поперечных сечений, образцов керна [9].

Оба продукта, Oasis Montaj и Visible Geology, дополняют друг друга в процессе обучения:

- Oasis Montaj предоставляет фундаментальные навыки обработки и интерпретации первичных геофизических и геохимических данных, формируя основу для понимания подземного строения.

- Visible Geology позволяет быстро визуализировать геологические концепции и строить простые 3D модели, что крайне важно для понимания пространственных взаимосвязей.

В идеале, обучение должно включать использование обеих платформ. Например, после обработки геофизических данных в Oasis Montaj и выделения аномальных зон, студенты могут использовать эти данные для построения гипотетических 3D геологических моделей в Visible Geology, тестируя различные сценарии залегания пород и рудных тел. Это способствует развитию комплексного мышления и навыков мультидисциплинарного анализа.

Преимущества и вызовы в обучении

Преимущества:

- **Актуальность:** Обучение на индустриальных стандартах повышает конкурентоспособность выпускников на рынке труда.
- **Практикоориентированность:** Платформы позволяют работать с реальными данными и решать практические задачи.
- **Визуализация:** Способность визуализировать сложные концепции в 2D и 3D улучшает понимание материала.
- **Доступность ресурсов:** Обширная документация и онлайн-сообщества поддерживают самостоятельное обучение.
- **Интеграция:** Возможность перехода от обработки данных к 3D моделированию в рамках экосистемы Seequent.
- **Исследовательский климат:** Академические лицензии позволяют проводить исследования, что способствует научным публикациям преподавателей и студентов, а также появляется возможность интеграции практики в учебные программы.

Вызовы:

- **Стоимость лицензий:** Коммерческие лицензии могут быть дорогими для индивидуальных пользователей или небольших образовательных учреждений. (Однако Seequent предлагает академические лицензии).
- **Требования к оборудованию:** Oasis Montaj требует относительно мощного компьютера для эффективной работы с большими объемами данных преимущественно Windows 10/11. Visible Geology, будучи облачным решением, менее требовательна.
- **Необходимость квалифицированных преподавателей:** Эффективное обучение требует преподавателей, хорошо владеющих данными платформами и имеющих опыт их применения в реальных проектах.
- **Взаимодействие со секторами: строительным, горнодобывающим и разведочного бурения:** Доступ к натурным данным и обмен информацией.

Результаты

Для продолжения цифровизации и устойчивого развития образования возрастает потребность в формировании навыков использования баз данных, позволяющих эффективно готовить студентов к работе с массивами данных и интеграции информации для решения прогнозных задач, хранить, искать и использовать информацию [10-14]. В результате можно проводить пространственный поиск материалов и формировать производную картографическую продукцию.

Далее будут приведены примеры университетской практики на программных платформах ГГИС. В Казахском национальном исследовательском техническом университете имени К.И. Сатпаева, студенты успешно применяют Oasis Montaj для

интерпретации гравиметрических и магнитометрических материалов, в том числе для выделения редкометальных геологических сред [15]. В процессе дипломных работ были выполнены процедуры обработки геофизической информации в среде Oasis Montaj, включая оцифровку аналоговых графических материалов, а также использование других программных обеспечений, таких как ArcGIS, Surfer и MapInfo для привязки данных и создания баз данных [16]. В Кыргызском государственном техническом университете им. И. Раззакова (КГТУ) на кафедре «Геодезии и геоинформатики» уже существует опыт внедрения цифровых ГИС и Цифровой Земли [17], а также в КГМИ им. У. Асаналиева используется ГГИС Micromine. Ранее (до 2022 г.) в Российских ВУЗах также внедрялся ряд продуктов в рамках академических лицензий [18].

Благодаря наличию соглашения о предоставлении годовых академических лицензий Seequent, в кампусе КГМИ им. акад. У. Асаналиева в осеннем семестре 2025 г. были проведены занятия со студентами 4 и 5 курсов кафедры «Технология и техника разведки месторождений полезных ископаемых» (ТТРМПИ) (рис. 2).

Обсуждение

Описанные возможности и практики обучения в экосистеме Seequent имеют прямую применимость для подобных технических университетов. Опыт ВУЗов демонстрирует успешную интеграцию ГИС в учебный процесс. Обеспечение доступа к описанным выше технологиям и качественное обучение работе с ними являются ключевыми факторами для формирования нового поколения геологов, геофизиков и геохимиков, способных эффективно использовать передовые технологии для решения актуальных задач поиска и разведки полезных ископаемых, а также для решения задач инженерной геологии и гидрогеологии. Развитие таких практик в технических университетах, включая КГТУ, является ключевым для подготовки высококвалифицированных специалистов, способных успешно решать сложные задачи, стоящие перед современной геологической отраслью и наукой о Земле.

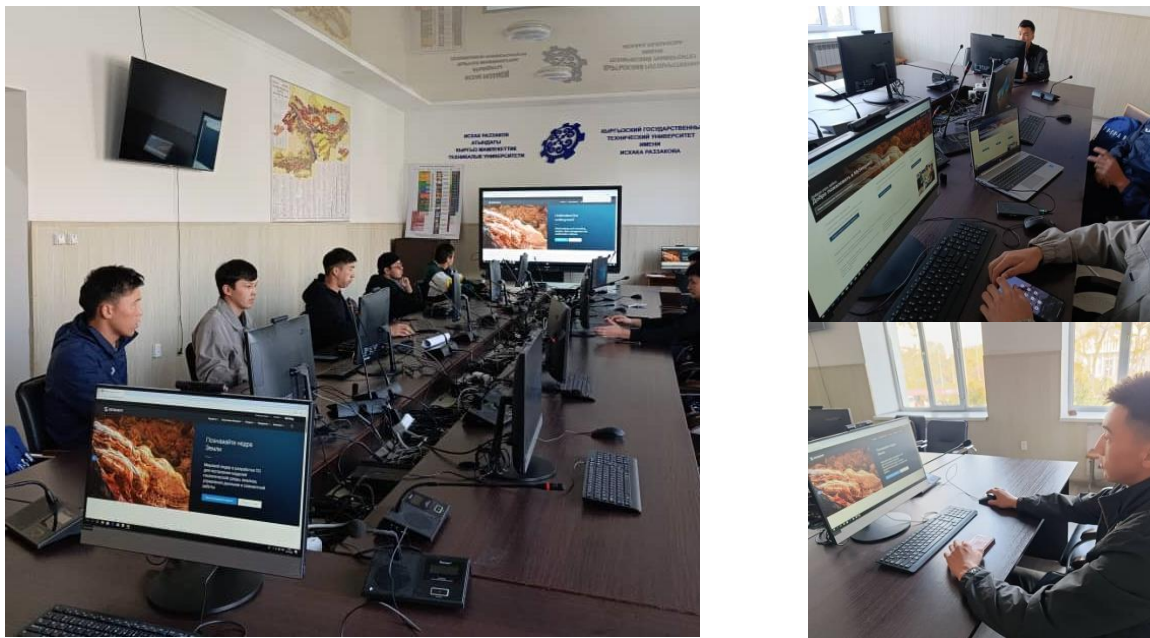


Рисунок 2 – Занятие со студентами ТТРМПИ по созданию персонального SeequentID

Интеграция продуктов Seequent в учебные программы позволит студентам КГТУ:

1. Получить доступ к передовому ПО: Изучать стандартные отраслевые инструменты для обработки и интерпретации геофизических данных.
2. Освоить комплексные методологии: Применять междисциплинарный подход к геологическим исследованиям, комбинируя различные геофизические методы и данные.

3. Развивать практические навыки: Участвовать в проектах, имитирующих реальные геологоразведочные работы, от планирования до создания 2D и 3D моделей.

4. Улучшить управление данными: Освоить принципы создания и использования геоинформационных баз данных, что является критически важным для работы с большими объемами информации.

5. Использовать обучающие ресурсы: Воспользоваться обширными онлайн-курсами и руководствами, предоставляемыми Seequent.

Таким образом, включение программных ГГИС платформ, таких как Geosoft Oasis Montaj и Leapfrog, и связанных с ним образовательных ресурсов в учебный план Кыргызского государственного технического университета поможет подготовить специалистов в области геофизики, геологии и других наук о Земле, сделав выпускников более конкурентоспособными на мировом рынке труда.

Список литературы

1. Молдобеков, Б. Д. О компьютерном картировании оползневых процессов на территории Кыргызстана [Текст] / Б. Д. Молдобеков, Ж. З. Бакиева // Известия КГТУ. – 2024. – № 2(70). – С. 477-484. – <https://doi.org/10.56634/16948335.2024.2.477-484>.

2. Тыныбекова, А. Т. и др. Применение дистанционного зондирования и ГИС для тематического картирования бассейна реки Нарын в Кыргызстане [Текст] / А. Т. Тыныбекова, Н. Ы. Исмаилов, А. Р. Абдрашитов // Известия КГТУ. – 2024. – № 1(69). – С. 23-29. – <https://doi.org/10.56634/16948335.2024.1.23-29>.

3. Шевкунов, А. Г., Корницкий, А. И., Башкиров, А. П., Айдаркулов, Т. Н. Месторождение золота Кумтор (Срединный Тянь-Шань, Кыргызстан) и применение трёхмерного моделирования в программе Leapfrog Geo (Seequent) при проведении геологоразведочных работ // Руды и металлы. – 2023. – № 2. – С. 18–43. <https://doi.org/10.47765/0869-5997-2023-10007>.

4. Гоипов, А. Б., Ашуров, А. У., Атабаев, Д. Х. Интерпретация данных аэроэлектроразведочных работ при поисках золоторудных объектов и геодинамическое районирование гор Букантау (Южный Тянь-Шань) // Геофизические исследования. – 2025. – Т. 26. № 1. – С. 79-97. <https://doi.org/10.21455/gr2025.1-5>.

5. Программные решения Seequent - возможность повышения точности разведочного бурения и снижения затрат на буровые работы // Рациональное освоение недр. – 2021. – № 4(60). – С. 56-58. – <https://doi.org/10.26121/RON.2021.79.88.006>.

6. Раимкулова, А. С. Цифровизация как фактор качественных преобразований в сфере образования [Текст] / А. С. Раимкулова // Известия КГТУ. – 2024. – № 1(69). – С. 137-142. <https://doi.org/10.56634/16948335.2024.1.137-142>.

7. Официальный сайт Seequent. URL: <https://www.seequent.com/ru/> [Электронный ресурс]. Дата обращения 21.09.2025.

8. Обработка данных магниторазведки, спектрометрии и геохимических данных в программе Oasis Montaj: Видео. URL: https://youtu.be/wm_xWJgsrOU?list=TLGGFf-n6FrSsw0yODEwMjAuNQю [Электронный ресурс]. Дата обращения 21.09.2025.

9. Официальный сайт Visible Geology. URL: <https://www.visiblegeology.com/> [Электронный ресурс]. Дата обращения 21.09.2025.

10. Блох, Ю. И. Интерпретация гравитационных и магнитных аномалий: учебное пособие / Версия от 20 августа 2009 года. – URL: <https://sigma3d.com/pdf/books/blokh-2009.pdf>.

11. Василига, Д. Г. Первичная обработка геолого-геофизических данных при оценке алмазности территории : реферат / рук. проф. А. В. Давыдов. – Квалификационная работа. – 2011. – URL: <https://bestreferat.ru/referat-410528.html>. [Электронный ресурс]. Дата обращения: 21.09.2025.

12. Ганагина, И. Г. Гравиметрия: практикум. – Новосибирск: СГУГиТ, 2024. – 117 с.
13. Королёва, А. В. Программное обеспечение для организации хранения массовых геофизических данных // iPolytech Journal. – 2010. – 2 (42). – С. 11-15.
14. Логинов, Д. С. Геоинформационный аспект систематизации архива геолого-геофизических данных: проблемы и пути решения // Вестник СГУГиТ. – 2023. – Т. 28, № 5. – С. 113–124. – <https://doi.org/10.33764/2411-1759-2023-28-5-113-124>.
15. Нуркайдарова, А. Н., Толкынбекова, А. Н. Интерпретация гравиметрических и магнитометрических материалов с использованием Программной платформы Oasis Montaj на Центральном Казахстане: пояснительная записка к дипломной работе. – Алматы: Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, 2022. – 50 с.
16. Назирова, А. Б. Разработка информационной системы для обработки данных гравиметрического мониторинга с применением методов глобальной оптимизации (на примере решения прямой задачи гравиметрии) // Диссертация на соискание степени доктора философии (PhD). – Алматы, 2023. – 140 с.
17. Урмамбетова, Т. К. Внедрение Цифровой Земли в высшее образование: пример проекта DEvision [Текст] / Т. К. Урмамбетова, А. У. Чымыров // Известия КГТУ. – 2025. – № 3(75). – С. 685-696. – <https://doi.org/10.56634/16948335.2025.3.685-696>.
18. Костицын, В. И. Образовательная и научная деятельность кафедры геофизики Пермского государственного университета в области геофизических исследований на нефть, газ и калийные соли // Фундаментальные исследования. – 2008. – № 5. – С. 67-70.

УДК 553.41:623.413.4

Орозбаева А.А.¹, Зарлыков А.К.¹, Курманалиев К.З.²

¹И. Раззаков атындагы КМТУ ²«Геолэкспертпроект» ЖЧКсы

Бишкек Кыргыз Республикасы

¹КГТУ им. И. Раззакова ²ОсОО «Геолэкспертпроект»

Бишкек, Кыргызская Республика

A.A. Orozbaeva¹, A.K. Zarlykov¹, K.Z. Kurmanaliev²

¹I.Razzakov KSTU, ²LLC "Geolekspertproekt"

Bishkek, Kyrgyz Republic

angoncharenko59@gmail.com algeokg@gmail.com Grfgeology@gmail.com

ГИПОТЕЗА И ПРИЗНАКИ ДИСКРЕТНОГО ТИПА ОРУДЕНЕНИЯ ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДОЛПРАН

ДОЛПРАН АЛТЫН КЕНИНДЕГИ ДИСКРЕТТҮҮ ТИПТЕГИ РУДАЛАҢУУНУН ГИПОТЕЗАСЫ ЖАНА БЕЛГИЛЕРИ

HYPOTHESIS AND FEATURES OF DISCRETE TYPE OF MINERALIZATION OF GOLD ORE DEPOSIT DOLPRAN

Курамында алтындын орточо курамы 1,45 г/т болгон Долпран кени сыяктуу жакыр алтын кендери ар кандай геотехнологиялык ыкмаларда геологиялык-экономикалык баалоо үчүн олуттуу татаалдыктарды жаратат. Мындай объектилерди өнөр жайлык өздөштүрүүгө тартуу кендердин геологиялык, геотехнологиялык жана экономикалык параметрлерин талдоодо жаңы ыкмаларды колдонууну талап кылат. Макалада кенди баалоонун өзгөчөлүктөрү рудалануунун дискреттик тибинин фракталдуулугу боюнча заманбап концепциянын негизинде каралган. Изилдөөнүн методологиялык негизин дискреттик подсистемалардын мозаикалык түзүлүшү менен мүнөздөлгөн Жамгыр, Жерүй жана Шыралжын алтын кендерин изилдөөнүн жыйынтыктары түздү. Аталган объектилердин көрүнүктүү мозаикалуулугун талдоо рудалануунун таралуу мыйзам ченемдүүлүктөрүн аныктоого жана аларды Долпран кенин баалоодо колдонуу мүмкүнчүлүгүн негиздөөгө шарт түздү. Рудалануунун дискреттик (фракталдык) мүнөзүн эске алуу менен кендин ресурстарына ыктымалдуу геологиялык-экономикалык баа берилди. Сунушталган ыкма рудалык блоктордун мозаикалык түзүлүшүн жана пайдалуу компоненттин бөлүштүрүлүшүндөгү бир тектүү эместикти эске алат. Алынган жыйынтыктар жакыр алтын кендерин баалоодо дискреттик моделдөө ыкмаларын колдонуунун келечектүүлүгүн көрсөтөт. Бул ыкманы колдонуу ресурстардын потенциалды жана кендерди өздөштүрүүнүн натыйжалуулугун болжолдоонун ишенимдүүлүгүн жогорулатууга мүмкүндүк берет.

Ачык сөздөр: дискреттүүлүк, фракталдуулук, рудалануунун блоктук уюшулушу; мозаикалуулук — рудалануунун өзөгү, перифериясы жана рудасыз блоктор; руда менен металлдардын концентрациясы; геологиялык-экономикалык баалоо.

Золоторудные месторождения бедных руд, в частности месторождение Долпран со средним содержанием золота 1,45 г/т, представляют значительную сложность для геолого-экономической оценки при различных методах геотехнологии. Вовлечение подобных объектов в промышленную эксплуатацию требует применения новых подходов к анализу геологических, геотехнологических и экономических параметров месторождений. В работе рассмотрены особенности оценки месторождения с позиций современной концепции

фрактальности дискретного типа оруденения. Методологической основой исследования послужили результаты изучения золоторудных месторождений Джамгыр, Джеруй и Ширальджин, характеризующихся мозаичной структурой дискретных подсистем. Анализ видимой мозаичности указанных объектов позволил выявить закономерности распределения оруденения и обосновать возможность их применения для оценки месторождения Долпран. Выполнена вероятностная геолого-экономическая оценка ресурсов месторождения с учетом дискретного (фрактального) характера оруденения. Предложенный подход учитывает мозаичную структуру рудных блоков и неоднородность распределения полезного компонента. Полученные результаты показывают перспективность использования методов дискретного моделирования при оценке золоторудных месторождений бедных руд. Применение данного подхода позволяет повысить достоверность прогнозирования ресурсного потенциала и эффективности освоения месторождений.

Ключевые слова: дискретность, фрактальность, блочная организация оруденения; мозаичность-ядро, периферия оруденения и безрудные блоки; концентрация руды и металлов; геолого-экономическая оценка.

Low-grade gold ore deposits, particularly the Dolpran deposit with an average gold content of 1.45 g/t, present considerable difficulties for geological and economic assessment under various geotechnological methods. The involvement of such deposits in industrial development requires the application of new approaches to the analysis of geological, geotechnological, and economic parameters of ore deposits. The paper considers the specific features of deposit assessment from the standpoint of the modern concept of fractality of discrete-type mineralization. The methodological basis of the study was formed by the results of investigations of the Jamgyr, Jeruy, and Shiraldzhin gold deposits characterized by a mosaic structure of discrete subsystems. The analysis of the visible mosaic structure of these deposits made it possible to identify the regularities of mineralization distribution and substantiate the applicability of these patterns to the assessment of the Dolpran deposit. A probabilistic geological and economic assessment of the deposit resources was carried out taking into account the discrete (fractal) nature of mineralization. The proposed approach considers the mosaic structure of ore blocks and the heterogeneity of valuable component distribution. The obtained results demonstrate the prospects for applying discrete modeling methods in the assessment of low-grade gold ore deposits. The application of this approach makes it possible to improve the reliability of forecasting the resource potential and the efficiency of deposit development.

Key words: discreteness, fractality, block organization of mineralization; mosaicism - core, periphery of mineralization and barren blocks; concentration of ore and metals; geological and economic assessment.

Введение. Актуальность

Месторождения бедных руд, в том числе золоторудные с содержаниями до 2г/т по реалистичным расчетам геолого-экономической оценки имеют минимально достаточную рентабельность только при ценах значительно превосходящих средний много летний уровень в 1800 долларов за унцию, и только при геотехнологии открытых горных работ. Развитие геологии, геотехнологии и экономики «дискретного типа» оруденения (фрактальная закономерность) в противовес доминирующей в настоящее время «непрерывного типа» оруденения(линейная закономерность) позволяет с новых позиций оценить сложность геологического строения месторождения и выделить характеристики оруденения с внедрением инновационных технологий нелинейной(фрактальной) природной закономерности организации оруденения.

Литературный обзор

Теория открытых самоорганизующихся систем- не линейная геодинамика и синергетика связаны с исследованиями: И. Пригожина , С.П. Курдюмова , Г. Хакена , А.А. Самарского , Г.Г. Малинецкого , Б. Мандельброта; блочно-иерархическое строение руд изучались М.А. Садовским, В.В. Пиотровским, В.И.Уламов, С.В.Гольдин, Г.Г.Кочерян, П.В. Макаров, В.Н.Родионов и др. Фрактальности оруденения посвящены работы П.М. Горяинова, А.М. Павлова, В.И.Снеткова, Turcotte D.L., В.А. Филонюка и многих других.

Цель работы

Вероятностная геолого-экономическая оценка ресурсов золоторудных месторождений КР для обоснования актуальности и перспектив внедрения парадигмы фрактальной закономерностей дискретного типа оруденения. Задачами и методами работ определены: Фрактальный анализ, размерность блоков подсистем, степенное значение подсистем блоков, наименьшие подсистемы блочности для SBS(сортировка на базе сенсоров); геотехнические и рудные характеристики инвариантных и мозаичных блоков. Геолого-экономическая оценка ресурсов на основе моделей геотехнологии и постатейных расчетов затрат горных проектов.

Методология и научная гипотеза

Блочная организация строения земной коры на различных масштабных уровнях- дискретность и фрактальность как закономерность эволюции геосферы на основе значительного объема исследований является новой, но обоснованной парадигмой эволюции геологической среды. Детальное изучение ряда золоторудных месторождений в КР выделяют достаточно выраженный структурно-кинематический план блочного строения месторождений. При исследованиях дискретности блочной организации оруденения методами фрактальности, в том числе по размерности блоков иерархически таксонометрированных систем и последовательных подсистем позволяют выделить геотехническую инвариантность распределения и размещения блоков, соответственно «мягких» и «жестких» которые по напряженно-деформационному плану формируют зоны аномальной, переходной и низкой степени трещиноватости. Различные подходы и взгляды существующие в литературе в целом сходны в теории разгрузки гидротермальных флюидных и других систем при изменении Р-Т условий и в корреляции со степенью интенсивности трещиноватости. Что позволяет выделить «мозаичную» блочность оруденения, с рудообразующими морфологическими и концентрационными типами блоков: ядра оруденения(концентрированное), переходные зоны оруденения и безрудные зоны, соответственно с дискретным распределением по-иерархически масштабированным системам (n) и подсистема (n +1...k) и (n-1...k). Выделены закономерность и характеристики дискретной блочности: развития мозаичности рудных блоков с концентрации рудного вещества в 40-60% весового объема контуров оруденения; и экспоненциальный характер роста концентрации металлов и рудных минералов в подсистемах блоков с метрической размерностью <0,1m-0,01m. Подтвержденных эмпирическими исследованиями на базе сенсорной сортировки (SBS) на ряде золоторудных месторождений с концентрацией руды на выходе до 40-60% и извлечением золота 96-99%, и увеличением среднего содержания. На основе проведенных исследований предложены методы использования универсальной природной закономерности блочной организации оруденения с обоснованием к внедрению ряда технологических, геотехнических и геотехнологических инноваций и новых подходов со значительным ростом(производительности горных работ и прибыли, валовой рентабельности горных проектов, соответственно на десятки процентов. Геолого-экономическая оценка произведены на основе постатейных расчетов затрат разработки месторождений по моделям от традиционных и в сравнении с учетом мозаичности блоков дискретного оруденения. Для сравнение геотехнологических моделей оценка произведена по валовой рентабельности продукту при сравнительной градации цены золота.

Результаты

Сравнительные таблицы геолого-экономической оценки моделей геотехнологий геологии мозаичных блоков дискретного типа оруденения. Показатели валовой рентабельности продукта в % показывают весьма высокий уровень роста прибыльности от 20-30% до >100% по сравнению с традиционными подходами оценки на основе «непрерывного типа оруденения»

1. Постановка вопроса, проблемы оценки бедных руд

В таблицах 1 и 2 приведены результаты постатейных расчетов оценки целесообразности разработки запасов золоторудного месторождения Долпран на основе некоторых допущений: 1. Затраты горных работ и технологии соответствуют средним затратам сложившимся в КР на основе эмпирических расчетов большого ряда месторождений; 2. Для карьерной методики (ОГР) принято допущение о предельном коэффициенте вскрышных работ в 10 т/т, что при маломощных жильных телах месторождения видится достаточно проблемным и достижимым; 3. Для подземного карьера принята система очистных работ слоевая с закладкой как наиболее применимой с позиции охраны недр для сокращения потерь руды и золота; 4. Налоговый режим существующий и состоит из прогрессивной шкалы налога на доходы и роялти 5% от валового дохода.

Приведенная оценка имеет показателями оценки прибыли и валовой рентабельности продукта(прибыль/ затраты *100 в %). Прибыль возможна только при ОГР и допущенном коэффициенте вскрышных работ и при устойчивых ценах более 2700 долларов за унцию, при этом при принятом коэффициенте дисконтирования в 10% и сроке оценки более 15 лет стремится к нулю. Т.е. экономическая оценка проекта не имеет приемлемых перспектив. Подземная геотехнология (ПГР) при любой цене не имеет промышленных перспектив.

Приведенные соображения основаны на традиционной принятой в практике геолого-экономической оценки запасов на основе доходов, затрат, прибыли. И формирует первую и основную проблему для промышленности по месторождениям бедных руд. Вторая проблема связана с традиционным подходом к оценке сложности оруденения и соответственно оценке бедных руд основанном на действующей устаревшей парадигме «непрерывного типа» оруденения [1]. Не отражающую внутреннее строение объекта исследования и разработки, сформированное на основе линейных параметров оруденения, вмещающие среды(геотехнических параметров пород и руд), соответственно применяемых методов и систем горных работ, технологии обогащения и извлечения и экономических результатов.

Развивающаяся в последние десятилетия парадигма организации оруденения, геотехники, геотехнологии, технологии и экономики основана фрактальных свойствах геосферы в целом и ее производной дискретности или иерархии многоуровневой и многокомпонентной геологической системы, где каждый последующий масштабный уровень геосреды является подсистемой в пределах включающей ее системы. Основным признаком фрактальности кроме масштабированной иерархии заключается в самоподобии моделей подсистем по отношению включающей ее системы от уровня блока месторождения до распределения, размерности и размещения рудных тел, линз, гнезд до зерен полезных компонентов(минеральных агрегатов).

Оценка оруденения на основе исследований фрактальности- «дискретного типа» оруденения может иметь следствием формирование новых методических подходов к разведке, оценке оруденения, геотехники пород и руд, геотехнологии горных работ, технологии обогащения и извлечения, экономическим результатам горного проекта.

Таблица 1. - Оценка стоимости и валовой рентабельности продукта по ценам золота при непрерывном типе оруденения ОГР

Наименование показателей	Ед. изм.	1	2	3	4
по предельному коэффициенту вскрыши 1:10	т/т	1200	1800	2700	3000

Запасы руды, геологические	тыс. т	2651,9	2651,9	2651,9	2651,9
Содержание золота в эквиваленте	г/т	1,33	1,33	1,33	1,33
Запасы золота в эквиваленте	кг	3525,54	3525,54	3525,54	3525,54
Руда на переработку	тыс. т	2771,24	2771,24	2771,24	2771,24
выход, золото	кг	3081,32	3081,32	3081,32	3081,32
Содержание золота в товарной руде	г/т	1,11	1,11	1,11	1,11
Потери	Дол.един	0,95	0,95	0,95	0,95
Разубоживание	Дол.един	1,1	1,1	1,1	1,1
Базовая цена золото на ЛБМ	\$/oz	1200	1800	2700	3000
Расчётная цена за золото	\$/г	38,59	57,88	86,82	96,46
Всего затрат		56,39	64,68	76,22	83,62
Доход	\$/т	40,38	60,56	90,85	100,94
Прибыль	\$/т	-16,01	-4,11	14,62	17,32
валовая рентабельность продукта	%	-28,40	-6,36	19,19	20,71

Таблица 2. - Оценки стоимости проекта по цене на золото, непрерывный тип оруденения ПГР

	ед.измер	Модели разработки месторождения и инновации		
		№1	№2	№3
	\$/oz	1801	2700	3000
руда балансовая	тыс.т	903,1	903,1	903,1
среднее содержание	г/т	1,45	1,45	1,45
запасы	кг	1309,4	1309,4	1309,4
эксплуатационные параметры				
потери	%	1,3	1,3	1,3
Разубоживание	%	2,5	2,5	2,5
руда	т	913,6	913,6	913,6
среднее содержание	г/т	1,41	1,41	1,41
Эксплуатационные запасы	кг	1292,4	1292,4	1292,4
цена оценки,	\$/oz	1801,0	2700,0	3000,0
цена за грамм	\$/gram	57,9	86,8	96,5
операционные затраты		83922,8	83922,8	83922,8
налоги, 18% от валового дохода	\$/т	12123,3	25245,7	33661,0
полные операционные затраты	\$/т	96046,2	109168,6	117583,8
валовый доход	тыс.\$	67351,7	100982,9	112203,2
валовая рентабельность продукта	%	-29,9	-7,5	-4,6
Прибыль	тыс.\$	-28694,4	-8185,7	-5380,6

2. Объект исследования – золоторудное месторождение Долпран. Описываемая площадь располагается в пределах складчатой системы Северного Тянь-Шаня и состоит из автохтонного основания и перекрывающего его пакета тектонических покровов. Автохтонные образования принадлежат палеошельфу Казахстанского континента, аллохтонные – Северо-Тянь-Шаньскому. Зона надвига разделяющая автохтон от аллохтона структурно согласна напластованию пород и трассируется небольшими по мощности телами кварцитов. Последние образованы, вероятно, за счет метаморфизма гидротермально измененных пород и кварцевых жил, залечивающих зону надвига.

В мраморах автохтонного комплекса повсеместно наблюдаются фрагменты изоклинальных сильно сжатых складок длиной в десятки и сотни метров с острыми замками. Познеордовикские движения, первоначально явившиеся причиной образования покрова, в последующее раннесилурийское время характеризовались доминированием вертикальных блоковых перемещений. Они привели к смятию пакетов покровов и пород автохтона в простые син-и-антиформные складки, осложненные взбросовыми и сбросовыми нарушениями. В силуре активно проявлены процессы метаморфизма и гранитизации, сформировавшие образование тасакеминского комплекса.

Пермская коллизия Казахстанского континента и Тарима, приведшая к образованию континента Лавразия, сопровождалась проявлением надвиговых и сдвиговых движений. В районе с ними связаны Северо-Тасакеминский левый и Кызыл-Байракский правый сдвиги, в структурах оперения которых, как правило, локализуется гидротермальные рудопроявления золота.

Площадь месторождения и его флангов сложена амфиболовыми сланцами и амфиболитами куперлисайской толщи (R_3) и биотит-рогообманковыми гнейсо-гранитами и гнейсами с подчиненными прослоями и линзами амфиболовых кристаллических сланцев тасакеминского метаморфического комплексов (S_{ts}) прорванными интрузиями различных комплексов[2].

Месторождение приурочено к юго-западному контакту тасакеминского массива гранодиоритов (O_3) (Рис.1.).

Широким распространением на площади месторождения пользуются зоны грейзенизированных пород, которые прослеживаются полосой вдоль контакта гранодиоритов, совпадающей с участками развития рудоносных биотит хлоритовых гнейсов. Характерным для грейзенизированных зон является обилие в их пределах даек аплитов и неравномерной сети кварц- турмалиновых прожилков. Крупные участки турмалинизации (длина сотни метров, мощность первые десятки метров) имеют обычно расплывчатые очертания с участками брекчированных пород. Мелкие кварц-турмалиновые жилы (длиной 1-10 м, мощностью 0,5 -1 м) тяготеют к приконтактовым частям гранодиоритов и аплитовидных гранитов. Жилы содержат обильную вкрапленность пирита, при окислении которого они превращаются в ржаво-бурую пористую лимонитизированную породу.

Пространственное положение рудовмещающих пород контролируется дорудными мощными зонами рассланцевания и катаклаза. В юго-восточной части месторождения простираение зон ориентировано по азимуту 280-300°. К северо-западу, следуя за изгибом контакта гранодиоритов, оно изменяется до 340-360° с падением на северо-восток под углами 40-70°. Длина зон колеблется от десятков до 500 м, а мощность от 0,5 до 10 м. Эти зоны оказались благоприятной средой для гидротермальных растворов, которые формировали системы кварц-сульфидных и кварцевых прожилков с золотым оруденением. Метасоматические преобразования в магнезиально-силикатных породах выразились в образованиях зон тремолит-актинолитовых, тремолит-биотитовых и тремолит-хлорит-талковых пород.

На месторождении выявлено 15 тел, четырнадцать из которых локализируются в зонах сильного окварцевания и рассланцевания гнейсов и одно в хлоритизированных гранодиоритах. Протяженность рудных тел изменяется от 1 до 150 м, мощность от 0,5 до

[illegible]
$$\text{Ln} = \begin{cases} (3-6)10(\frac{n-11}{2}), \text{ для } n = (2k-1), \\ (1-2)10(\frac{n-11}{2}), \text{ для } n = 2k \end{cases} \quad (2)$$

Здесь k – целое число, изменяющееся от 1 до 9, L_n – характерный размер блока порядка n , измеряемый в километрах. В этой формуле наивысший порядок иерархии равен 18 при $k = 9$ и приводит к размерам блоков $L_{18} \approx (10 - 20) \cdot 10^3$ км, характерным для литосферных плит. Минимальный масштаб блока при $n = 1$ и $k = 1$ приводит к $L_1 = 3-6$ см (следующий в иерархии блок $L_2 = 10-20$ см получается при $k = 1$ и $n = 2k = 2$) и т. д.

Фрактальность. Свойство геологической в том числе рудной среды иерархических подсистем с тождественным подобием, подсистемы к вмещающей ее системе на различных масштабных уровнях. В частности, для рудной среды основная система может занимать уровень рудной провинции или рудного пояса или рудного поля, во всяком случае месторождение как система с входящими в нее подсистемами: участки- рудные столы-линзы-гнезда оруденения- до отдельных зерен минерализации -

Фрактальность – дробное число, измеряется различными методами фрактальной геометрии в основе которых, в целом, находится отношение частота проявлений подобия на каждом масштабном уровне.

Фрактальная размерность показывает меру самоподобия в изучаемой иерархической совокупности и степень сложности структуры. Мера подобия оценивается диапазоном масштабов, где каждой подсистемой выполняется однородный степенной закон, а относительная степень сложности определяется абсолютным значением фрактальной размерности. [13,17,23,27].

Фрактальность – определение "клеточной" фрактальной размерности на примере распределения гипоцентров. Разбиение пространственной области на кубы с размером δ , последовательно масштабированных. Фрактальная размерность (D):

$$D = -\lim_{r \rightarrow 0} \frac{\ln(N)}{\ln(r)}. \quad (3)$$

$$N \sim r^{-D}, \quad (4)$$

$$D = 1 - \text{tga} \quad (5)$$

Дискретность. Фрактальной и блочной организации систем оруденения подразумевает развитие рудных систем на различных масштабных уровнях или закономерно проявленных характеристик блоков оруденения. Т.е. подобие на масштабном уровне-подсистема, в противовес общепринятой дефиниции дискретности как прерывистость в пространственном проявлении оруденения.

Блочно-иерархическое строение горных пород, массивов концепции М.А. Садовского: «ключевая роль отведена линейному коэффициенту вложения геоблоков смежных иерархических уровней» [21,22,10,20,]. Статистические характеристики средних расстояний между трещинами, отделяющие структурные блоки между собой к диаметрам этих блоков определяются как нелинейный процесс оруденения. Математическое развитие и детализация определяется фрактальностью, дискретностью распределения блоков и оруденения, мозаичность-инвариантность рудных и безрудных блоков [17,14,28].

Блочность. Именно блочное иерархическое строение деформируемых твердых тел и сред (которое уже фактически обосновано накопленными к настоящему времени экспериментальными данными, что и будет продемонстрировано в ходе изложения) является также свидетельством того, что нет принципиальной разницы между хрупкими и пластичными материалами и средами или между пластичностью, проявляемой нагружаемыми металлами, и разрушением геоматериалов и геосред, если анализировать эти процессы деструкции с точки зрения эволюции иерархических систем и синергетики (что не исключает специфики конкретных физических механизмов).

Итак, нагружаемые материалы и среды рассматриваются как нелинейные динамические иерархически организованные системы, эволюция которых под внешними воздействиями происходит по законам синергетики. Причем эволюция нагружаемых твердых тел и сред рассматривается как частный случай общей теории эволюции.

Такая общая эволюционная теория открытых самоорганизующихся систем складывается к настоящему времени как нелинейная динамика различных систем [1,13,15,18,29]. Идеи, методы и подходы нелинейной динамики, примененные к деформируемым твердым телам, однозначно свидетельствуют, что прочные среды являются одними из ярких представителей самоорганизующихся под внешними воздействиями систем [14].

Инвариантность блоков. Дезинтеграция и разуплотнение/дилатансия среды/ массива горных пород, определяются составляющими системы, в которой по подсистемам развиваются различающиеся условия нагружения (напряжение и деформация) по включениям жестких или мягких/податливых блоков (stiff and rigid inclusions). В массиве горных пород, включающего податливые/мягкие блоки при их нагружении со стороны более жесткого массива горных пород, преобладает разрушение без динамической составляющей в момент достижения ими предела прочности, что обусловлено накоплением в них трещин. Эти блоки представляют собой трещиноватую среду. В этом случае нагрузка на такие блоки распределяется таким образом, что их нагружение происходит в режиме задаваемых деформаций. А при мягком нагружении, реализуемом в горном массиве, включающем в себя жесткие блоки, вся нагрузка концентрируется на них. А при достижении внешней нагрузкой величины их прочности, вся накопленная в окружающем массиве энергия резко разгружается в возникающие трещины или в подготовленный/существующий очаг разрушения с предельной концентрацией в нем трещин, или в имеющуюся в структуре трещину Гриффитсовского размера и разрушение протекает хрупко с динамическими проявлениями - выделением энергии. Т.е. в этом случае нагружение происходит в режиме задаваемых напряжений [3,4,8,6,17], рис.2, А.

Мозаичность дискретных контуров оруденения. Зоны разуплотнения с интенсивной трещиноватостью связываются с процессом мобилизации рудных компонентов из их источника, транспортирования и аккумуляция в аномально концентрированной форме-система условий формирования месторождения[20,31]. В верхней(сейсмогенной части земной коры, где реализуются механизмы упрого-хрупкого разрушения пород с перемещением флюидов вдоль системы проницаемых каналов с оптимальными для рудоотложения параметрами- гидравлический градиент, температурный градиент, напряженно-деформационное состояние пород, внутрипоровое давление флюидного давления, разрушение минеральных агрегатов в трещинно-поровом пространстве[17], Рис.2, Б.

Концентрационные ядра оруденения являются зонами интенсивной трещиноватости, вероятно с наложенным и/или переотложенным золото-кварцевым оруденением. Размерность концентрационных ядер оруденения определяется размерами $L_n L$. Вероятно, морфологические и концентрационные ядра оруденения имеют дискретный характер развития, проявленный масштабированной иерархией самоподобия (фрактальность). На основе чего возможна разработка инструмента прогноза локализации и размерности морфологических и концентрационных ядер оруденения на основе скейлинга.

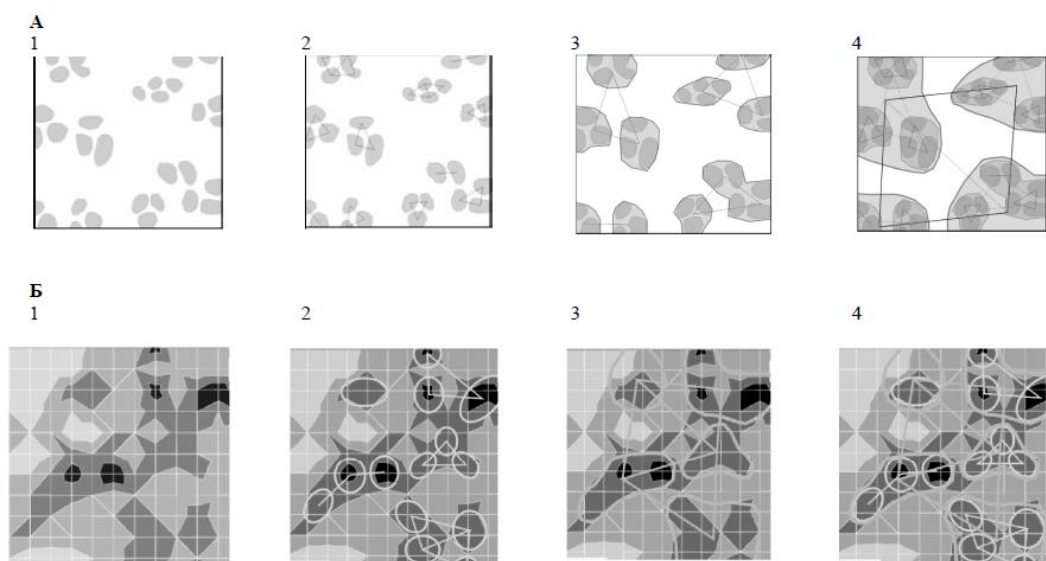


Рисунок 2 - Модельные примеры последовательного (1, 2, 3, 4) установления иерархически упорядоченной кластерной структуры, обладающей фрактальными свойствами: А – карта распределения участков аномальных концентраций золота в эксплуатационном блоке. Б - карта максимумов проявления интенсивности трещиноватости (размер ячейки 1 м)[17]

4. Результаты исследований.

Структурно-кинематические характеристики предпосылки дискретной организации оруденения. Структурной основой месторождения является сильно сжатая синклиальная складка северо-западного простираия, сложенная биотитовыми, биотит-хлоритовыми гнейсами, амфиболитами с горизонтами тремолит-актинолитовых пород с послойными телами серпентинитов тасакеминского метаморфического комплекса. Крылья антиклинали осложнены складками второго порядка и разломами северо-восточного и северо-западного направлений. Складка зажата между аплитовидными гранитами на юго-западе и гранодиоритами на северо-востоке, Рис.3[2,16].

Месторождение Долпран приурочено к минерализованной зоне смятия взбросо-надвигового типа. По взбросо-надвику, имеющему, в целом, север-северо-западное направление, восточный блок, сложенный гранодиоритами, надвинут на блок метаморфических пород. Углы падения поверхности взбросо-надвига, отчетливо наблюдаемого на поверхности на Южном участке месторождения, колеблются от 20 до 35-40°. На участке Южный структура зоны смятия относительно простая, но и здесь наблюдаются линзовидные тектонические блоки гнейсов в гранодиоритах. На участке Северный структура взбросо-надвиговой зоны существенно усложняется за счет расчешуивания зоны смятия в субмеридиональном направлении. Здесь она имеет сложную, пилообразную морфологию, обусловленную субмеридиональными клинообразными тектоническими блоками гнейсов в гранодиоритах и гранодиоритов в гнейсе. Усложнение, расчешуивание надвиговой зоны смятия на участке Северный связано с пересечением ее здесь зоной разлома меридионального направления скрытого типа. Рудолокализирующая роль разломов меридионального направления доказана для многих рудных месторождений Тянь-Шаня.

Структурной основой месторождения является сильно сжатая синклиальная складка северо-западного простираия, сложенная биотитовыми, биотит-хлоритовыми гнейсами, амфиболитами с горизонтами тремолит-актинолитовых пород с послойными телами серпентинитов тасакеминского метаморфического комплекса. Крылья антиклинали осложнены складками второго порядка и разломами северо-восточного и северо-западного

направлений. Складка зажата между аплитовидными гранитами на юго-западе и гранодиоритами на северо-востоке.

Современная структура зоны смятия, морфология рудных тел в значительной мере формируется альпийскими тектоническими движениями. В частности, современная морфология рудного тела №9 на участке Южном в виде линзовидных будинообразных блоков сформировалась в результате растаскивания некогда единого рудного тела по зоне надвига, подновленного альпийскими тектоническими движениями. Вполне вероятно, что и сложная морфология других рудных тел в виде кулисообразных линз в единых минерализованных зонах, образована за счет альпийских тектонических движений, приведших к дезинтеграции некогда единых рудных тел.

Зона смятия интродуцирована роями даек основных пород – микродиоритов, диорит-порфиров, диабаз-порфиров, пироксенитов и, возможно, лампрофиров. Дайки, прорывающие гнейсы, субсогласны структуре зоны смятия и сланцеватости метаморфических пород. В гранодиоритах же, в силу их компетентности в условиях сжатия, образуется система полого- и крутопадающих даек. Крутопадающие дайки в гранодиоритах имеют в основном субмеридиональное направление. Пологопадающие дайки Северного участка месторождения, интродуцирующие гранодиориты, имеют субширотное направление с падением на север.

Золотомедная минерализация на месторождении связана с окварцеванием пород. Наиболее литологически-благоприятной средой для рудоотложения являются зоны биотитовой сегрегации, развивающиеся в гнейсах и гранодиоритах и тремолит-актинолитовые породы, образующиеся, вероятно, по дайкам основных пород. Рудолокализирующими структурами месторождения являются зоны разломов и приразломные зоны по границам тектонических блоков гранодиоритов и гнейсов.

Кварц-турмалиновая минерализация в рудной структуре участка Долпран Южный играет ведущую роль. Она представлена кварц-турмалиновыми жилами и линейными прожилково-жилковыми зонами, пластобразными штокверковыми зонами, кварц-турмалиновыми брекчиями, переходящими в массивные кварц-турмалиновые или турмалиновые с кварцем породы и наконец, рудными кварц-турмалин-сульфидными брекчиями, вскрытыми скважинами на участке Южный Долпран на глубине около 200 м. По результатам интерпретации данных бурения, в этой части участка гнейсы вместе с зонами кварц-турмалиновой прожилково-штокверковой минерализации и дайками основных пород смяты в опрокинутую синформную складку. Минерализованное висячее крыло синформы выходит на поверхность. Минерализованная зона в ядерной части синформы по своим текстурно-структурным и минералого-геохимическим особенностям существенно отличается от известных минерализованных зон месторождения. Ядерная, наиболее тектонически-напряженная часть синформной складки сложена кварц-турмалиновыми, кварц-турмалин-пирротин-пиритовыми брекчиями, переходящими в штокверк кварц-турмалиновых прожилков. Брекчии имеют сложный состав, обусловленный многостадийным их образованием. В предрудную стадию в кварц-биотит-полевошпатовых гнейсах образуется штокверк кварц-турмалиновых прожилков и брекчии с кварц-турмалиновым цементом. В следующий этап гидротермального процесса на кварц-турмалиновый штокверк и брекчии накладывается штокверковая сульфидная минерализация, переходящая местами в брекчии с сульфидным цементом. Сульфидная минерализация представлена в основном пирротином. В пирротине наблюдаются гнезда арсенопирита и тонкая вкрапленность, гнездышки и струйные выделения халькопирита. По своим геохимическим особенностям для сульфидных брекчий наряду с высоким, до 14.2 г/т на 1.0 м, содержаниями золота характерны повышенные и промышленные содержания меди, серебра и висмута. В этой же части синформной складки вскрыты породы актинолит-тремолитового состава с халькопирит-золоторудной минерализацией в виде прожилков, гнезд.

Таким образом по приуроченности, морфологии констатируется развитие зон минерализации кварц-турмалиновой(не продуктивной) и зон окварцевания к элементам складчатости, очевидно связанные с генерированными надвиговыми дезъюнктивами напряженно-деформационного поля(НДП) и зон трещиноватости по элементам складчатой структуры. Предполагается развитие обширных, широких по мощности зон трещиноватости в осевой части замку складки и зон линейной трещиноватости на крыльях складки. Зоны трещиноватости локализуют привнесенную минерализацию продуктивную и не продуктивную. При этом формируются линейные штокверковые тела в ядре складки менее мощные жильные тела на крыльях складки. При развитии синрудной и пострудной НДП связанные со срывом пластин на крыльях складок часть жильных тел формируют маломощные жильные тела по механизму разлинзования, будинирования с фрагментацией жильных тел. Взбрасывая тектоника между динамопарами разломов формируют диагональные зоны растяжений- диагональные жильные тела.

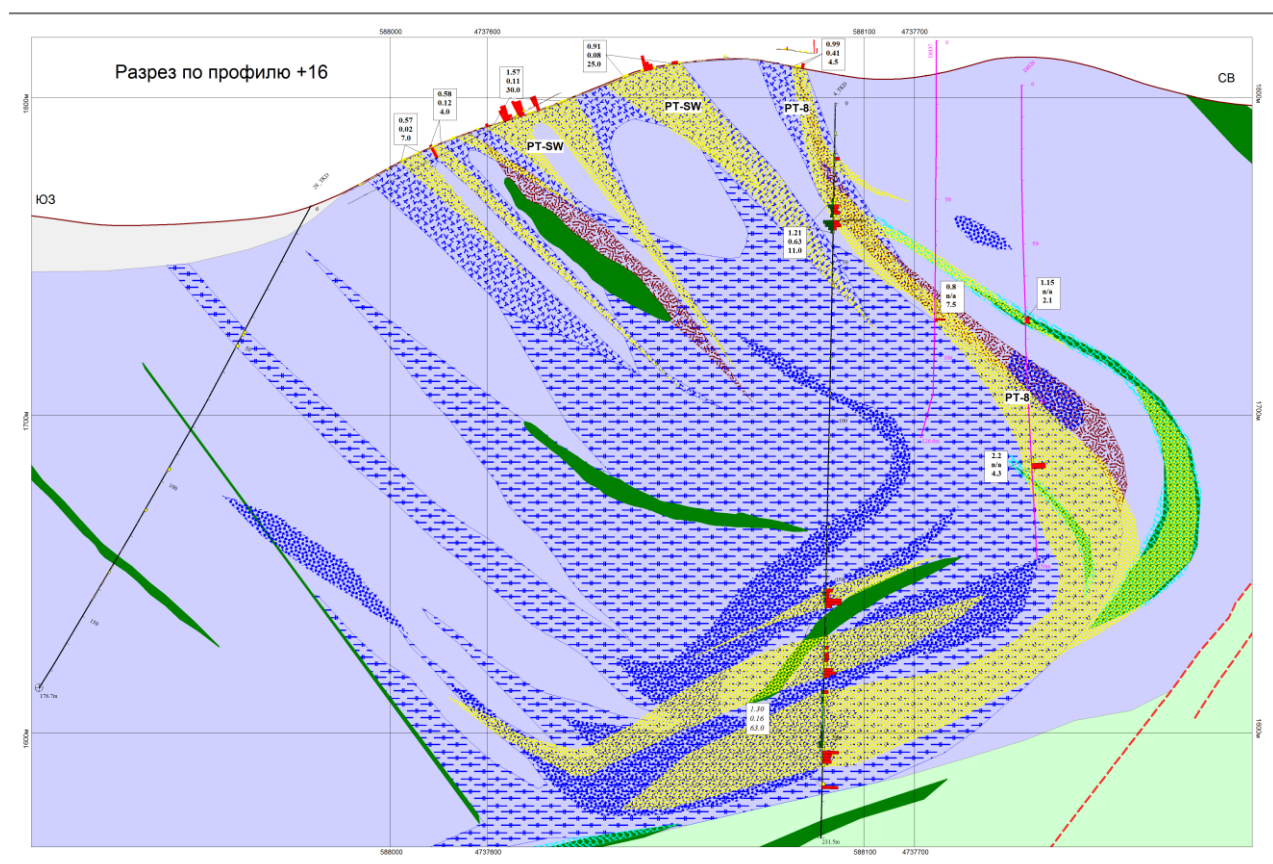


Рисунок 3 - Поперечный разрез месторождения Долпран- структурная позиция лежащей складки и зоны кварц-турмалиновой минерализации и окварцевания приуроченные к элементам складки[2]

Выделение признаков ядра оруденения. Формирование зон аномальной трещиноватости, соответственно, формирование зон интенсивной минерализации- ядро оруденения, вероятно приурочены к структурно-кинематическим элементам НДП.

Н.Попков в отчете с подсчетом запасов[2] констатирует, что пространственное развитие зон рассланцования, явившимися аккумуляторами золотого оруденения, во многом определяется морфологией контакта интрузива гранодиоритов, играющего роль жесткого упора, способствующему при тектонических движениях интенсивному проявлению процесса рассланцевания. На основании этого постулата он делает следующие выводы:

Если рудное тело располагается между основным массивом гранодиоритов и его апофизов, залегающей примерно параллельно контакту, то перспективы этого рудного тела на глубину ограничены (р.т.12).

Чем ближе рудное тело находится к массиву гранодиоритов, тем больше вероятность встретить здесь высокие содержания золота, и вместе с тем, ограниченные размеры и наоборот, чем дальше удалено рудное тело от интрузива, тем больше его размеры, но при меньшем содержании золота. Большая часть мелких рудных тел являются корневой частью денудированных рудных линз.

Оконтурирование рудных тел по разным лимитам бортового содержания, показало, что наиболее обогащенные золотом участки внутри зон рассланцевания имеют линзообразную форму. Контур же тел по борту 1,0 г/т образуют в пространстве пластообразные залежи, размеры которых могут быть весьма значительными. При этом рядом с такой залежью наблюдаются линзообразные зоны с содержанием золота в пределах 1-4 г/т, т. е. главным морфологическим типом рудных тел на месторождении являются линзы, а не рудные столбы.

Предполагается, что эрозией уничтожено не менее половины рудных линз, при этом глубина сохранившихся частей равна длине по простиранию. Наряду с этим строение рудного поля предопределяет возможность существования слепых рудных тел, не имеющих выхода на дневную поверхность.

Ряды от ядра оруденения к периферии может быть проиллюстрированы анализом распределения золота по классам содержаний, рис.3 и распределения влияния золота - характеристики руды по распределению золота, рис.4

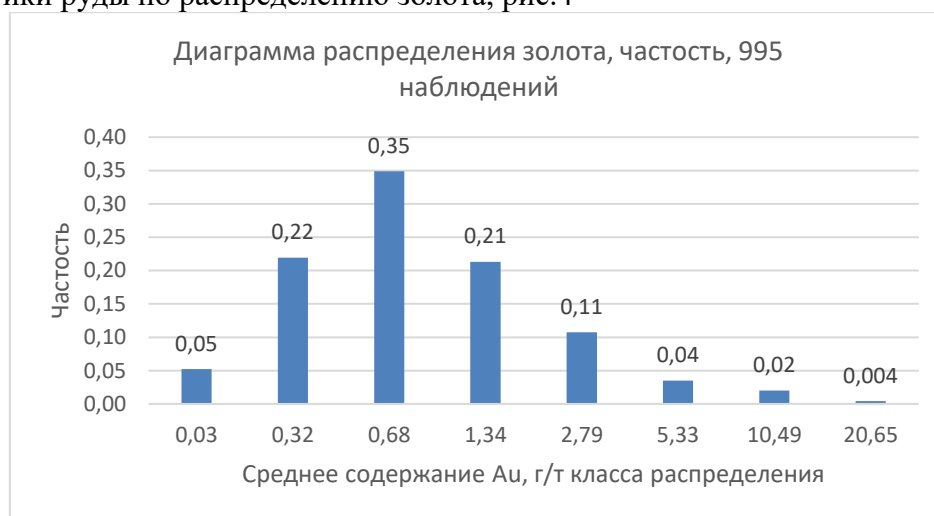


Рисунок 3 – Распределение золота по классам содержаний, частость

В таблице 3 сведенные показатели развития интенсивности концентраций золота(руда, в объеме распределения содержаний золота по классам. Центральную часть ядра оруденения по распределению золота занимает около 6% руд со средним содержанием 20,65г/т, которое разубоживается на 99,6% руды контуров оруденения месторождения Долпран, т.е переходная зона-периферия оруденения составляет 99,6% руд месторождения. Второе ядро формируется из двух классов золота: объем руды ядра формируемое золотом классов от 8 до 32г/т составляет более 21,3% при влиянии на 97,6% руды. Последовательные ряды таблицы 3, каждый последующий по нисходящей концентрации золота, является периферийной-переходной личности руды. Которая замыкается убогими, рядовыми и бедными рудами классов 0,1-0,5- 1г/т. Устойчивые ядра оруденения для последовательного ряда классов содержаний золота составляют содержаний > 2г/т.

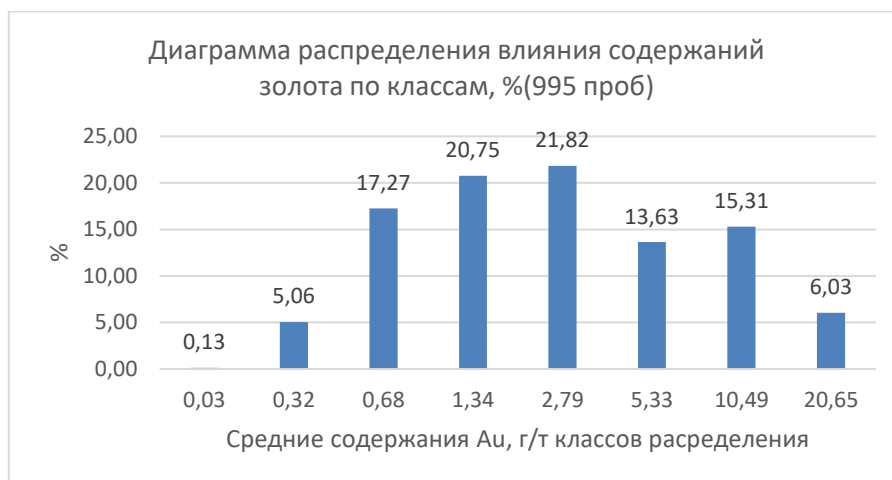


Рисунок 4 - распределение и концентрация золота (характеристики руды) по классам содержаний золота

Распределение золота, обычная природная закономерность заключается в распределении высоких классов золота при минимальном значении частоты в любом объеме морфологических образований месторождения. Но анализ запасов по средним содержаниям, как основной и доминирующий фактор формирования совокупного контура оруденения месторождения связан с исчислением бортового содержания для определения контура запасов для геолого-промышленной оценки целесообразности и методов, систем разработки месторождения и соответственно экономической оценки которая и определяет геолого-промышленную оценку ядра оруденения и наращиваемого контура периферии оруденения годного для промышленной разработки месторождения, таблица 4.

Таблица 3. – Анализ развития руд по концентрации золота в объеме контура распределения золота

класс сод.	среднее ядро, г/т	ряды	$\sum Au, \%$ руда	$\sum N_{проб}, \%$	% контура
16-32	20,65	ядро 1	6,03	0,4	99,6
8.0-32,0	12,18	ядро 2	21,34	2,4	97,6
4,0- 32,0	8,26	ядро 3	34,97	6,4	93,6
2,0-32,0	4,66	ядро 4	56,80	17,4	82,6
1,0-32,0	2,80	Периферия -1	77,54	28,4	71,6
0,5-32,0	1,79	Периферия-2	94,81	63,4	36,6
0,1-32,0	1,37	Периферия-3	99,87	85,4	14,6

Отношение по контурам развития оруденения ядра в контуре бортового содержания 0,03; 0,5; 1,0г/т к контуру по бортовому содержанию 2,0г/т по логарифмированной размерности последовательно составляет дискретный ряд иерархии $\approx 1,2$. Чем подчеркивается наличие дискретной подсистемы, формирующей ядро оруденения в общей системе оруденения по контурам запасов.

Таблица 4. – Распределение запасов по рудным блокам, по бортовому содержанию, C1+C2

БС, г/т	руда, т.т	Ср, г/т	запасы	V, м3	L, м	Ln L	Ln C	
0,03	4619684,32	1,12	5154,90	1698413,35	119,31	4,78	0,11	периферия
0,50	3554959,48	1,36	4834,31	1306970,40	109,33	4,69	0,31	периферия
1,00	1972682,15	1,86	3660,99	725250,79	89,85	4,50	0,62	периферия
2,00	301091,30	5,96	1793,10	110695,33	48,01	3,87	1,78	Ядро

Ядро оруденения в соответствии с принципом самоподобия проиллюстрированы на рис.5, результатов бороздового опробования рудного тела на подземном горном горизонте, размерность N x 10м. Характерным по многим разведочным сечениям месторождения отмечается наличие ядра оруденения с концентрацией, содержанием золота более высокого класса распределения относительно среднего содержания интервала. Разведочными сечениями выделяется закономерность развития периферийного оруденения-переходной зоны оруденения на фланги от ядра оруденения с высоким содержанием золота. Подобная же структура определяется и по скважинам, т.е. структурный рисунок оруденения повторяется и по скважинам, т.е. подобная структура имеет изометричность проявления. Проявление безрудных блоков в разведочных сечениях и структуре мозаичной блочности от ядра оруденения измеряется, по коэффициенту рудоносности любого интервала рудного тела по соотношению $Kруд = \frac{\sum N_{руд}}{\sum N_{общ}} \cdot 100, \%$. Которое по измерению разведочных сечений горных горизонтов и скважин в среднем составляет 65-75% рудных блоков в общем интервале.

Среднее содержание /объем интервала в %	
2,43/ 16	2,43
	3,8
	0,67
	2,8
0,40/16	0,4
	0,5
	0,33
	0,36
2,79/9	4,77
	0,8
	0,025
0,87/4	0,87
	0,17
	1,43
	1,77
2,64/20	2,17
	6,87
	0,97
0,37/4	0,37
	0,53
	2,03
	0,93
	2
	2,77
2,29/28	6,2
	2,57
	1,27
3,4/77,8	0,8
	2
	1,53
	3,43
	1,8
	5,87
	2,9
	3,43
0,0,8/ 11.1	3,67
	2,3
	3,67
	2,93
	4,5
2,00/ 11,1	8,7
	0,025
	0,13
	2,07
	1,93

Рисунок 5 – Интервалы опробования рудного тела на горном горизонте

Фрактальность оруденения месторождения Долпран. Измерение фрактальной размерности оруденения месторождения Долпран произведено клеточным методом на основе наложение последовательных масштабированных сеток на геологическую карту, таблица и измерение фрактальной размерности по углу графика отношения $\text{Ln}r/\text{Ln}N$, рис.6. Фрактальная размерность оруденения месторождения Долпран $D=1,29$.

Таблица 5. – Измерение встречаемости признака по масштабированной сети

N	r	Ln r	Ln N
400	2	0,7	6,0
200	5	1,6	5,3
100	16	2,8	4,6
50	65	4,2	3,9
25	115	4,7	3,2
12,5	200	5,3	2,5
6,25	280	5,6	1,8

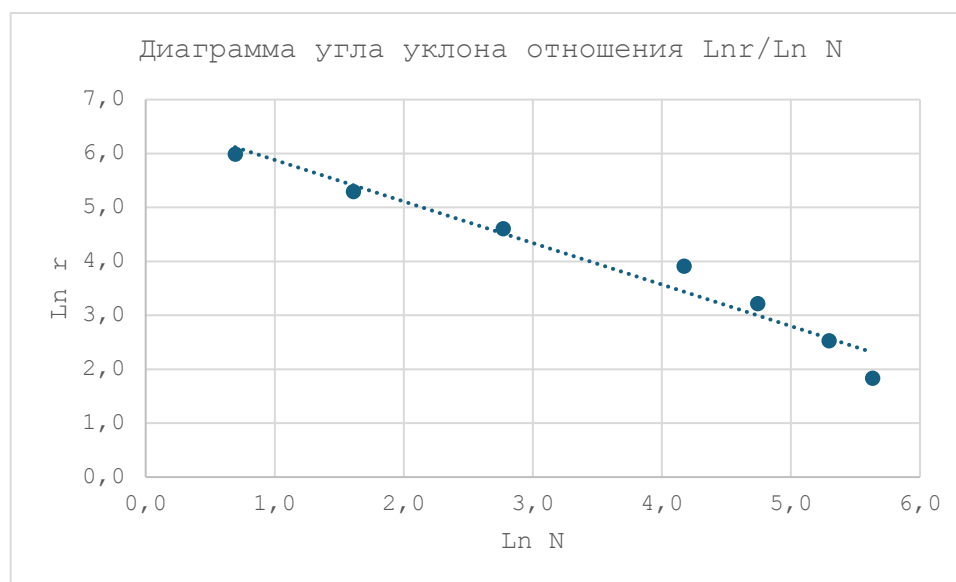
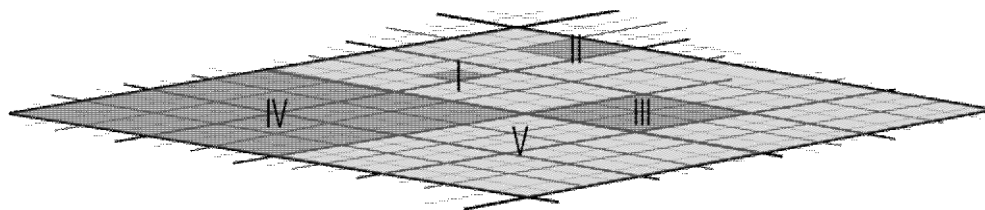


Рисунок 6 - Тангенс угла уклона отношения $\text{Ln} r / \text{Ln} N$. $\text{tg } 16^\circ = 0,29 (D=1,29)$

Зоны расланцевания дорудных, синрудных зон трещиноватости пород локализаторов золото-кварцевого оруденения формируется структурно-кинематической схеме НДП, тектоническая нарушенность характеризуется развитием зон трещиноватости в замках и крыльях складчатых структур, развивающихся в результате тангенциального сжатия бокового разлома-надвига. Осложненных срывами тектонической нарушенности на крыльях складок- разлинзования жильных тел. Размерами от первых метров до первых десятков метров по мощности и до первых сотен метров по простирываю и падению. Последующая пострудная тектоника дополнительно осложнила структуру рудных тел по схеме линзования и будинирования в растягивание линз и их разрывов с формированием мелких линз. Крупные практически не расланцованные блоки пород и линз формировались как безрудные зоны разделяющие рудные тела. Размеры рудных тел достаточно упорядочены по геометрическим и статистическим параметрам как между рудных тел, самих рудных тел, так и безрудных блоков внедри рудных тел. Формируя рудную мозаичность месторождения: ядра оруденения, переходные зоны-перферия оруденения и межблоковые и внутри блоковые безрудные перерывы. Рельеф элементов складок во многом формировался синрудной и пострудно тектоникой с созданием фрактальной, дискретной схемы распределения,

размерности и размещения мозаичности блоков-фрактальной структуры. Которая схематически может иллюстрироваться элементами дискретных подсистем- входящих подсистем в вмещающую система подобно изображению на Рис.7.

А



Б

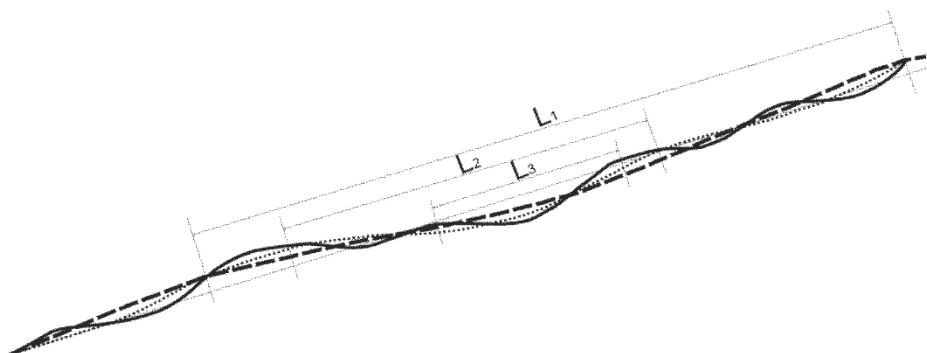


Рисунок 7 - Фрактальная модель внутренней структуры зон трещиноватости в складке вмещающих пород. Римские цифры последовательно входящие друг в друга линзовидно- жильных зон оруденения соответствующие интенсивности трещиноватости; А. структуры зон трещиноватости; Б. уменьшение длины периодов последовательно усложняющих друг друга элементов складчатости[17]

Дискретность и мозаичная блочность дискретных подсистем оруденения. Дискретность отражает таксонометрированную иерархию модели: система- подсистем. Является отражением и следствием фрактальной закономерности природной структуры оруденения. В таблице 6 приведены измеренные размерности основных блоков оруденения от блока месторождения к блокам рудных тел и отдельных минерализованных продуктивных линз. Размерность блоков месторождения измерены по элементам простирания и мощности в метрах, размерность $L_m = \sqrt{L_1 \times L_2}$ и приведена в логарифмированном виде. Степень логарифмированной размерности иерархии основных блоков как отношение системы к подсистеме $\ln L / \ln L+1$, отражает дискретную закономерность отношения системы к подсистеме.

Таблица 6. – Измерение размерности основных таксонов блоков оруденения месторождения Долпран

иерархия таксонов месторождения Долпран						
NN	измеряемые блоки	L_1, m	L_2, m	$\sqrt{L_1 \times L_2}$	$\ln L$	степень $\ln L / \ln L+1$
1	Блок месторождения	714	257	428,4	6,06	
2	Участок Северный	514	257	363,5	5,89	1,0
3	Участок Южный	228,6	128,6	171,5	5,14	1,2
4	Рудное тело №8, уч.Сев.	270	49,5	115,6	4,75	1,2
5	Рудное тело №8, уч.Южн	135	25,7	58,9	4,07	1,2
6	рудное тело №16, уч. Сев.	310	16,2	70,9	4,26	1,2

7	Рудное тело №16А	310	18,9	76,5	4,34	1,4
8	рудное тело №9	181,1	12,1	46,8	3,84	1,2
9	рудные тела мелкие	40,5	6,8	16,6	2,81	1,6
10	рудые тела мелкие	30	4,05	11,0	2,40	1,1
	среднее	35,3	5,4	13,8	2,63	1,5
11	линзы оруденения крупные	40,5	2,7	10,5	2,35	1,1
12	Линзы оруденения, мелкие	12,1	2,02	4,9	1,60	1,5

Эквивалентность категорий фрактальности и дискретности оруденения месторождения по логарифмированной размерности приведена на рис.8, отношения последовательных подсистем по размерности. Угол графика 16° , тождественность графику фрактальности рис.6 иллюстрирует тождественность и достоверность оценки фрактальности и дискретности оруденения.

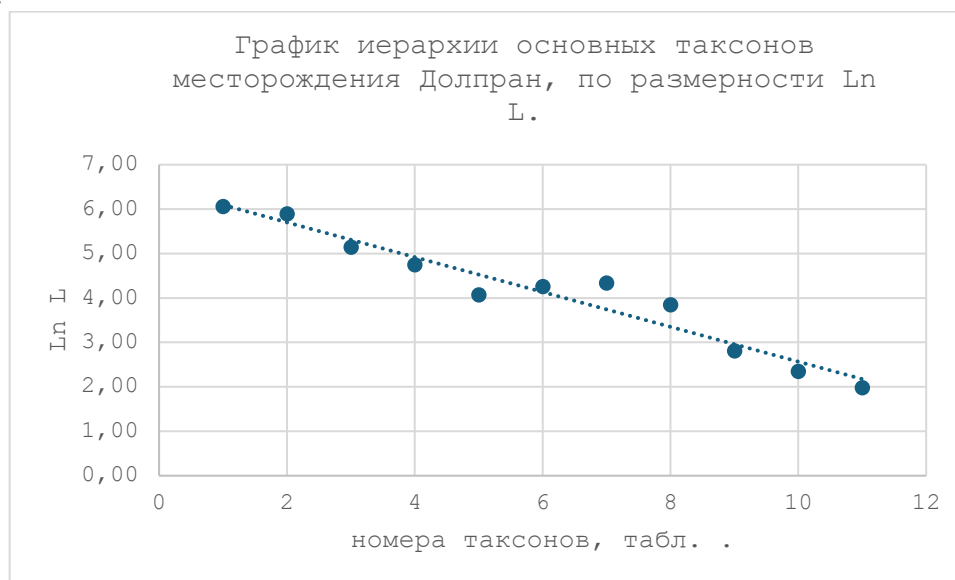


Рисунок 8 – Угол наклона графика дискретных подсистем- блоков оруденения месторождения Долпран, (16°)

Мозаичность. Мозаичность блоков дискретных подсистем, как изложено в разделе методология исследований определяется геотехнической инвариантностью блоков по интенсивности зон трещиноватости локализаторов оруденения[30]. И разделяются:

Ядро оруденения, блоки с интенсивным и высоко продуктивным орудением. Определяется как геотехнически обусловленная зона с интенсивной трещиноватостью. По характеру трещиноватости сплошная зона тектонического нарушения. Которая является рудо локализирующей и рудоконтролирующей зоной. С развитием аномальной зоны рудоотложения. Дискретность выделяется на иерархических уровнях от системы блока месторождения с развитием подсистем штокверковых. Зоны и блоки интенсивного оруденения выделяются в подсистемах штокверков как кварцевое ядро, ядро с высококонтрастным и не прерывным орудением.

Периферия оруденения, блоки переходного оруденения. Переходное оруденение геотехнически сформированы в зонах перехода интенсивной трещиноватости от ядра к вмещающим породам. Характеризуются меньшей степенью трещиноватости и соответственно уровня оруденения. Основная закономерность блоков периферийного

оруденения — это собственная мозаичность по распределению и расположению-чередованию мелких блоков оруденения и безрудных блоков.

Безрудные блоки. Геотехнически определяются зонами, блоками весьма низкой трещиноватости или без таковых, соответственно низкой степенью оруденения, включая окварцованные и рудное вещество. Занимают позицию межконтурных блоков между блоками ядра и периферийного оруденения и внутри переходного оруденения.

Для оруденения месторождения Долпран мозаичность определялась для двух элементов, объем рудных блоков и безрудных блоков по дискретным подсистемам, таблица 7.

Дискретные подсистемы приведены в градации $N \times 1000 \dots 10^{-3} \text{м}$, где N любое простое числе от 1 до 9. Дискретные подсистемы от $N \times 1000$ до $N \times 10 \text{м}$ измерены по чертежам месторождения; $N \times 1 \text{м}$ по коэффициентам рудности по рядовым разведочным пересечениям по горным выработкам и скважинам; $N \times 0,1$ и $N \times 10^{-3}$ по результатам и описанию минералого-вещественного состава руд и технологии обогащения и извлечения.

Таблица 7.- измерение объемов распределения мозаичности блоков, в%.

Дискретная подсистема, м	Рудные блоки, %	Безрудные блоки, %
$N \times 1000 \text{м}$	58,1	41,9
$N \times 100 \text{м}$	40,4	59,6
$N \times 10 \text{м}$	71,4	28,6
$N \times 1 \text{м}$	73	27
$N \times 0,1 \text{м}$	60,4	39,6
$N \times 0,01 \text{м}$	73,4	26,6
$N \times 10^{-3} \text{м}$	96,5	3,5

Для мозаичности блоков дискретных подсистем установлена закономерность изменчивости распределения рудных и безрудных блоков, соответствие размерности рудных и безрудных блоков дискретной подсистеме[8,30]. Следствием чего является перспективы внедрения и модификации методов и систем горных работ со значительным производственным и экономическим эффектом.

Так же установлена закономерность и влияние на внедрение геотехнологии и технологии обогащения и извлечения концентрация рудных элементов- зерен золота, сульфидных минералов с полезными компонентами в дискретной подсистеме $N \times < 0,01 \text{м}$. Которая обуславливает предрасположенность концентрации рудных элементов в ограниченном объеме товарной руды(13-26-40-68% с извлечение более 96-99% рудных элементов от применения технологии рудоподготовки и обогащения на основе сенсорной сортировки(Sensor Based Sorting-SBS) и определяет значительный технологический, производственный и экономический эффект, измеренный на ряде золоторудных месторождений КР[32] и ряда зарубежных рудников, таблица 8.

Таблица 8. - Результаты SBS некоторых месторождений золота и меди[32]

	тип оруденения	Металлы	концентрация руды и металла в % от исходной руды			Извлечение, %
			выход руды, %	Au, g/t	Cu, %	
1	Порфиновый, Канада	Cu	34,7-78,6		123,2-221,6	76,9-96,7
2	Орогенный, Канада	Au	48,2-63	140-189,7		87-97,6
3	Порфиновый, Канада	Au	69	138,2		56,5-98,1

4	Эпитермальный, КР	Au	34,9- 39,9	194-265,7		96,3-99,7
5	Эпитермальный, КР	Au	36,4-63,7	140-240		87,7-92,6

Закключение и обсуждения

По аналогии с некоторыми результатами исследований SBS, таблица 8 экстраполированы закономерности концентрации руды и золота, меди при обогащении рудоподготовкой для месторождения Долпран. Гипотезой представлены постатейные расчеты геотехнологии и технологии разработки месторождения приведены в таблице 9 для ОГР и таблице 10 для ПГР.

Таблица 9. – Оценка стоимости и валовой рентабельности продукта по ценам золота при дискретном типе оруднения ОГР

Наименование показателей	Ед. изм.	1	2	3	4
по предельному коэффициенту вскрыши 1:10	т/т	1200	1800	2700	3000
Запасы руды, геологические	тыс. т	2651,9	2651,9	2651,9	2651,9
Содержание золота в эквиваленте	г/т	1,33	1,33	1,33	1,33
Запасы золота в эквиваленте	кг	3525,5	3525,5	3525,5	3525,5
Руда на переработку	тыс. т	2771,2	2771,2	2771,2	2771,2
выход, золото	кг	3081,3	3081,3	3081,3	3081,3
Содержание золота в товарной руде	г/т	1,11	1,11	1,11	1,11
Потери	Дол.единиц	0,95	0,95	0,95	0,95
Разубоживание	Дол.единиц	1,10	1,10	1,10	1,10
Базовая цена золото на ЛБМ	\$/oz	1200,0	1800,0	2700,0	3000,0
Расчётная цена за золото	\$/г	38,6	57,9	86,8	96,5
Рудоподготовка,обогащение		2,6	2,6	2,6	2,6
Выход концентрированной руды	\$/т	1108,5	1108,5	1108,5	1108,5
Содержание золота, товарной руды	г/т	2,8	2,8	2,8	2,8
Извлечение золота на ЗИФ	%	0,9	0,9	0,9	0,9
Извлечённое золото на ЗИФ из одной тонны руды	г/т	2,6	2,6	2,6	2,6
Стоимость золота из тонны переработанной руды	\$/т	98,7	148,0	222,0	246,7
Всего затрат		52,3	73,0	101,9	120,4
Доход	\$/т	98,7	148,0	222,0	246,7
Прибыль	\$/т	46,4	75,0	120,1	126,3
валовая рентабельность продукта	%	88,6	102,7	117,9	104,9

Таблица 10. – Оценка стоимости проекта по цене золота, дискретный тип оруднения, ПГР

	ед.измер	1	2	3
		№1	№2	№3
запасы разведочной модели		тыс \$		тыс \$
		1801	2700	3000
руда балансовая	тыс.т	903,1	903,1	903,1
среднее содержание	г/т	1,45	1,45	1,45
запасы	кг	1309,4	1309,4	1309,4

эксплуатационные параметры				
потери	%	1,3	1,3	1,3
Разубожиивание	%	2,5	2,5	2,5
руда	т	913,6	913,6	913,6
среднее содержание	г/т	1,41	1,41	1,41
Эксплуатационные запасы	кг	1292,4	1292,4	1292,4
цена оценки,	\$\text{oz}	1801,0	2700,0	3000,0
цена за грамм	\$\text{gram}	57,9	86,8	96,5
извлечение на сепарации, руда товарная	%	365,44	365,44	365,44
Концентрация золота при сенсорной сортировке		1279,49	1279,49	1279,49
среднее содержание концентрированной руды	г/т	3,50	3,50	3,50
полные операционные затраты	\$\text{т}	84264,2	90923,1	93144,7
валовый доход	тыс.\$	68159,9	102194,6	113549,6
валовая рентабельность продукта	%	-19,1	12,4	21,9
Прибыль	тыс.\$	16104,2	11271,5	20404,9

1. Мозаичность блоков дискретных подсистем, в частности, для $N \times 0,01\text{м}$ по аналогии с исследованиями двух детально исследованных золоторудных месторождений КР, методом SBS, закономерность связанная с концентрацией рудных блоков в объеме до 99% в 40-60% объема товарной руды предполагают значительное изменение экономических показателей горного проекта в сторону роста прибыли.

2. К факторам влияния мозаичности рудных и безрудных блоков на геотехнологию и технологию можно отнести: сокращение объемов горных работ при добыче; сокращение выхода товарной руды для переработки; сокращение объемов перевозки руды до ЗИФ; сокращение капитальных и эксплуатационных затрат на переработку и извлечение; Значительные рост содержания компонента в руде на переработку предполагает увеличения коэффициента сквозного извлечения золота; сокращение выходы хвостов и содержание хвостового хозяйства; снижение экологической нагрузки на окружающую среду.

3. Очевидно, что в дискретных подсистемах, влияющих на геотехнологии $N \times 100; 10; 1\text{м}$ объем рудных блоков весьма завышен за счет безрудных блоков последующей подсистемы, размерность которых в системе не поддается прямому измерению. Исследование этого параметра имеет большое значение для обоснования методов и систем горных работ.

Выводы

Полученные результаты изучения гипотезы дискретного типа оруденения золоторудного месторождения Долпран имеет показателями значительный рост валовой рентабельности продукта с параметрами необходимыми и достаточными для положительной геолого-промышленной оценки, таблица 11. Является обоснованием необходимости постановки детальных исследовательских работ и разработки месторождений бедных руд.

Таблица 11. – Сравнительные показатели валовой рентабельности продукта, по методам оценки парадигмы оруденения, в ценовой динамике

метод	Параметры валовой рентабельности продукта, в %.	1800\$/oz	2700 \$/ oz	3000\$/oz
ПГР	непрерывный тип оруденения	-29,9	-7,5	-4,6

	дискретный тип оруденения	-19,1	12,4	21,9
	Прирост рентабельности	10,8	19,9	26,5
ОГР	непрерывный тип оруденения	-6,4	19,2	20,7
	дискретный тип оруденения	102,7	117,9	104,9
	Прирост рентабельности	109,0	98,7	84,2

Список литературы

1. Нестационарные структуры и диффузионный хаос / Т. С. Ахромеева, С. П. Курдюмов, Г. Г. Малинецкий, А. А. Самарский. – М.: Наука, 1992. – 544 с.
2. Беспалов, Г. А. Техничко-экономическое обоснование кондиций месторождения Долпран / Г. А. Беспалов, Э. Э. Молдобаев [и др.]. – Фонды МПР КР. – Рукопись.
3. Особенности напряженного состояния горного массива Соколовского железорудного месторождения / А. Е. Балец, А. А. Панжин, Ю. П. Коновалова, Д. Е. Мельник // Инновационные геотехнологии при разработке рудных и нерудных месторождений : сб. докладов 7-й Междунар. науч.-техн. конф. (Екатеринбург, 10–11 апреля 2018 г.) / ред. Н. Г. Валиев. – Екатеринбург: Уральский государственный горный университет, 2018. – с. 256–264.
4. Технология разработки золоторудных месторождений / Л. И. Бутаков, Б. М. Зайцев, Ю. А. Казаченко [и др.]. – М.: Недра, 1995. – 336 с. – URL: <https://www.geokniga.org/books/9011> (дата обращения: 28.05.2026).
5. Cox, S. F. Coupling between deformation, fluid pressure and fluid flow in ore-producing hydrothermal systems at depth in the crust // Society of Economic Geologists, Inc. Economic Geology 100th Anniversary Volume. – 2005. – P. 39–75.
6. Параметры прямой связи между процессами эндогенного рудообразования и объемного разуплотнения горных пород, контролируемой тектоническими деформациями взбросового типа (по реконструкциям полей напряжений регионального и локального рангов) / Н. Ю. Васильев, А. О. Мострюков, В. А. Петров [и др.] // Фундаментальные проблемы тектоники и геодинамики : материалы ЛП Тектонического совещания. – М.: ГИН РАН, 2020. – с. 118–124.
7. Гленсдорф, П. Термодинамическая теория структуры, устойчивости и флуктуаций / П. Гленсдорф, И. Пригожин. – М.: УРСС, 2003. – 280 с.
8. Ермошкин, Д. Н. Обоснование использования мозаичной системы целиков в безрудных блоках при отработке жильных месторождений золота / Д. Н. Ермошкин, К. З. Курманалиев [и др.] // Горная промышленность. – 2023. – № 3. – с. 108–114. – DOI: 10.30686/1609-9192-2023-3-108-114.
9. Капица, С. П. Синергетика и прогнозы будущего / С. П. Капица, С. П. Курдюмов, Г. Г. Малинецкий. – М.: УРСС, 2002. – 342 с.
10. Курленя, М. В. Проблемы нелинейной геомеханики / М. В. Курленя, В. Н. Опарин // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – 2000. – № 4. – с. 3–26.
11. Кочарян, Г. Г. Геомеханика разломов / Г. Г. Кочарян. – М.: ГЕОС, 2016. – 424 с.
12. Кочарян, Г. Г. Динамика деформирования блочных массивов горных пород / Г. Г. Кочарян, А. А. Спивак. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2003. – 423 с.
13. Мандельброт, Б. Фрактальная геометрия природы / Б. Мандельброт. – Москва; Ижевск : Институт компьютерных исследований, 2002. – 656 с.
14. Макаров, П. В. Эволюционная природа блочной организации геоматериалов и геосред. Универсальный критерий фрактальной делимости / П. В. Макаров // Геология и геофизика. – 2007. – Т. 48, № 7. – с. 724–746.
15. Малинецкий, Г. Г. Современные проблемы нелинейной динамики / Г. Г. Малинецкий, А. Б. Потапов. – М.: УРСС, 2002. – 356 с.
16. Никоноров, В. В. Рудные месторождения Кыргызстана / В. В. Никоноров. – Бишкек: МПР КР; КМЭГЭИ, 2009. – 482 с.

17. Павлов, А. М. Фрактальные свойства геологической среды как показатель сложности условий эксплуатации золоторудных месторождений / А. М. Павлов // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2011. – № 6. – с. 235–241. (Примечание: ГОСТ требует страницы статьи, ориентировочный диапазон добавлен для структуры).
18. Пригожин, И. Познание сложного. Введение / И. Пригожин, Г. Николис. – М.: УРСС, 2003. – 342 с.
19. Пиотровский, В. В. Использование морфометрии для изучения рельефа и строения Земли // Земля во Вселенной. – М.: Мысль, 1964. – с. 278–297.
20. Pirajno, F. Hydrothermal Processes and Mineral Systems / F. Pirajno. – Springer Science & Business Media, 2019. – Vol. 1. – 1250 p.
21. Садовский, М. А. Естественная кусковатость горной породы / М. А. Садовский // Доклады Академии наук СССР. – 1979. – Т. 247, № 4. – с. 829–831.
22. Садовский, М. А. О механике блочного горного массива / М. А. Садовский, Г. Г. Кочарян, В. Н. Родионов // Доклады Академии наук СССР. – 1988. – Т. 302, № 2. – с. 306–307.
23. Снетков, В. И. Фрактальный анализ – необходимый элемент геометризации месторождений полезных ископаемых / В. И. Снетков // Известия Сибирского отделения Секции наук о Земле РАЕН. Геология, разведка и разработка месторождений полезных ископаемых. – 2018. – Т. 41, № 3. – с. 106–118.
24. Старостин, В. И. Структуры рудных полей и месторождений / В. И. Старостин, А. Л. Дергачев, Ж. В. Семинский. – М.: Изд-во МГУ, 2002. – 352 с.
25. Sibson, R. H. Stress/fault controls on the containment and release of overpressured fluids: Examples from gold-quartz vein systems in Juneau, Alaska; Victoria, Australia and Otago, New Zealand / R. H. Sibson, J. Scott // Ore Geology Reviews. – 1998. – Vol. 13, iss. 1-5. – P. 293–306. – DOI: 10.1016/S0169-1368(97)00023-1.
26. Turcotte, D. L. Fractals and Chaos in Geology and Geophysics / D. L. Turcotte. – Cambridge : Cambridge University Press, 1997. – 398 p.
27. Филонюк, В. А. О некоторых причинах низкой эффективности геолого-методического обеспечения современных поисково-разведочных и эксплуатационных технологий в золотодобывающей отрасли / В. А. Филонюк, И. А. Дубовская // Известия Сибирского отделения Секции наук о Земле РАЕН. Геология, разведка и разработка месторождений полезных ископаемых. – 2016. – № 3 (56). – с. 29–43.
28. Хакен, Г. Синергетика. Иерархия неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах / Г. Хакен. – М.: Мир, 1985. – 411 с.
29. Характеристики дискретности и мозаичности блоков оруденения и безрудных блоков штокверкового золоторудного месторождения Джеруй / К. Э. Чуприн [и др.] // Горная промышленность. – 2024. – № 4. – с. 155–164. – DOI: 10.30686/1609-9192-2024-4-155-164.
30. Australian Proterozoic mineral systems: essential ingredients and mappable criteria / L. A. I. Wyborn, C. A. Heinrich, A. L. Jaques // AusIMM Publication Series. – 1994. – Vol. 4/94. – P. 109–115.
31. Корректировка экономической оценки в результате заверки сенсорной сортировкой дискретных, фрактальных характеристик оруденения месторождения Акташ (Кыргызская Республика) / Н. В. Яровой [и др.] // Недропользование и транспортные системы. – 2024. – Т. 14, № 3. – с. 28–37. – DOI: 10.18503/SMTS-2024-14-3-28-37.
32. Иерархическое блочное подобие оруденения и не линейная геомеханика месторождения Джамгыр / Д.Н. Ермошкин, Н.Н.Ермошкин и др./ Известия КГТУ имени И.Раззакова. – 2023. – №5(65). Стр. 573 – 584.
33. Сатыбеков М.Б., Зарлыков А.К., Шамшиев О.Ш. Особенности оценки основных параметров оруденения жильного золото-кварцевого месторождения / Известия КГТУ имени И.Раззакова. - 2024. – №1(69) – стр.92 –106.
34. Тренды закономерностей распределения оруденения жильного золота - кварцевого месторождения./ М.Б.Сатыбеков, А.К.Зарлыков и др. / Известия КГТУ имени И.Раззакова. –.2025. – №1(73) – стр. 90- 106.

УДК 622. 02

Тажибаев К.Т., Акматалиева М.С.

КР УИА Машина таануу, автоматика жана геомеханика институту,
Бишкек, Кыргыз Республикасы
Институт машиноведения, автоматики и геомеханики НАН КР,
Бишкек, Кыргызская Республика

K.T.Tazhibaev, M.S.Akmatalieva

Institute of Mechanical Engineering, Automation and Geomechanics NAS KR, Bishkek,
Kyrgyz Republic
kushbak@yandex.ruminazhat04@mail.ru

ТОО ТЕК МАССИВИНИН ТҮЗҮМДҮК БОШОҢДОО КОЭФФИЦИЕНТИНИ АНЫКТООНУН ЖЫЙЫНТЫКТАРЫ

РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА СТРУКТУРНОГО ОСЛАБЛЕНИЯ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД

RESULTS OF DETERMINING THE STRUCTURAL RELAXATION COEFFICIENT OF A ROCK MASS

Илимий макалада, түзүмдүк бошоңдоо коэффициентти тууралуу, коэффициентти аныктоонун жаны жолу, изилдөөдөн алынган жыйынтыктар жана корутундулар айтылат. Так белгиленген багыттагы аралыкта, көлөмдө, аянтта түзүмдүк бошоңдоо коэффициентин так жана ишенимдүү аныктоону камсыздап, бул ыкманы колдонуу, тоо тек массивинин бышыктыгын баалоо менен, тоо кен иштеринин бир топ маселелери натыйжалуу чечилээри тууралуу айтылды.

***Ачкыч сөздөр:** ыкма, тоо теги, тоо тек массиви, тоо-кен иштери, түзүмдүк бошоңдоо коэффициентти, ультраун толкун ылдамдыгы, бышыктык.*

В научной статье о коэффициенте структурной ослаблении, новом способе определения коэффициента, излагаются результаты и выводы исследования. Было отмечено, что применение данного метода, обеспечивающего точное и надежное определение коэффициента структурного ослабления на четко определенном расстоянии, объеме, площади, с оценкой прочности горного массива, позволит эффективно решить ряд задач горных работ.

***Ключевые слова:** метод, горная порода, массив горных пород, горные работы, коэффициент структурного ослабления, скорость ультразвуковых волн, прочность.*

A scientific article on the structural relaxation coefficient, another method of determining the coefficient, presents the results and conclusions of the study. It was noted that the use of this method, which provides an accurate and reliable determination of the coefficient of structural weakening at a well-defined distance, volume, area, with an assessment of the strength of the mountain range, will effectively solve a number of mining tasks.

***Key words:** method, rock type, rock mass, mining operations, structural relaxation coefficient, ultrasonic wave velocity.*

Киришүү

Тоо тек массиви жер кыртышынын пайда болуу, жаралуу шартына жараша жана кийинки өзгөрүүлөрдүн натыйжасында түрдүү өлчөмдөгү, багыттагы жаракалардын пайда

болушу менен ар кандай түзүлүштө болот. Тоо тегинин механикалык өзгөчө деформациялык, бышыктык касиеттери тоо тегин түзгөн минералдардын бүтүндүгүнүн бузулушунан макро жана микро жаракалардан, көңдөйчөлөрдөн өтө көз каранды болот. Каралып жаткан масштабдын чоңоюшу менен бирдей эместик да көбөйөт. Көлөмдүн чоңоюшу менен катуу телолордо бышыктык төмөндөйт – масштабдуу эффект чыңалган абалдан жана материалдын түзүлүшүнөн олуттуу көз каранды [4]. Формага келтирилген үлгүлөрдүн бышыктыгы, алардын өлчөмүнө байланыштуулугу масштабдуу эффект менен түшүндүрүлөт. Үлгүлөрдүн өлчөмүнүн ар кандай болушунан алардын механикалык касиетине таасир этишинин чоң теоретикалык жана практикалык мааниси бар, масштабдуу эффекттин жаратылышы сыр бойдон калууда [5]. Масштабдуу натыйжанын тоо тегинин бышыктыгына болгон таасирин окуп үйрөнүүнүн негизги маселеси тоо тек массивинин бышыктыгын баалоо болуп эсептелет. Мындай баалоонун теориялык жана практикалык чоң мааниси бар, тоо басымын башкарууда, массивден тоо тегин бөлүп алууда ж.б. геомеханиканын маселелерин чечүүдө зарыл болот.

Геомеханиканын маселелерин чечүүдө, кен казылып жаткан аймактагы казмалардын туруктуулугун бекемдөөдө, шахтанын ичин жыгачтар менен тиреп бекитүү үчүн керектелген эсептөөлөрдө, лабораториянын шартында, тоо тегинин физико-механикалык касиеттерин изилдөө керек болот. Биринчи кезекте тоо тек массивинин чегине жеткен абалын баалоодо, тоо тегинин эң негизги көрсөткүчү болгон бекемдигин аныктап алуу зарыл. Тоо тек массивинин бекемдигин жеринде аныктоо дээрлик мүмкүн эмес. Аныктоо алгач лабораторияда, тоо тегинен даярдалган үлгүлөрдү бир октуу кысуу аркылуу, бекемдик коэффициентин текшерүү менен жүргүзүлөт. Лабораторияда аныкталган бекемдик касиеттеринен эле, тоо тек массивинин бекемдик касиеттерине өтүү татаал маселе болуп, түзүмдүк бошоңдоо коэффициенти менен чечилет, да массивдин *салыштырма бекемдиги менен үлгүнүн бекемдигинин катышынан турат*.

K_c = массивдин салыштырма бекемдиги /үлгүнүн бекемдиги

Түзүмдүк бошоңдоо коэффициенти массивдин эң керектүү мүнөздөмөлөрүнөн болуп эсептелет. Түзүмдүк бошоңдоо коэффициенти өлчөмдүн чоңоюшунан көз каранды болгон бышыктык көрсөткүчтөрдүн азайышын толук эмес өлчөмдө чагылдырчу кыйыр ыкмалар менен аныкталат [3]. Коэффициентти жаракалардын саны менен аныктап, массивдин түзүмдүк бошоңдоо коэффициентин инструменталдык аныктоо актуалдуу көйгөйдү түзүп келген. Түзүмдүк бошоңдоо коэффициентин аныктоочу жалпы кабыл алынган ыкма жок деп көптөгөн авторлор белгилешет. Тилекке каршы ыкмалар бар, бирок ал ыкмалардын татаалдыгынан, туура жыйынтык чыгарып иштөө кыйын.

Изилдөө ыкмасы жана жыйынтыктар

Түзүмдүк бошоңдоо коэффициентти инструменталдык аныктоого мүмкүндүк берген, “Тоо тек массивинин түзүмдүк бошоңдоо коэффициентин аныктоо ыкмасы” деген аталыштагы жаңы ойлоп табууга биздин лабораторияда патент алынды [2].

Мурда белгилүү болгон ыкмаларга караганда бул ыкма көп эмгекти талап кылбайт жана аныктоо тактыгынын жогору болушу менен айырмаланат. Ар кандай масштабдагы тоо тектеринин жана катуу материалдардын бышыктык, акустикалык жана деформациялык касиеттерин аныктоодо да бул ыкманы колдонууга болот. Бул ыкманы колдонуу менен тоо массивиндеги изилденип жаткан аралыктагы же көлөмдөгү тоо тегинин түзүлүш өзгөчөлүктөрүн чагылдырчу ультраүн толкундарынын ылдамдыгын так өлчөөнүн жана ар кайсы масштабдагы ылдамдыктарды өлчөөдөн алынган жыйынтыктарды салыштыруу менен түзүмдүк бошоңдоо коэффициенти аныкталат. Түзүмдүк бошоңдоо коэффициенти каралып жаткан көлөмдүн же аралыктын чегинде гана бааланат жана кабыл алынат [2].

Тоо тегинин түзүмдүк бошоңдоосун аныктоодо, масштабдуу факторго байланыштуу тоо тегинин бышыктыгынын өзгөрүшүн изилдөө үчүн, ар түрдүү масштабдагы үлгүлөрдө өтмө жана үстүртөн үн жиберүү ыкмалары менен, үлгү аркылуу өткөн ультраүн толкундарынын ылдамдыктарына эксперименттик изилдөөлөр жүргүзүлдү [1].

Изилдөөлөрдөн, Сары Жаздын көгүлтүр гранитинен даярдалган керндерге (1-сүрөт) жана Кыртабылгынын гранитинен даярдалган блокторго (2-сүрөт) токтолобуз.

Сары Жаздын көгүлтүр гранитинен диаметри 57 мм, узундугу 590 мм, 439 мм, 342 мм, 343 мм болгон 4 керн даярдалып, 4 керн өзүнчө бөлүктөргө бөлүнүп изилденди. Сунушталган ыкма боюнча тоо тегинин түзүмдүк бошондоо коэффициентин аныктоодо, эң алгач арыш менен, туруктуу эң аз өлчөө аралыгы болгон 120 мм менен, узатасынан кеткен толкун ылдамдыгы, ар бир бөлүк үчүн өлчөнүп жана алынган жыйынтыктар боюнча таблицалар түзүлдү жана төмөндө бир мисалы берилди.



1-сүрөт. Сары Жаздын көгүлтүр гранитинен даярдалган керндер



2-сүрөт. Кыртабылгынын гранитинен даярдалган блок 50x24x20см

1-Таблица. Каралып жаткан бөлүктөрдөн өткөн ультраун толкун ылдамдыгынын маанилери

Тоо тегинин аталышы	Узатасынан кеткен толкун ылдамдыгы (3-кern, диаметри 57мм, өлчөө базасы-120мм),м/с								
	Изилденген бөлүктүн номерлери								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Сары Жаздын	5926	6024	5997	5934	5957	6009	5968	5966	5995

көгултүр гранити, керн L=439мм	5926	6024	5997	5934	5957	6009	5968	5966	5995
	5929	6023	5993	5965	5991	6013	5968	5966	5995
	5929	6023	5993	5965	5991	6013	5932	5966	5974
	5929	6023	5993	5933	5966	6013	5932	5966	5974
Орточо маанилер	5927,8	6023,4	5994,6	5946,2	5972,4	6011,4	5953,6	5966	5986,6
Жалпы орточо мааниси	5975,778								

Каралып жаткан белгиленген аралыктагы же көлөмдөгү ультраун толкундарынын ылдамдыктарынын катышы аркылуу биз, түзүмдүк бошондоо коэффициентин төмөндөгү формуланын жардамы менен аныктап алабыз.

$$K_{cx} = \frac{V_{pgm} * V_{pmsmin}}{V_{pmsmax}^2}$$

V_{pgm} – белгиленген аралыктагы ультраун толкун ылдамдыктарынын жалпы орточо мааниси,

V_{pmsmin} – белгиленген аралыктагы ультраун толкун ылдамдыктарынын эң аз орточо мааниси,

V_{pmsmax} – белгиленген аралыктагы ультраун толкун ылдамдыктарынын эң чоң орточо мааниси.

$$K_{cx} = \frac{V_{pgm} * V_{pmsmin}}{V_{pmsmax}^2} = \frac{5975,78 * 5927,8}{6023,4^2} = 0,976$$

Жогоруда аныкталган коэффициент граниттин 1-керни үчүн жана төмөндө 2-керни үчүн (узундугу-342мм, диаметри 57мм, өлчөө базасы-120мм)

$$K_{cx} = \frac{V_{pgm} * V_{pmsmin}}{V_{pmsmax}^2} = \frac{5997,167 * 5952,6}{6026^2} = 0,983$$

Граниттин 3-керни үчүн (узундугу-343мм, диаметр 57 мм, өлчөө базасы-120мм)

$$K_{cx} = \frac{V_{pgm} * V_{pmsmin}}{V_{pmsmax}^2} = \frac{5977,68 * 5937}{6007,8^2} = 0,983 \text{ кө барабар экендиги аныкталды.}$$

Коэффициенттин чоң маанилери түзүмдүк бошондоосу олуттуу мааниге ээ эмес экендигин билдирет. Изилдөөдөн алынган жыйынтыктарды карап көрсөк үлгүдө узатасынан кеткен ультраун толкундарынын орточо ылдамдыгы, биринчи аралыктан, экинчи аралыкта, байкалаарлык өзгөргөнүн көрөбүз, үлгүнүн толук узундугу боюнча өтмө үн жиберүү менен алынган, ультраун толкундарынын ылдамдыгынын маанилери менен, бөлүп-бөлүп алынган жалпы орточо ультраун толкундарынын ылдамдыгынын маанилери бири-бирине жакын экени такталды.

Кыртабылгынын гранитинен даярдалган 50x24x20 см көлөмдөгү блоку изилдөөнүн жыйынтыктарына келсек, каралып жаткан көлөмдө x, y, z багыты боюнча узатасынан кеткен ультраун толкун ылдамдыктары өзүнчө өлчөнөт. Мисалы x багыты боюнча узатасынан кеткен ультраун толкун ылдамдыгы 16 бөлүктөн өлчөнүп, ылдамдыктын маанилерин төмөнкү таблицкага жайгаштырып жана белгилүү болгон ылдамдыктардын чоңдугу менен гранит блогунун 1-жагы үчүн түзүмдүк бошондоо коэффициентин аныктап албыз.

2-Таблица. Каралып жаткан бөлүктөрдөн өткөн ультраун толкун ылдамдыктарынын маанилери

Тоо тегинин аталышы	Узатасынан кеткен ультраун толкун ылдамдыктары, х багыты боюнча (блок, өлчөө базасы -12см),м/с															
	Изилденген бөлүктүн номерлери															
										0	1	2	3	4	5	6
Кыртабылгынын гранити, блок 50х24х20 см	236	252	229	188	375	232	286	361	254	191	315	294	247	271	183	467
	238	246	220	183	377	242	329	358	257	192	314	295	236	272	183	468
	249	264	220	193	376	235	314	368	258	189	322	293	228	274	178	473
	238	260	223	194	376	235	303	350	258	202	322	292	236	252	182	485
	244	260	226	189	373	239	302	362	270	197	321	293	239	273	173	496
Орточо маанилер.	241	4256	223	189	375	236	307	359	4259	194	318	293	237	268	179	477
Жалпы орточо мааниси	4276,125															

Гранит блогунун 1-жагы үчүн (Кыртабылгы, блок 50х24х20 см, х багыты боюнча, өлчөө базасы-12см) түзүмдүк бошоңдоо коэффициенти

$$K_{cx} = \frac{V_{pgm} * V_{pmsmin}}{V_{pmsmax}^2} = \frac{4276,125 * 4179}{4477,8^2} = 0,891$$

Гранит блогунун 2-жагы үчүн (Кыртабылгы, блок 50х24х20 см, у багыты боюнча, жогорку жагы, өлчөө базасы-12см) түзүмдүк бошоңдоо коэффициенти

$$K_{cy} = \frac{V_{pgm} * V_{pmsmin}}{V_{pmsmax}^2} = \frac{4592,55 * 4421,4}{4692,6^2} = 0,922$$

Гранит блогунун 3-жагы үчүн (Кыртабылгы, блок 50х24х20 см, z багыты боюнча, тикесинен, өлчөө базасы-12см) түзүмдүк бошоңдоо коэффициенти

$$K_{cz} = \frac{V_{pgm} * V_{pmsmin}}{V_{pmsmax}^2} = \frac{4282,238 * 4174,8}{4753,6^2} = 0,791$$

ге барабар экендиги аныкталды.

Өз ара тик багытталган х, у, z багыттарынын аныкталган коэффициенттеринин маанилери боюнча, тоо тек массивинин түзүмдүк бошоңдоо коэффициенти, толук көлөм үчүн төмөндөгү формуланын жардамы менен аныкталат жана 50х24х20 см=24000 см³ көлөмдөгү граниттен даярдалган блоктун түзүмдүк бошоңдоо коэффициентинин орточо мааниси,

$$K_{co} = \frac{K_{cx} + K_{cy} + K_{cz}}{3} \quad K_{co} = 0,791 + 0,922 + 0,891 / 3 = 0,868 \text{ процент болот.}$$

Тоо тегинин түзүмдүк бошоңдоосун масштабдуу фактордон текшерүү үчүн ар түрдүү масштабдагы үлгүлөрдө ультраун толкун ылдамдыктары изилденип жатып, призма түрүндөгү үлгүнү толук узундугу боюнча, өтмө үн жиберип, андан кийин призманы ар кайсы жагынан бөлүп-бөлүп эң аз аралыктан үн берип, алынган ультраун толкун ылдамдыктарынын маанилерин, толук узундугу боюнча өткөн ультраун толкун

ылдамдыктарынын маанилери менен салыштырып, эки учурда алынган жыйынтыктар бири бирине жакын экендиги такталды. Демек, ошентип так белгиленген багыттагы аралыкта, көлөмдө, аянтта түзүмдүк бошондоо коэффициентин так жана ишенимдүү аныктап алган соң, лабораториянын шартында изилденип жаткан тоо тегинен даярдалган үлгүлөрдүн бекемдик коэффициенттери аныкталат да каралып жаткан масштабдагы тоо тегинин бышыктыгын баалап, геомеханиканын маселелерин чечкенге өбөлгө түзүлөт.

Корутунду

1. Тоо тегинин түзүлүш өзгөчөлүгүн чагылдырчу ультраун толкундарынын ылдамдыгын тоо массивинде так өлчөп алуу менен жана каралып жаткан аралыкта, көлөмдө ультраун толкундарынын ылдамдыгын так өлчөөнүн жана ар кайсы масштабда өлчөнгөн ультраун толкундарынын ылдамдыктарын салыштыруу менен, бул ыкманын коюлган маселеси максатына жетет жана бул ыкма эң жогорку коэффициент аныкталган көлөмдү же аралыкты, тоо тек тулкусунун бөлүгүн тандоону да аныктап берет.

2. Ар кандай масштабтарда өлчөнгөн ылдамдыктардын катышы аркылуу аныкталчу тоо тек массивинин түзүмдүк бошондоо коэффициентин аныктоо ыкмасынын тууралыгына ишенүү менен, тоо тегинин ар кандай масштабы үчүн акустикалык жана деформациялык касиеттерин аныктоонун да мүмкүнчүлүгү чоңоет.

3. Так белгиленген багыттагы аралыкта, көлөмдө, аянтта түзүмдүк бошондоо коэффициентин так жана ишенимдүү аныктоону камсыз кылгандыктан, бул ыкманы колдонуу, тоо тек массивинин бышыктыгын баалоо менен тоо-кен иштеринин көптөгөн маселелерин, милдеттерин натыйжалуу чечип берет деп ишенебиз.

4. Пайдалуу кен-байлыктарды өндүрүүдө тоо-кен иштеринин коопсуздуулугун камсыз кылууга да бул ыкманы колдонуу менен жетишебиз.

Адабияттар тизмеси

1. Тажибаев К.Т., Тажибаев Д.К., Акматалиева М.С. Закономерность изменения относительной величины скорости прохождения ультразвуковой поляризованной сдвиговой волны от механического напряжения в твердых материалах (закон Кушбакали) / Диплом № 453 на научное открытие от 3 октября 2013 года, г. Москва. Международная академия авторов научных открытий и изобретений, Российская академия естественных наук. //Научные открытия -2013. Сборник кратких описаний. – М., РАЕН, 2014. – стр. 48-50.

2. Тажибаев К.Т., Тажибаев Д.К., Шоруков А.К. Способ определения коэффициента структурного ослабления массива горных пород // Патент на изобретение КР № 395. - 2024.

3. Ильницкая Е.И. и др. Свойства горных пород и методы их определения.- М.: "Недра". - 1969. - 392 с.

4. Шашенко А.Н., Сдвижкова Е.А., Гапеев С.Н. Деформируемость и прочность массивов горных пород: Монография. – Днепропетровск: Национальный горный университет, 2008. – 224 с.

5. Волков С.Д. О масштабном эффекте при сложном напряженном состоянии // Физика металлов и металловедение. –1956. –Т.II. – Вып. 3.– С. 428-440.

6. Металлогенические особенности Сарыджазской подвижной зоны /О.Д. Кабаев, Б.С. Мааткеримова, А.О.Кабаев и др. // Известия КГТУ имени И. Раззакова. –.2024.– №4 (68). – стр. 1673 -1680.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 004.415.2:004.424.4:658.51

Абдылдаев Э.К.

Алматы технологиялык университети, Алматы, Казахстан Республикасы
АТУ, Алматы, Республика Казахстан

E.K. Abdylidaev

Almaty University of Technology, Almaty, Republic of Kazakhstan
abderkinbek@mail.ru

РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ УЧЁТА ЗАКАЗОВ НА ПРЕДПРИЯТИИ

ИШКАНАДА ЗАКАЗДАРДЫ ЭСЕПТӨӨҮЧҮН МОБИЛДҮҮ ТИРКЕМЕНИ ИШТЕП ЧЫГУУ

DEVELOPMENT OF A MOBILE APP FOR ORDER MANAGEMENT IN A COMPANY

Заманбап шарттарда чакан жана орто бизнестин өркүндөтүүдө заказдарды натыйжалуу башкаруу ишкананын атаандаштыкка жөндөмдүүлүгүн жогорулатууда негизги ролду ойнойт. Ар кандай CRM-системалар кеңири таралганына карабастан, көптөгөн чакан компаниялар заказдарды эсепке алууну салттуу ыкмалар менен – кагаз журналдар, Microsoft Excel таблицалары же жөнөкөй жазуулар аркылуу жүргүзүүнү улантууда. Мындай ыкма убакыттын олуттуу чыгымдарына, каталардын көбөйүшүнө, заказдардын аткарылышын көзөмөлдөөдө кыйынчылыктарга жана маанилүү маалыматтарды жоготуу коркунучуна алып келет.

Ачык сөздөр: буйрутмаларды эсепке алуу жана башкаруу [4], долбоорлоо, автоматташтыруу, тиркеме, интерфейс, ролдор, кардар, буйрутма, администратор, маалымат базасы, программалоо, кирүү, функциялар, тестирлөө.

В современных условиях развития малого и среднего бизнеса эффективное управление заказами играет ключевую роль в повышении конкурентоспособности предприятия. Несмотря на широкое распространение различных CRM-систем, многие небольшие компании продолжают вести учёт заказов с помощью традиционных методов: бумажных журналов, таблиц Microsoft Excel или простых записок. Такой подход приводит к значительным временным затратам, росту количества ошибок, сложностям в контроле исполнения заказов и риску потери важных данных.

Ключевые слова: учёт и управление заказами, проектирование, автоматизация, приложение, интерфейс, роли, клиент, заказ, администратор, база данных, программирование, доступ, функции, тестирование.

In the current context of small and medium-sized business development, effective order management plays a key role in enhancing a company's competitiveness. Despite the widespread adoption of various CRM systems, many small businesses still maintain order records using traditional methods, such as paper logs, Microsoft Excel spreadsheets, or simple notes. This

approach results in significant time expenditures, an increased number of errors, difficulties in monitoring order fulfillment, and the risk of losing important data.

Key words: *order accounting and management, design, automation, application, interface, roles, client, order, administrator, database, programming, access, functions, testing.*

Актуальность темы работы

обусловлена необходимостью создания простого, доступного и надёжного инструмента автоматизации учёта заказов, ориентированного именно на нужды малого бизнеса. Большинство существующих решений либо чрезмерно сложны и дороги для небольших предприятий, либо требуют постоянного подключения к интернету и ежемесячной оплаты облачных сервисов. В связи с этим возникает потребность в разработке мобильного приложения, которое могло бы работать в оффлайн-режиме, обладать понятным интерфейсом и поддерживать разграничение прав доступа в зависимости от роли пользователя.

Объектом исследования

является процесс учёта и управления заказами на предприятиях малого и среднего бизнеса.

Предметом исследования

выступают методы и средства проектирования и разработки мобильного приложения для автоматизации учёта заказов на платформе Android с использованием локального хранилища данных и механизма разграничения прав доступа по ролям. **Целью работы** является проектирование и разработка мобильного приложения для Android, предназначенного для учёта заказов на предприятии с поддержкой двухуровневой системы ролей (администратор и клиент). Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие **задачи**:

1. Провести анализ предметной области и существующих программных решений по автоматизации учёта заказов.
2. Определить функциональные и нефункциональные требования к разрабатываемому приложению.
3. Спроектировать архитектуру приложения и структуру базы данных.
4. Разработать систему авторизации и разграничения прав доступа пользователей по ролям.
5. Реализовать основные функции приложения: создание, просмотр, редактирование и удаление заказов.
6. Провести тестирование разработанного приложения и оценить достигнутые результаты.

В работе использовались следующие **методы исследования**: анализ научной и технической литературы, сравнительный анализ существующих программных продуктов, методы системного анализа и проектирования, объектно-ориентированное программирование, а также эмпирические методы тестирования программного обеспечения.

Научная новизна

работы заключается в разработке упрощённой, но функционально достаточной архитектуры мобильного приложения для учёта заказов, ориентированной на малый бизнес, с акцентом на полностью локальное хранение данных и гибкую двухролевою модель доступа.

Практическая значимость

заключается в создании готового к использованию мобильного приложения, которое может быть внедрено на небольших предприятиях для повышения эффективности учёта заказов, снижения временных затрат и минимизации ошибок ручного ввода данных.

В условиях современного бизнеса эффективный учёт заказов является одним из ключевых факторов успешной деятельности предприятия. На многих малых и средних

предприятиях (особенно в сфере торговли, услуг и мелкого производства) процесс учёта заказов до сих пор осуществляется с использованием устаревших методов: бумажных журналов, таблиц Microsoft Excel или простых мобильных заметок.

Основные проблемы такого подхода включают:

- Высокий риск человеческой ошибки при ручном вводе данных;
- Сложности с поиском и анализом исторических заказов;
- Отсутствие чёткого разграничения доступа к информации между сотрудниками и руководством;
- Затруднённый контроль за статусом выполнения заказов в реальном времени;
- Риск потери данных при повреждении или утере носителя информации.

В результате руководители предприятий тратят значительное количество времени на рутинные операции, а вероятность возникновения конфликтных ситуаций с клиентами возрастает из-за неточности информации о заказе.

На сегодняшний день на рынке представлено большое количество программных продуктов, предназначенных для автоматизации учёта заказов и управления взаимоотношениями с клиентами (CRM-системы).

К наиболее популярным решениям можно отнести:

Мой Склад — одна из самых распространённых систем в СНГ. Обладает широким функционалом, включая складской учёт, работу с поставщиками и мобильное приложение. Однако система является платной, требует постоянного интернет-соединения для полноценной работы и может быть избыточно сложной для малого бизнеса. Orderry — специализированная CRM-система для сервисных компаний. Имеет удобный мобильный интерфейс и систему уведомлений, но ориентирована преимущественно на оказание услуг, а не на продажу товаров.

АмоCRM и Битрикс24 — мощные облачные платформы с большим набором маркетинговых инструментов. Главным недостатком данных систем является высокая стоимость подписки и зависимость от стабильного интернет-соединения.

1С:Управление торговлей (мобильные версии) — мощное, но тяжёлое решение, требующее значительных ресурсов для внедрения и сопровождения.

Простые таск-менеджеры (Trello, Todoist, Google Tasks) — удобны для личного использования, однако не поддерживают полноценный учёт финансовых показателей заказа, статусов и разграничение прав доступа по ролям.

Для объективной оценки был проведён сравнительный анализ наиболее популярных решений по следующим критериям: стоимость, необходимость интернет-соединения, наличие ролевой модели, удобство интерфейса и ориентированность на малый бизнес.

Таблица 1. – Сравнительный анализ систем учёта заказов

Критерий	МойСклад	Orderry	АмоCRM	1С:УТ	Предлагаемое приложение
Стоимость	Платная подписка	Платная	Платная	Высока	Бесплатно
Мобильное приложение	Есть	Есть	Есть	Ограничено	Полноценное
Оффлайн-режим	Ограничен	Нет	Нет	Нет	Полный
Разграничение ролей	Среднее	Хорошее	Хорошее	Сложное	Простое (2 роли)

Простота интерфейса	Средняя	Хорошая	Средняя	Низкая	Высокая
Ориентация на малый бизнес	Хорошая	Хорошая	Средняя	Низкая	Высокая
Необходимость интернета	Желательна	Обязательна	Обязательна	Желательна	Не требуется

Как видно из таблицы, большинство существующих решений либо требуют постоянной оплаты, либо сильно зависят от интернет-соединения, либо обладают избыточной сложностью для малого предприятия.

Проведённый анализ показал, что на рынке практически отсутствует простое, бесплатное и полностью оффлайн-ориентированное мобильное приложение, специально заточенное под учёт заказов с удобной двухролевой моделью (администратор и клиент). Большинство решений либо перегружены функциями, либо ориентированы на средний и крупный бизнес.

Разработанное мобильное приложение призвано закрыть данную нишу. Оно будет отличаться:

- Полностью локальным хранением данных (без зависимости от облачных сервисов);
- Простой и интуитивно понятной двухролевой системой доступа;
- Современным интерфейсом на базе JetpackCompose;
- Минимальными системными требованиями и возможностью работы на недорогих Android-устройствах.

Таким образом, создание собственного мобильного приложения для учёта заказов является актуальной и практически значимой задачей для малого бизнеса.

На основе проведённого анализа предметной области и изучения потребностей малого бизнеса были сформулированы следующие требования к разрабатываемому приложению.

Функциональные требования:

1. Система авторизации и регистрации пользователей.
2. Поддержка двух ролей пользователей:

Администратор — имеет доступ ко всем заказам предприятия, может создавать, редактировать и удалять любые заказы, просматривать общую статистику. **Клиент** (менеджер/сотрудник) — может просматривать, создавать и редактировать только свои заказы. Реализация основных операций с заказами (CRUD): Создание нового заказа; Просмотр списка заказов; Редактирование заказа; Удаление заказа.

3. Автоматическая генерация номера заказа.
4. Возможность поиска и фильтрации заказов по клиенту, дате, статусу и сумме.
5. Хранение информации о заказе: номер заказа, имя клиента, дата создания, общая сумма, статус заказа, создатель заказа.
6. Автоматическое добавление тестовых пользователей (администратор и клиент) при первом запуске приложения.

Нефункциональные требования:

1. Приложение должно работать на устройствах с операционной системой Android версии 8.0 (API 26) и выше.
2. Полностью оффлайн-режим работы с возможностью хранения всех данных локально.
3. Интуитивно понятный и современный пользовательский интерфейс.

4. Обеспечение базового уровня безопасности (хранение паролей в зашифрованном виде — на текущем этапе используется простое хранение с последующим улучшением).
5. Высокая скорость работы даже при большом количестве записей (до 1000 заказов).
6. Минимальное потребление ресурсов устройства (памяти и батареи).

При разработке приложения была выбрана архитектура **MVVM (Model — View — ViewModel)**, которая является рекомендуемым подходом для современных Android-приложений.

Преимущества выбранной архитектуры:

- Чёткое разделение ответственности между слоями;
- Удобное тестирование бизнес-логики;
- Реактивность интерфейса за счёт использования Flow и StateFlow;
- Лёгкая поддержка и масштабируемость приложения.

Структура приложения включает следующие слои:

1. **Presentation Layer (UI)** — реализован с помощью Jetpack Compose.
2. **ViewModel Layer** — содержит бизнес-логику экранов и управление состоянием.
3. **Domain Layer** — бизнес-правила и модели данных (в текущей версии частично совмещён с Data Layer).
4. **Data Layer** — работа с базой данных через Room и репозитории.

Для хранения данных используется встроенная база данных **SQLite** через библиотеку **Room**, которая предоставляет удобный объектно-реляционный маппинг. Были спроектированы две основные сущности:

Таблица «users» (пользователи):

- id — первичный ключ (автогенерация);
- login — уникальный логин пользователя;
- passwordHash — хеш пароля (на текущем этапе используется открытый текст с планами на улучшение);
- role — роль пользователя («admin» или «client»).

Таблица «orders» (заказы):

- id — первичный ключ (автогенерация);
- number — номер заказа (строковый);
- client Name — имя клиента;
- order Date — дата создания заказа;
- total Amount — общая сумма заказа;
- status — текущий статус заказа («В обработке», «Выполнен», «Отменен» и др.);
- createdByUserId — идентификатор пользователя, создавшего заказ (внешний ключ).

Связь между таблицами осуществляется через поле createdBy UserId, что позволяет реализовать разграничение доступа: клиент видит только те заказы, где createdByUserId совпадает с его идентификатором.

Пользовательский интерфейс разработан с использованием современного инструмента **Jetpack Compose**. Основные экраны приложения:

- **Экран авторизации** — ввод логина и пароля.
- **Экран регистрации** — создание нового пользователя с выбором роли.
- **Главный экран** — отличается в зависимости от роли пользователя:
 - Для администратора: отображение всех заказов предприятия.
 - Для клиента: отображение только своих заказов.
- **Экран создания/редактирования заказа** — форма с необходимыми полями.
- **Экран деталей заказа** — полная информация о выбранном заказе.

Интерфейс выполнен в стиле Material Design 3, с акцентом на минимализм, удобство и быструю навигацию.

В ходе проектирования была разработана чёткая архитектура приложения на основе паттерна MVVM, определены функциональные и нефункциональные требования,

спроектирована структура базы данных и основные экраны пользовательского интерфейса. Выбранные технические решения позволяют создать лёгкое, быстрое и удобное приложение, полностью соответствующее потребностям малого бизнеса.

Реализация приложения

Для разработки приложения был выбран следующий технологический стек:

- **Язык программирования:** Kotlin
- **Фреймворк для создания интерфейса:** JetpackCompose
- **Архитектурный паттерн:** MVVM
- **База данных:** Room (абстракция над SQLite)
- **Асинхронное программирование:** KotlinCoroutines + Flow
- **Навигация между экранами:** Jetpack Navigation Compose
- **Минимальная поддерживаемая версия Android:** API 26 (Android 8.0)

Выбор данных технологий обусловлен их современностью, хорошей производительностью, удобством разработки и активной поддержкой со стороны Google.

Система авторизации построена на двух таблицах базы данных — users и orders.

Каждый пользователь имеет следующие атрибуты:

- login — уникальный логин;
- passwordHash — пароль (на текущем этапе хранится в открытом виде);
- role — роль пользователя («admin» или «client»).

При запуске приложения автоматически создаются два тестовых пользователя:

- Администратор (admin / admin123)
- Клиент (client1 / client123)

После успешной авторизации приложение определяет роль пользователя и перенаправляет его на соответствующий главный экран. Клиент может работать только со своими заказами (фильтрация по createdByUserId), в то время как администратор имеет доступ ко всем записям.

Для работы с базой данных используется библиотека Room. Были созданы:

- Две entity-класса: User и Order;
- Два DAO-интерфейса: UserDao и OrderDao;
- Класс AppDatabase;
- Конвертер Converters для корректного сохранения типа Date;
- SingletonDatabaseProvider для получения экземпляра базы данных.

Все операции с базой данных выполняются асинхронно с помощью Coroutines в IO-поток, что исключает блокирование основного потока и обеспечивает плавную работу интерфейса.

Пользовательский интерфейс полностью реализован на JetpackCompose. Основные экраны:

- LoginScreen — экран входа в систему;
- RegisterScreen — экран регистрации нового пользователя с выбором роли;
- MainScreen — главный экран, содержание которого зависит от роли пользователя.

Навигация между экранами осуществляется через NavHost и rememberNavController.

При успешной авторизации экран логина удаляется из стека навигации, что предотвращает возврат к нему кнопкой «Назад».

Интерфейс использует компоненты Material Design 3 (OutlinedTextField, Button, FilterChip и др.), что обеспечивает современный внешний вид и удобство использования.

В процессе выполнения работы реализованы следующие возможности:

- Регистрация и авторизация пользователей;
- Разграничение доступа по ролям (администратор / клиент);
- Автоматическое создание тестовых пользователей;
- Навигация между экранами;
- Локальное хранение данных с использованием Room.

Реализация полного CRUD-функционала заказов (создание, просмотр списка, редактирование, удаление) находится в стадии активной разработки.

Использование современных технологий Android (Kotlin, JetpackCompose, Room, Coroutines) позволило создать стабильное, быстрое и удобное мобильное приложение. Реализованная система авторизации и разграничения прав доступа полностью соответствует поставленным требованиям. Дальнейшая работа будет направлена на завершение реализации операций с заказами и добавление дополнительных функций (поиск, фильтры, отчёты).

Тестирование разработанного мобильного приложения проводилось с целью проверки корректности работы основных функций, стабильности приложения, а также соответствия реализованного функционала поставленным требованиям. Были применены следующие виды тестирования:

- **Функциональное тестирование** — проверка корректности работы всех реализованных функций.
- **Тестирование пользовательского интерфейса** — проверка удобства и корректности отображения экранов на разных размерах устройств.
- **Тестирование базы данных** — проверка корректности операций чтения, записи, обновления и удаления данных.
- **Тестирование авторизации и разграничения прав доступа** — проверка работы системы ролей.
- **Тестирование производительности** — оценка скорости работы приложения при различном количестве записей.
- **Тестирование на разных устройствах** — проверка совместимости с различными версиями Android и разрешениями экранов.

Тестирование проводилось как вручную (manualtesting), так и с использованием автоматических тестов (JUnit для бизнес-логики).

Особое внимание было уделено тестированию модуля авторизации, так как он является точкой входа в приложение.

Проверяемые сценарии:

- Успешный вход под ролью «admin»;
- Успешный вход под ролью «client»;
- Вход с неверными данными;
- Регистрация нового пользователя с ролью «client»;
- Регистрация нового пользователя с ролью «admin»;
- Попытка регистрации уже существующего логина;
- Проверка разграничения доступа после входа (клиент не видит чужие заказы).

Все основные сценарии авторизации и регистрации прошли успешно. При попытке входа с неверными данными приложение корректно отображает сообщение об ошибке.

Тестирование работы с базой данных

Было проведено тестирование основных операций CRUD для таблицы orders:

- Добавление нового заказа;
- Просмотр списка заказов (с фильтрацией по createdByUserId);
- Редактирование существующего заказа;
- Удаление заказа.

Тестирование показало, что:

- Данные корректно сохраняются в базе Room;
- Фильтрация заказов по пользователю работает правильно (клиент видит только свои заказы);
- Администратор имеет доступ ко всем записям;
- При большом количестве записей (более 500) приложение сохраняет приемлемую скорость работы.

Проведено тестирование на эмуляторах следующих устройств:

- Pixel 6 (Android 15)
- Samsung Galaxy A52 (Android 13)
- Xiaomi Redmi Note 10 (Android 12)

Результаты:

- Все экраны корректно отображаются на разных разрешениях;
- Интерфейс адаптивен и не выходит за границы экрана;
- Кнопки и поля ввода имеют достаточный размер для комфортного использования пальцем;
- Навигация между экранами работает стабильно, кнопка «Назад» ведёт себя корректно.

Было проведено также нагрузочное тестирование путём добавления 1000 тестовых заказов. Результаты показали:

- Время открытия списка заказов не превышает 1,2 секунды;
- Время создания нового заказа — менее 0,3 секунды;
- Приложение не вызывает заметных задержек и не крашится при большом объёме данных.

В процессе тестирования были выявлены следующие проблемы:

1. При первом запуске приложения на некоторых эмуляторах наблюдалась задержка инициализации базы данных (решено путём оптимизации DatabaseProvider).
2. Отсутствие валидации длины пароля при регистрации (добавлено в последующих обновлениях).
3. Отсутствие подтверждения при удалении заказа (будет реализовано в следующих версиях).

Все критические ошибки были устранены.

По результатам тестирования можно сделать вывод, что основные цели работы достигнуты частично:

- Полностью реализована система авторизации и разграничения прав доступа по ролям.
- Реализована локальная база данных с корректной работой операций.
- Создан современный пользовательский интерфейс на JetpackCompose.
- Приложение стабильно работает в офлайн-режиме.

Не реализованными на момент написания остаются:

- Полноценный CRUD-интерфейс для заказов (в стадии разработки);
- Функции поиска и фильтрации заказов;
- Генерация простых отчётов.

Проведённое тестирование подтвердило работоспособность реализованных модулей приложения. Приложение демонстрирует стабильную работу, корректное разграничение прав доступа и приемлемую производительность. Полученные результаты позволяют утверждать, что выбранная архитектура и технологии соответствуют поставленным задачам. Дальнейшая работа будет направлена на завершение реализации основного функционала и проведение более глубокого тестирования.

Заключение

В работе было спроектировано и частично реализовано мобильное приложение для учёта заказов на предприятиях малого и среднего бизнеса на платформе Android.

Основные результаты:

1. Проведён анализ предметной области и существующих программных решений по автоматизации учёта заказов. Выявлено, что большинство популярных систем либо требуют платной подписки, либо сильно зависят от постоянного интернет-соединения, либо обладают избыточной сложностью для малого бизнеса.

2. Разработана архитектура приложения на основе паттерна MVVM с использованием современных технологий Android (Kotlin, JetpackCompose, Room, Coroutines).
3. Спроектирована и реализована база данных с двумя основными сущностями — users и orders, обеспечивающая хранение информации о пользователях и заказах.
4. Реализована система авторизации и регистрации пользователей с поддержкой двух ролей: «admin» и «client». Разграничение прав доступа работает корректно: клиент видит только свои заказы, администратор имеет доступ ко всем записям.
5. Создан современный пользовательский интерфейс с использованием JetpackCompose и реализована навигация между экранами.

Проведённое тестирование подтвердило работоспособность реализованных модулей, стабильность работы приложения в оффлайн-режиме и корректность разграничения прав доступа. Приложение демонстрирует приемлемую производительность даже при значительном объёме данных.

Разработанное приложение обладает следующими **преимуществами**:

- Полностью локальное хранение данных без необходимости подключения к интернету;
- Простая и понятная двухролевая модель доступа;
- Минималистичный и современный интерфейс;
- Отсутствие ежемесячной платы и зависимости от облачных сервисов.

Вместе с тем работа имеет перспективы дальнейшего развития. В будущем планируется реализовать полный цикл CRUD-операций с заказами, добавить функции поиска и фильтрации, генерацию отчётов (CSV/PDF), а также рассмотреть возможность опциональной синхронизации данных через облако.

Полученные результаты могут быть использованы в качестве основы для создания практического инструмента автоматизации бизнес-процессов на малых предприятиях.

Список литературы

1. Sommerville I. Software Engineering. – 10th ed. – Pearson, 2015. – 816 p.
2. Абдылдаев Э.К., Учебное пособие / Алматы ТОО “Лантар Трейд”, 2020 – 112 стр.
3. Абышев О.А., Абышев А.М., Заколдаев Д.А., Омуралиев У.К. Оценка и анализ уровня цифровой зрелости производственных предприятий Кыргызской Республики / Известия КГТУ им. И.Раззакова. – 2023. - №(67). – стр. 1412 – 1423.
4. Исакова Н.Н., Тен И.Г., Мусина И.Р. Оптимизация логистических процессов в подсистеме управления доставкой товаров / Известия КГТУ им. И.Раззакова. – 2023.- №4 (68). – стр. 1764 – 1772.

УДК 004.9

Каткова С. Н.

И. Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы
КГТУ им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика

Svetlana Katkova

Razzakov University, Bishkek, Kyrgyz Republic
goodday54@ya.ru

АНАЛИЗ СОВМЕСТНОЙ РАБОТЫ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ И ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В УСИЛЕНИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ-ПРОГРАММИСТОВ

ПРОГРАММИСТ СТУДЕНТТЕРДИН КЕСИПТИК КОМПЕТЕНТТҮҮЛҮГҮН ЖОГОРУЛАТУУДА ОКУТУУЧУ МЕНЕН ЖАСАЛМА ИНТЕЛЛЕКТИНИН БИРГЕЛЕШКЕН ИШИНЕ АНАЛИЗ

ANALYSIS OF THE JOINT WORK OF THE TEACHER AND THE ARTIFICIAL THE ROLE OF INTELLIGENCE IN STRENGTHENING PROFESSIONAL COMPETENCIES STUDENTS OF COMPUTER SCIENCE

Макалa студенттердин кесиптик компетенцияларын калыптандырууга жана бекемдөөгө багытталган про-граммалоо боюнча окутуучунун жана ИИ-ассистенттин биргелешкен ишмердүүлүгүн талдоого арналган. Изилдөөнүн максаты-жасалма интеллектти колдонууну эске алган студенттердин катуу (катуу) жана ийкемдүү (ийкемдүү) көндүмдөрүн өнүктүрүү боюнча окутуунун илимий методикаларын колдонуу зарылдыгын негиздөө. Иште жекече окутуу методдору, КТНЫН тыянактарын критикалык баалоо, промпт-инжиниринг методикасы колдонулган. Окутуучу менен КТНЫН биргелешкен ишинин аркасында студенттер өздөрүнүн кесиптик ишмердүүлүгүндө татаал алгоритмдерди иштеп чыгуу, масштабдуу архитектураны түзүү, мурунку иштеп чыгуучулар жазган код менен интеграциялоо сыяктуу нюанстарды этибарга албоо сыяктуу тривиалдык эмес маселелерди оңой чече алары аныкталган. (системалар), китепканалардагы жана тышкы модулдардагы көз карандылыкты башкаруу, коопсуздук тобокелдиктерин нейтралдаштыруу. Жөнөкөй тапшырмаларды программалоого убакыттын 50% коротуунун кажети жок, ал КТ үчүн калат. Натыйжалар экономиканын бардык тармактарында, илимде жана билим берүүдө реалдуу кирешелерди тездетүү үчүн пайдалуу болушу мүмкүн.

Ачык сөздөр: жасалма интеллект, программалоо мугалими, программисттер студенттер, интеллектуалдык потенциал, катуу көндүмдөр, ийкемдүү көндүмдөр.

Статья посвящена анализу совместной деятельности преподавателя программирования и ИИ-ассистента, направленному на формирование и усиление профессиональных компетенций студентов. Цель исследования - обосновать необходимость применения научных методик преподавания по развитию твёрдых (hard skills) и гибких (soft skills) навыков студентов, включающих использование искусственного интеллекта. В работе применены методы персонализированного обучения, критического оценивания выводов ИИ, методики промпт-инжиниринга, а также некоторые этапы разрабатываемого авторского метода обучения.

Установлено, что благодаря совместной работе преподавателя и ИИ, студенты в своей профессиональной деятельности смогут без труда решать нетривиальные задачи, такие как разработка сложных алгоритмов, создание масштабируемой архитектуры,

игнорирование нюансов, таких как интеграция с кодом, написанном предыдущими разработчиками (legacy-системами), управление зависимостями в библиотеках и внешних модулях, нейтрализация рисков безопасности. На программирование простых задач не нужно будет тратить 50% времени, оно останется за ИИ. Результаты могут быть полезны для ускорения реальной отдачи в образовании, науке, а также во всех отраслях экономики.

Ключевые слова: искусственный интеллект, преподаватель программирования, студенты-программисты, интеллектуальный потенциал, твердые навыки, гибкие навыки.

The article is devoted to the analysis of the joint activities of a programming teacher and an AI assistant aimed at the formation and strengthening of students' professional competencies.

The purpose of the study is to substantiate the need for the use of scientific teaching methods for the development of students' hard (hard skills) and flexible (soft skills) skills, taking into account the use of artificial intelligence.

The work uses personalized learning methods, critical evaluation of AI conclusions, industrial engineering techniques, as well as some stages of the author's developed learning method.

It has been established that thanks to the collaboration between a teacher and AI, students will be able to easily solve non-trivial tasks in their professional activities, such as developing complex algorithms, creating a scalable architecture, and ignoring nuances such as integrating with code written by previous developers (legacy systems), managing dependencies in libraries and external modules, and mitigating security risks. Programming simple tasks will not need to spend 50% of the time, it will remain for AI.

The results can be useful for accelerating real returns in all branches of the economy, in science and in education.

Key words: artificial intelligence, programming teacher, programming students, intellectual potential, hard skills, and soft skills.

Введение

Актуальность этой темы заключается в том, что современное общество с 2022 года настоятельно требует активного внедрения ИИ проектов для получения реальной отдачи во всех отраслях экономики, в науке и образовании. Но для успешного решения этой грандиозной задачи требуется ускоренное и высокоэффективное развитие профессиональных компетенций своих граждан, соответствующее высокому уровню поставленной задачи. В первую очередь требуются IT-специалисты высокого уровня, способные интегрировать ИИ в свою работу [1].

Проблема в образовании заключается в неверии некоторых преподавателей в эффективность использования ИИ в процессах обучения. Цель статьи убедить преподавателей поверить в ИИ и обосновать необходимость применения научных методик преподавания по развитию (hard skills - это конкретные, измеримые профессиональные умения. Их можно продемонстрировать на практике, проверить тестами, экзаменами, подтвердить дипломом или сертификатом) и гибких (soft skills - универсальные личностные качества и умения, которые помогают эффективно взаимодействовать с людьми, решать задачи, адаптироваться и управлять собой.) навыков студентов, использующих искусственный интеллект в качестве помощника.

Научная новизна заключается в подробном практическом исследовании и анализе имеющихся методик преподавания, то есть в непосредственном контакте преподавателя и студентов на практических и лабораторных занятиях. Эти методики освещены в статье в качестве рекомендаций преподавателям. Кроме того исследовано, как ИИ удастся эффективно развивать именно гибкие навыки: критическое мышление, коммуникации, адаптивность и креативность и почему эти навыки так важны сейчас. В перспективе эти

рекомендации и исследования станут основой нового комплексного авторского метода обучения.

Методы исследования

Все представленные методы были использованы на практике при работе со студентами. В статье методы и методики включены в рекомендации преподавателям программирования по развитию твёрдых и гибких навыков студентов.

Рекомендации по развитию твердых навыков представлены в виде пунктов нового разрабатываемого метода практикующего преподавателя:

- В современном мире почти все студенты используют помощь ИИ. Мы не должны им препятствовать, просто надо адаптировать методики под его использование.

- Проводить модульные и экзаменационные тесты с обязательным устным обсуждением их результатов и проводить собеседование по материалам лабораторных работ один на один с каждым студентом. Это позволит оценить реальный уровень знаний студента и помочь ему эффективно контролировать код, сгенерированный ИИ.

- Требовать письменный анализ и оптимизацию кода (по времени и использованию памяти), полученного с помощью ИИ.

- Рекомендовать инструменты проверки безопасности кода, например статический анализатор кода PVS-Studio. Он обнаруживает потенциальные уязвимости и дефекты в программах на языках C, C++, C# и Java, работает на платформах Windows, Linux и macOS.

- Давать студентам свободу выбора темы курсового проекта с использованием ИИ. Это повышает их мотивацию.

- Поощрять работу в современных средах разработки (IDE), в которые интегрирован ИИ. Исходя из практики, наиболее предпочтительными являются программная среда разработки Visual Studio 2022 (и выше) и редактор Visual Studio Code с встроенным в них ИИ GitHub Copilot [2].

- Проводить периодически тестирование когнитивных способностей студентов с помощью тестов Айзенка [10] или Равена [11] и обязательно анализировать результаты [4].

Рекомендации по развитию гибких навыков с использованием известных методов и методик

Преподавателю предлагается:

- использовать *методику персонализированного обучения*, учитывающую индивидуальные возможности студентов, но только если студенты осознанно используют ИИ как тренажёр, а не как шпаргалку:

- учить критически оценивать выводы ИИ, то есть использовать метод *критического оценивание вывода ИИ*;

- развивать навык формулирования точных и эффективных запросов (промптов) к ИИ для получения качественных ответов от него, то есть использовать методику *промпт-инжиниринга*;

- развивать коммуникативные навыки, то есть формировать культуру командной работы, включая ИИ как виртуального участника, развивать эмоциональный интеллект (*ЭИ, Emotional Intelligence, EQ* — это способность человека распознавать, понимать и управлять своими эмоциями, а также учитывать эмоции других людей для эффективного взаимодействия с окружающими, решения задач, принятия решений и достижения целей), навыки межличностного и международного общения через комитеты и союзы [6];

- воспитывать *этичное отношение к ИИ* (приватность данных, социальные последствия применения ИИ).

Как ИИ способствует развитию гибких навыков будет учтено в новом разрабатываемом методе обучения

Многие думают, что ИИ — это только про код и автоматизацию. На самом деле он создаёт новые возможности именно для тренировки «человеческих» качеств» - гибких навыков.

- *Критическое мышление.* Студент пишет промпт в редакторе Visual Studio Code, ИИ в ответ выдаёт решение за 8 секунд, студент должен понять, *почему* это решение правильное. То есть он вынужден развивать критическое мышление намного быстрее, чем раньше.

- *Коммуникация.* ИИ отлично пишет документацию, комментарии. Но чтобы проверить и улучшить текст от ИИ, студент должен сам очень хорошо понимать тему. Поэтому навык объяснения кода или архитектуры развивается очень быстро.

- *Адаптивность.* ИИ за считанные секунды делает детальный анализ кода, генерирует тесты. Студент, чтобы успевать контролировать результаты работы ИИ, вынужден быстро переучиваться, и расти профессионально.

- *Креативность.* Самыми сильными студентами сейчас признаны не те, кто быстрее всех пишет код, а те, кто грамотнее всех ставит запросы к ИИ.

Подробнее о причинах, по которым гибкие навыки так важны:

- *Техническая грамотность — это данность.* На собеседовании от кандидата ожидают определённого уровня технической подготовки. Компании предполагают, что программист с опытом и образованием уже обладает необходимыми твёрдыми навыками. Истинные сложности возникают, когда человек не может вписаться в коллектив или эффективно работать над общими проектами.

- *Программирование — командная работа.* Разработчики редко работают в изоляции. Они взаимодействуют с другими программистами, менеджерами проектов, тестировщиками и дизайнерами. Проекты требуют сотрудничества, а успех команды зависит от способности каждого участника общаться, слушать и разрешать конфликты [12].

- *Прогресс достигается совместными усилиями.* Технические навыки помогают создать продукт, но именно гибкие навыки помогают продвигать проект вперёд. Умение обсуждать и защищать свои решения, прислушиваться к другим мнениям, принимать конструктивную критику и разрешать споры имеет решающее значение для общего успеха.

- *Ценность общения.* Сильный специалист должен уметь доносить сложные технические идеи до людей, не обладающих техническими знаниями — например, до менеджеров или заказчиков. Он также должен чётко объяснять свои мысли и решения коллегам.

- *Гибкость в меняющихся условиях.* Технологии развиваются очень быстро, и твёрдые навыки могут устареть. Поэтому работодатели ценят тех, кто способен быстро учиться и приспосабливаться к новым инструментам и языкам.

- *Интервью — это проверка общения.* Процесс собеседования — это не только проверка технических знаний, но и тест на способность кандидата чётко излагать свои мысли. Даже если кандидат правильно решит задачу по программированию, плохие коммуникативные навыки могут стать причиной отказа.

- *Стремление к положительной рабочей атмосфере.* Никто не хочет работать с токсичным, грубым или конфликтным человеком, даже если он высококлассный специалист. Сильные гибкие навыки способствуют созданию комфортной и продуктивной рабочей среды.

Результаты 1:

За счет чего развивались компетенции будущих программистов, а значит и качество образования после интеграции с ИИ на мировом уровне [3] отображено в таблице 1.

Таблица 1. – Результаты влияния ИИ на развитие профессиональных навыков студентов-программистов

Skills (навыки)	До появления ИИ (до 2022 года)	В 2025 году (после интеграции с ИИ)
Решение проблем (Problem-solving)	Фокус - на самостоятельном анализе, ручном отладке и алгоритмическом мышлении. Программисты учились самостоятельно по книгам разбираться в ошибках, развивая глубокое понимание основ.	Получение дополнительной внешней помощи от ИИ и интеграция с ним, используя промпты к ИИ, и самостоятельную верификацию сгенерированного кода. Постепенный переход от помощи ИИ к владению им как инструментом.
Коммуникация (Communication) и объяснение решений	Основной акцент на объяснении идей коллегам, написании документации и презентации кода. Требовалась ясность в вербальном и письменном общении без автоматизации.	Добавляется коммуникация с ИИ: точная формулировка промптов, интерпретация ответов ИИ и объяснение решений команде. Увеличивается роль междисциплинарных команд, включающих разработчиков, тестировщиков, дизайнеров, менеджеров проектов.
Работа в команде (Teamwork)	Сотрудничество через инструменты Git, создавая ветки проекта независимо друг от друга и организуя отдельные встречи для проверки кода - code reviews. Навыка ежедневной работы в команде не было.	Каждодневная интеграция с ИИ как с "виртуальным членом команды": распределение задач между людьми и ИИ, разрешение конфликтов совместными усилиями команды (например, если ИИ генерирует несовместимый код).
Адаптивность (Adaptability)	Адаптация к новым языкам/фреймворкам через самообучение, но в относительно стабильной среде без быстрых технологических скачков.	Высокая адаптивность к быстрым эволюционирующим ИИ-инструментам (новые модели, API). Требуется быстрое переключение между ручным кодингом и ИИ-поддержкой.
Креативность (Creativity)	Креативность в дизайне решений, архитектуре и инновациях без подсказок. Фокус на оригинальных идеях из личного опыта.	Креативность в использовании ИИ: комбинирование ИИ-идей с человеческим инсайтом, эксперименты с промптами для уникальных решений. ИИ выступает как катализатор креативности.
Непрерывное обучение (Lifelong learning)	Самостоятельное изучение через книги, курсы и практику. Мотивация - необходимость глубокого понимания.	Обучение фокусируется на обучении от ИИ: курсы по prompt engineering, этике ИИ и интеграции инструментов. Увеличивается качество и скорость обучения благодаря ИИ-ассистентам.

Выводы по таблице 1:

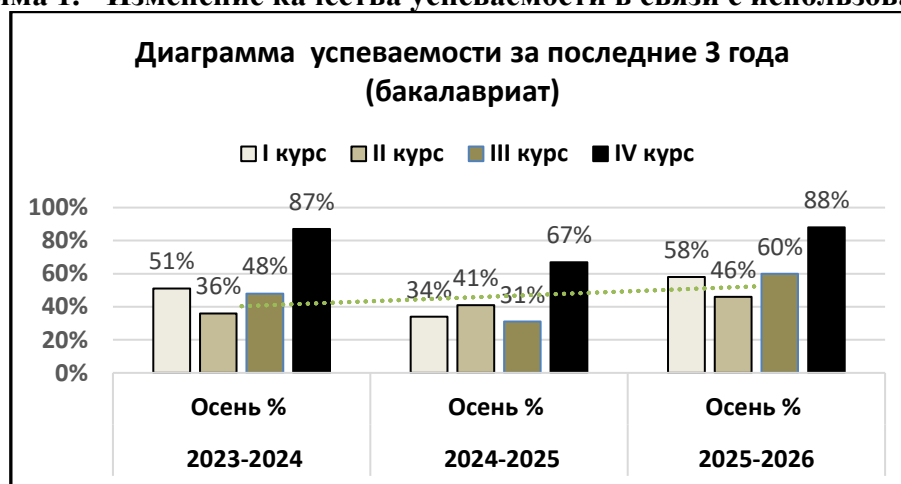
До появления ИИ будущие программисты были ориентированы на самостоятельность и глубокое погружение в технические основы, что способствовало формированию сильной базы. В 2025 году ИИ помог развить эти навыки, сделав их более гибкими и ориентированными на двустороннюю связь. В таблице показано положительное влияние ИИ на развитие профессиональных компетенций студентов-программистов на мировом уровне.

Программист, вооруженный ИИ, становится сильнее и принимает ключевые решения сам. «Программист больше не просто исполнитель, а критически мыслящий специалист - исследователь, направляющий ИИ в нужное русло» [8]. «Роль программиста эволюционирует от писателя кода к менеджеру ИИ-инструментов.» [9]. IT-специалисты высокого уровня, способные интегрировать ИИ в свою работу, помогут получить реальную отдачу в образовании, науке и в экономике.

Результаты 2:

Выгода от использования ИИ в образовании подтверждается практикой на основе расчетных данных качества успеваемости кафедры «Программное обеспечение компьютерных систем» КГТУ им. И. Раззакова по итогам осенних семестров 3-х последних лет обучения, представленных на рисунке в виде диаграммы:

Диаграмма 1. - Изменение качества успеваемости в связи с использованием ИИ



Обсуждение

Из диаграммы: в 2024-2025 учебном году среднее качество успеваемости программистов снизилось в среднем на 18% по сравнению с 2023-2024 учебным годом. Это связано с тем, что в 2024-2025 году студенты начали применять в своей практике ИИ, не смотря на запрещение преподавателей. Возникло непонимание между студентами и преподавателями (конфликт интересов). Преподаватели опасались всплеска академического мошенничества и того, что студенты перестанут понимать фундаментальные основы.

В 2025-2026 учебном году основная часть преподавателей разрешила использовать студентам ИИ. Со временем педагоги признали, что инструменты генерации кода становятся частью профессионального стека, и полный запрет нецелесообразен. Качество учебы в этом году выросло по сравнению с 2024-2025 учебным годом в среднем на 25%. По сравнению с 2023-2024 учебным годом (до ИИ) выросло в среднем на 20%.

На тему использования ИИ в обучении студентов есть публикация в журнале «Известия»

«Искусственный интеллект в образовании: трансформация подготовки студентов через персонализированное обучение и аналитику данных» авторов: Асаналиевой Э.У., Кудабоевой Н.К., Омуркуловой Г.К. [13]. Я согласна с авторами о том, что ИИ улучшает качество подготовки за счет персонализации обучения: «Одним из самых значимых преимуществ ИИ в образовательном процессе является возможность персонализировать обучение. С помощью ИИ можно адаптировать учебный материал под индивидуальные

потребности каждого студента. Системы на базе ИИ анализируют уровень знаний учащегося и предлагают задачи, которые соответствуют его текущим навыкам и темпам освоения материала. Это позволяет максимально эффективно использовать время и ресурсы, обеспечивая высокое качество образования». Я тоже использую в своей работе использую метод персонализированного обучения.

В статье «Некоторые инструменты искусственного интеллекта для изучения математики» авторов: Аблабековой Ч.А., Молдобековой Ж., Тонуевой Г.И. [14] мне импонирует подход авторов к необходимости использования ИИ для автоматизации рутинных задач, ведь в программировании рутинные задачи занимают 50% и ИИ призван освободить программистов от рутины и дать им возможность проявить креативность. Я также согласна, с тем, что «технологии искусственного интеллекта могут быть эффективным инструментом в процессе принятия решений, предоставляя обоснованную информацию о всевозможных действиях и их предполагаемых последствиях». Ведь без овладения процессом принятия решения программист не сможет работать и ИИ будет ему в этом надежным помощником.

В статье «Воздействие или роль искусственного интеллекта в дизайне, авторство на интеллектуальную собственность» автора Коеналиева К.К. [15] красочно показано, что слепо доверять ИИ не стоит, его можно использовать только как умного помощника. Например, об этом автор пишет «ChatGPT, не смог передать этнические мотивы кыргызского национального образа и костюма, но, есть возможность доработать это с помощью профессиональных графических редакторов. Созданные искусственным интеллектом иллюстрации получаются идеальными в цветовом восприятии, общей гамме цветов, идеальным пропорциональным рисунком, но все же в них присутствует бездушие. Нет той теплоты, которую создает человеческая рука».

Выводы

1. При использовании предлагаемых рекомендаций получены хорошие результаты. При эмпирических подсчетах использования всех видов ИИ (от интегрированного в программное обеспечение до нейросетей) скорость выполнения заданий на программирование у студентов кафедры увеличилась в среднем в 3–5 раз, а понимание задач увеличилось в 3–4 раза по сравнению с прошлым.

2. Преподаватель становится не только единственным источником знаний, но и наставником, который учит эффективно использовать ИИ и развивать баланс между *hard skills* и *soft skills*. Развитые *hard skills* помогают учиться, а высокоуровневые *soft skills* помогают научиться учиться [5].

3. ИИ в свою очередь способствует развитию профессиональных навыков и студентов и преподавателя: ускоряет решение рутинных задач, освобождая время для сложных, творческих и архитектурных решений. Его можно рассматривать не как конкурента, а как катализатор роста.

4. ИИ в результате взаимодействия со студентами и преподавателем, повышает свое качество программирования (*Метакогнитивный промптинг - эта методика предполагает использование промптов, которые побуждают ИИ к рефлексивному мышлению*). Исправленный студентами и преподавателем код от ИИ может попасть в среду его обучения GitHub.

5. Гибкие навыки немного перевешивают по своей важности твердые навыки. В наше непростое время неуклонного ухудшения эмоционального здоровья общества гибкие навыки важны для людей всех специальностей, особенно эмоциональный интеллект, он может значить больше, чем IQ [7]. Это касается и программистов, работающих в командах, где для эффективной работы необходима психологическое равновесие, спокойствие и

работоспособность. Иногда младший программист быстрее преуспевает в деле, чем его старший коллега, благодаря своему умению вписаться в команду.

Список литературы

1. Главные Тренды ИИ 2026 года [Электронный ресурс] – режим доступа: <https://merehead.com/ru/blog/ai-technology-trends-in-2026/> Загл. с экрана.
2. Волна сокращений или хайп? Как ИИ изменит рынок труда в 2026 году [Электронный ресурс] – режим доступа: <https://myseldon.com/ru/news/index/340122683> Загл. с экрана.
3. Википедия [Электронный ресурс] – режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/> Загл. с экрана.
4. Каткова С. Н. Шаги по повышению интеллектуального потенциала студентов-программистов. Теоретический и прикладной научно-технический журнал «Известия» КГТУ им. И. Раззакова, Бишкек, выпуск 1(57) 2021. – 87-93 с.
5. Роль преподавателя в эффективном использовании ИИ [Электронный ресурс] – режим доступа: <https://courses.sberuniversity.ru/ai-education/3/4> Загл. с экрана.
6. Закон Евросоюза об ИИ [Электронный ресурс] – режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%BD_%D0%95%D0%B2%D1%80%D0%BE%D1%81%D0%BE%D1%8E%D0%B7%D0%B0_%D0%BE%D0%B1_%D0%98%D0%98 Загл. с экрана.
7. Лео Портер, Даниэль Зингаро. Программирование на Python с помощью GitHub Copilot и Chat GPT. Изготовитель: ООО «Прогресс книга, 2024. – 335 с.
8. Kata Academy — «Как искусственный интеллект изменит работу программиста в 2026 году» [Электронный ресурс]: https://kata.academy/blog/teamlead/kak_II_izmenit_rabotu_programmistov_v_2026_godu Загл. с экрана.
9. Habr — «Следующие два года в области разработки программного обеспечения» (очень детальный разбор сценариев 2026) [Электронный ресурс] – режим доступа: <https://habr.com/ru/articles/984744> Загл. с экрана.
10. Тесты Айзенка [Электронный ресурс] – режим доступа: <https://gadakingdom.ru/test/eysenck.htm> Загл. с экрана.
11. Тесты Равена [Электронный ресурс] – режим доступа: <https://www.tests-exam.ru/test-ravena.html> Загл. с экрана.
12. Скоблякова И.В., Семенова Е. М., Интеллектуальный потенциал студентов и его формирование в университете, Материалы IX Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы бизнес-образования», 8-9 апреля 2020., Минск.
13. Асаналиева Э.У., Кудабоева Н.К., Омуркулова Г.К. Искусственный интеллект в образовании: трансформация подготовки студентов через персонализированное обучение и аналитику данных / «Известия КГТУ им. И. Раззакова». -2025. - №2(74) – стр.368- 374.
14. Аблабекова Ч.А., Молдобекова Ж., Тонуева Г.И. Некоторые инструменты искусственного интеллекта для изучения математики / «Известия КГТУ им. И. Раззакова». – 2025. – № 2(74). - стр. -375 – 382.
15. Коеналиев К.К. Воздействие или роль искусственного интеллекта в дизайне, авторство на интеллектуальную собственность / «Известия КГТУ им. И. Раззакова». – 2025. - № 2(74). – стр. 306 – 311.

УДК: 004

Роман Шабданбек уулу

ОсОО «Монмонтек», Бишкек Кыргыз Республикасы
ОсОО «Монмонтек», Бишкек, Кыргызская Республика

Roman Shabdanbek uulu

LLC "Monmontech", Bishkek, Kyrgyz Republic
monmontech@gmail.com

5G В КЫРГЫЗСТАНЕ: СТРАТЕГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

КЫРГЫЗСТАНДА 5G: СТРАТЕГИЯЛЫК МААНИСИ ЖАНА ӨНҮГҮҮ КЕЛЕЧЕГИ

5G IN KYRGYZSTAN: STRATEGIC SIGNIFICANCE AND DEVELOPMENT PROSPECTS

Бешинчи муундагы байланыш тармактарына өтүү дүйнөлүк санариптик трансформациянын негизги факторлорунун бири болуп эсептелет. 5G технологиясы маалымат өткөрүүнүн ылдамдыгын олуттуу жогорулатып, кечигүүнү (latency) минималдаштырып, бир эле учурда көп сандагы түзмөктөрдүн туташуусун камсыздайт. Бул макаланын максаты — 5Gди киргизүүнүн техникалык негиздерин системалаштыруу, анын Кыргыз Республикасындагы стратегиялык маанисин ачып берүү жана колдонуу багыттары боюнча артыкчылыктуу сценарийлерди белгилөө. Изилдөөдө IMT-2020 талаптарына таянып, 4G менен 5Gдин негизги көрсөткүчтөрү салыштырылып, ошондой эле практикалык колдонмолор (Интернет нерселер — IoT, булут эсептөөлөр, AR/VR, учкучсуз системалар, алыстан башкаруу жана телемедицина) талданат. Натыйжада 4G/LTE кеңири колдонуу үчүн жетиштүү болгону менен, IoT түзмөктөрүнүн өсүшү жана реалдуу убакыттагы сервистердин көбөйүшү шартында анын мүмкүнчүлүктөрү чектеле бааштай турганы көрсөтүлөт; демек, тармактын тыгыздыгы, өткөрүмдүүлүгү жана ыкчам реакциясы боюнча жаңы деңгээл талап кылынат. 5Gнин өнөр жайга багытталган мүнөзү өзгөчө белгиленип, экономиканын атаандаштыкка жөндөмдүүлүгү үчүн анын ролу негизделет: жогорку ылдамдыктагы инфраструктура болбосо, заманбап сервистердин кириши кечеңдеп, инвестиция тартуу мүмкүнчүлүктөрү төмөндөйт. Макалада NSA жана SA архитектураларынын этап-этабы менен киргизүү логикасы, ошондой эле Open RAN жана көп вендордуу чечимдер аркылуу технологиялык ийкемдүүлүккө жетүү тенденциясы каралат. Таблицаларда 4G/5G көрсөткүчтөрүнүн айырмасы жана жабдуунун энергия керектөөсү боюнча ориентирдик маалымат берилет; бул энергия натыйжалуулугун 5Gди масштабдоодо өзүнчө артыкчылык катары кароого түрткү берет. Жыйынтыктап айтканда, 5G Кыргызстан үчүн байланыштын жаңыланышы гана эмес, санариптик эгемендүүлүк, инновация жана экономикалык өсүш үчүн стратегиялык негиз болуп саналат.

Ачкыч сөздөр: 5G, Кыргызстан, санариптик трансформация, IMT-2020, NSA, SA, Open RAN, IoT, телемедицина, энергия натыйжалуулугу.

Переход к сетям пятого поколения рассматривается как один из ключевых технологических драйверов цифровой трансформации, обеспечивающий качественно иной уровень передачи данных, взаимодействия устройств и гибкости сетевой архитектуры. Цель статьи — обобщить технические предпосылки внедрения 5G, раскрыть стратегические эффекты для экономики и государства, а также определить приоритетные направления применения технологии в условиях Кыргызской Республики.

Методологическая основа работы включает анализ международных требований к сетям IMT-2020, сравнительную характеристику 4G/5G по критическим параметрам качества обслуживания и обзор прикладных сценариев (IoT, AR/VR, облачные вычисления, беспилотные системы), актуальных для промышленности и общественного сектора. Показано, что 4G/LTE, оставаясь достаточным для массового пользовательского доступа, сталкивается с ограничениями при росте плотности подключений и распространении сервисов реального времени; в результате необходимы более высокие скорости, минимальные задержки и поддержка массового IoT. Установлено, что 5G формирует базовую инфраструктуру для «умных» городов, автоматизации производства и логистики, телемедицины, дистанционного управления и новых форм медиа-потребления, включая иммерсивные AR/VR-сервисы. Особое внимание уделено промышленной ориентации 5G и его влиянию на конкурентоспособность: в отсутствие высокоскоростной инфраструктуры возрастает риск отложенного внедрения современных сервисов и снижения инвестиционной привлекательности. Отдельно рассматриваются архитектуры внедрения NSA и SA, а также тенденции Open RAN и мультивендорности как инструменты гибкости и технологической устойчивости. Представлены таблицы сравнения 4G/5G и ориентировочного энергопотребления оборудования различных вендоров, акцентирующие необходимость энергоэффективных решений при масштабировании сети. Сделан вывод, что внедрение 5G в Кыргызстане является не только телеком-модернизацией, но и элементом стратегии цифровой независимости и экономического роста; предложены практические ориентиры для последовательного развертывания с учетом приоритетных отраслей и инфраструктурных ограничений.

Ключевые слова: 5G, Кыргызстан, цифровая трансформация, IMT-2020, NSA, SA, Open RAN, IoT, телемедицина, энергоэффективность.

The transition to fifth-generation mobile networks is widely recognized as a cornerstone of global digital transformation. 5G introduces a fundamentally new networking paradigm characterized by very high data rates, ultra-low latency, and massive connection density, enabling flexible service differentiation and new digital ecosystems. This paper aims to synthesize the technical rationale for 5G adoption, assess its strategic importance for Kyrgyzstan, and outline priority development pathways and application domains relevant to the national context. The study relies on a structured review of IMT-2020 performance requirements, a comparative analysis of 4G LTE versus 5G NR key metrics, and an application-driven assessment of use cases such as the Internet of Things (IoT), cloud computing, immersive AR/VR services, unmanned systems, mission-critical remote control, and telemedicine. The analysis shows that while 4G LTE remains sufficient for conventional consumer access, its limitations become increasingly visible under rapid growth of connected devices and real-time services. 5G provides the capacity and responsiveness needed for large-scale IoT deployments, smart-city infrastructure, advanced industrial automation, and new media formats. The paper highlights that 5G's initial value proposition is strongly tied to industrial and public-sector applications, where deterministic performance and reliability translate into measurable productivity gains. For Kyrgyzstan, delaying high-speed infrastructure may increase the risk of postponed digital service adoption and reduced investment appeal. The paper also discusses deployment pathways (NSA vs SA), emphasizing that gradual migration is practical but that standalone architectures unlock the full potential of slicing and advanced service orchestration. Furthermore, the role of Open RAN and multi-vendor interoperability is considered as a route toward flexibility and reduced dependency on single suppliers. Two tables are provided: (i) a concise 4G/5G comparison and (ii) indicative power consumption levels for selected vendor equipment, underscoring the importance of energy-aware planning during *масштаб* deployment. The conclusion argues that 5G in Kyrgyzstan should be framed not merely as a telecom upgrade but as a strategic platform for digital sovereignty, economic competitiveness, and technology integration into global value chains.

Key words: 5G, Kyrgyzstan, digital transformation, IMT-2020, NSA, SA, Open RAN, IoT, telemedicine, energy efficiency.

Введение

Сети четвертого поколения (4G/LTE) стали основой массового мобильного доступа и цифровых сервисов. Однако их архитектура и радиоинтерфейс проектировались в период, когда доминировали пользовательские сценарии «человек-в-сети»: веб-доступ, мессенджеры, потоковое видео умеренного качества. В последние годы профиль спроса радикально изменился: растет количество подключаемых устройств, усложняется структура трафика (облака, видеоконференции, интерактивные сервисы), увеличивается доля приложений, критичных к задержкам. Это привело к ситуации, когда во многих сценариях 4G/LTE подходит к пределам масштабирования по плотности подключений и устойчивой пропускной способности.

В этих условиях стандарт пятого поколения рассматривается не как «быстрее 4G», а как новая платформа связи, ориентированная на три класса задач: высокоскоростной мобильный широкополосный доступ, массовые подключения IoT-устройств и критически важные сервисы реального времени. Международные требования к интерфейсу IMT-2020 фиксируют целевые ориентиры по скорости, задержке, плотности подключений и энергоэффективности, задавая «планку» для экосистемы оборудования и программных решений [1]. Параллельно спецификации 3GPP определяют технологическую траекторию внедрения 5G NR, включая поэтапные модели NSA и полноценную архитектуру SA с новым ядром сети [2].

Для Кыргызстана переход к 5G имеет стратегическое значение по нескольким причинам. Во-первых, он формирует базу для цифровой модернизации отраслей (промышленность, транспорт, сельское хозяйство, государственные услуги), что потенциально усиливает конкурентоспособность экономики и облегчает интеграцию в международные цепочки создания стоимости. Во-вторых, высокая «сетевость» современной экономики означает, что качество инфраструктуры становится фактором инвестиционной привлекательности: отсутствие высокоскоростного и низколатентного доступа может привести к запаздыванию запуска современных сервисов, снижению качества цифровых госуслуг и потере части потенциальных проектов в сфере IT и инноваций. В-третьих, развитие 5G связано с вопросами технологической устойчивости (архитектура, стандарты, поставщики) и требует системного подхода — от частотного регулирования и модернизации транспорта до энергетики и подготовки кадров.

Важная особенность 5G — исходная ориентация на промышленность и государственные сценарии. Представители телеком-индустрии неоднократно подчеркивали, что наибольший эффект 5G проявляется в вертикалях (enterprise/industry), а не только в улучшении потребительского интернета [3]. Это принципиально: успешное внедрение 5G в Кыргызстане следует оценивать не только по средним скоростям в городах, но и по созданию условий для новых производственных и общественных сервисов, повышающих эффективность и безопасность.

Цель данной статьи

расширенно и последовательно раскрыть технические преимущества 5G, стратегические эффекты для Кыргызстана и приоритетные направления развития, сохранив ключевые положения исходного материала и дополнив их научно-обоснованным контекстом.

Обзор литературы

Международная исследовательская и нормативная база по 5G формируется вокруг трех блоков:

-требования к характеристикам (IMT-2020),

-технологические спецификации радиодоступа и ядра сети (3GPP)
-макроэкономические оценки эффекта от мобильной связи и 5G. Так, аналитика GSMA показывает устойчивый рост вклада мобильных технологий в мировую экономику и ожидаемое усиление роли 5G в структуре подключений [3]. Прогнозные данные по росту IoT-подключений и трафика в мобильных сетях регулярно публикуются в отраслевых отчетах, что позволяет оценивать нагрузку на инфраструктуру и необходимость масштабирования [4].

Для Кыргызстана важны исследования, рассматривающие особенности построения и внедрения 5G в национальных условиях. В частности, в «Известиях КГТУ им. И. Раззакова» представлены работы, посвященные анализу методов построения сетей 5G и подходам к внедрению в Кыргызской Республике, что подтверждает актуальность тематики и формирует отечественную научную базу [5]. Отдельный пласт источников касается вопросов регулирования частот и пилотных запусков: доступность спектра и лицензирование напрямую определяют темпы внедрения и экономику проекта [6].

Практические кейсы внедрения 5G в отдельных странах также дают значимый материал для выводов. Примером служат решения по использованию 5G для экстренного реагирования и управления беспилотными системами, где ключевым параметром выступает минимальная задержка и надежность связи. Дополнительно, мировой тренд на открытые архитектуры радиодоступа и мультивендорность отражен в публичных заявлениях крупных операторов и промышленных медиа, что демонстрирует эволюцию подходов к построению сетей и управлению зависимостями [7].

Теоретическая основа исследования

5G следует рассматривать как совокупность технологических принципов, которые меняют саму «логику» сети:

Ультра-низкая задержка и высокая надежность. Задержка (latency/ping) становится критическим параметром там, где требуется управление в реальном времени: дистанционное управление механизмами, беспилотные системы, телемедицина, облачный гейминг и интерактивные приложения.

Массовые подключения (mMTC) и масштабируемость IoT. Главный «структурный» вызов для сети — число соединений и интенсивность обмена небольшими пакетами данных между устройствами. Требование по плотности подключений в IMT-2020 задает ориентир порядка 1 млн устройств на км².

Новая архитектура сети: модульность и распределенность. В отличие от монолитного подхода, 5G проектируется как платформа для разных классов сервисов и требований. Это особенно выражено в SA-архитектуре, где сеть изначально строится с учетом сервисной дифференциации и более гибкого управления ресурсами.

Сдвиг вычислений в облако и на периферию (edge). Рост скоростей и уменьшение задержек позволяют переносить тяжелые вычисления из конечных устройств в облачную инфраструктуру. Это открывает возможности для легких клиентских устройств и новых сервисов — от VR/AR до промышленного мониторинга и аналитики больших данных.

Материалы и методы

Работа носит обзорно-аналитический характер и основана на:

- сравнительном анализе ключевых характеристик 4G LTE и 5G NR по международным требованиям IMT-2020 и спецификациям 3GPP;
- систематизации прикладных сценариев 5G (IoT, умные города, AR/VR, облака, беспилотные системы, телемедицина) с выделением требований к сети;
- анализе доступных данных о пилотных шагах внедрения 5G в Кыргызстане [12] (регуляторные решения по спектру и публичные сообщения операторов);
- структурировании рисков и ограничений внедрения (инфраструктурных, кадровых, энергетических) и формулировании рекомендаций для поэтапного развертывания



Рисунок 1 – Прогноз доходов на рынке облачных услуг

Результаты

Ключевые преимущества 5G по сравнению с 4G/LTE.

В исходном материале подчеркнуто, что для рядового пользователя 4G часто достаточен, однако при переходе к массовому IoT и сервисам реального времени требуется иной уровень характеристик: выше скорость, ниже задержка, больше подключений и выше устойчивость.

К базовым преимуществам 5G относятся:

- существенное увеличение скорости передачи данных (в пиковых сценариях — многократный рост);
- снижение задержки до единиц миллисекунд;
- рост плотности подключений (IoT/умные города/промышленный мониторинг);
- повышение энергоэффективности на уровне «бит/джоуль» при грамотной архитектуре и управлении сетью;
- возможность гибкого внедрения по этапам (NSA → SA) и развития сервисов по мере зрелости инфраструктуры.

Таблица 1. — Сравнение ключевых характеристик 4G LTE и 5G NR (обобщение)

Параметр	4G LTE	5G NR
Максимальная скорость передачи данных	до 1 Гбит/с	10 Гбит/с
Средняя задержка (latency)	30–50 мс	1–5 мс
Плотность подключений	100 тыс. устройств/кв	1 млн устройств/кв. миля

Энергоэффективность стандартная повышенная

Архитектура монолитная модульная, распределённая

Источник к Таблице 1: обобщено по требованиям IMT-2020 и принципам архитектуры 5G NR.

Где критически важен короткий ring (низкая задержка)

Сокращение задержки — это не «маркетинговая цифра», а техническая основа для целого класса задач:

Автономный и высокоавтоматизированный транспорт. Любая система управления движением требует минимальной задержки и высокой надежности, иначе возрастает риск ошибок управления.

Телемедицина и дистанционные операции. Для роботизированных комплексов и удаленной помощи важна предсказуемая реакция сети.

Дистанционное управление и промышленная автоматизация. Управление механизмами и мониторинг технологических процессов требуют быстрого и стабильного канала.

Киберспорт и интерактивные облачные сервисы. В условиях облачного рендеринга и потоковой передачи «короткий ring» становится частью качества сервиса.

Беспилотные летательные аппараты и госслужбы. Управление дронами и роботизированными системами в ЧС требует надежной связи, особенно при передаче видео и телеметрии.

Показательный пример — проекты, где 5G используется для экстренного реагирования с применением дронов, роботов и средств удаленного мониторинга, что предъявляет повышенные требования к задержке и пропускной способности [8]. В условиях Кыргызстана подобные сценарии приобретают дополнительную актуальность из-за горного рельефа, удаленности отдельных населенных пунктов и сезонных рисков чрезвычайных ситуаций.

Облачные вычисления, Big Data и предпосылки для ИИ

Сеть 5G способствует развитию облачной модели: обработка данных и тяжелые вычисления переходят в облако, а пользовательские устройства становятся «тонкими клиентами». Это позволяет:

- уменьшать требования к вычислительной мощности конечных устройств (в перспективе удешевление и снижение энергопотребления гаджетов);
- развивать облачные сервисы для промышленного IoT и аналитики;
- наращивать объемы собираемых данных (Big Data), что ускоряет развитие моделей машинного обучения и прикладного ИИ.

Рост IoT-подключений в мире и увеличение объема данных подтверждаются отраслевыми прогнозами и указывают на неизбежное усиление роли сетевой инфраструктуры как «нервной системы» цифровой экономики.

AR/VR как «витрина» возможностей 5G и драйвер спроса на скорости. Иммерсивные технологии (AR/VR) особенно чувствительны к задержкам и пропускной способности. В классических устройствах VR сложно разместить мощный вычислительный блок, поэтому перенос рендеринга в облако и обеспечение низкой задержки становятся ключом к массовому применению.

На практике такие сервисы включают трансляции мероприятий с эффектом присутствия, интерактивные форматы спорта и развлечений, а также обучение и тренажеры.

Опыт коммерциализации 5G-сервисов в Корее показывает, что операторы развивали immersive-медиа, включая VR-трансляции и сервисы, рассчитанные на возможности 5G-доступа [9]. Для Кыргызстана это важно не как «развлечение ради развлечения», а как демонстрация технологической зрелости инфраструктуры, которая затем используется в образовании, подготовке кадров, медицине и промышленной безопасности.

NSA и SA: логика этапного внедрения. На практике внедрение 5G чаще всего начинается с формата NSA (Non-Standalone) — когда новый радиодоступ 5G NR частично опирается на инфраструктуру 4G. Такой подход позволяет:

- снизить стартовые капитальные затраты;
- быстрее запустить пилотные зоны;
- протестировать спрос, устройства и сценарии.

Однако максимальные возможности 5G раскрываются в SA (Standalone), где используется новое ядро и более гибкие механизмы управления. По мере роста нагрузки и зрелости сервисов переход к SA становится логическим шагом, позволяющим обеспечивать более предсказуемое качество обслуживания и расширять спектр услуг.

Энергопотребление и производители оборудования: инфраструктурный вызов

В исходном варианте отдельно выделен фактор энергопотребления: базовые станции 5G нередко потребляют больше энергии из-за Massive MIMO, более высоких частотных диапазонов и увеличенной плотности размещения. Этот аспект особенно важен для Кыргызстана, где энергетические ограничения и стоимость эксплуатации могут стать барьером масштабирования.

Производитель Технология Энергопотребление (Вт при 100%)

Huawei 5G ≈ 3850

ZTE 5G ≈ 3670

ZTE 4G ≈ 1040

Ericsson 5G ≈ 3500

Nokia 5G ≈ 3600

Таблица 2. — Сравнение энергопотребления оборудования базовых станций (ориентировочно)

Производитель Технология Энергопотребление
(Вт при 100%)

Huawei 5G ≈ 3850

ZTE 5G 5G ≈ 3670

ZTE 4G 4G ≈ 1040

Ericsson 5G ≈ 3500

Nokia 5G ≈ 3600

Источник к Таблице 2: сводная оценка по отраслевым материалам об энергоэффективности сетей и оборудовании RAN [9].

Вывод из таблицы — рост энергопотребления требует параллельного развития решений по оптимизации (управление активностью модулей, охлаждение, энергоэффективные блоки питания), иначе операционные затраты и нагрузка на инфраструктуру будут увеличиваться при расширении покрытия.

Обсуждение

Текущее состояние и предпосылки внедрения 5G в Кыргызстане

Формирование 5G-экосистемы в Кыргызстане связано с наличием спектра, пилотными зонами и готовностью операторов к модернизации. Регуляторные решения по выделению/лицензированию частот и пилотные инициативы являются важными сигналами о траектории развития рынка. В публичном поле также фиксировались сообщения о тестовых/демонстрационных зонах, что отражает интерес к технологии и необходимость накопления практического опыта развертывания.

Сдерживающими факторами в Кыргызстане (по логике исходного текста и отраслевой практики) выступают:

- стоимость модернизации оборудования и транспортной сети;
- сложность частотного планирования и необходимость согласований;
- энергообеспечение отдельных районов и расходы на эксплуатацию;

- дефицит специалистов по радиопланированию, интеграции и кибербезопасности сети.

Стратегическое значение: цифровая независимость и конкурентоспособность

Стратегический эффект 5G проявляется в том, что сеть становится инфраструктурой для экономики знаний: скорость и надежность обмена данными превращаются в «производственный ресурс». С учетом глобальных трендов и экономической роли мобильных технологий, 5G повышает возможности страны участвовать в новых цифровых цепочках стоимости, где важны удаленная работа, цифровые сервисы, логистика и обработка данных.

Ключевой риск при замедленном внедрении — «эффект отложенного развития»: сервисы, завязанные на низкую задержку и массовый IoT, не смогут масштабироваться; часть инновационных проектов и инвестиций может уйти в юрисдикции с более зрелой инфраструктурой.

Open RAN и мультивендорность как инструмент устойчивости

Тренд на открытые архитектуры и совместимость оборудования разных производителей рассматривается как путь к гибкости, снижению зависимости от моновендорных решений и ускорению инноваций. Показателен подход крупных операторов, декларирующих переход к более открытым и интероперабельным решениям радиодоступа, что влияет на практики закупок, стандартизацию и эффективность эксплуатации [10]. Для Кыргызстана это направление важно как элемент технологической устойчивости и управляемости затрат.

Заключение

Внедрение 5G в Кыргызстане следует рассматривать как комплексный инфраструктурный проект национального масштаба, который выходит за рамки повышения «скорости мобильного интернета». Технология пятого поколения формирует основу для цифровой трансформации государства и экономики: от массового Интернета вещей и «умных» городов до промышленной автоматизации, телемедицины, дистанционного управления и новых медиа-форматов.

Проведенный анализ показывает, что ограничения 4G/LTE становятся заметными при росте плотности подключений и распространении сервисов реального времени. 5G обеспечивает критически важные преимущества: высокую пропускную способность, минимальные задержки и возможность одновременной поддержки большого числа устройств. Это создает условия для повышения производительности отраслей и качества жизни населения, особенно в сценариях, где задержка и надежность связи являются определяющими.

Для Кыргызстана стратегическая ценность 5G заключается в трех взаимосвязанных эффектах:

- ускорение экономической модернизации через внедрение цифровых технологий в промышленности, транспорте, сельском хозяйстве и госуслугах;
- повышение инвестиционной привлекательности за счет готовности инфраструктуры к современным сервисам и цифровым бизнес-моделям;
- укрепление технологической устойчивости при развитии архитектурных подходов, включая поэтапный переход NSA→SA и учет тенденций Open RAN.

Одновременно масштабирование 5G требует учета инфраструктурных ограничений, особенно энергетических: оборудование 5G в ряде конфигураций потребляет больше энергии, что повышает важность энергоэффективных решений, оптимизации эксплуатации и модернизации инженерной инфраструктуры объектов связи.

Перспективными направлениями практического внедрения в Кыргызстане являются: промышленный мониторинг и автоматизация, телемедицина и дистанционные консультации, интеллектуальные транспортные системы, точное земледелие, цифровые госуслуги, а также сервисы AR/VR в образовании и подготовке кадров. Системный подход — согласование

частотной политики, развитие опорной транспортной сети, поддержка кадрового потенциала и применение энергоэффективных решений — позволит обеспечить устойчивое внедрение 5G и превратить его в фактор долгосрочного развития.

Список литературы

1. ITU-R. Minimum requirements related to technical performance for IMT-2020 radio interface(s) (Report M.2410). 2017.
2. 3GPP. Release 15 specifications (5G NR; NSA/SA evolution). 2019.
3. KT / PR Newswire. KT Unveils 5G Emergency Rescue Platform “SKYSHIP” (drones/robots/AR for rescue). 2018.
4. Ericsson. IoT connections outlook (Ericsson Mobility Report data forecasts).
5. Дыйканова Н.Б., Кудабаева Г.К. Анализ методов построения сетей связи пятого поколения 5G и последующее внедрение в КР // Известия КГТУ им. И. Раззакова. 2022. – №3 (63) . – стр. 64-68.
6. Developing Telecoms. Kyrgyzstan shelves 5G trials but issues MegaCom 2300MHz licences. 2021.
7. AT&T. Commercial-scale Open RAN collaboration (operator strategy toward open and interoperable RAN). 2023.
8. GSMA Intelligence. The Mobile Economy 2024. 2024.
9. Nokia. Energy efficiency in next-generation mobile networks (white paper).
10. Mega24.kg (MegaCom). Сообщение о тестовой зоне 5G (публичные материалы оператора). 2022.
11. Сагымбаев А.А., Таштобаева Б.Э., Амантур Сагымбаев. Технологии 5G и
12. 6G:ключевые факторы эволюции промышленных революций / Известия КГТУ им. И.Раззакова. – 2024. – №4(72). – стр. 1112 – 1120.
13. 13.Сагымбаев А.А., Кожомуратов З.К., Шадыханов К.Т., Сагымбаев А.А. О
14. Цифровом кодексе Кыргызской Республики: цели, структура и перспективы применения /. Известия КГТУ им. И.Раззакова. –2025. – 476. – стр. 1044 –1051.
15. Акбарова А.Н., Ахунжанов И.Б. Оценка угроз безопасности сетей поколения 5G в реальных сетях / Известия КГТУ им. И.Раззакова. – 2023. – №1(65). – стр.608 -616.

УДК 004.3

Семенова К.В.

Мамлекеттик башкаруу университети
Москва, Россия Федерациясы
Государственный университет управления
Москва, Российская Федерация

K.V. Semenova

State University of Management
Moscow, Russian Federation
semenova.ks00@mail.ru

ВЛИЯНИЕ RFID НА ПРОЗРАЧНОСТЬ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

RFID ТЕХНОЛОГИЯСЫНЫН ЛОГИСТИКАЛЫК ПРОЦЕССТЕРДИН АЧЫКТЫГЫНА ТИЙГИЗГЕН ТААСИРИ

THE IMPACT OF RFID ON THE TRANSPARENCY OF LOGISTICS PROCESSES

Экономиканы санариптештирүү шартында логистикалык процесстердин ачыктыгы атаандаштыкка жөндөмдүүлүктүн маанилүү факторуна айланууда. Макалада радио жыштык идентификациясы (RFID) технологиясынын жеткирүү чынжырларынын ачыктыгын жогорулатууга тийгизген таасири изилденет. Теманын актуалдуулугу логистикалык чыгымдарды кыскартуу жана товар кыймылын эсепке алууда адам факторун минималдаштыруу зарылдыгы менен шартталган. Иште RFID колдонуунун негизги багыттары талданып, технологиянын салттуу штрих-код системаларына караганда артыкчылыктары аныкталып, аны массалык түрдө киргизүүгө тоскоол болгон тоскоолдуктар каралды. Изилдөөнүн негизги жыйынтыгы RFID реалдуу убакыт режиминде товар агымдарын үзгүлтүксүз көрүүнү камсыздап, логистикадагы башкаруу процесстерин сапаттык жактан өзгөртөт деген тезистин далили болуп саналат.

Ачык сөздөр: RFID, логистика, жеткирүү чынжырлары, идентификация, запастарды башкаруу, санариптештирүү, буюмдар интернету[6].

В условиях цифровизации экономики прозрачность логистических процессов становится критическим фактором конкурентоспособности. В статье исследуется влияние технологии радиочастотной идентификации (RFID) на повышение уровня прозрачности цепей поставок. Актуальность темы обусловлена необходимостью снижения логистических издержек и минимизации человеческого фактора при учете товародвижения. В работе проанализированы основные направления применения RFID, выявлены преимущества технологии перед традиционными системами штрихкодирования, а также рассмотрены барьеры, сдерживающие ее массовое внедрение. Основным выводом исследования является подтверждение тезиса о том, что RFID обеспечивает сквозную видимость товаропотока в режиме реального времени, что качественно меняет управленческие процессы в логистике.

Ключевые слова: RFID, логистика, цепи поставок[7], идентификация, управление запасами, цифровизация, интернет вещей.

In the context of digitalization of the economy, the transparency of logistics processes is becoming a critical factor of competitiveness. The article examines the impact of radio frequency identification (RFID) technology on increasing the level of transparency in supply chains. The

relevance of the topic is due to the need to reduce logistics costs and minimize the human factor in the accounting of goods movement. The paper analyzes the main areas of RFID application, identifies the advantages of the technology over traditional barcoding systems, and discusses the barriers hindering its mass adoption. The main conclusion of the study is the confirmation of the thesis that RFID provides end-to-end real-time visibility of the goods flow, which qualitatively changes management processes in logistics.

Key words: *RFID, logistics, supply chains, identification, inventory management, digitalization, Internet of Things.*

Введение

Логистические системы сегодня работают в условиях, когда цепи поставок становятся все более разветвленными, а клиенты требуют максимальной скорости и точности доставки. Чтобы оставаться конкурентоспособными, компании должны точно знать, где находится груз в каждый момент времени, в каком он состоянии и когда прибудет к месту назначения. Привычные методы учета, например штрихкодирование, уже не в полной мере отвечают этим задачам: они требуют непосредственного участия человека и прямой видимости между сканером и меткой, что неизбежно ведет к ошибкам и появлению так называемых слепых зон. В противовес традиционным подходам технология радиочастотной идентификации предлагает иной принцип: информация считывается с меток автоматически, в фоновом режиме, без контакта и без участия человека. Нам предстоит оценить, в какой мере использование RFID может повысить степень прозрачности логистических операций и к каким практическим результатам это приводит.

По мере развития электронной коммерции и трансграничной торговли требования к скорости обработки заказов и достоверности информации о грузах только возрастают. Сегодня клиент ожидает, что он может в любой момент зайти в приложение или на сайт и увидеть, где именно находится его заказ. Для логистических операторов это означает необходимость перехода к системам, работающим в режиме реального времени. Штрихкодирование с его дискретным характером учета (информация обновляется только в момент сканирования) уже не способно удовлетворить этот запрос в полной мере. Особенно остро проблема стоит на больших распределительных центрах, где ежедневно проходят тысячи отправок.

Кроме того, сам характер современной торговли подталкивает компании к поиску более совершенных инструментов учета. Покупатель сегодня избалован: он хочет не просто получить заказ, а иметь возможность в любой момент заглянуть в приложение и увидеть, на каком этапе его посылка. Для логиста это означает, что старая добрая система с ручным сканированием перестает быть надежной. Слишком много операций, слишком много людей, слишком высока вероятность, что где-то что-то пропустят или перепутают. А когда через распределительный центр проходит поток в десятки тысяч отправок ежедневно, даже один процент ошибок оборачивается сотнями проблемных позиций, которые потом приходится разбирать вручную, тратя на это часы и дни.

Основная часть

Отличие RFID от других способов идентификации и его роль в прозрачности логистических процессов.

Принципиальное отличие RFID от других способов идентификации заключается в том, что груз фактически становится активным элементом информационной системы. Метка не просто хранит статическую информацию, но и может передавать данные об окружающей среде, фиксировать время прохождения контрольных точек, реагировать на несанкционированное вскрытие. Это превращает обычную перевозку в управляемый процесс с обратной связью, где любое отклонение от нормативного сценария фиксируется и может быть оперативно отработано.

Здесь стоит добавить, что речь идет не только о контроле ради самого контроля. Информация, которую собирает метка, может использоваться для совершенно разных целей. Например, в страховых спорах - если груз поврежден, данные с метки становятся объективным доказательством того, когда и при каких обстоятельствах это произошло. Или для оптимизации маршрутов: если система фиксирует, что на определенном участке пути грузы систематически задерживаются дольше обычного, это повод пересмотреть логистику именно на этом отрезке. То есть метка работает не просто как «датчик присутствия», а как полноценный источник аналитики для бизнеса.

Когда речь заходит о перевозках с участием нескольких видов транспорта - а это всегда стыковка железной дороги, моря, авто или авиации - груз традиционно считается наиболее уязвимым. В момент передачи от одного перевозчика к другому информация о нем нередко теряется, и на несколько часов, а то и дней, он выпадает из поля зрения. Сквозная идентификация, которую обеспечивает RFID, эту проблему снимает: у груза появляется единый идентификатор, который «ведет» его от старта до финиша, вне зависимости от того, кто и на чем его везет. Данные при этом уходят в общее облако или корпоративную систему, куда имеют доступ все участники цепочки [1].

В эпоху глобализации маршруты все чаще пролегают через границы разных стран, и тут возникает своя головная боль: стандарты учета, требования к документации, технические решения могут различаться кардинально. Универсальность RFID в том и заключается, что она легко интегрируется с самыми разными информационными системами, позволяя сохранять единый подход к отслеживанию груза, где бы он ни находился.

Особенно ярко плюсы технологии проявляются в международных перевозках, когда грузу предстоит пройти таможенную не одной, а нескольких стран. Многие государства уже переходят на электронное декларирование и автоматизированные системы контроля, и наличие RFID-меток позволяет проходить эти процедуры в разы быстрее. В недалеком будущем вполне реально появление единой международной системы отслеживания грузов на базе RFID, что сделает трансграничную торговлю куда более простой и прозрачной.

Обзор научной литературы и современных подходов

В научной литературе немало внимания уделяется тому, как информационные технологии влияют на эффективность логистики. Отдельный пласт работ посвящен созданию мультимодальных транспортно-логистических центров, где особо подчеркивается необходимость внедрения автоматизированных систем идентификации грузов. Именно такие системы позволяют наладить слаженную работу разных видов транспорта и обеспечить единое информационное пространство для всех участников перевозочного процесса. Современные логистические центры невозможны без использования передовых технологий учета и контроля, к которым относится и RFID. Оптимизация бизнес-процессов в логистике на основе внедрения RFID-технологии позволяет значительно сократить временные затраты на складские операции и минимизировать влияние человеческого фактора [2]. Программная реализация информационных систем складской логистики с использованием RFID-меток доказывает, что интеграция аппаратных средств и программного обеспечения создает основу для полной прозрачности складских процессов. RFID-технологии играют ключевую роль в современной логистике, обеспечивая автоматизацию процессов учета и контроля товародвижения.

Интеграция RFID в цифровые экосистемы

При проектировании новых логистических центров сегодня все чаще закладываются решения на базе RFID уже на стадии строительства. Это позволяет избежать дорогостоящей модернизации в будущем и сразу выстроить процессы максимально эффективно. Встраивание считывателей в конструкции ворот, стеллажей, конвейерных линий позволяет создать полностью автоматизированную среду, где каждое перемещение груза фиксируется

без участия человека. Такие решения особенно востребованы в фармацевтической и пищевой отраслях, где требуется строгий контроль условий хранения и сроков годности.

Интересно, что многие компании идут еще дальше и начинают использовать RFID не только внутри своих складов, но и на всем протяжении цепочки поставок. Например, производитель наносит метку на товар еще на заводе, и дальше этот товар «ведется» до самого прилавка. Дистрибьютор, перевозчик, розничный магазин - все они работают с одной и той же меткой, и информация накапливается по пути. В итоге производитель видит не только отгрузку со своего склада, но и то, как быстро товар доехал, сколько пролежал на полке, когда был продан. Это уже не просто логистика, а полноценная прослеживаемость жизненного цикла продукта, которая дает массу возможностей для маркетинга, планирования производства и работы с ассортиментом.

Еще один важный момент - как RFID встраивается в уже работающие цифровые системы. Современные WMS и TMS давно научились дружить с этой технологией: в них есть готовые модули, которые принимают данные с меток и используют их для управления складом или транспортом. Это значит, что компании не нужно ломать то, что уже построено, - RFID можно добавить к существующим процессам, начиная с самых проблемных участков. Такой постепенный заход, как показывает практика, дает лучшую окупаемость, чем попытки внедрить технологию сразу везде.

Те, кто уже внедрил RFID, подтверждают: настоящий эффект приходит не тогда, когда технология работает только на складе, а когда она охватывает всю цепочку целиком - от того, как товар принимают, до того, как его отгружают и везут. Если же ограничиться одним участком, возникает то, что в логистике называют цифровым разрывом: где-то информация обновляется в реальном времени, а где-то - с задержками или вообще не обновляется. Только комплексный подход способен создать единое информационное пространство, где все участники процесса видят одну и ту же актуальную картину и принимают решения не на основе вчерашних сводок, а исходя из текущих данных.

Технические аспекты и типы RFID-меток. Взять хотя бы крупные маркетплейсы. У них через склады ежедневно проходят сотни тысяч товарных наименований - без автоматической идентификации там просто не справиться. Именно RFID дает возможность обрабатывать такие гигантские объемы с приемлемой скоростью и точностью. Отдельные игроки уже перешли к тому, что метку получает каждая единица товара. Это полностью исключает ручной пересчет и сводит к минимуму потери от пересортицы или краж.

Сама технология держится на трех китах: метка, считыватель и антенна. Метка передает данные по радиоканалу. Они бывают пассивные - без батареек, живут за счет энергии поля считывателя, и активные - с питанием, которое позволяет считывать их на большом расстоянии. Выбор зависит от задачи: внутри склада чаще берут пассивные, для контроля дальних перевозок - активные.

При выборе конкретного типа меток приходится учитывать целый ряд факторов. Пассивные дешевле, меньше размером и не требуют замены батареек - их хватает на весь срок службы товара или упаковки. Но у них ограничен радиус действия, и для считывания нужен достаточно мощный сигнал считывателя. Активные метки, наоборот, могут передавать сигнал на десятки метров и даже сами инициировать передачу данных, но они дороже, крупнее и требуют обслуживания. Есть еще полупассивные варианты, которые используют батарейку только для питания сенсоров (например, датчика температуры), а для связи со считывателем берут энергию из его поля. Это золотая середина для тех, кому нужен мониторинг состояния, но не требуется постоянная активная передача.

Главное отличие от штрихкода в том, что RFID-метка умеет не только хранить информацию, но и дописывать новую. Это дает возможность вести историю объекта: фиксировать, при какой температуре его везли, не трясли ли, не вскрывали ли. Для продуктов питания, лекарств, опасных грузов это критично. Если по пути случилось нарушение режима, метка об этом расскажет, и получатель сможет решить - брать такой груз

или возвращать. На рисунке 1 как раз показано, как все эти элементы связаны между собой и как движется информация [4].

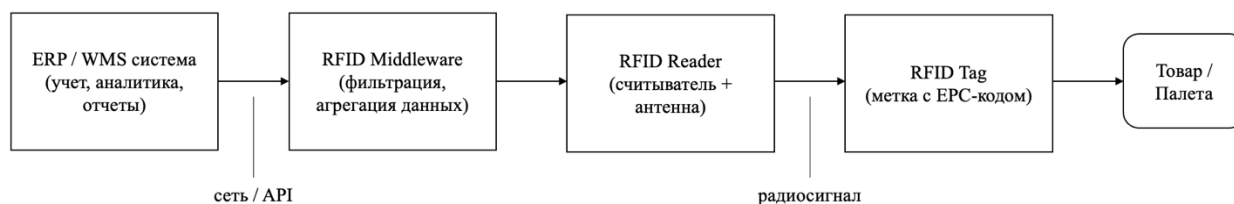


Рисунок 1 – Общий принцип функционирования RFID-системы

Представленная схема наглядно показывает главное достоинство RFID: данные о грузе уходят в систему сами, без участия человека и без необходимости «светить» метку сканером в упор. Именно это свойство позволяет уйти от учета по факту (пришел-ушел) и перейти к постоянному мониторингу - груз виден на всем пути, а не только в точках контроля.

Тенденции развития технологий идентификации. Технологии не стоят на месте: метки становятся меньше и дешевле. Уже сейчас есть решения, которые наносятся прямо на упаковку или даже встраиваются в нее. Это значит, что контролировать можно не только паллеты или коробки, но и каждую отдельную единицу товара. Для розницы, например, такие метки открывают дорогу к полной автоматизации выкладки и контролю сроков годности - система сама подскажет, что пора списывать или перекладывать.

В последнее время появляются и вовсе необычные решения. Например, метки, которые можно печатать прямо на картонной упаковке, без отдельного носителя. Или метки на тканевой основе, которые вшиваются в многооборотную тару и выдерживают множество стирок и циклов использования. Для фармацевтики разрабатываются метки с индикаторами, которые меняют цвет, если была нарушена температура хранения - это дублирующий визуальный контроль на случай, если электронное считывание по какой-то причине невозможно. Разнообразие решений растет, и у логиста появляется все больше возможностей выбрать именно то, что нужно для конкретной задачи.

Снижению стоимости способствует и развитие печатных технологий. Сегодня компания может купить принтер и печатать метки у себя, не дожидаясь поставок от сторонних производителей. Это особенно удобно там, где ассортимент большой и грузы приходят постоянно. А печатная электроника с токопроводящими чернилами и вовсе обещает сделать метки одноразовыми и дешевыми настолько, что их можно будет клеить даже на недорогой товар. Чем дальше, тем доступнее становится технология [5].

Результаты внедрения и практическая значимость

Количественные показатели эффективности. Если говорить о конкретных эффектах, то цифры говорят сами за себя. Приемка товара с RFID идет на 70–80% быстрее - паллета сканируется целиком, а не поштучно, и система сразу видит, все ли совпадает с документами. Ошибки, связанные с человеческим фактором, уходят в прошлое. Инвентаризация перестает быть событием, ради которого останавливают склад: стеллажи со встроенными считывателями или ручные терминалы позволяют вести учет постоянно, не отвлекая людей от работы [3].

Статистика подтверждает: там, где внедрили RFID, время на инвентаризацию сокращается в 5–10 раз, а точность учета вырастает до 99,9%. Для традиционных методов погрешность в 3–5% считается нормой, но для крупного распределительного центра это выливается в миллионные потери из-за ошибок в закупках и списаниях. С RFID таких проблем нет.

Компании, которые уже прошли этот путь, говорят: инвентаризация из разовой кампании с остановкой склада превращается в непрерывный фон, который вообще не требует дополнительных ресурсов. Для складов с сотнями тысяч позиций это не просто экономия времени, а совсем другой уровень управления. Система в любой момент точно знает, что и где лежит, даже если кладовщик положил груз не туда - метка все равно выдаст его местоположение. Это снимает массу проблем и позволяет оптимизировать заказы поставщикам, не держа лишних запасов.

Исследования показывают: страховые запасы можно сократить на 20–30%, если точно знать, что реально есть на складе. Это прямые деньги, которые не замораживаются в товаре, а работают на развитие бизнеса. Точность учета, близкая к 100%, исключает пересортицу и технические потери - особенно ценно это на крупных складах, где даже малая ошибка аукнется серьезными финансовыми потерями. К тому же система сама может подсказать, куда лучше положить товар, исходя из того, как часто его берут.

Контроль качества и управление оборотной тарой. RFID решает и задачи контроля качества. Например, продукты с ограниченным сроком годности - система отслеживает остаток времени и вовремя сигнализирует, что товар пора пускать в продажу, пока он не испортился. Для сетевого ритейла, где списания «просрочки» бьют по бюджету, это огромный плюс.

На отгрузке RFID-ворота фиксируют выход товара автоматически, а если добавить GPS, можно следить не просто за машиной, а за каждой коробкой внутри нее. То же касается поддонов и контейнеров - их движение становится прозрачным, потери сокращаются, простой оборудования уходит в прошлое. Все больше логистических компаний видят в RFID инструмент, который позволяет видеть товар от входа на склад до выдачи клиенту [4].

Особый разговор - возвратная тара. В пищевке или напитках затраты на поддоны и контейнеры - весомая часть бюджета. Маркировка их метками дает полный контроль: где тара, сколько ее, кто держит дольше положенного. Известны случаи, когда внедрение RFID только на оборотке окупалось за год за счет того, что кражи и потери уходили в ноль.

Кстати, о кражах. В ряде отраслей, особенно в пищевке, поддоны и контейнеры - это, по сути, расходник. Формально они числятся как возвратная тара, но на практике часто оседают у клиентов: идут на хозяйственные нужды, просто выбрасываются или пропадают неизвестно где. Метка в этой ситуации работает как электронный сторож: она фиксирует, кому и когда была отгружена тара, а система сама напоминает, что пора возвращать. В итоге потери сокращаются до минимума, а у службы логистики появляется рычаг воздействия на тех контрагентов, кто затягивает возврат.

По некоторым оценкам, в отдельных сегментах рынка ежегодные потери оборотной тары доходят до 15–20%. После перехода на RFID этот показатель снижается кардинально - каждая единица тары становится видимой, и система видит каждый ее шаг. Отслеживание перемещений в реальном времени даёт не только контроль сохранности, но и аналитику: где тара простаивает, какие маршруты неоправданно длинные, где происходит накопление излишков. Эти данные напрямую помогают оптимизировать логистику и сокращать издержки.

Реальный опыт компаний подтверждает: контроль оборотной тары с помощью RFID дает эффект, выходящий далеко за рамки простого сокращения потерь. Когда система точно знает, сколько пустых поддонов находится в каждом конкретном месте и где они нужны в данный момент, появляется возможность выстраивать маршруты их возврата без лишних пробегов. Транспорт везет тару не «куда-то», а точно по адресу, где она требуется, а значит, снижаются и затраты на топливо, и амортизация, и время простоев.

По сути, с RFID прозрачность логистики выходит на принципиально иную ступень - вместо констатации фактов приходит понимание процессов. Штрихкод просто фиксирует, что товар прошел контрольную точку. RFID же позволяет заглянуть глубже: сколько груз простоял в зоне приемки, не выходила ли температура за допустимые пределы, не было ли

ударных воздействий. В мультимодальных перевозках, где ответственность переходит от одного перевозчика к другому, такая сквозная видимость становится единственным способом гарантировать, что груз не выпадет из поля зрения и дойдет до получателя в целости [1].

Самое ценное в RFID - это не столько сам факт отслеживания, сколько поток данных, который поступает в систему непрерывно. Анализируя его в реальном времени, компания получает возможность видеть логистику в динамике: где скорость падает, где ресурсы простаивают, где маршруты можно сократить. Это уже не просто контроль, а полноценная база для принятия управленческих решений.

Накопление больших данных о движении товаров открывает возможности для применения методов искусственного интеллекта и машинного обучения. Анализируя исторические данные о перемещениях грузов, времени прохождения контрольных точек, задержках и отклонениях, можно строить прогнозные модели и оптимизировать маршруты. В перспективе это позволит перейти к полностью автономному управлению логистическими процессами, где решения принимаются автоматически на основе данных с RFID-меток.

Заключение

Споры об экономической целесообразности RFID не утихают до сих пор. Действительно, для многих компаний, особенно работающих с недорогим товаром, затраты на метки и оборудование выглядят пугающе высокими. Здесь работает простое правило: технология должна окупаться масштабом. Чем больше грузопоток и чем выше стоимость груза, тем быстрее вложения вернутся. Хорошая новость в том, что цены на компоненты постепенно снижаются, а технологии печати меток становятся доступнее - все это постепенно открывает дорогу RFID в сегмент среднего и даже малого бизнеса. Немалую роль играет и софт: современное программное обеспечение уже не требует сложной и дорогой настройки, его можно гибко адаптировать под реальные задачи предприятия без лишних затрат.

Еще один камень преткновения - совместимость. Оборудование одних производителей не всегда дружит с устройствами других, а единых стандартов до сих пор нет. Компаниям приходится внимательно выбирать поставщиков, чтобы потом не столкнуться с тем, что отдельные части системы не хотят работать вместе. Но и здесь ситуация меняется: международные стандарты постепенно выравнивают поле, делая технологию более универсальной и доступной.

При всем при этом можно смело утверждать: там, где RFID внедрен, прозрачность логистики вырастает кратно. Грузопотоки видны как на ладони, учет ускоряется, а ошибки, связанные с человеческим фактором, уходят в прошлое. До тотального распространения технологии, конечно, еще далеко - мешают и цена, и неразбериха со стандартами, и вопросы безопасности. Но общий вектор понятен: цифровизация и Интернет вещей делают свое дело, и интерес к RFID будет только расти. Чтобы технология стала по-настоящему массовой, предстоит еще много работы: нужны исследования, которые помогут точно просчитать выгоду, и понятные схемы интеграции RFID в уже работающие цифровые системы [3].

Отдельным направлением исследований должно стать изучение влияния RFID на качество обслуживания клиентов. Предварительные данные показывают, что компании, использующие RFID, могут предоставлять клиентам более точную информацию о статусе заказа, сокращать время обработки возвратов и быстрее реагировать на запросы. В условиях жесткой конкуренции на рынке логистических услуг это может стать важным конкурентным преимуществом, которое сложно измерить в деньгах, но которое напрямую влияет на лояльность клиентов.

Еще один важный аспект, который часто упускают из виду, - это влияние RFID на экологическую повестку. Прозрачная логистика позволяет сократить количество лишних перевозок, оптимизировать маршруты, снизить расход топлива и, соответственно, выбросы. Кроме того, точный учет запасов уменьшает объем товаров, которые портятся или

устаревают на складах и отправляются на утилизацию. В условиях, когда устойчивое развитие становится не просто модным словом, а требованием регуляторов и клиентов, RFID может сыграть заметную роль в «зеленой» трансформации логистики.

В долгосрочной перспективе можно прогнозировать, что RFID станет таким же стандартом де-факто для логистики, каким сегодня является штрихкод. Падение стоимости компонентов, развитие технологий печати меток и накопление успешных кейсов внедрения будут способствовать расширению применения технологии. Компании, которые уже сегодня инвестируют в RFID и выстраивают на его основе свои логистические процессы, получают значительное конкурентное преимущество за счет более высокого качества обслуживания и операционной эффективности.

Список литературы

1. Кегенбеков Ж.К. Принципы создания мультимодальных транспортно-логистических центров / Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова. – 2018. – № 3(47). – С. 499-504.
2. Копылов М.А.Ю Бурлаков В.В. Оптимизация и совершенствование бизнес-процессов в логистике на основе внедрения RFID-технологии / Цифровизация в социально-экономических системах: сборник докладов научно-практической конференции, Москва, 28 мая 2024 года. – Москва: МИРЭА - Российский технологический университет, 2025. - С. 266-273.
3. Гумберг Н.С. Программная реализация информационной системы складской логистики с использованием RFID-меток / Перспективы науки. – 2023. – № 8(167). – С. 28-31.
4. Сладкова А.Н. Применение радиочастотной идентификации RFID в современной логистике / Цифровая экономика глазами студентов: Материалы V Международной научной конференции, Казань, 16 мая 2025 года. – Казань: ИП Сагиев А.Р., 2025. – С. 1068-1071.
5. Хамзаев Д. И. Влияние технических характеристик меток на действие RFID технологий / Цифровые технологии в промышленности. – 2024. – Т. 2, № S4-1. – С. 131-135.
6. Джылышбаев М.Н., Аданбаев А.М. Роль стандартов и правил обеспечения соответствия требованиям электромагнитной совместимости для устройств iot (интернета вещей) / Известия КГТУ им. И.Раззакова. - 2024. - №2 (70) – стр. 497 – 502.
7. Исакова Н.Н., Тен И.Г., Мусина И.Р. Оптимизация логистических процессов в подсистеме управления доставкой товаров / Известия КГТУ им. И.Раззакова. – 2023.- №4 (68). – стр. 1764 – 1772.

ОБЩЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

УДК 327.56:327.7

Бапиев А.С., Толобаев М.Ш.

И.Раззаков ат. КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы
КГТУ им.И.Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика

A.S. Bapiev, M.H.Tolobaev

I. Razzakov KSTU, Bishkek, Kyrgyz Republic
bapievakmat@gmail.com mtolobaev.m@ail.ru

НОВЫЕ ВЫЗОВЫ И СИСТЕМА МЕЖДУНАРОДНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

ЖАҢЫ КОРКУНУЧТАР ЖАНА ЭЛ АРАЛЫК КООПСУЗДУК СИСТЕМАСЫ

NEW CHALLENGES AND THE INTERNATIONAL SECURITY SYSTEM

Макала эл аралык укуктун жана эл аралык коопсуздуктун негизги принциптерин тутумдаштырат (систематизациялайт) жана чечмелейт. Экинчи дүйнөлүк согуштан кийинки мезгилдеги эл аралык мамилелердин эволюциясына жана глобалдык коопсуздуктун түзүмүнө комплекстүү талдоо жүргүзүлгөн. СССРдин кулашынын натыйжасында геосаясий мейкиндиктин деструкцияланышына (бөлүнүп-жарылышына), ошондой эле бул тарыхый окуянын азыркы коопсуздук архитектурасына тийгизген таасирин баалоого өзгөчө көңүл бурулган. Евроатлантикалык өз ара аракеттенүү контекстинде АКШнын заманбап америкалык-европалык мамилелеринин мүнөзүн аныктоочу тышкы жана тарифтик саясатынын негизги векторлору изилденген. Жакынкы Чыгыштагы куралдуу кагылышууларды талдоонун негизинде эл аралык укук ченемдерин бузуу прецеденттери аныкталып, классификацияланган. Корутундусунда БУУну институционалдык реформалоонун зарылдыгы негизделип, заманбап глобалдык чакырыктардын шарттарында эл аралык коопсуздук тутумун чыңдоонун стратегиялык багыттары сунушталган.

Ачкыч сөздөр: эл аралык укук, эл аралык коопсуздук тутуму, эл аралык укуктун принциптери, эл аралык мамилелер, дүйнөлүк саясат, куралдуу кагылышуу, институционалдык реформалоо, коопсуздукка коркунучтар, мамлекеттик эгемендүүлүк.

В статье систематизированы и интерпретированы основополагающие принципы международного права и международной безопасности. Проведен комплексный анализ эволюции международных отношений и структуры глобальной безопасности в послевоенный период (после Второй мировой войны). Особое внимание уделено деструкции геополитического пространства вследствие распада СССР, а также оценке влияния данного исторического события на современную архитектуру безопасности. В контексте евроатлантического взаимодействия исследованы ключевые векторы внешней и тарифной политики США, определяющие характер современных американо-европейских отношений. На основе анализа вооруженных конфликтов на Ближнем Востоке выявлены и классифицированы прецеденты нарушения норм международного права. В заключении обоснована необходимость институционального реформирования ООН и предложены стратегические направления укрепления системы международной безопасности в условиях современных глобальных вызовов.

Ключевые слова: международное право, система международной безопасности, принципы международного права, международные отношения, мировая политика, вооруженный конфликт, институциональное реформирование, угрозы безопасности, государственный суверенитет.

The article systematizes and interprets the fundamental principles of international law and international security. A comprehensive analysis of the evolution of international relations and the global security structure in the post-WWII period is conducted. Particular attention is paid to the destruction of the geopolitical space resulting from the dissolution of the USSR, as well as to the assessment of this historical event's impact on the contemporary security architecture. In the context of Euro-Atlantic interaction, the key vectors of US foreign and tariff policies determining the nature of modern American-European relations are examined. Based on the analysis of armed conflicts in the Middle East, precedents of violations of international law norms are identified and classified. In conclusion, the necessity of institutional reform of the UN is substantiated, and strategic directions for strengthening the international security system in the face of contemporary global challenges are proposed.

Key words: international law, international security system, principles of international law, international relations, world politics, armed conflict, institutional reform, security threats, state sovereignty.

Введение

Современная архитектура международной безопасности сформировалась по итогам Второй мировой войны, став базисом для создания Организации Объединенных Наций (ООН), призванной играть ключевую роль в поддержании глобальной стабильности. Нормативно-правовой фундамент данной системы составили основополагающие принципы международного права, получившие свое дальнейшее развитие и закрепление в Хельсинкском Заключительном акте 1975 года. В соответствии с Уставом ООН, к числу императивных норм (*jus cogens*), определяющих стабильность миропорядка, относятся:

- суверенное равенство государств, постулирующее эквивалентность прав и обязанностей всех субъектов международного общения;
- добросовестное выполнение международных обязательств (*pacta sunt servanda*), выступающее гарантом стабильности межгосударственных соглашений;
- мирное разрешение споров, предписывающее урегулирование любых межгосударственных противоречий исключительно в дипломатическом поле;
- неприменение силы или угрозы силой, накладывающее абсолютный запрет на посяательства против политической независимости и территориальной целостности суверенных акторов;
- невмешательство во внутренние дела, исключаяющее любые формы внешнего давления на внутривнутриполитические процессы государств;
- территориальная целостность и нерушимость границ, фиксирующие легитимность существующих рубежей и недопустимость насильственного отторжения территорий;
- равноправие и самоопределение народов, гарантирующие право наций на суверенный выбор модели политического, экономического и социокультурного развития.
- уважение прав человека и основных свобод, детерминирующее обязанность государств соблюдать фундаментальные гражданские и политические свободы, закрепленные во Всеобщей декларации прав человека, и предполагающее активное межгосударственное сотрудничество в гуманитарной сфере.

Хельсинкский Заключительный акт сыграл ключевую роль в интенсификации сотрудничества между странами. Как отмечает Р. А. Чебанян: «Хельсинкское соглашение 1975 г. позволило выявить и закрепить существующее положение дел в Европе и четко

обозначить действующие рамки мирного регулирования в отношениях между Западом и Востоком. Сама Европа на 15 лет стала стабильной и мирной (вплоть до печальных событий в Югославии в 1991 г.), а соперничество между СССР и США перешло на периферию» [1].

Данные принципы стали результатом переосмысления опыта Второй мировой войны — самого разрушительного конфликта в истории человечества, унесшего более 60 миллионов жизней. В послевоенный период ключевая роль в определении контуров нового миропорядка принадлежала державам-победительницам: США, СССР и Великобритании. По их инициативе в 1945 году была создана Организация Объединенных Наций (ООН), ставшая институциональным ядром системы международной безопасности.

Однако Фултонская речь У. Черчилля ознаменовала начало холодной войны — глобального противостояния между Востоком и Западом. Данная конфронтация закономерно привела к формированию Североатлантического альянса (НАТО) в 1949 году и, в качестве ответной меры, Организации Варшавского договора (ОВД) в 1955 году. Руководство этими военно-политическими блоками осуществляли две сверхдержавы — США и СССР.

Обсуждение

С середины XX века вплоть до 1991 года мировая система являлась биполярной, где глобальные процессы интерпретировались сквозь призму стратегических интересов двух противоборствующих полюсов. Несмотря на жесткое идеологическое противостояние, конструктивный межгосударственный диалог сохранялся на различных уровнях. Стабильность системы опиралась на паритет сил — в частности, ядерный баланс (примерно по 1600 развернутых стратегических боеголовок у каждой из сторон), выступавший мощным фактором сдерживания. При этом оба актора регулярно использовали трибуну ООН для легитимации своих внешнеполитических шагов и урегулирования межгосударственных противоречий. Основопологающие принципы международного права и сотрудничества не подвергались сомнению, а при эгиде ООН эффективно разрешались сложнейшие узлы мировой политики. Глобальная арена характеризовалась относительной стабильностью и предсказуемостью, базирующейся на консенсусе сверхдержав.

Ситуация кардинально трансформировалась после распада СССР, в результате чего США обрели статус единственной гипердержавы. Утрата прежнего баланса сил деструктивно отразилась на дееспособности ООН и иных международных институтов в сфере поддержания мира. В 1990-е годы Организация не сумела предотвратить оккупацию Кувейта Ираком и эскалацию этнополитического конфликта в Югославии. Восстановление нарушенных норм международного права и региональной стабильности потребовало значительных усилий мирового сообщества, включая применение принудительных силовых мер (под эгидой коалиций во главе с США) для освобождения Кувейта и стабилизации ситуации на Балканах.

В экспертном сообществе констатируется затяжной кризис институтов глобального управления и назревшая необходимость реформирования ООН. В связи с этим А. Ю. Ованесян подчеркивает: «В настоящее время не только специалисты-международники, но и представители неправительственных организаций выдвигают идеи коренной реформы ООН и радикального пересмотра ее Устава... На данный момент большинство государств — членов ООН поддерживают реформу Совета Безопасности, а их разногласия сводятся к вопросу о путях и методах ее осуществления» [2].

Основными направлениями модернизации Организации должны стать повышение оперативности принятия решений и создание действенных механизмов их имплементации. Особую остроту приобретает проблема низкой обязательности исполнения резолюций ООН, обусловленная дефицитом эффективного инструментария контроля. Именно на преодоление этих системных изъянов направлены актуальные инициативы Генерального секретаря ООН А. Гутерриша по реформированию институциональной структуры Организации [3].

На сегодняшний день США удерживают статус не только ведущей военной державы, но и крупнейшей экономики мира, что обуславливает их определяющее влияние на глобальные социально-экономические и политические процессы. Степень вовлеченности десятков государств в торговые и финансово-инвестиционные отношения с Вашингтоном детерминирует высокую степень их взаимозависимости.

Следует констатировать, что если в предшествующие периоды внешнеполитический курс США в целом демонстрировал приверженность базовым принципам международного права, способствуя относительной стабильности системы, то с приходом администрации Д. Трампа ландшафт мировой политики претерпел существенную дестабилизацию. Период повышенной «турбулентности» ознаменовался разворачиванием масштабных «тарифных войн». Протекционистские меры новой администрации, выразившиеся в одностороннем повышении ввозных пошлин (в диапазоне от 10% до 50%), затронули широкий круг государств. Несмотря на затяжной переговорный процесс, повлекший за собой частичные уступки, данные меры деструктивно отразились на традиционных торгово-экономических партнерах США, включая Мексику, Канаду и страны Европейского союза. Подобный шаг можно охарактеризовать как проявление фискально-экономического одностороннего подхода (унилатерализма), нарушившего многолетний консенсус прежних американских администраций с ключевыми бенефициарами международной торговли. Несмотря на то, что впоследствии Верховный суд США признал данные тарифные инициативы исполнительной власти неправомерными, это не привело к полной регенерации прежнего уровня доверия в межгосударственных отношениях.

Дальнейшая эскалация напряженности переместилась в геополитическую плоскость, затронув вопрос суверенитета над Гренландией — международно признанной территорией Королевства Дания. Инициативы американского руководства по интеграции острова под предлогом обеспечения национальной безопасности США встретили жесткое дипломатическое сопротивление со стороны Копенгагена и властей самой Гренландии. Данная позиция была солидарно поддержана государствами ЕС, выступившими в защиту территориальной целостности Дании. Парадоксальность ситуации заключается в том, что данный латентный конфликт развернулся внутри единого военно-политического блока (НАТО). Данный беспрецедентный кейс требует осмысления в широком международно-правовом контексте, поскольку он затрагивает императивные принципы нерушимости границ и уважения государственного суверенитета, демонстрируя попытку ревизии территориального статуса суверенного субъекта вопреки его воле.

Официальные аргументы Вашингтона апеллировали к активизации присутствия российских и китайских военно-морских сил в арктическом регионе, что якобы формирует «угрозу с севера». Однако независимые эксперты и верифицированные данные мониторинга не подтверждают аномального роста военной активности РФ и КНР в акватории Гренландии. Очевидно, что интерес Москвы и Пекина к региону носит преимущественно экономический характер и связан с долгосрочным освоением ресурсного потенциала Арктики (в частности, запасов углеводородов и редкоземельных элементов). При этом военно-техническое присутствие США в Гренландии носит перманентный характер со времен Второй мировой войны; в рамках двусторонних соглашений 1950-х годов Дания предоставляет в аренду территорию под американские военные объекты (в частности, авиабазу Туле /Питуффик). В сложившихся условиях Копенгаген выражает готовность к пролонгации аренды и модернизации инфраструктуры в интересах Североатлантического альянса, однако категорически исключает любые формы ущемления своего суверенитета над островом. В настоящее время обсуждение данного вопроса стагнирует, а европейские члены НАТО пытаются выработать компромиссные механизмы деэскалации.

Аналитики сходятся во мнении, что трансатлантические отношения переживают глубокий институциональный кризис. На протяжении десятилетий европейские государства развивались в рамках концепции «социального государства» (Welfare State) под

американским «ядерным зонтиком», что позволяло им минимизировать оборонные расходы (в пределах 1–2% от ВВП) и перераспределять бюджетные средства в пользу социальных программ, здравоохранения и страхования, обеспечивая уровень и качество жизни населения, превосходящие аналогичные показатели в США. Требования новой американской администрации о необходимости увеличения оборонных бюджетов европейских стран до 5% от ВВП и переходе к самообеспечению в сфере безопасности знаменуют трансформацию доктрины США: переход от роли безоговорочного лидера («авангарда») к статусу одного из равноправных партнеров в контуре коллективной обороны.

Однако наиболее тектонические сдвиги произошли в аксиологической (ценностной) сфере, что вызвало наибольшую обеспокоенность европейских элит. Традиционный трансатлантический консенсус, базирующийся на общности демократических ценностей, прав человека, свободы слова и верховенства международного права, подвергается сомнению со стороны официальных лиц США. В частности, жесткая менторская критика со стороны Белого дома в адрес миграционной политики ЕС, обвинения европейских институтов в блокировании правых политических сил и нарушении свободы слова — что было отчетливо артикулировано вице-президентом США Джей Ди Вэнсом в ходе Мюнхенской конференции по безопасности 2025 года [4] — продемонстрировали глубокий ценностный раскол между союзниками.

Симптоматичным ответом на данные вызовы стало выступление канцлера Германии Ф. Мерца на последующей Мюнхенской конференции, где он подверг критике гегемонистские амбиции США как источник дестабилизации международной безопасности. Немецкий лидер обосновал необходимость формирования нового многополярного миропорядка, базирующегося на паритетных началах, взаимном уважении и доверии. В рамках данной парадигмы консолидированная и стратегически автономная Европа должна выступить архитектором обновленной системы международных отношений, опирающейся не на право силы, а на силу права [5].

В современных условиях деструкции прежних институциональных оснований миропорядка особый интерес представляет позиция премьер-министра Канады М. Карни, озвученная на Всемирном экономическом форуме в Давосе. Канадский лидер констатировал демонтаж прежней системы и призвал средние державы к консолидации для защиты национальных интересов от экспансии глобальных акторов. Согласно его оценке, «великие державы начали использовать экономическую интеграцию в качестве оружия, тарифы — в качестве рычага воздействия, финансовую инфраструктуру — в качестве средства принуждения, а цепочки поставок — в качестве уязвимых мест, которые можно использовать в своих интересах» [6]. События 28 февраля 2026 года ознаменовали вхождение международной системы в фазу критической турбулентности. Массированные авиаудары, нанесенные вооруженными силами США и Израиля по стратегическим объектам Ирана, привели в первые же часы к ликвидации высшего руководства страны, что фактически заложило основу для развертывания Третьего конфликта в Персидском заливе. В качестве официального *casus belli* Белый дом выдвинул тезис о необходимости купирования прямых угроз региональной и глобальной безопасности со стороны Тегерана.

Стоит отметить, что генезис американо-иранского противостояния восходит к Исламской революции 1979 года, после которой внешнеполитическая доктрина Ирана приобрела выраженный антиамериканский и антиизраильский вектор. В последующие десятилетия Иран последовательно диверсифицировал свои внешнеэкономические связи. Однако ситуация радикально обострилась в связи с развитием иранской ядерной программы и деятельностью по обогащению урана до оружейного уровня. Попытки интеграции Ирана в правовое поле Договора о нераспространении ядерного оружия (ДНЯО) силами западных государств оказались неэффективными, что повлекло за собой введение жестких секторальных санкций. Дипломатические усилия, предпринимавшиеся в последнее время при посредничестве Омана, были направлены на выработку компромиссного соглашения по

ограничению ядерных разработок Тегерана. Тем не менее затяжной характер переговоров и отсутствие весомых результатов, по всей видимости, привели Вашингтон к выводу о бесперспективности мирного трека, результатом чего стало переводение конфликта в плоскость силового сценария.

Согласно официальным заявлениям Белого дома, заявленные цели военной операции носят ограниченный характер и включают ликвидацию военно-морского потенциала Ирана, его пусковых установок и арсеналов баллистических ракет, инфраструктуры по производству БПЛА, а также объектов ядерного цикла [7]. В то же время характер ударов по центрам принятия решений и правительственным институтам указывает на наличие латентной стратегической цели — форсирования транзита власти (смены режима). С позиций западной политической культуры данный подход позиционируется как рациональный инструмент демократизации, предполагающий, что после демонтажа институтов авторитаризма внутренние оппозиционные силы переформируют государственную систему. Однако прогнозирование траектории внутривнутриполитических процессов в условиях масштабной войны сопряжено с высокой неопределенностью. Хотя в январе 2026 года на фоне девальвации риала и ухудшения макроэкономических показателей в Иране прошли массовые социальные протесты с политическими требованиями, жестко подавленные силовым аппаратом, отсутствие легальных оппозиционных партий, структурированных движений и признанных лидеров делает исход потенциального внутреннего транзита непредсказуемым.

Исторический опыт свидетельствует о том, что инициация военных действий сопряжена с рисками их неконтролируемого затягивания. Высокая интенсивность современных вооруженных конфликтов исключает возможность точного математического моделирования всех последствий, в связи с чем неизбежно страдает гражданская инфраструктура. В зону поражения оказались вовлечены не только территории Ирана и Израиля, но и арабские государства Персидского залива, на территории которых развернуты американские военные объекты.

Макроэкономические последствия данного кризиса носят деструктивный характер: приостановка работы нефтеперерабатывающих мощностей в регионе и фактическая блокировка Ормузского пролива, через который осуществляется транзит до 20% мировых объемов нефти и сжиженного природного газа (СПГ), спровоцировали резкий рост мировых цен на энергоносители. В данных обстоятельствах европейские государства солидарно выступают за немедленную деэскалацию и возобновление дипломатического диалога. Для ЕС данный конфликт стал фактором стратегической неожиданности. Европейские лидеры заявили об отказе от прямого участия в военных операциях против Ирана, ограничив свою миссию обороной периметров собственных военных баз в регионе (в частности, суверенных баз Великобритании на Кипре).

Серьезную угрозу представляет интернационализация конфликта. Зафиксированные случаи падения иранских БПЛА на территории Турции и Азербайджана, повлекшие за собой разрушения гражданских объектов, создают объективные предпосылки для расширения географии войны. С учетом членства Анкары в НАТО и наличия двусторонних обязательств между Баку и Анкарой в сфере коллективной безопасности (Шушинская декларация), риск вовлечения новых государств существенно возрастает. Кроме того, конфликт напрямую затрагивает экономические интересы внешних акторов, глубоко интегрированных в финансовую систему арабских монархий Залива, прежде всего — Объединенных Арабских Эмиратов. Интенсивные ответные удары Ирана по инфраструктурным, туристическим и банковским объектам ОАЭ наносят прямой ущерб масштабным иностранным инвестициям и мирному населению, что вызывает глубокую обеспокоенность европейского сообщества [8].

Ключевой институциональной причиной участвовавших вооруженных конфликтов выступает кризис функциональности международных организаций и, в первую очередь, ООН. Эффективность Совета Безопасности ООН в сфере поддержания глобального мира

парализована эгоистическим использованием права вето пятью постоянными членами (США, РФ, КНР, Великобританией и Францией) в тех кейсах, которые затрагивают их непосредственные геополитические интересы. На эту системную уязвимость указывают К. Власова и В. Тимченко: «Другой проблемой, вызывающей большие трудности в эффективности ООН, — это наличие права вето у пяти постоянных членов Совбеза... государства — члены Совбеза стали пользоваться своим правом вето в личных эгоистических целях, иногда полностью парализуя деятельность СБ по отдельным вопросам» [9]. Более того, даже резолюции Генеральной Ассамблеи ООН, принимаемые абсолютным большинством голосов, остаются декларативными ввиду отсутствия наднациональных механизмов принудительной имплементации. Данный правовой вакуум стимулирует попытки создания альтернативных или параллельных структур глобального управления. Примером такой тенденции может служить учрежденный Д. Трампом «Совет мира», призванный аккумулировать усилия ограниченного круга лидеров государств для оперативного решения наиболее острых мировых проблем, включая урегулирование в секторе Газа [10].

Заключение

Современная система международной безопасности переживает глубочайший экзистенциальный кризис. На повестке дня стоит фундаментальный выбор вектора дальнейшего развития миропорядка: на основе силы права или на основе права силы. Несмотря на видимое доминирование силового унилатерализма, значительная часть государств мира по-прежнему ориентирована на примат международно-правовых норм. В противном случае неизбежна хаотизация системы международных отношений, экстраполирующая сценарий неосредневековья. Маловероятность реализации столь радикальной регрессии обусловлена наличием колоссального арсенала оружия массового поражения (ядерного, химического, биологического), а также высокой разрушительной способностью конвенциональных вооружений. Если цивилизационные, этические и конвенциональные регуляторы окажутся неэффективными, в силу должен вступить фундаментальный биологический закон — инстинкт коллективного самосохранения человечества. Единственной безальтернативной моделью выживания остается строгое соблюдение общепризнанных принципов и норм международного права, выработанных в ходе многовековой эволюции человеческой цивилизации.

Список литературы

1. Чебанян Р.А. Хельсинкский заключительный акт 1975 года: причины подписания и последствия. Историческая и социально-образовательная мысль. 2017. Том. 9. № 3. Часть 2. с.94.
2. Ованнисян А.Ю. Реформа Совета Безопасности ООН: основные сценарии и проблемы // Регион и мир, 2018, №2, с. 11, 13.
3. Более эффективная ООН: Генсек представил предложения по реформе организации // Новости ООН от 15 октября 2025 г. Welcome to the United Nations <https://news.un.org>
4. YouTube <https://www.youtube.com>vatch> Мюнхенская конференция по безопасности -.2025. Прямой эфир из Германии 14.02.25. @dwrussian.
5. YouTube <https://www.youtube.com>watch> LIVE MSC: Мерц, Макрон и другие мировые лидеры на Мюнхенской конференции по безопасности 2026.
6. BBC <https://www.bbc.com> Отдел новостей. Русская служба Би-Би-Си от 26 января 2026 г.
7. YouTube <https://youtu.be/8ifr-bVPu5o?si=Ty1pl8YuXVzDSZn8>.
Пресс-брифинг Белого дома от 5 марта 2026 г.

8. YouTube.Euronews по – русски Euronews.com <https://ru.euronews.com>

Новости дня от 2,3,5 марта 2026 г.

9. Власова К.В., Тимченко В.А.Реформа ООН и ее влияние на современную систему международных отношений//Вестник Томского государственного университета.2022.№476.с.126.

10. DW репортажи <youtube.com/c/dwussianreporter> DW.com <https://www.dw.com>

11. Новый элитарный клуб Трампа: зачем президент у США нужен Совет мира. от 22 января 2026 г.

ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА И МЕХАНИКА

УДК 627.8.09

Ким Э.А.

КР УИА Машина таануу, автоматика жана геомеханика институту
Бишкек, Кыргыз Республикасы
Институт машиноведения, автоматике и геомеханики НАН КР, Бишкек, Кыргызская
Республика

E.A. Kim

Institute of Mechanical Science, Automation and Geomechanics
of National academy of Sciences K.R., Bishkek, Kyrgyz Republic
elvenakim@mail.ru

ПРИНЦИПЫ СХЕМАТИЗАЦИИ ГРУНТОВ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ РАСЧЕТНОЙ ГЕОМЕХАНИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

ЭСЕПТИК ГЕОМЕХАНИКАЛЫК МОДЕЛЬ ТҮЗҮҮҮҮЧҮН ТОПУРАКТАРДЫ СХЕМАЛАШТЫРУУ НЕГИЗДЕРИ

PRINCIPLES OF SOIL SCHEMATICS FOR CONSTRUCTING A CALCULATION GEOMECHANICAL MODEL

Макалада ИГЭнин инженердик-геологиялык элементтерин РГЭнин эсептөөчү топурак элементтерине бириктирүү принцибинин негизинде эсептөө геомеханикалык моделин түзүү максатында топурактын инженердик-геологиялык схемасы каралат. Стьюденттин жана Фишердин критерийлеринин негизинде кыртыштын бекемдик касиеттерин статистикалык иштетүү аркылуу бир нече ИГЭлерди бириктирүү мүмкүнчүлүгү.

Топурактарды мындай схемалаштыруу чоңураак литологиялык секцияга, кенири үлгү алуу диапазонунда топурак сынагынын натыйжаларын статистикалык иштетүүгө жана натыйжада геотехникалык объектинин коопсуздугун ишенимдүү баалоого мүмкүндүк берет.

***Ачык сөздөр:** инженердик-геологиялык элемент, эсептелген топурак элементи, сыпаттама статистика, Стьюденттик критерий, Фишер критерийи, топурактын схемасы.*

В статье рассмотрена инженерно-геологическая схематизация грунтов с целью построения расчетной геомеханической модели, основанной на принципе объединения инженерно-геологических элементов ИГЭ в расчетные грунтовые элементы РГЭ. Проверка возможности объединения нескольких ИГЭ была произведена с помощью статистической обработки прочностных свойств грунтов на основе критериев Стьюдента и Фишера.

Такая схематизация грунтов позволяет укрупнить литологический разрез, а также обеспечить надежную оценку безопасности геотехнического объекта.

***Ключевые слова:** инженерно-геологический элемент, расчетный грунтовый элемент, описательные статистики, критерий Стьюдента, критерий Фишера, схематизация грунтов.*

The article considers the engineering-geological schematization of soils with the aim of constructing a computational geomechanical model based on the principle of combining

engineering-geological elements of the EGE into computational soil elements of the RGE. The possibility of combining several EGEs was tested using statistical processing of the strength properties of soils based on Student's and Fisher's criteria.

This schematization of soils allows for a larger lithological section, statistical processing of soil test results over a wider sampling range, and, consequently, a reliable assessment of the safety of a geotechnical facility.

Key words: engineering-geological element, calculated soil element, descriptive statistics, Student's criterion, Fisher's criterion, soil schematization.

Введение

За инженерно-геологический элемент ИГЭ принимают некоторый объем грунта одного и того же происхождения, подвида или разновидности при условии, что значения характеристик грунта изменяются в пределах элемента случайно (незакономерно) либо наблюдающаяся закономерность такова, что ею можно пренебречь [1].

За расчетный грунтовый элемент РГЭ принимают некоторый объем грунта не обязательно одного и того же происхождения, подвида или разновидности, в пределах которого нормативные и расчетные значения характеристик по условиям применяемого расчетного или экспериментального метода проектирования объекта могут быть постоянными или закономерно изменяющимися по направлению (чаще всего по глубине) [1,6].

Схематизация грунтов с выделением расчетных грунтовых элементов позволяет укрупнить литологический разрез, выполнить статистическую обработку результатов испытаний с более широким диапазоном выборки, а, следовательно, обеспечить надежную оценку безопасности геотехнического объекта.

Объектом исследования выбран участок проектируемого створа плотины на реке Нарын. В литологическом строении участка проектируемого строительства плотины принимают участие пылеватоглинистые грунты современного возраста, представленные просадочными суглинками и супесями, песчаными грунтами и галечниками с песчаным и супесчаным заполнителем.

Результаты исследования

На рисунке 1 представлена схема построения расчетной геомеханической модели объекта:

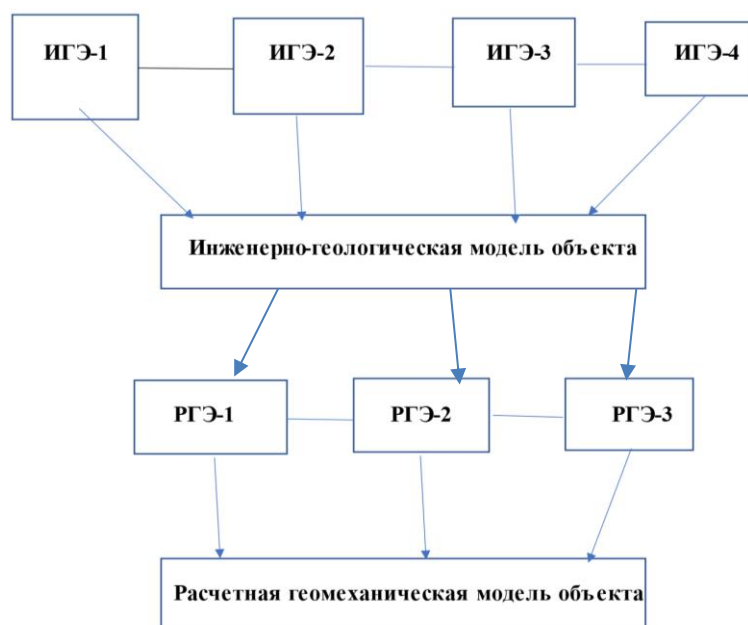


Рисунок 1 - Схема построения расчетной геомеханической модели объекта

Для оценки неоднородности грунтов, выделения ИГЭ, а при необходимости и РГЭ, и вычисления нормативных и расчетных значений характеристик грунтов необходимо провести статистическую обработку результатов испытаний. Для всех характеристик грунта вычисляют нормативные, а для характеристик, используемых в расчетах, и расчетные значения [2].

По результатам инженерных изысканий на участке проектирования было выделено 38 ИГЭ.

Цель данной работы - проверка возможности выделения РГЭ на основе объединенных ИГЭ, согласно нормативным документам [2].

Для проверки возможности объединения двух ИГЭ в один РГЭ используют критерии Стьюдента и Фишера. Критерий Стьюдента t показывает степень различия средних значений выборки, критерий Фишера F показывает однородны ли дисперсии.

Значения t_α принимают по статистическим таблицам при двусторонней доверительной вероятности $\alpha = 0,95$ для числа степеней свободы $K = n_1 + n_2 - 2$.

Значение F_α принимают по статистическим таблицам при доверительной вероятности $\alpha = 0,95$ для числа степеней свободы $K_1 = n_1 - 1$ и $K_2 = n_2 - 1$.

Два ИГЭ объединяют в один РГЭ, если одновременно выполняются условия [2]:

$$F < F_\alpha \quad \text{и} \quad t < t_\alpha$$

Статистический анализ на возможность объединения двух ИГЭ в РГЭ производился с помощью программ Excel и STATISTICA 10 [3-5]. В качестве характеристик грунтов первоначально были выбраны прочностные свойства – углы внутреннего трения φ и сцепление C , но в дальнейшем анализировались только углы внутреннего трения из-за недостаточности лабораторных данных по сцеплению грунтов.

Проверка возможности объединения ИГЭ проводилась на принципе однотипности наименования грунтов без учета детальности, например, небольшого разброса в процентном содержании обломочного материала или разной влажности и т.д.

В итоге анализировались 7 групп литологически однотипных грунтов, в пределах которых проверке возможности объединения подверглись 12 пар ИГЭ.

В данной статье для наглядности рассматривается анализ только трех пар ИГЭ: 8-13; 5-9 и 9а-13а.

Объединение ИГЭ-8 и ИГЭ-13. Супесь лессовидная, твердая, просадочная.

Таблица 1 – Исходные данные и описательные статистики ИГЭ-8 и ИГЭ-13

	1 Fi-8	2 C-8	3 Fi-13	4 C-13
1	20	0,007	20	0,008
2	18	0,003	21	0,007
3	18	0,006	19	0,006
4	19	0,006	20	0,007
5	18	0,010	21	0,006
6	19	0,008	21	0,005
7	18	0,008	19	0,009
8	21	0,010	19	0,005
9	21	0,005	21	0,005
10	20	0,009	18	0,007
11	21	0,010	20	0,010

Переменная	Описательные статистики (Таблица)					
	N набл.	Среднее	Минимум	Максим.	Ст.откл.	Козф.Вар.
Fi-8	11	19,36	18,00	21,00	1,286	6,64
C-8	11	0,01	0,00	0,01	0,002	29,09
Fi-13	11	19,91	18,00	21,00	1,044	5,25
C-13	11	0,01	0,00	0,01	0,002	22,19

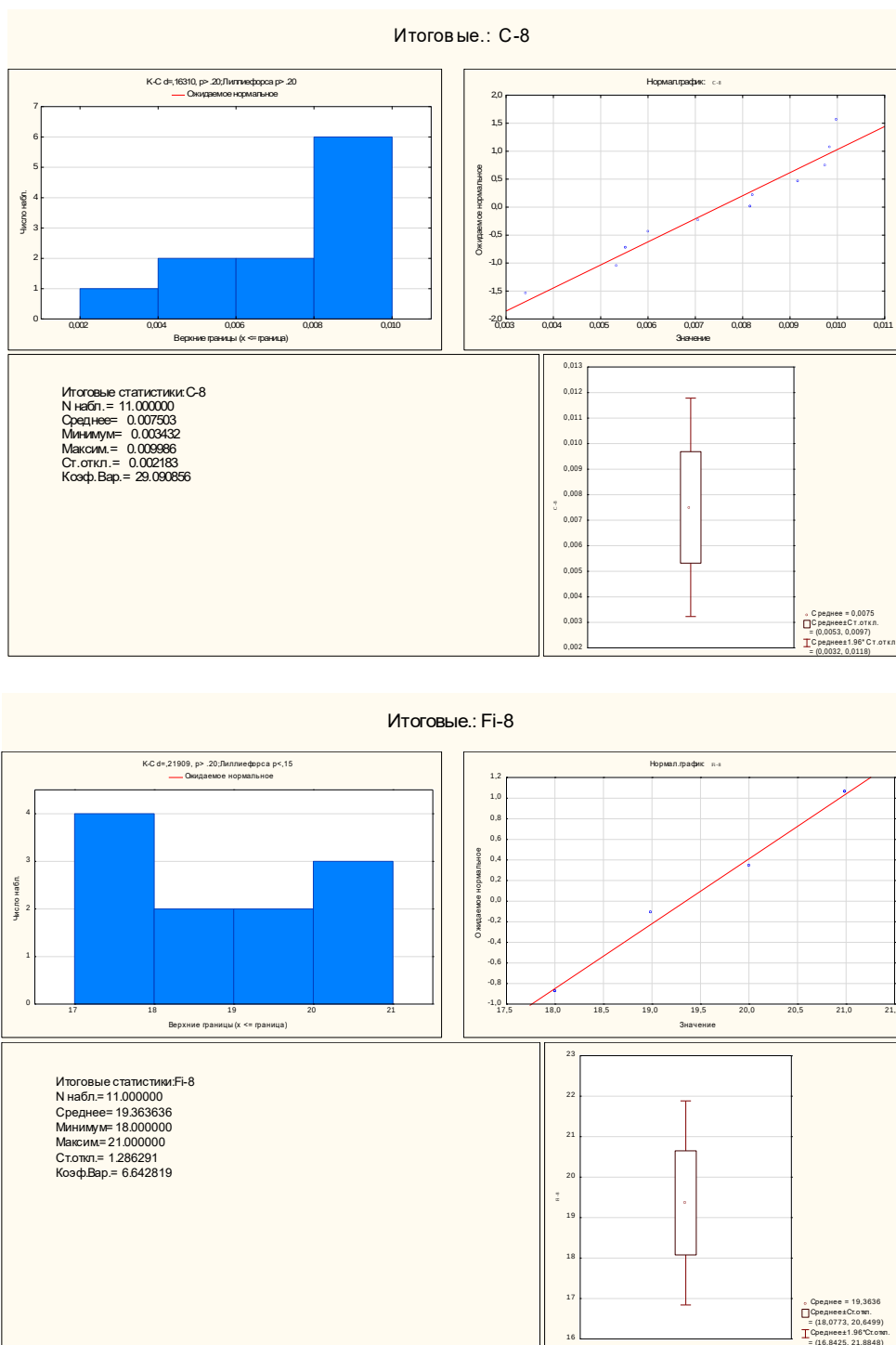


Рисунок 2 – Графики описательной статистики и распределения значений C и ф ИГЭ-8

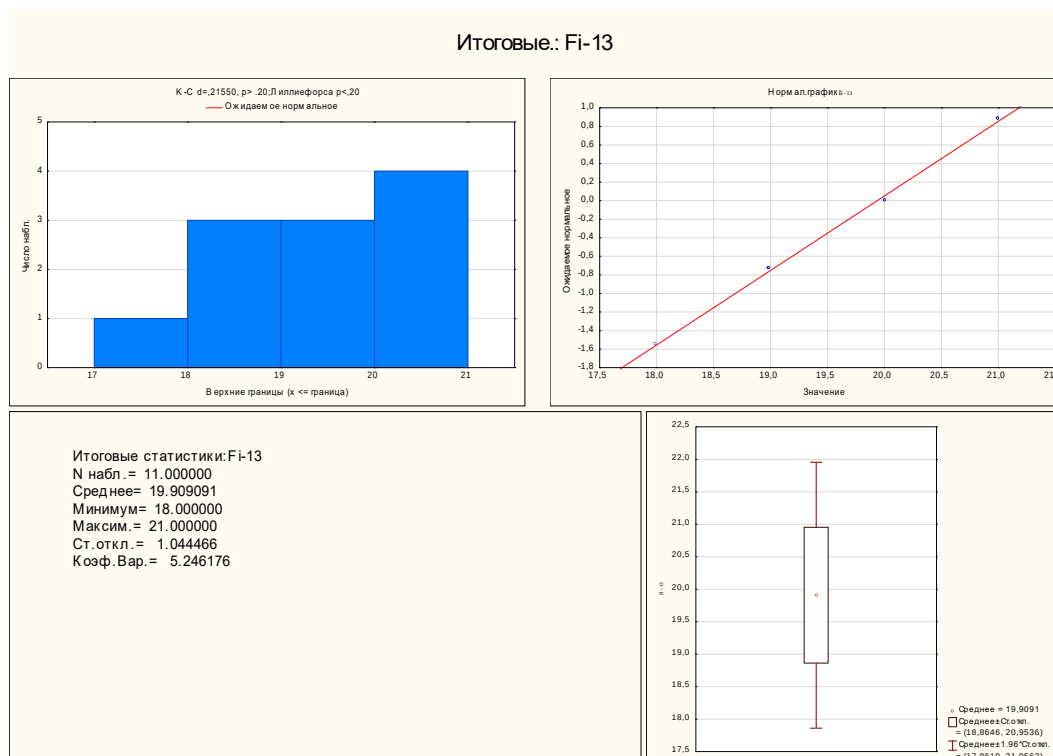
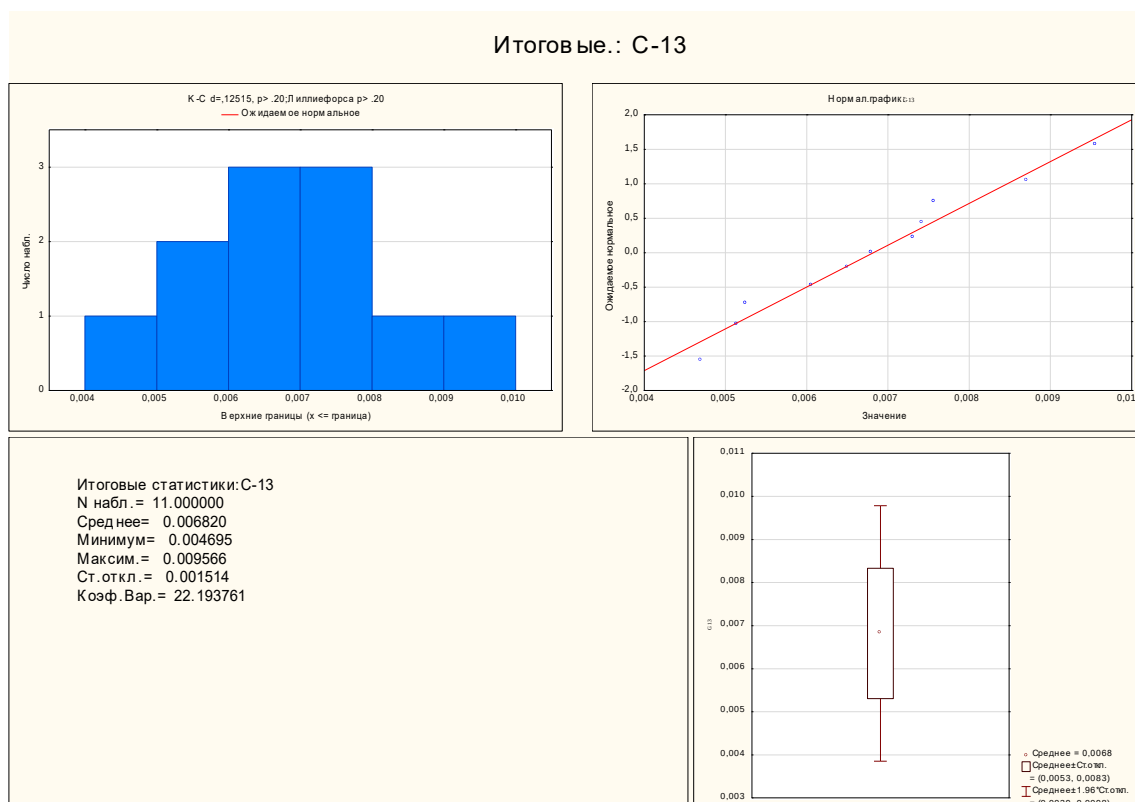


Рисунок 3 - Графики описательной статистики и распределения значений С и ф ИГЭ-13

По результатам расчетов получилось:

$$t_{8-13} = 1,05 \quad t_{\alpha} = 1,72 \text{ при числе степеней свободы } K=20.$$

$$F_{8-13} = 1.54 \quad F_{\alpha} = 2,97 \text{ при числе степеней свободы } K=10.$$

$$1,05 < 1,72 \quad \text{и} \quad 1,54 < 2,97$$

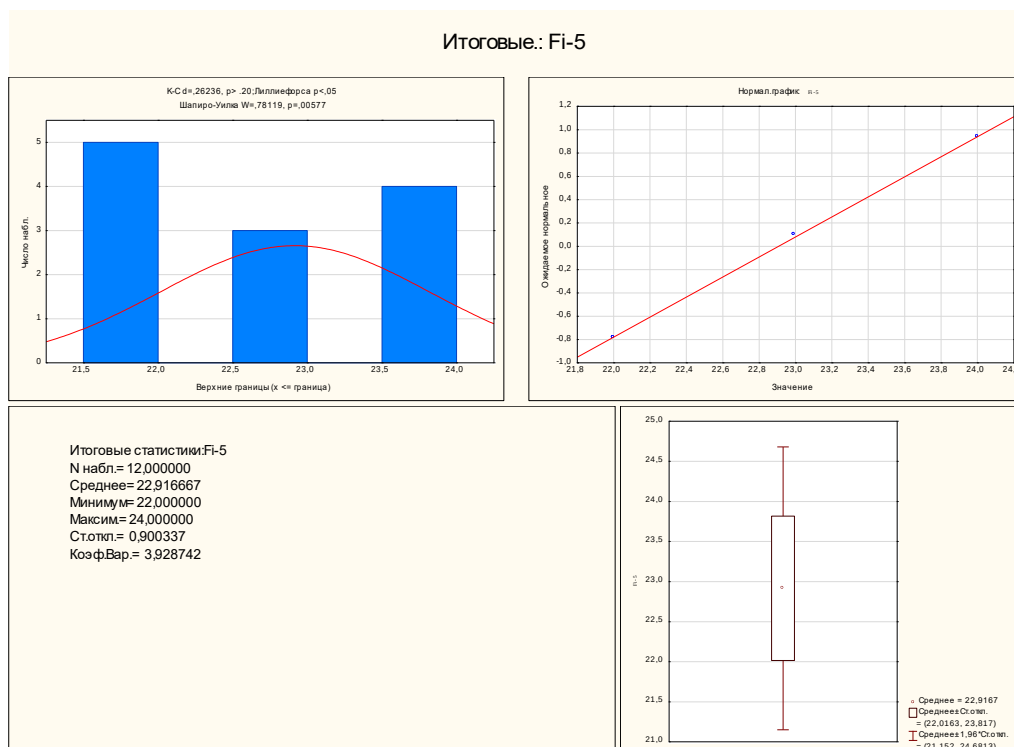
Условия объединения ИГЭ-8 и ИГЭ-13 **выполняются**.

Объединение ИГЭ-5 и ИГЭ-9, ИГЭ-9а и ИГЭ-13а
Песок мелкий, пылеватый, рыхлый с линзами суглинка и супеси.

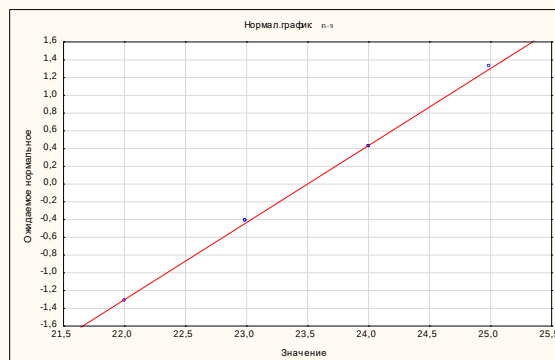
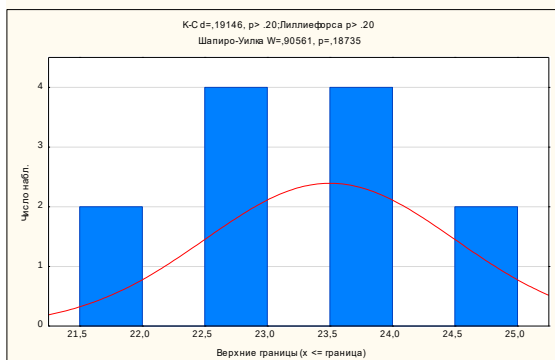
Таблица 2 – Таблица исходных данных и описательные статистики ИГЭ-5 и ИГЭ-9, ИГЭ-9а и ИГЭ-13а

	1 Fi-5	2 Fi-9	3 Fi-9a	4 Fi-13a
1	22	23	23	22
2	24	24	22	23
3	23	22	22	22
4	23	23	22	23
5	24	24	22	22
6	22	24	24	24
7	24	23	22	21
8	22	22	24	24
9	24	23	24	21
10	22	25	22	22
11	22	24	23	21
12	23	25	24	21

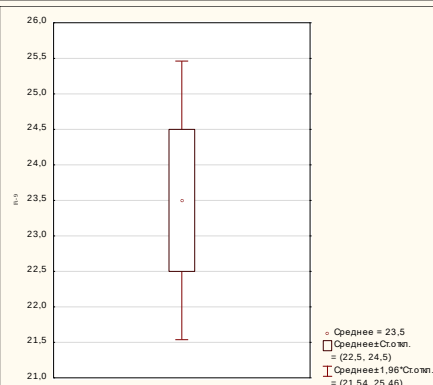
Переменная	Описательные статистики (Таблица)						
	N набл.	Среднее	Доверит. -95,000%	Доверит. 95,000%	Минимум	Максим.	Ст.откл.
Fi-5	12	23	22,3	23,5	22	24	0,90
Fi-9	12	24	22,9	24,1	22	25	1,00
Fi-9a	12	23	22,2	23,4	22	24	0,94
Fi-13a	12	22	21,5	22,9	21	24	1,11



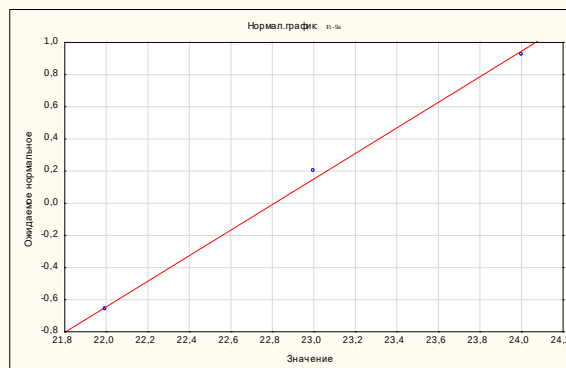
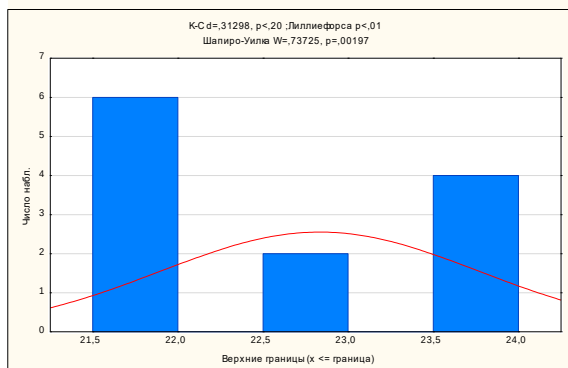
Итоговые.: Fi-9



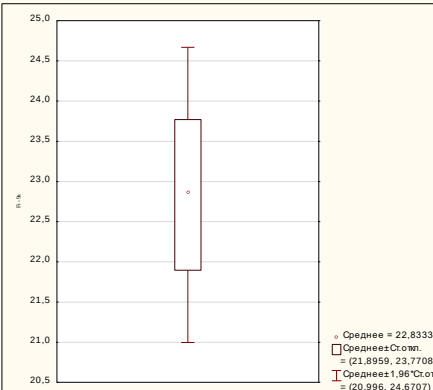
Итоговые статистики:Fi-9
N набл.= 12,000000
Среднее= 23,500000
Минимум= 22,000000
Максим= 25,000000
Стоткл.= 1,000000
Коеф.Вар.= 4,255319



Итоговые.: Fi-9a



Итоговые статистики:Fi-9a
N набл.= 12,000000
Среднее= 22,833333
Минимум= 22,000000
Максим= 24,000000
Стоткл.= 0,937437
Коеф.Вар.= 4,105563



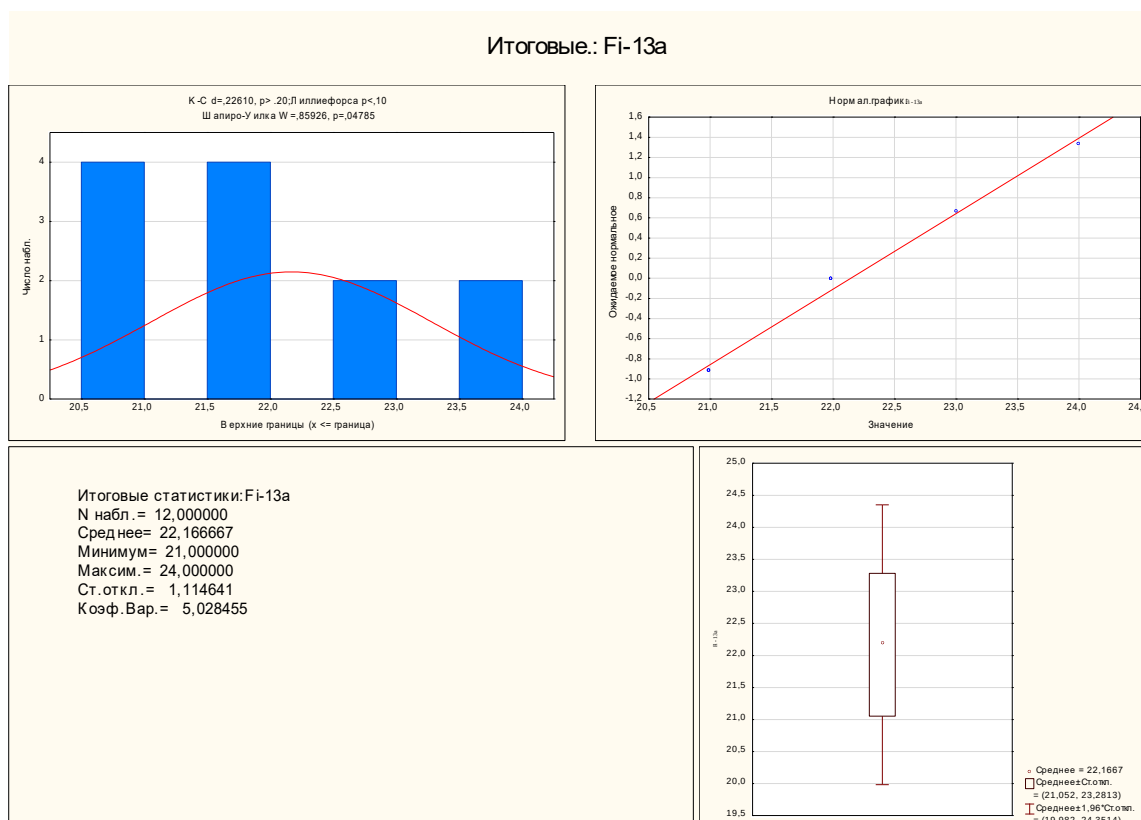


Рисунок 4 - Графики описательной статистики и распределения значений ϕ ИГЭ -5, 9, 9а, 13а

$$t_{5-9} = 2,41 \text{ при } K=22$$

$$t_{\alpha} = 2,09$$

$$F_{5-9} = 1,23 \text{ при } K_1=K_2=11$$

$$F_{\alpha} = 2,82$$

$$t_{9a-13a} = 3,4 \text{ при } K=22$$

$$t_{\alpha} = 2,09$$

$$F_{9a-13a} = 1,4 \text{ при } K_1=K_2=11$$

$$F_{\alpha} = 2,82$$

Расчеты показали, что условие объединения ИГЭ-5 и ИГЭ-9, а также ИГЭ – 9а и ИГЭ – 13а по критерию Стьюдента (проверка средних значений выборок) не выполняется, а по критерию Фишера (проверка дисперсий) – выполняется. То есть дисперсии совместимы, а средние – нет. В итоге – объединение ИГЭ-5 и ИГЭ-9, а также ИГЭ - 9а и ИГЭ -13а **невозможно**.

Статистический анализ рекомендованных к объединению 12 пар ИГЭ показал, что можно выделить следующие РГЭ: 1) ИГЭ-8+ИГЭ-13; 2) ИГЭ-11+ИГЭ-14; 3) ИГЭ-20б+ИГЭ-20в; 4) ИГЭ-19+ИГЭ-20.

Не прошли проверку на объединение 8 пар ИГЭ.

В итоге можно констатировать, что объект исследований состоит из 34 ИГЭ.

Выводы

1. Объектом исследования выбран участок проектируемого створа плотины на реке Нарын. В литологическом строении участка проектируемого строительства плотины принимают участие пылевато-глинистые грунты современного возраста, представленные просадочными суглинками и супесями, песчаными грунтами и галечниками с песчаным и супесчаным заполнителем.
2. На участке изысканий проектной организацией выделено 38 ИГЭ. Проверка возможности объединения ИГЭ проводилась на принципе однотипности наименования грунтов без учета детальности, например, небольшого разброса в процентном содержании обломочного материала или разной влажности и т.д. В итоге анализировались 7 групп литологически однотипных грунтов, в пределах которых

- проверке возможности объединения подверглись 12 пар ИГЭ. В качестве характеристик грунтов были выбраны прочностные свойства – углы внутреннего трения φ и сцепление C .
3. Согласно нормативному документу, для проверки возможности выделения РГЭ на основе объединенных ИГЭ, была произведена статистическая обработка прочностных свойств грунтов на основе критериев Стьюдента и Фишера.
 4. На основе расчетов и статистического анализа выявлено, что 4 группы ИГЭ можно объединить. Не прошли проверку на объединение 8 пар ИГЭ. В итоге можно констатировать, что объект исследований состоит из 34 структурных элементов – ИГЭ.
 5. Такая схематизация грунтов позволяет укрупнить литологический разрез, выполнить статистическую обработку результатов испытаний с более широким диапазоном выборки, а, следовательно, - обеспечить надежную оценку безопасности геотехнического объекта.

Список литературы

1. ГОСТ 25100-2020 Грунты. Классификация. М: Стандартиформ, 2020 - 38 с.
[Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://meganorm.ru/Data2/1/4293719/4293719820.htm>
2. ГОСТ 20522-2012 Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний. М: Стандартиформ, 2013 – 19 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://meganorm.ru/Index2/1/4293787/4293787367.htm>
3. Компьютерная программа STATISTICA Version 10.
4. Боровиков В. STATISTICA. Искусство анализа данных на компьютере: Для профессионалов [Текст]. – Санкт-Петербург: Питер, 2003. – 730 с.
5. Большев Л. Н., Смирнов Н. В. Таблицы математической статистики [Текст]. - М.: Наука, 1983.
6. Ким Э.А. Анализ чувствительности факторов, влияющих на надежность грунтовой плотины / Известия КГТУ имени И.Раззакова. - 2025.- №2(74). – стр. 437 –443.
7. Казакбаева Г.О. Исследование напряженно-деформированного состояния карьерных склонов поляризационно-оптическим методом – Известия КГТУ имени И.Раззакова. - 2025.- №2(74). – стр. 444 –450.

ТЕХНОЛОГИЯ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

УДК. 658.512.2.

Оморкулова Д.К.

И.Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы,
КГТУ им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика,

D.K.Omorkulova

Kyrgyz State Technical University n. a. I. Razzakov, Bishkek, Kyrgyz Republic
dinaraomorkulova@gmail.com

СОЗДАНИЕ АВТОРСКИХ ФАКТУР ПРИ РАЗРАБОТКЕ КОЛЛЕКЦИЙ ОДЕЖДЫ

КИЙИМ ТОПТОРУН ИШТЕП ЧЫГУУДА АВТОРДУК ФАКТУРАЛАРДЫ ЖАРАТУУ

CREATION AUTHOR'S TEXTURES IN THE DEVELOPMENT OF CLOTHING COLLECTIONS

Макала заманбап модада актуалдуу болгон теманы козгойт - костюмдардын көркөм долбоорлоодо материалдардагы кызыктуу, чыгармачыл текстуралар. Бул мода тенденциясынын негизин креативдүү текстураларды иштеп чыгуунун ар кандай ыкмаларын жана кол менен жасалган ыкмаларын колдонуу менен дизайнерлер өз идеяларын ишке ашыруу аркылуу жараткан ар кандай стилдер жана образдар түзөт. Талдоо текстуралардын көркөм образга, композицияга жана костюмдагы үч өлчөмдүү элементтерди түзүү ыкмаларына, визуалдык кабыл алууну күчөтүүгө тийгизген таасирин көрсөтөт. Концепциянын философиясы костюмдун көркөм образын түзүүдө негизги ролду ойнойт, коллекциянын фундаменталдык концепциясына жана бүтүндүгүнө негиз түзөт. Бул материалдарды тандоону, текстураларды, түстөрдү түзүүнүн түрлөрүн жана ыкмаларын, ошондой эле костюмдун структуралык сызыктарын жана формаларын аныктайт.

Ачкыч сөздөр: *костюмду көркөм долбоорлоо, табигый материалдар, текстура, кол менен жасалган ыкмалар, композиция, форма, дизайн, мода.*

Статья затрагивает актуальную на сегодняшний день тему современной моды: интересные, креативные авторские фактуры в материалах при художественном проектировании костюма. Основу модного направления составляют различные стили, образы, созданные дизайнерами посредством воплощения своих идей с применением различных способов разработки выразительных, оригинальных текстур, ручных техник обработки. Анализ показывает влияние фактур на художественный образ, композицию и способы организации объёмных элементов в костюме, усиливающих визуальное восприятие. Ключевую роль в создании художественного образа в костюме играет философия идеи, на базе которого формируется основополагающая концепция и целостность коллекции. Это определяет выбор материалов, видов и способов создания фактур, цвета, а также конструктивных линий и форм костюма.

Ключевые слова: художественное проектирование костюма, натуральные материалы, текстура, ручные методы, композиция, форма, дизайн одежды, мода.

The article touches on a current topic in contemporary fashion: interesting, creative, original textures of materials in clothing design. The basis of this fashion trend is made up of various styles and images created by designers through the embodiment of their ideas, using various methods of developing expressive textures and manual processing techniques. The analysis shows the influence of textures on the artistic image, composition and methods of forming three-dimensional elements in the costume, expanding the visual gaze. The philosophy of the concept plays a key role in creating the artistic image of a costume, forming the foundation for the fundamental concept and integrity of the collection. This determines the choice of materials, types and methods of creating textures, colors, as well as the structural lines and shapes of the costume.

Key words: artistic costume design, natural materials, texture, manual techniques, composition, form, clothing design, fashion.

Введение

Коллекция одежды — это серия костюмов и аксессуаров, объединенных общей стилистической идеей, концепцией, цветовой гаммой и материалами. В модной индустрии коллекции принято делить на несколько ключевых категорий:

➤ Haute Couture (От-кутюр): искусство высокой моды. Это эксклюзивные, дорогие вещи ручной работы, существующие зачастую в единственном экземпляре. Они создаются для подиумов и демонстрации ДНК бренда, а не для массовых продаж.

➤ Pret-a-Porter: одежда «готовая к носке». Это основные коллекции известных брендов, которые выпускаются в разных размерах и продаются в бутиках и магазинах.

Наряду с основными необходимо выделить еще одну категорию коллекций — творческие. Они отражают авторский взгляд дизайнера, связанного с созданием конкретного художественного образа в костюме посредством воплощения замысла автора под влиянием цвета, формы, композиции и текстуры материалов. Важную роль при этом играют основная концепция и определенная философия идеи.

Дизайнеры всё чаще обращаются к культурным кодам африканских, восточных и азиатских стран — не как к экзотике, а как к источнику самобытности. Они черпают вдохновение от многообразия аутентичных орнаментов и узоров, ярких тканей и материалов, редких, уникальных аксессуаров и украшений. На подиумах вдохновение превращается в оригинальные фактуры, эксклюзивные формы, новые удивительные цветовые решения.

Целью исследования является изучение методов и экспериментальных приёмов формирования выразительных текстур и структур при создании определенного художественного образа в костюме за счёт использования различных материалов натурального, искусственного, синтетического происхождения, а также ручной обработки. На основе анализа свойств существующих текстильных и нетканых материалов, выявление их влияния на создание и восприятие формы, объёма изделия; исследование ручных методов формирования текстур, их возможности и ограничения; изучение взаимодействия различных материалов в составе коллекции для достижения визуальной гармонии; оценку роли текстуры и фактуры в композиционном построении костюма и формировании художественного образа; систематизацию экспериментальных подходов к работе с материалами, их эффектов на восприятие изделий и коллекции в целом.

Материал и методы исследования

В современном дизайне костюма особое внимание уделяется структуре ткани, её свойствам, поскольку через текстуру передаётся визуальная выразительность, создаются акцентные особенности и образуются объёмные формы изделия. Большое значение имеют

эксперименты с материалами, ручные методы создания фактур, позволяющие добиваться уникальных визуальных эффектов [1].

В отличие от текстуры, фактура передает не только видимые, но и тактильные качества материала. Например, она бывает одновременно гладкой и блестящей, шероховатой и матовой, рельефной и мягкой. Текстура определяет исключительно визуальные свойства, это зрительный рисунок материала. При этом ее описания чаще всего отражают сходство с различными объектами или явлениями. Например, природная — древесная, мраморная; абстрактная — текстура шума, градиента; геометрическая — ромбовидная, клеточная.

Под созданием фактуры на тканях подразумевается процесс изменения поверхности материала для придания ей определенного рельефа, объема или уникального визуального эффекта.

Основные способы создания фактуры:

- Создание структуры в процессе производства, т.е. *ткацкие методы*: жаккардовые переплетения, где узоры создаются не печатью, а сложным переплетением нитей, создавая рельеф. Создание поверхности из нитей с петельками или узелками, *букле*. Создание стриженным ворсом, т.е. *ворсовые ткани*: бархат, велвет, велюр.
- Механическая и термическая обработка: *плиссировка и гофре*, создание стойких складок путем термической обработки под прессом. *Тиснение*, создание рельефного узора путем прессования ткани между нагретыми валами. *Клоке*, получение «пузырчатой» или жатой поверхности.
- Декоративные методы, обработка готовой ткани: вышивкой, придание объема с помощью нитей, лент, тесьмой, бисера или пайеток. Применение Аппликации, наложение элементов из одной ткани на другую для создания рельефа.
- Лазерная обработка: выжигание узоров или создание перфорации.
- Печатные методы (создание визуальной фактуры): Шелкография, нанесение густых красок, которые после высыхания создают выпуклый рисунок. Термотрансфер /Флекс-пленки: пленки, создающие гладкую, матовую или блестящую поверхность [2].



Рисунок 1 - Пример рельефных фактур [7]



Рисунок 2 - Пример объемных фактур. [7]



Рисунок 3 - Пример войлокообразных фактур [7]

Фактура помогает создавать текстуру, дополняет ее и усиливает. Например, в жаккардовых тканях, рисунок подчеркивается рельефом, в вельветовых тканях – ярко выраженный ворсистый рубчик и т.д. Визуальные и тактильные эффекты поверхности определяют внешний вид и стиль изделия. Они включают формирование складок, сборок, наложение слоёв, декоративную строчку и переплетение нитей, создавая индивидуальные акценты, формируя линии силуэта и управляя восприятием композиции коллекции.



Рисунок 4 - Примеры создания фактур на основе конструкторских решений [6]

Существуют определенные правила сочетания фактур в одежде. Стильные образы в костюме создаются на основе гармоничного контраста фактур. Комбинируют матовые ткани

и блестящие, гладкие и ворсовые, тонкие и плотные. Дорогие натуральные материалы не сочетают с бюджетными повседневными: например, синтетический трикотажный костюм не будет удачно смотреться с аксессуарами из натурального шелка.

Сочетания фактур помогают расставить акценты в монохромных образах, которые создают в одном или нескольких оттенках выбранного цвета. Атлас сочетают с более тонкими гладкими и ровными материалами для одежды — органзой, шифоном — и контрастными по фактуре — бархатом, твидом. Например, юбку из гладкой тафты — с жакетом из жаккарда и т.д. [3].

Однако, в современной моде отдается предпочтение исключительности, неподражаемости. И в этом направлении не всегда готовые ткани и материалы могут в полной мере отвечать замыслу художника. Дизайнеры все больше создают необычные фактуры, придумывают новые цвета, разрабатывают рисунки и принты своими руками. Тем самым, подчеркивая уникальность и индивидуальность своих авторских коллекций.

Часто дизайнеры применяют также популярные методы проектирования, такие как «апсайклинг» или «кастомайзинг». Эти методы позволяют повторно использовать вышедшие из моды или устаревшие изделия, но сохранившие качественный состав и внешний вид тканей и материалов. Авторы украшают их современными вышивками, принтами, своеобразными фактурами и формами. Преобразовывают их в совершенно другие модели, придавая им новую жизнь.

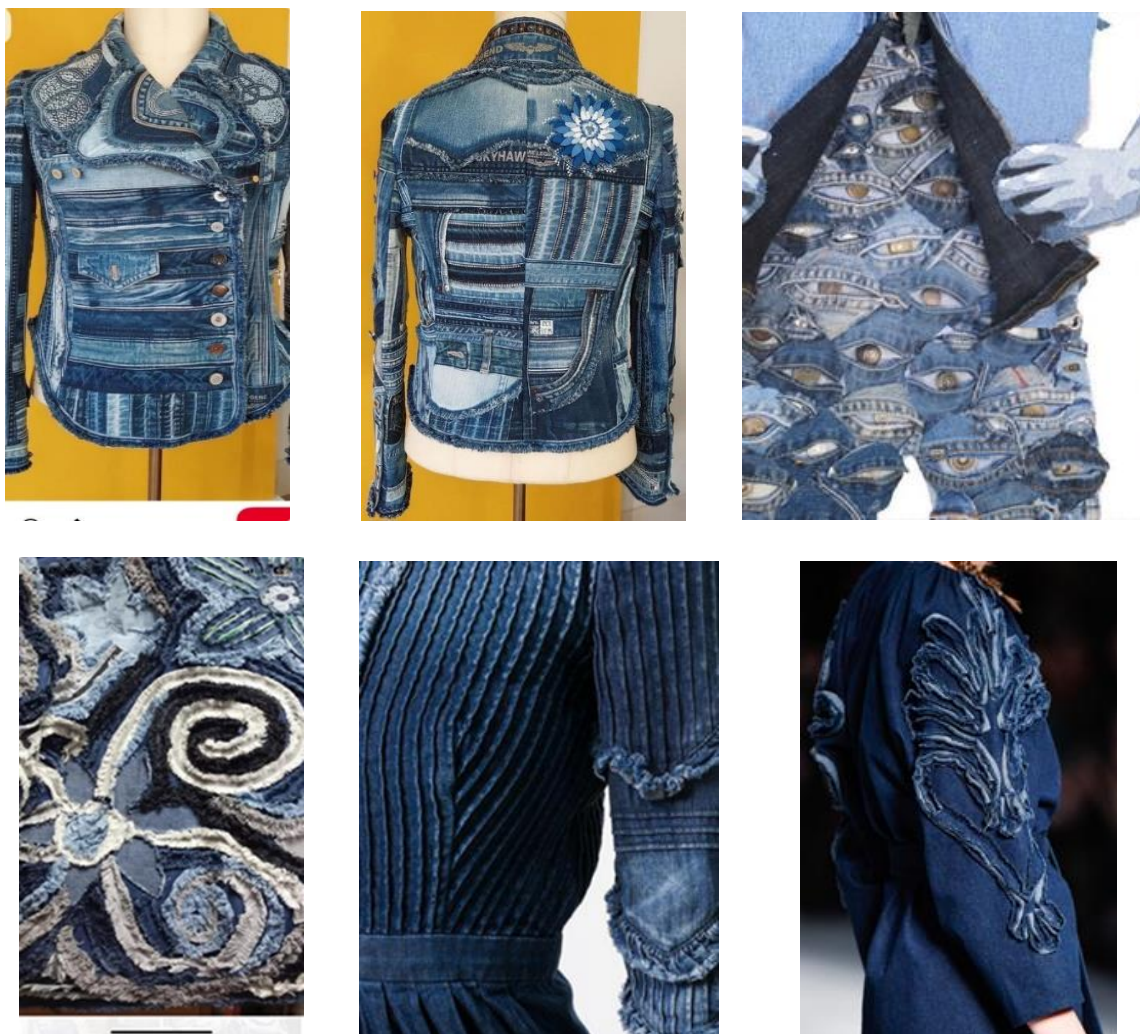


Рисунок 5 - Примеры апсайклинга [6]

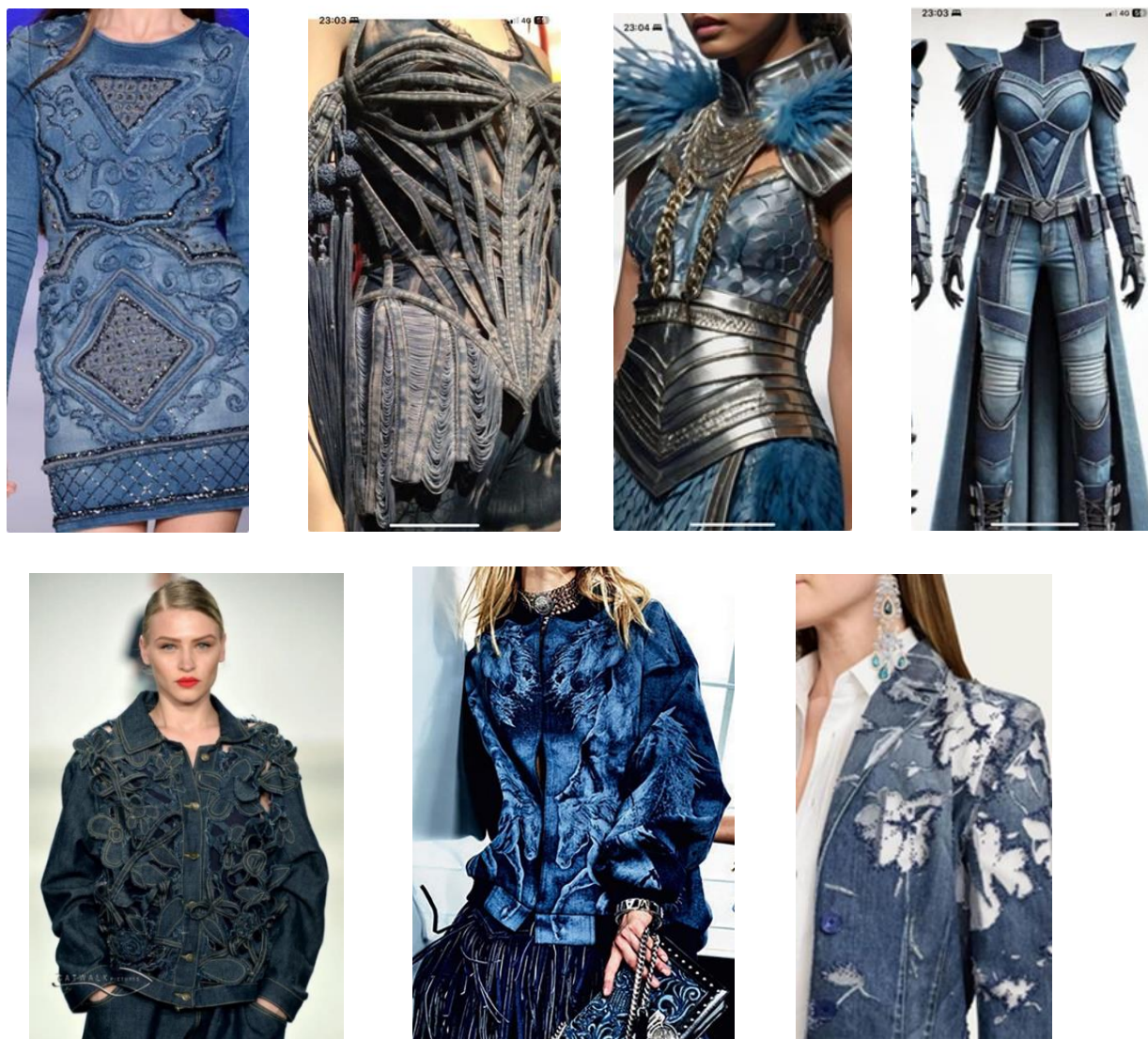


Рисунок 6 - Примеры костюмайзинга [6]

Результаты исследования. Начинающие дизайнеры, студенты и выпускники профильных ВУЗов, также развивают свои навыки в области художественного оформления костюма, используя различные способы создания фактур.

К примеру, творческая коллекция моделей молодежной одежды, разработанная студентами группы ХПК2-22 кафедры ХПИ КГТУ им И.Раззакова Нуркасым кызы М. и Кадыракуновой А. под девизом «Өзөктүн үнү» создана на основе новых конструктивных решений, применения современных тканей в комбинации с натуральной кожей. Источником вдохновения послужил грецкий орех. Свиду грецкий орех, казалось бы, ничего особенного не представляет, кроме как простой плод. Но творческот восприятие позволило выйти за пределы буквального цитирования, сосредоточившись на внутренней логике: замкнутая оболочка скрывает сложную структуру плода внутри. Ядро плода представляет собой замысловатые извилины, с тонкими прослойками. Авторы использовали природные фактуры своего источника вдохновения для воплощения их в материалах, конструктивных формах костюмов, цветовой гамме коллекции [4,5].

Акцентными особенностями изделий являются фактуры ручной работы по специально выбранной коже и шерстяная пряжа разных толщин. для создания рельефного рисунка. Авторы использовали двухслойную структуру кожи для создания уникального фактурного рисунка путем термического воздействия - огня. Под действием температуры верхний слой кожи сжимался, деформировался и частично уплотнялся, образуя естественные

тёмные, «подгоревшие» участки. Вырезанные элементы, находясь в напряжённом состоянии, дополнительно стягивались, создавая эффект углубления материала. Нижний слой кожи сохранял светлый оттенок и почти не деформировался. Взаимодействие слоёв создаёт тонкий, но выразительный контраст: потемневший верхний слой с рельефом противопоставляется спокойной светлой основе. Контраст носит глубинный характер, усиливая ощущение многослойности и «внутренней жизни» материала [5,10].

Декоративная аппликация на полочках изделий выполнена из шерстяной пряжи разных толщин и цветов, путем спиралевидного скручивания нитей, утолщения волокон на некоторых участках, создающих эффект выпуклости. Собранные на кулиску отлетные детали из плащевой ткани дают эффект хаотичных волн и извилин (Рис.7).

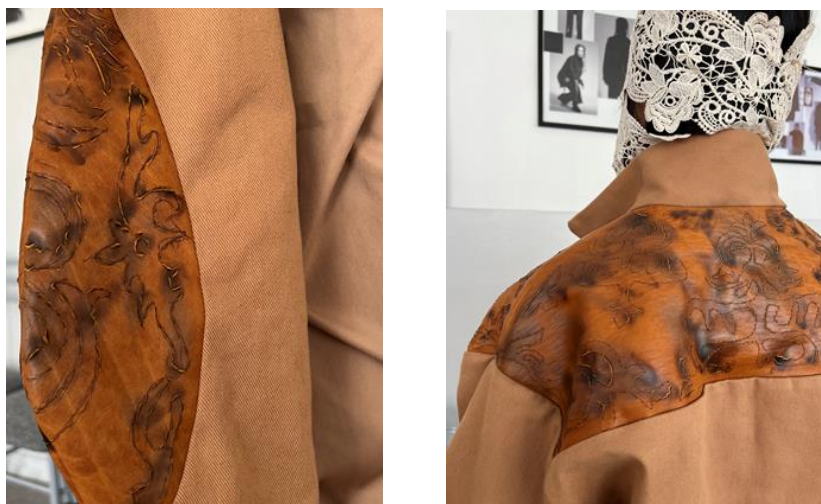


Рисунок 7 - Фактура на коже



Рисунок 8 - Фактура из шерстяных нитей



Рисунок 9 - Творческая коллекция моделей молодежной одежды под девизом «Өзөктүн үнү»

В создании творческой коллекции выпускной квалификационной работы выпускницы группы ХПК1-21 кафедры ХПИ КГТУ им И.Раззакова Мамитовой Меерим в стиле «Современная готика» применен метод «Апсайклинг».

Дизайнер старые синие джинсы, распорол и покрасила в цвет «бургунди». Процесс покраски (ручной) занял несколько этапов, включающие эксперименты со цветом, прежде чем был достигнут желаемый результат. Кожаные детали изделий были перекроены из черного жакета. В соответствии с идеей на поверхности экокожи необходимо было нанести рисунок фрагментов рельефа исторического готического здания. Трафоретом послужило кружево. Автор нанесла рисунок путем напыления аэрозольной серебристой краски на кожу. Для достижения, при этом, эффекта состаренности, добавила бронзовый оттенок. Этот же метод использовала при нанесении краски по низу рукавов лифов и юбок из гипюровых материалов. Также, автор применила наложение материалов контрастных фактур: серебристого атласа и черного гипюра, чтобы создать эффект мерцания серебра на черном цвете. В итоге, изделия в коллекции получились с интересной фактурой, своеобразными принтами и формами.



Рисунок 10 - Творческая коллекция моделей молодежной одежды «Алхимия душ»

Выводы

Проведённое исследование показало, что фактура является одним из важнейших средств художественной выразительности в дизайне костюма. Благодаря разнообразным способам её создания дизайнер получает возможность не только формировать внешний облик изделия, но и передавать определённую идею, настроение и художественный образ. Использование различных материалов, ручных техник обработки, а также экспериментальных методов позволяет создавать уникальные фактурные поверхности, подчёркивающие индивидуальность авторской коллекции.

Анализ существующих методов формирования фактур подтвердил, что сочетание текстуры, цвета, конструктивных решений и объёмно-пространственных форм способствует созданию выразительных и оригинальных образов. Рассмотренные примеры творческих коллекций продемонстрировали эффективность применения авторских фактурных решений для раскрытия концепции и усиления эмоционального восприятия костюма.

Таким образом, работа с фактурой представляет собой важный этап художественного проектирования одежды, требующий творческого подхода, знаний материаловедения и владения различными технологиями обработки материалов. Экспериментирование с фактурой расширяет возможности современного дизайна костюма и способствует созданию конкурентоспособных авторских коллекций.

Список литературы

1. А. Сафина, Л. М. Тухбатуллина, В. В. Хамматова/ Дизайн костюма : учеб. пособие / - Ростов н/Д : Феникс, 2006. <https://irbis.usaaa.ru>
2. Гаврилова, О. Е. К вопросу о роли авторских коллекций одежды в развитии и продвижении нового бренда промышленного предприятия / О. Е. Гаврилова, Л. Л. Никитина, Ю. О. Зубкова // Костюмология. — 2022. — Т. 7. — № 2. — URL: <https://kostumologiya.ru/PDF/01TLKL222.pdf>
3. Экспериментальные методы в художественном проектировании одежды. - СПб.: Креатив, 2019.
<https://cyberleninka.ru/article/n/tvorcheskije-metody-proektirovaniya-v-modelirovanii-odezhdy-s-hudozhestvennoy-vyshivkoy>
4. Что такое фактура ткани и как её использовать в одежде - объяснение основных свойств структуры материала и способов её создания. URL: <https://britishdesign.ru/about/blog/345197/>
5. Фактура как средство формирования образа костюма в художественном проектировании - научная статья о роли фактуры в художественном образе. URL: <https://moluch.ru/archive/450/99261/>
6. <https://ru.pinterest.com>
7. <https://britishdesign.ru/>
8. Оморкулова Д. К. Новые веяния в современной моде / Известия КГТУ им. И.Раззакова. –2024. – №2(70). – стр. 623–628.
9. Цой Ю.Н. Фактура и ее применение в модной индустрии / Известия КГТУ им. И.Раззакова.–2023. – №2 (66). –стр.930–938.
10. Бектурова А. К., Мирланбекова Э.М. Новые формы костюма / Известия КГТУ им. И.Раззакова.– 2023. №3 (67). – стр.1494–1498.

ТРАНСПОРТ И РОБОТОТЕХНИКА

УДК 656.056.5

Алтыбаев А.Ш., Исаков К., Мырзалиева А.О., Осмонканов А.М., Ойозбекова А.

И.Раззаков ат. КМТУ, Бишкек ш., Кыргыз Республикасы
КГТУ им.И.Раззакова, г. Бишкек, Кыргызская Республика

A.Sh. Altybaev, K. Isakov, A.O. Myrzaliev, A.M.Osmonkanov, A.Oyozbekova

I.Razzakov KSTU, Bishkek, Kyrgyz Republic
a.altybaev@kstu.kg, k.isakov@kstu.kg, myrzaliev@kstu.kg, a.osmonkanov@kstu.kg,
oiozbekovaaaidaana@gmail.com

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСКЛЮЧЕНИЯ ЛЕВЫХ ПОВОРОТОВ НА ПЕРЕКРЕСТКАХ

КЕСИЛИШТЕРДЕ СОЛ БУРУЛУШТАРДЫ ЖОК КЫЛУУНУН НАТЫЙЖАЛУУЛУГУ

EFFICIENCY ELIMINATION OF LEFT TURNS AT INTERSECTIONS

Кесилиштерде сол бурулуштарды алып салуу шаардык шарттарда кесилиштерде өткөрүү жөндөмдүүлүгүн жогорулатат. Светофорду жөнгө салуунун жөнөкөйлөтүлгөн фазалары фазалардын ортосундагы "өлүк" убакытты кыскартып, тыгынды азайтып, трафикти тездетет. Түздөн-түз сол бурулуштарга тыюу салуу же алмаштыруу (U-илмек же Michigan Left схемасы аркылуу) кечигүүнү азайтат, орточо ылдамдыкты жогорулатат жана кырсыктарды азайтат. Бирок, үч айланма кыймыл басып өткөн аралыкты бир аз көбөйтөт. Бул макалада натыйжалуулук менен коопсуздуктун ортосундагы балансты көрсөткөн реалдуу сандык мисалдар, өткөрүү жөндөмдүүлүгүн эсептөө формулалары жана схемалардын чиймелери камтылган.

Дүйнөлүк тажрыйбаны талдоонун негизинде (Европа, Азия, АКШ) сол маневрлерди жоюу конфликттик чекиттердин санын 30-40% га чейин азайтып, транспорт кыймылынын орточо ылдамдыгын 10-15% га жогорулатканы аныкталган. Хворост жана Вебстер формулалары боюнча өткөрүү жөндөмдүүлүгүнүн эсептөөлөрү, ошондой эле кыймылды уюштуруунун ар кандай сценарийлеринде транспорт агымдарын моделдөө келтирилген. Жыйынтыктар көрсөткөндөй, сол бурулуштарды четтетүү жогорку интенсивдүүлүк (> 3500 авт/саат) жана көчө-жол тармагынын чектелген өлчөмдөрү шарттарында өзгөчө натыйжалуу.

Ачкыч сөздөр: кесилиш, сол бурулуш, кесилиш өткөрүү жөндөмдүүлүгү, жол коопсуздугу, альтернативдик кесилиш схемалары, чыр-чатактарды жоюу, трафик агымы.

Исключение левых поворотов на перекрестках заметно повышает пропускную способность на перекрестках в городских условиях. Более упрощённые фазы регулирования светофора сокращают "мертвое" время между фазами, уменьшая заторы и ускоряя

движение. Напрямую запрет или замена левых поворотов (через U-петли или схемы Michigan Left) снижает задержки, повышает среднюю скорость и снижает количество аварий. Однако тройное объездное движение незначительно увеличивает пройденное расстояние. Данная статья включает реальные численные примеры, формулы расчёта пропускной способности и чертежи схем, показывающие баланс между эффективностью и безопасностью.

На основе анализа мировой практики (Европа, Азия, США) выявлено, что ликвидация левых маневров снижает количество конфликтных точек до 30–40% и повышает среднюю скорость движения транспорта на 10–15%. Приведены расчеты пропускной способности по формулам Хвороста и Вебстера, а также моделирование транспортных потоков при разных сценариях организации движения. Результаты показывают, что исключение левых поворотов особенно эффективно в условиях высокой интенсивности (> 3500 авт./ч) и ограниченных габаритов улично-дорожной сети.

Ключевые слова: *перекрёсток, левый поворот, пропускная способность перекрёстка, безопасность движения, альтернативные схемы пересечения, устранение конфликтов, транспортные потоки.*

Eliminating left turns at intersections significantly increases traffic capacity at intersections in urban environments. Simplified traffic light control phases reduce the "dead" time between phases, reducing congestion and speeding up traffic. Directly banning or replacing left turns (via U-loops or Michigan Left circuits) reduces delays, increases average speed, and reduces accidents. However, a triple detour slightly increases the distance traveled. This article includes real numerical examples, formulas for calculating throughput, and circuit drawings that show the balance between efficiency and safety.

Based on the analysis of world practice (Europe, Asia, USA), it has been revealed that the elimination of left maneuvers reduces the number of conflict points to 30-40% and increases the average speed of traffic by 10-15%. The calculations of the throughput using the formulas of Brushwood and Webster, as well as the modeling of traffic flows under different scenarios of traffic organization are presented. The results show that the exclusion of left turns is especially effective in conditions of high intensity (> 3,500 vehicles per hour) and limited dimensions of the road network.

Keywords: *intersection, left turn, intersection capacity, traffic safety, alternative intersection patterns, conflict resolution, traffic flows.*

Введение

В современных городских сетях пересечений левый поворот часто становится критическим узким местом. Необходимость ожидания свободного промежутка в потоке или выделенной фазы светофора усложняет цикл и снижает эффективность работы перекрёстка. Исследования показывают, что запрет левых поворотов может значительно улучшить пропускную способность сети и безопасность маршрутов, особенно при умеренной загруженности, сохраняя при этом удобство маршрутов [1].

На рис.1 показаны четыре наглядных схемы, иллюстрирующие различные подходы к устранению левых поворотов на перекрестках: типичный вариант с продвинутым левым (DLT), схемы "U-curb" (поворот через U-образный объезд), скрещенный левый (displaced left-turn), и альтернативное решение с перекрестком. Они помогут в визуализации и анализе.

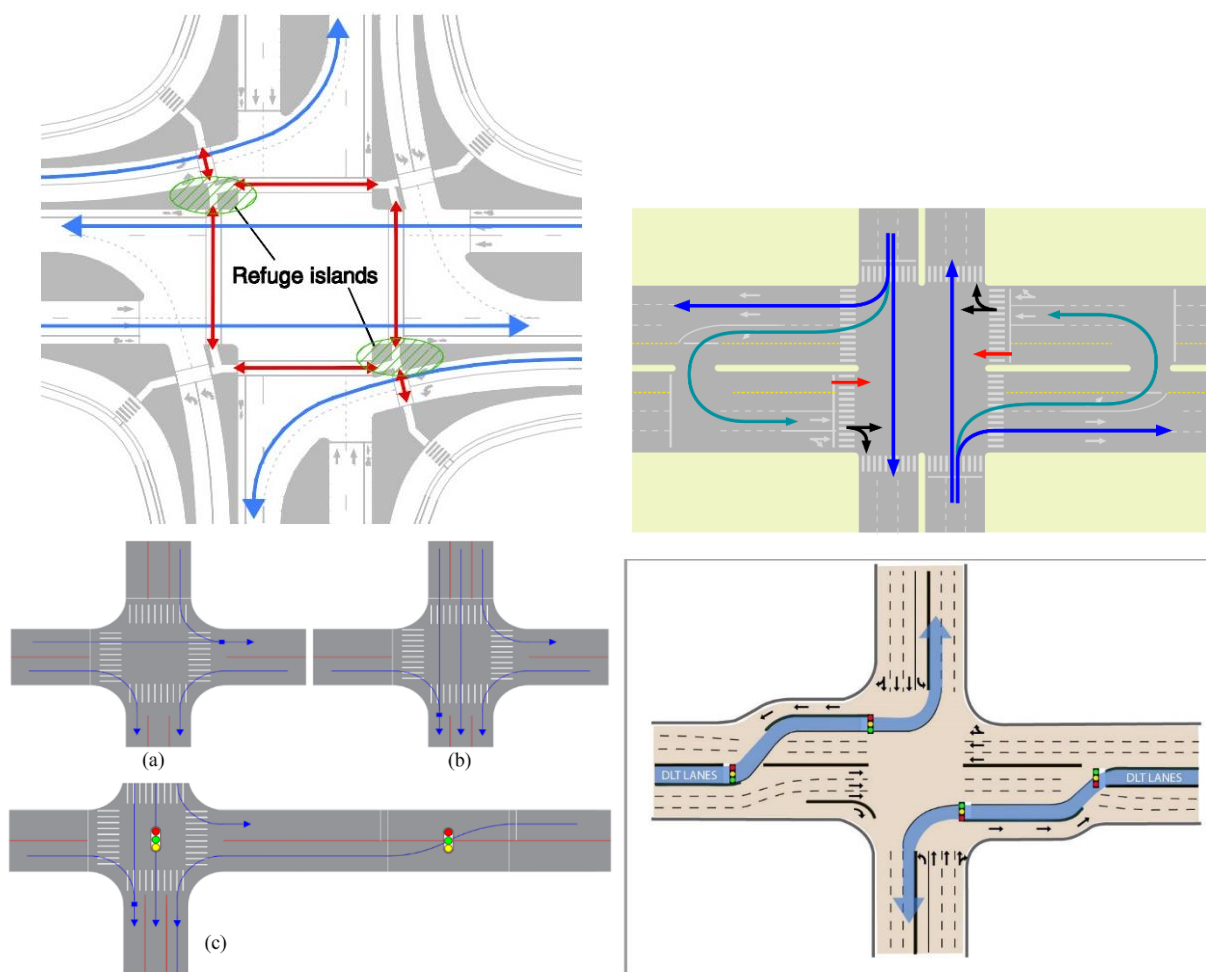


Рисунок 1 - Схемы, иллюстрирующие подходы к устранению левых поворотов на перекрестках

При рассмотрении вопроса проблемности дорог уделить внимание на сложность фаз светофора, где левые повороты часто требуют отдельной фазы (защищенной или разрешенной), что увеличивает продолжительность цикла и "мертвое" время — интервалы, когда движение отсутствует вообще [15,16], повышенную аварийность (если брать мировую статистику примерно 61 % всех ДТП на перекрестках связаны с левыми поворотами, включая серьезные инциденты [3]), также незначительное удлинение маршрута, а именно ограничения левых поворотов могут требовать сделать три правых вместо одного левого, но в сетях с регулярной планировкой удлинение составляет в среднем лишь один квартал [3, 17].

Для решения имеются следующие практические рекомендации:

- **полный запрет левых поворотов** - упрощение фаз светофора, повышение пропускной способности, уменьшение конфликтов и безопасность пешеходов за счет него. Эффективен при умеренной загрузке трассы, но менее при слишком низких или высоких нагрузках [1].

- **селективный запрет (вариабельный подход)** - позволяет избежать излишнего увеличения маршрута, запрещаются левые повороты только на загруженных перекрестках в центре города, где сетка регулярная и альтернативы часты, ограничения особенно эффективны [6]; допускаются на периферии или при низком трафике [1,2]. Такие ограничения дают водителям маршруты с минимальным удлинением, но с большим выигрышем во времени [6].

- **альтернативные схемы движения:**

- "Michigan Left" — правый поворот + U-поворот после перекрёстка; снижает задержки и сохраняет пропускную способность [4, 18].
- Displaced Left-Turn (DLT) / Continuous-Flow Intersection (CFI) — попеременные левые выносятся вперёд или в бок, чтобы снизить конфликты и удвоить эффективность [5].

Используя возможности симуляции движения транспортных средств в Тегеране по итогам удаления левого поворота выявлено снижение коэффициента нагрузки (volume-to-capacity) до ~0.90, задержки — на 65 %, очереди — на 48 %; средняя скорость выросла с 24.5 до 37.8 км/ч; расстояние возросло на 22 %, но время в пути сократилось на 82.9 % [4]. В результате сохранится баланс между эффективностью и безопасностью, т.е. сокращение фаз светофора повышает пропускную способность (макроскопические модели демонстрируют рост максимальной скорости выполнения поездок) [1].

В рамках статьи были анализированы международные исследования и примеры. Викаш Гайах показал, что запрет левых поворотов увеличивает максимальную пропускную способность сети, особенно при умеренном трафике; однако в условиях очень низкой или чрезмерной загруженности эффект может снижаться. Автор предлагает динамическую стратегию: разрешать левые повороты при низкой/очень высокой нагрузке и запрещать при умеренной перегрузке [1]. Он в статье используют эвристические алгоритмы для оптимального выявления пересечений, где запрет левых поворотов приносит наибольшую пользу: чаще всего — центральные с высоким потоком [19], и отметил, что запрет левых поворотов на busiest перекрёстках города может снизить время поездки в среднем на 12–15 % и повлиять на выбросы углекислого газа [3,20,21]. Опыт ограничения или запрета левых поворотов на отдельных участках уже внедряются в городах Сан-Франциско (исследование визуальных и инженерных мер для успокоения левого поворота: применение маячков, расширенных разметок, узких канав и образовательной кампании. Результаты: средняя скорость при левом повороте снизилась на ~17 %, снижение количества опасных маневров на скорости свыше 15 mph на 71 % [22,23], Солт-Лейк-Сити, Тусон (запрет левых поворотов в деловых районах значительно сокращает задержки и повышает безопасность, не требуя больших затрат на инфраструктуру [24]) и др. [3,25]).

В городах Европы, как Лондоне, Париж, активно внедряются транспортные схемы с ограничением левых поворотов в исторических центрах, что повышает среднюю скорость движения и снижает загруженность перекрёстков.

В Пекине и Дели запрет левых поворотов используется на магистралях с высокой интенсивностью (> 4000 авт./ч), что способствует увеличению пропускной способности на 15–20%.

С 2004 года UPS (**United Parcel Service**) уменьшила количество левых поворотов в маршрутах доставки. Итоги: экономия ≈ 10 млн галлонов топлива, сокращение выбросов CO₂ на 20 000 тонн и дополнительно 350 000 доставленных посылок ежегодно [3,26].

Молодые исследователи **Brigham Young University Schultz, Saito и др.** исследовали применение средних медиан на дорогах с левыми поворотами. Программы симуляции показали, что замена двусторонних левых полос (для поворота) на физические разделители (медианы) снижает число конфликтов водителей на 32–50 % [27].

В международных инфраструктурных решениях упоминаются **Superstreet (Restricted Crossing U-Turn, RCUT)** — дизайн пересечений, исключая левые повороты прямо через перекрёсток. Исследования показывают сокращение времени проезда на ~20 %, снижение аварий на 46 %, тяжких травм — на 63 % [28]. **Continuous-Flow Intersection (CFI) / Displaced Left-Turn (DLT)** - исследование Ну и др. (2024) показало, что при управлении потоками на основе CFI средняя задержка снижена на 17 %, длина очередей — на 32 % [5].

В табл. 1 приведены яркие примеры и исследования по полной или частичной отмене левого поворота на перекрестках.

Таблица 1. - Примеры и исследования по полной или частичной отмене левого поворота на перекрестках

Источник / Автор	Регион / Страна	Положительные эффекты	Отрицательные эффекты / Ограничения
Gayah et al. (Penn State)	Мировые идеализированные сети	+ Пропускная способность, – время поездки (~15 %), гибкость стратегии	– Эффект слаб при низком / высоком трафике
Bayrak & Gayah (2021)	Сети городов	+ Оптимизация запрета в местах с высокой нагрузкой	– Требуется сложный анализ / модели
UPS	США (логистика)	+ Экологичность, экономия топлива, эффективность маршрутов	– Не городской контекст, коммерческие маршруты
Schultz, Saito (BYU)	США (дороги)	+ Снижение конфликтов на 32–50 %	– Применимо для дорог с медианой, не для всех сеток
San Francisco (SFMTA + BIT)	США (СФ)	+ Снижение скорости, снижение опасных маневров, безопасность	– Местные меры, повсеместный запрет не обсуждается
WSJ / Gayah	США и глобальные примеры	+ Быстрый эффект, низкие затраты, улучшения времени и безопасности	– Может упростить модель, требует адаптации
Superstreet / RCUT	США (инфраструктурно)	+ Эффективность и безопасность через дизайн	– Требуется пространства и капитальных изменений
CFI / DLT (Hu et al.)	Моделирование / инфраструктура	+ Значительно меньше задержки и очередей	– Дорогостоящая инфраструктура

Методы исследования

Для проведения исследований нам необходимо определить некоторые важные коэффициенты.

Коэффициент φ — это **коэффициент эффективности движения на перекрёстке**, учитывающий влияние отдельных маневров (левый, правый, прямой) на пропускную способность. Его значение отражает, насколько реально поток автомобилей используется с учётом задержек, конфликтов и организации движения. Этот коэффициент можно определить несколькими путями:

1. По нормативам и справочникам - используются данные **HCM (Highway Capacity Manual, 2016)** или отечественные методики (Хворост, Зырянов), где для разных схем перекрестков и типов полос приведены типовые коэффициенты:

- Без левых поворотов: $\varphi \approx 0,85-0,9$
- С левыми поворотами: $\varphi \approx 0,6-0,7$
- С выделенными полосами для левых: $\varphi \approx 0,75-0,8$

2. Расчёт по долям потоков - определение через структуру движения на перекрёстке:

$$\varphi = 1 - \sum_i k_i \cdot d_i \quad (1)$$

где, i — тип маневра (левый, правый, прямо); k_i — коэффициент «снижения эффективности» для маневра (например, левый = 0,3, прямо = 0,0, правый = 0,1); d_i — доля автомобилей, выполняющих манёвр i .

Например, в потоке 60% ТС двигаются прямо, 25% - налево, а 15% направо, то коэффициент эффективности движения на перекрёстке будет:

$$\varphi = 1 - (0,25 \cdot 0,3 + 0,15 \cdot 0,1) = 1 - (0,075 + 0,015) = 0,91$$

3. Эмпирические измерения с измерением реальной скорости потока и задержку на перекрёстке.

φ – реальная пропускная способность/теоретическая без ограничений

Тип перекрестка / организация движения	Прямой поток	Левый поворот	Правый поворот	Примечания
Регулируемый перекрёсток, без выделенных полос	1,0	0,65–0,70	0,85–0,90	Левые маневры создают максимальные задержки
Регулируемый перекрёсток, выделенная полоса для левого поворота	1,0	0,75–0,80	0,85–0,90	Уменьшение конфликта с основным потоком
Регулируемый перекрёсток, запрет левых поворотов	1,0	—	0,85–0,90	Коэффициент для левоповоротного потока = 0 (нет маневра)
Нерегулируемый перекрёсток, с круговым движением	0,9–0,95	0,8–0,85	0,9	Коэффициенты ниже из-за ограничения скорости и конфликтов
Многоуровневая развязка	0,95–1,0	0,95–1,0	0,95–1,0	Почти полная эффективность, задержки минимальны

Применение:

1. Определяется **структура движения** на перекрёстке (доля автомобилей, выполняющих каждый манёвр).
2. Подбирается φ для каждого маневра по таблице.
3. Рассчитывается **средневзвешенный коэффициент**:

$$\varphi_{\text{ср}} = \sum_i \varphi_i \cdot d_i \quad (2)$$

где, d_i — доля потока для маневра i .

После определения φ , пропускная способность перекрёстка вычисляется по формуле.

$$Q = \frac{N \cdot 3600}{t_c} \cdot \varphi \quad (3)$$

где, Q - пропускная способность (авт./ч); N - число полос движения; t_c - цикл светофорного регулирования (с); φ - коэффициент эффективности, учитывающий тип маневров.

Для перекрёстка с левыми поворотами коэффициент эффективности $\varphi \approx 0,65$, а при исключении левых поворотов $\varphi \approx 0,85$.

Например, если нам дана трёхполосная дорога ($N=3$) и цикл $t_c=90$ сек, то

- при левом повороте: $Q = (3 \cdot 3600 / 90) \cdot 0,65 = 7800$ авт./ч
- без левого поворота: $Q = (3 \cdot 3600 / 90) \cdot 0,85 = 10\,200$ авт./ч

Таким образом, исключение левых поворотов даёт **прирост пропускной способности на ~30%**.

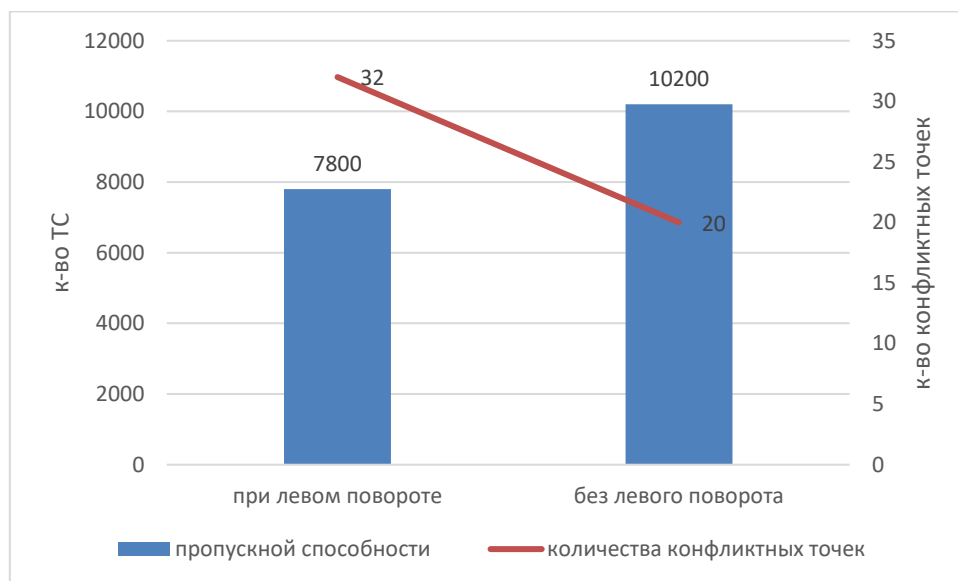


Рисунок 2 – График зависимости пропускной способности и количества конфликтных точек от наличия/отсутствия левого поворота

Другим методом исключения левого поворота на перекрестках является принятие решение на основании **комплексной оценки транспортной ситуации** (табл.2). Основные критерии можно разделить на несколько групп:

1. Транспортно-интенсивностные критерии

Высокая интенсивность движения: если поток автомобилей на перекрёстке превышает 2000 авт./ч, левый поворот создает узкое место и снижает пропускную способность.

Неравномерное распределение потоков: левый поворот против основного потока создает большие задержки.

Доля грузового транспорта: для магистралей с большим количеством грузовиков левый поворот особенно критичен из-за медленной маневренности.

2. Безопасностные критерии

Количество конфликтных точек: левый поворот создает до 4-5 конфликтных точек, что повышает риск ДТП.

Статистика аварийности: если на перекрёстке наблюдается высокий процент ДТП с участием левых поворотов (>25–30% от общего числа), это аргумент к запрету.

Наличие пешеходных переходов: левый поворот пересекает пешеходные потоки, повышая риск столкновений.

3. Геометрические критерии

Ширина проезжей части и количество полос: при узких дорогах левый поворот создаёт заторы.

Наличие свободного места для разгона и торможения: если левый поворот требует остановки на основной полосе или сужает дорогу, его стоит исключить.

Ограничения видимости: если обзор на перекрёстке ограничен (строения, деревья, поворот дороги), левый поворот небезопасен.

4. Организационно-транспортные критерии

Возможность альтернативного маршрута: если есть разворот или объезд через соседний перекрёсток, левый поворот можно исключить без серьезных неудобств.

Влияние на общественный транспорт: запрет должен учитывать возможность выделенных полос и маршрутов автобусов.

Схема движения на прилегающих улицах: исключение левого поворота должно гармонизировать движение на всей сети, а не создавать новые пробки.

5. Экономические и социальные критерии

Снижение затрат на регулирование: меньше светофорных фаз = меньше энергии, меньше задержек.

Снижение времени поездки для большинства водителей: запрет оправдан, если среднее время поездки уменьшается для основного потока.

Поддержка устойчивого транспорта: освобождение полос для общественного транспорта и велосипедов.

Таблица 2. - Таблица критериев с бальной системой (для принятия решения о запрете левого поворота на перекрёстке)

Группа критериев	Конкретный показатель	Баллы (0–3)	Комментарий
Транспортная нагрузка	Интенсивность движения на перекрёстке	0 – <500 авт./ч 1 – 500–1000 2 – 1000–2000 3 – >2000	Чем выше поток, тем выше риск заторов при левом повороте
	Доля левоповоротного потока	0 – <10% 1 – 10–20% 2 – 20–30% 3 – >30%	Высокий процент левых поворотов ухудшает пропускную способность
Безопасность	Количество ДТП с левыми поворотами	0 – нет 1 – 1–2 в год 2 – 3–5 3 – >5	Указывает на опасность маневра
	Наличие пешеходных потоков	0 – нет 1 – мало 2 – среднее 3 – интенсивное	Левые повороты пересекают пешеходные потоки
Геометрия	Ширина перекрестка и полос	0 – ≥4 полосы/широкий 1 – 3 полосы 2 – 2 полосы 3 – узкий	Узкая дорога повышает риск заторов и аварий
	Ограниченная видимость	0 – свободная 1 – небольшие препятствия 2 – средние 3 – сильные	Плохой обзор повышает опасность левого поворота
Альтернативы движения	Возможность объезда или разворота	0 – нет альтернатив 1 – неудобная 2 – средняя 3 – удобная	Чем проще объезд, тем легче запретить левый поворот
Влияние на общественный транспорт	Снижение эффективности движения автобусов	0 – нет 1 – незначительно 2 – средне 3 – значительно	Запрет должен учитывать выделенные полосы и маршруты
Социально-экономические	Сокращение времени поездки основного потока	0 – нет 1 – <5% 2 – 5–10% 3 – >10%	Прирост времени движения учитывается при принятии решения
	Снижение эксплуатационных затрат	0 – нет 1 – мало 2 – средне 3 – высоко	Меньше светофорных фаз = экономия энергии и времени

По итогам исследования получив сумму баллов можно сделать определенные выводы:

- Сумма баллов ≤ 10 : запрет левого поворота нецелесообразен.
- Сумма баллов 11–18: запрет возможен частично или с дополнительными мерами (например, разворот через соседний перекрёсток).
- Сумма баллов > 18 : запрет левого поворота оправдан и эффективен.

Выводы. Мировая практика показывает, что исключение левых поворотов на перекрестках имеет преимущества, как эффективная мера повышения пропускной способности, значительное снижение аварийности, экономия топлива и снижение выбросов (как показывает опыт UPS), относительно низкая стоимость — особенно при запрещении вместо комплексных инфраструктурных решений.

Также необходимо отметить, что неправильный выбор места внедрения (в сетях с низкой нагрузкой или имеется другая альтернатива решения), значительная перенастройка маршрутов, который может привести к удлинённой поездке и без общественной поддержки и организационных усилий может привести к провалу предлагаемого решения.

Подытоживая, можно прийти к выводу, что по опыту других крупных городов, внедрение схем без левых поворотов может стать оптимальным решением для г.Бишкек при ограниченных возможностях строительства многоуровневых развязок.

Список литературы

1. Gayah et al., "Improving Urban Street Network Efficiency by Prohibiting Conflicting Left Turns..." (journals.sagepub.com)
2. Penn State study on banning left turns for traffic flow (psu.edu, ScienceDaily)
3. Статистика аварийности при левых поворотах (snopes.com, theconversation.com)
4. Опыт Тегерана: правый + U-поворот вместо левого (file.scrip.org)
5. Альтернативные схемы CFI / DLT (arxiv.org)
6. Дискуссии сообщества и примеры реальной практики (Reddit)
7. К.Исаков, К.Арыкбаев, А.Алтыбаев, А.Татанова, Э.Элтуйбасова. Анализ и рекомендации для увеличения пропускной способности улиц г.Бишкек. Известия КГТУ им.И.Раззакова, №2(74). -Б., 2025. С.475-480. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=82449372>
8. К.Исаков, А.Алтыбаев, А.Чопоев, А.Абдилова. Выявление закономерности потребностей количества полос движения на пересечениях улиц г. Бишкек. Известия КГТУ им.И.Раззакова, №2(70). – Б., 2024. С.629-635. <https://elibrary.ru/item.asp?id=68019570>
9. Микросхема DLT – визуальные примеры
10. Webster F.V. Traffic Signal Settings. – London: HMSO, 1958.
11. Transportation Research Board. Highway Capacity Manual (HCM 2016). – Washington, D.C., 2016.
12. Зырянов В.В. Организация дорожного движения. – М.: Транспорт, 2014.
13. Хворост Г.С. Пропускная способность городских улиц и дорог. – М.: Стройиздат, 1982.
14. Michigan Department of Transportation. Safety and Operational Effects of Michigan Left Turns. – MDOT Report, 2018.
15. <https://www.wsj.com/business/logistics/left-turn-dangers-city-streets-4cbde78f>
16. <https://www.sciencealert.com/cities-are-stopping-you-from-turning-left-heres-why>
17. <https://www.sciencetimes.com/articles/31582/20210607/eliminating-left-turns-will-make-city-driving-safer-save-fuel.htm>
18. <https://news.byu.edu/news/byu-traffic-study-no-more-left-turns-busy-streets>
19. <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/03611981211011647>
20. <https://www.washingtonpost.com/opinions/2024/06/24/ban-left-turns/>
21. <https://finance-commerce.com/2021/06/removing-left-turns-could-improve-traffic-safety/>

22. <https://www.bi.team/blogs/dangerous-left-turns-slow-by-17-in-traffic-study-leveraging-behavioral-science/>
23. <https://www.forbes.com/sites/tanyamohn/2021/11/30/dangerous-left-turn-crashes-can-be-reduced-new-study-finds/>
24. <https://www.wsj.com/business/logistics/left-turn-dangers-city-streets-4cbde78f>
25. <https://www.fastcompany.com/90643539/its-time-for-cities-to-ban-left-turns>
26. <https://www.thecivilengineer.org/index.php/news/the-concept-of-removing-left-turns-to-increase-safety-and-reduce-congestion>
27. <https://news.byu.edu/news/byu-traffic-study-no-more-left-turns-busy-streets>
28. <https://en.wikipedia.org/wiki/Superstreet>
29. Исаков К., Алтыбаев А.Ш., Чопоев А.Б., Абдилова Д. Выявление закономерности потребностей количества полос движения на пересечениях улиц г. Бишкек. - Известия КГТУ. - 2024. - №2(70). – стр. 629 – 635.
30. Муктарбек уулу К., Курманалиев А.Б. Внедрение выделенных полос для общественного транспорта в Бишкеке: проблемы, перспективы и адаптивные стратегии / Известия КГТУ. – 2025. – №1(73). – стр. 204 -208.
31. Исаков К., Арыкбаев К.Б., Алтыбаев А.Ш., Трофимова Л.С., Кадыркулов С. Анализ и методика по обоснованию улучшения пропускных способностей пересечений улиц г. Бишкек с тремя и более полосами движений / Известия КГТУ. - 2025. – №2 (74). – стр.469 – 474.
32. Исаков К., Арыкбаев К.Б., Алтыбаев А.Ш., Татанова А.Т., Элтуйбасова Э. Анализ и рекомендации для увеличения пропускной способности улиц г. Бишкек./ Известия КГТУ. – 2025. – №2 (74). –стр. 475 – 480.

УДК 711.4-112:004.8:007.5

Баратова Т.С., Бондарь И.С.

Л.Б. Гончаров ат. Казак автомобиль-жол институту (Каз АДИ)

Алматы, Казакстан

Казахский автомобильно-дорожный институт имени Л.Б.Гончарова (КазАДИ)

Алматы, Казакстан

T.S. Baratova I.S.Bondar

Kazakh Automobile and Highway Institute named after L.B. Goncharov (KazADI),

Almaty, Kazakhstan

Ivan_sergeevich_08@mail.ru

ВНЕДРЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ В МЕГАПОЛИСЫ И ГОРОДА КАЗАХСТАНА

КАЗАКСТАНДЫН МЕГАПОЛИСТЕРИНЕ ЖАНА ШААРЛАРЫНА ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫК ТРАНСПОРТ СИСТЕМАЛАРЫН КИРГИЗҮҮ

IMPLEMENTATION OF INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEMS IN MEGA CITIES AND CITIES OF KAZAKHSTAN

Тыгындар – бардык мегаполистин башкы көйгөй маселелеринин бири. Жылдан жылга Казакстандын ири шаарларында унаалардын саны өсүүдө, ал эми жол тармагынын мүмкүнчүлүктөрү бул өсүштүн артынан дайыма эле жетише бербейт. Эртең мененки жана кечки тыгылыш (час пик) сааттары километрлик тыгындарда баалуу убактысын корутууга аргасыз болгон миңдеген шаардыктар үчүн чыныгы сыноого айланууда. Интеллектуалдык транспорт системасы (ИТС) жолдогу кырдаал, коомдук транспорттун келиши жөнүндө актуалдуу маалыматтарды берет жана альтернативдүү каттамдарды сунуштайт. Бул жол жүрүүчүлөргө жолдо баратып тезирээк жана туура чечимдерди кабыл алуу үчүн курал болот.

Интеллектуалдык транспорт системаларынын (ИТС) келечеги чоң потенциалды камтыйт. Акылдуу шаарлардын өнүгүшү менен ИТС коопсуз, натыйжалуу жана адаптивдүү (ыңгайлашуучу) транспорттук тармактарды түзүү менен жаңы деңгээлдерге жетет. Прогноздук (алдын ала айтуучу) аналитиканын жана реалдуу убакыт режиминдеги маалыматтардын агымынын аркасында, транспорттук агымдар реактивдүү башкаруудан адаптивдүү башкарууга өтөт, тагыраагы, мобилдүүлүккө болгон муктаждыктарды алар пайда боло электе эле алдын ала билет.

Ачык сөздөр: интеллектуалдык транспорт системалары, жол кыймылын интеллектуалдык башкаруу, адаптивдүү светофорлор, компьютердик көрүү.

Пробки – одна из главных болевых точек любого мегаполиса. С каждым годом количество автомобилей в крупных городах Казахстана растёт, а возможности дорожной сети не всегда успевают за этим ростом. Утренние и вечерние часы пик становятся настоящим испытанием для тысяч горожан, вынужденных тратить драгоценное время в километровых заторах. Интеллектуальная транспортная система (ИТС) предоставляет актуальную информацию о дорожной ситуации, прибытии общественного транспорта и предлагает альтернативные маршруты, давая путешественникам инструменты для принятия более быстрых и взвешенных решений в пути. Будущее интеллектуальных транспортных систем (ИТС) таит в себе огромный потенциал. По мере развития умных городов ИТС достигнут новых высот, создавая более безопасные, эффективные и

адаптивные транспортные сети. Благодаря прогнозной аналитике и потокам данных в реальном времени, транспортные потоки перейдут от реактивного к адаптивному управлению, предвидя потребности в мобильности еще до их возникновения.

Ключевые слова: интеллектуальные транспортные системы, интеллектуальное управление дорожным движением, адаптивные светофоры, компьютерное зрение.

Traffic jams are one of the main pain points of any megacity. Every year, the number of cars in major cities of Kazakhstan is growing, and the capabilities of the road network do not always keep pace with this growth. The morning and evening rush hours are becoming a real challenge for thousands of citizens who are forced to spend precious time in kilometer-long traffic jams. The Intelligent Transportation System (ITS) provides up-to-date information about the traffic situation, the arrival of public transport and offers alternative routes, giving travelers the tools to make faster and more informed decisions along the way. The future of intelligent transportation systems (ITS) holds great potential. As smart cities evolve, ITS will reach new heights by creating safer, more efficient, and adaptive transportation networks. Thanks to predictive analytics and real-time data flows, traffic flows will shift from reactive to adaptive management, anticipating mobility needs even before they arise.

Ke ywords: intelligent transport systems, intelligent traffic management, adaptive traffic lights, computer vision.

Введение

Стандарт [1] описывает архитектуру связи для интеллектуальных транспортных систем, обеспечивая бесшовную интеграцию между транспортными средствами, инфраструктурой и технологиями в разных странах. Аналогично, новая серия стандартов [2] регулирует электронные правила дорожного движения, помогая городам внедрять системы предотвращения аварий, которые надежно работают в глобальном масштабе. Стандарты – это не просто технические спецификации, это то, что позволяет интеллектуальным транспортным системам масштабироваться, развиваться и объединять мировые системы мобильности в единую сеть.

Объединяя данные в реальном времени, ИИ, IoT и прогнозную аналитику, интеллектуальные транспортные системы превращают повседневные неудобства в оптимизированные и эффективные поездки [3, 4]. В центре всего этого находится центр управления дорожным движением – «мозг» всей системы. Он непрерывно отслеживает поступающие данные от датчиков, камер и устройств IoT, анализируя дорожную обстановку и производительность системы в режиме реального времени. Затем компьютерное зрение на основе искусственного интеллекта и интеллектуальные алгоритмы обрабатывают эту информацию, создавая интерактивную цифровую карту моделей движения и дорожной активности [5].

Процесс управления дорожным движением работает так: 1) Сбор в базу данных осуществляется в режиме реального времени с монтируемых датчиков в дорожное полотно, городской транспорт (автобусы, троллейбусы), а также инфраструктуру города (светофоры, столбы линии освещения и т.д.). Они собирают такие данные как: интенсивность и плотность транспортного потока, фиксируют скоростной режим всех участников дорожно-транспортного движения (автомобилей, мотоциклов, скутеров, велосипедов, электросамоваров и пешеходов)погодно-климатические условия; 2) Собранные результаты передаются на сервер по высокоскоростным сетям оптоволоконных кабелей, а иногда по wi-fi (5G) мобильной сети, обеспечивая непрерывную связь «non-stop» между транспортными средствами, инфраструктурой и пассажирами; 3) Анализировать получаемые данные помогают алгоритмы на основе искусственного интеллекта обрабатывают поступающую информацию, прогнозируя заторы, оптимизируя маршруты движения и повышая безопасность дорожного движения в режиме реального времени; 4) Практические

рекомендации: водители получают более продуманные предложения по маршрутам, пассажиры – актуальную информацию об общественном транспорте, а городские планировщики – инструменты, основанные на данных, необходимые для проектирования более эффективных и отвечающих потребностям городов (рис. 1).



Рисунок 1 – Интеллектуальная система управления дорожным движением в мегаполисе

Цель исследования

Цель исследования заключается во внедрении интеллектуальных транспортных систем (ИТС) в городах по всему Казахстану для борьбы с пробками, повышения безопасности и создания эффективных транспортных сетей. Технологии ИТС, включая управление дорожным движением на основе ИИ и прогнозную аналитику, трансформируют передвижение и функционирование городов.

Именно здесь вступают в игру интеллектуальные транспортные системы. По всему миру города внедряют технологии ИТС для борьбы с пробками, повышения безопасности и создания более эффективных транспортных сетей [6]. От управления дорожным движением на основе ИИ до прогнозной аналитики – эти инновации меняют то, как мы передвигаемся и как функционируют наши города.

Вот лишь несколько примеров интеллектуальных транспортных систем, оказывающих влияние уже сегодня. **Интеллектуальное управление дорожным движением:** данные в реальном времени, адаптивные сигналы и обнаружение инцидентов работают синхронно, обеспечивая бесперебойное движение транспорта и превращая устаревшие сети в интеллектуальные высокоэффективные системы. Благодаря связи V2V и V2I транспортные средства мгновенно обмениваются данными, координируя движения, выдавая предупреждения о столкновении и помогая предотвращать пробки еще до их возникновения.

Обнаружение опасностей на дороге: мгновенные оповещения указывают на выбоины, скользкие участки, пешеходов и неожиданные препятствия, повышая бдительность водителя и снижая риск аварий – одно из основных преимуществ интеллектуальных транспортных систем [7].

Адаптивные светофоры: благодаря искусственному интеллекту, интеллектуальные сигналы реагируют на дорожную ситуацию в режиме реального времени, снижая нагрузку на оживленных перекрестках и улучшая общую мобильность в городе [8].

Принятие решений на основе данных: интеллектуальные транспортные системы помогают планировщикам перейти от догадок к стратегии. Благодаря передовой аналитике и предиктивному моделированию города могут прогнозировать заторы, оптимизировать

маршруты и инвестировать в необходимую инфраструктуру в нужное время. **Бесперебойная система взимания платы за проезд:** автоматизированные бесконтактные платежи на дорогах, в автобусах и поездах делают мультимодальные поездки быстрее, проще и удобнее – прекрасный пример интеллектуальной транспортной системы в действии.

Материал и методы исследования

Рассмотрим несколько примеров внедрения интеллектуальных систем управления дорожным движением в города Казахстана: Астана, Алматы, Шымкент, Атырау, Караганда, Костанай.

В соответствии с поручением Главы государства в Астане реализуется стратегический проект Smart City. До конца 2025 года в городе будет установлено свыше 20 тысяч новых интеллектуальных камер видеонаблюдения с более чем 35 алгоритмами видеоаналитики на базе искусственного интеллекта, включая распознавание лиц и поведения, аналитику трафика и автоматическое оповещение экстренных служб. Если раньше власти пытались решать проблему традиционными методами – строительством развязок, расширением дорог, запуском новых маршрутов, то сегодня становится ясно: без интеллектуальных решений этого недостаточно. Мир давно движется в сторону «умных городов», и теперь Астана делает шаг в том же направлении [9].

За дорогами в Алматы помогает следить искусственный интеллект (ИИ). Как сообщили в ведомстве управления цифровизации, с октября прошлого года в мегаполисе реализуется первый в Казахстане проект мониторинга дорог с использованием ИИ. В Алматы активно реализуют проекты развития транспортного движения, числе речь идет о пробивке радиальных и магистральных дорог в микрорайонах Алгабас, Шугыла, Акжар, Боралдай, Жас-Канат, Рахат-Мадениет, Теректы. Среди текущих инициатив – создание BRT по улице Желтоксан и проспекту Райымбек батыра, и расширение радиальных дорог, ведущих из верхней части города до проспекта аль-Фараби.

По данным акимата, разработан проект по проспекту аль-Фараби, который топит во время ливней. Предусмотрено строительство арычной сети по улице Каппарова и установка двух крупных уловителей на улице Ушкempiрова [10].

Из статьи А. Дуваевой от 20.10.2025 года [11], следует, что в прошлом году в Шымкенте был запущен уникальный проект, упрощающий жизнь водителям и спецслужбам – Интеллектуальная транспортная система (ИТС). Казахстанские разработчики, объединив мировой опыт, создали систему, которая делает городское движение логичным. К слову, в борьбе с пробками, на помощь приходят и новые дороги. Благодаря интеллектуальному помощнику на дороге существенно сократиться и время в пути для экстренных служб, что особенно важно при оказании неотложной медицинской помощи и реагировании на чрезвычайные ситуации [11].

Из статьи Е. Гуляевой от 12.11.2025 года [12], следует, что в Атырау начали использовать искусственный интеллект для управления дорожным движением. В городе реализуется проект "Умные светофоры", цель которого – повысить эффективность регулирования транспортных потоков и безопасность пешеходов с применением современных технологий (рис. 2).

Внедрение интеллектуальной системы регулирования – часть комплексной программы по цифровизации городской инфраструктуры. Ожидается, что проект позволит повысить пропускную способность улиц, улучшить безопасность дорожного движения и сократить время в пути для жителей Атырау.

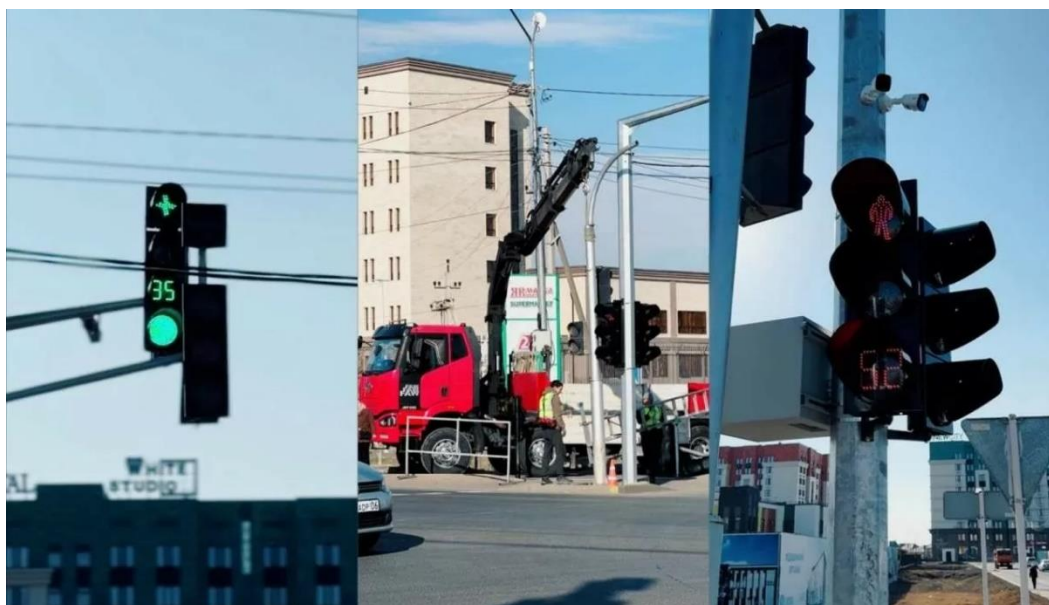


Рисунок 2 – "Умные светофоры" управляют уличным движением в Атырау
(Фото:Пресс-служба МВД РК, inbusiness.kz)

Система уже работает в тестовом режиме. На этом этапе акимат города и управление полиции принимают предложения от жителей, касающиеся настройки «умных светофоров». Основные замечания касаются отсутствия на некоторых перекрестках дополнительных зеленых стрелок и сигнала «зеленый плюс». В ближайшее время планируется их установка, чтобы сделать движение более удобным и предсказуемым [12].

Из статьи [13] от 18 сентября 2025 года, следует, что регулировать движение на дорогах Караганды теперь будет искусственный интеллект. В Караганде завершили внедрение интеллектуальной-транспортной системы (рис. 3). Теперь все светофоры объединены в единый центр управления, работающий на базе искусственного интеллекта (рис. 4). Такая система позволяет эффективно регулировать поток автомобилей, избегая заторов.

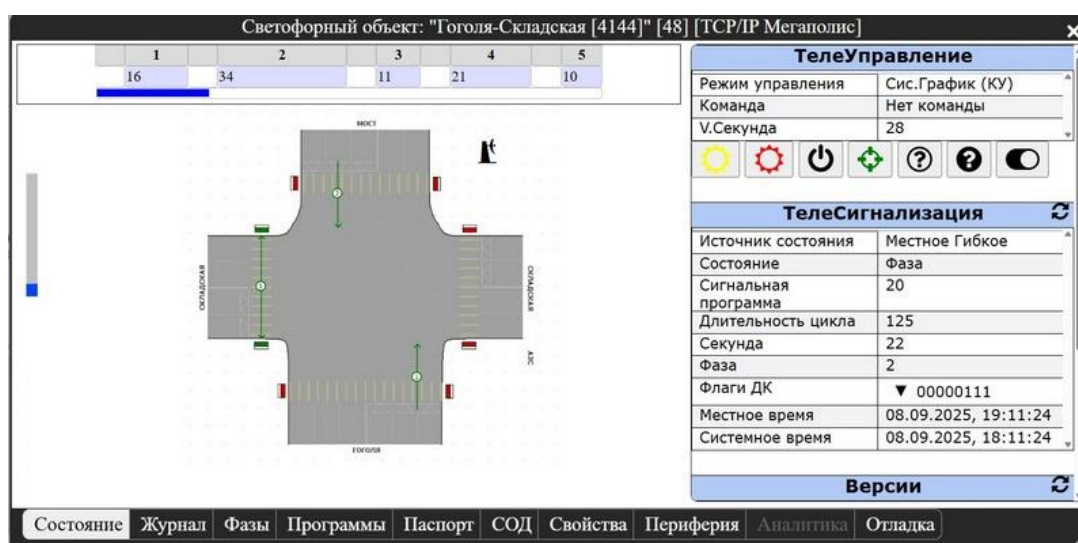


Рисунок 3 – Пример обработки данных интеллектуальной-транспортной системы города Караганды

Использовать искусственный интеллект для регулирования автомобильных потоков – общемировая практика. Программа разработана за рубежом, но адаптирована под наши условия. Внедрением системы занималась отечественная компания, и обслуживать её будут наши специалисты.

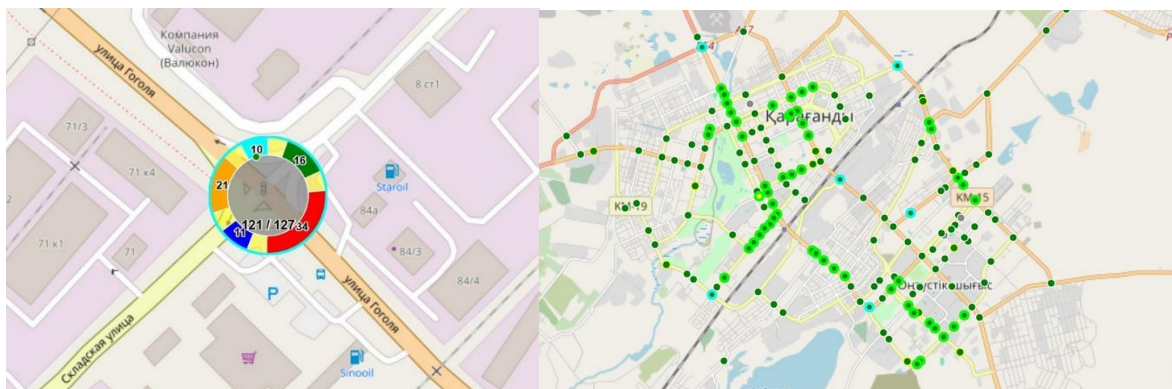


Рисунок 4 – Электронно-цифровая карта ГИС: слева – процент загруженности перекрестка с кольцевым движением, справа – светофоры, подключенные к системе искусственного интеллекта

Есть и новые светофоры. Они оснащены специальными детекторами, которые позволяют операторам следить за ситуацией на дорогах в режиме реального времени. Важно, что система ИТС будет работать даже при отсутствии соединения с интернетом. Это возможно благодаря специальным GSM-модулям. Они позволяют запрограммировать светофоры так, чтобы даже в случае отключения интернета заданные алгоритмы не сбивались и продолжали работать. На балансе Карагандинской области находятся автомагистрали области (2566,1 км) и района (4778,3 км), из асфальтобета – 709,5 км, чертешбеночные – 1724,3 км и гравийно-щешбеночное – 2313,5 км, грунтовые – 31 км. Искусственные сооружения: мосты – 100 шт = 5357,9 п/м; трубы водопроводные – 2798 шт = 41417 п/м [13].

Из статьи Е. Гуляевой от 12.11.2025 года [14], следует, что в Костанае впервые запущены полицейские дроны для наблюдения за дорожным движением и повышения безопасности пешеходов (рис. 5). Новый формат патрулирования стал частью профилактической работы, направленной не на наказание, а на предупреждение нарушений и сохранение человеческих жизней. По словам представителей полиции, использование беспилотных летательных аппаратов позволит оперативно фиксировать нарушения и предотвращать дорожно-транспортные происшествия. Главная цель проекта – снизить количество наездов на пешеходов, которые остаются одной из самых частых причин аварий в регионе.

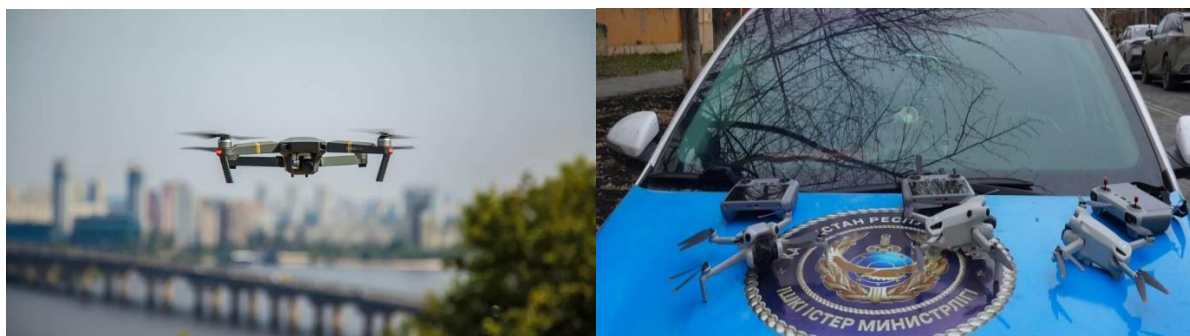


Рисунок 5 – Квадрокоптеры. Фото: pixabay.com

Важно подчеркнуть, что полицейские дроны не предназначены для измерения скорости или автоматической фиксации нарушений. Их главная функция – наблюдение и помощь в предотвращении потенциально опасных ситуаций. Видеоматериалы с беспилотников используются как доказательная база при разборе инцидентов [14].

Результаты исследования и их обсуждение

В Алматы за состоянием дорог следит искусственный интеллект (ИИ). Система анализирует видеопотоки с 393 автомобилей скорой помощи и автобусов. Это позволяет автоматически обнаруживать ямы, трещины, стертые разметки и дефекты покрытия. Все выявленные нарушения отображаются на интерактивной карте. Благодаря этому цифровому решению было обнаружено более 600 дефектов дорожного полотна и свыше 250 ям и выбоин на дорогах.

В настоящее время в Астане уже функционирует около 700 аппаратно-программных комплексов, 6 000 камер контроля на дорогах и перекрестках, 4 000 камер общего наблюдения и 3 000 сторонних камер, которые централизованно управляются из Центрального контрольного центра. Проект реализуется в сотрудничестве с международной технологической компанией Presight AI, которая отвечает за разработку, внедрение, инвестиции и последующую передачу всей инфраструктуры городу.

Сейчас в Шымкенте 386 светофорных объектов. 317 из них подключены к системе интеллектуального транспорта. Благодаря технологиям среднее время в пути по городу снижено на 20%, количество транспортных заторов снижено на 28%, пропускная способность дорожной сети увеличена на 26%. К примеру, на улице Аргынбекова, сразу после установки, трехглазый регулировщик движения подключили к системе интеллектуального транспорта, теперь будет доступна функция «Зеленый коридор», 40 объектов оснащены источниками бесперебойного питания, они самые современные они поддерживают работу светофора и могут работать до 24 часов.

По данным городских властей, на сегодняшний день в Атырау установлено 78 светофоров: 42 – на Азиатской стороне города, включая три пешеходных, и 36 – на Европейской, из которых два обслуживают пешеходные переходы. В рамках проекта в систему уже загружено более 160 тысяч данных, которые обрабатываются с помощью алгоритмов искусственного интеллекта. Эти данные позволяют анализировать интенсивность движения транспорта и пешеходов, что помогает оптимизировать работу светофоров и сократить пробки.

Сейчас ИТС объединяет 206 светофоров, находящиеся на балансе отдела ЖКХ г. Караганды. Система с использованием искусственного интеллекта позволяет координировать работу светофоров в режиме реального времени и оперативно реагировать на ситуацию на дорогах. К примеру, помочь в кратчайшие сроки избавиться от затора на загруженном перекрестке в час пик. Из 206 светофоров в системе более 60 уже работают в режиме зелёной волны. Это значит, что время включения разрешающих сигналов светофора скоординировано таким образом, чтобы водители могли проехать большой отрезок пути без лишних остановок. Так поток машин становится более равномерным, а вероятность возникновения пробок значительно ниже.

Как рассказали в ДП Костанайской области, если раньше беспилотники применялись, в основном, на загородных трассах для выявления выездов на встречную полосу, то теперь они патрулируют и городские улицы. Особое внимание уделяется пешеходным переходам – дроны фиксируют случаи, когда водители не уступают дорогу людям на «зебре» или совершают опасные маневры вблизи переходов.

Заключение

Для повышения улучшения и комфортной транспортной обстановки, и безопасности инфраструктуры городов Казахстана необходимо принять ИИ. Инновационные технологии

широко применяются на всех жизненно важных циклах: в проектировании, строительстве, эксплуатации и управлении инфраструктуры городской мобильности, запуске беспилотных транспортных средств. ИИ берет на себя огромную помощь в выявлении рисков, предотвращении пробок и заторов в аварийных ситуациях, а также помогает в проложении либо создании альтернативных маршрутов к пункту назначения, чтобы сэкономить время нахождения в пути. Однако нельзя доверять ИИ полностью, так как возможны периодические сбои в системе, так называемый «Коллапс» или «Хаос», включая риск необъективных решений и нарушения прав пользователей. Кибератаки также угрожают его работоспособности. Важно адаптировать нормативную базу для защиты прав граждан и данных, разрабатывая стратегии, которые обеспечат инновации и минимизируют негативные последствия.

Список литературы

1. ISO 21217:2020 Интеллектуальные транспортные системы – Доступ к связи для наземных мобильных устройств (CALM) – Архитектура
2. ISO/TS 24315-1:2025 Интеллектуальные транспортные системы – Управление электронными правилами дорожного движения (METR) – Часть 1: Словарь.
3. Исхакова А.Ф. Применение искусственного интеллекта // Вестник современных исследований. 2018. № 9.3. С. 261-262.
4. К.С. Каримов. Методы искусственного интеллекта и применение их на транспорте / Постсоветский материк 4(40)/2023. С. 106-115. DOI: 10.48137/23116412_2023_4_106
5. Никулин А.В. Федоров П.В. (2022). Искусственный интеллект в управлении транспортными потоками: Современные тенденции и перспективы. Транспортная логистика, 10(1), с. 24-38.
6. Арифджанова Н.З. Применение искусственного интеллекта для оптимизации маршрутов транспорта // Universum: технические науки. 2023. №5 (110). С. 10-12.
7. Головастов А. Аспекты внедрения искусственного интеллекта на транспорте и в критически ответственных секторах // СТА. 2022. №2. С. 24-35.
8. Архипов Д.А. Умный светофор или использование искусственного интеллекта для управления транспортными потоками / Вестник науки. №6 (75) том 1. Екатеринбург. 2024. с 1389-1392.
9. Источник web-site https://el.kz/ru/ii-nauchat-borotsya-s-probkami-na-dorogah-astany_400036693.
10. Источник web-site LSM.kz: <https://lsm.kz/ii-pomogaet-sledit-za-dorogami-almaty>.
11. Источник web-site <https://otyrar.kz/2025/10/v-shymkente-intellektom-boryutsya-s-probkami-na-dorogah>.
12. Источник web-site <https://inbusiness.kz/ru/last/umnye-svetofory-upravlyayut-ulichnym-dvizheniem-v-atyrau>.
13. Источник web-site <https://www.gov.kz/memleket/entities/karaganda/press/news/details/1070226?lang=ru>.
14. Источник web-site <https://inbusiness.kz/ru/last/drony-sledyat-za-bezopasnostyu-peshehodov-v-kostanae>.
15. Воробьев А.Е., Торобеков Б.Т., Маматалиев М. А. Развитие концепции «умный светофор» / Известия КГТУ имени И.Раззакова. - 2023.– 3 (67). – стр. 1523 – 1528.

УДК 711.4-112:004.8:007.5

Бобряшов Д.Н.

Л.Б. Гончаров атындагы Казак автомобиль-жол академиясынын асс. профессору
асс.профессор КазАДИ им. Л.Б.Гончарова
Алматы, Казакстан

D.N. Bobryashov

Associate Professor at L.B. Goncharov Kazakh Automobile and Highway Academy
D_bobryashov@mail.ru

АУДИТ СПЕЦТЕХНИКИ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

КАЗАКСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫН ЖОЛ-КУРУЛУШ ИШКАНАЛАРЫНЫН АТАЙЫН ТЕХНИКАЛАРЫНА АУДИТ

AUDIT OF ROAD CONSTRUCTION EQUIPMENT OF ENTERPRISES IN THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

Макала Казакстан Республикасынын (КР) жол-курулуш ишканаларынын атайын техникаларынын аудитинин актуалдуу темасын карайт. Анда теориялык негиздер, ченемдик-укуктук база, аудит жүргүзүүнүн методикасы, 2023–2026-жылдарга карата атайын техникалар рыногунун статистикалык маалыматтары, ошондой эле натыйжалуулукту жана ээлик кылуу наркын эсептөөнүн мисалдары талданат. Өзгөчө көңүл тармактагы көйгөйлөргө жана чакырыктарга, анын ичинде импортко көз карандылыкка, техникалык парктык эскиришине жана процесстерди санариптештирүүгө бурулган. Ишканалардын натыйжалуулугун жогорулатуу үчүн аудитти оптималдаштыруу боюнча сунуштар берилди. Макала КР Стратегиялык пландаштыруу жана реформалар агенттигинин (СПРА) Улуттук статистика бюросунун, Казакстан автобизнес ассоциациясынын маалыматтарына, «Qazindustry» отчетторуна жана КРнын ченемдик-укуктук актыларына негизделген.

Ачкыч сөздөр: атайын техниканын аудити, жол-курулуш ишканалары, Казакстан Республикасы, амортизация, ээлик кылуу наркы, өндүрүмдүүлүк, ченемдик-укуктук актылар, атайын техникалар рыногу, импорт, санариптештирүү.

В статье рассматривается актуальная тема аудита специальной техники дорожно-строительных предприятий Республики Казахстан (РК). Анализируются теоретические основы, нормативно-правовая база, методика проведения аудита, статистические данные рынка спецтехники за 2023–2026 годы, а также примеры расчётов эффективности и стоимости владения. Особое внимание уделено проблемам и вызовам в отрасли, включая импортозависимость, старение парка техники и цифровизацию процессов. Предложены рекомендации по оптимизации аудита для повышения эффективности предприятий. Статья основана на данных Бюро национальной статистики АСПР РК, Ассоциации Казахстанского Автобизнеса, отчётах Qazindustry и нормативных актах РК.

Ключевые слова: аудит спецтехники, дорожно-строительные предприятия, Республика Казахстан, амортизация, стоимость владения, производительность, нормативные акты, рынок спецтехники, импорт, цифровизация.

The article addresses the relevant topic of auditing specialized equipment of road construction enterprises in the Republic of Kazakhstan (RK). It analyzes the theoretical

foundations, regulatory framework, audit methodology, market statistics for specialized equipment for 2023–2026, as well as examples of efficiency and cost of ownership calculations. Particular attention is paid to industry problems and challenges, including import dependence, aging equipment fleets, and digitalization of processes. Recommendations are made for optimizing audits to improve enterprise efficiency. The article is based on data from the Bureau of National Statistics of the ASPR of the RK, the Kazakhstan Auto Business Association, Qazindustry reports and regulatory acts of the RK.

Key words: *Special equipment audit, road construction enterprises, Republic of Kazakhstan, depreciation, ownership cost, productivity, regulations, special equipment market, import, digitalization.*

Введение

Развитие инфраструктуры в Республике Казахстан остается приоритетным направлением государственной политики. Программы "Нұрлы жол" и "Стратегия развития транспортной системы до 2030 года" предусматривают масштабные инвестиции в строительство и реконструкцию автомобильных дорог, что требует эффективного использования специальной техники. Спецтехника – экскаваторы, бульдозеры, грейдеры, асфальтоукладчики, краны и другие машины – является ключевым активом дорожно-строительных предприятий. Однако отсутствие систематического аудита приводит к повышенным затратам, простоям оборудования, рискам безопасности и снижению общей производительности.

Аудит спецтехники охватывает технический, финансовый и операционный аспекты. Согласно Закону РК "Об аудиторской деятельности" от 20 ноября 1998 года № 304-І (с изменениями на 2025 год), аудит проводится в соответствии с Международными стандартами аудита (МСА), адаптированными к национальному законодательству. В 2023 году в РК было реализовано 220 бульдозеров (рост на 22% к 2022 году) и 673 одноковшовых экскаватора (рост на 42%), по данным Бюро национальной статистики АСПР РК. К 2024 году производство транспортных средств в РК достигло рекорда – 171 144 единиц, включая спецтехнику, с общим объемом в 2,3 трлн тенге. По предварительным данным за 2025 год, производство коммерческой техники составило около 13 000 единиц, с ростом на 6-8% по сравнению с 2024 годом.

Импорт доминирует: Китай – 60%, Южная Корея – 15%, ЕС – 10%, с общим чистым импортом машин и оборудования для строительных работ в 2023 году на сумму \$744 млн (рост на 25,8% к 2022). Отечественное производство минимально, что усиливает зависимость от внешних поставок и повышает риски в условиях глобальных санкций и логистических проблем. Цель статьи – проанализировать методику аудита, привести обновленную статистику за 2023–2025 годы, примеры расчётов и рекомендации. Это позволит предприятиям оптимизировать ресурсы и соответствовать нормативам, таким как ПР РК 218-113-2014 "Инструкция по контролю качества и приемке работ при строительстве и ремонте автомобильных дорог" [2] и СП РК 3.03-101-2013 "Автомобильные дороги" [3].

В условиях экономических вызовов, включая инфляцию (около 10% в 2024-2025) и санкции, аудит становится инструментом для снижения рисков. По оценкам Ассоциации Казахстанского Автобизнеса, парк спецтехники в дорожно-строительном секторе РК насчитывает 15–20 тыс. единиц, со средним возрастом 7–10 лет. Прогноз на 2026–2030 годы: рост рынка на 15–20% ежегодно за счет реконструкции 9,5 тыс. км дорог и реализации Комплексного плана по развитию машиностроительной отрасли РК на 2024–2028 годы. Статья структурирована: теоретические основы, методика, статистика, примеры, проблемы, кейс-стади, заключение. Общий анализ подчеркивает необходимость интеграции аудита с цифровыми технологиями для повышения конкурентоспособности отрасли.

Теоретические основы аудита спецтехники

Аудит в РК регулируется Законом № 304-І, где под аудитом понимается независимая проверка финансовой отчетности и активов [1]. Для дорожно-строительных компаний обязательный аудит предусмотрен Законом "О долевом участии в жилищном строительстве" и для уполномоченных компаний. Стандарты включают МСА, опубликованные на казахском и русском языках. Дополнительно применяются отраслевые нормативы: СН РК 1.03-00-2011 "Строительное производство. Организация строительства предприятий, зданий и сооружений", который определяет требования к контролю за техникой [8, 9].

Теоретически, аудит спецтехники делится на типы: внешний (независимый) и внутренний (самоконтроль предприятия). Технический аудит оценивает состояние оборудования по нормам безопасности, включая Регламент по проведению проверок качества АО "ҚазАвтоЖол" (Приказ №281 от 09.09.2019). Финансовый аудит фокусируется на амортизации (Налоговый кодекс РК), затратах на техническое обслуживание (ТО) и возврате инвестиций (ROI, Return on investments). Операционный аудит анализирует использование, контроль топлива и производительность по ОДМ 218.6.026–2017 "Методический документ по аудиту проектов автомобильных дорог" [7].

В 2017–2023 годах импорт спецтехники превысил 10 тыс. единиц, с преобладанием брендов Komatsu и Hyundai. К концу 2025 года рынок тракторов и спецтехники в РК остается импортоориентированным (81% зарубежной продукции), по данным RBC и БНС АСПР РК. Это требует адаптации аудита к разнородному парку, включая оценку соответствия СТ РК 1124-2003 "Технические средства организации дорожного движения" и СТ РК ISO 14001 для экологического менеджмента.

Аудит также учитывает экологические аспекты: согласно Закону "Об энергосбережении и повышении энергоэффективности" (с изменениями в 2025 году), техника должна соответствовать нормам энергоаудита, включая снижение выбросов CO₂ [10]. В дорожно-строительном секторе аудит интегрируется с системой управления качеством по ISO 9001, где оценивается весь жизненный цикл техники: от закупки до утилизации. Теоретическая база подчеркивает риск-ориентированный подход, где аудит помогает минимизировать потери от простоев (до 30% в отрасли) и оптимизировать затраты на топливо и запчасти.

Методика проведения аудита

Аудит проводится поэтапно, с учетом специфики дорожно-строительного сектора.

1) Планирование: Сбор документов (паспорта техники, акты осмотров, журналы эксплуатации). Определение рисков по SWOT-анализу: сильные стороны – современная импортная техника, слабые – старение парка и зависимость от поставок. Установление целей аудита, выбор образцов (например, 20% парка).

2) Полевая проверка: Осмотр на объектах по ПР РК 218-113-2014. Использование диагностического оборудования (вибродиагностика, тепловизоры) для оценки износа. Проверка соответствия нормам безопасности, включая наличие сертификатов и журналов ТО [2].

3) Анализ данных: Расчёты эффективности с использованием ПО типа "БИТ.СТРОИТЕЛЬСТВО/Механизация" или 1С:Предприятие. Сравнение с нормативами СТ РК 1041-2001 "Аккредитация испытательных лабораторий". Анализ финансовых показателей, таких как ТСО и ROI.

4) Отчёт и рекомендации: Составление отчёта с выводами и предложениями, включая цифровизацию (GPS-мониторинг для контроля топлива и телематика для предиктивного обслуживания).

В РК рекомендуется привлекать аккредитованные лаборатории Национального центра качества дорожных активов. Для крупных предприятий (например, АО "ҚазАвтоЖол") аудит интегрируется с государственным контролем по Рекомендациям по аудиту безопасности дорожного движения (E17000185AD). Методика учитывает специфику: сезонность работ (зимой – простои), удаленность объектов (в регионах как Атырау или Мангистау). В 2024-

2025 годах введены цифровые платформы для онлайн-аудита, снижающие затраты на 15–20%. Дополнительно, в Комплексном плане по развитию машиностроения на 2024–2028 предусмотрены меры по стандартизации аудита, включая обучение аудиторов [12].

Статистический анализ рынка спецтехники в РК

По данным БНС АСПР РК, в 2023 году продажи бульдозеров выросли на 22% (220 единиц), экскаваторов – на 42% (673 единицы). К 2025 году производство транспортных средств достигло 171 144 единиц (+17,8% к 2024), с долей спецтехники около 10–15%. Импорт: Китай доминирует (60%), с ростом на 20% в 2024–2025, чистый импорт машин для строительных работ – \$744 млн в 2023 [4, 11].

Отечественное производство: "СемаЗ" – 3 728 единиц коммерческой техники (-5,3% в 2025), "QazTehna" – 2 665 (+69,1%), "КАМАЗ Инжиниринг" – 1 426 (-6,4%). Внешнеторговый оборот: 128 802,6 млн USD в 2025 (январь-ноябрь), с импортом 57 666,9 млн USD. По предварительным данным за 2026, производство коммерческой техники выросло на 8% до 13 200 единиц, с акцентом на локализацию (ниша для отечественных производителей появилась в 2020–2025, емкость рынка 35,8 тыс. единиц в 2023) [5.6].

Парк техники: 15–20 тыс. единиц, средний возраст 7–10 лет. Прогноз до 2034: рост рынка тракторов по инерционному сценарию на 10–15% (RBC). В дорожно-строительном секторе спрос растет за счет программ реконструкции, но импортозависимость (81%) остается вызовом. В Национальном докладе о состоянии промышленности (Qazindustry, 2025) отмечен рост машиностроения на 28,2% в 2023, с инвестициями в основной капитал 542,8 млрд тенге в металлургию и 236,7 млрд в стройиндустрию. К 2026, ожидается дальнейший рост за счет Комплексного плана, с финансированием 1 453,5 млрд тенге на 2024-2028 [5.6].

Примеры расчётов в аудите спецтехники

(1) Пример 1: Расчёт амортизации (линейный метод).

Линейный метод амортизации – самый распространённый в РК для спецтехники, согласно ст. 271 Налогового кодекса РК. Он предполагает равномерное распределение стоимости актива за срок полезного использования.

Исходные данные: Экскаватор Komatsu PC200 приобретён за 50 млн тенге. Срок полезного использования – 5 лет (норматив для экскаваторов по классификатору ОС). Остаточная (ликвидационная) стоимость – 5 млн тенге (оценка на основе рыночных данных о вторичном рынке в РК). Инфляция на 2026 год – 7% (условные данные).

Шаг 1: Определение амортизируемой стоимости = Первоначальная стоимость - Остаточная стоимость = 50 000 000 - 5 000 000 = 45 000 000 тенге.

Шаг 2: Годовая норма амортизации = Амортизируемая стоимость / Срок использования = 45 000 000 / 5 = 9 000 000 тенге в год.

Шаг 3: Месячная амортизация = Годовая / 12 = 9 000 000 / 12 = 750 000 тенге.

Шаг 4: Корректировка на инфляцию (для прогнозирования): Годовая амортизация с инфляцией = 9 000 000 × (1 + 0,07) = 9 630 000 тенге.

Интерпретация: Этот расчёт используется в финансовом аудите для корректировки баланса и налоговых отчислений. Если фактическая амортизация ниже, это указывает на недооценку износа; выше – на возможные нарушения учёта. В аудите сравнивается с фактическими данными из бухгалтерских регистров, чтобы выявить расхождения (например, если техника используется интенсивно, рекомендуется ускоренная амортизация).

(2) Пример 2: Расчет стоимости владения техникой (TCO – Total Cost of Ownership)

TCO оценивает все затраты на технику за период, включая приобретение, эксплуатацию и утилизацию. Метод полезен для операционного аудита, помогая сравнить альтернативы (покупка vs лизинг).

Исходные данные: Бульдозер Komatsu D65EX-16, стоимость 40 млн тенге. Годовой пробег – 2000 моточасов. Расход топлива – 20 л/час (дизель по 250 тенге/л в 2023, скорректировано на 270 тенге/л в 2026 из-за инфляции). Затраты на ТО – 2 млн тенге/год. Амортизация – 6 млн тенге/год (срок 6 лет, остаток 4 млн). Страховка – 0,5 млн тенге/год. Выручка от использования – 25 млн тенге/год.

Шаг 1: Расчёт амортизации = $(40\,000\,000 - 4\,000\,000) / 6 = 6\,000\,000$ тенге/год.

Шаг 2: Затраты на топливо = Годовой пробег $\times$ Расход $\times$ Цена = $2000 \times 20 \times 270 = 10\,800\,000$ тенге.

Шаг 3: Суммарный ТСО за год = Амортизация + Топливо + ТО + Страховка + Прочие (например, 0,2 млн на шины) = $6\,000\,000 + 10\,800\,000 + 2\,000\,000 + 500\,000 + 200\,000 = 19\,500\,000$ тенге.

Шаг 4: Расчёт ROI (возврат инвестиций) = $(\text{Выручка} - \text{ТСО}) / \text{Стоимость} \times 100\% = (25\,000\,000 - 19\,500\,000) / 40\,000\,000 \times 100\% = 13,75\%$.

Интерпретация: Если ROI ниже 10%, техника неэффективна – рекомендуется замена. В аудите ТСО сравнивается с отраслевыми бенчмарками (для РК – средний ТСО для бульдозеров 15-20 млн тенге/год) [12]. Расхождения выявляют проблемы, такие как перерасход топлива из-за неоптимального использования.

(3) Пример 3: Расчет производительности экскаватора.

Производительность оценивается по нормативам ОДМ 218.6.026–2017 для операционного аудита, чтобы выявить простои и неэффективность [7].

Исходные данные: Экскаватор с ковшом 1 м³. Цикл копания – 30 сек (стандарт для грунта II категории)[3]. Коэффициент заполнения ковша – 0,9. Смена – 8 часов (480 мин). Потери времени (простои) – 20% (из-за погрузки, перемещений).

Шаг 1: Количество циклов в час = $3600 \text{ сек} / 30 \text{ сек} = 120$ циклов/час.

Шаг 2: Производительность в час = $120 \times 1 \text{ м}^3 \times 0,9 = 108 \text{ м}^3/\text{час}$.

Шаг 3: Производительность за смену без потерь = $108 \times 8 = 864 \text{ м}^3/\text{смену}$.

Шаг 4: С учётом потерь = $864 \times (1 - 0,2) = 691,2 \text{ м}^3/\text{смену}$.

Интерпретация: В аудите это сравнивается с фактическими данными из журналов (например, если фактическая 500 м³ – неэффективность составит 28%). Рекомендации: оптимизация маршрутов, обучение операторов. Для РК учитывается климат (зимой коэффициент потерь +10%).

(4) Пример 4: Расчёт эффективности парка техники (OFR-подход – Overall Fleet Reliability)

OFR оценивает надёжность парка, интегрируя данные о поломках и производительности.

Исходные данные: Парк из 5 бульдозеров D65 для карьера. Нормативная производительность – 600 м³/смену на единицу. Фактическая – 500 м³ (из-за поломок). Количество смен – 13 с совмещением операций.

Шаг 1: Общая нормативная производительность = $5 \times 600 \times 13 = 39\,000 \text{ м}^3$.

Шаг 2: Фактическая = $5 \times 500 \times 13 = 32\,500 \text{ м}^3$.

Шаг 3: Эффективность OFR = $(\text{Фактическая} / \text{Нормативная}) \times 100\% = (32\,500 / 39\,000) \times 100\% \approx 83,3\%$.

Шаг 4: Потенциал роста = $100\% - 83,3\% = 16,7\%$; после оптимизации (ремонт) – рост на 20% до 39 000 м³.

Интерпретация: Низкий OFR указывает на необходимость ТО. В аудите используется для планирования бюджета (экономия 15% затрат при повышении OFR).

(5) Пример 5: Аудит расхода топлива

Аудит топлива – ключевой для операционного контроля, выявляющий хищения или износ.

Исходные данные: Расход нормативный – 20 л/час. Годовой пробег – 2000 часов. Цена – 270 тенге/л (для 2026 года). Фактический расход – 22 л/час (износ двигателя).

Шаг 1: Нормативные затраты = $2000 \times 20 \times 270 = 10\,800\,000$ тенге.

Шаг 2: Фактические = $2000 \times 22 \times 270 = 11\,880\,000$ тенге.

Шаг 3: Перерасход = $11\,880\,000 - 10\,800\,000 = 1\,080\,000$ тенге/год.

Шаг 4: Рекомендация – GPS-мониторинг: снижение на 10% = экономия 1 188 000 тенге.

Интерпретация: Перерасход >5% – сигнал для техаудита. В РК учитывается сезонность (зимой +5% расхода).

(6) Пример 6: Расчёт инвестиций в обновление парка (NPV – Net Present Value)/
NPV оценивает окупаемость инвестиций в новую технику.

Исходные данные: Инвестиции – 100 млн тенге на закуп 3х экскаваторов. Годовой cash flow (CF) – 15 млн тенге/год (выручка минус затраты). Ставка дисконтирования $r = 10\%$ (гипотетическая банковская ставка в РК). Срок – 5 лет.

Шаг 1: Формула $NPV = \sum [CF_t / (1 + r)^t]$ - Инвестиции, где $t=1..5$.

Шаг 2: Расчёт для каждого года:

Год 1: $15\,000\,000 / 1,1 = 13\,636\,364$;

Год 2: $15\,000\,000 / 1,21 \approx 12\,396\,694$;

Год 3: $15\,000\,000 / 1,331 \approx 11\,269\,722$;

Год 4: $15\,000\,000 / 1,4641 \approx 10\,245\,202$;

Год 5: $15\,000\,000 / 1,61051 \approx 9\,313\,820$.

Шаг 3: Сумма дисконтированных CF = $13\,636\,364 + 12\,396\,694 + 11\,269\,722 + 10\,245\,202 + 9\,313\,820 \approx 56\,861\,802$ тенге.

Шаг 4: $NPV = 56\,861\,802 - 100\,000\,000 = -43\,138\,198$ тенге (отрицательный – проект не окупается). Альтернатива: с ростом CF на 20% (до 18 млн) NPV положительный, окупаемость 4 года.

Интерпретация: Отрицательный NPV – отказ от инвестиций. В аудите используется для обоснования лизинга или субсидий, например, по Комплексному плану РК.

Проблемы и вызовы в аудите спецтехники

Основные проблемы: импортозависимость (81% рынка), старение техники (риск поломок +15%), отсутствие цифровизации. По данным [4], спрос на сельхозтехнику (аналогично строительной) вырос на 22% в 2023 году, но цены на запчасти выросли на +20% в 2024-2025 из-за санкций. Аудит выявляет неэффективность: простои 30%, перерасход топлива 10–15%.

Дополнительные вызовы: нехватка квалифицированных кадров (дефицит механиков), экологические требования (снижение выбросов на 20% к 2030 по Закону об энергосбережении). Государственный контроль по ДЗЗ (дистанционное зондирование Земли) для мониторинга объектов помогает, но требует интеграции данных. Решения: внедрение ISO 9001, энергоаудит, обучение по Комплексному плану (финансирование 1,45 трлн тенге на 2024-2028). В 2025 году отмечен рост инвестиций в машиностроение, но локализация производства остается низкой (менее 20%).

Кейс-стади

Аудит в ТОО "ЭйБиСи-ДорСтрой" (фактический пример предприятия в г.Алматы, название изменено)

В 2024-2025 годах аудит парка (10 экскаваторов, 5 бульдозеров, 3 крана) выявил износ порядка 40% (усредненный показатель), ТСО составляет 150 млн тенге/год.

Проблемы: выявлены простои 25%, перерасход топлива 12%.

Рекомендации: замена 3 единиц на отечественные аналоги (например, QazTehna), установка GPS трекеров.

Результат: расчетное значение ROI выросло с 12% до 18%, снижение затрат на 25% (в денежном выражении экономия составила 37,5 млн. тенге).

В 2026 году по рекомендациям аудиторской проверки согласно требованиям [10] будет добавлен энергоаудит, при этом расчетное снижение выбросов должно составить до 12,5-15%.

Заключение

Аудит спецтехники – ключ к эффективности дорожно-строительных предприятий РК. С ростом рынка (15–20% ежегодно до 2030) необходимы цифровизация, соблюдение норм и регулярные проверки. Это снизит риски, оптимизирует затраты и поддержит инфраструктурное развитие. Рекомендуются интеграция аудита с национальными программами, такими как Комплексный план по машиностроению, для локализации производства и снижения импортозависимости. В перспективе, к 2030, ожидается удвоение парка техники с фокусом на устойчивость [12].

Список литературы

1. Закон РК "Об аудиторской деятельности" от 20.11.1998 № 304-І.
[Ссылка: https://adilet.zan.kz/rus/docs/Z980000304_461f0b]
2. ПР РК 218-113-2014 "Инструкция по контролю качества и приемке работ при строительстве и ремонте автомобильных дорог".
[Ссылка: https://prg.kz/document?doc_id=3756422567cd18]
3. СП РК 3.03-101-2013 "Автомобильные дороги".
[Ссылка: https://online.zakon.kz/Document?doc_id=33290795865c2b]
4. Отчёт Ассоциации Казахстанского Автобизнеса, 2024-2025.
[Ссылка: <https://akab.kz/reports0ed632> (официальный раздел с отчётами АКАБ)]
5. Данные БНС АСПР РК, 2023–2025 годы.
[Ссылка: <https://stat.gov.kz/rudee474> (официальный сайт Бюро национальной статистики)]
6. RBC: Анализ рынка тракторов в Казахстане - 2024-2025 годы.
[Ссылка: <https://marketing.rbc.ru/research/45416cdfcdc>]
7. ОДМ 218.6.026–2017 "Методический документ по аудиту проектов автомобильных дорог".
[Ссылка: <https://rosavtodor.gov.ru/storage/app/media/uploaded-files/odm-2186026-2017.pdf69bc30>]
8. СН РК 1.03-00-2011 "Строительное производство. Организация строительства предприятий, зданий и сооружений".
[Ссылка: <https://smeta-kz.com/normativy-rk/organizacionno-metodicheskie-ntdf2498f>]
9. Регламент АО "ҚазАвтоЖол" №281 от 09.09.2019.
[Ссылка: <https://kazautozhol.kz> (официальный сайт АО "ҚазАвтоЖол"; полный текст регламента не найден в открытом доступе, возможно, внутренний документ и на сайте приводятся только его выдержки)]
10. Закон РК "Об энергосбережении и повышении энергоэффективности".
[Ссылка: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/Z120000054124c0f0>]
11. Национальный доклад о состоянии промышленности РК, Qazindustry, 2025.
[Ссылка: <https://qazindustry.gov.kz/ru/nationalreportindustry9394>]
12. Комплексный план по развитию машиностроительной отрасли РК на 2024–2028 годы.
[Ссылка: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P2300000991d95cb7>]

УДК 656.056.5

Исаков К., Алтыбаев А.Ш., Чопоев А.Б., Чылпакбаева Д., Сыдыков А.

И.Раззаков ат. Кыргыз мамлекеттик техникалык университети,

Бишкек ш., Кыргыз Республикасы

Кыргызский государственный технический университет им. И.Раззакова,

г. Бишкек, Кыргызская Республика

K. Isakov, A.Sh.Altymbaev, A.B.Chopoev, D.Chylpakbaeva, A.Sydykov

I.Razzakov Kyrgyz State Technical University, Bishkek, Kyrgyz Republic

k.isakov@kstu.kg, a.altymbaev@kstu.kg, a.chopoev@kstu.kg, damira_56@mail.ru, sydykov.altyn.02@gmail.com

МИКРОМОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ СВЕТОФОРНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ПЕРЕКРЕСТКЕ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ

ӨТКӨРҮҮ ЖӨНДӨМДҮҮЛҮГҮН ЖАКШЫРТУУ ҮЧҮН КЕСИЛИШТЕРДЕГИ СВЕТОФОРДУН ИШТЕШИНИН МИКРОМОДЕЛИН ТҮЗҮҮ

MICRO-SIMULATION OF TRAFFIC LIGHT OPERATION AT INTERSECTIONS TO IMPROVE THROUGHPUT

Акыркы жылдары шаарларда транспорт каражаттарынын санынын тез өсүшү жол-транспорт инфраструктурасынын иштөөсүнө олуттуу жүк жаратты. Айрыкча светофор аркылуу жөнгө салынган кесилиштерде транспорт агымдарынын топтолушу, кезектердин пайда болушу жана унаалардын кечигүүсү байкалууда. Бул макалада светофордук объекттердин иштөөсүн микромоделдөө ыкмалары аркылуу талдоо жана кесилиштин өткөрүмдүүлүгүн жогорулатуу мүмкүнчүлүктөрү каралат. Изилдөөдө транспорт агымдарынын параметрлери, транспорт каражаттарынын өз ара аракеттенүүсү, кыймыл ылдамдыгы жана светофор фазаларынын узактыгы эске алынган микроскопиялык моделдөө ыкмасы колдонулган. Микромоделдөө реалдуу шарттагы транспорт кыймылын компьютердик моделде кайра түзүүгө мүмкүндүк берип, ар кандай уюштуруу чечимдеринин натыйжалуулугун алдын ала баалоого шарт түзөт. Изилдөөнүн жыйынтыгында светофор фазаларын оптималдаштыруу, бурулуш агымдарын туура бөлүштүрүү жана цикл убактысын жөнгө салуу аркылуу кесилиштин өткөрүмдүүлүгүн жогорулатууга болоору аныкталды. Ошондой эле транспорт каражаттарынын орточо кечигүү убактысы жана кезек узундугу кыскаргандыгы белгиленди.

Ачык сөздөр: транспорт агымы, микромоделдөө, светофордук жөнгө салуу, өткөрүмдүүлүк, жол кыймылы.

Рост интенсивности транспортных потоков в современных городах приводит к увеличению нагрузки на элементы улично-дорожной сети, особенно на регулируемые перекрёстки. В статье рассматривается применение методов микромоделирования для анализа работы светофорных объектов и повышения пропускной способности перекрёстков. В исследовании используется микроскопическая модель транспортного потока, учитывающая параметры движения транспортных средств, их взаимодействие, скорость движения и структуру светофорных фаз. Применение микромоделирования позволяет воспроизводить реальные условия дорожного движения и анализировать эффективность различных вариантов организации движения. В работе также рассмотрен пример использования микромоделирования для перекрёстка улиц Горького и 7-Апреля в городе Бишкек. Результаты исследования показывают, что оптимизация светофорного

цикла и перераспределение фаз регулирования позволяют снизить задержки транспорта и увеличить пропускную способность перекрёстка.

Ключевые слова: *транспортный поток, микро моделирование, светофорное регулирование, перекрёсток, пропускная способность.*

The growth of traffic demand in modern cities increases the load on urban road networks, particularly on signalized intersections. This paper examines the application of microscopic traffic simulation methods to analyze the operation of signalized intersections and improve their capacity. The research is based on microscopic traffic flow models that consider vehicle behavior, interaction between vehicles, speed characteristics and signal phase structure. Traffic microsimulation allows reproducing real traffic conditions and evaluating the efficiency of different traffic control strategies. The study also presents a case study of the intersection of Gorky Street and April 7 Street in Bishkek. The results show that optimization of signal timing and redistribution of traffic phases can significantly reduce vehicle delays and increase intersection capacity.

Key words: *traffic flow, microsimulation, signal control, intersection capacity, traffic modeling.*

Введение

Улично-дорожная сеть современных городов представляет собой сложную транспортную систему, функционирование которой зависит от эффективности управления транспортными потоками. Одним из наиболее проблемных элементов городской транспортной инфраструктуры являются регулируемые перекрёстки. Именно на перекрёстках происходит пересечение транспортных потоков различных направлений, что часто приводит к образованию задержек и транспортных заторов.

За последние годы в Кыргызской Республика, в том числе в г.Бишкек, наблюдается огромный рост ввозимых транспортных средств, тем самым изменяется состав транспортного потока и увеличивается их интенсивность движения. Для решения данной проблемы есть большая необходимость применения возможностей модернизированных методов, вместо уже известных с давних времен методов.

В настоящее время все глубже внедряется моделирование на разных уровнях – микро, макро и мезо, где есть возможность учитывать множество факторов или критериев, начиная от технических характеристик транспортных средств, заканчивая поведением водителей. В нашем случае, создавая микро моделирование мы можем четко провести анализ движения, которые могут повлиять на эффективную работу улично-дорожно-сети, а именно перекрестков.

Микро моделирование активно применяется в транспортных исследованиях во многих странах мира и используется при проектировании транспортной инфраструктуры, разработке интеллектуальных транспортных систем и оптимизации режимов светофорного регулирования [1].

Методы исследования

В рамках исследования использовались методы микроскопического моделирования транспортных потоков. Основой данного подхода является моделирование движения каждого транспортного средства в системе с учетом параметров дорожной инфраструктуры и поведения водителей.

Основные параметры транспортного потока определяются фундаментальной зависимостью:

$$q = k \cdot v$$

где, q - интенсивность транспортного потока, авт/час; k - плотность транспортного потока, авт/км; v — средняя скорость движения, км/ч.

Пропускная способность регулируемого перекрёстка определяется следующим выражением:

$$C = \frac{S \cdot g}{c}$$

где, C - пропускная способность направления движения; S - насыщенный поток; g - эффективное время зеленого сигнала; c - длительность светофорного цикла.

Для оценки степени загрузки перекрёстка применяется коэффициент насыщения:

$$X = \frac{q \cdot c}{S \cdot g}$$

Если значение коэффициента X превышает 0,85-0,90, перекрёсток работает в условиях перегрузки и наблюдается рост транспортных очередей.

Для более точного анализа функционирования регулируемых перекрёстков в микромоделировании используются дополнительные математические зависимости, описывающие поведение транспортных потоков и параметры движения транспортных средств.

Одним из ключевых показателей эффективности функционирования перекрёстка является средняя задержка транспортных средств. Для её определения часто используется формула Вебстера [9]:

$$d = \frac{0.5 \left(1 - \frac{g}{C}\right)^2}{1 - X}$$

где, d - средняя задержка транспортных средств, с; C - длительность светофорного цикла, с; g - эффективное время зелёного сигнала, с; X - коэффициент насыщения потока.

Данная зависимость позволяет оценить влияние параметров светофорного регулирования на уровень задержек транспортных средств на перекрёстке.

Для оценки длины очереди на регулируемом перекрёстке используется следующая зависимость:

$$L = \frac{q \cdot d}{3600}$$

где, L - средняя длина очереди, м; q - интенсивность транспортного потока, авт/ч; d - средняя задержка транспортных средств, с.

Использование подобных моделей позволяет оценить эффективность различных вариантов организации движения еще на этапе компьютерного моделирования.

Одним из важнейших инструментов анализа транспортных потоков является **фундаментальная диаграмма транспортного потока**, которая отражает взаимосвязь между тремя основными параметрами движения:

- интенсивностью транспортного потока;
- плотностью транспортного потока;
- средней скоростью движения.

При низкой плотности транспортного потока автомобили движутся практически свободно, и скорость движения близка к максимальной. По мере увеличения плотности транспортного потока расстояние между автомобилями уменьшается, что приводит к снижению скорости движения.

Максимальная пропускная способность дороги достигается при так называемой *критической плотности транспортного потока*. После её превышения скорость движения резко снижается, и начинается образование транспортных заторов.

В условиях регулируемых перекрёстков параметры фундаментальной диаграммы значительно зависят от структуры светофорного цикла и распределения фаз регулирования.

При выполнении микромоделирования учитывались следующие параметры:

- интенсивность транспортных потоков;
- состав транспортного потока;

- скорость движения;
- время реакции водителей;
- структура светофорных фаз.

Международный опыт применения транспортного моделирования. В развитых странах методы микромоделирования широко используются для анализа работы транспортных узлов и перекрёстков.

В Германии, Великобритании и США применяются программные комплексы транспортного моделирования, такие как VISSIM, Aimsun и PARAMICS. Эти системы позволяют моделировать движение транспортных средств, общественного транспорта и пешеходов, а также анализировать различные варианты организации дорожного движения [10].

В Канаде и Австралии широко применяется программный комплекс SIDRA Intersection, предназначенный для анализа регулируемых и нерегулируемых перекрёстков. Использование таких моделей позволяет оценивать уровень обслуживания перекрёстков, определять задержки транспортных средств и оптимизировать параметры светофорного регулирования.

В Сингапуре и Южной Корее транспортное моделирование используется при разработке интеллектуальных транспортных систем, обеспечивающих адаптивное управление светофорами в зависимости от текущей интенсивности движения.

Международный опыт показывает, что применение методов транспортного моделирования позволяет повысить эффективность управления дорожным движением и снизить уровень транспортных заторов в городах [2].

Пример применения микромоделирования в условиях города Бишкек. В качестве примера рассмотрен регулируемый перекрёсток улиц 7-Апреля и Горького в городе Бишкек. Данный перекрёсток характеризуется высокой интенсивностью транспортных потоков, значительным количеством общественного транспорта и активным пешеходным движением.

Для анализа была построена микромодель перекрёстка, включающая:

- четыре подхода к перекрёстку;
- по три полосы движения на основных направлениях;
- выделенные полосы для поворотов;
- регулируемые пешеходные переходы.

При исходных параметрах светофорного регулирования длительность светофорного цикла составляла 120 секунд. Микромоделирование показало, что при таких параметрах на перекрёстке наблюдается значительная задержка транспортных средств и образование очередей.

В результате моделирования были предложены следующие меры:

- сокращение длительности светофорного цикла до 100 секунд;
- увеличение времени зеленого сигнала для основного направления;
- выделение отдельной фазы для левых поворотов;
- координация светофорных сигналов с соседними перекрёстками.

После оптимизации параметры движения улучшились.

Таблица 1. – Параметры оптимизации

Показатель	До оптимизации	После оптимизации
Средняя задержка	65 с	42 с
Длина очереди	120 м	75 м
Пропускная способность	3100 авт/ч	3600 авт/ч

Таким образом, применение методов микромоделирования позволило увеличить пропускную способность перекрёстка примерно на 15–20 %.

Также, для повышения пропускной способности данного перекрестка предлагается следующая схема движения (Рис.1):

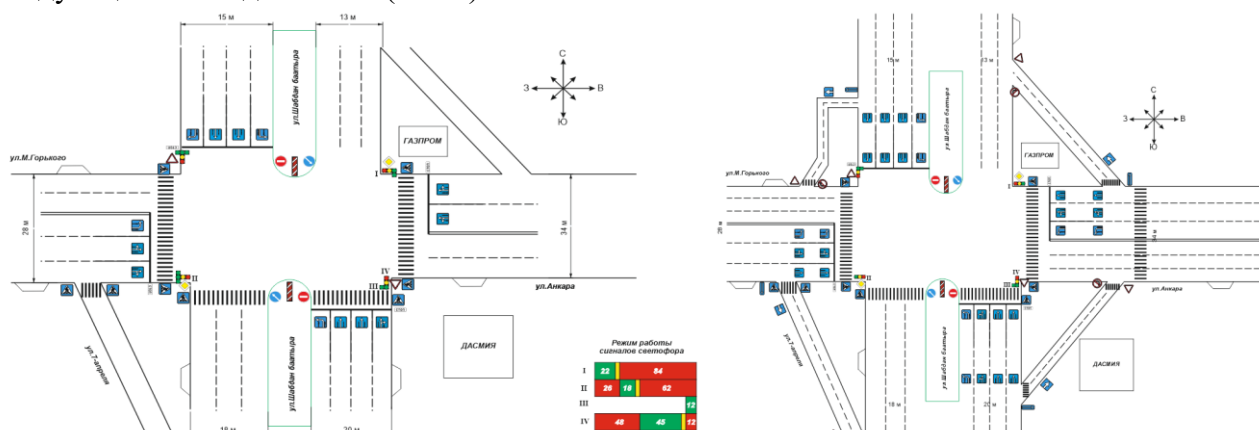


Рисунок 1 – Существующая (слева) и предлагаемая (справа) схема организации движения

1. Закрыть правые повороты ТС по всем направлениям движения.
2. Организовать поворот налево с двух полос:
 - с ул.Анкары с восточного направления;
 - с ул.Шабдан баатыра с южного направления.
3. Строить односторонние дороги направо:
 - с южного направления ул.Шабдан баатыра на ул.Анкара длиной 130 м;
 - с северного направления ул.Шабдан баатыра на ул.Горького длиной 170 м;
4. Перенос остановочного пункта ОТ:
 - на ул.Анкара на восток на 100 м.
 - на ул.Шабдан баатыра на север на 240 м.
5. Добавить 3-полосу движения ТС по ул.Анкара (Горького) с востока на запад до моста ул.Карадарьинская длиной 1 км или увеличить зеленый сигнал светофора на 18 сек. на ул.Анкара с восточной стороны.
6. Установка дорожных знаков на растяхках - 28 шт., на стойках - 16 шт.
7. Нанести дорожные разметки около 400 кв.м.
8. Продолжить работу по совершенствованию движения ТС на перекрестках ул.Анкара-ул.Достоевского, ул.7-апреля-ул.Куйручук.

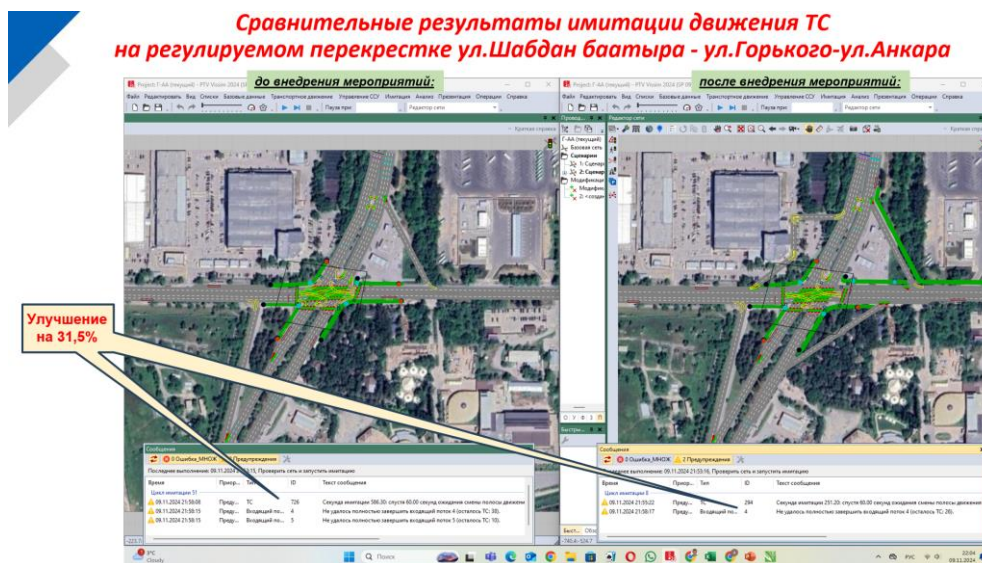


Рисунок 2 – Полученные предварительные результаты после моделирования

Возможности применения микромоделирования для системы управления движением. Использование микромоделирования позволяет решать широкий круг задач в области организации дорожного движения. В частности, данный метод может применяться для:

- оптимизации режимов светофорного регулирования;
- анализа пропускной способности перекрёстков;
- оценки влияния новых транспортных объектов;
- проектирования многоуровневых транспортных развязок;
- разработки интеллектуальных транспортных систем.

Особенно перспективным направлением является использование адаптивных светофорных систем, которые изменяют параметры регулирования в зависимости от текущей интенсивности движения. Такие системы уже применяются в крупных городах Европы и Азии.

В перспективе внедрение транспортного моделирования в системе управления дорожным движением города Бишкек позволит повысить эффективность использования улично-дорожной сети и снизить уровень транспортных заторов.

Выводы

Результаты исследования подтверждают высокую эффективность применения методов микромоделирования при анализе работы регулируемых перекрёстков.

Применение компьютерного моделирования позволяет:

- прогнозировать транспортные заторы;
- выбирать оптимальные режимы светофорного регулирования;
- снижать задержки транспортных средств;
- повышать безопасность дорожного движения.

Проведённое исследование позволяет сформулировать следующие выводы:

1. На улично-дорожной сети, оборудованные светофорными объектами имеют более высокую степень критических элементов.
2. Использование методов микромоделирования движения участников дорожного движения дает возможность провести качественный анализ и составить стратегию улучшения ОДД по результатам изменения условий движения.
3. Оптимизация параметров светофорного регулирования позволяет снизить задержки транспортных средств и повысить пропускную способность перекрёстков.
4. Использование методов транспортного моделирования является перспективным направлением развития системы управления дорожным движением в городе Бишкек.

Полученные результаты могут быть использованы при разработке транспортных моделей городов и внедрении интеллектуальных транспортных систем.

В условиях роста автомобилизации в городах Кыргызстана использование транспортного моделирования становится одним из ключевых инструментов научного обоснования решений в сфере организации дорожного движения.

Список литературы

1. К. Исаков и др. Выявление закономерности потребностей количества полос движения на пересечениях улиц г. Бишкек [Текст] / К. Исаков, А.Ш. Алтыбаев, А.Чопоев, А.Абдилова // Известия КГТУ им.И.Раззакова. -Б., 2024. -№2(70). -С.629-635.
2. К.Исаков и др. Анализ и способы улучшения пропускных способностей пересечении улиц г.Бишкек [Текст] / К.Исаков, А.Алтыбаев, К.Арыкбаев, Р.Орунбекова, А.Татанова //Известия КГТУ им.И.Раззакова. -Б., 2023. -№3(67). -С.1529-1535.

3. Организация дорожного движения [Текст]: учебное пособие / И.Н. Пугачев, А.Э. Горев, А.И. Солодкий, А.В. Белов // под ред. А.Э. Горева. – М.: ИЦ «Академия», 2013. – 240 с.
4. К.Исаков и др. Анализ и рекомендации для увеличения пропускной способности улиц г.Бишкек [Текст] / К.Исаков, К.Арыкбаев, А.Алтыбаев, А.Татанова, Э.Элтуйбасова // Известия КГТУ им.И.Раззакова, №2(74). -Б., 2025. С.475-480
5. Пеньшин, Н.В. Методология обеспечения безопасности дорожного движения на автомобильном транспорте [Текст]: учебное пособие/ Н.В. Пеньшин. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2013. – 456 с.
6. Клинковштейн, Г.И. Организация дорожного движения [Текст]: учеб. для вузов // Г.И.Клинковштейн, М.Б. Афанасьев. – М.: Транспорт, 2001. – 247 с.
7. Коноплянко, В. И. Организация и безопасность дорожного движения [Текст]: учебник / В. И. Коноплянко. – М.: Высшая школа, 2007. – 383 с.
8. Пугачёв, И. Н. Организация и безопасность дорожного движения [Текст]: учебное пособие / И. Н. Пугачёв, А. Э. Горев, Е. М. Олещенко. – М.: Академия, 2009. – 270 с.
9. Webster F. Traffic Signal Settings. London, 1958.
10. Akcelik R. SIDRA Intersection User Guide. Akcelik & Associates, 2017.

УДК 656.01

Рысбеков А.Ш., Алтыбаев А.Ш., Асанбеков М., Айдарбек уулу А., Кудайбергенова Д.
И.Раззаков атн. Кыргыз мамлекеттик техникалык университети, Бишкек ш., Кыргыз
Республикасы

Кыргызский государственный технический университет им.И.Раззакова, г. Бишкек,
Кыргызская Республика

A.Sh.Rysbekov, A.Sh.Altymbaev, M.Asanbekov, Aidarbek uulu A., D.Kudaibergenova
I. Razzakov Kyrgyz State Technical University, Bishkek, Kyrgyz Republic
a.rysbekov@kstu.kg, a.altymbaev@kstu.kg,

ТРАНСПОРТ КӨЙГӨЙҮ ТРАНСПОРТНАЯ ПРОБЛЕМА TRANSPORT PROBLEM

Азыркы глобалдашуу шартында транспорт системасы коомдун социалдык-экономикалык өнүгүүсүнүн негизги элементтеринин бири болуп калды. Ошол эле учурда автотранспорт каражаттарынын санынын өсүшү, шаардык инфраструктурага болгон жүктөмдүн көбөйүшү жана жол кыймылынын интенсивдүүлүгүнүн жогорулашы жол-транспорт кырсыктарынын көбөйүшүнө алып келүүдө. Макалада Бишкек шаарындагы жол кыймылынын коопсуздугуна байланышкан көйгөйлөр талданып, транспорттук инфраструктураны жакшыртуу боюнча айрым сунуштар каралган. Коомдук транспорттун ишин оптималдаштыруу, жол тармактарын модернизациялоо, эки деңгээлдүү жол кесилиштерин куруу, жөө жүргүнчүлөр үчүн коопсуз шарттарды түзүү жана шаардык метрополитен системасын өнүктүрүү боюнча илимий негизделген сунуштар берилди. Изилдөөнүн жыйынтыгында транспорттук саясатты комплекстүү өнүктүрүү шаардагы экологиялык жана коопсуздук көйгөйлөрүн азайтууга өбөлгө түзөрү аныкталды.

Ачкыч сөздөр: транспорттук инфраструктура, жол кыймылынын коопсуздугу, жол-транспорт кырсыгы, коомдук транспорт, жол тыгыны, шаардык мобилдүүлүк, метрополитен, эки деңгээлдүү жол, интеллектуалдык транспорт системалары.

В условиях современной глобализации транспортная система стала одним из главных элементов социально-экономического развития общества. Одновременно с этим рост числа транспортных средств, увеличение нагрузки на городскую инфраструктуру и повышение интенсивности движения приводят к увеличению числа дорожно-транспортных происшествий. В статье анализируются проблемы, связанные с безопасностью дорожного движения в Бишкеке, и предлагаются рекомендации по улучшению транспортной инфраструктуры. Были разработаны научно обоснованные рекомендации по оптимизации общественного транспорта, модернизации дорожной сети, строительству двухуровневых перекрестков, созданию безопасных условий для пешеходов и развитию городской системы метрополитена. Исследование показало, что комплексная разработка транспортной политики будет способствовать снижению экологических проблем и проблем безопасности в городе.

Ключевые слова: транспортная инфраструктура, безопасность дорожного движения, дорожно-транспортные происшествия, общественный транспорт, пробки, городская мобильность, метро, двухуровневые дороги, интеллектуальные транспортные системы.

In the context of globalization, the transport system has become one of the key components of socio-economic development. At the same time, the increase in the number of vehicles, the growing load on urban infrastructure, and the intensification of traffic flows contribute to the rise in road traffic accidents. This article analyzes the problems of road safety in Bishkek and considers several approaches to improving transport infrastructure. Scientifically grounded proposals are presented for optimizing public transport, modernizing road networks, constructing multi-level interchanges, ensuring pedestrian safety, and developing an urban metro system. The study concludes that a comprehensive transport policy can significantly reduce environmental and road safety problems in the city.

Key words: transport infrastructure, road safety, road accidents, public transport, traffic congestion, urban mobility, metro, double-level road, intelligent transport systems.

Киришүү

Транспорт системасы мамлекеттин экономикалык өнүгүүсүнө, калктын мобилдүүлүгүнө жана шаардык инфраструктуранын туруктуу иштөөсүнө түздөн-түз таасир этүүчү негизги факторлордун бири болуп саналат. Шаарларда калктын санынын өсүшү жана автотранспорт каражаттарынын көбөйүшү жол кыймылынын интенсивдүүлүгүн жогорулатып, транспорттук түйүндөргө болгон жүктөмдү күчөтүүдө. Натыйжада жол тыгындары, экологиялык булгануу жана жол-транспорт кырсыктары сыяктуу көйгөйлөр курч мүнөзгө ээ болууда [2].

Дүйнөлүк саламаттык сактоо уюмунун маалыматына ылайык, жол-транспорт кырсыктары дүйнө жүзүндө адамдардын өлүмүнө алып келген негизги себептердин бири болуп эсептелет. Айрыкча ири шаарларда транспорт агымынын туура уюштурулбашы жөө жүргүнчүлөр менен айдоочулар үчүн олуттуу коркунучтарды жаратат. Бул жагдай Кыргыз Республикасында, анын ичинде Бишкек шаарында да актуалдуу бойдон калууда.

Бишкек шаары өлкөнүн административдик, экономикалык жана маданий борбору катары транспорттук агымдын эң жогорку деңгээлине ээ. Акыркы жылдары шаардагы автотранспорт каражаттарынын саны кескин өсүп, көчөлөрдүн өткөрүмдүүлүгү төмөндөп, жол кыймылынын коопсуздугуна байланышкан маселелер көбөйүүдө. Ошондуктан заманбап шаар куруу принциптерине ылайык транспорт инфраструктурасын модернизациялоо зарылчылыгы келип чыгууда.

Бишкек шаардык мэриясы, Кыргыз Республикасынын Ички иштер министрлигинин Жол кыймылынын коопсуздугун камсыздоо башкы башкармалыгынын тиешелүү кызматтары жана И. Раззаков атындагы Кыргыз мамлекеттик техникалык университети тарабынан шаардагы транспорттук инфраструктураны өнүктүрүү, жол кыймылын уюштурууну өркүндөтүү жана жол-транспорт кырсыктарынын алдын алуу багытында бир катар илимий-практикалык иштер жүргүзүлүүдө. Аталган мекемелердин өз ара кызматташуусунун алкагында Бишкек шаарындагы транспорт тыгынтарын азайтуу, коомдук транспорттун каттамдарын оптималдаштыруу, жол инфраструктурасынын өткөрүмдүүлүгүн жогорулатуу, жол кыймылын жөнгө салуучу техникалык каражаттарды модернизациялоо жана жол чырактарынын иштөө циклдери рационалдуу жөндөө маселелери боюнча талкуулар уюштурулуп, тиешелүү изилдөөлөр жүргүзүлүп жатат (сүр. 1).

Мындан тышкары, сунушталып жаткан инженердик жана уюштуруучулук чаралар учурдагы транспорт көйгөйлөрүн чечүү менен гана чектелбестен, Бишкек шаарынын 2050-жылга чейинки Башкы планынын талаптарына ылайык каралышы зарыл. Анткени шаарды өнүктүрүүнүн стратегиялык документтеринде 2050-жылга карата Бишкек шаарынын калкынын саны 2 миллион адамдан ашары болжолдонууда. Бул өз кезегинде шаардык транспорт системасына болгон жүктөмдү кыйла жогорулатып, транспорттук инфраструктураны алдын ала комплекстүү модернизациялоону талап кылат. Ушуга байланыштуу, келечекте туруктуу жана коопсуз транспорт системасын түзүү максатында

заманбап шаар куруу принциптерин, интеллектуалдык транспорттук технологияларды жана эл аралык тажрыйбаларды кеңири колдонуу зарыл.



1-сүрөт. Кезектеги талкуу учуру

Жол кыймыл коопсуздугунун учурдагы абалы

Расмий статистикалык маалыматтарга ылайык, Бишкек шаарында жол-транспорт кырсыктарынын саны жыл сайын өсүүдө. 2025-жылдын жыйынтыгы боюнча борбор калаада 4029 жол кырсыгы катталган. Бул көрсөткүч 2024-жылга салыштырмалуу 27,1 %га көп. Кырсыктардын натыйжасында 124 адам каза болуп, 4911 жаран ар кандай деңгээлдеги жаракаттарды алышкан [5].

Райондор боюнча жүргүзүлгөн талдоо көрсөткөндөй, жол кырсыктарынын эң жогорку өсүшү Свердлов районунда катталган. Ал эми адам өлүмүнүн көрсөткүчү Биринчи Май районунда кескин көбөйгөн. Мындай тенденциялар шаардык транспорт системасын комплекстүү реформалоо зарылдыгын көрсөтөт.

Жол кыймылынын коопсуздугуна терс таасир эткен негизги факторлор төмөнкүлөр болуп саналат:

- көчөлөрдүн өткөрүмдүүлүгүнүн төмөн болушу;
- унаалардын санынын ашыкча көбөйүшү;
- коомдук транспорт системасынын жетишсиз өнүгүшү;
- айрым жол кесилиштеринин геометриялык талаптарга жооп бербеші;
- жөө жүргүнчүлөр инфраструктурасынын жетишсиздиги;
- мыйзам бузуулардын көп катталышы.

Изилдөөлөр көрсөткөндөй, транспорттук агымды туура уюштуруу жана интеллектуалдык транспорт системаларын колдонуу жол кырсыктарын 20–30 %га чейин азайтууга мүмкүнчүлүк берет.

Бишкек шаарындагы транспорт көйгөйлөрүн чечүүнүн негизги багыттары

1. Жол инфраструктурасын кеңейтүү

Шаардын борбордук көчөлөрүнүн тардыгы транспорт агымын натыйжалуу өткөрүүгө мүмкүндүк бербей жатат. Ошондуктан альтернативдүү транспорттук коридорлорду түзүү актуалдуу маселе болуп саналат. Ушул максатта Ала-Арча дарыясынын жээги боюнча кошумча унаа жолун куруу сунушталат. Мындай инженердик чечим Япониянын, Түштүк Кореянын жана Кытайдын ири шаарларында ийгиликтүү колдонулуп келет (сүр.2-3).

Эгерде курулуш иштеринде гидротехникалык жана экологиялык нормалар толук сакталса, аталган долбоор шаардагы транспорттук жүктөмдү олуттуу түрдө азайтмак.

2. Коомдук транспорт системасын модернизациялоо

Шаардагы жол тыгындарынын негизги себептеринин бири – жеке автоунаалардын үлүшүнүн көбөйүшү. Мындай шартта коомдук транспорттун артыкчылыгын жогорулатуу маанилүү.

Бул багытта төмөнкү чараларды ишке ашыруу сунушталат:

- коомдук транспорт үчүн өзүнчө тилкелерди уюштуруу;
 - маршруттук каттамдарды оптималдаштыруу;
 - электрондук төлөм системаларын киргизүү;
 - экологиялык жактан таза автобустарды көбөйтүү;
- транспорттун кыймылын санариптик башкаруу системаларын колдонуу.

Көптөгөн Европа мамлекеттеринин тажрыйбасы көрсөткөндөй, Bus Rapid Transit (BRT) системасы шаар ичиндеги транспорттук жүктөмдү олуттуу кыскартууга жардам берет. Алсак, аймактын бардык талаптарга жооп берген жолдор менен канчалык деңгээлде камсыз болгонун аныктоо үчүн автожол тармагынын жыштыгын колдонулат. Шаарда сапаттуу жолдордун жыштыгы канчалык жогору болсо, коомдук транспорттун каттамдарынын жеткиликтүүлүгү жана натыйжалуулугу ошончолук өсөт. Муну жол тармагынын жыштык формуласы менен далилдөөгө болот:

$$D = L/S$$

мында, L — шаардагы бардык стандартка жооп берген жолдордун жалпы узундугу (км), ал эми S — шаардын жалпы аянты (км²).

Коомдук транспорттун натыйжалуулугу түз сызыктуу эмес, тармактык байланыштар аркылуу өскөндүктөн, бул жерде Меткалф мыйзамынын шаар куруудагы модификациясын колдонсо болот. Жолдордун жана аялдамалардын өз ара байланыш натыйжалуулугу төмөнкүдөй туюнтулат (мында N — жол түйүндөрүнүн же каттамдардын саны):

$$E = N \cdot (N - 1) \approx N^2$$

Бул формулалар далилдегендей, сапаттуу жолдордун тыгыздыгы жогору болгондо, коомдук транспорттун каттамдарынын саны геометриялык прогрессия менен өсүп, бүтүндөй системанын натыйжалуулугун жогорулатат. Бул тургундардын үйлөрүнөн аялдамаларга чейинки жөө басуу аралыктарын кыскартууга жана автобустардын ийкемдүү, тез катташына шарт түзөт.

Мисалы, эгер бир жаңы конушта болгону 1 гана борбордук асфальтталган жол болсо (жол жыштыгы төмөн), ал жерге болгону 1 гана маршрут каттай алат жана эл аялдамага

чейин узак жол басат. Ал эми ошол эле конушта бардык талаптарга жооп берген ички жолдор көп жана жыш салынса (жол жыштыгы жогору), ал жерге чоң автобустарды, электробустарды бир нече багыт боюнча киргизүүгө мүмкүнчүлүк жаралат. Натыйжада, адамдар өздөрүнүн жеке унааларынан баш тартып, коомдук транспортту тандоого өтүшөт.

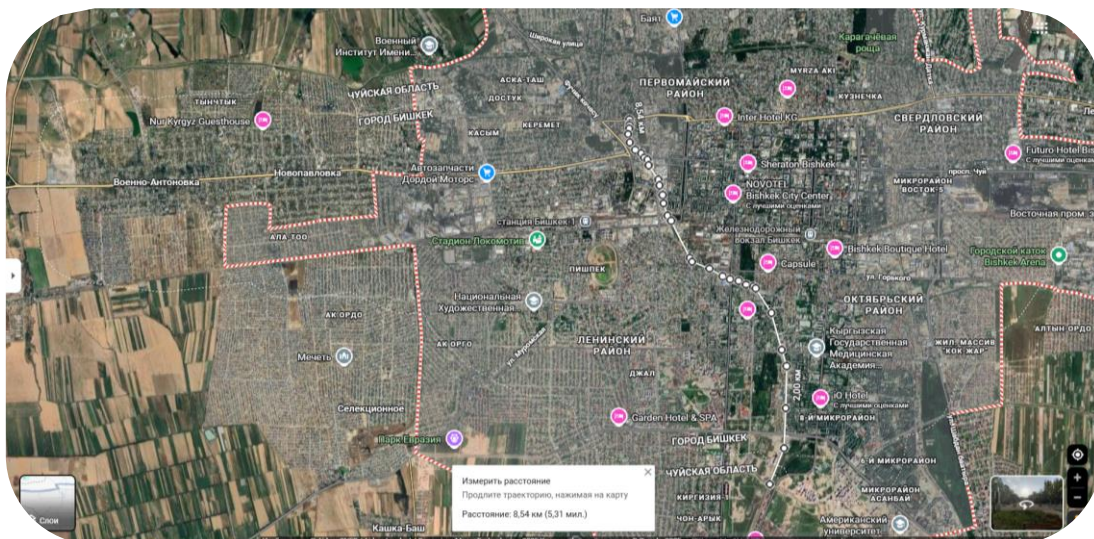
3. «Алтын квадрат» аймагындагы кыймылды оптималдаштыруу

Чүй проспектиси, Ю. Абдрахманов көчөсү, Байтик Баатыр көчөсү жана Ч. Айтматов проспектиси менен чектелген борбордук аймакта транспорт агымы өзгөчө жогору деңгээлде байкалат. Бул аймакта айланма кыймыл элементтерин киргизүү жана коомдук транспорттун интеграцияланган системасын түзүү сунушталат.

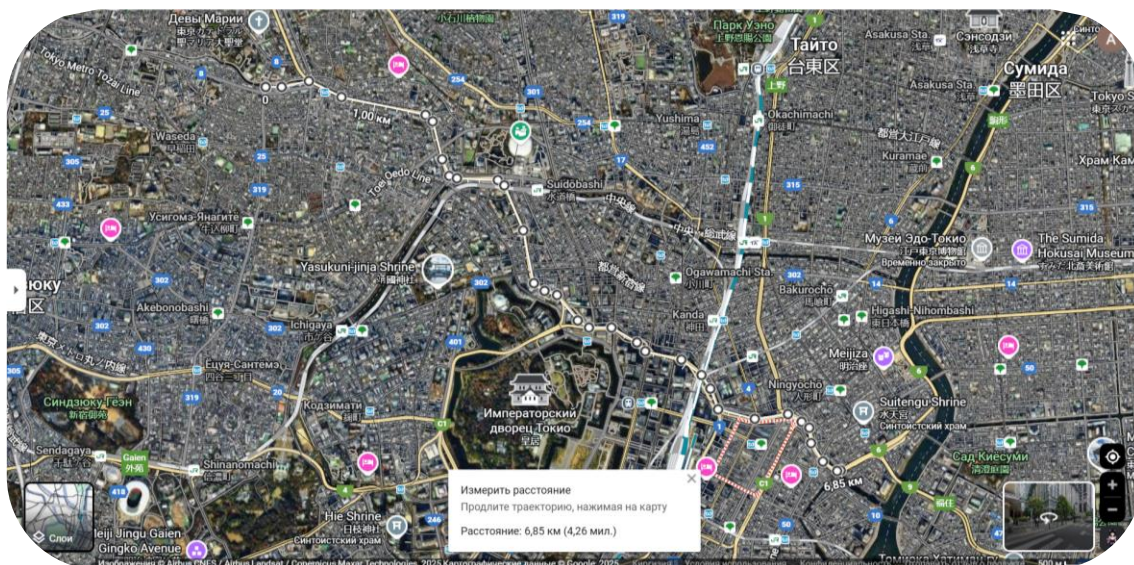
Мындан тышкары:

- жөө жүргүнчүлөр зоналарын көбөйтүү;
- велосипед инфраструктурасын өнүктүрүү;
- экологиялык жактан таза транспортту колдоо;
- унааларды токтотуучу «перехватывающий» унаа жайларын уюштуруу зарыл.

Мындай чаралар борбордук бөлүктөгү экологиялык абалды жакшыртып, жөө жүргүнчүлөрдүн коопсуздугун жогорулатат.



2-сүрөт. Ала-Арча суусу аркылуу Орто-Сай айылынан Жибек-Жолу проспектисине чейинки узундугу болжол менен 8,5 км болгон магистралдык жолдун курулушу



3-сүрөт. Узундугу 6,85 км келген Токиодогу Сумида суусунун үстүнө салынган автожолу

4. Эки деңгээлдүү жол кесилиштерин куруу

Транспорт агымы эң жогору болгон кесилиштерде эки деңгээлдүү транспорттук түйүндөрдү куруу натыйжалуу чечимдердин бири болуп эсептелет [2]. Өзгөчө төмөнкү кесилиштерде мындай долбоорлор актуалдуу:

- Ч. Айтматов проспектиси – Медеров көчөсү;
- 7-Апрель көчөсү – Анкара көчөсү;
- Байтик Баатыр көчөсү – А. Токомбаев көчөсү.

Эки деңгээлдүү транспорттук кесилиштер транспорт агымдарынын конфликттерин азайтып, орточо кечигүүнү төмөндөтүп жана кыймылдын үзгүлтүксүздүгүн камсыз кылуу аркылуу көчө-жол тармагынын өткөрүү жөндөмдүүлүгүн олуттуу деңгээлде жогорулатырын далилдөөдө төмөнкү негизги ыкмалар колдонулат:

1. Теориялык негиздеме. Алгач өткөрүү жөндөмдүүлүгүнүн түшүнүгүн берүү керек. Өткөрүү жөндөмдүүлүк — белгилүү убакыт ичинде жол тилкесинен өтө алган транспорт каражаттарынын максималдуу саны.

$$C = s \cdot \frac{g}{T}$$

мында, C — өткөрүү жөндөмдүүлүк; s — каныккан транспорт агымы; g — жашыл сигналдын эффективдүү убактысы; T — светофор цикли.

Кыскача алганда, кадимки кесилиште транспорт агымдары бири-бирин тосот, светофор цикли пайда болот, токтоп-күтүү жана кечигүү көбөйөт жана натыйжада өткөрүү жөндөмдүүлүк төмөндөйт. Ал эми эки деңгээлдүү кесилиште агымдар физикалык жактан бөлүнөт, конфликттик чекиттер азаят (бир деңгээлдүү төрт тараптуу кесилиште 32 конфликттик чекит болушу мүмкүн, ал эми эки деңгээлдүү жол алмашууда негизги конфликттик чекиттер дээрлик жоголот), үзгүлтүксүз кыймыл камсыздалат, орточо ылдамдык өсөт (жолдун жүктөлүү коэффициенти азаят), демек агымдын көлөмү өсөт ($q=k \cdot v$, мында, k – тыгыздык, v - орточо ылдамдык) жана жыйынтыгында өткөрүү жөндөмдүүлүк көбөйөт.

2. Салыштырма анализ. Илимий далилдөөдө «чейин жана кийин» ыкмасы абдан маанилүү жана күчтүү аргумент болуп саналат. Мисалы, төмөнкү көрсөткүчтөр салыштырылат - саатына өткөн автоунаалардын саны, орточо ылдамдык, тыгындын узундугу, тейлөө деңгээли.

3. Транспорттук моделдөө. Ар кандай моделдөө программалары (PTV Vissim, Aimsun, RITM, SUMO ж.б.) менен изилденүүчү объекттин моделин түзүү - азыркы кесилиш модели түзүлөт → эки деңгээлдүү вариант түзүлөт → интенсивдүүлүк берилет → натыйжалар салыштырылат.

Инженердик практика көрсөткөндөй, эки деңгээлдүү кесилиштер транспорт агымынын өткөрүмдүүлүгүн 35–40 %га чейин жогорулатат.

5. Метрополитен системасын өнүктүрүү

Бишкек шаарынын айланасындагы жаңы конуштардын өсүшү шаардык мобилдүүлүккө олуттуу таасирин тийгизүүдө. Узак мөөнөттүү перспективада шаарда метрополитен системасын куруу стратегиялык мааниге ээ болушу мүмкүн.

Метро транспорт агымынын бөлүштүрүлүшүн жакшыртат, жол кырсыктарынын тобокелдигин азайтат, убакытты үнөмдөйт, атмосфералык булганууну төмөндөтөт жана шаардык мобилдүүлүктүн сапатын жогорулатат. Дүйнөлүк практика көрсөткөндөй, калкы 1,5–2 миллион адамдан ашкан шаарларда метрополитен эң натыйжалуу коомдук транспорт системаларынын бири болуп саналат.

Жыйынтык

Жол кыймылынын коопсуздугун камсыз кылуу жана транспорттук инфраструктураны өнүктүрүү Бишкек шаарынын туруктуу өнүгүүсү негизги багыттарынын бири болуп саналат. Изилдөөдө сунушталган чараларды этап менен ишке ашыруу транспорттук жүктөмдү

азайтууга, жол-транспорт кырсыктарын кыскартууга жана калк үчүн коопсуз шарттарды түзүүгө мүмкүнчүлүк берет.

Ошондой эле транспорт тармагындагы реформаларды илимий негизде жүргүзүү үчүн шаардык деңгээлде аналитикалык жана илимий-изилдөө борборлорун түзүү маанилүү. Мамлекеттик жана жеке секторлордун кызматташуусу ири инфраструктуралык долбоорлорду жүзөгө ашыруунун негизги механизмдеринин бири катары каралышы зарыл.

Адабияттар тизмеси

1. Global Status Report on Road Safety. – Geneva, 2023.
2. К.Исаков, К.Арыкбаев, А.Алтыбаев, Л.Трофимова, С.Кадыркулов. Анализ и методика по обоснованию улучшения пропускных способностей пересечений улиц г.Бишкек с тремя и более полосами движений // Известия КГТУ им.И.Раззакова, №2(74). -Б., 2025. С.469-474. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=82449371>
3. К.Исаков, А.Алтыбаев. Выявление закономерности потребностей количества полос движения на пересечениях улиц г. Бишкек // Известия КГТУ им.И.Раззакова, №2(70). -Б., 2024. С.629-635. <https://elibrary.ru/item.asp?id=68019570>
4. Кыргыз Республикасынын «Жол кыймылы жөнүндө» Мыйзамы. – 20.04.98-ж., №52.
5. Бишкек ШИИББ МККБнын 2025-жылдагы ЖККБ статистикалык маалыматы.
6. Vuchic V.R. Urban Transit Systems and Technology. – New Jersey: Wiley, 2017.
7. Rodrigue J.P. The Geography of Transport Systems. – New York: Routledge, 2020.
8. OECD Reports on Urban Mobility and Road Safety. – Paris, 2022.
9. <https://surl.li/atcgsk>
10. <https://surl.li/kvrypo>

ЭКОНОМИКА И МЕНЕДЖМЕНТ

УДК 338.5:69(045/046)

Бекжанова Г.О.¹, Бочарова Г.Ю.¹, Солпиева А.К.²

¹И.Раззаков атындагы КМТУ

²К.Карасаев ат. Бишкек мамлекеттик университети
Бишкек, Кыргыз Республикасы

¹КГТУ им.И.Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика

²Бишкекский государственный университет им.К.Карасаева
Бишкек, Кыргызская Республика

G.O.Bekzhanova¹, G.Y.Bocharova¹, A.K.Solpueva²

¹Razzakov Univeristy, Bishkek, Kyrgyz Republic

²Bishkek State University named after K. Karasaev
Bishkek, Kyrgyz Republic

gulbarchyn.bekjanova@kstu.kg bocharova@gmail.com asalpueva@bhu.kg

ВНЕШНИЕ ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ РЫНОЧНОЙ СТОИМОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНЫН АЗЫРКЫ ШАРТЫНДА КУРУЛУШТУН РЫНОКТУК БААСЫН КАЛЫПТАГАН ТЫШКЫ ФАКТОРЛОР

EXTERNAL FACTORS OF FORMATION OF MARKET VALUE OF CONSTRUCTION IN MODERN CONDITIONS OF THE KYRGYZ REPUBLIC

Кыргыз Республикасында курулуш тармагын өнүктүрүү жана өлкө жетекчилигинин өлкөнүн экономикасын өнүктүрүү программасын ишке ашырууга, социалдык жана инженердик инфраструктураны жакшыртууга, өнөр жайды өнүктүрүүгө умтулуусу курулуш продукциясына баа түзүүгө кылдат көңүл бурууну талап кылат. Бул изилдөө курулуш индустриясынын учурдагы абалын жана курулуштун баасына тышкы факторлордун таасирин талдоого негизделген.

Бул методология баанын өзгөрүшүнө түздөн-түз таасир этүүчү тышкы экологиялык факторлорду, алардын таасиринин көлөмүн аныктоого жана курулуш рыногунда бааны жөнгө салуу чараларын иштеп чыгууга мүмкүндүк берет.

Кыймылсыз мүлккө болгон баалар тынымсыз өзгөрүп турган заманбап шарттарда курулуш баасын жөнгө салуунун мамлекеттик жана рыноктук инструменттерин иштеп чыгуу, Кыргызстандын калкын жеткиликтүү жана сапаттуу турак жай, инфраструктура жана бизнес жүргүзүү үчүн негизги каражаттардын өсүшү үчүн шарттар менен камсыз кылуу зарыл. Ошондой эле тышкы факторлорду аныктоо жана алардын курулуш продукциясынын баасына таасиринин көлөмүн аныктоо зарыл.

Изилдөөлөрдүн жыйынтыгында курулушта баанын калыптанышына тышкы факторлордун таасирин төмөндөтүү боюнча сунуштар жана чаралар иштелип чыккан.

***Ачкыч сөздөр:** рыноктук баа, инвестициялык нарк, салыштырмалуу талдоо, суроо-талап, сунуш, баа түзүү, аманат, ипотека.*

Развитие строительной отрасли в КР и курс руководства страны на реализацию программы экономического развития страны, улучшения социальной и инженерной инфраструктуры, создание промышленности требует внимательного отношения к формированию цен на строительную продукцию. Исследование основывается на анализе текущего состояния отрасли строительства и воздействия внешних факторов на процесс ценообразования в строительстве.

Данная методология позволяет выделить факторы внешней среды непосредственно влияющие на процесс изменения цен, степень их влияния и разработать мероприятия регулирования цен на рынке строительной продукции.

В современных условиях, когда цены на объекты недвижимости непрерывно меняется, необходимо разработать государственные и рыночные инструменты регулирования цен на строительство, обеспечивающие население Кыргызстана доступным и качественным жильем, инфраструктурой и условиями роста основных средств для ведения бизнеса, так же необходимо выявить внешние факторы и определить степень их влияние на цену строительной продукции.

В результате проведенных исследований были разработаны предложения и мероприятия по снижению зависимости влияния внешних факторов на процесс формирования цен в строительстве.

Ключевые слова: рыночная цена, инвестиционная стоимость, сравнительный анализ, спрос, предложение, ценообразование, сбережения, ипотека.

The development of the construction industry in the Kyrgyz Republic and the country's leadership's commitment to implementing the country's economic development program, improving social and engineering infrastructure, and developing industry require careful attention to pricing for construction products. This study is based on an analysis of the current state of the construction industry and the impact of external factors on construction pricing.

This methodology allows us to identify external environmental factors that directly influence price changes, the extent of their influence, and develop price regulation measures in the construction market.

In modern conditions, when real estate prices are constantly changing, it is necessary to develop state and market instruments for regulating construction prices, providing the population of Kyrgyzstan with affordable and high-quality housing, infrastructure and conditions for the growth of fixed assets for doing business. It is also necessary to identify external factors and determine the extent of their influence on the price of construction products.

As a result of the research, proposals and measures were developed to reduce the influence of external factors on price formation in construction.

Key words: market price, investment value, comparative analysis, demand, supply, pricing, savings, mortgage.

Введение

Строительство является одной из важнейших отраслей народного хозяйства Кыргызской Республики, выступая индикатором экономического развития государства. От уровня цен в строительной сфере напрямую зависит эффективность инвестиционных проектов, организация экономических отношений в компаниях, развитие отрасли и экономики страны в целом.

Согласно статистическим данным, в период с 2021 по 2025 гг. объем валового внутреннего продукта (ВВП) Кыргызской Республики увеличился в 2,52 раза, при этом удельный вес строительной индустрии в структуре ВВП возрос в 1,19 раза (табл.1). Данный рост обусловлен как увеличением физических объемов строительства, так и повышением стоимости 1 м² жилья за тот же период в 2,07 раза. Такая выраженная динамика

актуализирует необходимость исследования факторов ценообразования и разработки механизмов государственного регулирования данного процесса.

Таблица 1. - Динамика доли отрасли строительства в ВВП Кыргызской Республики за 2021-2025 гг.

Наименование показателя	2021	2022	2023	2024	2025	2025 г. к 2021 г., % (паза)
ВВП, млн.сом	782 854,3	1 020 744,6	1 333 730,0	1 523 235,8	1976400	в 2,52
Удельный вес строительства в ВВП, в %	7,3	7,1	7,3	7,7	8,7	1,19

Источник: рассчитана авторами на основе данных НСК КР [1]

Особенности ценообразования в строительной отрасли определяются исторически сложившейся традицией составления сметной документации, сложной организационной структурой подрядных организаций, а также разнонаправленными экономическими интересами участников инвестиционно-строительного процесса. Ценообразование здесь представляет собой жестко регламентируемый государством процесс, формирующий конечную рыночную стоимость строительной продукции и услуг.

Цель исследования

В Кыргызской Республике принят ресурсно-индексный метод, при котором количественные показатели от которых зависит качество строительства и эффективность - нормы расхода материалов, затраты труда и время выполнения работ, являются постоянными величинами для однотипных работ, тогда как ценовые показатели динамично меняются под влиянием инфляции и логистики.

Целью настоящего исследования является систематизация технико-экономических и макроэкономических факторов, оказывающих влияние на сметную и рыночную стоимость строительной продукции в Кыргызской Республике, и обоснование стратегических мер государственной политики по стабилизации цен в отрасли.

Материал и методы исследования

Методологическую основу исследования составил комплексный подход, сочетающий методы статистико-экономического, сравнительного и факторного анализа. Информационно-эмпирической базой работы послужили официальные данные Национального статистического комитета Кыргызской Республики за 2021–2025 гг., нормативно-правовые акты Госстроя КР, методика определения стоимости строительной продукции (МДС 81-01-2015), а также технические сборники КРЕР. В процессе анализа исследовано влияние внешних макроэкономических факторов (инвестиционный климат, налогообложение, спрос населения) и внутренних отраслевых особенностей (стационарность объектов, логистика, природно-климатические условия).

На процесс формирования цен влияют как внешние, так и внутренние факторы (рис. 1).

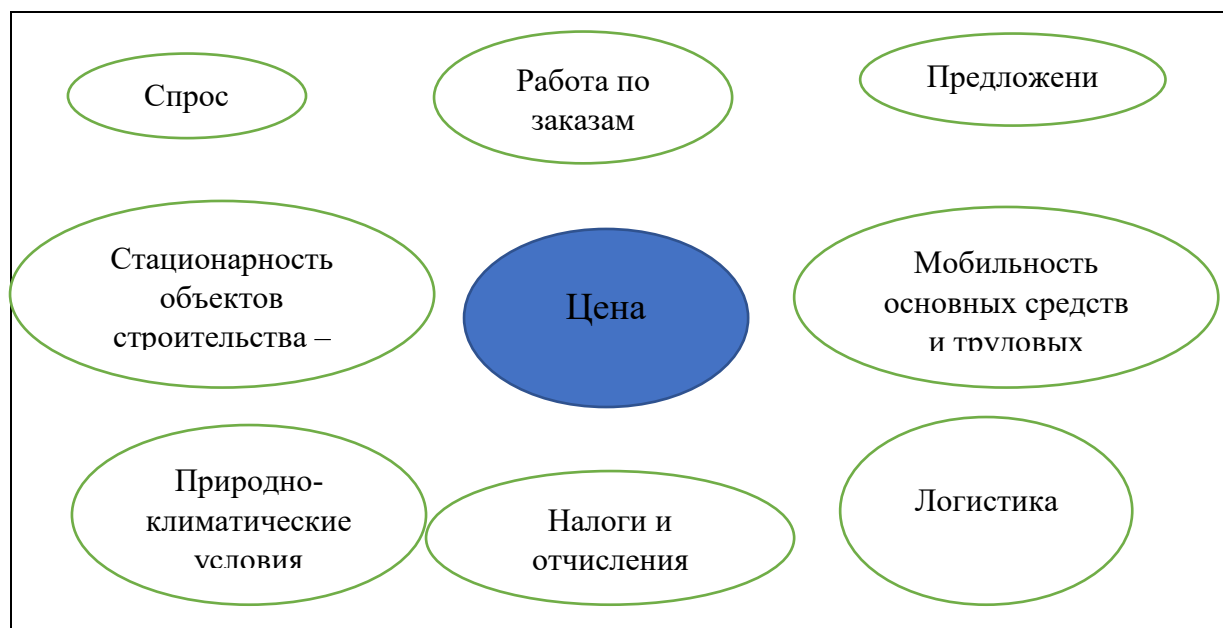


Рисунок 1 – Внешние факторы, влияющие на процесс формирования цен в строительстве

Рассматривая внешние факторы, влияющие на процесс формирования цен в строительстве, в качестве первичного элемента необходимо выделить работу по заказам. Привлечение инвесторов в Кыргызскую Республику напрямую зависит от целого ряда условий: политической стабильности, общего инвестиционного климата и наличия реальных финансовых ресурсов. Важнейшей задачей государства в данном контексте выступает снижение уровня неопределенности для отечественных и зарубежных инвесторов. С этой целью со стороны регулирующих органов целесообразно предоставление в аренду земельных участков на срок до 49 лет с возможностью пролонгации на 20 лет и внедрение укрупненных сметных нормативов (УСН) для базовой ценовой ориентации. От инвесторов требуется разработка технико-экономических обоснований (ТЭО) строительства жилых, социальных или бизнес-объектов, подлежащих обязательному рассмотрению главами административных районов и Госстроем КР. Методика разработки ТЭО должна быть единой, утвержденной Госстроем КР и включенной в состав Национальных сметных нормативов наряду с УСН [2].

Однако реализация указанных регуляторных мер и механизмов привлечения инвесторов невозможна без объективной оценки текущего состояния строительного сектора. Государственная политика должна опираться на объективные индикаторы предложения и объемы капиталовложений, поскольку определение структурных противоречий в отрасли требует детального анализа статистических показателей ее развития.

Результаты исследования и их обсуждение

Оценка современного состояния строительного комплекса Кыргызской Республики показывает, что одним из стратегических и долгосрочных направлений государственной политики в области капитального строительства и инвестиций должно стать формирование фонда капитальных строений, способных приносить постоянный арендный доход в течение многих десятилетий. Нарращивание таких активов позволит не только стабилизировать доходы бюджета, но и создаст устойчивый портфель заказов для подрядных организаций.

Для определения емкости этого рынка рассмотрим показатели предложения строительных услуг, которые определяются количеством действующих организаций в отрасли и фактическими объемами выполненных строительно-монтажных работ (табл. 2).

Таблица 2. - Динамика отрасли «Строительство» Кыргызской Республики за 2021-2025 гг.

Наименование показателя	2021	2022	2023	2024	2025	2025 г. к 2021 г., % (раза)
ВВП Строительство , млн сом	57148,36	72472,86	97362,29	117 289,1 5	171946,8	в 3,0
Количество строительных организаций	1104	1030	1274	1405	1443	в 1,3
Объем подрядных работ КР, млн сом	90 371,6	107 948,1	146 365,9	204 302,1	229917,2	в 2,54
Инвестиции в основной капитал, млн.сом	122 843,3	139 417,5	185 054,0	274 301,2	374 571,4	в 3,05

Источник: рассчитана авторами на основе данных НСК КР [3]

Анализ данных показывает, что количество строительных организаций увеличилось в 1,3 раза, а объем инвестиций в основной капитал возрос в 3,05 раза. Однако подрядные организации сталкиваются с дефицитом собственных оборотных средств. У большинства частных компаний наблюдается недостаточный размер уставного капитала. Привлечение застройщиками краткосрочных коммерческих кредитов ведет к увеличению себестоимости объектов и удорожанию строительства в пределах от 7% до 12%.

Данные таблицы 3 указывают на увеличение объемов работ госпредприятий в 8,13 раза и муниципальных организаций в 3,95 раза. На долю частных компаний стабильно приходится от 92% до 97% общего объема подряда.

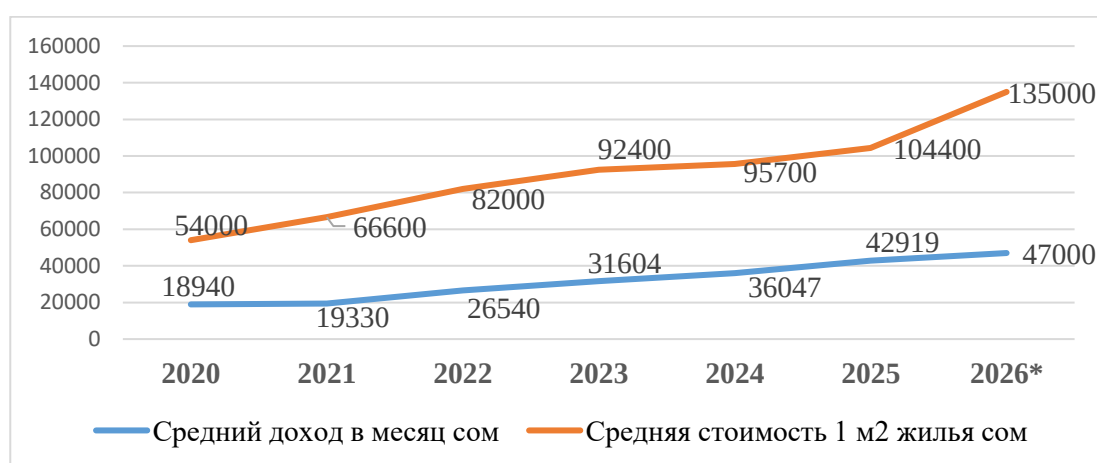
Таблица 3. - Объем подрядных работ, выполненный собственными силами по формам собственности в Кыргызской Республике за 2021-2025 гг.

Наименование показателей	2021	2022	2023	2024	2025*	2025 г. к 2021 г., % (раза) 2025 г. к 2021 г., % (раза)
Всего	90 371,6	107 948,1	146 365,9	204 302,1	229917,2	2,54
Государственная, млн.сом	2 102,9	5 288,8	8 341,8	13 051,5	17 116,6	8,13

Удельный вес, %	2,33	4,9	5,7	6,39	7,44	
Муниципальная, млн.сом	71,9	338,4	530,7	201,9	284,4	3,95
Удельный вес, %	0,08	0,31	0,36	0,1	0,12	
Частная, млн.сом	88 196,8	102 320,9	137 493,4	191 048,7	212 516,2	2,4
Удельный вес, %	97,59	94,79	93,94	93,51	92,43	

Источник: рассчитана авторами на основе данных НСК КР [4] *- данные предварительные

Текущее состояние платежеспособного спроса в жилищном строительстве ограничено объемом сбережений и размером заработной платы населения (рис. 2).



Источник: рассчитана авторами на основе данных НСК КР [5]

Рисунок 2– Динамика изменения средней заработной платы и цен на 1м² жилой площади

Темпы роста средней заработной платы и цен на 1 м² недвижимости идентичны: по сравнению с 2020 годом они увеличились в 2,5 и 2,48 раза соответственно. Покупательная способность одного среднемесячного оклада равна лишь 0,35 м² жилой площади.

Государственная ипотечная программа (ГИК) со ставкой 2-4% приводит к удорожанию жилья за весь период на 20-30%. Использование коммерческой ипотеки под 17-25% годовых увеличивает конечную стоимость недвижимости за первые 5 лет на 80-150%, при этом уплаченные средства изымаются в финансовый сектор. Граждане в возрасте от 18 до 24 лет составляют около 24% всего трудоспособного населения КР, их доходы нестабильны, что ограничивает их участие в ипотечных программах.

На ценообразование также влияют отраслевые особенности, где стационарность объектов формирует комплекс затрат на выкуп или аренду земли и подготовку территории (Глава I Сводного сметного расчета). Развитие сетей отражается в Главе IV Сводного сметного расчета (Наружные сети). Влияние природно-климатических условий высокогорье и сейсмичность регулируется системой поправочных коэффициентов МДС 81-01-2015. Доля строительных материалов в стоимости объектов достигает 50%, при этом транспортные затраты по доставке на расстояние свыше 30 км составляют до 10% от стоимости самих материалов.

Предложенный комплекс мер по привлечению инвесторов направлен на минимизацию транзакционных издержек как для частных застройщиков, так и для государства. Введение единой методики разработки ТЭО для объектов жилого, гражданского

и промышленного назначения, а также создание укрупненных сметных нормативов решает главную проблему непрозрачности ценообразования и высоких инвестиционных рисков на строительном рынке КР.

Реформа земельных отношений в виде передачи участков в аренду на 49 лет с пролонгацией на 20 лет обеспечивает долгосрочное планирование для инвесторов. Международный опыт КНР, стран Центральной Азии подтверждает, что долгосрочное землепользование минимизирует дефицит капитальных вложений. Одновременно с этим оптимизация выдачи разрешительной документации Госстроем КР и местными органами власти ликвидирует административные барьеры, устраняя до 5-7% скрытых издержек в структуре себестоимости квадратного метра.

Увеличение доли государственного сектора среди строительных организаций необходимо для стабилизации рынка и формирования условий честной конкуренции. Введение требования к финансовой устойчивости застройщиков в виде наличия собственного уставного капитала в размере не менее 50% от инвестиционной стоимости строящегося объекта служит надежной гарантией снижения инвестиционных рисков. В отличие от спекулятивных моделей, где строительство ведется исключительно за счет средств дольщиков, что повышает риск появления «обманутых дольщиков», 50%-й барьер гарантирует финансовую независимость проекта. Строгий контроль за соблюдением Национальных сметных нормативов и СНиП КР исключает из производственного процесса финансово несостоятельных посредников [6].

Эффективность государственных ипотечных программ напрямую зависит от динамики реальных доходов населения. Выявленный дисбаланс между рыночной стоимостью жилья и платежеспособным спросом обосновывает создание государственного жилищного фонда с фиксированным сроком аренды до 5 лет без права бессрочного пользования или последующего выкупа. Пятилетнее ограничение исключает злоупотребления льготами и обеспечивает регулярную сменяемость участников программы, высвобождая жилой фонд для молодых специалистов и социально уязвимых категорий граждан. Объединение строительного сектора с производственно-техническими комплексами и технологическими парками обеспечивает расширение структуры экономики. Это создает цепную реакцию развития, при которой рост объемов строительства ускоряет работу связанных с ним отраслей: выпуск современных стройматериалов и внедрение энергосберегающих технологий.

Налоговая политика напрямую влияет на формирование стоимости строительной продукции. Освобождение от уплаты налога на добавленную стоимость (НДС 12%) организаций, возводящих бюджетные, социальные, транспортные и природоохранные объекты, обеспечивает экономию в пределах 6-8% от сметной стоимости. Применение гибких ставок налога на прибыль в диапазоне от 2% до 10% в зависимости от социальной значимости объектов как школы, детские сады, дороги служат прямым стимулом для инвесторов. Снижение налоговой нагрузки повышает итоговую рентабельность проектов, окупая высокие логистические затраты застройщиков. Для поддержки малого и среднего бизнеса эффективно применение единого налога. Изменение его ставок в зависимости от видов подрядных работ и особенностей объектов позволяет снизить себестоимость строительства на 7–12% [7].

Комплексный экономический эффект от одновременной реализации предложенных регуляторных, земельных и налоговых реформ обеспечивает снижение конечной стоимости строительной продукции на 12-25%. В условиях высокой рыночной конъюнктуры данный комплекс реформ выступит фактором, стабилизирующим ценовую динамику на рынке недвижимости КР в среднесрочной перспективе.

Заключение

В результате проведенного исследования факторов ценообразования в строительной отрасли Кыргызской Республики сформулированы следующие выводы:

1. Институциональное регулирование. Стандартизация ТЭО и внедрение укрупненных сметных нормативов в сочетании с оптимизацией разрешительных процедур Госстроя КР способны ликвидировать информационную непрозрачность рынка и снизить скрытые административные издержки на 5-7%.

2. Земельная реформа. Переход к практике долгосрочной аренды земельных участков на срок 49 лет с пролонгацией на 20 лет формирует стабильный горизонт планирования и нивелирует дефицит капитальных вложений за счет привлечения ПИИ.

3. Финансовый контроль: Увеличение доли государственного подряда и законодательное закрепление минимального порога уставного капитала застройщиков на уровне 50% от инвестиционной стоимости объекта минимизирует риски дольщиков и устраняет с рынка финансово несостоятельных посредников.

4. Социальная сменяемость жилья. Ликвидация дисбаланса спроса требует развития государственного фонда арендного жилья с ограничением срока найма до 5 лет без права выкупа, что обеспечивает сменяемость бенефициаров и поддержку мобильности молодых специалистов [8].

5. Налоговый стимул. Дифференциация налога на прибыль от 2% до 10%, точечное освобождение от НДС инфраструктурных объектов и оптимизация единого налога для малого бизнеса позволяют снизить себестоимость строительного производства на 7-12%.

Совокупный мультипликативный эффект реализации предложенных регуляторных, земельных и налоговых реформ обеспечивает снижение конечной стоимости строительной продукции на 12-25% либо стабилизирует ценовую динамику на рынке недвижимости КР в среднесрочной перспективе.

Список литературы

1. Инвестиции в основной капитал по видам экономической деятельности. – URL: <https://stat.gov.kg/ru/opendata/category/4591/>

2. Методические указания определения стоимости строительной продукции на территории Кыргызской Республики МДС 81 – 01- 2015, Приказ государственного агентства архитектуры, строительства и жилищно-коммунального хозяйства при Правительстве Кыргызской Республики от 18 мая 2016 года № 4-нпа (В редакции приказа Министерства строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства КР от 9 февраля 2026 года № 110-нпа)

3. Структура ВВП по видам экономической деятельности в текущих ценах. – URL: <https://stat.gov.kg/ru/opendata/category/2314/>

4. Строительство. – URL: <https://stat.gov.kg/ru/opendata/category/16/>

5. Уровень жизни. – URL: <https://stat.gov.kg/ru/opendata/category/20/>

7. Кредиты на покупку недвижимости в Кыргызстане. – URL: <https://banks.kg/credits/purpose/mortgage?page=2>

8. Шербекова, А.А., Бекжанова, Г.О. Проблемы и пути повышения обеспеченности жильем населения г.Бишкек. / А.А.Шербекова, Г.О.Бекжанова, // Известия КГТУ им. И.Раззакова. - Бишкек: 2025. - №1(73). - С.239-245. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=80442280>

9. Шербекова А.А., Токталиева А.К. Анализ и оценка финансового потенциала строительного комплекса Кыргызской Республики./ Известия КГТУ имени И.Раззакова. - 2023. - №3(67). – стр.1587 – 1595. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=54991270>

10. Шербекова А.А., Токталиева А.К. Необходимость развития корпоративного управления в региональном строительстве Кыргызской Республики / Известия КГТУ имени И.Раззакова. - 2023.-№4 (68). – стр.1879 – 1889. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=58483450>

И. РАЗЗАКОВ АТЫНДАГЫ КЫРГЫЗ МАМЛЕКЕТТИК ТЕХНИКАЛЫК
УНИВЕРСИТЕТИНИН ЖАРЧЫСЫ

Теориялык жана колдонмо илимий-техникалык журнал
№2 (78) 2026

ИЗВЕСТИЯ КЫРГЫЗСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА им. И. РАЗЗАКОВА
Теоретический и прикладной научно-технический журнал
№2 (78) 2026

PROCEEDINGS OF I. RAZZAKOV KYRGYZ STATE TECHNICAL
UNIVERSITY

theoretical and applied scientific technical journal
No 2 (78) 2026

Редактор А.Б. Аманкулова

Тех. редактор М.М.Черикбаев

Подписано к печати 30.06.2026. Объем 29.0 п/л.
Электронный формат