КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНЫН ИЛИМ, ЖОГОРКУ БИЛИМ ЖАНА ИННОВАЦИЯЛАР МИНИСТРЛИГИ
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ, ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И ИННОВАЦИЙ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

И. РАЗЗАКОВ АТЫНДАГЫ КЫРГЫЗ МАМЛЕКЕТТИК ТЕХНИКАЛЫК УНИВЕРСИТЕТИНИН МАГИСТРАНТТАРЫ МЕНЕН СТУДЕНТТЕРИНИН

ИЛИМИЙ ЭМГЕКТЕРИ

ISSN 1694-884X

16-том №2

БИШКЕК - 2026

НАУЧНЫЕ ТРУДЫ

МАГИСТРАНТОВ И СТУДЕНТОВ КЫРГЫЗСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМ. И.РАЗЗАКОВА

ISSN 1694-884X (print)

ИСХАК РАЗЗАКОВ АТЫНДАГЫ КЫРГЫЗ МАМЛЕКЕТТИК ТЕХНИКАЛЫК УНИВЕРСИТЕТИНИН МАГИСТРАНТТАРЫ МЕНЕН СТУДЕНТТЕРИНИН ИЛИМИЙ ЭМГЕКТЕРИ

Теориялык жана илимий-техникалык колдонмо журналы

16 том №2

2026-жыл

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

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

Күбөлүктүн номуру №10335, 10 ноябрь, 2023-жыл

Журнал жылына 4 жолу чыгат
Журнал 2023-жылдан бери чыгат

Басууга 28.07. 2026-ж. кол коюлду.

Журнал электрондук форматта чыгат

Башкы редактор: Б.Т. Торобеков, техника илимдеринин доктору, профессор
Тел.: (312)54-51-39
Электрондук почтасы: torobekov@kstu.kg

Башкы редактордун орун басары: А.Р.Абдиев, техника илимдеринин доктору, профессор
Тел.: (312) 61 07 79
Электрондук почтасы: arstanbek.abdiev@kstu.kg

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

РЕДКОЛЛЕГИЯ МҮЧӨЛӨРҮ

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

© И. Раззаков атындагы Кыргыз мамлекеттик техникалык университети, 2026-жыл

ISSN 1694-884X (print)

НАУЧНЫЕ ТРУДЫ МАГИСТРАНТОВ И СТУДЕНТОВ КЫРГЫЗСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМЕНИ ИСХАКА РАЗЗАКОВА

Теоретический и прикладной
научно-технический журнал

Том 16 №2 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
Сайт: https://kstu.kg/bokovoe-menju/zhurnal-izvestija-kgtu-im-i-razzakova
email:
journal@kstu.kg

Журнал зарегистрирован в Министерстве юстиции Кыргызской Республики
Свидетельство **№10335, 10 ноябрь, 2023-жыл**

ISSN 1694-884X
Подписан в печать 28.07. 2026 г. Журнал выходит в электронном формате

Главный редактор: Б.Т.Торобеков, доктор технических наук, профессор
Тел.: Тел.: (312)54-51-39
Электронная почта: torobekov@kstu.kg

Заместитель главного редактора: ***А.Р. Абдиев,***
доктор технических наук, профессор
Тел.: (312) 61 07 79
Электронная почта: arstanbek.abdiev@kstu.kg

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

ЧЛЕНЫ РЕДКОЛЛЕГИИ

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

© Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова, 2026

ISSN 1694-884X (print)

PROCEEDINGS OF GRADUATE AND UNDERGRADUATE STUDENTS OF ISHAK RAZZAKOV KYRGYZ STATE TECHNICAL UNIVERSITY

Theoretical and Applied Scientific and Technical Journal

Vol. 16 №2 2026

The publisher: Razzakov Kyrgyz State Technical University
Editorial office address: 720044, Kyrgyz Republic, Bishkek city, No 66 Ch. Aitmatov Ave, room 1/254.
Tel.: +996(312) 54-51-39
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 №10335; dated 10.11.2023.

The journal has been registered with the Russian Science Citation Index since
Journal content is independently reviewed

Editor-in-Chief:
B.T. Torobekov, Doctor of Technical Sciences, Professor
Ishak Razzakov Kyrgyz State Technical University
Tel.: +996 (312) 54-51-39
E-mail: torobekov@kstu.kg
Deputy Editor-in-Chief:
A.R. Abdiev, Doctor of Technical Sciences, Professor
Tel.: +996 (312) 61-07-79
E-mail: arstanbek.abdiev@kstu.kg

Executive Secretary:
A.B. Amankulova
E-mail: journal@kstu.kg

EDITORIAL BOARD

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

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

СОДЕРЖАНИЕ

АРХИТЕКТУРА, СТРОИТЕЛЬСТВО

1. **Абдималиков М. А., Омуралиев Д. Д.** Этнокультурные принципы организации пространства гостевого дома……..... 8
2. **Байбеков Н.Б., Джалалов Ш.Н., Урманбетов Т.И., Муканова А.С., Дыйканов Б.К.** Оценка сейсмической производительности высотного здания: практическое моделирование окружающих подвальных конструкций……..... 19
3. **Даниярбекова Ж. Д.** Современные принципы и подходы в формировании общественных пространств центра города Каракол…….....…… 32
4. **Калбердиев А.А., Сатенов А.Э., Кенешов Т.С.** Анализ теоретических материалов по разработке схем районной планировки в советский период и в условиях рыночной экономики…….… 40
5. **Калбердиев А.А., Сатенов А.Э., Кенешов Т.С.** Историко-культурный анализ особенности территории Базар-Коргонского района…….. 44
6. **Кенешов Т.С., Жапаров И.Р.** Анализ основных принципов градостроительного функционирования жилых образований индивидуальной застройки в крупнейших городах……..… 49
7. **Кенешов Т.С., Капалбаева Ж. Ж.** Анализ теоретических материалов по разработке информационно–аналитической основы существующих планов городов…….… 54
8. **Кенешов Т.С., Джапаралиева А.Н.** Особенности социально-экономического положения ботанического жилмассива города Бишкек…….. 62
9. **Кенешов Т.С., Медетбекова Н.М.** Анализ организации научных центров на территории Кыргызской Республики……..... 70
10. **Кенешов Т. С., Кожокулов Т. Н.** Градостроительно-культурные основы восприятия городской среды……. 76
11. **Кенешов Т. С., Тилеков А. Т.** Социально-культурные потребности населения и архитектурно- градостроительные подходы в функционировании и в развитии жилого массива "Рухий Мурас"……. 80
12. **Кенешов Т.С., Сыдыкбеков Э.М.** Градостроительный потенциал и перспективы освоения подземного пространства города Бишкек…… 85
13. **Кенешов Т. С., Жамшидбекова Э.** Роль и принципы организации институциональной системы управления разработкой градостроительной документации……..... 90
14. **Кутдусов Р. А.** Принципы научно-обоснованной реставрации модерна на примере дом купца Янгуразова……....…… 97
15. **Линев В.И., Евдокимова В.А.** Современные инженерно-технические и материально-технологические решения в области устойчивого строительства малых ГЭС ……..... 109
16. **Мамырова К.М., Кенешов Т.С.** Анализ нормативно-технических принципов и основ мест приложения труда на уровне регионов……. 116
17. **Мамырова К. М., Кенешов Т.С.** Анализ теоретических работ по упорядочению и организации мест приложения труда на уровне крупных образований и территории……..... 124
18. **Матозимов Б.С., Ян Дян, Ван Хаоюй, Пэн Тонг.** Организационно-технологическое моделирование сейсмической защиты малоэтажных жилых зданий с учетом теплотехники……...… 130
19. **Назарбеков К.Т., Кенешов Т.С.** Концептуальная модель взаимосвязей и взаимодействий основных элементов и природных ресурсов территории Нарынской области…….…… 137

20. **Нарынбеков К. Н., Омуралиев Д. Д.** Концепция проектирования этно-туристических комплексов в условиях Кыргызстана……. 144
21. **Табылбекова Н.Т., Омуралиев Д. Д.** Принципы и закономерности формирования архитектуры детских лагерей в современных социокультурных и природно-климатических условиях……..… 155
22. **Тогузбаев А. А.** Принципы градостроительного развития города Каракол с выделением первой очереди строительства……..... 160
23. **Чалданбаев Б.Б., Кенешов Т.С.** Социально-культурные и нормативно-правовые основы преобразования юго-западного жилого образования города Бишкек……..... 168

ГОРНОЕ ДЕЛО

24. **Осмонов Б. А.** Геоинформационное моделирование зон затопления при прорыве высокогорного озера Мерцбахера (Кыргызстан)……..... 179
25. **Осмонов Б. А.** Интегрированная методика картирования зон затопления при прорыве высокогорных озёр с использованием GIS-алгоритмов гидродинамического моделирования…… 186

ИНФОРМАЦИОННЫЕ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

26. **Абдылдаев А. Б.** Биометрические методы аутентификации в системах защиты смешанного документооборота: обзор и анализ……. 192
27. **Канымет уулу Н.** Методология центров интеллектуального управления кибербезопасностью в информационно-телекоммуникационных сетях КР…… 196
28. **Мамарасулов Э.** Анализ уязвимостей веб-приложений на DART/SHELF и методы их устранения…… 203
29. **Абдылдаев А. Б.** Разработка и тестирование прототипа системы многофакторной биометрической аутентификации MFBA-DOCGUARD……... 209
30. **Асылбеков А. Т., Маматалиева Б. А., Абдулаев А. А.** Оптимизация нейросетевых моделей для роевых архитектур с ограниченными ресурсами и несбалансированными данными…… 214
31. **Бедарев Е.А., Шаршенова К.С**. Сохранение исторических памятников с использованием дополненной реальности и 3D-технологии……. 217
32. **Борубаев М.Ч., Касыбекова А.С.** Разграничение доступа в медицинских информационных системах с использованием трехуровневой модели RBAC……... 225
33. **Джусупов Э.У., Кармышаков А.К.** Разработка и анализ системы видеонаблюдения в концепции «Умный Город» ...…… 231
34. **Душенова У. Ж., Базаркул кызы Н., Муратова А. М.** Веб-приложение для интеллектуальной обработки данных с использованием облачных сервисов искусственного интеллекта…… 237
35. **Канымет уулу Н.** Сравнительный анализ систем кибербезопасности Казахстана, Узбекистана и Кыргызстана……..... 244
36. **Кармышаков А.К., Орозбаев А.А.** Анализ методов разработки интеллектуальной системы диагностики механических конструкций…….. 252
37. **Борубаев М.Ч., Касыбекова А.С.** Анализ современных методов разграничения доступа и обеспечения кибербезопасности в медицинских информационных системах……...…… 257
38. **Мамарасулов Э.** Методы машинного обучения в автоматизации тестирования на проникновение информационных систем……..... 265

39. **Рахманберди уулу Э.** Эволюция угроз утечки информации и методов защиты в условиях роста зашифрованного трафика: сравнительный анализ……... 271
40. **Рахманберди уулу Э.** Исследование методов различения зашифрованных и сжатых данных на основе статистических признаков и анализа заголовков……..... 276
41. **Шаршебаева И.Т.** анализ архитектуры ETHEREUM и смарт-контрактов в WEB3-приложениях…… 282
42. **Шекеев К.Р., Базаркул кызы Н., Сарлыков А.Р.** Веб-приложение для развития навыков программирования с применением технологий искусственного интеллекта…… 286
43. **Эрмекбаев Н. А., Куцев Е. В.** Применение искусственного интеллекта для выявления и предотвращения DEEPFAKE-атак в мультисервисных сетях…….. 292

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

44. **Мырзаканов С.Н., Жумалиев Ж.М.** Материалы теплозащиты космических аппаратов…… 299

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

45. **Сатыбалдиева А. М., Суюмбаева Н. С., Бакиева С.М.** Топоз этинен өсүмдүк кошулмаларын кошуп майдаланган чала фабрикаттардын рецептерин жана технологияларын иштеп чыгуу..... 303
46. **Сатыбалдиева А.М., Садыкказиева К.** Кара күрүч унунан өндүрүлгөн нандын керектөөчүлүк касиеттерин изилдөө..... 313

ТРАНСПОРТ И МАШИНОСТРОЕНИЕ

47. **Давлятов У. Р., Акылбеков Ы. А., Сырбаков А.П.** Применение искусственного интеллекта для прогнозирования предпочтений пользователя и адаптивного управления микроклиматом в автомобиле…… 320
48. **Иманалиев Т.О., Омуралиев К.О., Абдуллаев А.С., Дресвянников С.Ю., Ким Р.Э.** сравнительный анализ и эффективность применения газомоторных топлив на автомобильном транспорте в Кыргызской Республики……. 323
49. **Кенешов Т. С., Жылдызбек кызы М., Сасыкеев У. Т.** Анализ территориально-транспортного обслуживания населения города..... 334
50. **Кубат уулу С., Төрөбеков Б.Т.** Совершенствование мониторинга движения автотранспортных потоков…… 344
51. **Майрамбеков А.М., Джалбиев Э.А.** Разработка автоматического модуля по диагностике и выявлению неисправностей на автоматической линии на основе искусственного интеллекта…… 350
52. **Ибрагимова Б.С., Тен И.Г., Торобеков Б.Т.** Разработка веб-ориентированной информационной системы организации городских логистических процессов…… 354

ЭКОНОМИКА, МЕНЕДЖМЕНТ

53. **Абдиева Л.К., Исабек кызы С.** Разработка приложения для расчёта банковского вклада с капитализацией процентов в микрокредитной организации (на примере ООО «МКК «ЗАМАТ ФИНАНС») ……... 368
54. **Закиров М. Ю., Кудайбердиев О. Б.** Экономическая эффективность аренды медицинского оборудования в Кыргызской Республике……..... 374

55. **Иманкулова Э.Т., Санатбекова А.С.** Влияние маркетинговых инноваций на конкурентоспособность компании……..... 379
56. **Молдогазиева С. М., Рачковская И. Н.** Государственная ценовая политика в кыргызской республике и пути её совершенствования……..... 384
57. **Семенова К.В.** влияние RFID на прозрачность логистических процессов..…… 390
58. **Сыргаков К. К.** Анализ финансового состояния коммунальной службы «Токмокский РЭС» и перспективы развития ее финансовой устойчивости…… 393
59. **Усенбаева А.К.** Повышение эффективности логистики предприятия…… 397

ЭНЕРГЕТИКА

60. **Суеркулов М.А., Кожоналиева А.К., Алымбеков Ш.З.** Электр жабдууларындагы жана көмөк чордондордогу тоскоолдуктарды жоюунун ыкмалары……..... 404

УДК 72.01

М. А. Абдималиков, Д. Д. Омуралиев
И. Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы
КГТУ им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика

M. A. Abdimalikov, D. D. Omuraliev
I. Razzakov KSTU, Bishkek, Kyrgyz Republic

ЭТНОКУЛЬТУРНЫЕ ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОСТРАНСТВА ГОСТЕВОГО ДОМА

КОНОК ҮЙДҮН МЕЙКИНДИГИН УЮШТУРУУНУН ЭТНОМАДАНИЙ ПРИНЦИПТЕРИ

ETHNOCULTURAL PRINCIPLES OF GUEST HOUSE SPATIAL ORGANIZATION

Бул изилдөө Кыргызстан шартында кыргыз элинин заманбап этно-конок үйүнүн архитектуралык концепциясын иштеп чыгууга арналган. Теманын актуалдуулугу экологиялык жана этномаданий туризмге болгон кызыгуунун өсүшү, ошондой эле салттуу турак жай - боз үйдү - заманбап архитектуранын контекстинде сактоо жана кайрадан түшүндүрүү зарылчылыгы менен шартталган. Иште ар түрдүү өлкөлөрдүн салттуу турак жайлары талданып, мейкиндикти уюштуруунун универсалдуу принциптерин, конструктивдик чечимдерин жана жаратылыш чөйрөсү менен өз ара байланышын аныктоо максат кылынат. Алынган маалыматтардын негизинде Кыргызстандын жаратылыш-климаттык шарттарына ылайыкташтырылган жана жергиликтүү материалдарды жана туруктуу технологияларды колдонууга багытталган автордук архитектуралык концепция түзүлөт. Өзгөчө көңүл конокторду аймактын маданий салттарына терең сүңгүтө алган, ыңгайлуу, функционалдуу жана аутенттүү жашоо чөйрөсүн түзүүгө бурулат. Сунушталган концепция туристтик инфраструктураны өнүктүрүүгө, аймактардын (анын ичинде Ысык-Көлдүн жээгиндеги) жагымдуулугун жогорулатууга жана жергиликтүү экономиканы колдоого багытталган. Изилдөөнүн жыйынтыктары этно-конок үй комплекстерин долбоорлоодо, ошондой эле салттар менен инновациялардын синтезине багытталган заманбап архитектуралык долбоорлоо практикасында колдонулушу мүмкүн.

Түйүндүү сөздөр: *этно-конок үй, архитектуралык концепция, салттуу турак жай, боз үй, этномаданият, маданий мурас, мейкиндиктик уюштуруу, этнотуризм.*

Данное исследование посвящено разработке архитектурной концепции современного этно-гостевого дома кыргызского народа в условиях Кыргызстана. Актуальность темы обусловлена растущим интересом к экологическому и этнокультурному туризму, а также необходимостью сохранения и переосмысления традиционного жилища, такого как юрта, в контексте современной архитектуры. В работе проводится анализ традиционных жилищ различных стран с целью выявления универсальных принципов организации пространства, конструктивных решений и взаимодействия с природной средой. На основе полученных данных формируется авторская архитектурная концепция гостевого дома, адаптированная к природно-климатическим условиям Кыргызстана и ориентированная на использование местных материалов и устойчивых технологий. Особое внимание уделяется созданию комфортной, функциональной и аутентичной среды проживания,

способствующей погружению гостей в культурные традиции региона. Предлагаемая концепция направлена на развитие туристической инфраструктуры, повышение привлекательности территорий (в том числе вблизи озера Иссык-Куль) и поддержку локальной экономики. Результаты исследования могут быть использованы при проектировании этно-гостевых комплексов, а также в практике современного архитектурного проектирования, ориентированного на синтез традиций и инноваций.

Ключевые слова: *этно-гостевой дом, архитектурная концепция, традиционное жилище, юрта, этнокультура, культурное наследие, пространственная организация, этнотуризм.*

This study is devoted to the development of an architectural concept for a modern ethno-guest house of the Kyrgyz people in the context of Kyrgyzstan. The relevance of the topic is determined by the growing interest in ecological and ethnocultural tourism, as well as the need to preserve and reinterpret traditional dwellings, such as the yurt, within the context of contemporary architecture. The work includes an analysis of traditional dwellings from various countries with the aim of identifying universal principles of spatial organization, constructive solutions, and interaction with the natural environment. Based on the obtained data, an original architectural concept for the guest house is developed, adapted to the natural and climatic conditions of Kyrgyzstan and focused on the use of local materials and sustainable technologies. Special attention is given to creating a comfortable, functional, and authentic living environment that allows guests to immerse themselves in the cultural traditions of the region. The proposed concept aims to develop tourist infrastructure, increase the attractiveness of territories (including areas near Lake Issyk-Kul), and support the local economy. The results of the study can be used in the design of ethno-guest complexes, as well as in contemporary architectural practice oriented toward the synthesis of tradition and innovation.

Key words: *ethno-guest house, architectural concept, traditional dwelling, yurt, ethnoculture, cultural heritage, spatial organization, ethnotourism.*

Введение. Актуальность темы гостевого дома в условиях Кыргызстана обусловлена совокупностью экономических, культурных и природно-географических факторов, которые делают данный тип размещения особенно востребованным и перспективным. Прежде всего, Кыргызстан обладает уникальным природным потенциалом: горные ландшафты, озеро Иссык-Куль, национальные парки и заповедники привлекают туристов со всего мира. В последние годы активно развивается экологический и этнокультурный туризм, что требует создания доступной и аутентичной инфраструктуры размещения. В этом контексте гостевые дома становятся оптимальным решением, так как они позволяют туристам погрузиться в местную среду и традиционный образ жизни. Важным фактором является также сохранение и популяризация культурного наследия. Традиционное жилище кочевников — юрта — служит источником вдохновения для архитектурных решений современных гостевых домов. Использование национальных орнаментов, природных материалов и ремесленных техник способствует формированию уникального архитектурного образа и поддерживает локальную идентичность. С экономической точки зрения, развитие сети гостевых домов является важным инструментом поддержки малого и среднего бизнеса в регионах. Это особенно актуально для сельских и горных территорий, где альтернативные источники дохода ограничены. Гостевые дома создают рабочие места, стимулируют развитие инфраструктуры и повышают уровень жизни местного населения. Кроме того, в условиях растущего интереса к устойчивому развитию и экологичной архитектуре гостевые дома позволяют реализовывать принципы «зеленого» строительства: использование возобновляемых ресурсов, минимальное вмешательство в природную среду и энергоэффективные решения. Таким образом, актуальность темы гостевого дома в Кыргызстане определяется необходимостью развития туристической отрасли, сохранения культурного наследия, поддержки региональной экономики и внедрения устойчивых архитектурных практик.

Цель исследования. На основе анализа традиционных и современных форм размещения туристов разработка архитектурной концепции современного гостевого дома в условиях Кыргызстана.

Материал исследования:

1. Исторические документы и государственные программы развития туризма, культурные и образовательные стратегии в сфере гостеприимства.
2. Публикации, монографии, статьи и каталоги архитектурных и этнотуристических объектов.
3. Примеры конкретных объектов гостевого размещения в Кыргызстане и за рубежом (например, этно-гостевые дома на Иссык-Куле, гостевые дома в горах Швейцарии, эко-отели на Бали).

Методы исследования:

1. Историко-архивный анализ – изучение документов и публикаций для выявления эволюции форм гостевых домов и типовых архитектурных решений.
2. Сравнительный анализ – сопоставление архитектурных и функциональных решений гостевых домов разных стран, выявление общих тенденций и национальных особенностей.
3. Функционально-пространственный анализ – исследование планировочных схем, зонирования помещений, интеграции гостевых домов в природную и городскую среду.
4. Социокультурный анализ – оценка роли гостевых домов в развитии туризма, сохранении этнокультурного наследия и их значения для местного сообщества.

Анализ проектной документации:

Изучение объемно-планировочных структур, функционального зонирования и архитектурно-художественных приемов формирования этнической среды, обеспечивающих сочетание аутентичности, комфорта и культурной идентичности этно-гостевого дома. Этно-гостевой дом представляет собой особый тип архитектурного объекта, ориентированный на временное проживание посетителей в условиях, максимально приближенных к традиционной культурной среде определённого этноса. В современных научных исследованиях этно-гостевые дома рассматриваются не только как объекты туристической инфраструктуры, но и как важный инструмент сохранения культурного наследия, популяризации национальных традиций и формирования устойчивого культурного туризма. С теоретической точки зрения концепция этно-гостевого дома основывается на принципах аутентичности, региональной идентичности и культурной преемственности. Архитектурная среда подобных объектов должна обеспечивать не только функциональные условия проживания, но и создавать эмоционально-пространственный образ, отражающий особенности традиционного мировоззрения, быта и уклада жизни народа. В данном контексте архитектура выступает как средство передачи культурной памяти через форму, материал, пространственную организацию и декоративно-художественные элементы. Ключевым аспектом проектирования этно-гостевого дома является создание атмосферы «погружения» (immersion) в этнокультурную среду. Это предполагает использование традиционных архитектурных мотивов, национальных орнаментов, природных материалов, а также организацию пространств, способствующих знакомству гостей с местными ремеслами, кухней, обрядами и культурными практиками. Особую роль играет взаимосвязь архитектурного объекта с природным ландшафтом, поскольку традиционная культура исторически формировалась в тесном взаимодействии с окружающей средой.

В условиях Кыргызской Республики развитие этно-гостевых домов приобретает особую актуальность, что связано с богатым историко-культурным наследием, традициями кочевой цивилизации и уникальным природным контекстом. Национальное жилище — юрта, элементы народного декоративно-прикладного искусства, традиционные формы организации пространства и природный ландшафт становятся важнейшими источниками формирования

архитектурной концепции современных этно-гостевых домов. В теоретических исследованиях особое внимание уделяется проблеме соотношения традиционности и современного уровня комфорта. С одной стороны, сохранение подлинной атмосферы и этнической выразительности является основным фактором привлекательности объекта. С другой стороны, современные требования к инженерному обеспечению, санитарно-гигиеническим условиям, энергоэффективности и безопасности требуют внедрения инновационных технологий и современных строительных решений. В этой связи основная задача архитектурного проектирования заключается в поиске гармоничного баланса между исторической аутентичностью и современными эксплуатационными требованиями. Анализ теоретических и проектных источников показывает, что эффективное формирование архитектуры этно-гостевого дома возможно только при комплексном подходе, учитывающем культурные, социальные, экологические и экономические аспекты. Проектирование подобных объектов должно базироваться на принципах устойчивого развития, сохранения национальной идентичности, бережного отношения к природному контексту и интеграции традиционных архитектурных ценностей в современную среду.

Результаты исследования и их обсуждение.

Хронология и этапы развития:

I. Начало XX века – середина XX века: зарождение концепции гостевых домов

В этот период на территориях Кыргызстана и других стран Центральной Азии появляются первые частные дома, принимающие туристов и путешественников. Архитектура была простой и функциональной, часто повторяя традиционные формы жилищ кочевников, таких как юрта.

II. 1960–1980-е годы: период активного развития

- В Кыргызстане: развитие туристической инфраструктуры вблизи озера Иссык-Куль и горных курортов. Появляются государственные туристические базы и гостевые дома с этническим декором и национальными элементами.
- За рубежом: развитие экотуризма и небольших частных гостевых домов, ориентированных на комфортное размещение туристов в природной среде.

III. 1990–2000-е годы: стандартизация и профессионализация.

Появляются гостевые дома с комплексным набором услуг: номера с удобствами, столовые, зоны отдыха, включение культурных и образовательных программ для гостей. Активно используются принципы устойчивой архитектуры: минимальное вмешательство в природу, энергоэффективные решения, использование местных материалов.

IV. 2010-е годы – настоящее время: интеграция этнокультурного и экологического туризма. Современные гостевые дома в Кыргызстане ориентированы на этнотуризм и экологическую устойчивость. Архитектура вдохновлена традиционной юртой, национальными орнаментами и местными материалами (дерево, камень). Примеры: современные этно-гостевые дома на Иссык-Куле и в горах Тянь-Шаня.

1. Исторические документы и государственные программы.

В Кыргызстане развитие гостевых домов поддерживалось государственными программами развития туризма и сохранения культурного наследия. Они предусматривали создание доступной инфраструктуры размещения туристов в сельских и горных регионах.

2. Публикации, монографии, статьи и каталоги.

Множество публикаций посвящено архитектуре гостевых домов, этнотуризму и устойчивому развитию. Например, исследования описывают применение национальных орнаментов, местных материалов и традиционных строительных техник, а также их влияние на комфорт и впечатление туристов.

Зарубежные аналоги гостевых домов.

1. **Ле Темпл Боробудур Резорт Отель (Индонезия).**

Архитекторы: APCONSULTANT

Год: 2022 год

Место положение: Индонезия.

Архитектурная концепция отеля, разработанная г-ном Жоланом Таше, сочетает в себе принципы буддийских храмов с современным дизайном, вдохновленным храмом Боробудур. Это сочетание включает в себя геометрическую композицию с кругами и ступенями, изображение горы Махамеру и симметрию. Основные материалы: битумная черепица, тиковое дерево, растения, модифицированные стеновые клипсы, цокольный камень и фоми. Фасады и интерьеры украшают рельефы Будды, а на крыше расположен бар с видом на восход и закат. Ресторан окружен бассейном, а виллы в форме храма создают круговую композицию, похожую на структуру храма Боробудур.

Рисунок 1 - Ле Темпл Боробудур Резорт Отель

2. Отель Busaba Ayutthata (Тайланд).
Архитектор: tidtangstudio.
Место положение: Тайланд
Год: 2018 год
Отель Busaba Ayutthaya в Таиланде представляет собой традиционный старинный тайский дом, восстановленный с учетом архитектурных особенностей. Сохранилось деление дома на основание (колонны), корпус (комнаты) и верх (крыша), основание может выступать в качестве многофункционального пространства под домом. Общие зоны расположены на первом этаже, а номера - на втором, что позволяет гостям почувствовать истинно традиционную тайскую атмосферу. Фасад отеля был обновлен с помощью металла в традиционном стиле, создавая ощущение слияния прошлого и настоящего. В дизайне преобладает белый цвет, что придает ему современный оттенок и позволяет гостям добавлять свои собственные цветовые акценты.

Рисунок 2 - Отель Busaba Ayutthata

3. «Bamboo Hostels Китай».
Авторы: Studio Anna Heringer
Год: 2016 г.
Место: Лишуй, Китай.

Проект с тремя общежитиями показывает, как традиционные природные материалы могут быть использованы в современном строительстве. Это поддерживает разнообразие, создает рабочие места и бережно относится к экосистеме. Здания вдохновлены культурными ценностями и используют энергетические системы, основанные на простых источниках. Этот проект подчеркивает качество жизни и важность природных материалов для устойчивого развития.

Рисунок 3 - Bamboo Hostels

4. **Клубный дом PokoPoko.**

Место положение: Насу, Япония.
Архитекторы: Архитектура Кляйна Дитэма.
Год: 2020 год
PokoPoko - это семейный клуб и развлекательный центр при отеле, расположенный в высокогорном районе Насу, Япония. Он соединяет два здания отеля и предлагает гостям разнообразные развлечения. Здесь проводятся кулинарные мастер-классы, есть крытая детская игровая зона с ямой для игры в мяч, открытый костер для родителей и палуба с видом. Отель построен из местных сосен и гармонично вписывается в окружающий лесной ландшафт.

Рисунок 4 - Клубный дом PokoPoko

5. **Дом на дереве в Бамбу Инда.**

Место нахождения: Кекаматан Убуд, Индонезия.
Архитекторы: ИБУКУ.
Год: 2021 год
Bamboo Indah - это первый и единственный эко-курорт, где вы можете отдохнуть в джунглях. Он включает в себя несколько зданий Bamboo Pure, таких как Riverbend House и Moon House. В 2020 году было завершено строительство дома на дереве, полностью

выполненного из бамбука и соединяющего три гигантских дерева, что представляло собой техническую проблему, связанную с работой на высоте.

Рисунок 5 - Дом на дереве

6. **Лагерь Сарика.**

Место: Соединенные Штаты.
Архитекторы: Амангири , Luxury Frontiers.
Год: 2020 год

Кемпинг Sarika Campground в южной части штата Юта, разработанный компанией Luxury Frontiers, предлагает круглогодичное проживание в роскошном кемпинге, расположенном среди величественных гор штата Юта. Каждый из 10 роскошных шатров предлагает комфорт и пространство, разнообразные виды и первоклассное обслуживание. Дизайн палаток отражает местную природу и культуру с использованием натуральных материалов и красивых деталей. Гости могут воспользоваться частным бассейном, террасой и костровой ямой, наслаждаясь потрясающими видами на природу в комфортной и роскошной обстановке.

Рисунок 6 - Лагерь Сарика

7. **Центр для посетителей вулкана Вулкан-Ин.**

Место: Силингольская лига, Китай.
Архитектор: PLAT ASIA.
Год: 2025

Центр для посетителей «Вулкан-Ин» расположен внутри потухшего вулкана в степном районе Байинкулун и представляет собой пример гармоничного взаимодействия архитектуры, природы и вулканического ландшафта. Проект был реализован на месте разрушенного участка земли с целью остановить эрозию почвы, восстановить природную экосистему и интегрировать архитектуру в окружающую среду. Архитектурная композиция повторяет силуэт вулкана: изогнутая крыша и круглые объемы символизируют вулканический конус и кратер, а кольцевой маршрут создает эффект погружения в природное пространство, открывая панорамные виды на степь, озера и вулканы. Внутри комплекса размещены выставочные пространства, кафе, зоны отдыха и общественные площадки. Проект также учитывает суровые климатические условия региона — сильные ветры, снег и низкие температуры, поэтому в архитектуре использованы плавные формы, длинные карнизы, атмосферостойкие материалы и местный вулканический камень. Основной особенностью объекта является сочетание экологической реставрации, адаптации к климату и создания выразительного архитектурного образа, подчеркивающего связь человека с природой и культурным ландшафтом.

Рисунок 7 - Центр для посетителей вулкана Вулкан-Ин

8. **Деревня бамбуковых ремесленников.**

Место: Чэнду; Китай.
Архитектор: Archi-Union Architects.
Год: 2018

Деревня бамбуковых ремесел в уезде Даомин провинции Сычуань представляет собой современный сельский архитектурный комплекс, основанный на сохранении традиционной культуры бамбукового плетения и развитии экологической среды. Главная идея проекта заключается в объединении архитектуры, природы, ремесел и сельского образа жизни в единую культурную систему. Архитектура комплекса выполнена с использованием плавных криволинейных крыш, деревянно-стальных конструкций, местной серой черепицы и фасадов из бамбукового плетения, что позволяет сохранить связь с традиционной средой. Важной особенностью проекта стало применение технологий предварительного изготовления, благодаря чему строительство было выполнено в короткие сроки. В состав комплекса входят культурный центр, туристический центр, общественные пространства, кемпинги и гостевые дома, интегрированные в природный ландшафт. Проект направлен не только на развитие туризма, но и на сохранение ремесленных традиций, создание новых общественных пространств и формирование устойчивой сельской среды, объединяющей местных жителей, туристов и творческие сообщества.

Рисунок 8 - Деревня бамбуковых ремесленников

Отечественные аналоги гостевых домов.

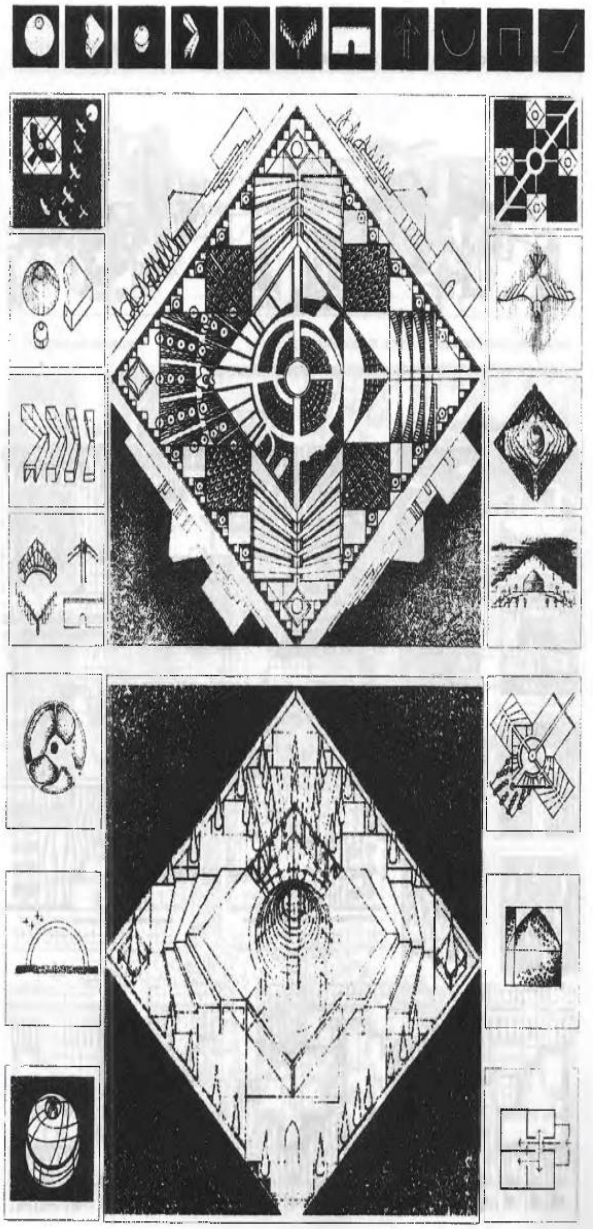


Рисунок 9 - Экологичный дом, адаптированный к четырем временам года (лето-весна-осень-зима)

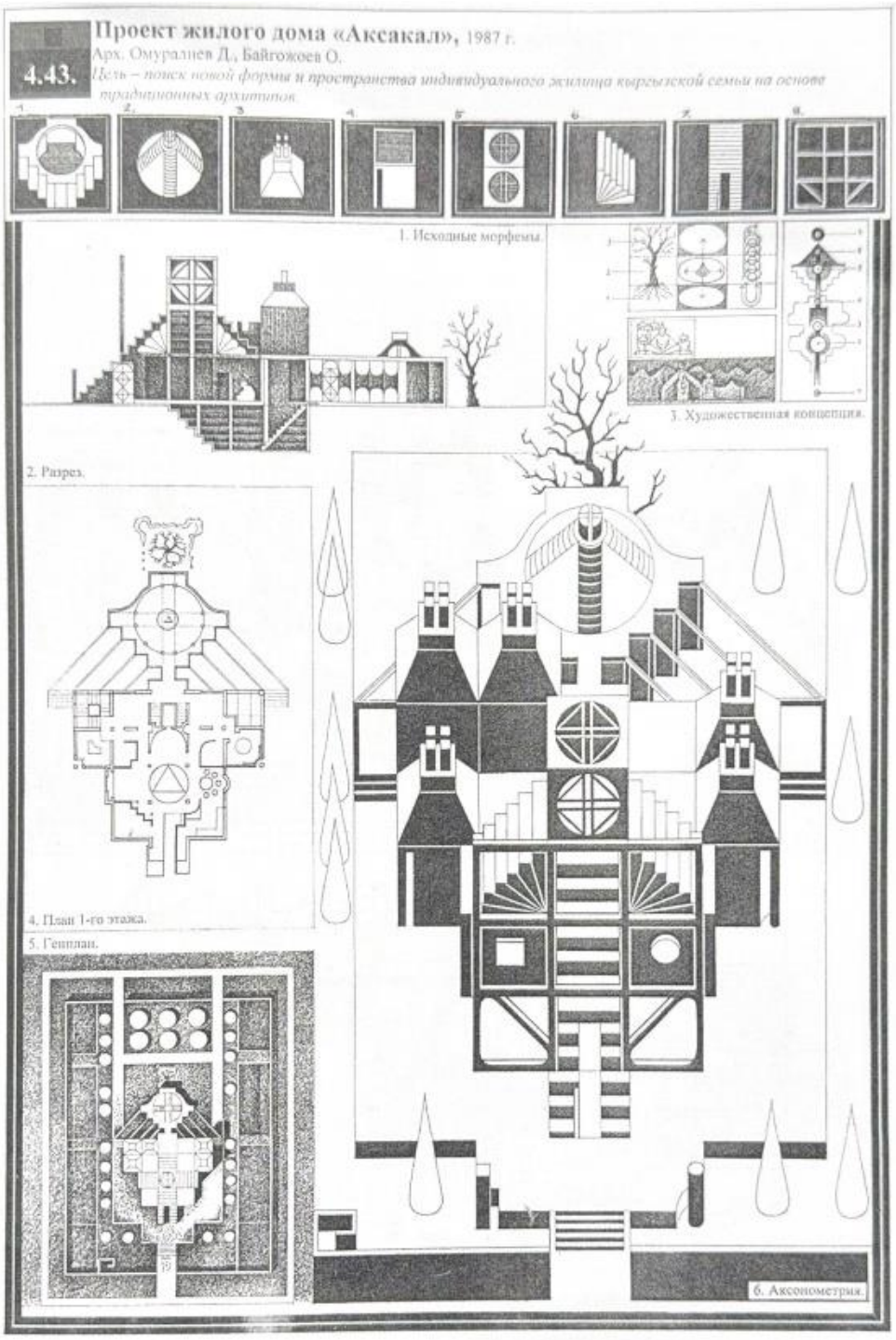


Рисунок 10 - Проект жилого дома “Аксакал”

Рисунок 11 - Киргизский дом с тремя почками

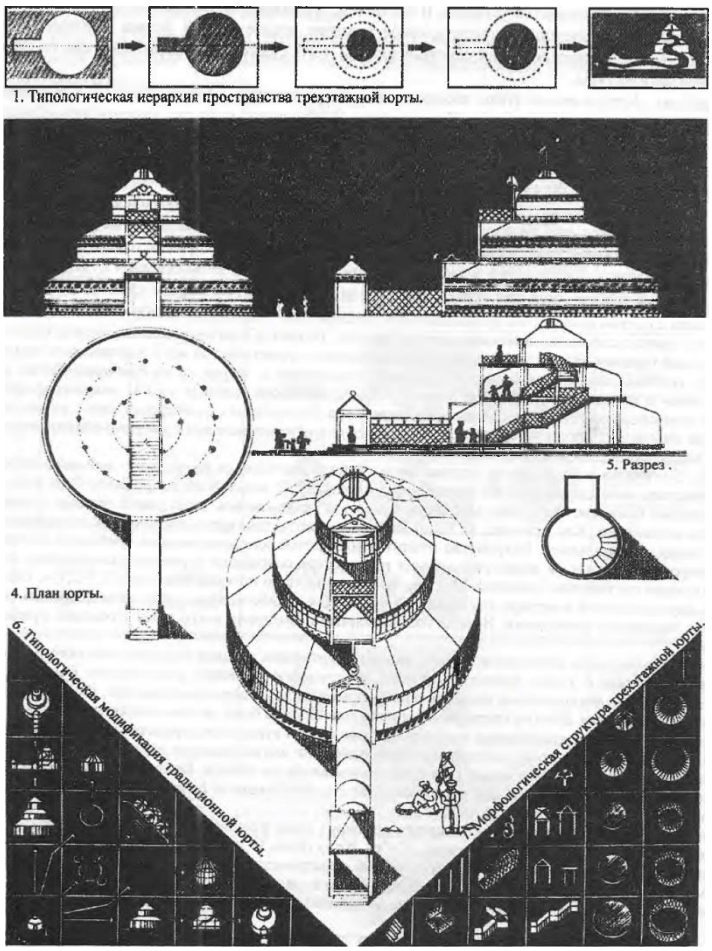


Рисунок 12- а) Трехэтажный киргизский дом; б) Трехэтажный киргизский дом с тремя почками (чертеж прилагается)

Заключение. Развитие гостевых домов в Кыргызстане является актуальным направлением, обусловленным ростом туристического потока, интересом к этнокультурному и экологическому туризму, а также необходимостью поддержки региональной экономики. Анализ традиционных жилищ кочевников, таких как юрта показывает, что национальные формы и материалы могут быть успешно адаптированы в современную архитектуру гостевых домов, создавая уникальный и аутентичный образ. Международный опыт проектирования гостевых домов подтверждает, что комфорт, функциональность и гармоничная интеграция в природную среду являются ключевыми факторами успешного размещения туристов. Применение принципов устойчивого строительства, включая использование местных и возобновляемых материалов, минимальное вмешательство в природу и энергоэффективные решения, повышает привлекательность объектов и способствует сохранению окружающей среды. Гостевые дома выполняют не только функцию размещения, но и играют важную роль в сохранении культурного наследия, развитии малого и среднего бизнеса, а также формировании локальной идентичности. Перспективой развития является создание авторских этно-гостевых домов с акцентом на интеграцию культуры, природы и современных архитектурных решений.

Список литературы

1. Батырбеков А. Туризм и гостеприимство в Кыргызстане: современные тенденции и перспективы. – Бишкек: КГУ, 2016. – 198 с.

2. Султанбеков Т. Этнический туризм и развитие гостевых домов в Кыргызстане. – Бишкек: Изд-во “Кыргызстан”, 2014. – 152 с.

3. Асанов К. Архитектура традиционного жилища кыргызов и её современное переосмысление. – Бишкек: Изд-во КНУ, 2015. – 180 с.
4. Мамбеталиев Д. Гостевые дома и экотуризм в Кыргызской Республике. – Бишкек: Изд-во Кыргызского института туризма, 2017. – 140 с.
5. Министерство культуры, информации и туризма Кыргызской Республики. Государственная программа развития туризма в Кыргызстане на 2015–2025 годы. – Бишкек, 2015. – 60 с.
6. Орозбекова А. Этноархитектура Кыргызстана: традиции и современность. – Бишкек: Изд-во КРСУ, 2018. – 200 с.
7. Жусупов М. Экотуризм и устойчивое строительство гостевых домов в Кыргызстане. – Бишкек: Изд-во "Туризм+", 2019. – 175 с.
8. https://architectures.jidipi.com/j00090191/en/le-temple-borobudur-resort-hotel-
9. https://www.archdaily.com/990970/busaba-ayutthata-hotel-tidtangstudio
10. https://www.archdaily.com/950733/bamboo-hostels-china-studio-anna-heringer
11. https://archi.ru/world/93103/izbushka-v-gorakh
12. https://www.archdaily.com/1008415/tree-house-at-bambu-indah-ibuku
13. https://www.archdaily.com/979487/camp-sarika-luxury-frontiers?ad_medium=gallery
14. https://www.archdaily.com/1038079/volcano-in-visitor-center-plat-asia?ad_source=search&ad_medium=projects_tab
15. https://www.archdaily.com/894982/bamboo-craft-village-archi-union-architects?ad_source=search&ad_medium=projects_tab

УДК 699.841

Н. Б. Байбеков, Ш. Н. Джалалов, Т. И. Урманбетов,
А. С. Муканова, Б. К. Дыйканов
И. Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы
КГТУ им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика

N. B. Baibekov, Sh. N. Dzhalalov, T. I. Urmanbetov,
A. S. Mukanova, B. K. Dyikanov
I. Razzakov KSTU, Bishkek, Kyrgyz Republic
skzs_pgs@mail.ru, shdjalalov@kstu.kg

ОЦЕНКА СЕЙСМИЧЕСКОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ВЫСОТНОГО ЗДАНИЯ: ПРАКТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОКРУЖАЮЩИХ ПОДВАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

БИЙИК КАБАТТУУ ИМАРАТТЫН СЕЙСМИКАЛЫК ТУРУКТУУЛУГУН БААЛОО: ЖАНАША ПОДВАЛ КОНСТРУКЦИЯЛАРДЫ ПРАКТИКАЛЫК МОДЕЛДӨӨ

SEISMIC PERFORMANCE ASSESSMENT OF A HIGH-RISE BUILDING: PRACTICAL MODELING OF SURROUNDING BASELINE STRUCTURES

Бул документте көп кабаттуу турак жайдын сейсмикалык натыйжалуулугуна баа берилген. Имарат планда туура эмес формада жайгашкан жана жанындагы имараттарга жалпы салынган терең жертөлө бар. Максималдуу болжолдуу жер титирөө (MCE) жана Сейрек кездешүүчү жер титирөө (RE) шарттары үчүн бир катар сызыктуу эмес убакыт-тарыхый анализдер жүргүзүлдү. Подвалды моделдөө ыкмаларынын таасири изилденген.

Курчап турган жер астындагы конструкцияны моделдөө моменттердин берилишин камтыган, бул моменттердин жогорку жыштыктагы жер кыймылынын компоненттери менен оңой күчөшүнө жана имараттын үстүнкү бөлүгүндө локалдуу бузулууга алып келиши мүмкүн. Жүргүзүлгөн талдоолордун негизинде консервативдик долбоорлоо үчүн жертөлөнүн моделин курчап турган жер астындагы курулуштар менен жана топурак-структуранын өз ара аракеттенүүсүн эсепке албастан колдонуу сунушталат.

Түйүндүү сөздөр: *курулуш конструкциялары, сейсмикалык туруктуулук, көп кабаттуу имараттар, конструкциялык моделдөө.*

В данной статье представлена оценка сейсмической производительности высотного жилого здания. Здание имеет неправильную форму в плане и глубокий подвал, общий с соседними зданиями. Была проведена серия нелинейных анализов по истории времени для Расчетного Максимального Землетрясения (MCE) и Редкого Землетрясения (RE). Исследовалось влияние методов моделирования подвала. Моделирование окружающей подземной конструкции включало передачу крутящих моментов, которые могут легко усиливаться высокочастотными компонентами колебаний грунта и приводить к локальным повреждениям в верхней части здания. На основе проведенного анализа рекомендуется для консервативного проектирования использовать модель подвала с окружающими подземными конструкциями и без учета грунто-конструкционного взаимодействия.

Ключевые слова: *строительные конструкции, сейсмостойкость, высотные здания, моделирование конструкций.*

This paper presents an assessment of the seismic performance of a high-rise residential building. The building has an irregular plan shape and a deep basement shared with adjacent buildings. A series of nonlinear time-history analyses were conducted for the Maximum Estimated Earthquake (MCE) and Rare Earthquake (RE) conditions. The impact of basement modeling methods was examined. Modeling of the surrounding underground structure included the transfer of torques, which can easily be amplified by high-frequency ground motion components and lead to localized damage in the upper portion of the building.

Based on the analysis conducted, it is recommended that for conservative design, a basement model be used with the surrounding underground structures and without taking into account soil-structure interactions.

Key words: *building structures, seismic resistance, high-rise buildings, structural modeling.*

Введение.

Проблема: существующие руководства по сейсмическому проектированию (ASCE 41-13, FEMA 356, PEER/ATC 72-1) не полностью охватывают оценку сейсмической производительности уникальных высотных зданий, особенно с глубокими подвалами, общими для нескольких башен.

Актуальность: глубокие подвалы создают нерегулярность в распределении жесткости. Грунто-конструкционное взаимодействие и несинхронные колебания нескольких башен на общем подвале усложняют прогнозирование поведения.

Цель исследования: на примере case study высотного здания изучить влияние неупругого поведения при сильных землетрясениях, уделив особое внимание практическому моделированию окружающих подвальных конструкций.

2. Моделирование здания для case study.

2.1. Информация о здании.

49 надземных и 7 подземных этажей.

Высота: 199.9 м (над землей), 29.2 м (под землей).

Конструктивная система: Каркасная система с ядерными стенами, воспринимающими боковые нагрузки.

Материалы: высокопрочный бетон (30-59 МПа) и арматура (500-600 МПа). Колонны сталежелезобетонные (SRC).

2.2. Моделирование вертикальных элементов.

Ядерные стены: основные элементы, сопротивляющиеся боковым нагрузкам. Для моделирования неупругого поведения использованы волоконные элементы (fiber elements) в нижней части здания (с цоколя по 6-й этаж) и в зоне аутригеров (26-30 этажи).

Колонны: также использованы волоконные элементы (PMM модель) для точного учета взаимодействия осевой силы и изгиба в двух направлениях, что критично для колонн в зданиях с аутригерами.

2.3. Моделирование связевых балок (Coupling Beams).

Связевые балки в ядерных стенах предназначены для рассеивания сейсмической энергии.

Для обычных (не диагонально армированных) связевых балок характерен "пинчинг-эффект" (схлопывание петли гистерезиса).

Для его точного описания использована пивотная модель гистерезиса (pivot hysteresis model). Предложена формула для параметра пивотной точки, учитывающая отношение пролета к высоте балки и процент армирования.

2.4. Моделирование плит перекрытий с предварительным напряжением (PT slabs)

Учтена жесткость плит на изгиб из своей плоскости. Принята эффективная жесткость 0.2EIg, что выше, чем обычно принимается для железобетонных плит, благодаря предварительному напряжению.

2.5. Моделирование аутригерных стен с ПН.

Аутригерные стены на 28-м этаже служат для распределения нагрузок от ядра на периметральные колонны.

Смоделированы как упругие элементы с пониженной эффективной жесткостью (0.35EIg) из-за наличия отверстий.

2.6. Демпфирование.

Использована комбинированная модель демпфирования: модальное демпфирование 2.25% (до 100-й моды) + Рэлеевское демпфирование 0.25%. Это позволяет учесть вклад высших мод и избежать проблем сходимости.

2.7. Сейсмические воздействия.

Подобрано 10 акселерограмм, усиленных с учетом местных грунтовых условий. 7 из них масштабированы под уровень MCE по корейским нормам (KBC 2016).

3. Моделирование подвала и его влияние.

3.1. Модели подвала

Исследованы четыре модели подвала (см. Рис. 3):

Модель (a): без подвала. Подземная часть зафиксирована на уровне земли.

Модель (b): Подвала нет, но на подземные этажи добавлены боковые связи (упругие опоры), имитирующие грунт.

Модель (c): В модель включены окружающие подвальные конструкции (стены, плиты), но жесткость грунта не учитывается.

Модель (d): Как Модель (c), но с добавлением боковых связей по периметру подвала.

3.2. Сравнение моделей

Модели (b) и (d) дают более короткие периоды колебаний из-за "эффекта ограждения" (confinement effect) от боковых связей.

Наличие подвальных плит (Модели (c) и (d)) увеличивает жесткость системы.

Модель (c) показала увеличение крутильных мод, которые могут резонировать с высокочастотными составляющими землетрясений.

3.3. Влияние на сейсмический отклик.

Поведение надземной части практически не зависит от модели подвала.

Модель (a) может недооценивать нагрузки на подземную часть.

Модель (b) приводит к нереалистично большому "эффекту обратной распорки" (backstay effect) и резкому пику напряжений прямо под землей.

Реальное поведение находится между Моделями (c) и (d).

Рекомендация: для консервативного проектирования самой башни использовать Модель (c). Для проектирования диафрагм (плит) на уровне земли проверять напряжения по обеим Моделям (c) и (d).

4. Оценка сейсмической производительности.

4.1. Динамические отклики.

Колебания: максимальные колебания удовлетворили критерию "Сохранения Жизни" (Life Safety). Связевые балки: наиболее уязвимые элементы. Балки CB1 и CB2 (в направлении X, связанном с кручением) достигли уровня "Предотвращения Обрушения" (Collapse Prevention). Балки CB3 и CB4 (в направлении Y) остались на уровне "Непосредственной Эксплуатации" (Immediate Occupancy).

Ядерные стены: остались в основном упругими, хотя перерезывающие силы в подвале при RE немного превысили расчетную прочность. Производительность признана удовлетворительной.

Локальные повреждения: Высокочастотные компоненты землетрясений (особенно RE) могут вызывать локальные повреждения (в связевых балках наверху и в подвале), даже если общие колебания здания малы. Это показывает, что только критерий колебаний не всегда отражает локальные повреждения.

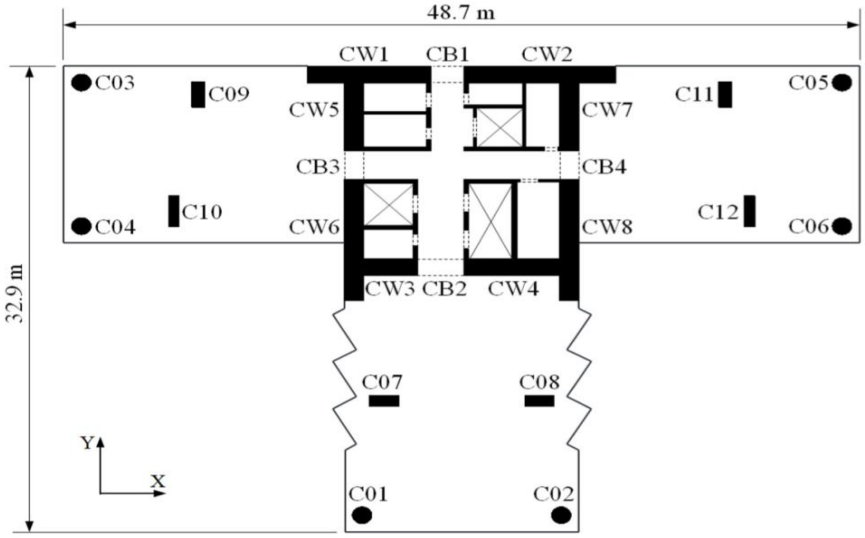
4.2. Влияние аутригерных стен.

Аутригеры уменьшили колебания и вращение связевых балок на 28-м этаже.

Наблюдался сдвиг повреждений: неупругое поведение произошло не у основания, а над аутригером.

Для учета этого эффекта рекомендуется применять нелинейные модели к стенам на 1/8 - 1/6 высоты от аутригера до крыши.

Аутригеры меняют характер нагружения колонн (осевые силы), поэтому для их моделирования критически важно использовать волоконные элементы.



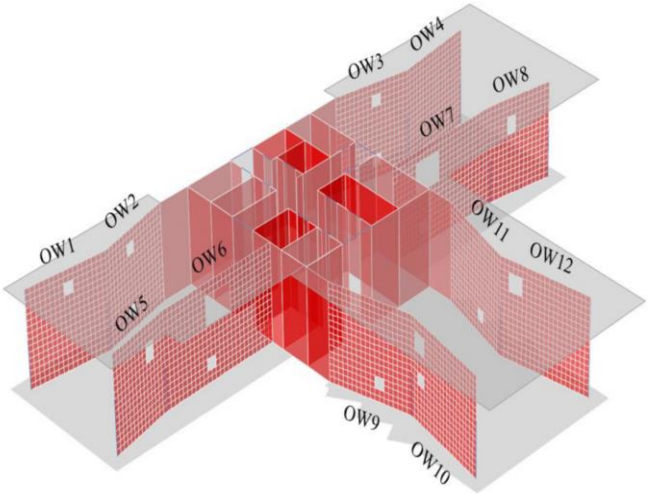


Рисунок 1 - План типового этажа

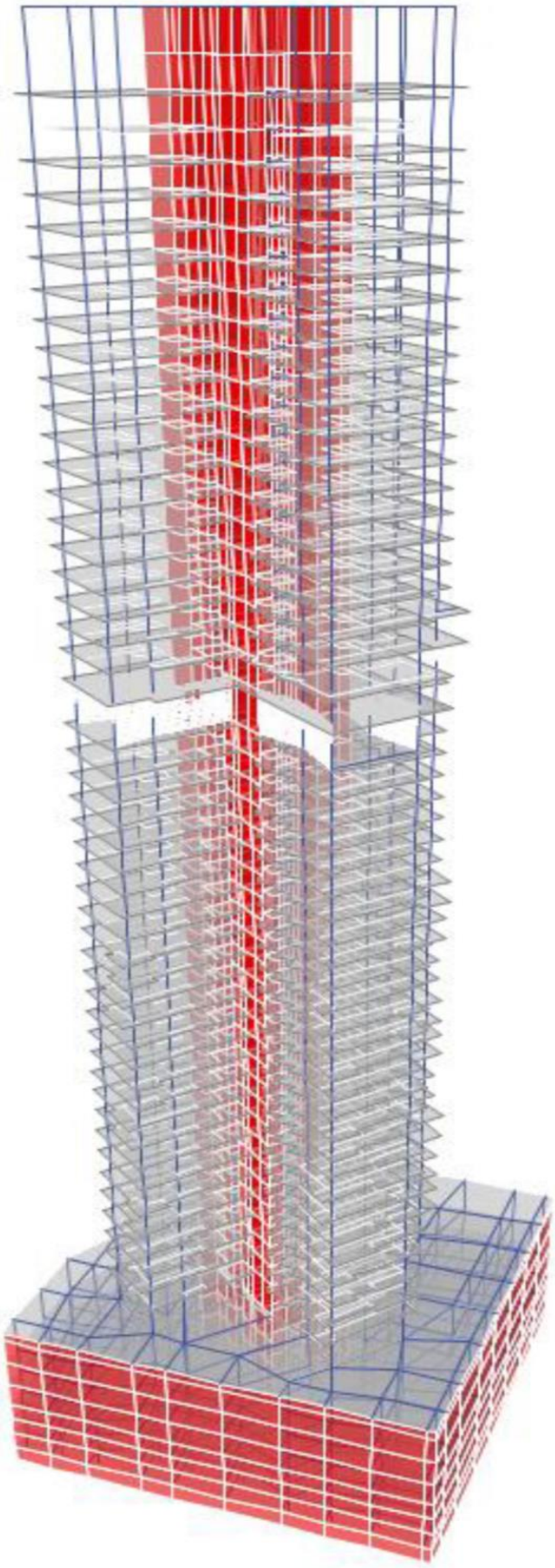


Рисунок 2 - Численная модель

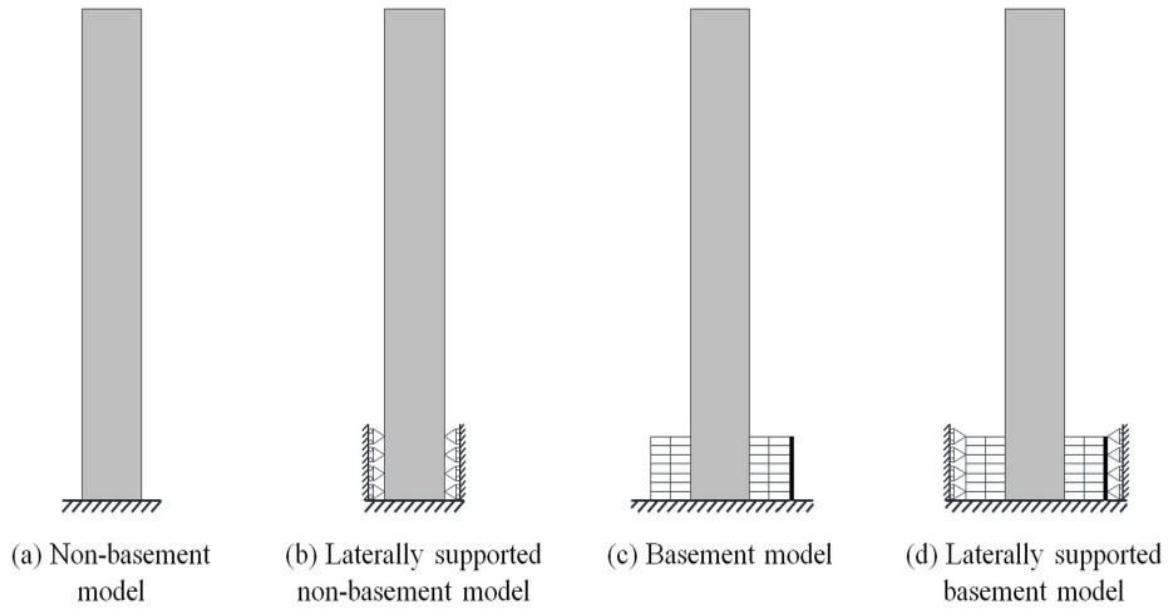


Рисунок 3 - Модели оснований

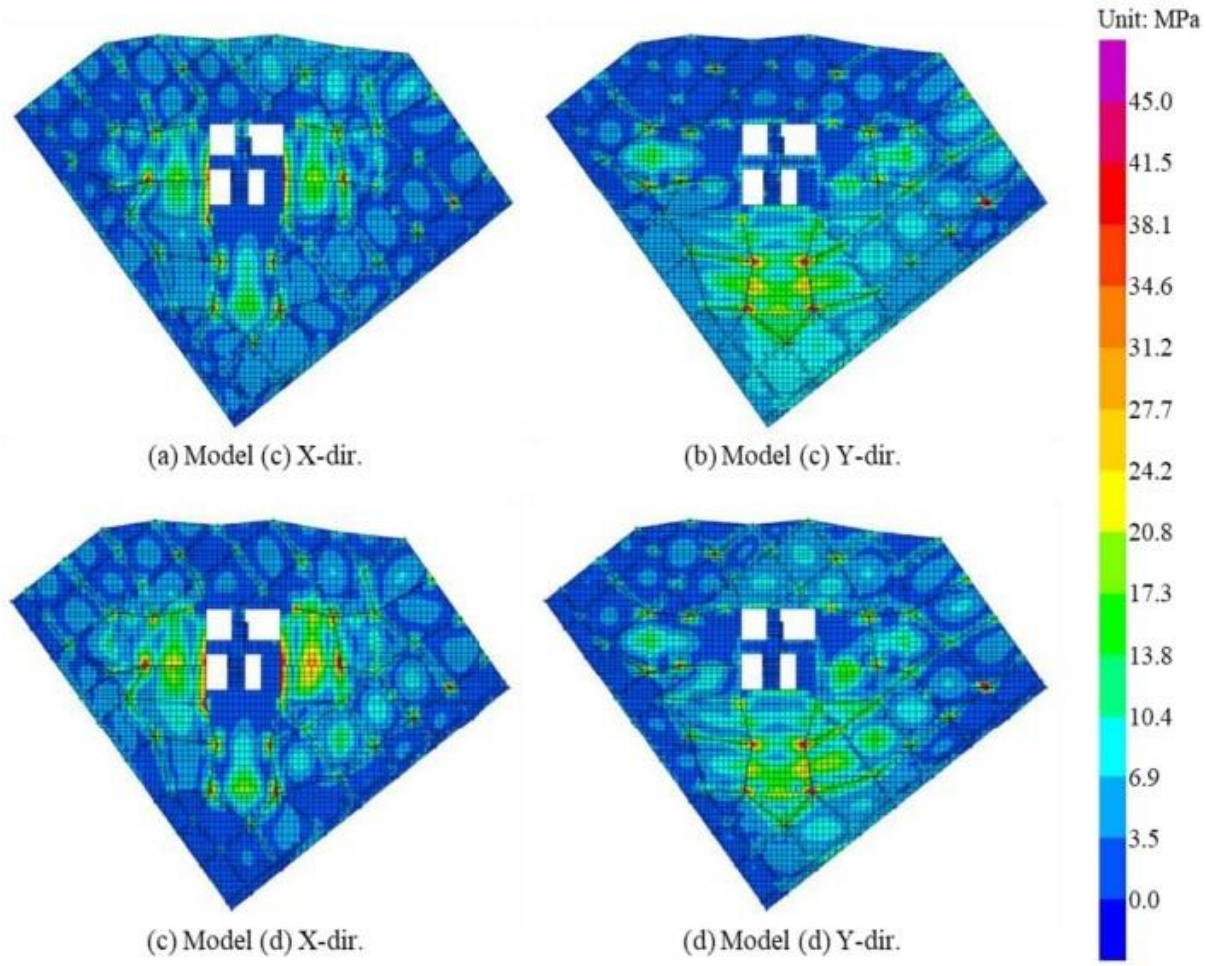


Рисунок 4 - Сжимающие напряжения оснований

Таблица 1 - Сводные данные по зданию case study

Содержание	Примечания
Размеры	49 этажей над землей / 7 этажей под землей
Высота	199.9 м (над землей) / 29.2 м (под землей)
Конструктивная система	Каркасная система. Рамы сопротивляются вертикальной нагрузке, а сдвиговые стены - боковой.
Стены-аутригеры	Расположены на 28 этаже
Система перекрытий	Плиты с предварительным напряжением (Плиты ПП)
Аналитическая модель - СТЕНЫ	
Трещиноватые	Волоконная модель P-M (Этажи B7 ~ 6F & 26–30F). Внутриплановая жесткость: 1.0EI_g, 0.5GA. Внеплановая жесткость: 0.25EI_g. Размер mesh-элементов: Не применяется (волоконные элементы).
Нетрещиноватые	Упругая модель (другие этажи). Внутриплановая жесткость: 0.7EI_g, 0.7GA. Внеплановая жесткость: 0.25EI_g. Размер mesh-элементов: менее 1 м.
Аналитическая модель - СТЕНЫ-АУТРИГЕРЫ	Упругая модель (shell-элемент). Внутриплановая жесткость: 0.35EI_g, 0.35GA. Внеплановая жесткость: 0.25EI_g. Размер mesh-элементов: менее 0.5 м.
Аналитическая модель - ПЛИТЫ ПП	
1–25F, 31–49F	Упругая модель (shell-элемент). Внутриплановая жесткость: жесткая диафрагма. Внеплановая жесткость: 0.2EI_g. Размер mesh-элементов: менее 1 м.

Содержание	Примечания
B7–B1F, 26–30F	Упругая модель (shell-элемент). Внутриплановая жесткость: 0.5EA, 0.5GA. Внеплановая жесткость: 0.2EI_g. Размер mesh-элементов: менее 1 м.
Аналитическая модель - КОЛОННЫ	Волоконная модель P-M-M. 1.0EA, 1.0EI_g, 1.0GA.
Аналитическая модель - СВЯЗЕВЫЕ БАЛКИ	Концентрированные пластические шарниры. 1.0EA, 0.15EI_g, 1.0GA.

Примечание к Таблице 1: EIg - жесткость на изгиб полного сечения; EA - осевая жесткость; GA - сдвиговая жесткость. Все соединения предполагаются жесткими.
*a Волоконные элементы P-M распределены по длине стены, и учитывается взаимодействие P-M только в плоскости.
*b Волоконные элементы P-M-M распределены в поперечных сечениях колонн и учитывается взаимодействие P-M-M относительно двух перпендикулярных осей.
*c Значение приведено для начальной жесткости без трещин. Эффективная жесткость автоматически учитывается в волоконных элементах.

Таблица 2. - Расчетные прочности и модули упругости для бетона

Этаж	Стена/Колонна/Балка			ПТ Плита				
	f_ck (МПа)	E_c (МПа)	Расчетная f_ck (МПа)	Расчетная E_c (МПа)	f_ck (МПа)	E_c (МПа)	Расчетная f_ck (МПа)	Расчетная E_c (МПа)
30~Крыша	30	27,537	33	28,324	30	27,537	33	28,324
19~29F	40	30,008	44	30,977	30	27,537	33	28,324
11~18F	49	32,108	49	32,108	35	28,825	38.5	29,663
B7~10F	59	34,159	59	34,159	45	31,210	45	31,210

Таблица 3. - Расчетные прочности арматуры и конструкционной стали

Материал	f_y (МПа)	f_u (МПа)	Расчетная f_y (МПа)	Расчетная f_u (МПа)	E_s (МПа)	Примечания
SD400	400	560	440	616	200,000	Арматура SRC колонн
SD500	500	620	525	651	200,000	Меньше D13
SD600	600	710	600	710	200,000	Больше D13
SM490	325	490	390	588	200,000	Конструкционная сталь SRC колонн
SM570	430	570	473	627	200,000	

Таблица 4. - Сводные данные по конструктивным элементам

Элемент	ID	Сечение (B × D) или Толщина	Процент продольного армирования (%)	Процент поперечного армирования (%)	Примечание
Стена	CW1, CW2, CW7, CW8	B7~29F: 1200 мм 30~Крыша: 800 мм	0.12~0.57%	0.21~0.43%	Предварительное напряжение
Стена-аутригер	CW3, CW4, CW5, CW6	1200 мм	0.12~0.46%	0.21~0.54%	
Стена-аутригер	OW1, OW4, OW5, OW8, OW10, OW12	800 мм	0.31~0.32%	0.32%	
	OW2, OW3, OW6,	800 мм	0.31~0.32%	0.32%	

Элемент	ID	Сечение (B × D) или Толщина	Процент продольного армирования (%)	Процент поперечного армирования (%)	Примечание
	OW7, OW9, OW11				
Колонна	C01, C02	B7~B2F: 1300 мм (Квадратная) B1: 1300 мм (Круглая) 1~46F: 1200 мм (Круглая) 46~Крыша: 1000 мм (Круглая)	B7~5F: 0.76~0.91% 6~Крыша: 1.03~3.98%	B7~6F: 0.06~0.12% 7~Крыша: 0.14~0.22%	SRC колонны (D × B × t_w × t_f) B7~B3F: 500 x 500 x 35 x 55 B2~1F: 450 x 450 x 20 x 25 2~6F: 428 x 407 x 20 x 35
	C03, C04, C05, C06	B7~B1F: 1200 мм (Квадратная) 1F: 1200 мм (Круглая) 2~Крыша: 1000 мм (Круглая)	B7~B1F: 0.42% 1~Крыша: 0.9~1.29%	B7~1F: 0.05~0.07% 2~Крыша: 0.14~0.18%	SRC колонны B7~B3F: 500 x 500 x 35 x 55 B2~B1F: 450 x 450 x 20 x 25 1F: 400 x 400 x 13 x 21
	C07, C08	B7~B1F: 2000 мм x 800 мм 1~46F: 1800 мм x 800 мм 47~Крыша: 1600 мм x 800 мм	B7~B1F: 0.48% 1~Крыша: 1.03~3.12%	B7~B1F: 0.04~0.06% 1~Крыша: 0.10~0.34%	SRC колонны B7~B3F: 500 x 500 x 35 x 55 B2~B1F: 450 x 450 x 20 x 25 1F: 428 x 407 x 20 x 35
	C09, C11	B7~1F: 1800 мм x 800 мм 2~Крыша: 1400 мм x 800 мм	B7~B1F: 0.42% 1~Крыша: 1.09~2.71%	B7~1F: 0.04~0.08% 2~Крыша: 0.11~0.35%	SRC колонны B7~B3F: 500 x 500 x 35 x 55 B2~B1F: 450 x 450 x 20

Элемент	ID	Сечение (B × D) или Толщина	Процент продольного армирования (%)	Процент поперечного армирования (%)	Примечание
					x 25 1F: 400 x 400 x 13 x 21
	C10, C12	B7~1F: 1800 мм x 800 мм 2~Крыша: 1400 мм x 800 мм	B7~B1F: 0.42% 1~Крыша: 1.09~2.71%	B7~B1F: 0.04~0.06% 1~Крыша: 0.16~0.34%	SRC колонны B7~B3F: 500 x 500 x 35 x 55 B2~B1F: 450 x 450 x 20 x 25 1F: 400 x 400 x 13 x 21
Связевая балка	CB1	B1~29F: 1200 мм x 600 мм 30~Крыша: 800 мм x 600 мм	0.61~2.55%	0.12~0.59%	
	CB2	1200 мм x 600 мм	0.61~3.94%	0.14~0.78%	
	CB3	1200 мм x 600 мм	0.83~3.66%	0.14~0.93%	
	CB4	B1~29F: 1200 мм x 600 мм 30~Крыша: 800 мм x 600 мм	0.83~3.66%	0.14~0.93%	

Таблица 5. - Сейсмические воздействия

ID	Название	Станция	Магнитуда	Расстояние от эпицентра (км)	PGA (g)	MMI
EQ 1	Loma Prieta	Piedmont Jr. High School Grounds	6.93	73	0.540	IX (9.6)
EQ 2	Loma Prieta	SF – Pacific Heights	6.93	76	0.248	VIII (8.9)
EQ 3	Kocaeli	Gebze	7.51	11	0.310	VIII (8.8)
EQ 4	Chi-Chi	ILA015	7.62	85	0.253	VIII (8.5)
EQ 5	Chi-Chi	TAP067	7.62	97	0.140	VII (7.7)
EQ 6	Duzce	Lamont 1060	7.14	26	0.238	IX (9.0)
EQ 7	Chi-Chi	TAP075	7.62	109	0.390	VIII (8.9)
EQ 8	Northridge-01	Vasquez Rocks Park	6.69	24	0.340	IX (9.1)
EQ 9	Montenegro	Ulcinj-Hotel Albatros	6.90	21	0.481	IX (9.4)
EQ 10	Tottori	SMNH10	6.61	16	0.652	IX (9.6)

5. **Выводы**.

Связевые балки — наиболее уязвимы. Для обычных балок рекомендуется пивотная модель гистерезиса для учета "пинчинг-эффекта".

Моделирование подвала слабо влияет на надземную часть, но критично для подземных конструкций.

Модель (a) может быть неконсервативной для подвала.

Модель (b) не рекомендуется из-за нереалистичных пиков напряжений.

Модель (c) рекомендуется для консервативного проектирования башни.

Модели (c) и (d) следует использовать для проверки диафрагм грунтового этажа.

Подвальные конструкции могут усиливать крутильные моды, которые резонируют с высокими частотами и вызывают локальные повреждения в верхней и нижней частях здания.

Использование редких землетрясений (RE) с мощными высокочастотными компонентами полезно для оценки локальных повреждений.

Аутригерные стены вызывают сдвиг повреждений в стенах и изменение характера нагружения колонн. Для их учета необходимо применять нелинейные модели к стенам в зоне влияния аутригеров.

Список литературы

1. Jeong, S. Y., Kang, T. H.-K., Yoon, J. K., & Klemencic, R. (2020). Seismic performance evaluation of a tall building: Practical modeling of surrounding basement structures. Journal of Building Engineering, 31, 101420. https://doi.org/10.1016/j.jobe.2020.101420
2. American Society of Civil Engineers (ASCE), Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings (ASCE 41-13), 2014 (Reston, VA).
3. Federal Emergency Management Agency (FEMA), Prestandard and Commentary for the Seismic Rehabilitation of Buildings (FEMA 356), American Society of Civil Engineers for the Federal Emergency Management Agency, Washington, DC, 2000.
4. PEER/ATC, Modeling and Acceptance Criteria for Seismic Design and Analysis of Tall Buildings (PEER/ATC 72-1), Applied Technology Council, Redwood City, CA, 2010.
5. Tall Buildings Initiative (TBI), Guidelines for Performance-Based Seismic Design of Tall Buildings (TBI 2017), Developed by the Pacific Earthquake Engineering Research Center (PEER) as Part of the Tall Buildings Initiative, 2017.
6. G. Çağrı Yön, Performance-based seismic design of an irregular tall building in Istanbul, Struct. Des. Tall Special Build. 24 (2015) 703–723.
7. N. Anwar, T.H. Aung, P. Norachan, A.M. Badar, "Case Study: Performance-Based Seismic Design of Reinforced Concrete Dual System Building," Proceedings, 6th Asia Conference on Earthquake Engineering (6ACEE), 2016 (Cebu, Philippines).
8. Mohebkhah, S. Khanmohammadi, Effect of vertical structures irregularity on seismic design of tall buildings, Struct. Des. Tall Special Build. 26 (2017) 1–22.
9. W.D.L. Finn, B.H. Pandey, C.E. Ventura, Modeling soil-foundation-structure interaction, Struct. Des. Tall Special Build. 20 (2011) 47–62.
10. T. Ghosh, J.A. Fernández, Pacific earthquake engineering research/seismic safety commission tall building design case study 2, Struct. Des. Tall Special Build. 19 (2010) 197–256.

УДК 711. 4: 911.372.7

Ж. Д. Даниярбекова
И. Раззакова атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы
КГТУ им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика

J. D. Daniyarbekova
I. Razzakov KSTU, Bishkek, Kyrgyz Republic
jasmin.d27@icloud.com

СОВРЕМЕННЫЕ ПРИНЦИПЫ И ПОДХОДЫ В ФОРМИРОВАНИИ ОБЩЕСТВЕННЫХ ПРОСТРАНСТВ ЦЕНТРА ГОРОДА КАРАКОЛ

КАРАКОЛ ШААРЫНЫН БОРБОРУНУН КООМДУК МЕЙКИНДИКТЕРИН КАЛЫПТАНДЫРУУДАГЫ ЗАМАНБАП ПРИНЦИПТЕР ЖАНА МАМИЛЕЛЕР

MODERN PRINCIPLES AND APPROACHES IN THE FORMATION OF PUBLIC SPACES IN THE CITY CENTER OF KARAKOL

Макалада Каракол шаарынын борбордук бөлүгүндө коомдук мейкиндиктерди калыптандыруунун заманбап принциптери жана ыкмалары каралат. Коомдук аймактардын азыркы структурасына талдоо жүргүзүлдү, алардын иштешинин негизги көйгөйлөрү аныкталды жана өнүгүүнүн келечектүү багыттары аныкталды. Мейкиндик байланышы, жөө басуу, тарыхый-маданий мурастарды сактоо жана шаардык чөйрөнүн сапатын жогорулатуу маселелерине өзгөчө көңүл бурулат. Изилдөөнүн жыйынтыктары Каракол шаарынын борборун комплекстүү өнүктүрүү боюнча шаар куруу сунуштарын иштеп чыгууда колдонулушу мүмкүн.

Түйүндүү сөздөр: *коомдук мейкиндиктер, шаардык чөйрө, Каракол шаарынын борбору, шаар куруу, көрктөндүрүү, туруктуу өнүгүү, жөө жүргүнчүлөр инфраструктурасы, коомдук активдүүлүк.*

В статье рассматриваются современные принципы и подходы к формированию общественных пространств в центральной части города Каракол. Проведен анализ существующей структуры общественных территорий, выявлены основные проблемы их функционирования и определены перспективные направления развития. Особое внимание уделяется вопросам пространственной связанности, пешеходной доступности, сохранения историко-культурного наследия и повышения качества городской среды. Результаты исследования могут быть использованы при разработке градостроительных предложений по комплексному развитию центра города Каракол.

Ключевые слова: *общественные пространства, городская среда, центр города Каракол, градостроительство, благоустройство, устойчивое развитие, пешеходная инфраструктура, общественная активность.*

The article discusses modern principles and approaches to the formation of public spaces in the central part of the city of Karakol. The analysis of the existing structure of public territories has been carried out, the main problems of their functioning have been identified and promising areas of development have been identified. Special attention is paid to issues of spatial connectivity, pedestrian accessibility, preservation of historical and cultural heritage and improvement of the quality of the urban environment. The results of the study can be used in the development of urban planning proposals for the integrated development of the city center of Karakol.

Key words: *public spaces, urban environment, Karakol city center, urban planning, landscaping, sustainable development, pedestrian infrastructure, public activity.*

Введение. На современном этапе развития городов общественные пространства становятся одним из ключевых факторов формирования комфортной и устойчивой городской среды. Именно общественные территории обеспечивают возможность общения, отдыха, проведения культурных мероприятий и повседневной активности населения. Качество таких пространств во многом определяет привлекательность города, уровень его благоустройства и степень удовлетворенности жителей условиями проживания.

В последние годы вопросы развития общественных пространств приобретают особую актуальность не только в крупных мегаполисах, но и в малых городах, обладающих историко-культурным и туристическим потенциалом. Современные подходы в градостроительстве ориентированы на создание человеко-ориентированной среды, где приоритет отдается удобству пешеходов, доступности общественных территорий, сохранению природных и культурных особенностей места [3].

Одним из таких городов является Каракол — административный центр Иссык-Кульской области Кыргызской Республики. Город обладает уникальной исторической планировочной структурой, богатым архитектурным наследием и высоким туристическим потенциалом. Центральная часть Каракола традиционно выполняет функции общественного, культурного и делового центра города. Здесь сосредоточены основные объекты общественного обслуживания, исторические памятники, городские парки и общественные территории, формирующие городской образ и обеспечивающие повседневную активность населения [10].

Общественные пространства центральной части Каракола обладают значительным потенциалом для дальнейшего развития и повышения качества городской среды. Однако их эффективному функционированию препятствуют недостаточная взаимосвязанность отдельных территорий, неравномерный уровень благоустройства и ограниченное использование рекреационных ресурсов. Важной задачей является организация комфортных пешеходных маршрутов между ключевыми общественными объектами и включение историко-культурного наследия в единую систему общественных пространств города.

В условиях роста туристической привлекательности Каракола вопросы повышения качества общественных пространств приобретают особую значимость. Современные градостроительные подходы позволяют рассматривать общественные территории не как отдельные объекты благоустройства, а как единую систему взаимосвязанных пространств, обеспечивающих комфортное, безопасное и устойчивое развитие городской среды. В связи с этим исследование современных принципов формирования общественных пространств центра города Каракол представляется актуальным как с научной, так и с практической точки [6]. Дополнительным фактором актуальности является изменение роли общественных пространств в современной городской структуре. Сегодня они рассматриваются не только как места отдыха населения, но и как инструменты социального взаимодействия, развития локальной экономики и формирования городской идентичности. Качественно организованные общественные пространства способствуют повышению инвестиционной привлекательности территории, развитию туристической деятельности и укреплению культурного потенциала города. В условиях возрастающей конкуренции между городами за туристические и инвестиционные ресурсы создание комфортной городской среды становится одним из приоритетных направлений градостроительной политики.

Для города Каракол развитие общественных пространств имеет особую актуальность, поскольку его социально-экономическое развитие во многом связано с туристической деятельностью, богатым историко-культурным наследием и уникальными природными ресурсами Иссык-Кульского региона. Рост туристического интереса к городу в последние годы повышает требования к качеству городской среды и обусловливает необходимость создания современных общественных пространств, комфортных как для местных жителей, так и для туристов. При этом важным условием остается сохранение исторического облика города и гармоничное включение новых элементов благоустройства в существующую архитектурно-планировочную структуру.

Перспективы дальнейшего развития центральной части Каракола во многом связаны с формированием взаимосвязанной системы общественных пространств, объединяющей объекты историко-культурного наследия, рекреационные зоны, общественно-деловые территории и основные пешеходные маршруты. Реализация такого подхода будет способствовать повышению качества городской среды, укреплению туристической привлекательности города и созданию предпосылок для его устойчивого развития в долгосрочной перспективе.

Общественные пространства являются одним из ключевых элементов городской структуры. В градостроительной теории они рассматриваются как территории, доступные для свободного пользования населением и обеспечивающие реализацию различных форм социальной активности. К общественным пространствам относятся площади, парки, скверы, пешеходные зоны, бульвары и другие открытые территории, выполняющие общественные функции.

В отечественной градостроительной науке вопросам формирования городской среды уделялось значительное внимание. По мнению А.Э. Гутнова, общественные пространства формируют каркас городской структуры и обеспечивают взаимодействие между различными функциональными зонами города [1]. В работах В.Л. Глазычева подчеркивается социальная значимость городской среды и ее влияние на качество общественной жизни [2]. Исследователи отмечают, что уровень развития общественных пространств во многом определяет комфортность городской среды и степень вовлеченности населения в общественную жизнь города.

Современные подходы к формированию общественных пространств базируются на нескольких ключевых принципах. Первым является принцип человекоориентированности, предполагающий создание среды, удобной и комфортной для человека. При проектировании общественных пространств приоритет должен отдаваться потребностям пешеходов, а не транспортных средств. В связи с этим особое внимание уделяется организации безопасных пешеходных маршрутов, доступности объектов общественного пользования и созданию благоприятных условий для пребывания различных групп населения [3].

Вторым важным принципом является многофункциональность. Современное общественное пространство должно обеспечивать различные сценарии использования: отдых, общение, культурные мероприятия, занятия спортом и проведение общественных событий. Чем разнообразнее функции пространства, тем выше его востребованность и интенсивность использования в течение дня и различных сезонов года [6].

Третьим принципом выступает пространственная связанность. Общественные пространства должны образовывать единую систему, обеспечивающую удобные связи между различными объектами городской среды. В современной градостроительной практике все большее внимание уделяется формированию непрерывных пешеходных маршрутов, объединяющих общественные, культурные и рекреационные территории в единый городской каркас [4].

Не менее важными являются экологическая устойчивость, сохранение историко-культурной идентичности и обеспечение безбарьерной среды для всех категорий населения. Экологический подход предполагает активное использование озеленения, создание комфортного микроклимата и рациональное использование природных ресурсов. Сохранение идентичности территории позволяет поддерживать уникальный образ города и его историческую преемственность, а развитие безбарьерной среды способствует повышению доступности общественных пространств для людей с ограниченными возможностями, пожилых граждан и родителей с детьми [5].

В последние годы в мировой и отечественной практике все большее распространение получает комплексный подход к формированию общественных пространств. Согласно данному подходу, отдельные площади, парки и скверы рассматриваются не как самостоятельные объекты благоустройства, а как взаимосвязанные элементы единой городской системы. Такой подход особенно актуален для исторических городов, где

общественные пространства выполняют не только рекреационные функции, но и способствуют сохранению культурного наследия, развитию туризма и повышению инвестиционной привлекательности территории [7].

Рассмотренные теоретические подходы имеют практическое значение для города Каракол, который сочетает в себе исторически сложившуюся планировочную структуру и высокий туристический потенциал. Использование современных принципов организации общественных пространств позволяет рассматривать центральную часть города как целостную систему взаимосвязанных территорий общественного назначения. При этом их дальнейшее развитие должно учитывать историко-культурные, природные и социально-экономические особенности городской среды.

Проведенный обзор теоретических подходов позволяет сделать вывод о том, что общественные пространства выполняют значительно более широкую функцию, чем просто обеспечение населения благоустроенными территориями для отдыха. Они являются важным элементом городской структуры, способствующим развитию общественной активности, культурной жизни и формированию комфортной городской среды. Эффективность таких пространств во многом зависит не только от качества их благоустройства, но и от степени их включенности в общую систему городских связей и планировочную организацию территории.

Для малых исторических городов особое значение приобретает комплексный подход к развитию общественных пространств, учитывающий особенности сложившейся городской структуры, культурного наследия и современных потребностей населения. В отличие от крупных городов, где общественные пространства часто формируются как самостоятельные объекты, в условиях исторического центра важную роль играет создание системы взаимосвязанных территорий, объединенных общими функциональными и пространственными связями.

Одним из наиболее перспективных направлений развития центральной части Каракола является формирование единой системы общественных пространств. Наличие парков, скверов, объектов историко-культурного наследия и общественно-деловых территорий создает благоприятные условия для объединения существующих пространств в целостную структуру. Важными задачами при этом являются повышение уровня их взаимосвязанности, развитие комфортной пешеходной инфраструктуры и сохранение исторического своеобразия городской среды.

Рассмотренные теоретические подходы служат основой для исследования современного состояния общественных пространств центра Каракола и позволяют определить возможные направления их дальнейшего развития в соответствии с актуальными принципами градостроительства.

Анализ общественных пространств центра города. Важной особенностью общественных пространств центральной части Каракола является их многофункциональный характер. В отличие от специализированных рекреационных территорий, расположенных в жилых районах города, пространства центра одновременно выполняют общественные, культурные, туристические и представительские функции. Именно здесь происходит наибольшая концентрация общественной активности, проводятся городские мероприятия, праздничные события и культурные акции.

Центральная часть города Каракол представляет собой исторически сложившееся ядро городской структуры, в пределах которого сосредоточены основные административные, общественные и культурные объекты. Планировочная структура центра характеризуется регулярной квартальной сеткой улиц, сформированной в период становления города. Такая структура обеспечивает относительно высокую проницаемость территории и создает предпосылки для организации эффективных пешеходных связей между основными объектами общественного назначения [10].

К числу основных общественных пространств центра относятся Центральный парк, парк Победы, парк имени Пушкина, территория центрального рынка, общественные

пространства возле Дунганской мечети и Свято-Троицкого собора, а также отдельные участки прибрежной территории реки Каракол. Указанные объекты выполняют различные функции в городской среде: рекреационные, культурные, общественно-деловые и туристические. В совокупности они формируют основу общественной жизни города и являются важными элементами его пространственной структуры.

Особое значение для городской среды Каракола имеют объекты историко-культурного наследия. Дунганская мечеть и Свято-Троицкий собор являются не только памятниками архитектуры, но и важными точками притяжения для жителей и туристов. Вместе с прилегающими территориями они формируют уникальную историческую среду, способствующую сохранению культурной идентичности города [11].

Анализ существующей ситуации показывает, что общественные пространства центральной части Каракола обладают высоким потенциалом для формирования единой системы общественных территорий. Однако в настоящее время большинство из них функционирует обособленно и не воспринимается как элементы единого городского пространства. Отсутствие устойчивых функциональных и пространственных связей между отдельными объектами снижает эффективность их использования и ограничивает возможности формирования целостной городской среды.

Одной из основных проблем является недостаточная связанность между общественными пространствами. Несмотря на относительно компактные размеры центра города, многие территории не имеют удобных и комфортных пешеходных связей. В результате общественные пространства используются фрагментарно и не обеспечивают непрерывного общественного маршрута, объединяющего основные объекты общественной активности [10].

Существенной проблемой остается транспортная нагрузка на центральные улицы. Значительная часть транспортных потоков проходит через центральную часть города, что снижает комфортность пребывания пешеходов и ограничивает возможности использования улиц как полноценных общественных пространств. В отдельных случаях приоритет автомобильного движения приводит к снижению качества городской среды и уменьшению привлекательности центральных территорий для прогулок и отдыха.

Еще одной проблемой является недостаточный уровень благоустройства отдельных территорий. На некоторых участках наблюдается дефицит городской мебели, недостаточное количество мест отдыха, отсутствие навигационных элементов и современного освещения. Это снижает комфорт пребывания жителей и туристов и ограничивает возможности использования общественных пространств в вечернее время.

Кроме того, в центре города сохраняются проблемы безбарьерной доступности. Не все общественные пространства обеспечивают комфортное передвижение маломобильных групп населения, что снижает уровень инклюзивности городской среды. В ряде случаев требуется модернизация пешеходной инфраструктуры с учетом современных требований универсального дизайна [9].

Среди территорий, обладающих наибольшими возможностями для дальнейшего развития, особого внимания заслуживает прибрежная зона реки Каракол. Несмотря на выгодное расположение в структуре города и наличие природных преимуществ, потенциал данной территории в настоящее время реализован не в полной мере. Создание благоустроенной набережной с прогулочными маршрутами, зонами отдыха, озеленением и элементами рекреационной инфраструктуры позволит включить реку в систему общественных пространств и повысить привлекательность центральной части города.

Проведенный анализ позволяет сделать вывод о том, что общественные пространства центра Каракола обладают значительными резервами для совершенствования и дальнейшего развития. Приоритетными направлениями являются формирование более тесных пространственных связей между общественными территориями, развитие пешеходной инфраструктуры, повышение качества благоустройства, а также более эффективное использование историко-культурного и природного потенциала города. Реализация данных

мероприятий будет способствовать созданию комфортной, функциональной и привлекательной городской среды.

Современные подходы к развитию общественных пространств центра Каракола. На основе проведенного анализа можно сделать вывод о необходимости перехода от локального благоустройства отдельных территорий к комплексному развитию системы общественных пространств центра города.

По мнению автора, перспективным направлением является формирование единого общественного каркаса, объединяющего основные общественные территории в непрерывную систему. В основу такого каркаса могут быть положены пешеходные маршруты, связывающие Центральный парк, парк имени Пушкина, парк Победы, территорию центрального рынка, объекты культурного наследия и реку Каракол [1].

Особое значение имеет развитие пешеходной инфраструктуры. Создание удобных тротуаров, безопасных переходов и комфортных маршрутов позволит повысить привлекательность центральной части города для жителей и туристов [3].

Важным направлением развития является формирование зеленого каркаса города. Озелененные территории выполняют не только рекреационные функции, но и способствуют улучшению экологической ситуации, снижению уровня шума и созданию благоприятного микроклимата [5].

Перспективным представляется использование потенциала реки Каракол как элемента общественного пространства. Создание благоустроенной набережной с прогулочными маршрутами, зонами отдыха и велосипедными дорожками позволит значительно расширить рекреационные возможности центральной части города [10].

Большое внимание должно уделяться вопросам сохранения историко-культурного наследия. Общественные пространства центра должны способствовать раскрытию исторической идентичности города и подчеркивать значение его архитектурных памятников [7].

Не менее важным направлением является создание комфортной и доступной городской среды для всех категорий населения. Формирование безбарьерных маршрутов, устройство пандусов, тактильных покрытий и безопасных пешеходных переходов позволит повысить доступность общественных пространств для маломобильных групп населения, пожилых людей и родителей с детьми. Реализация данных мероприятий соответствует современным принципам инклюзивного градостроительства и способствует повышению качества городской среды [4].

В современных условиях особое значение приобретает внедрение элементов городской навигации и благоустройства. Размещение информационных стендов, указателей, карт маршрутов и объектов туристического интереса позволит улучшить ориентирование жителей и гостей города в пространственной структуре центра. Кроме того, использование единого архитектурно-художественного подхода к оформлению городской мебели, освещения и элементов благоустройства будет способствовать формированию целостного образа городской среды [3].

Одним из перспективных направлений развития центра Каракола является интеграция общественных пространств в туристическую инфраструктуру города. Формирование тематических маршрутов, объединяющих исторические объекты, общественные территории и рекреационные зоны, позволит повысить туристическую привлекательность города и создать дополнительные возможности для развития малого бизнеса и сферы услуг [11].

Особое значение в развитии общественных пространств имеет расширение их социальной и культурной функции. Современные парки, скверы и площади должны быть ориентированы не только на отдых населения, но и на проведение различных общественных мероприятий, культурных программ, выставок, фестивалей и городских праздников. Активное использование общественных пространств для подобных целей способствует развитию общественной жизни, укреплению социальных связей и повышению привлекательности городской среды.

Развитие общественных пространств центральной части Каракола целесообразно осуществлять на основе комплексного подхода, предусматривающего совершенствование пешеходной инфраструктуры, развитие системы озеленения, благоустройство прибрежных территорий, сохранение объектов историко-культурного наследия и повышение доступности городской среды для различных групп населения. Реализация данных направлений позволит сформировать взаимосвязанную систему общественных пространств, которая будет способствовать устойчивому развитию города, повышению качества жизни жителей и дальнейшему укреплению туристической привлекательности Каракола [10].

Важным условием успешного развития общественных пространств является учет мнения местного населения на всех этапах проектирования и реализации градостроительных решений. Международный опыт показывает, что общественные пространства, созданные с учетом потребностей жителей, отличаются более высокой востребованностью и эффективностью использования. В связи с этим при разработке проектов благоустройства центральной части Каракола целесообразно применять механизмы общественного участия, включая общественные обсуждения, анкетирование и консультации с представителями местных сообществ.

Современные тенденции градостроительного развития также предполагают внедрение элементов «умного города» в структуру общественных пространств. Использование энергоэффективного освещения, систем видеонаблюдения, интерактивной навигации и цифровых информационных стендов позволяет повысить безопасность и комфорт городской среды. Для Каракола внедрение подобных решений может стать дополнительным фактором повышения привлекательности общественных территорий как для жителей, так и для туристов.

Особое значение имеет обеспечение устойчивости общественных пространств к сезонным изменениям и климатическим условиям. С учетом природно-климатических особенностей Каракола при проектировании общественных территорий необходимо предусматривать создание затененных зон отдыха, использование устойчивых к местным условиям видов озеленения, а также организацию пространств, пригодных для использования в различные времена года. Такой подход позволит обеспечить круглогодичную активность общественных пространств и повысить эффективность их функционирования.

Кроме того, перспективным направлением является развитие событийного потенциала общественных пространств. Проведение культурных мероприятий, фестивалей, ярмарок и общественных акций способствует активизации городской жизни и формированию положительного имиджа территории. Центральная часть Каракола обладает необходимыми предпосылками для проведения подобных мероприятий благодаря концентрации общественных объектов, парков и исторических достопримечательностей.

Таким образом, дальнейшее развитие общественных пространств центра города Каракол должно осуществляться на основе сочетания градостроительных, экологических, социальных и культурных подходов. Только комплексное решение существующих проблем позволит сформировать современную, комфортную и устойчивую городскую среду, соответствующую потребностям населения и стратегическим направлениям развития города.

Проведенное исследование показало, что общественные пространства являются важнейшим элементом городской среды и играют значительную роль в обеспечении комфортных условий жизнедеятельности населения. Анализ теоретических подходов позволил установить, что современное общественное пространство рассматривается как многофункциональная территория, обеспечивающая социальное взаимодействие, рекреацию, культурную активность и формирование городской идентичности. Современные принципы градостроительства ориентированы на создание человеко-ориентированной, доступной и устойчивой городской среды, способной адаптироваться к изменяющимся потребностям общества.

Анализ общественных пространств центральной части Каракола показал наличие значительных возможностей для их дальнейшего совершенствования. Центральный парк, парк Победы, парк имени Пушкина, объекты историко-культурного наследия и территории, прилегающие к реке Каракол, формируют основу общественной структуры города и играют важную роль в организации городской жизни. Вместе с тем современное состояние данных территорий характеризуется рядом проблем, среди которых недостаточная взаимосвязанность пространств, высокая транспортная нагрузка, неравномерное качество благоустройства, ограниченное функциональное разнообразие отдельных зон и недостаточная доступность для маломобильных групп населения.

Заключение. Проведенное исследование позволяет сделать вывод о необходимости комплексного подхода к развитию общественных пространств центральной части города. Важнейшими направлениями дальнейшего совершенствования являются создание единой системы общественных территорий, развитие комфортной пешеходной инфраструктуры, укрепление зеленого каркаса города, благоустройство прибрежной зоны реки Каракол, сохранение историко-культурного наследия и применение принципов универсального дизайна. Комплексная реализация данных мероприятий позволит повысить качество городской среды и создать более благоприятные условия для жителей и гостей города.

Приоритетным направлением развития центральной части Каракола является формирование взаимосвязанной системы общественных пространств, основанной на принципах пешеходной доступности, экологической устойчивости, сохранения историко-культурной идентичности и многофункционального использования городской среды. Реализация данных принципов будет способствовать повышению качества жизни населения, укреплению туристической привлекательности города, более эффективному использованию общественных территорий и обеспечению устойчивого развития центральной части Каракола в долгосрочной перспективе.

Совершенствование системы общественных пространств следует рассматривать как одно из ключевых направлений градостроительного развития города. Формирование комфортной, безопасной и привлекательной городской среды имеет важное значение как для жителей, так и для многочисленных гостей региона.

Следует отметить, что качественные общественные пространства оказывают влияние не только на архитектурно-планировочную организацию городской территории, но и на социально-экономические процессы. Они создают условия для общественного взаимодействия, проведения культурных мероприятий, развития предпринимательской активности и туристической сферы. В связи с этим развитие общественных пространств можно рассматривать как один из эффективных инструментов повышения конкурентоспособности города и улучшения качества городской среды.

Для города Каракол совершенствование системы общественных пространств имеет особое значение в условиях возрастающей туристической активности и необходимости сохранения историко-культурного наследия. Комплексный подход к развитию центральной части города позволит обеспечить гармоничное сочетание исторически сложившейся планировочной структуры и современных требований к организации городской среды. При этом особое внимание должно уделяться сохранению уникального архитектурного облика города, повышению комфортности общественных территорий и созданию условий для их круглогодичного использования.

Результаты проведенного исследования могут служить основой для дальнейших научных разработок в области градостроительного развития Каракола, а также использоваться при подготовке проектов благоустройства, разработке концепций общественных пространств и совершенствовании градостроительной документации. Предложенные подходы могут быть адаптированы и для других малых исторических городов Кыргызской Республики, обладающих схожими социально-экономическими и пространственными характеристиками.

Развитие общественных пространств центральной части Каракола является важным фактором формирования современной, комфортной и устойчивой городской среды. Создание качественной системы общественных территорий будет способствовать повышению уровня жизни населения, сохранению историко-культурного наследия, развитию туристического потенциала и укреплению роли города как одного из значимых туристических центров Кыргызской Республики.

Список литературы

1. Гутнов А.Э. Эволюция градостроительства. – М.: Стройиздат, 1984. – 256 с.
2. Глазычев В.Л. Урбанистика. – М.: Европа, 2008. – 220 с.
3. Лежава И.Г. Теория современного градостроительства. – М.: Архитектура-С,1989. – 320 с.
4. Шубенков М.В. Архитектурно-градостроительное проектирование городской среды. – М.: Архитектура-С, 2010. – 248 с.
5. Бочаров Ю.П. Основы градостроительства. – М.: Академия, 2004. – 352 с.
6. Пучков М.В. Общественные пространства современного города: теория и практика формирования. – Екатеринбург: УрФУ, 2017. – 168 с.
7. Иконников А.В. Архитектура города. Эстетические проблемы композиции. – М.: Стройиздат, 1972. – 223 с.
8. Закон Кыргызской Республики «О градостроительстве и архитектуре» (действующая редакция).
9. СН КР 30-01. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских населенных пунктов. – Бишкек, действующая редакция.
10. Генеральный план города Каракол на период до 2050 года. – Бишкек, 2025.
11. Стратегия социально-экономического развития города Каракол. – Каракол: Мэрия города Каракол.
12. Национальный статистический комитет Кыргызской Республики. Статистический ежегодник Иссык-Кульской области. – Бишкек, 2024.

УДК 711.2 : 332.1

А. А. Калбердиев[1], А. Э. Сатенов[1], Т. С. Кенешов[2]
И. Раззаков атынадагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы
КГТУ им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика
[2]ORCID: 0009-0001-0100-1166, [3]ORCID: 0009-0004-8047-0666

A. A. Kalberdiev, A. E. Satenov[1], T. S. Keneshov[2]
I. Razzakov KSTU, Bishkek, Kyrgyz Repulic
as.kalberdiev@kstu.kg, a.satenov@kstu.kg, t.keneshov@kstu.kg

АНАЛИЗ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ПО РАЗРАБОТКЕ СХЕМ РАЙОННОЙ ПЛАНИРОВКИ В СОВЕТСКИЙ ПЕРИОД И В УСЛОВИЯХ РЫНОЧНОЙ ЭКОНОМИКИ

СОВЕТТИК МЕЗГИЛДЕ ЖАНА РЫНОК ЭКОНОМИКАСЫНЫН ШАРТЫНДА РАЙОНДУК ПЛАНДАРДЫН СХЕМАЛАРЫН ИШТЕП ЧЫГУУ БОЮНЧА ТЕОРИЯЛЫК МАТЕРИАЛДАРДЫ ТАЛДОО

ANALYSIS OF THEORETICAL MATERIALS ON THE DEVELOPMENT OF DISTRICT PLANNING SCHEMES IN THE SOVIET PERIOD AND IN THE CONDITIONS OF A MARKET ECONOMY

Бул макалада советтик пландаштыруу системасынын жана заманбап рынок экономикасынын шартында райондук пландаштыруу схемаларын иштеп чыгуунун теориялык жана методологиялык негиздерине салыштырмалуу талдоо жүргүзүлөт. "Социалисттик отурукташуу" концепциясынын негизги кемчиликтери, анын ичинде катуу аныкталган эмгек балансынын ыкмасы жана кичинекей, "келечексиз" конуштарды жок кылуунун кыйратуучу саясаты каралат. Рыноктук парадигмага өтүү шаар куруусун көп варианттуу сценарийлерди болжолдоого жана туруктуу өнүктүрүүгө басым жасоо менен укуктук зоналаштыруу институтуна айландырууга алып келгени айтылууда. Кыргызстандын татаал тоолуу жана айыл чарба аймактарынын өзгөчөлүктөрүнө заманбап мамилелерди практикалык экстраполяциялоого өзгөчө көңүл бурулат. Авторлор экологиялык алкакка артыкчылык берүү жана тарыхый отурукташуу үлгүлөрүн калыбына келтирүү райондордун узак мөөнөттүү туруктуу өнүгүүсүнүн негизги шарттары болуп саналат деген тыянакка келишкен.

***Түйүндүү сөздөр**: райондук пландаштыруу, шаар курулушун талдоо, отурукташуу системасы, укуктук зоналаштыруу, сценарийлерди божомолдоо, туруктуу өнүгүү, экологиялык алкак.*

В статье проводится сравнительный анализ теоретико-методологических основ разработки схем районной планировки в условиях советской планово-директивной системы и современной рыночной экономики. Рассмотрены ключевые недостатки концепции «социалистического расселения», включая жестко детерминированный метод трудового баланса и разрушительную политику ликвидации малых «неперспективных» поселений. Обосновывается, что переход к рыночной парадигме обусловил трансформацию градостроительства в институт правового зонирования с акцентом на многовариантное сценарное прогнозирование и устойчивое развитие. Особое внимание уделяется практической экстраполяции современных подходов к специфике сложных горно-аграрных территорий Кыргызстана. Авторы приходят к выводу, что приоритет экологического каркаса и реабилитация исторического расселения являются фундаментальными условиями долгосрочного устойчивого развития районов.

***Ключевые слова:** районная планировка, градостроительный анализ, система расселения, правовое зонирование, сценарное прогнозирование, устойчивое развитие, экологический каркас.*

This article provides a comparative analysis of the theoretical and methodological foundations for developing district planning schemes under the Soviet planning system and the modern market economy. Key shortcomings of the "socialist settlement" concept are examined, including the rigidly determined labor balance method and the destructive policy of eliminating small, "unpromising" settlements. It is argued that the transition to a market paradigm has led to the transformation of urban planning into a legal zoning institution with an emphasis on multi-variant scenario forecasting and sustainable development. Particular attention is paid to the practical extrapolation of modern approaches to the specifics of Kyrgyzstan's complex mountainous and agricultural territories. The authors conclude that prioritizing the ecological framework and rehabilitating historical settlement patterns are fundamental conditions for the long-term sustainable development of the districts.

***Key words:** district planning, urban development analysis, settlement system, legal zoning, scenario forecasting, sustainable development, ecological framework.*

В иерархии градостроительных систем районная планировка занимает стратегическое положение между макроэкономическим прогнозированием и детальным проектированием

поселений. Именно на уровне административного района решаются фундаментальные задачи размещения производительных сил и формирования устойчивых систем расселения.

Для объективного градостроительного анализа любой сложноорганизованной территории, необходимо научное осмысление эволюции подходов к планировке. Современные физические системы расселения несут на себе мощный отпечаток советской парадигмы, которая трактовала экономическую целесообразность через призму индустриального монополизма, исключая категорию стоимости земли [1]. Трансформация этих жестко детерминированных структур в условиях стохастичной рыночной экономики породила глубокий методологический кризис.

Особую актуальность данный анализ приобретает применительно к горно-аграрным территориям, характеризующимся высочайшей чувствительностью ландшафтов. Слепое копирование старых нормативов или хаотичный рыночный «самозахват» ведут здесь к необратимым экологическим потерям. Синтез исторического опыта и передовых рыночных градостроительно-экологических концепций выступает безальтернативным фундаментом для современной проектной деятельности.

Проведение критического анализа эволюции теоретико-методологических основ разработки схем районной планировки (от советской директивной доктрины до современных индикативных парадигм) и формирование на этой базе комплексной адаптивной модели для градостроительного анализа районов.

Методологический базис опирается на принципы системного анализа и исторического детерминизма. Базовыми источниками послужили труды Е.Н. Перцика, В.В. Владимирова, Н.И. Наймарка, В.Л. Глазычева и др. [1, 2, 3, 4]. В работе применялся комплекс методов: историко-сравнительный (для сопоставления плановой и рыночной моделей), системный анализ (преодоление механистического взгляда на территорию), критическая ретроспекция (оценка советских доктрин) и концептуальное моделирование.

Директивное планирование и парадигма «социалистического расселения.

Теоретические основы районной планировки в СССР формировались в условиях тотальной национализации земли и планово-директивной экономики. Пространство моделировалось сугубо утилитарно: как приложение к промышленному или добывающему узлу [2].

Фундаментом советского территориального планирования выступала концепция «социалистического расселения», ядром которой являлся «метод трудового баланса». Структура расселения выводилась строго дедуктивно, напрямую из схем развития производительных сил (рис. 1).

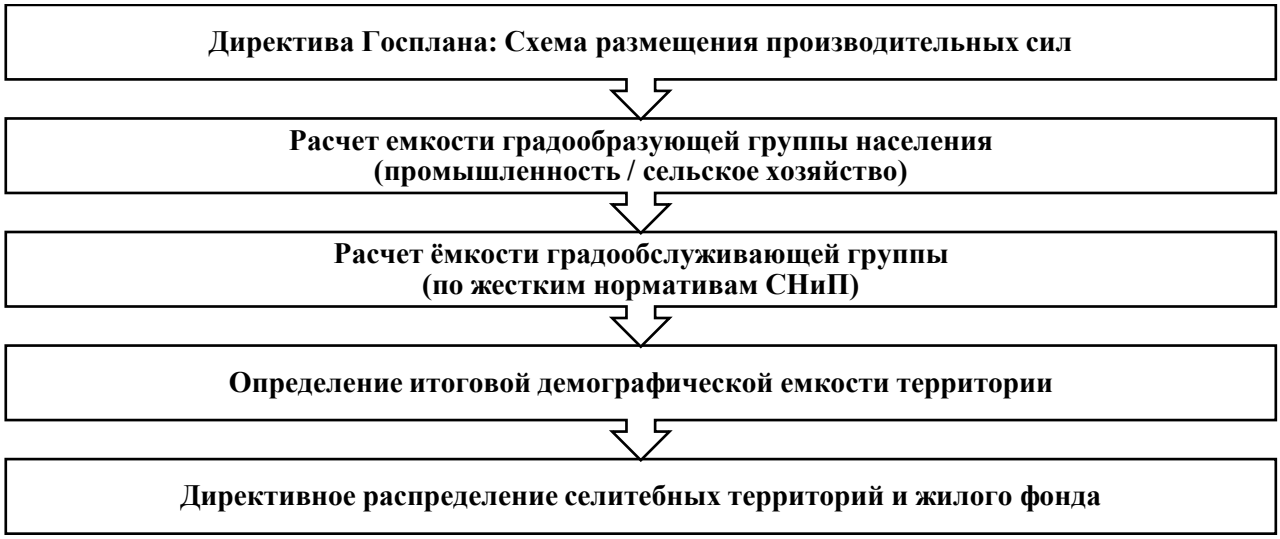


Рисунок 1 - Концептуальная блок-схема детерминированной модели (метод трудового баланса)

Примечание: *данная модель характеризуется жесткой одно направленностью «сверху-вниз» и полным отсутствием обратной связи от социальных потребностей населения или рыночных флуктуаций.*

Источник: *составлено авторами на основе теоретического синтеза трудов.*

Фатальным следствием стало жесткое прикрепление населения к местам приложения труда. Системы поселений рассматривались как механистические образования, полностью зависящие от решений центра, что отрицало способность социума к саморазвитию [2, 3]. Наиболее разрушительно это проявилось в государственной политике укрупнения и ликвидации малых «неперспективных» поселений. Принудительный отрыв населения от исторически освоенных микроландшафтов привел к деградации органичного сельского каркаса и упадку сельхозугодий. Ситуация усугублялась «ведомственным диктатом»: промышленные ведомства часто произвольно игнорировали схемы районной планировки, нанося колоссальный экологический ущерб ради экономии средств [4].

Рыночная парадигма: от плана к правовому зонированию и устойчивому развитию.

Крушение административно-командной системы в 1990-х годах доказало нежизнеспособность старой методологии в реалиях турбулентного рынка [4]. Деиндустриализация вызвала массовую миграцию, сломавшую все расчетные модели, а демонополизация строительства привела к стихийной субурбанизации.

Адаптация градостроительства потребовала коренного переворота. Ключевым фактором стала легализация частной собственности на землю, в результате чего она приобрела дифференцированную рыночную стоимость [3]. Районная планировка из инструмента прямого директивного размещения превратилась в институт правового зонирования – установление прозрачных регламентов использования территорий для поиска баланса между инвесторами, обществом и экологией.

Таблица 1.- Сравнительный анализ градостроительных парадигм районной планировки

Критерий оценки	**Директивная парадигма (плановая экономика)**	**Стратегическая парадигма (рыночная экономика)**
Философия пространства	Пространство как ресурс («чистый холст»)	Сложная социо-эколого-экономическая система
Метод расчета	Жесткий детерминизм (баланс труда)	Многовариантное сценарное прогнозирование
Роль документа	Прямое руководство к строительству	Регламент, правовое зонирование
Отношение к экологии	Подчинение потребностям производства	Приоритет экологического каркаса

Источник: разработано авторами.

В условиях стохастичности экономических процессов на смену жестким генпланам пришло многовариантное стратегическое планирование с обязательным вовлечением местных сообществ (партисипаторность) [5]. Абсолютным краеугольным камнем стала концепция устойчивого развития. Она базируется на экологическом императиве: процесс планирования начинается не с распределения зон застройки, а с формирования неприкосновенного экологического каркаса, способного компенсировать антропогенное давление.

Практическая экстраполяция. Анализ эволюции парадигм позволяет сформировать точную методологическую оптику для многих районов Кыргызстана, специфика которых (сложная горная орография, высокая сейсмика, наличие уникальных месторождений и заповедников) исключает применение индустриальных шаблонов.

1. **Реабилитация исторического расселения.** Необходимо компенсировать последствия политики «неперспективных сел». Дисперсное проживание в горах – это фактор

сохранения экологического баланса склонов и традиционного уклада. Акцент должен делаться не на укрупнении, а на инфраструктурной связности малых поселений.

2. **Адаптация к рынку.** Вместо возведения нерентабельных агрогигантов планировка должна стимулировать инвестиционный потенциал: выделение зон под высокотехнологичное фермерство, переработку и экотуризм.
3. **Сценарное прогнозирование.** Анализ обязан учитывать стохастичность трудовой миграции, колебания рынков сельхозпродукции и, что критично, математически просчитанные риски природных катастроф (селей), устанавливая строгий запрет на капитальное строительство в зонах риска.
4. **Экологический императив.** Защита водоохранных зон и биосферных ядер через жесткое правовое зонирование должна безоговорочно превалировать над краткосрочными интересами застройщиков. Экологическая ёмкость территории определяет пределы ее урбанизации.

Переход от советского планово-директивного детерминизма к рыночным отношениям потребовал полного пересмотра территориально-пространственного планирования. Исторический опыт доказал, что игнорирование законов самоорганизации систем и диктат ведомств ведут к разрушению поселенческого каркаса и экологии. Современная методология базируется на правовом зонировании, сценарном прогнозировании и приоритете экологического каркаса. Рассмотрение района как сложной самоорганизующейся системы с жесткими экологическими пределами является единственным научно обоснованным путем, гарантирующим устойчивое развитие территории в долгосрочной перспективе.

Список литературы

1. Перцик, Е.Н. Территориальное планирование: учебник для вузов / Е.Н. Перцик. – 2-е изд., испр. И доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2021, - 362 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-07565-6. – Текст: непосредственный.
2. Яргина, З.Н. Основы теории градостроительства: Учеб. для вузов. Спец. «Архитектура» / З.Н. Яргина, Я.В. Косицкий, В.В. Владимиров и др.; под ред. З.Н. Яргиной. – М.: Стройиздат, 1986. – 326 – Текст: непосредственный.
3. Малоян, Г.А. Основы градостроительства / Г.А. Малоян. – Учебное пособие: – М.: Издательство. Ассоциации строительных вузов, 2004. – 120 с. – ISBN 5-93093-283-2. – Текст: непосредственный.
4. Владимиров, В.В. Проблемы развития теории расселения в России / В.В. Владимиров, Н.И. Неймарк. – М.: Эдиториал УРСС, 2002. – 376 с, (Теоретические основы градостроительства). – ISBN 5-8360-0428-5.
5. Глазычев, В.Л. Урбанистика / В.Л. Глазычев. – М.: Европа, 2008. – 220 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=44909 (дата обращения: 01.05.2026). – ISBN 978-5-9739-0090-8.

УДК 711.2:719(575.2)

А. А. Калбердиев[1], А. Э. Сатенов[1], Т. С. Кенешов[2]
И. Раззаков атынадагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы
КГТУ им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика
[2]ORCID: 0009-0001-0100-1166, [3]ORCID: 0009-0004-8047-0666

A. A. Kalberdiev, A. E. Satenov[1], T. S. Keneshov[2]
I. Razzakov KSTU, Bishkek, Kyrgyz Repulic
as.kalberdiev@kstu.kg, a.satenov@kstu.kg, t.keneshov@kstu.kg

АНАЛИЗ ИСТОРИКО-КУЛЬТУРНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ТЕРРИТОРИИ БАЗАР-КОРГОНСКОГО РАЙОНА

БАЗАР-КОРГОН РАЙОНУНУН АЙМАКТЫК ӨЗГӨЧӨЛҮКТӨРҮН ТАРЫХЫЙ-МАДАНИЙ АНАЛИЗДӨӨ

HISTORICAL AND CULTURAL ANALYSIS OF THE FEATURES OF THE TERRITORY OF THE BAZAR-KORGON DISTRICT

Бул макалада Базар-Коргон районунун тарыхый жана маданий алкагы заманбап аймактык пландаштыруунун фундаменталдык негизи катары каралат. Изилдөөнүн максаты - тарыхый мурас объектилерин аныктоо жана системалаштыруу, аларды кийинчерээк заманбап пландаштыруу түзүмүнө интеграциялоо жана туруктуу мейкиндик өнүгүүсүн камсыз кылуу. Авторлор тарыхый-генетикалык, ландшафттык жана картографиялык анализ ыкмаларын колдонуу менен ойдуң зонасындагы археологиялык объектилердин жана бийик тоолуу аймактардагы диний архитектура объектилеринин абалын, анын ичинде Арсланбоб комплексин баалашат. Изилдөөдө шаар куруудагы негизги коркунучтар, мисалы, байыркы эстеликтердин заманбап, пландаштырылбаган турак жай курулушу менен каптап кетүү коркунучу аныкталат. Бул коркунучтарды башкаруу үчүн ландшафттык жана археологиялык парктарды түзүү жана экотуризмди өнүктүрүү зарылдыгын негиздеген шаар куруу матрицасы сунушталат. Тарыхый мурасты сактоо жана пландаштырууга интеграциялоо райондун социалдык-экономикалык өнүгүүсүнүн негизги кыймылдаткыч күчү болуп саналат.

Түйүндүү сөздөр: *аймактык пландаштыруу, тарыхый жана маданий алкак, шаар куруу баалоосу, туруктуу өнүгүү, Базар-Коргон району, мурас объекттери, экотуризм.*

В статье рассматривается историко-культурный каркас Базар-Коргонского района как фундаментальная основа для современного территориального планирования. Цель исследования заключается в выявлении и систематизации объектов исторического наследия для их последующей интеграции в современную планировочную структуру и обеспечения устойчивого пространственного развития. Опираясь на методы историко-генетического, ландшафтного и картографического анализа, авторы оценивают состояние археологических памятников равнинной зоны и объектов культового зодчества высокогорья, включая комплекс Арсланбоб. В работе выявлены основные градостроительные угрозы, такие как риск поглощения древних памятников современной стихийной жилой застройкой. Для управления этими угрозами предложена матрица градостроительного регулирования, обосновывающая необходимость создания ландшафтно-археологических парков и развития экологического туризма. Сбережение и интеграция исторического наследия в планирование выступают ключевым драйвером социально-экономического развития района.

Ключевые слова: *территориальное планирование, историко-культурный каркас, градостроительная оценка, устойчивое развитие, Базар-Коргонский район, объекты наследия, экологический туризм.*

This article examines the historical and cultural framework of the Bazar-Korgon district as a fundamental basis for modern territorial planning. The aim of the study is to identify and systematize historical heritage sites for their subsequent integration into the modern planning structure and ensure sustainable spatial development. Using methods of historical-genetic, landscape, and cartographic analysis, the authors assess the condition of archaeological sites in the lowland zone and religious architecture sites in the highlands, including the Arslanbob complex. The study identifies key urban development threats, such as the risk of ancient monuments being engulfed by modern, unplanned residential development. To manage these threats, an urban planning matrix is proposed, substantiating the need to create landscape and archaeological parks and develop ecotourism. Preserving and integrating historical heritage into planning are key drivers of the district's socioeconomic development.

Key words: *territorial planning, historical and cultural framework, urban planning assessment, sustainable development, Bazar-Korgon district, heritage sites, ecotourism.*

В системе современного территориального планирования историко-культурный анализ административного района выступает фундаментальной научно-методической основой для понимания эволюции пространственной среды. Как подчеркивают теоретики градостроительства Е.Н. Перцик, З.Н. Яргина и В.Л. Глазычев [1, 2, 3], территория представляет собой сложную, полииерархичную систему с высокой степенью инерционности, где исторически сложившийся каркас диктует векторы развития. Базар-Коргонский район Джалал-Абадской области расположен на стыке древних земледельческих оазисов Ферганской долины и кочевых культур горных систем Тянь-Шаня, что делает изучение его культурных слоев критически важным для устойчивого развития.

Целью данного исследования является выявление, систематизация и градостроительная оценка историко-культурного каркаса территории Базар-Коргонского района для формирования научно обоснованных предпосылок его устойчивого пространственного развития и интеграции объектов наследия в современную планировочную структуру.

Проведение градостроительного исследования опирается на строгий методологический аппарат, включающий библиографические, архивные изыскания, натурные исследования, а также многоуровневый ретроспективный и ландшафтный анализ. Ключевым инструментом выступает историко-генетический анализ, который, согласно трудам Н.О. Кудрявцевой и Л.И. Кубецкой, позволяет представить сеть поселений как живую совокупность элементов с устойчивыми границами. Дополнительно применяется архитектурно-градостроительный анализ (ландшафтный, морфологический, типологический). Для количественной формализации потенциала историко-культурного каркаса в исследовании применяется аналитическая модель, где совокупный потенциал высчитывается как сумма произведений исторической ценности объектов, индекса их инфраструктурной интеграции и показателя физической сохранности, умноженная на коэффициент ландшафтной синергии.

Древний археологический каркас расселения Базар-Коргонского района формировался в равнинно-долинной зоне, орошаемой рекой Кара-Ункюр. Как указывают А.С. Курбатова, В.Н. Башкин и Н.С. Касимов, гидрологический фактор всегда выступает главной градообразующей осью [4]. Государственный реестр (№394) фиксирует наличие девяти крупных узлов, маркирующих историческую преемственность систем расселения (см. табл. 1 и рис. 1) [5].

Таблица 1. - Археологические памятники как узлы историко-генетического каркаса Базар-Коргонского района

Наименование памятника	**Датировка памятника**	**Типологическая принадлежность**	**Адрес (местонахождение памятника)**
Городище Акманское	не датиров.	археология	сев. окраина с. Акман
Городище Коргон-Жар	I в.н.э.	археология	с. Коткор
Городище Чон-Тепе	не датиров.	археология	вост. окраина с. Бешик-Жон на краю высокого сая Ничке-Колот
Группа из 6-ти Тепе	не датиров.	археология	в 300-400 м к сев. от городища Коргон-Жар, с. Коткор
Группа из 6-ти Тепе	не датиров.	археология	с. Коткор, в 350-400 м к сев.-вост. от городища Коргон-Жар
Поселение	средне-век.	археология	левый берег р. Бурганды к вост. от Кур-Таш, у с. Чарбак
Поселение (торткуль)	не датиров.	археология	к сев.-зап. с. Шыдыр, левый берег р. Шайдан

Мавзолей Азрет-Даут		архитектура	с. Озбек-Тепе
Мавзолей Арслан-Боб		архитектура	с. Арслан-Боб

Источник: Государственный список истории и культуры Кыргызской Республики исторических городов и других населенных мест Кыргызской Республики, имеющих большое количество памятников истории и культуры, градостроительные ансамбли, а также содержащие древние культурные слои земли [5].

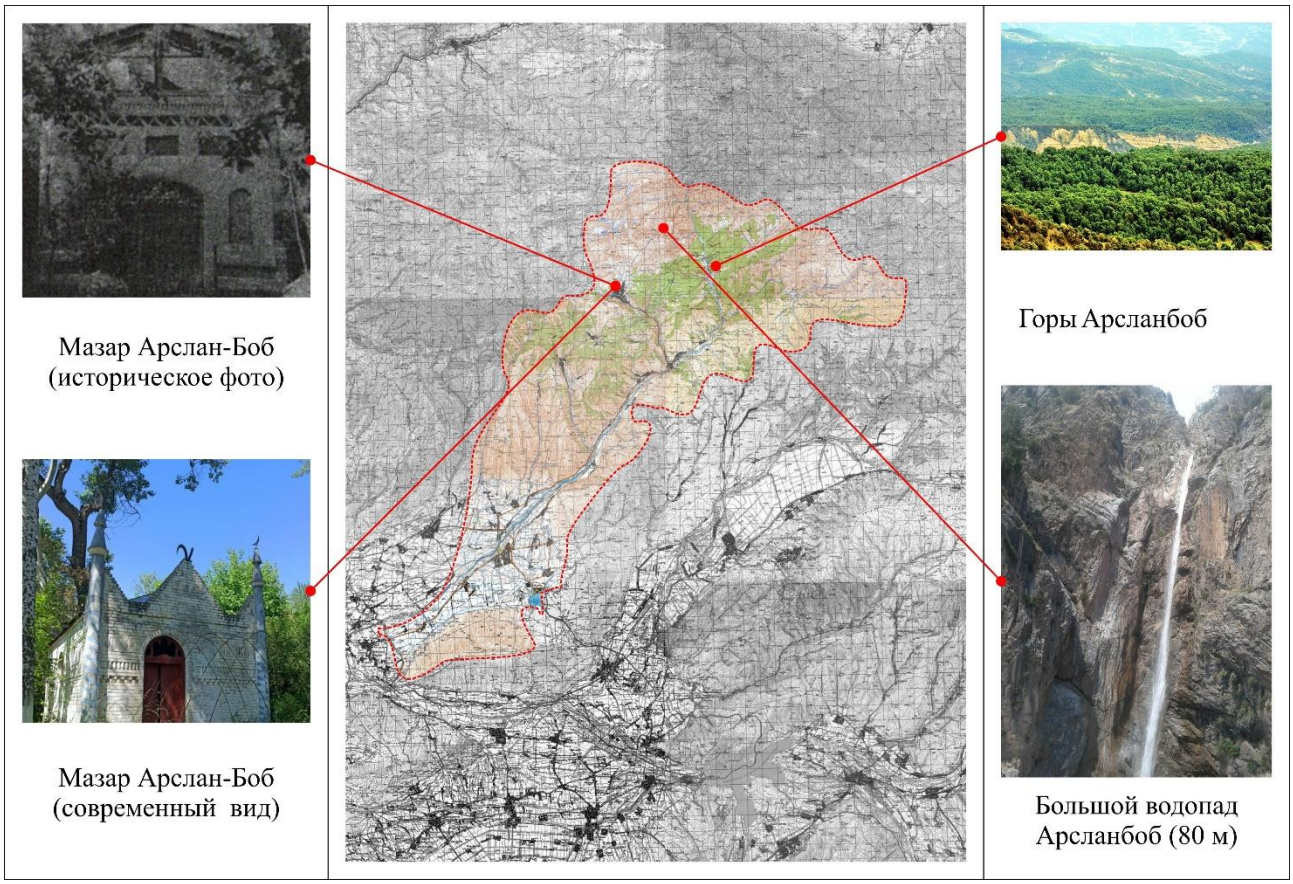


Рисунок 1 - Историко-культурный анализ комплекса Арсланбоб

Источник: разработано авторами.

Градостроительный анализ методом картографического моделирования выявляет линейно-узловую структуру городищ вдоль контактной зоны равнины и адыров. В условиях современного стихийного разрастания сел существует риск уничтожения этих памятников, что требует юридического закрепления охранных зон и создания ландшафтных парков.

Трансформация среды в советский период (1920-е – 1980-е годы) продемонстрировала радикальную смену парадигм. Переход к планово-директивной экономике, проанализированный В.В. Владимировым и Н.И. Наймарком [6], привел к жесткой перестройке опорного каркаса и формированию нормированной структуры районного центра. В этот же период градостроительная политика секуляризации нанесла урон культовому зодчеству, о чем предупреждает В.Л. Глазычев [7].

В отличие от равнины, высокогорная зона представляет собой синтез биоразнообразия и наследия, ядром которого выступает мазар Арсланбоб. Мавзолей, разрушенный в 1960-х годах, утратил роль доминанты, однако сохранившаяся мечеть и уникальная орнаментированная резная дверь XIX века продолжают поддерживать семантику места.

Обилие ценных пород дерева диктовало специфический локальный стиль, синтезирующий природные материалы и исламскую геометрию узоров.

Опираясь на теорию развития туризма [8, 9], комплекс обладает потенциалом эко-культурного кластера. Требуется деликатный подход: недопустимо размещение крупногабаритных объектов; приоритетом выступает консервация двери и формирование эко-троп.

Комплексный анализ доказывает: жизнеспособными оказались поселения, адаптировавшиеся к гидрологии и рельефу. Для управления угрозами разработана матрица регулирования территорий (см. табл. 2).

Таблица 2. - Матрица градостроительного регулирования территорий историко-культурного наследия

Историко-культурный слой / тип объектов	**Географическая локализация**	**Градостроительные угрозы и уязвимости среды**	**Предпосылки устойчивого развития и регламенты планировки**
Археологические раскопки (Городища Акманское, Коргон-Жар, Чон-Тепе)	Равнинно-террасовая подзона, предгорные шлейфы	Физическое поглощение памятников ростом жилой застройки.	Внесение зон наследия в схемы районной планировки. Формирование ландшафтно-археологических парков.
Культовое зодчество (XIX век) (Мазар Арсланбоб, историческая мечеть)	Высокогорная зона, ареал реликтовых лесов	Утрата аутентичности ввиду возведения диссонирующей инфраструктуры.	Реставрация элементов декора. Развитие модели «мягкого» экотуризма.

Источник: составлено авторами.

Историко-культурный каркас Базар-Коргонского района выступает не пассивным багажом, а активным градостроительным ресурсом. Полииерархичность выявленных объектов доказывает глубокую укорененность населения в ландшафте. Сбережение исторической памяти в археологии равнин и культовом зодчестве гор гарантирует сохранение уникальной идентичности территории. Интеграция этих объектов в современное территориальное планирование через механизмы строгих регламентов и экологического туризма превращает их в фундаментальный драйвер устойчивого социально-экономического развития района.

Список литературы

1. Перцик, Е.Н. Территориальное планирование: учебник для вузов / Е.Н. Перцик. – 2-е изд., испр. И доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2021, - 362 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-07565-6.
2. Яргина, З.Н. Основы теории градостроительства: Учеб. Для вузов. Спец. «Архитектура» / З.Н. Яргина, Я.В. Косицкий, В.В. Владимиров и др.; под ред. З.Н. Яргиной. – М.: Стройиздат, 1986. – 326с.
3. Малоян, Г.А. Основы градостроительства / Г.А. Малоян. – Учебное пособие: – М.: Издательство. Ассоциации строительных вузов, 2004. – 120 с. – ISBN 5-93093-283-2.
4. Курбатова, А.С. Экология города: учеб. пособие для студентов вузов по специальностям Геоэкология, Экология, Охрана окружающей среды и др. / А.С. Курбатова,

В.Н. Башкин, Н.С. Касимов (редкол.). – Москва: Науч. мир, 2004. – 620 с.: ил., табл.: 25 см.; ISBN 5-89176-262-5 (в пер.).

5. Кыргызская Республика. Государственный список истории и культуры Кыргызской Республики. Государственный список истории и культуры Кыргызской Республики исторических городов и других населенных мест Кыргызской Республики, имеющих большое количество памятников истории и культуры, градостроительные ансамбли, а также содержащие древние культурные слои земли. *Утвержден постановлением Правительства Кыргызской Республики от 20 августа 2002 года № 568. (В редакции постановлений Правительства Кыргызской Республики от 11 августа 2003 года № 503, 10 августа 2004 года № 590, 9 декабря 2004 года № 904, 18 декабря 2004 года № 943, 27 июня 2005 года № 260, 29 июля 2005 года № 326, 29 сентября 2015 года № 668, 10 июля 2018 года № 318, 2 сентября 2020 года № 466, Кабинета Министров Кыргызской Республики от 15 мая 2024 года № 244, 17 января 2025 года № 24, 2 апреля 2025 года № 171, 30 мая 2025 года № 294, 2 июля 2025 года № 394).* – Бишкек: Централизованный банк данных правовой информации Кыргызской Республики: официальный сайт. – 2024. – URL: https://cbd.minjust.gov.kg/230021360/edition/25651/ru (дата обращения: 02.06.2026).

6. Владимиров, В.В. Проблемы развития теории расселения в России / В.В. Владимиров, Н.И. Неймарк. – М.: Эдиториал УРСС, 2002. – 376 с, (Теоретические основы градостроительства). – ISBN 5-8360-0428-5.

Глазычев, В.Л. Урбанистика / В.Л. Глазычев. – М.: Европа, 2008. – 220 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=44909 (дата обращения: 01.05.2026). – ISBN 978-5-9739-0090-8.

7. Митягин, С.Д. Градостроительное проектирование. Методологические основы и инструменты: учебное пособие для вузов / С. Д. Митягин. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2023. – 100 с. – ISBN 978-5-507-48148-4. – Текст: непосредственный.

8. Смоляр, И.М. Градостроительное планирование как система: прогнозирование, программирование, проектирование / И.М. Смоляр. – М.: Изд-во «Эдиториал УРСС», 2001. – 164 с.

УДК 711.631:711.13(1-21)

Т. С. Кенешов, И. Р. Жапаров
И. Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы
КГТУ им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика

T. S. Keneshov, I. R. Zhaparov
I. Razzakov KSTU, Bishkek, Kyrgyz Repulic
tkeneshov@mail.ru, isazhaparov@gmail.com

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ПРИНЦИПОВ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЖИЛЫХ ОБРАЗОВАНИЙ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАСТРОЙКИ В КРУПНЕЙШИХ ГОРОДАХ

ИРИ ШААРЛАРДА ЖЕКЕ ТУРАК ЖАЙ АЙМАКТАРЫНДА ШААР КУРУУ ИШТЕРИНИН НЕГИЗГИ ПРИНЦИПТЕРИН ТАЛДОО

ANALYSIS OF THE MAIN PRINCIPLES OF URBAN PLANNING FUNCTIONING OF INDIVIDUAL HOUSING RESIDENTIAL AREAS IN MAJOR CITIES

Макалада ири шаарлардагы жеке турак жай курулуштарынын шаар куруу функцияларынын негизги принциптери каралат. Турак жай аймактарынын мейкиндик уюштурулуш өзгөчөлүктөрү, алардын өнүгүшүнө таасир этүүчү факторлор жана шаардык чөйрөнүн туруктуу иштешин камсыз кылуунун заманбап ыкмалары изилденет. Калктын жашоосу үчүн ыңгайлуу шарттарды түзүүдө транспорттук инфраструктуранын, инженердик камсыздоонун, социалдык чөйрөнүн жана экологиялык факторлордун ролуна талдоо жүргүзүлгөн. Изилдөөнүн жыйынтыгында жеке турак жай курулуштарынын туруктуу өнүгүүсү аймактык тең салмактуулукка, функционалдык интеграцияга жана шаардык жерлерди рационалдуу пайдалануунга негизделген комплекстүү шаар куруу мамилеси аркылуу гана камсыздалаары аныкталды.

Түйүндүү сөздөр: *шаар куруу, жеке турак жай курулушу, ири шаарлар, турак жай аймактары, шаардык чөйрө, туруктуу өнүгүү, аймактык пландаштыруу.*

В статье рассматриваются основные принципы градостроительного функционирования жилых образований индивидуальной застройки в крупнейших городах. Исследуются особенности пространственной организации жилых территорий, факторы, влияющие на их развитие, а также современные подходы к обеспечению устойчивого функционирования городской среды. Проведен анализ роли транспортной инфраструктуры, инженерного обеспечения, социальной среды и экологических факторов в формировании комфортных условий проживания населения. Установлено, что устойчивое развитие жилых образований индивидуальной застройки возможно только при реализации комплексного градостроительного подхода, основанного на принципах территориальной сбалансированности, функциональной интеграции и рационального использования городских земель.

Ключевые слова: *градостроительство, индивидуальная жилая застройка, крупнейшие города, жилые территории, городская среда, устойчивое развитие, территориальное планирование.*

This article examines the fundamental principles of urban planning and functioning of individual housing development areas in major cities. The study explores the spatial organization of residential territories, the factors influencing their development, and contemporary approaches to ensuring the sustainable functioning of the urban environment. An analysis is conducted of the role of transport infrastructure, engineering services, social environment, and environmental factors in creating comfortable living conditions for the population. The findings indicate that the sustainable development of individual housing areas can only be achieved through an integrated urban planning approach based on the principles of territorial balance, functional integration, and rational use of urban land resources.

Key words: *urban planning, individual housing development, major cities, residential areas, urban environment, sustainable development, territorial planning.*

Введение. В настоящее время интенсивный рост массивов индивидуальной жилой застройки в городе Бишкек, а также нерациональное распределение земельных ресурсов приводят к возникновению новых проблем в сфере градостроительства. Одной из наиболее актуальных является недостаточная обеспеченность жилых массивов Ак-Орго и Арча-Бешик объектами городской инфраструктуры и инженерно-транспортного обслуживания. Несмотря на активное развитие данных территорий и увеличение численности населения, уровень обеспеченности социальными объектами, транспортной сетью, инженерными коммуникациями и общественными пространствами во многих случаях не соответствует современным требованиям комфортной городской среды.

В современных условиях эффективность функционирования жилых образований определяется не только качеством застройки, но и уровнем развития инженерной, транспортной, социальной и экологической инфраструктуры. Именно поэтому исследование

основных принципов градостроительного функционирования жилых образований индивидуальной застройки приобретает особую актуальность для крупнейших городов Кыргызской Республики и других государств постсоветского пространства.

Проблемы жилых массивов Ак-Орго и Арча-Бешик.

В настоящее время одной из наиболее актуальных проблем жилых массивов Ак-Орго и Арча-Бешик является дефицит воды. Жители данных территорий регулярно сталкиваются с трудностями при поливе приусадебных участков и сельскохозяйственных земель. Основными причинами сложившейся ситуации являются значительный рост численности населения, отсутствие достаточного количества оросительных каналов, а также неудовлетворительное состояние существующей арычной сети. В ряде случаев арыки были частично или полностью ликвидированы самими жителями в процессе освоения и застройки территории. В результате этого многие владельцы земельных участков и садов испытывают серьезные трудности с обеспечением полива.

Не менее важной проблемой является состояние системы питьевого водоснабжения. Большая часть водопроводных сетей была построена еще в советский период и на сегодняшний день находится в высокой степени физического износа. Существующие трубопроводы требуют срочной замены, поскольку дальнейшая эксплуатация без проведения реконструкции может привести к возникновению аварийных ситуаций и перебоев в подаче воды населению.

Особую обеспокоенность вызывает и состояние канализационной сети. Канализационные трубопроводы также значительно изношены и не соответствуют современным требованиям эксплуатации. Необходимость их модернизации является одним из первоочередных условий дальнейшего развития данных жилых территорий. В связи с этим при разработке нового проекта планировки и развития жилых массивов Ак-Орго и Арча-Бешик следует предусмотреть комплексную реконструкцию систем водоснабжения и водоотведения.

Еще одной важной проблемой является недостаточная обеспеченность зелеными насаждениями и общественными рекреационными пространствами. На территории жилых массивов Ак-Орго и Арча-Бешик практически отсутствуют парки, скверы и благоустроенные зоны отдыха. В результате местные жители вынуждены выезжать в центральную часть города для проведения досуга и отдыха.

Экологические аспекты функционирования жилого массива Ак-Орго и Арча-Бешик: состояние и качество атмосферного воздуха.

В последние годы проблема загрязнения атмосферного воздуха в городе Бишкек приобрела особенно острый характер. В зимний период над городом регулярно формируется смог, оказывающий негативное влияние на экологическую обстановку и здоровье населения. Одними из основных причин его образования являются использование низкокачественного угля для отопления жилых домов, особенно в жилых массивах Ак-Орго и Арча-Бешик, а также сжигание бытовых отходов, включая автомобильные покрышки, пластиковые бутылки, полиэтиленовые пакеты и другие виды мусора.

В результате в атмосферу поступает значительное количество вредных веществ и продуктов горения, что приводит к образованию плотного слоя загрязнённого воздуха над городом. В отдельные периоды зимнего сезона смог достигает такой концентрации, что существенно ограничивает видимость и ухудшает условия проживания населения. Особенно заметно данная проблема проявляется в районах Ак-Орго и Арча-Бешик, где широко используется печное отопление. Дополнительным фактором, усугубляющим экологическую ситуацию, является недостаточное количество озеленённых территорий, способствующих естественному очищению воздуха.

Загрязнение атмосферного воздуха оказывает отрицательное воздействие на здоровье населения. По мнению специалистов, длительное воздействие загрязняющих веществ способствует увеличению числа заболеваний органов дыхания, сердечно-сосудистой системы и других хронических заболеваний. В связи с этим проблема улучшения качества атмосферного воздуха является одной из важнейших экологических задач современного

развития города Бишкек и требует реализации комплекса природоохранных и градостроительных мероприятий, в том числе в жилых массивах Ак-Орго и Арча-Бешик.

Согласно современным принципам градостроительства и требованиям к формированию комфортной городской среды, объекты рекреационного назначения должны находиться в пределах пешеходной доступности для населения. Как правило, время доступа к паркам и скверам не должно превышать 15 минут. Однако в рассматриваемых жилых массивах данные требования в полной мере не соблюдаются, что отрицательно влияет на качество городской среды и уровень комфортности проживания населения.

Следует отметить, что при разработке проекта развития жилого массива Ак-Орго под руководством Омуралиева Дуйшона Жунусовича данные проблемы были учтены. Проект предусматривал создание необходимой инженерной и ирригационной инфраструктуры. При полной реализации предусмотренных мероприятий существующие проблемы водоснабжения и орошения могли бы быть существенно снижены или полностью устранены.

В настоящее время, согласно новому Генеральному плану, на территории жилого массива Ак-Орго предусмотрено дальнейшее развитие индивидуальной жилой застройки. Однако данное решение представляется недостаточно обоснованным с градостроительной точки зрения. Территория Ак-Орго располагается в пределах городской структуры Бишкека и обладает значительным потенциалом для более интенсивного использования земельных ресурсов.

Наиболее рациональным представляется формирование здесь многоквартирной жилой застройки средней этажности (5–8 этажей), что позволило бы эффективнее использовать территорию, повысить плотность населения и создать условия для развития современной городской среды. Кроме того, вдоль основных магистралей и улиц целесообразно предусмотреть размещение объектов общественного назначения, административных, коммерческих и социальных учреждений, формирующих полноценные общественные пространства и обеспечивающих жителей необходимыми услугами в шаговой доступности.

Следует учитывать, что Ак-Орго уже не является периферийным сельским поселением, а фактически представляет собой часть городской агломерации Бишкека. В качестве примеров успешного развития подобных территорий можно рассматривать район Коммунарка в Москве, а также Наурызбайский район Алматы, где при расширении городской территории был реализован комплексный подход к формированию жилой и общественной застройки с учетом перспектив долгосрочного развития города.

Теоретические основы функционирования жилых образований индивидуальной застройки.

В градостроительной науке жилые образования рассматриваются как сложные пространственные системы, включающие жилой фонд, транспортную инфраструктуру, инженерные коммуникации, объекты общественного обслуживания и элементы природной среды. Основной целью их функционирования является создание благоприятных условий для жизнедеятельности населения при рациональном использовании территориальных ресурсов [1].

По мнению ряда исследователей, устойчивость городской среды определяется степенью взаимосвязи между функциональными элементами территории, а также способностью городской системы адаптироваться к социально-экономическим изменениям [2]. В этой связи территории индивидуальной застройки должны рассматриваться не как изолированные жилые районы, а как составная часть единой градостроительной структуры города.

По мнению В.В. Владимирова, устойчивое развитие городской территории возможно только при комплексном подходе к её планированию. Автор отмечает, что жилые районы должны развиваться в тесной взаимосвязи с общегородской структурой, обеспечивая населению необходимые условия для проживания, трудовой деятельности, отдыха и получения услуг. Важнейшим условием эффективного функционирования жилых образований является наличие развитой транспортной сети, обеспечивающей связь

территории с основными функциональными зонами города. Недостаточная транспортная доступность приводит к снижению качества городской среды, увеличению временных затрат населения и перегрузке отдельных участков улично-дорожной сети.

З.Н. Яргина рассматривает жилую среду как комплексную систему, формирующую условия жизнедеятельности населения. В своих исследованиях она подчёркивает, что качество городской среды определяется не только характеристиками жилого фонда, но и уровнем обеспеченности объектами образования, здравоохранения, торговли, культуры и бытового обслуживания. По её мнению, отсутствие достаточного количества социальных объектов приводит к формированию территориального дисбаланса, при котором жители вынуждены ежедневно перемещаться в другие районы города для удовлетворения своих потребностей. Это, в свою очередь, создаёт дополнительную нагрузку на транспортную систему и снижает комфорт проживания.

Особое внимание вопросам планировочной организации жилых территорий уделял Я.В. Косицкий. Учёный отмечал, что развитие жилых образований должно осуществляться на основе принципов функционального зонирования, рационального использования земельных ресурсов и обеспечения доступности общественных центров. Согласно его концепции, каждая жилая территория должна обладать собственной системой общественного обслуживания и иметь чётко организованную структуру общественных пространств. При этом размещение объектов обслуживания должно учитывать численность населения, радиусы доступности и перспективы дальнейшего развития территории.

М.Г. Бархин отмечал, что одной из важнейших задач градостроительства является создание полноценной системы общественных пространств, обеспечивающей социальную активность населения и формирование комфортной городской среды. По его мнению, рост жилых территорий без одновременного развития социальной и инженерной инфраструктуры приводит к снижению качества городской среды и возникновению диспропорций в территориальном развитии города.

Данные положения имеют особое значение при анализе жилого массива Ак-Орго города Бишкек, где процессы расширения жилой застройки в течение длительного времени опережали развитие объектов общественного обслуживания, рекреационных территорий и транспортной инфраструктуры.

В крупнейших городах развитие территорий индивидуальной застройки зачастую происходит на периферийных участках городской территории. В результате формируются новые жилые массивы, требующие интеграции в существующую систему городского расселения и обслуживания населения.

Принцип комплексного развития территории.

Одним из важнейших принципов функционирования жилых образований индивидуальной застройки является принцип комплексного развития территории. Его реализация предполагает одновременное формирование жилой застройки, объектов социальной инфраструктуры, инженерных сетей и транспортных коммуникаций.

Практика градостроительного развития показывает, что нарушение данного принципа приводит к возникновению значительных диспропорций в развитии городской среды. Нередко строительство жилых домов осуществляется значительно быстрее, чем создание школ, детских садов, медицинских учреждений и объектов культурно-бытового обслуживания. В результате население сталкивается с дефицитом социальных услуг и необходимостью ежедневных поездок в другие районы города.

Комплексный подход позволяет обеспечить сбалансированное развитие территории и создать условия для полноценного функционирования жилой среды. При этом особое внимание должно уделяться перспективному развитию инфраструктуры с учетом прогнозируемого роста населения.

Согласно требованиям градостроительного законодательства Кыргызской Республики, планировка жилых территорий должна осуществляться на основе комплексной оценки

демографических, социальных, транспортных и экологических факторов развития населенных пунктов.

Заключение. Таким образом, анализ основных принципов градостроительного функционирования жилых образований индивидуальной застройки показывает, что эффективность их развития определяется комплексом взаимосвязанных факторов. К числу важнейших принципов относятся комплексность освоения территории, функциональное единство городской структуры, транспортная доступность, инженерная обеспеченность, экологическая устойчивость и социальная ориентированность городской среды.

В условиях дальнейшей урбанизации крупнейших городов данные принципы приобретают особое значение, поскольку позволяют обеспечить рациональное использование территориальных ресурсов, повышение качества жизни населения и устойчивое развитие городской среды. Реализация указанных принципов должна стать основой совершенствования градостроительной политики и территориального планирования в Кыргызской Республике.

Список литературы

1. Яргина З.Н., Косицкий Я.В., Владимиров В.В. и др. Основы теории градостроительства: учебник для вузов. – М.: Стройиздат, 1986. – 325 с.
2. Яргина З.Н. Градостроительный анализ. – М.: Стройиздат, 1984. – 245 с.
3. Косицкий Я.В. Архитектурно-планировочное развитие городов. – М.: Архитектура-С, 2005. – 648 с.
4. Владимиров В.В. Районная планировка. – М.: Стройиздат, 1986. – 325 с.
5. Владимиров В.В., Микулина Е.М., Яргина З.Н. Город и ландшафт: проблемы, конструктивные задачи и решения. – М.: Мысль, 1986. – 236 с.
6. Бархин М.Г. *Город. Структура и композиция*. – М.: Наука, 1986.\

7. Национальная электронная библиотека (НЭБ): https://rusneb.ru
8. Электронная библиотека архитектуры и градостроительства Totalarch: https://books.totalarch.com
9. Электронная научная библиотека eLIBRARY.RU: https://www.elibrary.ru
10. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка»: https://cyberleninka.ru

УДК 71:912.438

[1]Т. С. Кенешов, [2]Ж. Ж. Капалбаева
И. Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы
КГТУ им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика
[1]ORCID: 0009-0004-8047-0666, [2]ORCID: 0009-0001-3890-0990

[1]T. S. Keneshov, [2]J. J. Kapalbaeva
I. Razzakov KSTU, Bishkek, Kyrgyz Repulic
tkeneshov@kstu.kg, kapalbaevajanyl23@gmail.com

АНАЛИЗ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ПО РАЗРАБОТКЕ ИНФОРМАЦИОННО–АНАЛИТИЧЕСКОЙ ОСНОВЫ СУЩЕСТВУЮЩИХ ПЛАНОВ ГОРОДОВ

ШААР ПЛАНДАРЫНЫН МААЛЫМАТТЫК–АНАЛИТИКАЛЫК НЕГИЗИН ТҮЗҮҮ БОЮНЧА ТЕОРИЯЛЫК МАТЕРИАЛДАРДЫ АНАЛИЗДӨӨ

ANALYSIS OF THEORETICAL MATERIALS ON THE DEVELOPMENT OF THE INFORMATION–ANALYTICAL BASIS OF EXISTING URBAN PLANS

Макалада шаарлардын учурдагы пландарын иштеп чыгууда колдонулуучу маалыматтык-аналитикалык негизге арналган теориялык эмгектерге системалуу талдоо жүргүзүлгөн. Маалыматтарды интеграциялоонун негизги ыкмалары, геомаалыматтык системаларды (ГИС), санариптик технологияларды жана божомолдоо моделдерин колдонуу каралган. Эл аралык тажрыйбага (Европа, АКШ, Азия — Сингапур) жана постсоветтик мейкиндикке (Россия, Казакстан, Кыргызстан) өзгөчө көңүл бурулган. Талдоонун жыйынтыгында шаардык пландаштыруунун натыйжалуулугун жана туруктуулугун жогорулатуу үчүн бирдиктүү маалыматтар базасын түзүү жана санариптик платформаларды киргизүү зарылдыгы боюнча сунуштар берилген.

Түйүндүү сөздөр: *шаар, шаар планы, топография, масштаб, маалыматтык-аналитикалык система, шаар куруу пландаштыруу, ГИС, санариптештирүү, туруктуу өнүгүү, Бишкек, мегаполис.*

В статье проведён системный анализ теоретических трудов, посвящённых разработке информационно-аналитической основы существующих планов городов. Рассмотрены ключевые подходы к интеграции данных, использование геоинформационных систем (ГИС), цифровых технологий и прогнозных моделей. Особое внимание уделено международному опыту (Европа, США, Азия (Сингапур) и постсоветскому пространству (Россия, Казахстан, Кыргызстан). По результатам анализа носится предложений необходимости создания единой базы данных и внедрения цифровых платформ для повышения эффективности и устойчивости городского планирования.

Ключевые слова: *город, план города, топография, масштаб, информационно-аналитическая система, градостроительное планирование, ГИС, цифровизация, устойчивое развитие, Бишкек, мегаполис.*

The article presents a systematic analysis of theoretical studies devoted to the development of an information and analytical framework for existing city plans. Key approaches to data integration, the use of geographic information systems (GIS), digital technologies, and predictive models are examined. Special attention is given to international experience (Europe, the USA, Asia (Singapore)) and the post-Soviet space (Russia, Kazakhstan, Kyrgyzstan). Based on the results of the analysis, proposals are made emphasizing the need to create a unified database and to implement digital platforms in order to increase the efficiency and sustainability of urban planning.

Key words*: city, city plan, topography, scale, information and analytical system, urban planning, GIS, digitalization, sustainable development, Bishkek, megapolis.*

Цель актуальности трудов геоинформационные системы для создание информационно-аналитической системы города: содержащего сведения о территории города; сокращение сроков оказания услуг в электронном виде; сокращение времени поиска и обработки информации об объектах градостроительной деятельности; повышение инвестиционной привлекательности города; сокращение времени подготовки аналитических справок и отчетов.

Задачи исследования: провести анализ информационно-аналитической основы, изучить международный опыт цифровых технологий и прогнозных моделей городов; принципы создания единой базы данных и внедрение цифровых платформ.

Информационно-аналитическая основа играет ключевую роль в разработке планов городов. Она включает в себя методы сбора, обработки и анализа данных, позволяющие обоснованно принимать градостроительные решения. В современном мире такие решения невозможны без использования информационных технологий и геоинформационных систем (ГИС), которые обеспечивают комплексное представление о состоянии городской среды [5].

Ученые-исследователи среды (СНГ) классические теории градостроительного планирования (Говард, Мамфорд) заложили основу пространственно-экономического

подхода, ориентированного на рациональное использование территории и баланс функций. Современные исследования развивают эти идеи, интегрируя цифровые технологии, ГИС и анализ данных, что позволяет перейти от нормативного планирования к адаптивному управлению городской средой [1]; [2]; Современные исследования (Яргина, 1986; Гутнов, 1984; Кенешов, 2022) дополняют эти концепции методами цифрового моделирования, использованием ГИС-технологий и систематическим сбором данных в реальном времени. [3]. Донцов Д.Г. [3], Ахмедова Е.А. [3], в своих научных исследованиях рассматривают применение информационных технологий в регулировании градостроительного развития городов. Авдотьин подчеркивал значимость использования геоинформационных систем (ГИС) и цифровых технологий в градостроительном процессе. Он исследовал применениеГИС для анализа городских данных, создания пространственных моделей городской среды и поддержки принятия решений в градостроительстве.

(Омурканова А.К., 2022) отмечает, что информационно-аналитическая основа кадастра должна включать не только традиционные картографические материалы, но и цифровые базы данных, содержащие правовую, инженерную, социально-экономическую и экологическую информацию о территории. Так же информационно-аналитическая основа кадастра. Технология ведения дежурного плана города достаточно сложная и имеет системные действия, связанные с технологией проектирования объектов, с обеспечением технических исходных данных, с указанием месторасположения в архитектурно-планировочной структуре города, на существующей градостроительной ситуации, градостроительными регламентами и другими исходными данными. В процессе разработки проекта, автор представляет проект на согласование в управление градостроительства и архитектуры, вносятся предлагаемые проектом изменения, в архивное дело включают в целом согласованный проект. При получении разрешения на строительство объекта в дежурный план и архивное дело должна вноситься информация о строящемся объекте. При завершении строительства и сдачи объекта в эксплуатацию, должна быть внесена информация о построенном объекте в городе и исполнительные съемки коммуникаций и благоустройства территории, с внесением в реестры заказчиков, проектных, геодезических и строительных организаций. В настоящее время, в г. Бишкек дежурный план ведется вручную, при этом, существуют проблемы актуализации топографических съемок М 1:2000 и М 1:500, что требует использования информационно-коммуникационных технологий. Деятельность ведения дежурного плана влияет на правовые и нормативные акты по принятию градостроительных решений и проблемы отсутствия информационно-технологических взаимосвязей с представлением 16 технических и графических материалов проектировщиками, изыскательскими, строительными и эксплуатирующими организациями, государственными и муниципальными службами, что отражается на полноте данных в градостроительном кадастре и впоследствии на результатах градостроительных решений. С повышением уровня научно-технического прогресса, в том числе в Кыргызстане, ведение дежурного плана должно служить основой Градостроительного кадастра с использованием информационно коммуникационных технологий. На основе проводимого анализа по ведению мониторинга на территории города, можно констатировать что «ручное» ведение в виде дежурного плана города не охватывает объем необходимой градостроительной информации по субъектам градостроительной деятельности. Градостроительный мониторинг (сводимый в Градостроительный кадастр) как методологический принцип по ведению градостроительного проектирования, подготовки концепции развития, других проектно-изыскательских работ и обоснованного принятия градостроительных решений, с последующей реализацией проектов строительства в натуре [4].

Современное градостроительное планирование и проектирование требует создания комплексных информационно-аналитических систем, обеспечивающих непрерывный доступ к актуальным пространственным и нормативным данным. Такие системы служат фундаментом для принятия обоснованных решений по развитию городской инфраструктуры, управления ресурсами и мониторинга территориальных изменений.

Которая включает в себя геоинформационные системы (ГИС) — для сбора, хранения, анализа, управления и визуализации пространственных данных, объединяющие

географические карты с описательной информацией об объектах (местоположение, характеристики, процессы), что позволяет понимать закономерности, решать задачи в науке, управлении и бизнесе, например, в картографии, экологии, логистике. ГИС работают с векторными (точки, линии, полигоны) и растровыми (спутниковые снимки) данными, создавая многослойные интерактивные карты для принятия решений и моделирования.

Формирование градостроительного кадастра, как одной из ключевых задач в обеспечении устойчивого развития городской территории, градостроительный кадастр — это систематизированная совокупность пространственных данных об объектах городской среды, их функциональных характеристиках и правовом статусе. В рамках проектной и управленческой деятельности кадастр выступает в качестве инструмента обоснования архитектурно-планировочных решений.

Теоретические основы информационно-аналитической поддержки планов городов; Информационно-аналитическая поддержка городского планирования базируется на нескольких ключевых концепциях: Геоинформационные системы (ГИС) – используются для сбора, хранения, обработки и визуализации пространственных данных, что упрощает анализ городской инфраструктуры; Системный анализ – рассматривает городскую среду как сложную систему взаимосвязанных элементов, что позволяет учитывать множество факторов при разработке планов; Математическое и компьютерное моделирование– применяется для прогнозирования развития территорий и оценки последствий градостроительных решений; Методы пространственного анализа– позволяют оценивать распределение объектов городской инфраструктуры и выявлять оптимальные зоны для их развития. Основные компоненты включают: геоинформационную платформу (ГИС), базы пространственных данных, модули аналитики и прогнозирования, а также интерфейсы взаимодействия с пользователями. Каждый элемент выполняет специфическую функцию, обеспечивая интеграцию, анализ и визуализацию информации [5].

Градостроительный кадастр - систематизированный свод сведений об объектах градостроительной деятельности, о градостроительном планировании развития территорий, градостроительных регламентах, резервировании земель для государственных и муниципальных нужд и иных сведений, необходимых для осуществления градостроительной деятельности, в том числе для осуществления изменений объектов недвижимости, и является общереспубликанской информационной системой обеспечения градостроительной деятельности

Изучения мирового опыта; на примере градостроительных кадастров Сингапура, США, Германии, Постсоветский опыт стран СНГ показало, что успешное функционирование градостроительного кадастра возможно лишь при наличии интегрированной информационной среды, в которой все данные структурированы по единым классификаторам и доступны для архитекторов, градостроителей и органов муниципального управления.

Цифровой опыт Сингапура Одним из лидеров в использовании цифровых технологий является город Сингапур. В нем, как и в Санкт-Петербурге, есть цифровой Генеральный план.

Рисунок 1 - Цифровая карта г. Сингапур [7]

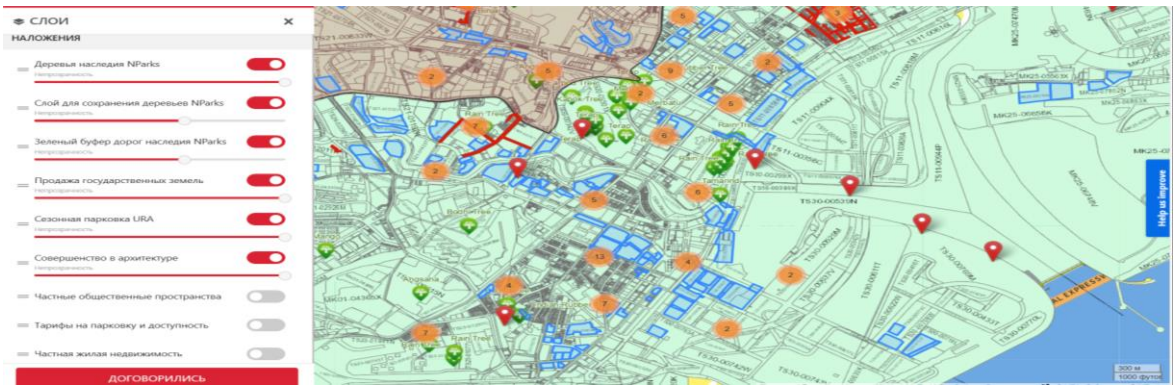


Рисунок 2 - Интерактивная карта с различными слоями [7]

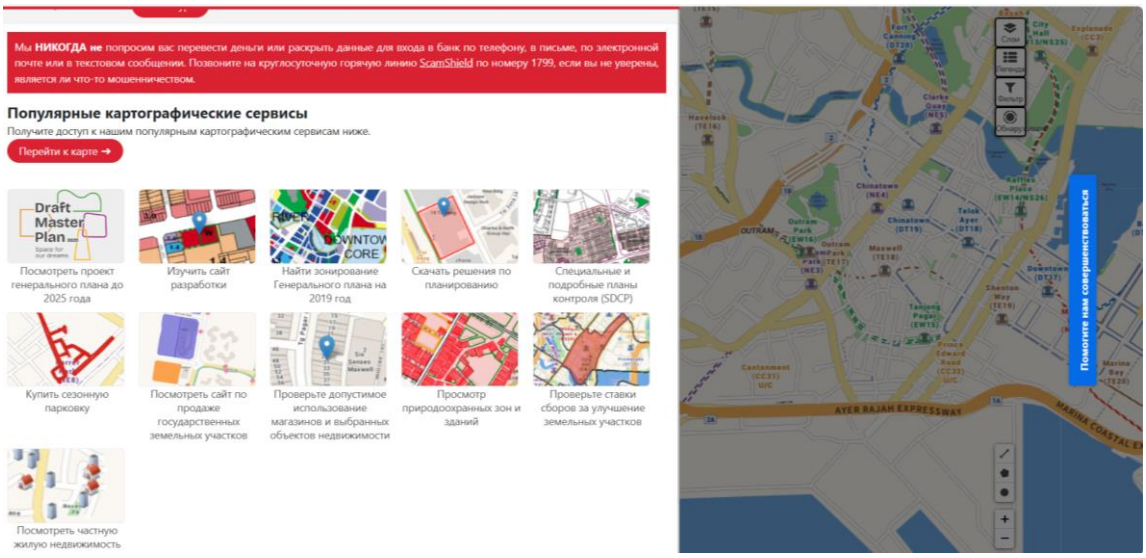


Рисунок 3 - Функциональные зоны по цветам [7]

Каждому цвету соответствует своя функциональная зона (см:(рис:3) и ей соответствует свое обозначение, которое прописано в Законе о планировании «Письменные положения Генерального плана» 2019 г. в Сингапуре регулирование градостроительства и зонирования закреплено в Законе о планировании (Planning Act, 1998). В этом законе: определены категории зон и их разрешённое использование; приведены примеры допустимых разработок и комментарии по строительству в каждой зоне; установлен порядок внесения изменений в Генеральный план (Master Plan); закреплены требования к согласованию проектов и трансформации земельных участков. Кроме того, в Сингапуре доступны **предыдущие версии** Генерального плана, что позволяет отслеживать динамику градостроительной политики. В Санкт-Петербурге такой практики систематической публикации исторических генеральных планов нет. С 2014 года в Сингапуре разрабатывается платформа «Виртуальный Сингапур» (Virtual Singapore) цифровая трёхмерная модель города, созданная на основе топографических и динамических данных в реальном времени. Она позволяет: проводить симуляции и виртуальные испытания градостроительных решений; визуализировать актуальный ландшафт с учётом планов реконструкции и модернизации; согласовывать проекты между государственными органами, агентствами и ведомствами; предоставлять гражданам возможность видеть изменения, связанные с их недвижимостью; оптимизировать инфраструктуру (транспорт, освещение, доступность для инвалидов, велосипедные дорожки и т. д.).

Европа; Лондон и Париж активно применяют ГИС для моделирования транспортных потоков, экологической нагрузки и сценариев развития. Париж развивает цифровые платформы для анализа плотности населения и экологии.

США; Концепция *Smart City* предполагает интеграцию больших данных, сенсорных систем и аналитики в реальном времени. Нью-Йорк использует электронные панели для мониторинга качества воздуха и транспортных потоков [6].

Азия; Сингапур применяет систему ERP для регулирования движения и цифровые платформы для управления землепользованием [6]. Токио демонстрирует эффективность благодаря точности расписаний и интеграции транспортных данных [6].

Постсоветский опыт стран СНГ; Россия: внедрение систем «Цифровой город», интеграция транспортных и градостроительных данных. Казахстан: Алматы и Нур-Султан – акцент на цифровизации и ГИС. Кыргызстан: Бишкек - преобладают традиционные методы планирования, но растёт интерес к цифровым платформам [6].

Перспективное территориальное развитие города Бишкека к 2025 г. в соответствии с Генеральным планом предполагается увеличение территории Бишкека до 25,86 тысяч гектаров и освоение близлежащих пригородных поселков. Столь масштабное развитие города необходимо, так как, по предварительным расчетам, к 2025 г. его население увеличится до 1 млн 200 тыс. человек. Функциональное зонирование территории в целом остается прежним. Продолжают развиваться промышленные и коммунально-складские зоны в западной и восточной частях города; селитебные зоны, включающие территории жилого и общественного использования, административно-делового, культурно-просветительского, торгов бытового, лечебного, спортивного, оздоровительного и рекреационного назначения в северной и южной частях города. Расширение территории города предполагает организацию полицентрической системы общегородского центра, размещение зон отдыха и ландшафтно-рекреационной зоны в северном и южном селитебных районах. Основной идеей развития является сохранение существующих зданий органов государственной власти в историческом центре и создание общественно-деловых, культурных и спортивных комплексов, работающих во взаимодействии друг с другом. Взаимоувязанное формирование системы общественных центров, культурно-исторических комплексов, озеленения и транспортной инфраструктуры города является основным направлением в создании выразительной архитектурно пространственной композиции города.

Роль и перспективы внедрения геоинформационных систем (ГИС) в территориальном развитии города Бишкек;

В условиях интенсивной урбанизации и усложнения градостроительных процессов особое значение приобретает внедрение геоинформационных систем (ГИС) как ключевого элемента информационно-аналитической основы территориального планирования города Бишкек. ГИС выступает не только инструментом пространственной визуализации, но и многофункциональной платформой для анализа, моделирования и управления развитием городской территории.

Современная ГИС-платформа города должна формироваться как единая цифровая пространственная база данных, интегрирующая сведения о землепользовании и застройке, инженерной и транспортной инфраструктуре, природно-экологических условиях, демографических и социально-экономических показателях, объектах историко-культурного наследия, а также данных мониторинга городской среды. Наличие такой базы позволяет обеспечить актуальность, согласованность и сопоставимость информации, используемой при разработке и корректировке Генерального плана и других документов территориального планирования.

Одним из ключевых преимуществ использования ГИС является возможность пространственно-временного анализа и сценарного моделирования развития города. С помощью ГИС-инструментов становится возможным прогнозирование расширения селитебных территорий, транспортных потоков, инженерных нагрузок и экологических рисков, а также оценка последствий градостроительных решений на разных этапах планирования. Это особенно актуально для Бишкека с его сложной природно-ландшафтной структурой и сейсмическими условиями.

ГИС также играет важную роль в оптимизации функционального зонирования территории. Анализ пространственного распределения жилых, общественно-деловых, промышленных и рекреационных зон позволяет выявлять дисбалансы в развитии городской структуры, определять зоны редевелопмента, реновации промышленных территорий и перспективные направления комплексной застройки. При этом особое внимание уделяется сохранению природного каркаса города и формированию системы зелёных насаждений как основного архитектурно-планировочного и экологического элемента.

Внедрение ГИС-технологий способствует повышению эффективности управления инженерной и транспортной инфраструктурой. Пространственный анализ позволяет контролировать состояние сетей водоснабжения, канализации, теплоснабжения и электроснабжения, планировать их модернизацию и развитие с учётом перспективной застройки. В транспортной сфере ГИС используется для моделирования маршрутов, оптимизации улично-дорожной сети и снижения транспортной нагрузки на основные магистрали города [6].

Не менее важным направлением является использование ГИС в системе **экологического мониторинга**. Геоинформационные технологии позволяют отслеживать уровень загрязнения воздуха и почв, состояние зелёных зон, водных объектов и пригородных территорий, а также оценивать влияние антропогенной нагрузки на природную среду. Это создаёт основу для принятия управленческих решений, направленных на устойчивое развитие и повышение качества жизни населения.

В перспективе развитие ГИС-платформы Бишкека должно быть ориентировано на интеграцию с технологиями дистанционного зондирования Земли, BIM-моделированием, «цифровыми двойниками» города и сервисами электронного управления. Это позволит перейти от статического планирования к динамической модели управления территориальным развитием, повысить прозрачность градостроительной политики и вовлечённость общественности в процессы принятия решений.

Заключение.

Общие выводы; статьи, нужна единая цифровая платформа, где должна содержаться вся актуальная информация о территории города и обо всех планах ее развития на всех уровнях. Причем разработана она должна быть как 3D-модель. Здесь можно использовать опыт Сингапура. Такая платформа будет бесценной при государственном долгосрочном планировании с привязкой к территории. Ее открытость позволит любому заинтересованному лицу в режиме онлайн посмотреть интересующую его территорию, ее особенности, какие планы у государства и у других лиц есть на эту территорию. Заниматься такой платформой должна специально созданная для этих целей государственная организация. Только она должна иметь возможность формировать наполнение этой цифровой платформы и вносить в него изменения. Такая цифровизация позволит ускорить все процессы и согласования в долгосрочном территориальном планировании, быстрее сформировать более понятную правовую базу по формированию Генеральных планов поселений, в том числе города Санкт-Петербурга, уменьшить коррупционную составляющую в строительстве, улучшить управление коммунальным и дорожным хозяйством поселений, более эффективно обеспечивать комфорт жителей и постоянно улучшать городскую среду. Недостаток финансирования и кадровых ресурсов, фрагментация данных между ведомствами. Отсутствие единой методологии. Ограниченная интеграция цифровых технологий.

Создание национальных и муниципальных центров данных, внедрение ГИС и цифровых платформ, разработка стандартов информационно-аналитических систем**,** повышение прозрачности и доступности данных.

Подход Сингапура демонстрирует комплексное сочетание правовой базы (Planning Act), прозрачности (публикация всех версий Генерального плана) и цифровых технологий («Виртуальный Сингапур»). Это обеспечивает: согласованность действий всех уровней власти; снижение рисков несоответствия проектов существующей инфраструктуре;

вовлечение граждан в процессы планирования; повышение эффективности управления городским хозяйством.

Любой градостроительный проект-регион, область, район, город, деревня -это сложнейшая многоуровневая система, в рамках которой переплетаются и воздействуют друг на друга десятки и сотни самых различных факторов -экономических, географических, экологических, демографических, социальных, технических, политических, этнических, религиозных, и успех проекта, а именно концепции Генерального плана, зависит от способности его авторов выявить и учесть эти факторы во всем их многообразии, взаимодействии и динамике. Анализ теоретических материалов показывает, что информационно-аналитическая основа является ключевым элементом современного градостроительного планирования. Международный опыт демонстрирует эффективность интеграции цифровых технологий, тогда как в постсоветских странах сохраняются проблемы фрагментации и недостаточной цифровизации. Для Кыргызстана актуально создание единой базы данных, внедрение ГИС и развитие аналитических платформ, что позволит повысить качество планов городов и обеспечить устойчивое развитие.

Список литературы

1. Howard E. *Garden Cities of To-Morrow*. London, 1990. URL https://archive.org › details › goroda_budushchego. (Обращения 27.03.2026 г.)
2. 2.Mumford L. *The City in History*. New York, 1961. URL: https://www.slideshare.net/slideshow/lewis-mumford-the-city-in-history/5409292#6 (Обращения 27.03.2026 г.)
3. Яргина З.Н. *Градостроительное проектирование*. Москва, [, с. 78;] 1986.
4. Гутнов А.Э. *Эволюция градостроительства*. Москва, 1984. [с. 56;]
5. Кенешов Т.С. *Истоки развития архитектурно-градостроительного образования в Кыргызстане,* 2022. [с. 34].
6. Донцов Д.Г. основы информационного обеспечения регулирования градостроительных систем: / автореф.дис. на соиск. докт.архитектуры: 18.00.04 / моск.архит.инст.т – Москва: 2006.-44с.
7. Ахмедова, Е.А. Методы градостроительного регулирования региональной среды обитания (градостроительный мониторинг, оценка земель, прогноз развития) : / Автореф.дис. доктора архитектуры (18.00.04) / Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет // Е.А. Ахмедова. – Санкт-Петербург: 1994,-52с.
8. 4. Омурканова А.К. *Принципы архитектурно-планировочного и пространственно-территориального развития городов Кыргызстана* 2022. Стр 15-16.
9. 5. Завьялов А.Ю., Максимова С.В., Мельцова Е.С., Лоренс П.З. *«Информационно-аналитическая система для комплексного градостроительного анализа»* Журнал *Architecture and Modern Information Technologies*, 2015.
10. *6. Международный опыт источники: Planning Act*. Singapore, 1998. *Written Statement of the Master Plan*. Singapore, 2019. *Virtual Singapore Project*. Singapore, 2014.
11. Журнал географии, политики и общества, том 7 (2017), выпуск 3 (2017), стр. 75-81
12. https://doi.org/10.4467/24512249JG.17.030.7186
13. Urban Cadastre System. Singapore.1998. GIS in London
14. Urban Planning. London, 2010. GIS in Paris Urban Planning. Paris, 2012. Smart City Concept. USA, 2015.
15. ERP System in Singapore. Singapore, 2016.
16. Tokyo Transport Integration. Tokyo, 2018.
17. *Цифровой город*. Россия, 2019.
18. *Цифровизация градостроительства*. Казахстан, 2020.
19. *Традиционные методы планирования*. Бишкек, 2021
20. 7. Рисунки Сингапурского кадастра. (Обращения 27.03.2026 г.) URL:- https://www.ura. gov.sg/maps/

УДК 711.4:625.734.2(575.2-25)

Т. С. Кенешов, А. Н. Джапаралиева
И. Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы
КГТУ им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика

T. S. Keneshov, A. N. Dzhaparalieva
I. Razzakov KSTU, Bishkek, Kyrgyz Republic
tkeneshov@mail.ru, 21solin@mail.ru

ОСОБЕННОСТИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПОЛОЖЕНИЯ БОТАНИЧЕСКОГО ЖИЛМАССИВА ГОРОДА БИШКЕК

БИШКЕК ШААРЫНЫН БОТАНИКАЛЫК ТУРАК ЖАЙ МАССИВИНИН СОЦИАЛДЫК-ЭКОНОМИКАЛЫК АБАЛЫНЫН ӨЗГӨЧӨЛҮКТӨРҮ

FEATURES OF THE SOCIO-ECONOMIC POSITION OF THE BOTANICAL RESIDENTIAL AREA OF BISHKEK

Макалада Бишкек шаарынын Ботаникалык турак жай массивинин социалдык-экономикалык абалынын өзгөчөлүктөрү каралат. Изилдөө аймактын шаардын түштүк бөлүгүнүн түзүмүндөгү ордун, турак жай курулушунун мүнөзүн, чөйрөнүн функционалдык пайдаланылышын жана аны күнүмдүк колдонуу сценарийлерин талдоого негизделген. Социалдык-экономикалык өзгөчөлүктөр калктын киреше деңгээли же иш менен камсыз болуу көрсөткүчтөрү аркылуу эмес, шаардык чөйрө аркылуу ачып көрсөтүлөт: тейлөө объекттеринин жеткиликтүүлүгү, коммерциялык функциялардын топтолушу, короолордун абалы, автомобилизациянын деңгээли, жөө жүрүү байланыштары жана рекреациялык ресурстар. Макалада Ботаникалык турак жай массиви көп батирлүү жана жеке турак үй курулуштарын айкалыштырып, мейкиндиктик жана социалдык түзүмдүн бир тектүү эмес мүнөзүн калыптандырары көрсөтүлгөн. Аймактын ички бөлүгүндөгү функционалдык бир өңчөйлүк, жергиликтүү коомдук борбордун жетишсиз калыптанышы, короолордогу унаа токтотуу жүгүнүн өсүшү, ошондой эле Ботаникалык бак менен Ала-Арча дарыясынын нугуна байланыштуу мүмкүнчүлүктөрдүн толук пайдаланылбаганы негизги көйгөйлөр катары аныкталган. Турак жай массивин мындан ары өнүктүрүү короо мейкиндиктерин этияттык менен жаңылоо, жөө жүрүү байланыштарын чыңдоо жана жергиликтүү коомдук-рекреациялык түйүндөрдү түзүү аркылуу ишке ашырылышы сунушталат.

Түйүндүү сөздөр: *шаар куруу; шаардык чөйрө; турак жай аймактары; функционалдык түзүм; социалдык-экономикалык талдоо; Ботаникалык турак жай массиви; Бишкек; короо мейкиндиктери; жөө жүрүү жеткиликтүүлүгү.*

В статье рассматриваются особенности социально-экономического положения Ботанического жилмассива города Бишкек. Исследование основано на анализе положения территории в структуре южной части города, характера жилой застройки, функционального использования среды и повседневных сценариев ее эксплуатации. Социально-экономические особенности раскрываются не через показатели доходов или занятости населения, а через городскую среду: доступность объектов обслуживания, концентрацию коммерческих функций, состояние дворов, автомобилизацию, пешеходные связи и рекреационные ресурсы. В статье показано, что Ботанический жилмассив сочетает многоквартирную и индивидуальную усадебную застройку, что формирует неоднородную пространственную и социальную структуру. Выявлены проблемы функциональной однородности внутренней части территории, слабой выраженности локального общественного центра, увеличения парковочной нагрузки на дворы и неполного

использования потенциала Ботанического сада и русла реки Ала-Арча. Предложено рассматривать дальнейшее развитие жилмассива через бережное обновление дворовых пространств, усиление пешеходной связности и формирование локальных общественно-рекреационных узлов.

Ключевые слова: *градостроительство; городская среда; жилые территории; функциональная структура; социально-экономический анализ; Ботанический жилмассив; Бишкек; дворовые пространства; пешеходная доступность.*

The article examines the socio-economic position of the Botanical residential area in Bishkek. The study is based on the analysis of the area within the southern part of the city, the character of residential development, functional use of the environment and everyday patterns of its use. Socio-economic features are interpreted not through income or employment indicators, but through the urban environment: access to everyday services, concentration of commercial functions, courtyard use, motorization, pedestrian links and recreational resources. The article shows that the Botanical residential area combines multi-apartment housing and individual homestead development, creating a heterogeneous spatial and social structure. The research identifies functional homogeneity inside the area, the weak formation of a local public centre, increasing parking pressure on courtyards and the incomplete use of the Botanical Garden and the Ala-Archa River corridor. Further development should focus on careful improvement of courtyards, stronger pedestrian connectivity and the formation of local public and recreational nodes.

Key words: *urban planning; urban environment; residential areas; functional structure; socio-economic analysis; Botanical residential area; Bishkek; courtyards; pedestrian accessibility.*

Введение. Развитие Бишкека в последние десятилетия сопровождается ростом численности населения, расширением городской территории, увеличением транспортной нагрузки и изменением системы повседневного обслуживания. Эти процессы особенно заметно отражаются на жилых массивах, сформированных во второй половине XX века, так как они продолжают выполнять функцию основных зон проживания, но эксплуатируются уже в иных социально-экономических условиях. В градостроительной теории жилая территория рассматривается как часть городской системы, где взаимосвязаны расселение населения, обслуживание, транспортные связи и общественные пространства [1].

Актуальность исследования Ботанического жилмассива связана с тем, что подобные территории нельзя оценивать только как совокупность жилых домов. Они представляют собой среду повседневной жизни, в которой социальные и экономические процессы проявляются через использование дворов, улиц, объектов обслуживания, парковок, пешеходных маршрутов и рекреационных зон. Прикладной градостроительный анализ таких территорий позволяет выявить не только существующую планировочную структуру, но и реальные противоречия между сложившейся средой и современным характером ее использования [2].

Ботанический жилмассив расположен в южной части города Бишкек и относится к территориям, где сочетаются многоквартирная и индивидуальная усадебная застройка. Такое сочетание формирует неоднородную городскую ткань: рядом существуют разные масштабы дворов, участков, улиц и сценариев повседневного движения. При этом территория включена в систему городских связей и находится в зоне влияния крупных магистральных улиц, Ботанического сада и природного коридора реки Ала-Арча.

С точки зрения нормативного подхода жилые территории должны обеспечивать условия проживания, доступность объектов обслуживания, безопасность движения, озеленение и возможность кратковременного отдыха населения [3]. Однако в реально сложившейся городской среде эти требования сталкиваются с новыми нагрузками: ростом числа пользователей, увеличением количества автомобилей, коммерциализацией первых линий улиц и возрастающим запросом жителей на качество общественных пространств.

В рамках данной статьи социально-экономическое положение Ботанического жилмассива рассматривается не через прямые показатели доходов, занятости или стоимости недвижимости, по которым отсутствуют точные локальные данные, а через повседневное использование городской среды. Такой подход позволяет связать социально-экономический анализ с градостроительной практикой: определить, как жители используют территорию, где концентрируются услуги и коммерция, какие пространства испытывают повышенную нагрузку и какие ресурсы могут быть использованы для повышения качества жизни.

Цель исследования - выявить особенности социально-экономического положения Ботанического жилмассива города Бишкек через анализ повседневного использования его жилой среды, размещения объектов обслуживания, коммерческой активности, дворовых пространств, пешеходных связей и рекреационного потенциала.

Для достижения цели рассматриваются следующие задачи: определить положение жилмассива в структуре южной части города; охарактеризовать сочетание многоквартирной и индивидуальной застройки; выявить особенности размещения объектов повседневного обслуживания и коммерческих функций; оценить влияние автомобилизации на дворы и внутриквартальные пространства; рассмотреть роль пешеходных и рекреационных связей в социально-экономическом функционировании территории.

Материал и методы исследования.

Материалом исследования послужил исходный авторский анализ Ботанического жилмассива, визуальные и картографические наблюдения за структурой территории, действующие нормативные положения в области планировки и застройки населенных мест, материалы по развитию города Бишкек, статистические данные о населении и автомобильном транспорте, а также теоретические источники по градостроительству, городской среде и общественным пространствам [1; 2; 3].

Градостроительный анализ использовался для определения положения Ботанического жилмассива в структуре южной части Бишкека. Рассматривались связи территории с магистральными улицами, соседними жилыми районами, Ботаническим садом и руслом реки Ала-Арча. В этом случае Генеральный план Бишкека до 2050 года рассматривается не как отдельный предмет исследования, а как контекст, подчеркивающий актуальность работы со сложившимися жилыми территориями [5].

Функциональный анализ был направлен на выявление того, как распределены жилая функция, торгово-бытовое обслуживание, образовательные учреждения, небольшая коммерция, дворовые пространства и рекреационные элементы. Особое внимание уделялось не формальному наличию объектов, а характеру их размещения: внутри жилой ткани или вдоль магистральных улиц. Такой подход позволяет понять, насколько территория имеет собственную локальную общественную структуру.

Морфологический анализ применялся для характеристики типов застройки. В пределах жилмассива рассматриваются многоквартирные дома, индивидуальная усадебная застройка, внутриквартальные пространства, уличные фронты и переходные зоны между разными типами среды. Планировочная структура жилых районов во многом определяет характер повседневных перемещений и распределение общественной активности [4].

Социально-экономический анализ проводился через сопоставление локальных признаков территории с общегородскими процессами: ростом населения Бишкека, увеличением роли индивидуального транспорта, изменением системы повседневного обслуживания и развитием коммерческой активности вдоль улиц. Данные переписи населения 2022 года используются как общегородской контекст, поскольку точная статистика по самому Ботаническому жилмассиву в открытых источниках отсутствует [6].

Транспортно-пешеходный анализ включал оценку того, как автомобилизация влияет на дворы, внутриквартальные проезды и пешеходные маршруты. Официальные материалы по автомобильному транспорту Кыргызской Республики позволяют учитывать автомобилизацию как фактор, который меняет характер использования жилых территорий и

усиливает потребность в более четком разделении транспортных, пешеходных и рекреационных функций [7].

Анализ общественных и рекреационных пространств был связан с оценкой дворов, локальных площадок, зеленых фрагментов, возможных направлений к Ботаническому саду и руслу Ала-Арчи. Современные подходы к оценке общественных пространств подчеркивают, что их качество влияет не только на внешний облик территории, но и на социальную активность, безопасность, здоровье и повседневную привлекательность городской среды [9; 10].

Результаты исследования и их обсуждение.

Для систематизации результатов социально-экономического анализа Ботанического жилмассива выделены основные аспекты, через которые современные городские процессы проявляются в повседневной среде территории. Эти аспекты представлены в таблице 1.

Таблица 1. - Социально-экономические проявления в городской среде Ботанического жилмассива

Аспект анализа	**Проявление на территории**	**Проблема**	**Потенциал развития**
Жилая структура	Сочетание многоквартирной и индивидуальной усадебной застройки	Неоднородность среды и разные сценарии использования дворов и улиц	Бережное развитие с учетом различного масштаба застройки
Повседневное обслуживание	Наличие объектов торговли, образования и бытового обслуживания	Часть функций доступна, но локальная общественная структура выражена недостаточно	Развитие малых общественных узлов внутри жилой ткани
Коммерческая активность	Тяготение магазинов и сервисов к магистральным улицам	Линейная концентрация активности по краям территории	Усиление связей между внешними улицами и внутренними маршрутами
Автомобилизация и дворы	Использование дворов для парковки, проезда, отдыха и детской активности	Конфликт транспортной, рекреационной и социальной функций	Разделение потоков, организация парковок и восстановление дворовых зон отдыха
Рекреационный потенциал	Близость Ботанического сада и русла Ала-Арчи	Природный ресурс используется неполно в повседневных маршрутах жителей	Формирование пешеходно-рекреационных связей и локальных зеленых узлов

Жилая структура территории как социальная основа жилмассива.

Ботанический жилмассив является сформированной жилой территорией южной части Бишкека. Его социально-экономическое значение определяется прежде всего тем, что он выполняет функцию повседневного проживания. В отличие от административных или деловых зон, жилая территория постоянно используется разными группами населения: семьями с детьми, пожилыми жителями, работающим населением, арендаторами, владельцами индивидуальных домов и жителями многоквартирной застройки. Поэтому

социально-экономический анализ здесь должен учитывать не только структуру зданий, но и ежедневные сценарии использования среды.

Сочетание многоквартирных домов и индивидуальной усадебной застройки формирует неоднородную морфологию территории. Многоквартирная застройка создает более интенсивное использование дворов, проездов и объектов обслуживания. Усадебная застройка, напротив, имеет более приватный характер и меньшую плотность использования. Такое соседство разных типов жилой среды является особенностью Ботанического жилмассива и одновременно источником его градостроительной сложности.

В социально-экономическом отношении это означает, что жители разных частей территории имеют неодинаковые потребности. Для жителей многоквартирных домов особенно важны дворы, детские площадки, парковки, безопасные пешеходные подходы и близость объектов обслуживания. Для усадебной застройки большее значение имеют подъездные улицы, приватность участков и сохранение спокойного жилого характера. Поэтому любые предложения по развитию территории должны учитывать не только общий статус жилой зоны, но и различие ее внутренних типов.

Сложившаяся структура жилмассива отражает планировочные подходы периода его формирования, однако современная эксплуатация территории происходит при более высокой интенсивности использования. Рост населения Бишкека, зафиксированный в материалах переписи 2022 года, усиливает нагрузку на существующие жилые районы, даже если точные данные по отдельному жилмассиву отсутствуют [6]. В таких условиях жилые территории второй половины XX века требуют не радикальной замены, а адаптации к новым сценариям повседневной жизни.

Повседневное обслуживание и коммерческая активность.

Социально-экономическая жизнь Ботанического жилмассива проявляется прежде всего через систему повседневного обслуживания. В пределах территории и на ее границах расположены объекты торговли, бытового обслуживания, образования и другие функции, обеспечивающие ежедневные потребности жителей. Их наличие поддерживает базовую жизнеспособность жилой среды и соответствует принципу размещения необходимых объектов в пределах доступности населения [3].

Однако характер размещения этих функций неоднороден. Коммерческая активность заметнее проявляется вдоль магистральных улиц, где выше транспортная и пешеходная проходимость. Именно там концентрируются магазины, небольшие сервисы, предприятия питания и другие объекты повседневного спроса. Такая модель характерна для многих жилых территорий: экономическая активность стремится к более видимым и доступным уличным фронтам, тогда как внутренняя часть жилмассива сохраняет преимущественно жилой характер.

Положительная сторона такой структуры заключается в том, что жители получают доступ к части необходимых услуг без выхода за пределы района. Но одновременно возникает проблема слабой выраженности локального общественного центра внутри жилмассива. Коммерческие функции работают как линейная активность вдоль улиц, но не формируют полноценного внутреннего пространства встреч, общения и повседневной социальной активности. В результате территория имеет отдельные объекты обслуживания, но не всегда воспринимается как связанная общественная среда.

С точки зрения социально-экономического анализа важно, что экономическая активность здесь не является самостоятельной темой, а прямо связана с качеством городской среды. Магазины и сервисы повышают удобство проживания, но при недостаточной связности пешеходных маршрутов и слабой организации общественных пространств их влияние остается фрагментарным. Поэтому развитие повседневного обслуживания должно рассматриваться вместе с пешеходными подходами, дворами, остановками и возможными локальными узлами активности.

Для Ботанического жилмассива перспективным является не создание крупного общественного центра, а формирование нескольких малых узлов повседневной активности.

Такими узлами могут быть пространства около остановок, объектов торговли, школ, детских садов, входов в зеленые зоны и пересечений основных пешеходных направлений. Подобный подход соответствует современному пониманию общественного пространства как элемента, поддерживающего социальную и экономическую устойчивость городской среды [9; 11].

Автомобилизация и нагрузка на дворовые пространства.

Одним из наиболее заметных факторов изменения жилой среды является автомобилизация. Для Ботанического жилмассива этот процесс проявляется прежде всего во дворах и внутриквартальных проездах. Дворовые пространства изначально выполняют несколько функций: рекреационную, коммуникативную, хозяйственную и пешеходную. При увеличении количества автомобилей к ним добавляется парковочная функция, которая постепенно начинает конкурировать с отдыхом, детской активностью и безопасным движением жителей.

Официальные материалы Национального статистического комитета Кыргызской Республики по автомобильному транспорту показывают, что автомобильный транспорт остается существенным элементом социально-экономической жизни страны и городской мобильности [7]. Для жилых районов это означает необходимость учитывать не только магистральное движение, но и локальные последствия автомобилизации: занятость дворов машинами, затруднение проходов, снижение безопасности и уменьшение свободных озелененных участков.

В Ботаническом жилмассиве дворы могут рассматриваться как основной индикатор конфликта между прежней планировочной моделью и современными потребностями. Пространства, которые должны работать как места отдыха, соседского общения и кратковременного пребывания детей, часто получают дополнительную функцию стихийной или полуорганизованной парковки. Это снижает качество повседневной среды и усиливает напряжение между различными группами пользователей.

Важно подчеркнуть, что проблема автомобилизации не должна сводиться только к нехватке парковочных мест. Более существенным является вопрос о распределении пространства между автомобилем и человеком. Если дворы становятся преимущественно транзитными и парковочными, то жилая среда теряет часть своей социальной функции. Современные подходы к качеству ходьбы и городской мобильности подчеркивают значение безопасных, непрерывных и понятных маршрутов для повседневной жизни жителей [10; 12].

Для рассматриваемой территории необходима не только организация парковок, но и восстановление баланса дворовых функций. Это может включать разделение пешеходных и автомобильных потоков, улучшение освещения, сохранение озелененных участков, выделение зон тихого отдыха, обновление детских площадок и повышение безопасности проходов. Такие меры имеют социально-экономическое значение, поскольку напрямую влияют на качество проживания и ежедневные расходы времени жителей.

Пешеходные связи и локальная общественная среда.

Пешеходные связи являются важным элементом социально-экономического функционирования жилмассива. Именно через повседневные маршруты жители достигают магазинов, остановок, школ, детских садов, дворовых пространств и рекреационных территорий. Поэтому доступность нельзя понимать только как расстояние до объекта. Значение имеют качество тротуаров, безопасность переходов, понятность маршрутов, освещение, наличие активных фасадов и отсутствие конфликтов с автомобильным движением [10].

В Ботаническом жилмассиве пешеходная структура имеет фрагментарный характер. Часть перемещений осуществляется по улицам и тротуарам, часть - через дворы, локальные проезды и неформальные проходы. Для постоянных жителей такая структура может быть привычной, однако с градостроительной точки зрения она не всегда формирует понятный и безопасный пешеходный каркас. Это особенно важно для детей, пожилых жителей и людей, ежедневно использующих общественный транспорт.

Слабая выраженность локального общественного центра усиливает значение пешеходных связей. Если территория не имеет одного четкого общественного ядра, то ее качество зависит от сети малых повседневных маршрутов и узлов. В таком случае даже небольшие участки благоустройства - удобный проход, озелененный карман, безопасный переход, площадка возле магазина или остановки - могут иметь заметное социальное значение.

Таким образом, пешеходная связность является не только транспортным, но и социально-экономическим показателем. Она определяет, насколько удобно жителям использовать объекты обслуживания, насколько безопасно перемещение внутри жилмассива и насколько активно работают общественные пространства. В этом смысле улучшение пешеходных связей может стать одним из наиболее реалистичных направлений развития территории без радикального изменения ее планировочной структуры.

Рекреационный потенциал как ресурс качества жизни.

Рекреационный потенциал Ботанического жилмассива связан прежде всего с близостью Ботанического сада и русла реки Ала-Арча. Эти элементы не следует рассматривать только как экологический фон. Для жилой территории они имеют социально-экономическое значение, поскольку влияют на качество проживания, возможность повседневного отдыха, привлекательность среды и ценность пешеходных маршрутов.

Наличие крупного зеленого массива рядом с жилой территорией само по себе не гарантирует его полноценного использования жителями. Для того чтобы природный ресурс стал частью повседневной жизни, необходимы удобные подходы, безопасные переходы, визуальные ориентиры, понятные входы и связь с внутренними маршрутами жилмассива. Если такие связи выражены слабо, зеленая территория остается скорее внешним объектом, чем полноценным элементом жилой среды.

Современные исследования общественных пространств подчеркивают, что парки, дворы, улицы и малые зеленые участки обладают не только рекреационной, но и социально-экономической ценностью: они поддерживают общение, локальную идентичность, здоровье и привлекательность городской среды [9; 11]. Для Ботанического жилмассива это особенно важно, потому что его внутренняя структура не имеет ярко выраженного общественного центра.

Перспективным направлением является формирование связанной системы малых общественных и рекреационных пространств. Она может включать благоустроенные дворы, безопасные пешеходные проходы, локальные площадки, зеленые карманы, подходы к Ботаническому саду и возможные направления к Ала-Арче. В этом случае природный потенциал будет работать не изолированно, а как часть повседневного социально-экономического функционирования жилмассива.

Таким образом, Ботанический сад и русло Ала-Арчи следует рассматривать как ресурс повышения качества жизни, а не как отдельную природную тему. Их включение в систему пешеходных и общественных пространств способно компенсировать часть недостатков внутренней структуры жилмассива, связанных с ограниченным количеством общественных узлов и повышенной нагрузкой на дворы.

Выводы.

1. Ботанический жилмассив является сформированной жилой территорией южной части Бишкека, в которой сочетаются планировочные особенности второй половины XX века и современные процессы изменения городской среды.
2. Социально-экономические особенности территории проявляются прежде всего через повседневное использование жилой среды: размещение услуг, коммерческую активность, состояние дворов, пешеходные связи, парковочную нагрузку и рекреационные ресурсы.
3. Сочетание многоквартирной и индивидуальной усадебной застройки формирует неоднородную пространственную структуру. Эта неоднородность является ресурсом разнообразия среды, но требует более внимательной организации связей между разными типами застройки.

4. Коммерческая активность и объекты повседневного обслуживания тяготеют к магистральным улицам, тогда как внутри жилмассива локальный общественный центр выражен недостаточно. Это ограничивает формирование устойчивой внутренней общественной жизни территории.
5. Автомобилизация усиливает нагрузку на дворовые пространства и приводит к конфликту между парковочной, пешеходной, рекреационной и социальной функциями двора. Для повышения качества среды необходимо разделение потоков, упорядочение парковок и сохранение дворов как пространств отдыха и общения.
6. Близость Ботанического сада и русла Ала-Арчи формирует значительный рекреационный потенциал, но в повседневной структуре жилмассива он используется неполно. Дальнейшее развитие территории целесообразно связывать с улучшением пешеходных маршрутов, созданием малых общественных узлов и включением природных ресурсов в систему жилой среды.

Список литературы

1. Яргина З. Н., Косицкий Я. В., Владимиров В. В. Основы теории градостроительства. - М.: Стройиздат, 1986. - 326 с.
2. Сосновский В. А., Русакова Н. С. Прикладные методы градостроительных исследований. - М.: Архитектура-С, 2006. - 112 с.
3. СН КР 30-01:2020. Планировка и застройка городов и населенных пунктов городского типа: строительные нормы Кыргызской Республики. - Бишкек, 2020. - URL: https://cbd.minjust.gov.kg/200523/edition/2380/ru (дата обращения: 18.06.2026).
4. Бочаров Ю. П., Кудрявцев О. К. Планировочная структура современного города. - М.: Стройиздат, 1972. - 160 с.
5. Утвержденный Генеральный план столицы до 2050 года // Официальный сайт мэрии города Бишкек. - 2026. - URL: https://www.bishkek.gov.kg/ru/post/33614 (дата обращения: 18.06.2026).
6. Перепись населения и жилищного фонда Кыргызской Республики 2022 года. Книга I. Основные социально-демографические характеристики населения. - Бишкек: Национальный статистический комитет Кыргызской Республики, 2023. - URL: https://stat.gov.kg/ru/statisticheskie-perepisi/ (дата обращения: 18.06.2026).
7. Автомобильный транспорт и дорожное хозяйство: цифры и факты // Национальный статистический комитет Кыргызской Республики. - 2025. - URL: https://stat.gov.kg/ru/news/avtomobilnyj-transport2025-i-dorozhnoe-hozyajstvo-cifry-i-fakty/ (дата обращения: 18.06.2026).
8. Глазычев В. Л. Урбанистика. - М.: Европа, 2008. - 220 с.
9. The Public Space Assessment, Design and Management Methodology. - Nairobi: UN-Habitat, 2023. - 122 p. - URL: https://unhabitat.org/the-public-space-assessment-design-and-management-methodology (date of access: 18.06.2026).
10. Pedestrians First: Tools for a Walkable City. - New York: Institute for Transportation and Development Policy, 2018. - URL: https://itdp.org/publication/pedestrians-first-tools-for-a-walkable-city/ (date of access: 18.06.2026).
11. The Hidden Wealth of Cities: Creating, Financing, and Managing Public Spaces. - Washington, DC: World Bank, 2020. - URL: https://www.worldbank.org/en/topic/urbandevelopment/publication/the-hidden-wealth-of-cities-creating-financing-and-managing-public-spaces (date of access: 18.06.2026).
12. Improving the Quality of Walking and Cycling in Cities. - Paris: OECD Publishing, 2024. - DOI: 10.1787/cdeb3fe8-en.

УДК 711:2-75(575.2)

Т. С. Кенешов, Н. М. Медетбекова
И. Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы
КГТУ им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика

T. S. Keneshov, N. M. Medetbekova
I. Razzakov KSTU, Bishkek, Kyrgyz Republic
tkeneshov@kstu.kg,nurkyzmedetbekova00@gmail.com

АНАЛИЗ ОРГАНИЗАЦИИ НАУЧНЫХ ЦЕНТРОВ НА ТЕРРИТОРИИ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНЫН АЙМАГЫНДА ИЛИМИЙ БОРБОРЛОРДУ УЮШТУРУУНУ ТАЛДОО

ANALYSIS OF THE ORGANIZATION OF SCIENTIFIC CENTERS IN THE KYRGYZ REPUBLIC

Макалада азыркы шаар куруу жана региондук өнүгүүнүн контекстинде Кыргыз Республикасынын аймагында илимий борборлорду аймактык уюштуруу маселелери каралат. Өлкөнүн илимий-изилдөө уюмдарын, жогорку окуу жайларын жана илимий инфраструктурасын жайгаштыруунун азыркы системасына талдоо жүргүзүлдү. Бишкек шаарында илимий мекемелердин жогорку концентрацияланышына жана региондордо илимий-изилдөө ишинин жетишсиз өнүгүшүнө байланыштуу илимий потенциалды мейкиндикте бөлүштүрүүнүн негизги көйгөйлөрү аныкталган. Салыштырма, системалык жана мейкиндиктик талдоо методдорунун негизинде илимий борборлорду жайгаштырууга таасир этүүчү факторлор аныкталды, ошондой эле региондук илимий-инновациялык кластерлерди түзүүнүн перспективалары каралды. Региондордун илимий потенциалын өнүктүрүүгө жана Кыргыз Республикасынын туруктуу аймактык өнүгүүсүн камсыз кылууга багытталган илимий борборлордун көп деңгээлдүү тармагынын модели сунушталды. Изилдөөнүн натыйжалары шаар куруу долбоорлорун, региондук өнүктүрүү программаларын жана өлкөнүн илимий-инновациялык инфраструктурасын түзүү стратегияларын иштеп чыгууда колдонулушу мүмкүн.

Түйүндүү сөздөр: *илимий борборлор, илимий инфраструктура, шаар курууну өнүктүрүү, аймактык пландоо, илимий-инновациялык кластер, региондук өнүктүрүү, мейкиндик уюштуруу, илимий потенциал, аймактарды туруктуу өнүктүрүү, Кыргыз Республикасы.*

В статье рассматриваются вопросы территориальной организации научных центров на территории Кыргызской Республики в контексте современного градостроительного и регионального развития. Проведен анализ существующей системы размещения научно-исследовательских организаций, высших учебных заведений и научной инфраструктуры страны. Выявлены основные проблемы пространственного распределения научного потенциала, связанные с высокой концентрацией научных учреждений в городе Бишкек и недостаточным развитием научно-исследовательской деятельности в регионах. На основе методов сравнительного, системного и пространственного анализа определены факторы, влияющие на размещение научных центров, а также рассмотрены перспективы формирования региональных научно-инновационных кластеров. Предложена модель многоуровневой сети научных центров, ориентированная на развитие научного потенциала регионов и обеспечение устойчивого территориального развития Кыргызской Республики. Результаты исследования могут быть использованы при разработке градостроительных

проектов, программ регионального развития и стратегий формирования научно-инновационной инфраструктуры страны.

Ключевые слова: *научные центры, научная инфраструктура, градостроительное развитие, территориальное планирование, научно-инновационный кластер, региональное развитие, пространственная организация, научный потенциал, устойчивое развитие территорий, Кыргызская Республика.*

The article discusses the issues of the territorial organization of scientific centers in the Kyrgyz Republic in the context of modern urban and regional development. The analysis of the existing system of placement of scientific research organizations, higher educational institutions and scientific infrastructure of the country is carried out. The main problems of the spatial distribution of scientific potential are identified, related to the high concentration of scientific institutions in Bishkek and the insufficient development of research activities in the regions. Based on the methods of comparative, systemic and spatial analysis, the factors influencing the location of research centers are determined, and the prospects for the formation of regional scientific and innovative clusters are considered. A model of a multi-level network of research centers is proposed, focused on developing the scientific potential of the regions and ensuring sustainable territorial development of the Kyrgyz Republic. The research results can be used in the development of urban planning projects, regional development programs, and strategies for building the country's scientific and innovation infrastructure.

Key words*: research centers, scientific infrastructure, urban development, territorial planning, scientific and innovative cluster, regional development, spatial organization, scientific potential, sustainable development of territories, Kyrgyz Republic.*

В современных условиях перехода мировой экономики к инновационной модели развития научная деятельность становится одним из ключевых факторов повышения конкурентоспособности государств и регионов. Научные исследования, разработка новых технологий и внедрение инноваций оказывают существенное влияние на экономический рост, качество жизни населения и эффективность использования природных ресурсов [2, 11]. В этой связи особое значение приобретает формирование развитой научной инфраструктуры, способной обеспечить взаимодействие науки, образования, производства и государственного управления [1].

Актуальность исследования обусловлена возрастающей ролью науки и инноваций в обеспечении устойчивого социально-экономического развития государств. В современных условиях научные центры становятся не только площадками для проведения исследований, но и важными элементами территориального развития, способствующими концентрации интеллектуального капитала, привлечению инвестиций и формированию инновационной экономики [5, 11]. Для Кыргызской Республики вопросы развития научной инфраструктуры приобретают особое значение в связи с необходимостью повышения конкурентоспособности страны, внедрения современных технологий и укрепления регионального потенциала [2, 13].

Кыргызская Республика обладает значительным научно-образовательным потенциалом, основу которого составляют высшие учебные заведения, научно-исследовательские институты и организации Национальной академии наук [1, 3, 4]. Вместе с тем существующая система территориального размещения научных учреждений характеризуется высокой степенью концентрации в столичном регионе. Большинство научных организаций, исследовательских лабораторий и инновационных площадок расположены в городе Бишкек, тогда как регионы страны имеют ограниченные возможности для проведения научных исследований и реализации инновационных проектов [4, 14].

Несмотря на наличие отдельных научных и образовательных учреждений в регионах страны, их потенциал используется не в полной мере. Основной проблемой является пространственная неравномерность размещения научной инфраструктуры, вследствие чего значительная часть исследовательской деятельности сосредоточена в столице [5, 6]. Это

приводит к ограниченному доступу регионов к научным ресурсам, снижению инновационной активности на местах и усилению миграции молодых специалистов в крупные города или за пределы страны [12, 15].

В условиях реализации стратегии устойчивого развития Кыргызской Республики особую актуальность приобретает задача формирования сети научных центров, способной обеспечить равномерное развитие научно-исследовательской деятельности на всей территории страны [3, 15]. Современные научные центры рассматриваются не только как объекты научной инфраструктуры, но и как важные элементы градостроительной структуры, влияющие на формирование инновационной среды, развитие человеческого капитала и повышение инвестиционной привлекательности территорий [7, 8, 10].

Анализ территории	Проявление на территории	Проблема	Потенциал развития
Высокая концентрация научных учреждений в Бишкеке	Основные институты НАН КР, ведущие университеты и исследовательские лаборатории расположены в столице	Пространственная неравномерность научной инфраструктуры, зависимость регионов от столичного научного центра	Формирование Бишкека как национального научно-инновационного центра и координационного узла страны
Недостаточное развитие научной инфраструктуры в регионах	Ограниченное количество научных организаций за пределами столицы	Слабая исследовательская активность регионов, ограниченный доступ к научным ресурсам	Создание региональных научных центров и расширение исследовательской сети
Иссык-Кульская область обладает уникальными природно-рекреационными ресурсами	Наличие озера Иссык-Куль, туристических и природоохранных территорий	Недостаточное научное сопровождение развития туризма и экологического мониторинга	Формирование научного центра туризма, экологии и устойчивого развития
Нарынская область характеризуется высокогорным положением	Уникальные природно-климатические условия и горные экосистемы	Недостаточная изученность высокогорных процессов и климатических изменений	Создание специализированного центра исследований климата, гидрологии и горных экосистем
Ошская область является крупнейшим центром юга страны	Концентрация образовательных учреждений и населения	Ограниченные возможности для развития научных исследований регионального уровня	Формирование регионального научно-образовательного центра юга Кыргызстана
Джалал-Абадская область имеет развитый аграрный сектор	Значительная доля сельскохозяйственного производства и природных ресурсов	Недостаточное внедрение научных разработок в агропромышленный комплекс	Создание научного центра аграрных исследований, биотехнологий и региональной экономики
Наличие оттока молодых	Концентрация образовательных и	Миграция кадров и снижение	Развитие научных центров в регионах и

Анализ территории	Проявление на территории	Проблема	Потенциал развития
специалистов из регионов	научных возможностей в Бишкеке	интеллектуального потенциала регионов	создание условий для подготовки кадров на местах
Отсутствие единой системы взаимодействия науки, образования и бизнеса	Разрозненность научных организаций и производственного сектора	Низкий уровень коммерциализации научных разработок	Формирование научно-инновационных кластеров и интеграция науки, образования, бизнеса и государства
Необходимость устойчивого территориального развития страны	Различный уровень социально-экономического развития регионов	Усиление территориальных диспропорций	Создание многоуровневой сети научных центров и сбалансированное пространственное развитие Кыргызской Республики

Целью данного исследования является анализ существующей системы размещения научных центров на территории Кыргызской Республики и разработка рекомендаций по совершенствованию их пространственной организации с учетом современных принципов градостроительного и регионального развития [7, 10].

Для достижения поставленной цели были использованы методы сравнительного анализа, системного подхода, пространственного моделирования и градостроительного анализа территорий. В качестве информационной базы исследования использованы данные Национального статистического комитета Кыргызской Республики, материалы Национальной академии наук Кыргызской Республики, государственные программы развития регионов, а также научные публикации, посвященные вопросам территориального планирования, организации научно-инновационной деятельности и устойчивого развития территорий [3, 4, 14, 15].

Проведенное исследование показало, что современная научная инфраструктура Кыргызстана имеет выраженный моноцентрический характер. Наибольшая концентрация научных организаций наблюдается в городе Бишкек, где расположены основные институты Национальной академии наук, ведущие университеты страны и большинство исследовательских лабораторий [1, 4]. Такое размещение исторически обусловлено административными, экономическими и образовательными факторами, однако в современных условиях оно приводит к существенным территориальным диспропорциям [6, 12].

Анализ пространственного распределения научного потенциала свидетельствует о том, что значительная часть регионов располагает ограниченным количеством научных организаций, несмотря на наличие собственных экономических и природно-ресурсных особенностей, требующих научного сопровождения [14, 15]. Иссык-Кульская область обладает значительным потенциалом для проведения исследований в области туризма, экологии и устойчивого развития горных территорий. Нарынская область представляет интерес для изучения высокогорных экосистем и климатических процессов. В Ошской и Джалал-Абадской областях существуют предпосылки для развития научных исследований в сфере агропромышленного комплекса, продовольственной безопасности и региональной экономики [15].

Особое внимание в исследовании уделено вопросам формирования научно-инновационных кластеров как перспективной модели пространственной организации научной деятельности. Международный опыт показывает, что объединение университетов,

исследовательских организаций, технологических парков и бизнес-структур в единую систему способствует ускорению внедрения научных разработок в экономику и повышению инновационной активности регионов [10, 11]. Для Кыргызской Республики подобный подход может стать эффективным инструментом сокращения территориальных диспропорций и стимулирования регионального развития [5, 13].

На основании проведенного анализа предложена модель многоуровневой сети научных центров. В рамках данной модели город Бишкек рассматривается как национальный научно-инновационный центр, обеспечивающий координацию научной деятельности и международное сотрудничество. Город Ош может выполнять функции крупного регионального научно-образовательного центра юга страны. Города Каракол, Нарын и Джалал-Абад обладают потенциалом формирования специализированных научных центров, ориентированных на исследования в области туризма, экологии, сельского хозяйства и устойчивого развития горных территорий [10, 15].

С градостроительной точки зрения размещение научных центров должно осуществляться с учетом принципов устойчивого развития городской среды [7, 8]. Научные комплексы рекомендуется интегрировать в структуру общественно-деловых зон городов, обеспечивая удобные транспортные связи, наличие общественных пространств, объектов социальной инфраструктуры и благоприятных экологических условий [8, 11].

Для решения выявленных проблем предлагается формирование многоуровневой системы научных центров, основанной на принципах территориальной специализации и кластерного развития [5, 10]. Создание специализированных научно-инновационных кластеров позволит объединить научные организации, университеты, органы государственного управления и бизнес-сообщество в единую систему взаимодействия [11].

Перспективы развития научных центров Кыргызской Республики связаны с формированием современной инновационной инфраструктуры, интегрированной в международное научное пространство [2, 11]. В долгосрочной перспективе создание

региональных научных центров позволит повысить уровень исследовательской активности, обеспечить подготовку квалифицированных кадров непосредственно в регионах, стимулировать развитие высокотехнологичных отраслей экономики и способствовать более сбалансированному территориальному развитию страны [3, 13, 15].

Таким образом, результаты исследования подтверждают необходимость совершенствования существующей системы территориальной организации научной деятельности в Кыргызской Республике. Реализация предложенных подходов позволит обеспечить более сбалансированное пространственное развитие страны, повысить эффективность использования научного потенциала и создать предпосылки для устойчивого инновационного роста Кыргызской Республики [2, 3, 11].

Список литературы

1. Закон Кыргызской Республики «О Национальной академии наук Кыргызской Республики» от 16 июня 2025 г. №119. Определяет правовые основы деятельности НАН КР и координации научной деятельности в стране.
2. Закон Кыргызской Республики «Об инновационной деятельности» от 26 ноября 1999 г. №128. Определяет цели и принципы государственной инновационной политики.
3. Стратегия развития Национальной академии наук Кыргызской Республики на 2013–2025 гг. Определяет приоритеты развития науки и технологий в Кыргызстане.
4. Национальная академия наук Кыргызской Республики. Официальный сайт. Материалы о научных институтах, международном сотрудничестве и развитии науки в Кыргызстане.
5. Тольбашиева Дж.У. Инновационная деятельность в Кыргызстане в условиях глобализации // Известия Национальной академии наук Кыргызской Республики. – 2023. Рассматриваются вопросы формирования национальной инновационной системы и развития научного потенциала страны.
6. Токомбаева А.Т., Джаманкулов Ж.М. О правовом статусе Национальной академии наук Кыргызской Республики // Известия Национальной академии наук Кыргызской Республики. – 2025. Исследуются вопросы управления научной сферой государства.
7. Перцик Е.Н. Градостроительство. – М.: Высшая школа, 2006.
8. Владимиров В.В. Урбанистика. – М.: Архитектура-С, 2012.
9. Лаппо Г.М. География городов. – М.: Владос, 1997.
10. Ахмедов А.Э. Региональное развитие и территориальное планирование. – М.: АСВ, 2018.
11. UN-Habitat. Sustainable Development Goals and Sustainable Urbanization. Материалы по устойчивому развитию городов, инновационной инфраструктуре и пространственному развитию территорий.
12. Djenchuraev N. Toward a New Policy for Scientific and Technical Communication: The Case of Kyrgyz Republic. Исследование развития научной инфраструктуры и научных коммуникаций Кыргызстана.
13. Акаев А.А., Акаева Б.А. Кыргызстан в эпоху цифровой экономики на Новом Шелковом пути. – М.: Ленанд, 2019.
14. Национальный статистический комитет Кыргызской Республики. Статистические сборники «Кыргызстан в цифрах» за 2023–2025 гг.
15. Концепция региональной политики Кыргызской Республики и государственные программы развития регионов Кыргызской Республики.
16. НАН КР: Национальная академия наук Кыргызской Республики
17. Стратегия развития НАН КР: Стратегия развития НАН КР
18. Закон об инновационной деятельности: Закон КР «Об инновационной деятельности»

19. Закон о Национальной академии наук КР: Закон КР «О Национальной академии наук Кыргызской Республики»
20. UN-Habitat Sustainable Development Goals: UN-Habitat SDGs and Sustainable Urbanization

УДК 711:378:001.891

Т. С. Кенешов, Т. Н. Кожокулов
И. Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы
КГТУ им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика

T. S. Keneshov, T. N. Kojokulov
I. Razzakov KSTU, Bishkek, Kyrgyz Republic
tkeneshov@mail.ru, turduhankozhokulov@kstu.kg

ГРАДОСТРОИТЕЛЬНО-КУЛЬТУРНЫЕ ОСНОВЫ ВОСПРИЯТИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

ШААРДЫК ЧӨЙРӨНҮ КАБЫЛДООНУН ШААР КУРУУ-МАДАНИЙ НЕГИЗДЕРИ

URBAN PLANNING AND CULTURAL FOUNDATIONS OF PERCEPTION OF THE URBAN ENVIRONMENT

Макала заманбап урбанизация шартында шаардык чөйрөнү кабыл алуунун шаар куруу-маданий негиздерин изилдөөгө арналган. Анда адамдын шаардык чөйрөнү эмоционалдык жана визуалдык кабыл алуусуна таасир этүүчү психологиялык, маданий жана архитектуралык-мейкиндиктик факторлор каралат. Архитектуралык пропорциялардын, мейкиндиктик уюштуруунун жана композициянын адамдын психологиялык абалына тийгизген таасири талданат. Архитектурадагы пропорцияларды түзүүнүн математикалык принциптери адам тарабынан мейкиндикти реалдуу оптикалык кабыл алуу менен дайыма эле дал келе бербей тургандыгына өзгөчө көңүл бурулат, анткени кыймыл учурунда жана кароо чекити өзгөргөндө шаардык чөйрөнү визуалдык кабыл алуу тынымсыз өзгөрүүгө учурайт. Макалада маданий идентүүлүк, кабыл алуу психологиясы жана шаардын архитектуралык-мейкиндиктик чөйрөсүнүн ортосундагы өз ара байланыш маселелери каралат. Ошондой эле архитектуралык чөйрөнү калыптандырууда адам факторунун ролу изилденет, анын ичинде адамдын мейкиндикте багыт алуусу жана кабыл алуунун өзгөчөлүктөрүнө ылайык жасалма чөйрөнү түзүү жөндөмү да камтылат.

Түйүндүү сөздөр: *шаардык чөйрө, архитектуралык-мейкиндиктик чөйрө, шаардык чөйрөнү кабыл алуу, шаар куруу, маданий идентүүлүк, кабыл алуу психологиясы, архитектуралык пропорциялар, урбанизация, мейкиндиктик композиция, визуалдык кабыл алуу, эмоционалдык комфорт, архитектуралык чөйрө, шаар куруу стратегиясы, адам фактору, шаардык чөйрөнүн маданий аспектилери.*

Статья посвящена исследованию градостроительно-культурных основ восприятия городской среды в условиях современной урбанизации. Рассматриваются психологические, культурные и архитектурно-пространственные факторы, влияющие на эмоциональное и визуальное восприятие человеком городской среды. Анализируется влияние архитектурных пропорций, пространственной организации и композиции на психологическое состояние человека. Особое внимание уделяется тому, что математические принципы построения пропорций в архитектуре не всегда совпадают с реальным оптическим восприятием пространства человеком, поскольку в процессе движения и изменения точки зрения

визуальное восприятие городской среды постоянно трансформируется. В статье рассматриваются вопросы взаимосвязи между культурной идентичностью, психологией восприятия и архитектурно-пространственной средой города. Также исследуется роль человеческого фактора в формировании архитектурной среды, включая способность человека ориентироваться в пространстве и создавать искусственное окружение в соответствии с особенностями восприятия.

Ключевые слова: *городская среда, архитектурно-пространственная среда, восприятие городской среды, градостроительство, культурная идентичность, психология восприятия, архитектурные пропорции, урбанизация, пространственная композиция, визуальное восприятие, эмоциональный комфорт, архитектурная среда, градостроительная стратегия, человеческий фактор, культурные аспекты городской среды.*

The article is devoted to the study of the urban-planning and cultural foundations of perceiving the urban environment under conditions of modern urbanization. It examines psychological, cultural, and architectural-spatial factors that influence a person's emotional and visual perception of the urban environment. The impact of architectural proportions, spatial organization, and composition on human psychological state is analyzed. Special attention is paid to the fact that the mathematical principles of constructing proportions in architecture do not always correspond to the real optical perception of space by a person, since during movement and changes in the viewpoint, the visual perception of the urban environment is constantly transformed. The article addresses issues of the interrelation between cultural identity, the psychology of perception, and the architectural-spatial environment of the city. It also explores the role of the human factor in shaping the architectural environment, including the ability of a person to orient themselves in space and to create an artificial environment in accordance with perceptual characteristics.

Key words: *urban environment, architectural-spatial environment, perception of the urban environment, urban planning, cultural identity, psychology of perception, architectural proportions, urbanization, spatial composition, visual perception, emotional comfort, architectural environment, urban planning strategy, human factor, cultural aspects of the urban environment.*

Введение: Современные города в условиях интенсивной урбанизации оказывают сильное влияние на состояние горожан и гостей города. Прежде всего это связано с качественным уровнем архитектурно- пространственной среды города и особенностями восприятия людей, обусловленные стрессом, усталостью, комфортом или дискомфортом [1]. Понимание, в том числе, психологическое взаимодействия людей с городским пространством связано с тем, что у человека в городской среде формируются чувства безопасности, спокойствия, мотивированности и т.д. Города, как правило, отражают культурные особенности общества: архитектуру, планировку, символику и исторические элементы. При утрате идентичности города происходит снижение эмоционального комфорта человека. При проектировании отдельных объектов или комплексов архитекторы, урбанисты и дизайнеры обязаны учитывать психологические и культурные факторы для создания гармоничной, функциональной и архитектурно-художественной городской среды [2]. Проведение научного исследования может помочь выработать рекомендации по улучшению качества городской среды, ориентированной на потребности различных групп населения.

- Цель работы: культурно- психологический анализ архитектурно- градостроительного влияния и взаимодействия человека с городской средой.
- Задачи исследования:

1. Исследовать культурные особенности восприятия городских пространств.
2. Рассмотреть основные психологические факторы восприятия городской среды.
3. Выявить взаимосвязь между психологией, культурой и архитектурно-пространственной средой.

1. В связи с развитием экспериментальной, или физиологической психологии в XIX - XX веке вопросы эстетического восприятия архитектуры стали решаться методами так

называемой экспериментальной эстетики [3]. Были предприняты попытки объективизировать восприятие различных элементарных форм, таких как линии, фигуры, различные объёмы

и т. д. Формальная эстетика Фехнера поставила своей целью поиск объективных условий красоты: каким физическим явлениям соответствует прекрасное, а каким - нет. В своих экспериментах Фехнер пытался показать, что абстрактные формы, линии и пространственные отношения содержат в себе эстетические качества. Так, например, он экспериментально доказал, что человек предпочитает определённые геометрические пропорции. Это привело учёного к концепции физиологической устойчивости эстетического воздействия определённых абстрактных объектов. Наряду с этим он признавал и эстетическое значение ассоциаций, возникающих у человека при восприятии абстрактных объектов. Основателем экспериментальной психологии В. Вундтом было установлено, что ощущение удовольствия мы испытываем при восприятии линий, за которыми глазу удобнее следить, например, вертикальных и горизонтальных, когда мышцам, вращающим глаз, приходится затрачивать минимальную энергию. Неправильная и резко ломаная линия производит неприятное впечатление, так как из-за необходимости менять направление движения мышцы глаза испытывают напряжение. Однако при определённой плавности кривых, глаз постепенно адаптируется к изменению направления, и это приносит чувство удовлетворения. По этой же причине правильные формы воспринимаются глазом легче и охотнее, чем неправильные.

Г. Вельфлин, П. Франкль в своих работах анализируют архитектурную форму, постоянно обращаясь к специфике восприятия объемов и пространств. “Пять пар понятий" Г. Вельфлина, выработанные им применительно к рисунку, живописи, скульптуре и архитектуре и основанные на сравнении классической архитектуры, баракко и рококо, опираются на зрительно воспринимаемые качества произведений изобразительного искусства. Применительно к архитектуре эти понятия отражают объективные качества архитектурной формы, хотя и воплощаются при зрительном восприятии их субъектом. К пяти парам понятий относятся: линейность и нелинейность, замкнутость н открытость, плоскостность и глубинность, множественность и единство, ясность и неясность. Примеры: Линейность: *Минск* — формирование городской структуры вдоль продольной оси (железнодорожная линия — проспект Независимости), задающей направленное развитие и последовательное восприятие пространства. Нелинейность: *Старый Тбилиси* — уличная сеть формируется извилисто, подчиняясь рельефу, без доминирующей оси; пространство раскрывается фрагментарно и многонаправленно. Замкнутость: *Дворцовая площадь в Санкт-Петербурге* — периметральная застройка формирует чётко ограниченное, завершённое городское пространство. Открытость: *Микрорайонные жилые районы Москвы 1960–1970-х гг.* — свободно стоящие здания не образуют чётких границ, пространство визуально и функционально раскрыто. Плоскостность: *Фасадная застройка центральных улиц Санкт-Петербурга* — архитектура ориентирована на фронтальное восприятие, композиция читается преимущественно в одной плоскости. Глубинность: *Ансамбль Московского Кремля* — пространственная структура раскрывается через последовательность дворов, проходов и перспектив, формируя многоплановое восприятие глубины. Множественность**:** *Исторический центр Самарканда* — архитектурные объекты формировались в разные периоды, каждый элемент сохраняет самостоятельность, ансамбль складывается фрагментарно. Единство**:** *Проспект Независимости в Минске* — застройка подчинена единому композиционному замыслу, масштабу и ритму, формируя целостный архитектурный образ. Ясность: *Регулярная планировка центра Астаны* — чёткая геометрия, понятная иерархия осей и пространств обеспечивает однозначное считывание формы. Неясность: *Жилая застройка позднесоветского периода в крупных городах СССР* — размытая композиция, отсутствие доминирующих акцентов и читаемой структуры затрудняют целостное восприятие среды.

Категории Г. Вельфлина не претендуют на абсолютную и всеобщую характеристику архитектурной формы; их выбор весьма субъективен. Н.А. Ладовский считал, что “архитектор должен быть хотя бы элементарно знаком с законами восприятия и средствами

воздействия, чтобы в своем мастерстве использовать всё, что может дать современная наука".

2. Рассмотрим те аспекты восприятия архитектуры, которые обусловлены субъектом восприятия — человеком, как биологические, так и социальные [4]. К объективным факторам, связанным с субъектом восприятия, можно отнести антропологические и психофизиологические особенности, характерные для всех людей [5]. Ограничения зрения и восприятия человеческого лица и фигуры человека, зависящие от дистанции наблюдения, накладывают свой отпечаток на восприятие пространства различных размеров. Так, по наблюдениям Спрейрегена, городские пространства, размеры которых не превышают 25 м, вызывают ощущение интимности, так как в пределах этого расстояния мы имеем возможность узнавать лица людей и даже различать выражение их лица. Расстояние до 2,5 м является обычной разговорной дистанцией, когда мы можем говорить обычным голосом и улавливать оттенки речи и выражения лица, сопровождающие разговор.

Экспериментально установлено что основная часть всей зрительной информации строится на восприятии контурных линий. Линия контура всегда более яркая, она бросается в глаза. Глаз улавливает ее быстрее, так как она несет самую важную информацию. Эго положение экспериментально установлено для двухмерных объектов и не может быть безоговорочно перенесено на трехмерные структуры. Поэтому контурная линия архитектурных объектов играет роль в основном при восприятии панорам. Гропиус приводит следующие наблюдения, связанные с физиологическим воздействием цвета. Если стоять на равном расстоянии от красного и голубого предмета, то красный кажется ближе. Зелёный цвет заставляет людей чувствовать холод, и стенографистки, работающие в зелёных помещениях, становятся жертвами психосоматических простуд, от которых они быстро избавляются, так же, как и от своих свитеров, когда вместо изменения температуры их стулья покрывают оранжевыми чехлами или на окна вешают оранжевые занавески. Телефонный звонок, звенящий в белой будке, покажется громче, чем тот же звук в тёмном помещении, потому что белый цвет визуально усиливает ощущение пространства, чистоты и отражения. Светлая поверхность как будто делает звук более резким и ясным, тогда как тёмные цвета психологически «поглощают» часть его остроты, создавая ощущение приглушённости и глубины [6].

3. Пропорции воздействуют на настроение человека и его эмоции [7]. Однако необходимо учитывать, что реальные условия восприятия архитектуры вносят порой значительные коррективы в математические принципы измерения пропорций (в ортогональных чертежах — планах, фасадах, разрезах и т. д.). Математический расчёт не полностью совпадает с оптическим впечатлением. При движении зрителя видимые пропорции постоянно изменяются или искажаются по сравнению с ортогональным изображением, воспринимаемым с одной точки зрения.

Чтобы работать на градостроительную стратегию, реальный свод показателей качества должен удовлетворять следующим требованиям: — Это должны быть характеристики прежде всего пространственной формы города, учитывающие, в обобщённом виде, особенности человека и культуры. В той мере, в какой ценностный аспект избранных характеристик меняется при переходе от одной культуры к другой, соответствующая зависимость должна быть ясно обозначена. Сам же показатель и способ его применения должны оставаться неизменными. — Процессы построения архитектурных объектов сопряжены с требованиями естественной геометрии пространства, но архитектурными они становятся благодаря проявлению человеческого фактора. Главным из них является способность человека ориентироваться в пространстве и создавать искусственное окружение в соответствии с этой способностью.

Выводы: таким образом, рассмотренные аспекты позволяют сделать вывод о том, что ориентация в пространстве, понимание назначения и связей составляющих её элементов, а также умение пользоваться ими представляют собой своеобразный алгоритм мышления, имеющий глубинную, подсознательную, врождённую и внекультурную психологическую основу. Следует осознавать неизбежность корректировки отдельных положений «соглашения» в соответствии с условиями развития общества. Обсуждая вопросы того, как

человек ориентируется в пространстве, какие психические и физиологические способности позволяют ему адекватно воспринимать окружение и активно воздействовать на него, следует уточнить, как эти способности могут быть объяснены с позиций мышления человека и особенностей его физиологии. Мыслительные механизмы, отвечающие за ориентацию в пространственном окружении, складывались на самых ранних стадиях развития живых существ. В равной степени это касается и человека. Они настолько глубоко «встроены» в психику, что основная работа этих механизмов осуществляется на уровне бессознательных, врождённых способностей, а интеллект лишь частично вмешивается в их работу. Мы не смогли бы ориентироваться в окружении и использовать пространственные свойства, если бы не приняли некую систематизацию пространственных составляющих, обусловленную бессознательно принятым «соглашением».

Список литературы

1. Шубенков, М.В. СТРУКТУРА АРХИТЕКТУРНОГО ПРОСТРАНСТВА /М.В. Шубенков Автореферат - М. 2006.
2. Степанов, А.В. Архитектура и психология. / А.В. Степанов, Г.И. Иванова Г.И., Н.Н. Нечаев - М. 1993.
3. Иконников, А.В. Эстетические ценности предметно-пространственной среды. / А.В. Иконников А.В. – М. 1990.
4. Беляева, Е.Л. Архитектурно-пространственная среда города как объект зрительного восприятия / Е.Л. Беляева - М. 1977.
5. Норенков, С. В. Архитектоны антропоморфологии автора: психология архитектурно - пространственной среды/учеб. пособие / С. В. Норенков, В. В. Шилин, Е. С. Крашенинникова – Нижний Новгород, ННГАСУ, 2018 г.
6. Иоханнес Иттен Искусство цвета / Иоханнес Иттен – Германия, 1961.
7. Забельшанский, Г.Б. Архитектура и эмоциональный мир человека / Г.Б. Забельшанский, Г.Б. Миневрин Г.Б. – М. 1985.

УДК 711.631:711.12

Т. С. Кенешов, А. Т. Тилеков
И. Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы
КГТУ им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика

T. S. Keneshov, A. T. Tilekov
I. Razzakov KSTU, Bishkek, Kyrgyz Repulic
tkeneshov@mail.ru, aidartilekov09@gmail.com

СОЦИАЛЬНО-КУЛЬТУРНЫЕ ПОТРЕБНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ И АРХИТЕКТУРНО-ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫЕ ПОДХОДЫ В ФУНКЦИОНИРОВАНИИ И В РАЗВИТИИ ЖИЛОГО МАССИВА "РУХИЙ МУРАС"

КАЛКТЫН СОЦИАЛДЫК-МАДАНИЙ КЕРЕКТӨӨЛӨРҮ ЖАНА «РУХИЙ МУРАС» ТУРАК ЖАЙ КОМПЛЕКСИНИН ИШТЕШИНДЕ ЖАНА ӨНҮГҮҮСҮНДӨГҮ АРХИТЕКТУРАЛЫК ЖАНА ШААР КУРУУ МАМИЛЕЛЕРИ

SOCIO-CULTURAL NEEDS OF THE POPULATION AND ARCHITECTURAL AND URBAN PLANNING APPROACHES IN THE FUNCTIONING AND DEVELOPMENT OF THE RESIDENTIAL AREA "RUKHIY MURAS"

Макалада ири шаарлардын түзүмүндөгү жеке турак жай курулушунун иштешинин негизги мыйзам ченемдүүлүктөрү каралат. Өзгөчө көңүл аймактык пландаштыруу, транспорттук инфраструктураны уюштуруу, жер ресурстарын сарамжалдуу пайдалануу, инженердик коммуникациялар менен камсыз кылуу жана шаардык чөйрөнүн экологиялык туруктуулугун сактоо маселелерине бурулат. Изилдөөнүн теориялык негизин шаар куруу тармагындагы ата мекендик жана чет өлкөлүк окумуштуулардын, атап айтканда М. Я. Габрелдин, Кевин Линчтин жана Ян Гейлдин эмгектери түздү. Алардын илимий ыкмалары жеке турак жай курулушу жайгашкан райондорду калктын жашоо сапатына олуттуу таасир этүүчү шаардык түзүмдүн маанилүү элементи катары кароого мүмкүндүк берет. Изилдөөнүн жыйынтыгында заманбап шаарлардагы жеке турак жай курулушу аймактарынын тең салмактуу өнүгүшүнө өбөлгө түзгөн, адамга багытталган, ыңгайлуу жана туруктуу жашоо чөйрөсүн калыптандыруунун негизги принциптери аныкталды.

Түйүндүү сөздөр: *жеке турак жай курулушу, шаардык чөйрө, аймактык пландаштыруу, транспорттук инфраструктура, инженердик камсыздоо, туруктуу өнүгүү, экологиялык туруктуулук, калктын жашоо сапаты.*

В статье исследуются базовые закономерности функционирования индивидуальной жилой застройки в структуре крупных городов. Особое внимание уделяется вопросам территориального планирования, организации транспортных связей, оптимизации плотности застройки, обеспеченности инженерными коммуникациями и сохранению экологического баланса. Теоретической основой исследования послужили труды известных ученых-градостроителей, таких как М. Я. Габрель, Кевин Линч и Ян Гейл, идеи которых позволяют рассматривать индивидуальные жилые районы как важный элемент городской среды. В результате исследования определены основные подходы к созданию комфортной, устойчивой и ориентированной на потребности человека среды проживания, обеспечивающей гармоничное развитие территорий индивидуальной жилой застройки.

Ключевые слова: *индивидуальная жилая застройка, городская среда, территориальное планирование, транспортная инфраструктура, устойчивое развитие, экологическое равновесие.*

The article examines the main patterns of functioning of individual residential development within the structure of major cities. Particular attention is paid to issues of spatial planning, transportation infrastructure organization, rational land use, provision of engineering utilities, and maintenance of the ecological sustainability of the urban environment. The theoretical basis of the study is formed by the works of domestic and foreign scholars in the field of urban planning, particularly M. Ya. Gabrel, Kevin Lynch, and Jan Gehl. Their scientific approaches make it possible to consider areas of individual residential development as an important element of the urban structure that significantly influences the quality of life of the population. The study identifies the key principles for creating a comfortable, sustainable, and people-oriented residential environment that contributes to the balanced development of individual residential development areas in modern cities.

Key words: *individual residential development, urban environment, spatial planning, transportation infrastructure, engineering services, sustainable development, ecological sustainability, quality of life.*

Введение. В современных условиях жилой массив перестает рассматриваться только как совокупность спальных мест. Статья исследует трансформацию городской среды в ответ на запросы населения на самореализацию, социальное взаимодействие и культурный досуг в шаговой доступности.

1. Социально-культурные потребности как драйвер проектирования.

Современный горожанин испытывает дефицит «третьих мест» (пространств между домом и работой). Ключевые потребности включают:

Социальная интеграция: Запрос на пространства для общения (соседские центры, коворкинги).
Культурная идентичность: Потребность в уникальном облике района, сохранении локальной истории и создании арт-объектов.
Рекреация и здоровье: Доступ к качественным зеленым зонам, спортивным площадкам и зонам тишины.

ЖИЛОЙ МАССИВ.

- Транспортная система
  - Дороги
  - Тротуары
  - Остановки
- Социальная инфраструктура
  - Школы
  - Детские сады
  - Клубы
- Экологическая среда
  - Озеленение
  - Парки
  - Скверы
- Инженерная инфраструктура
  - Водоснабжение
  - Канализация
  - Освещение

2. Архитектурно-градостроительные подходы.

Для удовлетворения этих потребностей применяются следующие стратегии:
Полицентричность и «15-минутный город»: Децентрализация культурных функций. Создание локальных подцентров внутри жилых массивов, что снижает нагрузку на исторический центр города.
Смешанное использование (Mixed-use development): Интеграция жилой застройки с коммерческими, образовательными и культурными объектами на уровне первых этажей или отдельных блоков.
Партисипаторное проектирование (Соучаствующее проектирование): Вовлечение жителей в процесс планирования дворов и скверов, что гарантирует соответствие среды реальным запросам сообщества.
Гибкость и адаптивность пространств: Проектирование площадей и залов-трансформеров, которые могут менять функцию: утром — рынок или коворкинг, вечером — площадка для лекций или кинопоказа.

3. Эволюция жилой среды.

Развитие жилого массива сегодня идет по пути создания социокультурного кластера, где архитектура выступает не просто как оболочка, а как сценарий для социальной жизни.
Традиционный подход: Акцент на плотность застройки и инсоляцию.
Современный подход: Акцент на сценарии поведения, психологический комфорт и развитие локальных сообществ.

Физиологические потребности
(жильё, вода, тепло)
|
▼
Безопасность

(дороги, освещение)
↓
Социальное общение
(дворы, площадки)
↓
Культурный досуг
(клубы, библиотеки)
↓
Самореализация
(спорт, творчество,
общественная активность)

Теоретические основы.

Рисунок 8 - Использование геоинформационных систем для анализа и управления развитием жилых массивов

Геоинформационные системы (ГИС) жилых массивов Бишкека в 2025 году представляют собой комплекс цифровых карт и баз данных, направленных на интеграцию этих территорий в единую городскую инфраструктуру.

Ключевые системы и проекты.

Интерактивная карта жилмассивов: Мэрии Бишкека передана специализированная электронная карта таких массивов, как Ак-Тилек, Ак-Бата, Ак-Ордо, Жениш, Колмо, Калыс-Ордо, Мурас-Ордо, Рухий-Мурас и Эне-Сай. Она содержит открытые демографические данные и информацию о социальной инфраструктуре.

ГИС-портал «Бишкекглавархитектуры»: Система (доступна по адресу gis.gpi.kg) используется для инвентаризации схем застройки и мониторинга градостроительных изменений.

Электронный Генплан 2050: В декабре 2025 года было объявлено о разработке цифровой версии Генерального плана города до 2050 года, которая будет включать детальные слои по всем жилым массивам.

Карта строящихся объектов: функционирует интерактивная карта, на которой отображаются объекты, возводимые в жилмассивах (школы, детсады, амбулатории).

Назначение и функционал.

Инвентаризация и учет: ГИС используются для уточнения границ участков и проведения инвентаризации в рамках административно-территориальной реформы (присоединение сел Аламудунского и Сокулукского районов).

Инфраструктурное планирование: На основе ГИС-данных планируется газификация (например, массивов Эне-Сай, Арча-Бешик, Селекционное) и развитие водоснабжения.

Международный опыт.

Например, опыт Барселоны и Копенгагена, где транзитное движение транспорта ограничено. Приоритет отдается пешеходным зонам, велодорожкам и концепции «суперкварталов».

Проблемы.

1**. Инфраструктурный дефицит.**

Социальные объекты: Одной из главных проблем остается нехватка школ и детских садов, что вынуждает жителей обращаться к властям за решением этого вопроса.

Транспортная доступность: часто массовая застройка ведется без учета необходимой дорожной сети и парковочных мест, что приводит к перегрузке существующих дорог и пробкам.

Коммунальные сети: Высокая степень износа существующих инженерных систем и недостаточные темпы их обновления (требуется замена около 5% сетей ежегодно для поддержания системы) создают риски аварий в новых районах.

2. Градостроительные и правовые конфликты.

Нарушение генпланов: Застройка многоэтажками территорий с плотной усадебной застройкой (частным сектором) часто признается незаконной и вызывает протесты жителей.

Отсутствие документации: Распространенными ошибками являются строительство без грамотного проекта, неточности в межевании и ошибки в кадастровых документах, что ведет к отказам в разрешении на строительство.

Перспективы.

Инфраструктурные инвестиции: В Бишкеке, например, на развитие инфраструктуры жилмассивов в 2025 году выделяются значительные бюджетные средства (около 150 млн сомов).

Реновация: Снос ветхого и аварийного жилья для создания современных кварталов с продуманной логистикой.

Новые генпланы: разрабатываются долгосрочные стратегии развития (например, проект генплана Бишкека до 2050 года), которые включают интеграцию жилмассивов в городскую среду и их возможное присоединение к микрорайонам.

Утверждение схем застройки: для решения проблем с собственностью подготавливаются детальные схемы застройки (в Бишкеке — 88 схем в начале 2025 года), что позволяет гражданам узаконить недвижимость.

2006
Индивидуальная застройка
↓
2010–2020
Инженерные сети
↓
2021–2025
Школы и соцобъекты
↓
2026–2035
Транспорт + общественные центры
↓
2050
Полноценный городской район

Список литературы

1. Габрель М. Я. Основы градостроительства и территориального планирования. – Киев: Логос, 2018. – 432 с.

2. Линч К. Образ города / пер. с англ. – М.: Стройиздат, 1982. – 328 с.
3. Гейл Я. Города для людей / пер. с англ. – М.: Альпина Паблишер, 2019. – 276 с.
4. Jacobs J. The Death and Life of Great American Cities. – New York: Random House, 1961. – 458 p.
5. Gehl J. Cities for People. – Washington: Island Press, 2010. – 288 p.
6. Montgomery C. Happy City: Transforming Our Lives Through Urban Design. – New York: Farrar, Straus and Giroux, 2013. – 368 p.
7. Кудрявцев О. К. Градостроительное планирование населенных мест. – М.: Архитектура-С, 2017. – 312 с.
8. Закон Кыргызской Республики «О градостроительстве и архитектуре Кыргызской Республики».
9. Национальный статистический комитет Кыргызской Республики. Демографический ежегодник Кыргызской Республики. – Бишкек, 2025.
10. Генеральный план города Бишкек до 2050 года. – Бишкек, 2025.
11. Материалы Департамента архитектуры и градостроительства мэрии города Бишкек по развитию жилых массивов. – Бишкек, 2025.
12. Материалы по развитию жилого массива «Рухий Мурас». – Бишкек, 2024–2025.
13. Концепция «15-минутного города» в современном градостроительстве // Urban Studies Journal. – 2023. – № 5. – С. 45–58.
14. Использование геоинформационных систем в управлении городскими территориями // Вестник строительства и архитектуры. – 2024. – № 3. – С. 21–34.
15. Программа социально-экономического развития города Бишкек на 2025–2035 годы. – Бишкек, 2025.

УДК 711.4:721.012.2(575.2-25)

Т. С. Кенешов, Э. М. Сыдыкбеков
И. Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы
КГТУ им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика

T. S. Keneshov, E. M. Sydykbekov
I. Razzakov KSTU, Bishkek, Kyrgyz Republic
tkeneshov@mail.ru, 21solin@mail.ru

ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ И ПЕРСПЕКТИВЫ ОСВОЕНИЯ ПОДЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА ГОРОДА БИШКЕК

БИШКЕК ШААРЫНЫН ЖЕР АСТЫНДАГЫ МЕЙКИНДИГИН ӨЗДӨШТҮРҮҮНҮН ШААР КУРУУЧУЛУК ПОТЕНЦИАЛЫ ЖАНА ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ

URBAN PLANNING POTENTIAL AND PROSPECTS OF UNDERGROUND SPACE DEVELOPMENT IN BISHKEK CITY

Макалада Бишкек шаарынын борбордук бөлүгүндөгү тыгыз курулуштарды жана бош аймактардын тартыштыгын эске алуу менен жер астындагы мейкиндикти өздөштүрүүнүн негизги мыйзам ченемдүүлүктөрү жана шаар куруучулук потенциалы каралат. Өзгөчө көңүл учурдагы кырдаалды талдоого (унаа токтотуучу жайлар, соода борборлору, жөө жүргүнчүлөр өтүүчү өтмөктөр) жана биринчи кезекте жер астына көчүрүлүүгө тийиш болгон объекттердин түрлөрүн илимий-пландаштыруу негиздөөгө бурулат. Изилдөөнүн теориялык негизин Кыргыз ССРинин Госстройунун Курулуш жана

архитектура институтунун көрүнүктүү окумуштуу-шаар куруучусу И. П. Спектордун эмгектери түздү. Анын мейкиндиктик көп яруструулук концепциялары борбор калаанын заманбап транспорттук жана экологиялык көйгөйлөрүн чечүүгө мүмкүндүк берет. Изилдөөнүн жыйынтыгында шаардык тутумдун туруктуу өнүгүүсүн камсыз кылган жер астындагы урбанизациянын функционалдык-мейкиндиктик моделдери жана артыкчылыктары аныкталды.

Түйүндүү сөздөр: *жер астындагы урбанизация, шаардык чөйрө, аймактык пландаштыруу, транспорттук инфраструктура, И. П. Спектор, көп яруструу шаар, туруктуу өнүгүү.*

В статье исследуются базовые закономерности и градостроительный потенциал освоения подземного пространства центральной части города Бишкек в условиях плотной уплотняющейся застройки и дефицита свободных наземных территорий. Особое внимание уделяется анализу текущей ситуации (паркинги, ТРЦ, пешеходные переходы) и научно-планировочному обоснованию категорий объектов, подлежащих первоочередному переносу в подземную среду. Теоретической основой исследования послужили труды выдающегося ученого-градостроителя Киргизской ССР И. П. Спектора (НИИСА Госстроя Киргизской ССР), чьи концепции пространственной многоярусности позволяют решать современные транспортно-экологические проблемы столицы. В результате определены функционально-пространственные модели и приоритеты подземной урбанизации, обеспечивающие устойчивое развитие городской системы.

Ключевые слова: *подземная урбанизация, городская среда, территориальное планирование, транспортная инфраструктура, И. П. Спектор, многоярусный город, устойчивое развитие.*

The article examines the fundamental patterns and urban planning potential of underground space development in the central area of Bishkek city under the conditions of dense infill development and shortage of free above-ground land resources. Particular attention is paid to the analysis of the current situation (parking lots, shopping malls, pedestrian crossings) and the scientific planning substantiation of facility categories to be relocated underground as a matter of priority. The theoretical framework of the study is based on the research works of the prominent urban planner of the Kyrgyz SSR, I. P. Spektor (Research Institute of Construction and Architecture of the Gosstroy of the Kyrgyz SSR), whose concepts of spatial multi-tiered development help to address contemporary transportation and environmental challenges of the capital. As a result, functional-spatial models and priorities of underground urbanization contributing to the sustainable development of the urban system are identified.

Key words: *underground urbanization, urban environment, spatial planning, transportation infrastructure, I. P. Spektor, multi-tiered city, sustainable development.*

Введение. В современных условиях крупный мегаполис перестает рассматриваться только в границах плоскостного, земного измерения. Настоящая статья исследует трансформацию пространственной структуры Бишкека в ответ на критические вызовы современности: дефицит свободных территорий, транспортный коллапс и ухудшение экологического баланса. Развитие столицы требует перехода от хаотичного плоскостного уплотнения к формированию объемно-пространственного, многоярусного города.

1. Подземный потенциал как драйвер модернизации ТПУ.

Современный Бишкек испытывает острый инфраструктурный дефицит, выраженный в отсутствии свободных пятен застройки для организации парковочного пространства и расширения улично-дорожной сети (УДС). Ключевые дисбалансы городской среды включают:

- **Транспортный тупик:** Занятость до 40% профиля магистральных улиц припаркованным автотранспортом, падение скорости потока в часы пик до критических показателей.
- **Пешеходная деградация:** Разрыв непрерывности пешеходных связей, превращение тротуаров в стихийные стоянки, низкая пропускная способность существующих подземных переходов.
- **Экологический кризис:** Рост уровня загазованности приземного слоя воздуха из-за стагнации автотранспортных потоков в заторах.

ПОДЗЕМНАЯ УРБАНИЗАЦИЯ БИШКЕКА │
├── Транспортная система │ ├── Перехватывающие многоярусные паркинги │ ├── Транзитные автодорожные тоннели │ └── Развязки в разных уровнях │
├── Общественно-коммерческая среда │ ├── Пешеходные торговые пассажи │ ├── Интегрированные ТРЦ (цокольные ярусы) │ └── Объекты бытового обслуживания │
├── Инженерный каркас │ ├── Совмещенные коммуникационные коллекторы │ ├── Системы подземного дренажа и водоотвода │ └── Энергоподстанции глубокого заложения │
└── Логистический сектор
├── Подземные склады ритейла
└── Распределительные терминалы

2. Архитектурно-градостроительные подходы и наследие И. П. Спектора.

Для решения обозначенных проблем в рамках отечественной градостроительной школы еще в 1980-х годах были заложены мощные теоретические основы. Особое место занимают исследования **Иосифа Петровича Спектора**, заведующего лабораторией градостроительства и архитектуры НИИ строительства и архитектуры Госстроя Киргизской ССР.

В своих ключевых трудах («*Современные тенденции освоения городского подземного пространства*», 1984; «*Архитектурно-планировочная организация подземного пространства в городских промышленных районах*», 1984) И. П. Спектор отстаивал концепцию **глубинной многоярусной структуры города**. В своей известной полемической работе *«Не хочу быть кротом...»* (1982 г.) он научно обосновал методы преодоления психологического дискомфорта человека в подземной среде посредством внедрения «световых колодцев», открытых атриумов и террасных патио, связывающих подземные пешеходные пассажи с наземными скверами и площадями.

Кроме того, И. П. Спектор доказал, что для высокосейсмичных регионов (Чуйская долина, 9 баллов) подземные сооружения замкнутого монолитно-коробчатого типа обладают значительно большей конструктивной устойчивостью, чем надземные высотные здания, так как они воспринимают сейсмические колебания синхронно с грунтовым массивом.

3. Эволюция пространственной структуры центра Бишкека.

Развитие центральных планировочных районов Бишкека сегодня должно следовать принципу функционального расслоения ярусов.

- **Традиционный подход (советский и постсоветский плоскостной):** Размещение всех функций на дневной поверхности, фрагментарное строительство изолированных подземных переходов.
- **Современный многоярусный подход:** Создание единого непрерывного подземно-надземного урбанизированного каркаса, где земля возвращается пешеходам и зеленым насаждениям.

Физиологический комфорт (изоляция от смога и климатических экстремумов)
│
▼
Безопасность (сейсмостойкие подземные конструкции, разделение потоков)
│

▼
Социальная коммуникация (разветвленные подземные пассажи, ТПУ)
│
▼
Культурно-торговый досуг (интегрированные многофункциональные галереи)
│
▼
Экологическая самореализация (освобождение поверхности земли под парки и скверы)

Теоретические основы и графические схемы-модели

Для оптимизации пространственной структуры центрального ядра Бишкека нами разработаны две принципиальные функционально-пространственные схемы-модели КОПП (Комплексного освоения подземного пространства).

```
[НАЗЕМНЫЙ ЯРУС (ДНЕВНАЯ ПОВЕРХНОСТЬ) ]
+-------------------------------------------------------+
| Пешеходный бульвар / Сквер с открытыми зелеными зонами |
| [Атриум / Световой фонарь] ---> Проникновение инсоляции |
+-------------------------------------------------------+
|
================== Линия дневной поверхности ==================
|
[ПОДЗЕМНЫЙ ЯРУС I (Глубина -3.0 м)]
+-------------------------------------------------------+
| Торгово-пешеходная галерея, фуд-корты, кассы, инфо-зоны |
| <--- Пешеходные тоннели к остановкам транспорта --->    |
+-------------------------------------------------------+
|
[ПОДЗЕМНЫЙ ЯРУС II (Глубина -6.5 м)]
+-------------------------------------------------------+
| Механизированный перехватывающий паркинг (для легковых) |
| Въездные/выездные рампы вынесены за пределы пешеходной |
| зоны (на второстепенные улицы).                        |
+-------------------------------------------------------+
|
[ПОДЗЕМНЫЙ ЯРУС III (Глубина -10.0 м)]
+-------------------------------------------------------+
| Транзитный автодорожный тоннель / Магистральные сети    |
| Технические коммуникационные коллекторы совмещенного типа|
+-------------------------------------------------------+
```

Рисунок 1 - Поперечный профиль многоярусного ТПУ «Центр» (Модель И. П. Спектора)

```
[Заводской район / Западный узел]
|
v
+-------------------------------+
| Подземные логистические склады|
| и распределительные терминалы |
+-------------------------------+
|
| (Грузовой тоннель)
v
+-------------------------------------------------------+
```

```
|                МАГИСТРАЛЬНЫЙ ТОННЕЛЬ                |
|   (Транзитный проезд под проспектом Чуй / Манаса)    |
+-------------------------------------------------------+
                |                          |
                v                          v
+----------------------+            +----------------------+
| ТПУ "Филармония"     |            |  ТПУ "Площадь Ала-Too"|
| [Подземный паркинг] | <==============> | [Связная подземная   |
| [Пешеходный пассаж] | (Пешеходная | галерея и паркинг] |
+----------------------+   галерея) +----------------------+
                |                          |
            +------------------+------------------+
                              |
                              v
                   [Экологический каркас города]
```

Рисунок 2 - План-схема подземной урбанизации Центрального ядра г. Бишкек

(Освобожденная наземная поверхность:
скверы, фонтаны, велодорожки вместо авто)

Проблемы реализации подземной урбанизации в Бишкеке.

1. **Инфраструктурный и инженерно-геологический дефицит:**
   - *Гидрогеологические ограничения:* Высокий уровень стояния грунтовых вод в северной (нижней) части города требует применения дорогостоящих гидроизоляционных систем замкнутого контура и непрерывного дренажа.
   - *Сейсмический риск:* Необходимость строгого соблюдения СНиПов по сейсмостойкому строительству (9 баллов), что удорожает подземно-строительные работы на 35-45% по сравнению с плоскостными аналогами.
   - *Износ существующих коммуникаций:* Хаотичное заложение старых инженерных сетей, требующее их полной инвентаризации и перекладки в единые проходные коллекторы.
2. **Градостроительные и правовые конфликты:**
   - *Отсутствие законодательной базы:* В Градостроительном кодексе КР слабо разграничены права собственности на «дневную поверхность» участка и на его подземное пространство, что блокирует привлечение частных инвестиций.
   - *Противоречия с Генеральным планом:* Действующие градостроительные схемы долгое время игнорировали подземный ярус, фиксируя лишь плоскостное землепользование.

Перспективы.

- **Цифровизация и ГИС:** Разработка 3D-кадастра подземного пространства Бишкека (в рамках подготовки Электронного Генплана до 2050 года) позволит осуществлять точный мониторинг подземных сооружений и свободных объемов грунта.
- **Инвестиционные программы:** Перенос коммерческих площадей (торговля, паркинги) под землю в районах крупных рынков (Ошский, Орто-Сайский) обеспечит окупаемость проектов за счет высокой плотности потоков.
- **Трансформация УДС:** Создание транзитных тоннелей под проспектом. Чуй разгрузит исторический центр на 30%.

2026
Разработка Комплексной схемы освоения подземного пространства (КСОПП)
↓
2030
Строительство перехватывающих подземных паркингов под ТПУ и площадями
↓

2035
Объединение подземных переходов в единые многофункциональные торговые пассажи
↓
2050
Формирование полноценного многоярусного города (транспорт и склады под землей, парки — на земле)

Заключение. Освоение подземного пространства города Бишкек — это стратегическая необходимость, научно обоснованная в трудах советской киргизской школы градостроительства под руководством И. П. Спектора. Реализация предложенных функционально-пространственных моделей позволит превратить подземную урбанизацию в главный инструмент разгрузки наземной УДС, реабилитации экологической среды и преодоления территориального дефицита столицы.

Список литературы

1. Спектор И. П. Современные тенденции освоения городского подземного пространства. — М.: МГЦНТИ, 1984, вып. 5. — С. 1–5.
2. Спектор И. П. Архитектурно-планировочная организация подземного пространства в городских промышленных районах: Обзорная информация / МГЦНТИ, 1984, вып. 18. — 36 с.
3. Спектор И. П. «Не хочу быть кротом...» — Архитектура, 1982, 15 авг.
4. СНиП КР 30-01-01. Градостроительство. Планировка и застройка городов и поселков городского типа. – Бишкек: Госстрой КР, 2001.
5. Голубев Г. Е. Подземная урбанизация: градостроительные аспекты комплексного освоения подземного пространства. – М.: Стройиздат, 1992. – 252 с.
6. Линч К. Образ города / пер. с англ. – М.: Стройиздат, 1982. – 328 с.
7. Гейл Я. Города для людей / пер. с англ. – М.: Альпина Паблишер, 2019. – 276 с.
8. Закон Кыргызской Республики «О градостроительстве и архитектуре Кыргызской Республики».
9. Генеральный план города Бишкек до 2050 года. – Бишкек, 2025.
10. Материалы Департамента архитектуры и градостроительства мэрии города Бишкек. – Бишкек, 2025.
11. Концепция освоения подземного пространства в современном градостроительстве // Urban Studies Journal. – 2024. – № 2. – С. 14–28.

УДК 711:004.01(575.2)

Т. С. Кенешов, Э. Жамшидбекова
И. Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы
КГТУ им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика

T. S. Keneshov, E. Zhamshidbekova
I. Razzakov KSTU, Bishkek, Kyrgyz Republic
tkeneshov@kstu.kg, nurchikkebekova@gmail.com

РОЛЬ И ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ ИНСТИТУЦИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РАЗРАБОТКОЙ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

ШААР КУРУУ ДОКУМЕНТТЕРИН ИШТЕП ЧЫГУУНУ БАШКАРУУНУН ИНСТИТУЦИОНАЛДЫК СИСТЕМАСЫНЫН НЕГИЗГИ РОЛУ ЖАНА УЮШТУРУУ ПРИНЦИПТЕРИ

THE MAIN ROLE AND PRINCIPLES OF ORGANIZING THE INSTITUTIONAL MANAGEMENT SYSTEM FOR THE DEVELOPMENT OF URBAN PLANNING DOCUMENTATION AND PROJECTS

Бул макалада шаар куруу документациясын жана долбоорлорду иштеп чыгуу процессинде институционалдык башкаруу системасынын ролу каралат. Институционалдык система мамлекеттик органдардын, жергиликтүү өз алдынча башкаруу органдарынын, долбоордук уюмдардын, макулдашуу кызматтарынын, инженердик жана санитардык-экологиялык түзүмдөрдүн, ошондой эле коомдук катышуучулардын өз ара аракеттенүүсү катары түшүндүрүлөт. Макалада шаар куруу документтеринин сапаты бир гана долбоорчунун кесипкөйлүгүнө эмес, башкаруу чечимдеринин мыйзамдуулугуна, макулдашылгандыгына жана ишке ашырылуусуна да байланыштуу экени негизделет. Кыргыз Республикасынын шартында институционалдык башкаруу системасынын комплекстүүлүк, мыйзамдуулук, координация, ачыктык, этаптуулук жана жоопкерчилик принциптери өзгөчө маниге ээ экени көрсөтүлөт.

Түйүндүү сөздөр: *шаар куруу документтери, институционалдык система, башкаруу, жергиликтүү өз алдынча башкаруу, башкы план, долбоордук чечимдер, Кыргыз Республикасы.*

В статье рассматривается основная роль институциональной системы управления разработкой градостроительной документации и проектов. Институциональная система раскрывается как совокупность государственных органов, органов местного самоуправления, проектных организаций, согласующих служб, инженерных, санитарно-экологических и общественных участников, обеспечивающих подготовку, согласование, утверждение, реализацию и мониторинг градостроительных решений. Обосновывается, что качество градостроительной документации зависит не только от научной и проектной проработки территории, но и от согласованности действий всех субъектов управления. Особое внимание уделяется условиям Кыргызской Республики, где разработка генеральных планов населенных пунктов требует усиления межведомственной координации, нормативной определенности, участия местных сообществ и связи проектных решений с программами социально-экономического развития.

Ключевые слова: *градостроительная документация, институциональная система, управление, местное самоуправление, генеральный план, согласование, территориальное развитие, Кыргызская Республика.*

The article examines the main role of the institutional management system in the development of urban planning documentation and projects. The institutional system is considered as a set of state bodies, local self-government authorities, design organizations, coordinating agencies, engineering, sanitary-environmental and public stakeholders involved in the preparation, approval, implementation and monitoring of urban planning decisions. The paper argues that the quality of urban planning documentation depends not only on scientific and design analysis of the territory, but also on the coordinated interaction of all management actors. Special attention is paid to the conditions of the Kyrgyz Republic, where the development of master plans for settlements requires stronger interdepartmental coordination, legal clarity, public participation and integration of planning decisions with socio-economic development programs.

Key words: *urban planning documentation, institutional system, management, local self-government, master plan, coordination, spatial development, Kyrgyz Republic.*

Введение. Современная градостроительная деятельность представляет собой сложный процесс, в котором научный анализ, проектирование, правовое регулирование, экономическое планирование и управленческая реализация должны быть объединены в единую систему. Разработка генеральных планов, проектов детальной планировки, схем территориального развития и иных градостроительных документов не может рассматриваться только как техническая работа по составлению чертежей и расчетных материалов. Она требует устойчивой институциональной организации, поскольку каждый проект затрагивает земельные отношения, инженерную инфраструктуру, экологическую безопасность, социальные потребности населения, интересы местного самоуправления и стратегические задачи государства [7–10].

Актуальность темы определяется тем, что в Кыргызской Республике вопросы пространственного развития населенных пунктов приобретают особое значение. Рост городов, расширение пригородных зон, необходимость обновления генеральных планов, повышение требований к инженерной обеспеченности и экологической устойчивости требуют не только качественного предпроектного анализа, но и эффективной системы управления разработкой градостроительной документации. В государственной программе разработки генеральных планов населенных пунктов Кыргызской Республики на 2026–2030 годы указана необходимость разработки и утверждения генеральных планов для 1333 населенных пунктов, включая города и сельские населенные пункты [6]. Это подчеркивает масштаб задачи и необходимость институционального согласования действий различных субъектов управления.

Целью исследования является определение основной роли и принципов организации институциональной системы управления разработкой градостроительной документации и проектов в условиях территориального развития населенных пунктов Кыргызской Республики.

Задачи исследования: раскрыть содержание институциональной системы управления в градостроительной деятельности; определить роль государственных органов, местного самоуправления, проектных организаций и согласующих служб; выявить основные организационные проблемы разработки градостроительной документации; обосновать принципы эффективной институциональной организации; показать связь институционального управления с предпроектным анализом, проектированием, реализацией и мониторингом градостроительных решений.

Объектом исследования является система разработки градостроительной документации и проектов населенных пунктов. Предметом исследования выступают институциональные принципы, формы взаимодействия и организационно-управленческие механизмы, обеспечивающие подготовку, согласование, утверждение и реализацию градостроительных решений.

Методологическую основу статьи составляют системный, институциональный, нормативно-правовой, сравнительно-аналитический и структурно-функциональный подходы. Использование системного подхода позволяет рассматривать градостроительную документацию не как отдельный проектный продукт, а как результат взаимодействия нормативных, управленческих, территориальных, инженерных и социально-экономических факторов.

Основное содержание исследования. Институциональная система управления разработкой градостроительной документации представляет собой совокупность субъектов, полномочий, процедур, норм и организационных связей, через которые осуществляется подготовка и реализация градостроительных проектов. В эту систему входят государственные органы, уполномоченные в сфере строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства; органы местного самоуправления; заказчики градостроительной документации; проектные и научно-исследовательские организации; инженерные, санитарные, экологические, земельные и иные согласующие службы; а также население и общественные участники процесса [1, 2, 4].

Основная роль институциональной системы заключается в обеспечении законности, согласованности и реализуемости градостроительной документации. Законность означает, что проектные решения должны разрабатываться в соответствии с действующими законами, строительными нормами, градостроительными регламентами и установленными процедурами. Согласованность означает необходимость увязки решений между различными уровнями управления и отраслевыми службами. Реализуемость предполагает связь проектных предложений с земельными ресурсами, инженерными возможностями, финансовыми механизмами, программами социально-экономического развития и фактическими потребностями населения [1–4].

В настоящем исследовании институциональная система определяется как организационная основа, обеспечивающая переход от предпроектного анализа к проектному решению и далее к практической реализации. Если предпроектный анализ отвечает на вопрос о состоянии территории, ее проблемах, ограничениях и потенциале развития, то институциональная система отвечает на вопрос о том, кто, в какой последовательности и на каком правовом основании принимает решения, согласует проект, обеспечивает его утверждение и контролирует выполнение. Следовательно, без институционального механизма даже научно обоснованная градостроительная документация может остаться нереализованной [7, 8, 10].

Государственные органы в данной системе выполняют нормативно-регулирующую и координационную функцию. Они определяют общие требования к градостроительной деятельности, утверждают нормативные документы, регулируют состав и порядок разработки градостроительной документации, обеспечивают контроль за соблюдением государственных интересов, требований безопасности, инженерной обеспеченности и устойчивого территориального развития. Закон Кыргызской Республики «О градостроительстве и архитектуре Кыргызской Республики» и Закон «Об основах градостроительного законодательства Кыргызской Республики» формируют правовую основу градостроительного регулирования, устанавливая общие принципы и полномочия участников процесса [1–4].

Органы местного самоуправления являются ключевым звеном институциональной системы, поскольку они непосредственно связаны с территорией, населением, земельными вопросами, местными программами развития и текущими проблемами населенного пункта. Именно на местном уровне проявляются реальные потребности в социальных объектах, инженерной инфраструктуре, транспортных связях, благоустройстве, общественных пространствах и рациональном использовании земель. Поэтому органы местного самоуправления должны не только выступать заказчиками разработки генеральных планов и проектов детальной планировки, но и обеспечивать сбор исходных данных, организацию общественных обсуждений, взаимодействие с проектировщиками, согласование решений с населением и последующий контроль за реализацией документации [1, 2, 5, 6, 11].

Проектные организации обеспечивают научно-аналитическую, графическую, расчетную и методическую сторону разработки градостроительной документации. Их задача состоит в проведении предпроектного анализа, изучении природно-экологических, инженерно-технических, функционально-планировочных, санитарно-гигиенических и социально-экономических условий, разработке проектной модели развития территории и формировании обоснованных предложений. Однако проектировщик не может действовать изолированно. Качество проекта зависит от полноты исходных данных, своевременного получения технических условий, согласованности с отраслевыми службами и наличия четкого задания на проектирование [7–10, 13].

Согласующие органы и инженерные службы выполняют функцию проверки проектных решений по отраслевым требованиям. К ним относятся структуры, связанные с водоснабжением, водоотведением, электроснабжением, транспортом, санитарной безопасностью, охраной окружающей среды, земельными отношениями, чрезвычайными ситуациями и охраной культурного наследия. Их участие необходимо для того, чтобы

градостроительная документация была не только композиционно и функционально обоснованной, но и технически выполнимой. На практике слабая координация между проектировщиками и согласующими службами часто приводит к затягиванию сроков, противоречиям в материалах и необходимости повторной корректировки документации [3, 4].

Важным элементом институциональной системы является общественное участие. Градостроительная документация определяет развитие территории, на которой проживает население, поэтому учет общественных интересов является необходимым условием легитимности проектных решений. Общественные слушания позволяют выявить локальные проблемы, которые не всегда отражены в статистических или картографических данных: неудобные транспортные связи, дефицит социальных объектов, конфликтное использование земель, проблемы водоснабжения, отсутствие общественных пространств и другие вопросы повседневной среды. При этом общественное участие должно быть организовано не формально, а как реальный механизм обратной связи между населением, органами управления и проектировщиками [1, 2, 5, 12].

Институциональная система управления должна охватывать весь жизненный цикл градостроительной документации. На первом этапе формируется заказ и техническое задание. На втором этапе осуществляется сбор исходных данных и предпроектный анализ. На третьем этапе разрабатываются проектные решения. На четвертом этапе проводится межведомственное согласование и общественное обсуждение. На пятом этапе документация утверждается в установленном порядке. На шестом этапе начинается реализация решений через программы развития, бюджетное планирование, инженерные проекты и регулирование землепользования. На седьмом этапе необходим мониторинг, позволяющий оценить, насколько фактическое развитие территории соответствует утвержденной документации [4, 10].

В современных условиях особое значение приобретает цифровизация институционального управления. Использование геоинформационных систем, электронных кадастров, цифровых топографических основ, баз данных инженерных сетей и электронного документооборота позволяет повысить прозрачность, скорость и точность разработки градостроительной документации. Для Кыргызской Республики — это особенно актуально, поскольку многие населенные пункты нуждаются в обновлении исходных данных, уточнении границ, инвентаризации земель и цифровом представлении инженерно-транспортной инфраструктуры [6].

На основе анализа можно выделить основные принципы организации институциональной системы управления разработкой градостроительной документации. Первый принцип — законность и нормативная определенность. Он предполагает, что все этапы разработки, согласования и утверждения документации должны соответствовать действующему законодательству, строительным нормам и установленным процедурам. Второй принцип — комплексность, выражающаяся в необходимости учета природных, социальных, инженерных, экономических, экологических и правовых факторов. Третий принцип — межведомственная координация, обеспечивающая согласование действий между государственными органами, местным самоуправлением, проектировщиками и отраслевыми службами [1–5, 7, 10].

Четвертый принцип — территориальная обоснованность. Институциональные решения должны исходить из реального состояния территории, результатов предпроектного анализа, демографических тенденций, инженерных возможностей и природных ограничений. Пятый принцип — открытость и общественное участие. Он предполагает информирование населения, проведение общественных обсуждений и учет мнения местного сообщества. Шестой принцип — этапность и реализуемость. Градостроительная документация должна быть связана с программами финансирования, очередностью строительства, инженерными проектами и механизмами контроля. Седьмой принцип — ответственность участников, при

котором каждый субъект процесса должен иметь четко определенные полномочия, обязанности и зону ответственности [3–5, 8–10, 12].

Недостаточная институциональная организация приводит к нескольким типичным проблемам: несогласованности проектных решений с инженерными условиями, формальному характеру общественных обсуждений, слабой связи генеральных планов с бюджетным и социально-экономическим планированием, отсутствию мониторинга реализации, несвоевременному обновлению документации и конфликтам в землепользовании. Поэтому институциональная система должна рассматриваться как неотъемлемая часть градостроительного проектирования, а не как внешняя административная процедура [4–6].

Для сельских населенных пунктов Кыргызской Республики институциональный аспект имеет особую значимость. В малых населенных пунктах часто ограничены кадровые, финансовые и информационные ресурсы, а исходные данные могут быть неполными или устаревшими. В таких условиях местное самоуправление, районные органы, проектные организации и государственные структуры должны действовать согласованно. Генеральный план сельского населенного пункта должен быть связан с реальными потребностями жителей, возможностями инженерного обеспечения, земельным балансом и программами развития территории. Это особенно важно при разработке документации для населенных пунктов, где необходимо одновременно учитывать жилую застройку, сельскохозяйственные земли, природные ограничения, санитарные зоны, социальные объекты и транспортные связи [3, 4, 6, 11, 13].

Таким образом, институциональная система управления разработкой градостроительной документации является связующим механизмом между научным анализом территории, проектным решением и практической реализацией. Ее эффективность определяет, сможет ли генеральный план или иной градостроительный документ стать действующим инструментом управления территорией, а не только формальным проектным материалом.

Научная новизна

Научная новизна исследования заключается в уточнении роли институциональной системы как самостоятельного элемента методологии разработки градостроительной документации. В отличие от подходов, где основное внимание уделяется проектному содержанию генерального плана или предпроектному анализу территории, в данной статье институциональная система рассматривается как необходимый организационный механизм, обеспечивающий переход от анализа к проектированию, от проектирования к утверждению и от утверждения к реализации.

Систематизированы основные участники институциональной системы: государственные органы, органы местного самоуправления, проектные организации, согласующие службы, инженерные организации и население. Обосновано, что эффективность градостроительного проектирования зависит от качества взаимодействия между этими субъектами.

Предложена логическая схема институционального цикла разработки градостроительной документации: формирование заказа — сбор исходных данных — предпроектный анализ — проектирование — согласование — общественное обсуждение — утверждение — реализация — мониторинг. Данная схема позволяет рассматривать градостроительную документацию как управленческий процесс, связанный с развитием территории во времени.

Практическая значимость

Практическая значимость статьи заключается в возможности использования предложенных положений при разработке генеральных планов населенных пунктов, проектов детальной планировки, программ территориального развития и комплексных мероприятий по реализации градостроительной документации. Сформулированные принципы могут применяться органами местного самоуправления, проектными организациями и

согласующими службами для повышения качества подготовки исходных данных, организации межведомственного взаимодействия, проведения общественных обсуждений и контроля реализации проектных решений.

Особое значение результаты исследования имеют для сельских населенных пунктов Кыргызской Республики, где разработка генеральных планов требует не только графического проектирования, но и четкой институциональной координации между местными органами, проектировщиками, инженерными службами и населением.

Заключение

Проведенное исследование показывает, что институциональная система управления разработкой градостроительной документации и проектов является ключевым условием эффективного территориального развития населенных пунктов. Ее основная роль заключается в обеспечении законности, согласованности, научной обоснованности и практической реализуемости градостроительных решений. Без устойчивой институциональной организации даже качественно выполненный предпроектный анализ и профессионально разработанный генеральный план не могут обеспечить полноценное развитие территории.

Институциональная система объединяет государственные органы, местное самоуправление, проектные организации, согласующие службы, инженерные структуры и население. Каждый из этих участников выполняет собственную функцию, однако конечный результат зависит не от отдельного субъекта, а от согласованности всей системы. Поэтому разработка градостроительной документации должна рассматриваться как комплексный управленческий процесс, включающий заказ, анализ, проектирование, согласование, утверждение, реализацию и мониторинг.

Для условий Кыргызской Республики данная проблема имеет особую актуальность в связи с необходимостью разработки и обновления генеральных планов большого количества населенных пунктов, ростом требований к устойчивому развитию, инженерной обеспеченности, экологической безопасности и участию населения. Эффективная институциональная система позволяет перейти от фрагментарного и формального проектирования к стратегическому управлению пространственным развитием.

Таким образом, институциональная система управления должна рассматриваться как неотъемлемая часть современной градостроительной методологии. Ее организация должна основываться на принципах законности, комплексности, межведомственной координации, территориальной обоснованности, открытости, этапности, реализуемости и ответственности участников. Реализация этих принципов создает условия для повышения качества градостроительной документации и устойчивого развития населенных пунктов Кыргызской Республики.

Список литературы

1. Закон Кыргызской Республики от 11 января 1994 года № 1372-XII «О градостроительстве и архитектуре Кыргызской Республики» (в действующей редакции) [Электронный ресурс]. — URL: https://cbd.minjust.gov.kg/716/edition/1033306/ru (дата обращения: 15.06.2026).

2. Закон Кыргызской Республики от 13 июля 2011 года № 95 «Об основах градостроительного законодательства Кыргызской Республики» (в действующей редакции) [Электронный ресурс]. — URL: https://cbd.minjust.gov.kg/4-4377/edition/948638/ru (дата обращения: 15.06.2026).

3. СН КР 30-01:2020 «Планировка и застройка городов и населенных пунктов городского типа» (утв. приказом Госстроя КР от 24 марта 2020 года № 39-нпа; в действующей редакции) [Электронный ресурс]. — URL: https://cbd.minjust.gov.kg/38-2/edition/36961/ru (дата обращения: 15.06.2026).

4. СН КР 30-02:2020 «Состав, порядок разработки, согласования и утверждения градостроительной документации в Кыргызской Республике» (утв. приказом Госстроя КР от 25 января 2021 года № 41-нпа; в действующей редакции) [Электронный ресурс]. — URL: https://cbd.minjust.gov.kg/38-3/edition/1224570/ru (дата обращения: 15.06.2026).

5. Положение о проведении общественных слушаний градостроительной документации в Кыргызской Республике (утв. приказом Госстроя КР от 24 января 2018 года № 12-нпа) [Электронный ресурс]. — URL: https://cbd.minjust.gov.kg/200210/edition/864312/ru (дата обращения: 15.06.2026).

6. Постановление Кабинета Министров Кыргызской Республики от 5 сентября 2025 года № 567 «Об утверждении Программы Кабинета Министров Кыргызской Республики по разработке генеральных планов населенных пунктов Кыргызской Республики на 2026–2030 годы» [Электронный ресурс]. — URL: https://cbd.minjust.gov.kg/7-43980/edition/36438/ru (дата обращения: 15.06.2026).

7. Авдотьин Л. Н., Лежава И. Г., Смоляр И. М. Градостроительное проектирование: учебник для архитектурных специальностей вузов. — М.: Стройиздат, 1989. — 432 с.

8. Основы теории градостроительства: учебник для архитектурных специальностей вузов / З. Н. Яргина, Я. В. Косицкий, В. В. Владимиров и др.; под ред. З. Н. Яргиной. — М.: Стройиздат, 1986. — 325 с.

9. Гутнов А. Э. Эволюция градостроительства. — М.: Стройиздат, 1984. — 256 с.

10. Смоляр И. М. Градостроительное планирование как система: прогнозирование, программирование, проектирование. — М.: Эдиториал УРСС, 2001. — 164 с.

11. Лаппо Г. М. География городов: учебное пособие для географических факультетов вузов. — М.: Гуманитарный издательский центр ВЛАДОС, 1997. — 480 с.

12. Линч К. Образ города / пер. с англ. В. Л. Глазычева; сост. А. В. Иконников. — М.: Стройиздат, 1982. — 328 с.

13. Бочаров Ю. П., Кудрявцев О. К. Планировочная структура современного города. — М.: Стройиздат, 1972. — 160 с.

УДК 72.036.3(574.1)

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

R. A. Kutdussov
I. Razzakov KSTU, Bishkek, Kyrgyz Republic
Rinat_k@mail.ru

ПРИНЦИПЫ НАУЧНО-ОБОСНОВАННОЙ РЕСТАВРАЦИИ МОДЕРНА НА ПРИМЕРЕ ДОМ КУПЦА ЯНГУРАЗОВА

СООДАГЕР ЯНГУРАЗОВДУН ҮЙҮНҮН МИСАЛЫНДА МОДЕРН АРХИТЕКТУРАСЫН ИЛИМИЙ НЕГИЗДЕ РЕСТАВРАЦИЯЛОО ПРИНЦИПТЕРИ

PRINCIPLES OF EVIDENCE-BASED RESTORATION OF ART NOUVEAU: THE CASE OF THE HOUSE OF MERCHANT YANGUROZOV

Бул макала Түндүк Казакстандын аймактык архитектуралык модерн стилинин өзгөчө эстелиги болуп саналган купец Янгуразовдун үйүн (Петропавл, 2024-ж.) реставрациялоодо илимий-технологиялык ыкманы айкалыштырган методологияга арналган. Изилдөөдө кийинки мезгилдерде кошулган катмарлардын астында жоголуп

кеткен имараттын түпкү (автентикалык) көрүнүшүн калыбына келтирүүнүн комплекстүү ыкмасы негизделип, көрсөтүлгөн. Алгачкы жолу бул аймакта санариптик жана лабораториялык изилдөө ыкмалары комплекстүү түрдө колдонулган: боёк катмарларынын ырааттуулугун аныктоо үчүн стратиграфиялык талдоо, пигменттердин лабораториялык анализи, ошондой эле түстүк талдоо таблицасы иштелип чыккан. Мындан тышкары, кооздук элементтерин жогорку тактыкта өлчөө жана калыбына келтирүүнү көзөмөлдөө үчүн 3D-моделдөө жана фотограмметрия колдонулган. Макала архитектуралык модерн эстеликтерин реставрациялоодо тарыхый аныктыкка жетишүүнүн негизги шарты комплекстүү илимий-изилдөө базасын колдонуу экенин далилдеп, бул ыкма Борбордук Азиядагы келечектеги реставрациялык долбоорлор үчүн методикалык багыт катары кызмат кыла аларын көрсөтөт.

***Түйүндүү сөздөр**: модерн, реставрация, стратиграфия, колористикалык талдоо, пигменттер, папье-маше, Янгуразовдун үйү, Петропавл, 3D-моделдөө.*

Данная статья посвящена методологии, сочетающей научно-технологический подход, при реставрации Дома купца Янгуразова (Петропавловск, 2024 г.), являющегося уникальным памятником регионального архитектурного модерна Северного Казахстана.

Предпринята попытка обоснования и демонстрации комплексного подхода к восстановлению аутентичного облика здания, утраченного под поздними наслоениями. В исследовании впервые для региона были комплексно применены цифровые и лабораторные методы: стратиграфический анализ для определения последовательности окраски, лабораторный анализ пигментов, а также разработка таблицы колористического анализа. Дополнительно использовались 3D-моделирование и фотограмметрия для высокоточного обмера и контроля восстановления декоративных элементов.

Статья доказывает, что только применение комплексной научно-исследовательской базы позволяет достичь исторической достоверности при реставрации архитектуры модерна и может служить методическим ориентиром для будущих проектов в Центральной Азии.

***Ключевые слова**: модерн, реставрация, стратиграфия, колористический анализ, пигменты, папье-маше, Дом Янгуразова, Петропавловск, 3D-моделирование.*

This article examines a methodology that integrates scientific and technological approaches in the restoration of the House of Merchant Yangurozov (Petropavlovsk, 2024), a unique example of regional Art Nouveau architecture in Northern Kazakhstan.

The study substantiates and demonstrates a comprehensive approach to restoring the building's authentic appearance, which had been obscured by later alterations. For the first time in the region, a комплекс of digital and laboratory methods was applied, including stratigraphic analysis to determine paint layer sequences, laboratory pigment analysis, and the development of a colorimetric analysis table. Additionally, 3D modeling and photogrammetry were used for high-precision measurement and monitoring of decorative element restoration.

The article demonstrates that only a comprehensive scientific research framework can ensure historical accuracy in the restoration of Art Nouveau architecture and may serve as a methodological model for future restoration projects in Central Asia.

***Key words**: Art Nouveau, restoration, stratigraphy, colorimetric analysis, pigments, papier-mâché, Yangurozov House, Petropavlovsk, 3D modeling.*

Введение

Реставрация памятников в регионах с суровыми климатическими условиями, как Северный Казахстан, представляет собой не только сложную техническую, но и научную задачи. Дом купца Х. В. Янгуразова, требовал не простого ремонта, а научно-обоснованной реконструкции, направленной на восстановление утраченного облика начала XX века [8].

Рисунок 1 - Дом купца Янгуразова

Современные исследования в области реставрации архитектурного наследия демонстрируют устойчивый переход от эмпирических подходов к научно-обоснованным методологиям, основанным на междисциплинарной интеграции данных. В рамках изучения архитектуры модерна особое внимание уделяется проблеме сохранения аутентичности при высокой степени утрат и поздних наслоений.

Классические подходы к реставрации, сформированные в трудах Эжен Виолле-ле-Дюк и Джон Рёскин, задали противоположные векторы: от реконструктивного восстановления до принципа сохранения «следов времени». В дальнейшем данные концепции были институционализированы в международных документах, прежде всего в Венецианская хартия, где закреплён приоритет подлинности и научной обоснованности вмешательства.

В постсоветском научном пространстве вопросы реставрации модерна рассматриваются в работах исследователей архитектуры рубежа XIX–XX вв., где подчёркивается сложность интерпретации стилистически неоднородных объектов. Особое внимание уделяется региональным вариантам модерна, в которых сочетаются европейские художественные тенденции и локальные строительные традиции.

Отдельное направление составляют исследования, посвящённые применению цифровых технологий. В работах последних лет показано, что 3D-моделирование и фотограмметрия позволяют существенно повысить точность фиксации и реконструкции архитектурных элементов, а также минимизировать ошибки при воссоздании утраченного декора. Параллельно развивается материаловедческий подход, основанный на стратиграфическом анализе и лабораторном изучении пигментов, что позволяет реконструировать историческую колористику объектов.

Несмотря на значительный прогресс, остаются нерешённые вопросы, связанные с интеграцией разнородных методов в единую методологию реставрации, особенно в условиях регионов с экстремальными климатическими факторами. В научной литературе недостаточно представлены кейсы Центральной Азии, где архитектурное наследие модерна формировалось в специфическом культурном и социальном контексте.

В этой связи исследование Дома купца Янгуразова восполняет данный пробел, предлагая комплексную модель, сочетающую цифровые, инженерные и материаловедческие методы анализа.

Теоретическая база исследования опирается на несколько взаимодополняющих подходов.

Прежде всего используется концепция аутентичности, трактуемая как сохранение материальной и художественной подлинности объекта. В данном контексте аутентичность рассматривается не только как физическая сохранность элементов, но и как соответствие историческим технологиям, материалам и колористическим решениям.

Второй ключевой компонент - теория архитектурного синтеза, предполагающая взаимодействие различных стилистических и культурных кодов в пределах одного объекта. Для регионального модерна характерна гибридизация форм, в которой европейские художественные принципы сочетаются с локальными традициями и социальными практиками.

Третьим методологическим основанием выступает концепция культурного фронтира, разработанная в рамках историко-культурных исследований пограничных территорий. В данном подходе архитектурный объект рассматривается как результат взаимодействия различных культурных систем, где происходит адаптация и трансформация идентичностей.

Дополнительно используется материаловедческий подход, основанный на анализе структуры и состава строительных и отделочных материалов. Стратиграфический анализ позволяет выявить последовательность исторических слоёв, а лабораторные исследования - определить состав пигментов и связующих веществ.

Наконец, важную роль играет цифровая методология, включающая 3D-моделирование и фотограмметрию. В рамках исследования данные технологии рассматриваются не только как инструмент визуализации, но как средство научного анализа, обеспечивающее точность реконструкции и контроль реставрационных решений.

Дом купца Халит Янгуразов (г. Петропавловск, Северо-Казахстанская область) — представляет собой двухэтажный особняк рубежа XIX–XX вв. в стиле модерн с декоративными элементами позднего барокко [8].

Первоначально здание принадлежало семье Янгуразовых - одной из видных татарских купеческих династий региона. Согласно легенде, купец Халит, находясь по торговым делам в Москве, влюбился в столичную девушку и построил этот особняк в Петропавловске по её условию - «как в Москве» [5].

Фасад сооружения характеризуется симметричной планировкой, арочными оконными проёмами, лепным декором растительного мотива и крупными округлыми окнами на втором этаже, что позволяет квалифицировать его как образец провинциального модерна с купеческим акцентом.

После революционных событий здание утратило своё первоначальное назначение - в 1920-х годах оно передавалось под административные функции, позднее размещались финансовые учреждения, затем - религиозно-образовательная структура.

В 1982 году объект был официально включён в реестр памятников истории и культуры Республики Казахстан республиканского значениям [7].

Последний этап реставрации, начатый с апреля 2024 года, предусматривает научно-обоснованное восстановление фасада и интерьеров с использованием лабораторных и цифровых методов.

Проект, реализованный ТОО «Казахский научно-исследовательский институт материальной культуры», выделялся целостным подходом: лабораторные исследования и цифровые технологии использовались как основные средства для проверки подлинности исторических объектов [5].

Технологии обследования: от макро- до микроуровня

Документирование первоначального состояния и конструктивных особенностей памятника является фундаментальным условием реставрации с сохранением аутентичности.

В случае с Домом купца Янгуразова благодаря комплексному подходу удалось объединить методы крупномасштабного обследования, цифрового моделирования и материаловедческого анализа:

Макроуровень: инженерное обследование включало в себя

– детальный анализ фрагментов фундамента и несущих конструкций, позволившее выявить зоны деформации, а также повышенной влажности.

– Анализ характера почвы и климатических условий региона.: суровые зимы, весеннее таяние, нестабильные грунты Северного Казахстана - данные параметры заложены в отчёте как фактор выбора консервационных технологий.

– Аэровизуальное обследование с использованием беспилотного дрона (узлы кровли, сопряжения деревянных элементов, состояние покрытия), что позволило оперативно выявить участки риска, сократив необходимость масштабного ручного обследования.

Средний уровень: цифровое моделирование и геометрический контроль подразумевал:

– лазерное сканирование и фотограмметрия фасадов и интерьеров здания. На основе этих данных разработана трёхмерная цифровая версия здания.

– 3D-модель фасада и визуализация интерьеров применялись не только как презентационные материалы, но как рабочий инструмент: проверка точности размеров оконных проёмов, лепного декора, арочных элементов, соответствие посадки декоративных элементов нишам и объёмам помещений.

– Модель использовалась как единая платформа для согласования реставрационных решений между архитекторами, реставраторами и историками: прежде чем изготавливать элементы декоративной лепнины или устанавливать розетки, их размещение проверяли в цифровой среде, что позволяло заранее выявлять возможные несоответствия и конфликты геометрии.

Микроуровень: материаловедческий и стратиграфический анализ опирался на:

–натурное зондирование стен и интерьеров с целью выявления последовательности слоёв отделки: установлено до семи слоёв красочных и штукатурных покрытий.

– Лабораторный анализ пигментов минерального происхождения, который позволил идентифицировать исторические краски (например, охра, зелёные минеральные пигменты) и связующие вещества.

После создания трёхмерной модели фасада и визуализации интерьеров объекта, данные были внедрены в рабочие процессы реставрации следующим образом:

Участки фасада, требующие восстановления лепнины, обследовались с привязкой к цифровой модели: каждый элемент декора: орнаментальный фриз, выступ, арочный проём сверялись с виртуальной моделью с допуском до миллиметра. Это позволило минимизировать ошибки «на месте», когда реставратор может, опираясь на модель, заранее проверить посадку элемента.

В интерьере, через визуализацию, были смоделированы положения новых декоративных вставок (розетки, печные элементы, резьба), изучены варианты освещения и теней, апробировано взаимодействие новых элементов с существующим пространством.

Почвенно-климатические условия региона и конструктивные особенности здания стали базой для выбора материалов и технологий реставрации:

Резкие перепады температур и высокая влажность для Северного Казахстана, обязывало выбирать консервационные материалы, устойчивые к циклическому нагреву-охлаждению и влаге [7].

Аэровизуальное обследование дрона позволило зафиксировать состояние кровли и выявить протечки, что стало важным вводным параметром для проектирования восстановительных работ.

Рисунок 2 - Аэровизуальное обследование

Таким образом, макрообследование (инженерный и климатический контекст) и цифровое моделирование (геометрия, посадка декоративных элементов) связались с микроданными (материаловедение, стратиграфия) в единой цепочке подготовки к реставрации.

Комбинирование обследований обеспечило высокий уровень подготовки реставрационных работ и повысило достоверность методики.

Тем не менее необходимо отметить следующие ограничения:

Цифровая модель - лишь репрезентация; точность зависит от качества лазерного сканирования и фотограмметрии, а небольшие исторические деформации конструкции могут требовать дополнительного измерения вручную.

Климатические и конструктивные параметры зафиксированы, однако реальные условия эксплуатации здания (например, назначение помещений, отопление и вентиляция) часто остаются неполностью изученными и требуют дальнейшего мониторинга.

Применение цифрового моделирования, не отменяет традиционных реставрационных методик.

Материаловедение: стратиграфия и колористическая палитра

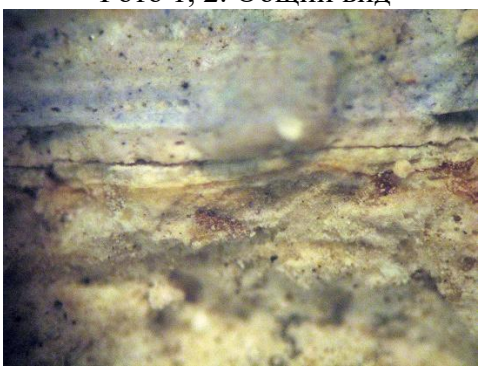
Результаты зондирования показали наличие до семи последовательных слоёв отделки, что является типичной ситуацией для памятников рубежа XIX-XX вв., подвергавшихся изменениям: от первоначальной известково-окрашенной поверхности до поздних синтетических красочных систем. Полученные данные позволили зафиксировать временные рамки каждого слоя, выявить время пере-окраски и вмешательства. Это создало надёжную хронологическую основу для дальнейшей колористической реконструкции и выбора реставрационных материалов [5].

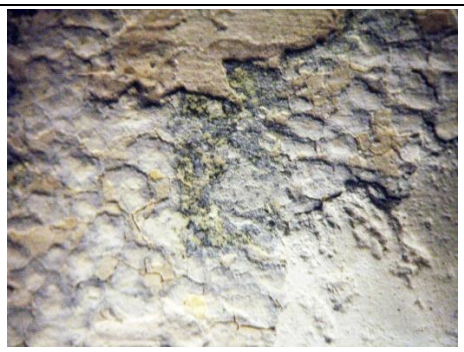
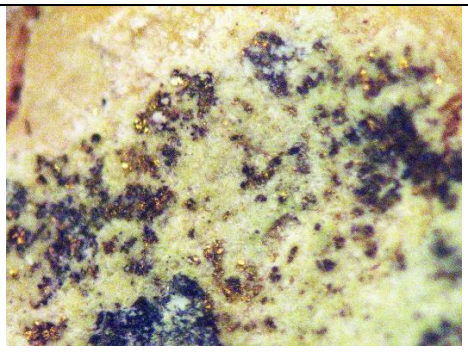
Рисунок 3 - Зондирование внутренней стены

После определения стратиграфии были отобраны пробы пигментных и связующих слоёв на фасаде и в интерьерах с целью химико-физического анализа. В лаборатории проведён анализ минеральных пигментов и связующих веществ: выявлены классические для начала XX века минеральные краски - охра, зелёные и синие минеральные пигменты, сурики - и связующие природного происхождения (известковое вяжущее, протеиновые связки). Эти результаты позволили установить не только состав первоначальной окраски, но и её физико-химические параметры: степень адгезии, устойчивости к атмосферным воздействиям, совместимости с конструкцией деревянного и оштукатуренного основания. Подобная экспертиза обеспечила выбор реставрационных красок, максимально приближённых по составу к оригиналу [5].

Исходя из стратиграфического и лабораторного анализа, была составлена *Таблица колористического анализа*, фиксирующая первичные оттенки фасадов и интерьеров, их тональные соотношения и сочетания. Для фасада дома-особняка определились характерные оттенки: приглушённый жёлтый тон, серо-голубой, зелёные акценты — что соответствует изначальной цветовой палитре модерна, адаптированной национальными декоративными мотивами. Лабораторные данные показали, что в интерьере практиковались оттенки зелёного и синего, свойственные исламской цветовой традиции, что отражает этнокультурную особенность татарского купечества.

Подлинный цвет фасада и интерьеров был восстановлен с минимальным отклонением от оригинала. Важным было не допустить возвращения нейтрального белого цвета в интерьеры, что было бы нарушением стилистического замысла модерна дома. Таким образом, колористическая реконструкция обеспечила историческую достоверность визуального образа памятника.

Проба № 1. Карниз, в углублении рельефа
 Фото 1, 2. Общий вид  Фото 3. Вид сбоку
Результаты микрохимических исследований **(нумерация от основы)**
1. Основа – штукатурный раствор на основе известково-гипсового вяжущего. Наполнители – кварцевый песок мелкой фракции и темноцветы с размером частиц от 0,5 до 2.0 мм. Приблизительное соотношение, вяжущее: наполнитель – 1: 3. Верхний слой штукатурного раствора практически без наполнителей.
2. Пропитка олифой.
3. Очень тонкий слой белого цвета – цинковые белила и, предположительно, казеиновое связующее.
4. Известковая краска голубого цвета, колер S0505-R80B.
5. Известковый слой белого цвета.
6. Слой белого цвета – известь с незначительной примесью гипса.
7. Известковая краска жёлтого цвета, колер S2020-Y30R.
8. Известковый слой белого цвета.
9. Известковая краска светло-серо-голубого цвета, колер S200-N.
Проба № 2. Карниз, плоскость

  Фото 1. Общий вид Фото 2. Фрагмент орнамента
Результаты микрохимических исследований (нумерация от основы)
1. Основа – штукатурный раствор (как в пробе №1).
2. Слой краски светло-бежевого цвета – пигмент на основе соединений свинца, протеиновый клей. Колер S1010-Y40R.
3. Слой краски жёлтого цвета – пигмент на основе соединений свинца, мел, протеиновый клей. Колер S0520-Y30R.
4. Фрагменты стёртого орнамента – бронзовая пудра с продуктами окисления меди на лаковом связующем.
5. Полустёртая краска светло серого цвета (сохранилась в углублениях красочного рельефа). Колер S1002-Y50R.
6. Белая краска на синтетическом связующем (фрагмент).

Реставрация хрупкого декора и принцип обратимости вмешательства

В проекте реставрации Дом купца Янгуразова особое внимание было уделено сохранению и восстановлению декоративных элементов фасада и интерьеров. В частности:

1. проведен анализ лепных деталей парадного портала и основных фасадных орнаментов, выявлены участки, в которых использованы поздние вставки (например, из полиуретана), такие вставки были демонтированы и заменены реконструкциями по историческому образцу.
2. восстановлено дверное полотно из лиственницы с резьбой по мотивам татарского орнамента; проведена консервация древесины и восполнение утраченных фрагментов на основании архивных снимков и натурных слоёв.
3. монтаж новых лепных элементов осуществлялся с учётом геометрии, проверенной посредством цифровой модели (см. раздел I). Каждая вставка согласовывалась с 3D-моделью и виртуальной посадкой [5].

Интерьер дома отличает высокая художественная комплексность: полихромная роспись, альфрейные изображения стен и потолков, декоративные розетки и печи с глазурованной плиткой. В ходе работ:

- обнаружена альфрейная роспись на стенах и потолках — снятие поздних слоёв краски выявило рисунки, покрывающие не только вертикальные поверхности, но и потолочные зоны.

Рисунок 4 - Альфрейная роспись на потолке и стене

- восстановление потолочной розетки из папье-маше рижского производства осуществлялось с применением укрепляющих технологий, обеспечивающих сохранность волокнистой структуры при монтаже и последующей эксплуатации.
- печи с глазурованной плиткой и другие декоративные элементы фиксировались фотометрически и технологически: их монтаж и сопряжение с основой контролировались через 3D-модель и натурную проверку.

Сохранение подлинности памятника означало соблюдение принципа обратимости:

все вмешательства документированы, лишние вставки и современные материалы были либо удалены, либо помечены как современные реконструкции;

реставрационные материалы и технологии подобраны таким образом, чтобы в будущем возможна была замена современных элементов без повреждения оригинальных;

демонтаж поздних гипсовых вставок и некорректных интервенций осуществлён с минимальным воздействием на историческую основу (см. раздел II).

Такой подход обеспечивает, с одной стороны, долговечность и прочность вмешательства, с другой - возможность будущего научного контроля и

Сохранение аутентичности в архитектуре модерна: выводы и рекомендации

Проект реставрации здания Дом купца Янгуразова (г. Петропавловск) продемонстрировал, что подлинное восстановление архитектурного модерна невозможно без интеграции трёх ключевых компонентов:

Инженерно-конструктивный и климатический анализ, позволивший выявить базовые угрозы для здания (фундамент, дренаж, влажность, температурные нагрузки).

Цифровое моделирование (лазерное сканирование, фотограмметрия, трехмерная модель), обеспечившее точную фиксацию геометрии и контроль посадки декоративных элементов.

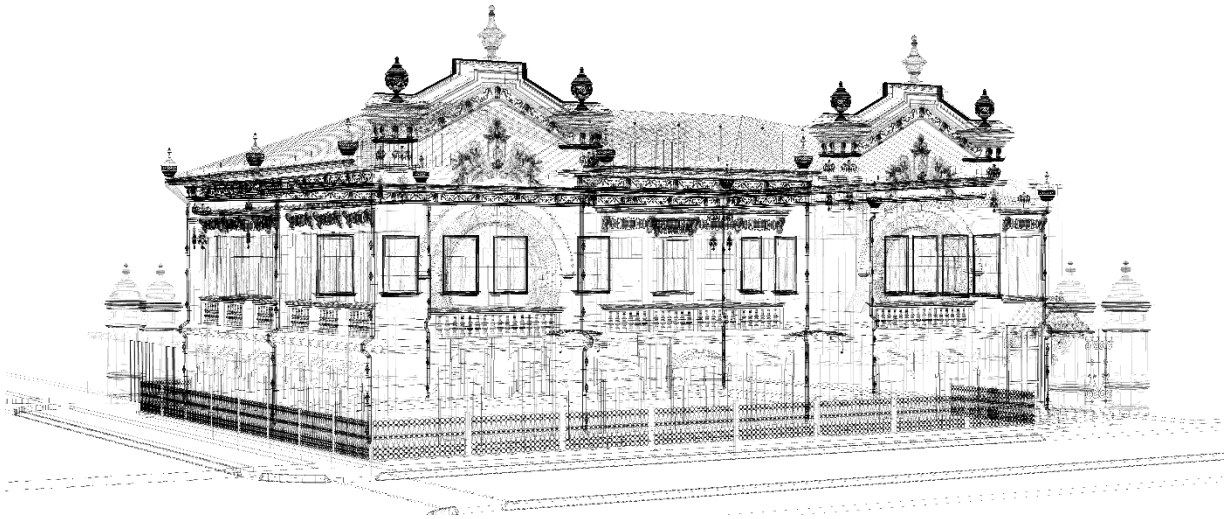


Рисунок 5 - Цифровое моделирование

Материальный и колористический анализ (стратиграфия, лабораторное исследование пигментов, составление таблицы колористики), позволивший реконструировать историческую палитру фасада и интерьеров и подобрать реставрационные материалы с близкими физико-химическими характеристиками.

Совокупность этих уровней создала научно-обоснованную методику, которая обеспечивает:

1. минимизацию вмешательства в «оригинальную ткань» памятника;
2. снижение рисков неточных решений при реконструкции декоративных элементов;
3. более высокую степень аутентичности по сравнению с традиционными подходами «от глаз» или «по визуальной аналогии».

Как отмечено в отчётах, при реставрации дома Янгуразова была подтверждена историческая цветовая гамма (желтые и зелёные оттенки, почти полный отказ от белого) и обнаружены скрытые под слоями росписи декоративные узоры, ранее неизвестные.

Исходя из опыта данного памятника, можно сформулировать следующие рекомендации, применимые к аналогичным объектам архитектуры модерна в Центральной Азии:

Обязательное включение цифровой модели ещё на стадии обследования: лазерное сканирование плюс фотограмметрия должны стать стандартом для памятников, где сохранена конструктивная геометрия.

Стратиграфический анализ отделочных слоёв как обязательный этап подготовки реставрации: без него нет достоверной цветовой схемы, особенно в модерне, где декор и цвет играют ключевую роль.

Лабораторный анализ пигментов и связующих веществ необходим для оптимального подбора реставрационных красок и материалов; использование современных красок «по виду» без проверки состава может привести к несовместимости и ускоренному разрушению.

Учет климатических и эксплуатационных условий региона (влажность, перепады температур, влияние грунтовой воды) в проектировании консервации и реставрации: для суровых климатических зон необходимо предусматривать и усиленные инженерные меры (гидроизоляция, дренаж, защита от промерзания).

Принцип обратимости и документирование всех вмешательств: все реставрационные работы должны сопровождаться протоколами, фотографиями до/после, описанием материалов, чтобы в будущем можно было контролировать состояние и, при необходимости, корректировать вмешательства.

Интеграция реставрации с будущим функциональным использованием памятника: чтобы обеспечить устойчивость сохранности, важно предусмотреть управление зданием после реставрации, установить режим эксплуатации, обеспечить мониторинг состояния, финансирование обслуживания и включение в культурно-образовательную среду.

Архитектура модерна в Северном Казахстане - и в целом в Центральной Азии - находится на перекрёстке европейских стилистических тенденций и местных культурных кодов. Дом Янгуразова как раз иллюстрирует этот синтез: европейские формы модерна плюс этнический декор татарского купечества [1].

В этом контексте методика реставрации должна учитывать:

1. не только формальный облик (контур, лепнина), но и **цвет, текстуру и посадку декоративных элементов** как части эстетики модерна;

2. этнокультурный аспект: орнаменты, росписи, декоративные детали могут не вписываться в «чистую» европейскую схему - но именно этот элемент делает объект местным и аутентичным;

3. сохранение «логики» интерьера: выбор цветов, размещение декора, соотношения форм — всё это отражает культурную идентичность владельца, и восстановление должно уважать эту идентичность. В доме Янгуразова это проявилось в выборе цветовой гаммы (зелёный, желтый, почти отсутствие белого) и обнаруженных росписях стен и потолков, характерных для исламской и восточной декоративной традиции.

4. реалии эксплуатации в регионе: изделия из дерева, штукатурка на деревянной основе, нестабильные фундаменты требовали специальных инженерных решений.

Заключение. Проект реставрации дома купца Янгуразова стал не только физическим восстановлением памятника, но и научным экспериментом-практикой, который показал: только **комплексный научно-технический подход**, охватывающий конструктивный, цифровой и материаловедческий уровни, способен вернуть зданию его исторический облик и обеспечить устойчивое сохранение. Для архитектуры модерна, особенно в региональных условиях, такой подход становится обязательным. Опыт дома Янгуразова может и должен стать методическим прецедентом для будущих реставрационных проектов в Центральной Азии.

Список литературы

1. Ахметова Л. А. Архитектура купеческих домов Северного Казахстана. - Караганда: КарГУ, 2015.
2. Халитова, Н. Татарский архитектурный орнамент. - Казань: Татарское книжное издательство, 2002.
3. Хайретдинов, Д. З. Вакуфные дома в Замоскворечье // Ислам в современном мире. — 2023. — Т. 19, №3. — С. 135–148.
4. Исмагулов Н. Татарская купеческая культура в Казахстане XIX – начала XX века.
5. Научно-исследовательский отчёт по дому купца Янгуразова. - Алматы: ТОО «Казахский научно-исследовательский институт материальной культуры», 2024.
6. Памятники архитектуры Казани XVIII – начала XIX века. – Москва: Наука, 1977.
7. Свод памятников истории и культуры Республики Казахстан. - Алматы: Аруна, 2007.
8. Туякаева А.К., Огулева А.Д. «Особенности архитектурных памятников Северного Казахстана». Градостроительство и архитектура, Том 12, № 3 (2022), с. 88 94. DOI: 10.17673/Vestnik.2022.03.12.

УДК 626/627

В. И. Линев, В. А. Евдокимова
И. Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы
КГТУ им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика

V. I. Linev, V. A. Evdokimova
I. Razzakov KSTU, Bishkek, Kyrgyz Republic
linev.vlad@gmail.com; evdokimova.v.2001@gmail.com

СОВРЕМЕННЫЕ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ В ОБЛАСТИ УСТОЙЧИВОГО СТРОИТЕЛЬСТВА МАЛЫХ ГЭС

ЧАКАН ГИДРОЭЛЕКТР СТАНЦИЯЛАРЫН ТУРУКТУУ КУРУУ ТАРМАГЫНДАГЫ ЗАМАНБАП ИНЖЕНЕРДИК-ТЕХНИКАЛЫК ЖАНА МАТЕРИАЛДЫК-ТЕХНОЛОГИЯЛЫК ЧЕЧИМДЕР

MODERN ENGINEERING AND MATERIAL-TECHNOLOGICAL SOLUTIONS FOR SUSTAINABLE CONSTRUCTION OF SMALL HYDROPOWER PLANTS

Макалада чакан гидроэлектр станцияларын (ГЭС) туруктуу курууда колдонулган заманбап инженердик жана технологиялык чечимдер каралат. Салттуу плотиналуу схемалардан жабдууларды инфраструктурага интеграциялоого жана экологиялык жактан шайкеш технологияларды колдонууга өтүү процесси талдоого алынган. Ошондой эле өтө төмөнкү басым үчүн ылайыкталган турбиналарга, заманбап материалдарга жана модулдук конструкцияларга өзгөчө көңүл бурулган. Энергия өндүрүүнү жана экологиялык агымды башкарууда санариптештирүүнүн жана жасалма интеллекттин ролу белгиленет. Жыйынтыктоочу корутундулар чакан ГЭСтерди туруктуу долбоорлоонун методологиясын калыптандыруучу негизги практикаларды жалпылайт.

Түйүндүү сөздөр: *чакан гидроэлектр станциялары (ГЭС), туруктуу курулуш, заманбап курулуш технологиялары, модулдук курулуш.*

В статье рассматриваются современные инженерные и технологические решения для устойчивого строительства малых ГЭС. Анализируется переход от традиционных плотинных схем к интеграции оборудования в инфраструктуру и применению экологически совместимых технологий. Также особое внимание уделено турбинам для сверхнизких напоров, а также материалам и модульным конструкциям. Отмечается роль цифровизации и искусственного интеллекта в управлении выработкой энергии и экологическим стоком. Итоговые выводы обобщают практики, формирующие методологию устойчивого проектирования малых ГЭС.

Ключевые слова: *малые ГЭС, устойчивое строительство, современные строительные технологии, модульное строительство.*

The article examines modern engineering and technological solutions for the sustainable construction of small hydropower plants. It analyzes the transition from traditional dam-based schemes to integrating equipment into existing infrastructure and applying environmentally compatible technologies. Special attention is given to turbines for ultra-low heads, as well as construction materials and modular structures. The role of digitalization and artificial intelligence in managing energy generation and ecological flow is emphasized. The conclusions summarize practices that shape the methodology of sustainable design for small hydropower plants.

Key words: *small hydropower plants, sustainable construction, modern construction technologies, modular construction.*

Введение

Еще совсем недавно, малую гидроэнергетику рассматривали и воспринимали преимущественно, как уменьшенную версию крупной – у них похожие конструктивные решения, общая задача и высокие затраты. Так, во всяком случае, думало большинство. И это вполне объяснимо — те же плотины, те же зоны затопления. Однако за последние десятилетия многое поменялось и заменилось, произошёл концептуальный сдвиг, объясняемый спросом и прогрессом, в разных областях.

На сегодня методология строительства малых ГЭС базируется уже на совсем других принципах: минимизация вмешательства в природу, интеграция существующего оборудования в уже сформировавшуюся инфраструктуру, а также применение экологически совместимых технологий, снижающих нагрузку на водные экосистемы.

Мировая практика показывает, что такой подход действительно работает. Европейский Союз через свои программы, а также инициативы ООН активно поддерживают эту идею. Достаточно вспомнить Альпийский регион: в этой области реализован ряд проектов, совмещающих выработку электроэнергии с сохранением туристической инфраструктуры.

Горные реки, в сочетании с разветвлённой сетью ирригационных каналов создают благоприятные условия для строительства малых ГЭС, особенно там, где раньше это было либо экономически невыгодно, либо экологически неприемлемо. Поэтому Кыргызстан обладает реальными условиями для применения международного опыта в области малой гидроэнергетики.

Малая гидроэнергетика позволяет одновременно укреплять энергетическую независимость и развивать отдалённые районы — в том числе те, где раньше освоение водных ресурсов считалось нецелесообразным. Это даёт возможность не только обеспечить электроэнергией горные сёла, но и создать условия для их социально-экономического роста.

Цель этой статьи — систематизировать современные инженерные и технологические решения. Те, которые формируют новую методологию проектирования и строительства малых ГЭС. С акцентом на то, как всё это работает на практике в рамках принципов устойчивого развития.

Почему это вообще актуально сегодня? Причин несколько. Растёт спрос на электроэнергию. Но не менее важно уменьшить негативное влияние человека на природу. Мы сейчас переходим к новым энергетическим моделям, где приоритет у возобновляемых источников. Особенно у тех, которые могут давать стабильное снабжение даже в самых отдалённых местах. Для Кыргызстана малая гидроэнергетика — это стратегическая вещь. У нас много горных рек, плюс развитые ирригационные сети. Они идеально подходят для установки небольших ГЭС.

Ещё один стимул для роста отрасли — современные цифровые решения и автоматизированные системы управления. Интеллектуальные системы мониторинга, BIM-технологии при проектировании, дистанционный контроль. Всё это позволяет заметно повысить производительность малых ГЭС и снизить операционные расходы. В итоге формируется новая парадигма устойчивого строительства. Где инженерная целесообразность спокойно соседствует с экологической безопасностью. И это, пожалуй, главное.

От плотинных схем к интеграции в инфраструктуру

В наше время, в устойчивом строительстве есть интересная тенденция: отказ от возведения новых плотин, в пользу уже построенных. Например, ирригационные каналы, водоводы, промышленные сбросы или даже обычные системы водоснабжения все чаще рассматриваются как готовые площадки. Логика простая — отсутствие необходимости строительства новых сооружений избавляет от колоссальных трат, река остается в естественном русле, сроки возведения сокращаются.

В Кыргызстане это достаточно частая практика. В Чуйской области, на реке Ыссык-Ата, введена в эксплуатацию ГЭС, мощностью 2 МВт. Её встроили прямо в существующую гидросеть. Аналогично этому же принципу собираются строить «Каракол-1» в Иссык-Кульской области. Эффект от таких объектов выходит за рамки энергетики, данный вопрос не упирается в материальную сторону. В сёлах появляются рабочие места, энергия производится рядом, а значит, оживает малый бизнес — кто-то обслуживает станцию, кто-то занимается эксплуатацией.

Само собой, без должных расчетов, анализов и выводов реализовать внедрение новинки в уже существующие сооружения не выйдет. Необходимо. чтобы новое оборудование подходило по параметрам. И проектировать приходится иначе: здания компактные, гидравлические потери минимальные, используют уже имеющиеся перепады высот. В итоге строительство идёт быстрее и дешевле, а природа страдает меньше. Особенно удобно это на оросительных каналах и водохозяйственных системах — там перепады уже есть, и землю занимать дополнительно не нужно.

Присутствует экологический бонус, из-за сокращения бетона, сокращаются перевозки тяжёлых материалов — соответственно, уменьшается выброс углекислого газа. Также сами ГЭС находятся ближе к потребителю, что означает стабильную и надежную передачу энергии без потерь. Для сёл это надёжное электричество, что в наших условиях очень важно.

Экологически совместимые технологии: турбины для сверхнизких напоров

Одним из ключевых достижений в области ГТС строительства можно считать появление турбинных систем, рассчитанных на эксплуатацию при напорах от 2 до 12 метров, которые в практике считались бесполезными, безрезультатными и экономически неоправданными. Однако с появлением новых турбин, появляется возможность использовать даже незначительный энергетический потенциал. Возникает возможность эффективно использовать равнинные реки, низконапорные оросительные системы и участки, где классическое оборудование либо демонстрирует низкую производительность, либо требуют сложных и дорогих подпорных сооружений.

Показательным примером выступает система — Hydroshaft Power Solution (HSPS), которая уже показывает себя на практике на малой ГЭС в Ат-Башинском районе Кыргызстана. В рамках проекта Hydro4U, если точнее. У этой системы высокая модульность. Один модуль выдает от 20 кВт до 2 МВт. И его можно поставить прямо в существующий канал. Отдельное здание для этого строить не нужно. КПД у турбины составляет 82–88%. Немаловажно и то, что конструкция безопасна для рыб. А это очень важное требование, особенно актуально, если станция работает в природоохранных зонах.

Благодаря прогрессу в низконапорной гидроэнергетике также увеличивается география размещения для малых ГЭС, делая пригодными площадки, которые даже раньше не могли рассматриваться, и быть конкурентоспособными. Такие инновационные турбины неплохо подстраиваются под меняющиеся водные потоки. Эффективно выполняют работу даже тогда, когда уровень воды сезонно колеблется. Для горных рек Кыргызстана, отличающихся нестабильным гидрологическим режимом, это особенно актуально. Это качество имеет принципиальное значение.

Необходимым аспектом выступает сохранение экосистем в их первозданном виде, их экологическая целостность. С этой целью применяются турбины с замедленной частотой вращения, используют безопасную форму лопастей, устанавливают направляющие устройства через рабочую зону агрегата, снижая риск для биома. Плюс автоматические системы следят за экологическим стоком. Благодаря им, в русле реки поддерживается минимальный нормативный расход, с сохранением необходимого уровня воды. И это не просто слова, а обязательное требование, прописанное в современных мировых стандартах.

Таблица 1. - Сравнительная характеристика турбин для сверхнизких напоров

Параметр	HSPS	Осевые турбины	Архимедов винт
Диапазон напоров, м	2–12	3–20	1,5–6
КПД, %	82–88	85–90	75–85
Требования к зданию	Не требует	Требуется	Требуется частично
Рыбоопасность	Низкая	Средняя	Низкая
Возможность интеграции в канал	Высокая	Ограниченная	Высокая

Переход к экологически совместимым технологиям означает также применение материалов и смазок, безопасных для водной среды, и систем мониторинга, позволяющих оперативно реагировать на изменения гидрологического режима.

Современные турбинные системы проектируются с учётом изменения климата. В условиях таяния ледников и непредсказуемых паводков особое значение приобретает адаптивность оборудования к резким колебаниям водного стока.

Материалы и модульные конструкции

Современные стандарты строительства заставляют пересматривать классические подходы — как в части материалов, так и в части технологий возведения сооружений. Долгое время, железобетон и металлоконструкции были основными и единственными материалами, в силу своих характеристик и показателей. А сейчас на их место приходят композиты и гибкие конструкции для гидротехники. Особенно это заметно в горах. Достаточно короткий строительный сезон, зачастую плохие неразвитые или «разбитые» дороги. В таких условиях традиционные решения просто не работают как надо.

Композитные материалы

Возьмём для примера каскад малых ГЭС «Турген». Там использовали стеклопластиковые трубы — их ещё называют GRP. Главный плюс заключается в том, что у такого вида труб незначительный вес. Из-за этого нет необходимости применения тяжёлой техники при монтаже. В горных районах, где существуют ограничения с транспортировкой, доставка крупногабаритного оборудования напрямую зависит от логистики. В свою очередь, значительно сокращаются сроки строительства и общая стоимость проекта.

Кроме того, эти трубы не боятся химии и перепадов температур. Даже в горной среде — а там влажность высокая и климат меняется резко — они работают без проблем. Всё так, как нужно.

Ещё композитные материалы плохо проводят тепло и не ржавеют. Поэтому лёд на них почти не образуется. И служат такие системы дольше. Экологический момент тоже важный: грузовиков с тяжёлыми металлическими трубами и цементом нужно меньше. А значит, и углеродный след от строительства снижается.

В перспективе GRP-трубы и другие композиты постепенно становятся стандартным решением для проектирования малых ГЭС в высокогорье. Потому что там главное — простота монтажа, долговечность, минимальное воздействие на окружающую среду, что делает эти трубы наиболее подходящим выбором в подобных условиях.

Гибкие конструкции

Сейчас всё чаще вместо массивных бетонных подпорных стен используют габионные конструкции. Это небольшие сетчатые параллелепипеды, которые заполняются камнем разной фракции и в отличие от бетона не нарушают миграцию подземных вод, а также способствуют естественному озеленению откосов и внедрения сооружения в фауну. А также эта конструкция прекрасно работает в сложных природных условиях.

В чём отличие от обычных решений? Габионы делают конструкцию пластичной. Если грунт начинает двигаться — а в Кыргызстане, особенно в сейсмоопасных зонах, это часто бывает — такая стена не треснет и не рухнет. Важным аспектом является монтаж, зачастую габионы применяются в тех местах, где много местных каменных материалов, что в свою очередь сокращает сроки и затраты на строительство. Не нужно везти материалы издалека, а это экономия на транспорте. Ещё один плюс: тяжёлая техника не нужна. Для горных районов, куда сложно заехать, это очень важно.

Габионы используют не только для берегоукрепления. Их ставят на водосбросах, быстротоках, для защиты от эрозии. Благодаря этому объём бетонных работ удаётся сократить на 40–50 процентов, что также сокращает вред, наносимый природе, в отсутствии заводов по изготовлению цемента, и его доставки с помощью транспорта. Устройство габионов позволяет воде фильтроваться естественно. А ещё между камнями остаются пустоты — там живут разные водные организмы. Так что биоразнообразие сохраняется. Если брать местные материалы — базальтовый камень, древесину — то углеродный след становится ниже. И региональная экономика выигрывает, потому что поддерживаются местные производители. В итоге получаются устойчивые цепочки поставок.

Думаю, в будущем такие гибкие конструкции станут основой для строительства малых ГЭС. Они и долговечные, и экологичные, и не слишком дорогие. При этом выдерживают высокую сейсмическую активность и меняющийся климат.

Модульное строительство

Если перенести основные процессы на завод и использовать блочно-модульные конструкции (БМК), то сроки сильно сокращаются. Раньше на возведение здания ГЭС уходило несколько месяцев. А сейчас — всего несколько дней. Безусловно, чувствуется огромная разница.

Сам модуль приезжает на площадку уже с полной внутренней отделкой и встроенным оборудованием, основная часть монтажа считается выполненной. Остаётся только подключить его к напорному трубопроводу. На это уходит максимум два-три дня. И это очень важно для районов, которые находятся в высокогорье. Так как из-за неустойчивых погодных явлений сроки строительства сокращаются всего до 4–5 месяцев в году, поэтому каждый день на счету.

Таблица 2. - Сравнение традиционного и модульного подходов

Этап строительства	**Традиционный подход, дни**	**Модульный подход, дни**
Возведение здания	60–90	2–3 (монтаж модуля)
Отделочные работы	30–45	Выполнены в заводских условиях
Монтаж оборудования	30–60	5–10
Общий срок	120–195	20–30

Модульное строительство даёт важное преимущество — высокую заводскую готовность. Что это значит? Электрику, автоматику и все внутренние сети собирают прямо на заводе. А не на стройплощадке. В итоге объём работ на месте сильно сокращается. И погода уже не так мешает — это большой плюс. Также отсутствует необходимость в найме людей непосредственно на самой строй площадке, ведь проще и дешевле нанять одного специалиста, который возьмет на себя ответственность, чем нанимать целую бригаду.

В Кыргызстане модульный подход очень выручает в горах. Там, на высокогорье, с транспортом бывают проблемы. Готовые блоки помогают решить сразу две задачи. Во-первых, строительный сезон становится короче. Во-вторых, не нужно столько тяжёлой

техники. Ещё используют лёгкие композиты. Они уменьшают нагрузку на фундаменты и делают сооружения более устойчивыми к землетрясениям. А это для Кыргызстана важно.

Цифровизация и искусственный интеллект: управление выработкой энергии и экологическим стоком

Цифровизация малых ГЭС сейчас — это уже вовсе не какая-то опция, а по сути, необходимость. Особенно если говорить про устойчивое строительство. Ну, например, на этапе, когда только проектируют — используют всевозможные новшества: ГИС-картографирование, ещё съёмку с помощью дронов, плюс информационное моделирование (BIM). Благодаря этому можно довольно точно выбрать створы, также минимизировать объёмы земляных работ, и ещё — прогнозировать, как это повлияет на окружающую среду. Например, в проекте Hydro4U эти инструменты уже работают довольно эффективно. Особенно когда подготавливали площадки в Ат-Башинском районе.

На этапе, когда ГЭС уже переходит в фазу эксплуатации, ключевую роль начинают играть системы искусственного интеллекта (ИИ), которые обеспечивают определенные функции:

1. Оптимизацию выработки энергии. Управление гидроэлектростанциями строится на основе определенных алгоритмов, которые анализируют прогнозы погоды, фактические расходы воды, ценовые сигналы и техническое состояние оборудования, формируя оптимальный график работы станции. При этом учитываются сезонные колебания уровня рек, вероятность паводков и изменения гидрологического режима, что позволяет адаптировать работу турбин к реальным условиям эксплуатации. Дополнительно системы прогнозирования интегрируются с рынками электроэнергии, обеспечивая баланс между спросом и предложением. Такой комплексный подход позволяет увеличить годовую выработку на 5–12% без изменения гидрологического режима, одновременно снижая риск аварийных остановок и повышая устойчивость энергоснабжения в удалённых районах.
2. Управление экологическим стоком (e-flow). Сохранение минимального расхода воды в реке ниже створа — это, пожалуй, одна из главных проблем в малой гидроэнергетике. Ситуация напрямую связана с поддержанием экосистемы и биологического разнообразия. Искусственный интеллект здесь может помочь. Он работает на основе данных: поступающих с датчиков уровня воды, с камер наблюдения, плюс используются результаты ихтиологических исследований. Всё это позволяет и помогает регулировать пропуск воды через станцию. Таким образом соблюдаются экологические требования и, что важно, предотвращается деградация русла.

   Кроме того, учитываются сезонные изменения режима. Учитываются прогнозы паводков, динамика миграции рыб, поэтому распределение водных потоков становится более точным.

   В автоматическом режиме интеллектуальные алгоритмы способны не только снижать нагрузку на турбины. Они могут, например, оперативно переключать часть расхода на рыбоходные каналы или обходные тракты — особенно если гидрологические условия ухудшаются. Такой подход позволяет найти баланс. С одной стороны, энергетическая эффективность, с другой — экологическая безопасность. В итоге риск нарушения естественного водного цикла сводится к минимуму.

   Благодаря важным механизмам можно заранее выявлять потенциальные угрозы, корректировать режим работы станции без участия оператора-человека. Всё это вместе формирует, по сути, устойчивую модель эксплуатации малых ГЭС. В этой модели экологический сток воспринимается не как ограничение, а как ключевой элемент долгосрочной стабильности. И это значительно меняет подход ко всему делу.
3. Предиктивную аналитику. ИИ выявляет аномалии в работе оборудования задолго до возникновения аварийных ситуаций, позволяя перейти от планово-предупредительных ремонтов к обслуживанию по фактическому состоянию. Такой подход обеспечивает

более рациональное использование ресурсов, снижает количество внеплановых остановок и продлевает срок службы ключевых узлов станции. В результате эксплуатационные затраты сокращаются на 15–20%, а коэффициент технической готовности станции возрастает, что напрямую отражается на стабильности энергоснабжения и экономической эффективности проекта. Лучше работает, дешевле, т.к. меньше нужно нанимать людей.

Но когда мы цифровизируем малые ГЭС, нельзя забывать про кибербезопасность. Это отдельная большая тема.

С помощью дронов можно быстро проверить состояние каналов, склонов, разных гидротехнических конструкций. Особенно в тех местах, куда трудно залезть, подобраться, заехать — например, в горах. Всё, что наснимали, потом загружают в цифровые копии объекта. А уже на основе этих копий предсказывают, что может сломаться или измениться, с помощью полного, детального анализа.

Ещё есть BIM — информационное моделирование зданий. Это полезный инструмент, когда проектируешь малую ГЭС. Строится одна общая цифровая модель. В ней согласовывают всё: архитектуру, конструкции, технические процессы. Благодаря этому меньше ошибок на этапе проектирования. И проще найти способы сократить объём строительных работ.

В будущем, системы контроля станут полностью автоматическими. Тогда малые ГЭС смогут работать почти без людей. Точнее, без большого штата сотрудников, которые отвечают за эксплуатацию.

Формирование методологии устойчивого проектирования

Если обобщить всё, о чём мы говорили, можно выделить несколько принципов. Именно они составляют основу новой методологии устойчивого проектирования малых ГЭС. Вот эти принципы:

1. Приоритет интеграции перед новым строительством. Проще говоря, лучше вписать станцию в то, что уже есть, чем строить что-то с нуля.
2. Технологическая нейтральность и гибкость. Не надо привязываться к одной технологии. Нужно выбирать то, что подходит под конкретные условия, и быть готовым меняться.
3. Экологическая совместимость материалов и решений. Материалы не должны вредить природе, так же, как и решения.
4. Цифровизация как инструмент устойчивости. Современные технологии помогают сделать станцию надёжнее, а строительство — более управляемым.

Важно отметить одну вещь. Когда речь идёт о малых гидроэлектростанциях, которые должны работать надёжно и долго, приходится учитывать сразу несколько факторов. Это и климат, и инженерные особенности, а также социальные, финансовые, технические и экологические факторы. Всё вместе играет очень большую роль.

Причём в нынешних реалиях успех таких ппредприятий измеряют не только количеством вырабатываемой энергии, но и по тому, насколько станция хорошо вписывается в местную экологию и экономику, что является не менее значимым показателем. Ещё один плюс — возможность постепенно обновлять оборудование и добавлять цифровые решения без полной перестройки. Такая гибкость очень ценна, а самое главное эффективная и экономически выгодна.

Для Кыргызстана подобный подход критически важен. У нас высокая сейсмическая активность, сложный горный рельеф, а водность рек сильно меняется по сезонам. Если использовать гибкие инженерные решения, можно добиться устойчивости и надёжности гидроэнергетических объектов на долгие годы. А в наших условиях именно это и является главным.

Заключение

Современное устойчивое строительство малых ГЭС — это переход от одной модели к другой. Раньше, заимствовали брали подходы из большой гидроэнергетики и просто их масштабировали, что не всегда эффективно и правильно ни для самой ГЭС, ни для экосистемы, в которую вторглись. Теперь же, пытаются решать проблемы по-другому. Главное в них — минимизировать воздействие, вписываться в уже существующую инфраструктуру и использовать экологически безопасные технологии.

Как мы показали в статье, изменения затрагивают буквально все сферы. Начнём с инженерных решений — разработка турбин, способных работать при минимальных напорах. Далее идут материалы и технологии: использование композитов, габионых конструкций и модульных систем. И, конечно, цифровая трансформация — в настоящее время искусственный интеллект помогает управлять производством энергии, а также следить за экологическим стоком.

Наша страна располагает масштабным нереализованным потенциалом в области малой гидроэнергетики. Если внедрять описанные подходы, то можно осваивать горные реки и ирригационные каналы. Причём там, где раньше это было либо экономически невыгодно, либо просто опасно для экологии. Новая методология устойчивого проектирования даёт основу для нескольких важных вещей. Это и энергетическая независимость удалённых районов. И снижение нагрузки на центральные сети. И достижение целей по декарбонизации. Всё это без разрушения природных экосистем и без ущерба для водных биоресурсов. А это, пожалуй, самое главное.

Список литературы

1. Global Hydro. Sustainable Solutions for Small Hydropower Integration into Existing Infrastructure // Technical Report. – Austria, 2025. – 45 p.
2. Müller G., Wolter C. Fish-Friendly Turbine Technologies for Low-Head Hydropower // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2024. – Vol. 156. – P. 111–124.
3. Бабурин Б. А., Бобров Р. И., Вайнштейн Г. М. и др. Гидроэнергетика и комплексное использование водных ресурсов СССР / под общ. ред. П. С. Непорожнего. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоиздат, 1982. – 560 с.
4. Захидов Р.А., Мамадалиев Ж.Х. Взаимодействие ветровой и гидроэнергетики: потенциал компенсации в условиях сезонных колебаний // Проблемы энерго- и ресурсосбережения. – Ташкент, 2026. – № 2. – С. 1–10.
5. Иванов А.В., Петров С.Н. Габионные конструкции в гидротехническом строительстве // Гидротехническое строительство. – 2025. – № 3. – С. 34–42.
6. Малышев Л. И. Деривационные гидроэлектростанции. – М.: Госэнергоиздат, 1962. – 312 с.

УДК 711.4: 316.334.52

К. М. Мамырова, Т. С. Кенешов
И. Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы
КГТУ им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика

K. M. Mamyrova, T. S. Keneshov
I. Razzakov KSTU, Bishkek, Kyrgyz Republic
koichukulova.kamilla05@gmail.com, t.keneshov@mail.ru

АНАЛИЗ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ПРИНЦИПОВ И ОСНОВ МЕСТ ПРИЛОЖЕНИЯ ТРУДА НА УРОВНЕ РЕГИОНОВ

АЙМАКТАРДА ЭМГЕК ЖАЙГАШТЫРУУ НЕГИЗДЕРИН ЖАНА НОРМАТИВДИК-ТЕХНИКАЛЫК РИНЦИПТЕРИН АНАЛИЗДӨӨ

ANALYSIS OF NORMATIVE AND TECHNICAL PRINCIPLES OF EMPLOYMENT LOCATION AT THE REGIONAL LEVEL

Макалада регионалдык деңгээлде эмгек колдонуу жайларын жайгаштыруунун ченемдик-укуктук жана ченемдик-техникалык негиздери каралат. Кыргыз Республикасынын шаар куруу мыйзамдарына, курулуш ченемдерине жана аймактык пландаштыруу принциптерине талдоо жүргүзүлгөн. Региондордун туруктуу мейкиндиктик түзүмүн калыптандырууда функционалдык зоналаштыруунун, инженердик жана транспорттук инфраструктуранын ролу көрсөтүлгөн.

Түйүндүү сөздөр: *шаар куруу, эмгек колдонуу жайлары, аймактык пландаштыруу, функционалдык зоналаштыруу, региондук өнүгүү, инфраструктура.*

В статье рассматриваются нормативно-правовые и нормативно-технические основы размещения мест приложения труда на региональном уровне. Проведён анализ градостроительного законодательства Кыргызской Республики, строительных норм и принципов территориального планирования. Показана роль функционального зонирования, инженерной и транспортной инфраструктуры в формировании устойчивой пространственной структуры регионов.

Ключевые слова: *градостроительство, места приложения труда, территориальное планирование, функциональное зонирование, региональное развитие, инфраструктура.*

The article examines the regulatory and technical foundations of employment location at the regional level. It analyzes urban planning legislation of the Kyrgyz Republic, construction standards, and spatial planning principles. The role of functional zoning and infrastructure development in shaping regional spatial structure is highlighted.

Key words: *urban planning, employment locations, spatial planning, zoning, infrastructure, regional development.*

Введение

Размещение трудовых ресурсов и производственных мощностей в регионах напрямую связано с градостроительным планированием и организацией территориальной структуры населённых пунктов. Нормативно–технические принципы, определяющие мест приложения труда, включают законодательные, инженерные и планировочные основы, которые обеспечивают рациональное использование территории, доступность трудовых ресурсов и интеграцию инфраструктуры.

Основными нормативно-правовыми актами в градостроительстве являются закон Кыргызской Республики «Об основах градостроительного законодательства Кыргызской Республики» от 13 июля 2011 года № 95[1]. Законодательство Кыргызской Республики об архитектуре и градостроительстве основывается на Конституции Кыргызской Республики, состоит из настоящего Закона и иных нормативных правовых актов Кыргызской Республики, а также международных договоров, вступивших в законную силу в установленном законом порядке, участницей которых является Кыргызская Республика.

Настоящий Закон закрепляет фундаментальные принципы территориального развития государства, включая: устойчивость пространственного развития; сбалансированность социальной, производственной и инженерной инфраструктуры; приоритет общественных интересов при использовании территорий; участие органов власти и населения в принятии градостроительных решений.

Закон формирует методологическую основу территориального планирования, в рамках которой осуществляется определение перспективных зон экономической активности,

формирование производственных территорий и распределение трудовых ресурсов на региональном уровне.

Закон Кыргызской Республики «О градостроительстве и архитектуре Кыргызской Республики» от 11 января 1994 года № 1372-XII [2]. Данный закон определяет правовые, экономические и организационные основы градостроительной и архитектурной деятельности на территории страны. Он устанавливает: принципы территориального планирования; компетенции государственных и муниципальных органов; требования к разработке и утверждению градостроительной документации; порядок осуществления архитектурно-строительного контроля. В контексте размещения мест приложения труда закон играет системообразующую роль, поскольку закрепляет обязательность разработки генеральных планов и проектов планировки территорий, в которых определяется функциональное зонирование (жилые, общественно-деловые, производственные зоны).

Таким образом, размещение промышленных предприятий, технопарков, деловых центров и иных объектов трудовой активности не является стихийным процессом, а осуществляется в рамках утверждённой градостроительной документации.

Закон Кыргызской Республики «О техническом регулировании в Кыргызской Республике» от 22 мая 2004 года № 67 [3]. Данный нормативно-правовой акт устанавливает правовые основы разработки, принятия и применения обязательных требований к продукции, включая здания и сооружения, а также к процессам их проектирования, строительства, эксплуатации и утилизации. В рамках территориального планирования положения закона обеспечивают формирование системы технических регламентов, стандартов и строительных норм, регулирующих качество, безопасность и функциональные параметры объектов градостроительной деятельности. Тем самым закон формирует институциональную основу нормативно-технического регулирования планировки и застройки городов и населённых пунктов, а также обеспечивает единый подход к размещению производственных и общественно-деловых объектов, выступающих местами приложения труда.

В развитие положений градостроительного законодательства нормативно-техническое регулирование территориального планирования в Кыргызской Республике осуществляется на основании подзаконных актов уполномоченного государственного органа. К числу ключевых документов относится приказ об утверждении строительных норм:

Приказ «Об утверждении Строительных норм Кыргызской Республики СН КР 30-01:2020 «Планировка и застройка городов и населенных пунктов городского типа», изданный 24 марта 2020 года № 39-нпа [5].

Указанный нормативный акт устанавливает обязательные требования к функциональному зонированию территорий, параметрам застройки, транспортной и инженерной обеспеченности, а также к формированию планировочной структуры городов и населённых пунктов городского типа. Его положения служат нормативной основой для разработки генеральных планов, проектов детальной планировки и иных документов территориального развития, в рамках которых определяются зоны размещения производственных, общественно-деловых и иных объектов, являющихся местами приложения труда.

Земельный кодекс Кыргызской Республики от 18 июля 2025 года № 149 регулирует: категории земель (в том числе земли населённых пунктов, земли промышленности и иного специального назначения); порядок предоставления земельных участков; права собственности и аренды; ограничения и обременения земель [4].

Именно через механизм земельного регулирования осуществляется практическое закрепление территорий под промышленные объекты, логистические центры, технопарки и иные производственные комплексы.

Земельный кодекс обеспечивает правовую определённость использования территории, без чего невозможно долгосрочное развитие региональных экономических зон и формирование устойчивых мест приложения труда.

Анализ законодательной и нормативно-технической базы Кыргызской Республики показывает, что размещение трудовых ресурсов и формирование производственных территорий осуществляется в рамках комплексной системы регулирования, включающей: градостроительное законодательство; строительные нормы и правила; земельное законодательство; механизмы архитектурно-строительного контроля.

Преемственность советских градостроительных подходов (СНиП 2.07.01-89) и современных норм Кыргызской Республики выражается в сохранении принципов функционального зонирования, инженерной обеспеченности и транспортной доступности территорий [9].

В результате нормативно-правовая база выступает не только регламентирующим инструментом, но и стратегическим механизмом формирования пространственной структуры региональной экономики, обеспечивая рациональное размещение мест приложения труда и устойчивое социально-экономическое развитие территорий.

Основные градостроительные принципы исторически были закреплены в СНиП СССР 2.07.01-89 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений», разработанном с участием ЦНИИП градостроительства [7]. Этот норматив определял зонирование, размещение промышленных, деловых и жилых объектов, а также инженерную инфраструктуру и социальные зоны, что напрямую влияло на рациональное размещение трудовых ресурсов на территории. ЦНИИП выполнял роль научного института, обеспечивая методическое обоснование генеральных схем расселения, планировки территорий и функционального распределения объектов, что позволило создать сбалансированную систему взаимодействия жилой и производственной среды.

1. Нормативная база градостроительного планирования.

На уровне регионов основными документами являются генеральные схемы расселения, правила землепользования и застройки, а также региональные программы развития территорий. Они регламентируют: выбор зон для размещения промышленных и деловых объектов; связь с транспортными коридорами и инженерной инфраструктурой; соблюдение санитарных, экологических и социально-градостроительных требований. СНиП 2.07.01-89 регламентировал минимальные расстояния между промышленными, жилыми и общественными зонами, плотность застройки и транспортную доступность объектов. Методические рекомендации ЦНИИП обеспечивали научное обоснование этих решений, включая планировочные решения по размещению производственных объектов, интеграции инженерных сетей и расчёту территориальной доступности трудовых ресурсов. Эти документы формируют нормативные рамки, в пределах которых планируются территории с концентрацией трудовых ресурсов.

2. Инженерно-технические стандарты.

Проектирование промышленных объектов, офисных и деловых центров, а также инфраструктуры обеспечивает соответствие плотности застройки, транспортной доступности и инженерной обеспеченности. Ключевыми являются: оптимальные размеры производственных и административных площадей; расстояния между объектами для удобства логистики и перемещения работников; обеспечение коммуникаций, энергоснабжения, водоснабжения. СНиП 2.07.01-89 предусматривал точные инженерные параметры, такие как минимальные расстояния от зданий до транспортных магистралей, линий электропередач и инженерных сетей. Это позволяет интегрировать рабочие места в существующую градостроительную структуру и обеспечить эффективное взаимодействие с городской и региональной инфраструктурой [8].

3. Принципы территориальной организации труда.

На региональном уровне выделяются следующие градостроительные принципы:

Рациональная доступность трудовых ресурсов размещение предприятий с учётом плотности населения и профессиональной квалификации;

Инфраструктурная интеграция связь рабочих мест с транспортной сетью, инженерными коммуникациями и социальными объектами;

Экологическая и социальная совместимость минимизация негативного воздействия на население и окружающую среду.

ЦНИИП градостроительства разрабатывал методические рекомендации по территориальной организации труда, учитывая плотность населения, транспортные связи и социально-инженерные объекты, что позволило гармонизировать размещение рабочих мест с городской средой. Эти принципы обеспечивают сбалансированное взаимодействие между местами жительства и работы, создавая комфортные условия для работников и повышая эффективность использования территории.

4. Практическая реализация в градостроительной практике.

На практике регионы реализуют принципы через индустриальные парки, технопарки, специальные экономические зоны и кластеры.

Примеры: В России индустриальные парки Подмосковья и Татарстана; В Китае кластеры Шэньчжэня и Сюнъаня; В Европе и Азии технологические кластеры Германии, Франции, Японии и Южной Кореи. Визуальным подтверждением реализации указанных нормативно-технических принципов служат современные индустриальные и технологические парки, в планировочной структуре которых прослеживается функциональное зонирование, развитая инженерная инфраструктура и высокая транспортная доступность мест приложения труда.

Реализация указанных планировочных решений в составе индустриальных и технологических парков осуществляется на основе утвержденной градостроительной документации регионального уровня, что обеспечивает соблюдение нормативных требований к функциональному зонированию, инженерно-техническому обеспечению и санитарно-защитным разрывам. Концентрация мест приложения труда в специально организованных территориях позволяет формировать устойчивые производственно-деловые зоны, интегрированные транспортный и инженерный каркас региона. Тем самым на практике подтверждается эффективность нормативно-технических принципов как инструмента территориальной организации труда, обеспечивающего согласованное развитие производственных и прилегающих территорий.

Пример 1. Республика Татарстан (Россия). Индустриальные парки Республики Татарстан (на примере ОЭЗ «Алабуга», технопарка «Химград», КИП «Мастер») демонстрируют реализацию принципов функционального зонирования и концентрации мест приложения труда. Территории размещены вне жилой застройки, имеют прямую связь с региональными и федеральными транспортными магистралями, а также обеспечены централизованной инженерной инфраструктурой, что соответствует положениям **СНиП 2.07.01-89** и методическим рекомендациям **ЦНИИП** градостроительства. Пример 2. Европа (Германия, Дания, Бельгия). Промышленная зона в **Kristalpark (Бельгия)** крупный индустриальный кластер в Бельгии, расположенный на границе с другими странами и ориентированный на доступ к транспортным сетям и рабочей силе (например, солнечная электростанция в Kristalpark III). **European Industrial Park Brussels South Charleroi** крупный индустриальный комплекс с развитой транспортной доступностью, рабочих зданий и инфраструктурой для предприятий. бщий вид индустриальной зоны на примере построек в регионе отражает масштаб и планировку индустриального парка.

Kalundborg Eco-Industrial Park (Дания) пример эко-индустриального парка, основанного на симбиозе производств (обмен энергией и материалами между предприятиями). Европейские индустриальные и технологические кластеры (Германия, Бельгия, Дания) иллюстрируют развитие градостроительных принципов территориальной организации труда, заложенных в нормативной базе советского периода. Чёткое разделение функциональных зон, транспортная связанность и интеграция инженерных сетей обеспечивают устойчивое размещение трудовых ресурсов и минимизацию негативного воздействия на городскую среду.

Таким образом, представленные примеры индустриальных парков и кластеров подтверждают преемственность градостроительных подходов к размещению мест

приложения труда. Несмотря на применение современных нормативов и технологий, планировочные решения опираются на базовые принципы, сформированные в рамках **СНиП 2.07.01-89** и научных разработок **ЦНИИП** градостроительства, что обеспечивает рациональное использование территории и гармоничное сочетание производственной и социальной инфраструктуры. В целом, нормативно–технические принципы и стандарты градостроительства, сформированные в рамках **СНиП СССР 2.07.01-89** и методических рекомендаций **ЦНИИП** градостроительства, составляют методологическую основу рационального размещения трудовых ресурсов на региональном уровне. Их применение в современной градостроительной практике обеспечивает согласованное развитие производственных территорий, транспортной и социальной инфраструктуры, а также интеграцию мест приложения труда в пространственную структуру регионов.

Современные градостроительные нормативы Кыргызской Республики и их значение для размещения трудовых ресурсов**.** Современная нормативно-правовая база градостроительной деятельности в Кыргызской Республике включает ряд документов, которые закрепляют технические, планировочные и организационные требования к планировке территории, распределению функциональных зон и размещению объектов разного назначения, в том числе тех, которые являются местами приложения труда. Ключевыми из них являются:

1. Строительные нормы Кыргызской Республики СН КР 30-01:2020 «Планировка и застройка городов и населённых пунктов городского типа». Эти нормы утверждены приказом Государственного агентства архитектуры, строительства и жилищно-коммунального хозяйства при Правительстве Кыргызской Республики от 24 марта 2020 года № 39-нпа и действуют на всей территории КР при планировке городов и населённых пунктов городского типа.

Основное содержание СН КР 30-01:2020.

Документ содержит **определения ключевых градостроительных понятий**, регламентов и структурных элементов планировочной системы:

Градостроительная емкость территории объём застройки, соответствующий роли и месту территории в планировочной структуре города;

Градостроительная документация включает проекты генеральных планов, детальной планировки территории, планы застройки и другие виды проектной документации;

Градостроительное (правовое) зонирование механизм установления границ территориальных зон с определёнными функциональными режимами использования;

Градостроительные ресурсы объекты, включающие не только землю, но и трудовые, инвестиционные и иные ресурсы, влияющие на формирование среды жизнедеятельности;

Микрорайон территориальная часть населённого пункта с определённой численностью населения и объёмом объектов обслуживания. Важные градостроительные регламенты. Нормы определяют ***красные линии*** (границы регламентов застройки вдоль улиц и проездов), *линии регулирования застройки и правила комплексного благоустройства территории,* включающие устройство инженерных сетей и транспортных систем, озеленение, санитарное обслуживание и др. Эти элементы структурируют среду так, чтобы **предприятия, рабочие зоны и социальная инфраструктура могли быть соотнесены с жилыми массивами и доступными зонами трудовой активности**.

Практическая роль СН КР 30-01:2020. Нормы служат основанием для разработки **генеральных планов**, **проектов планировки территорий** и *градостроительных регламентов*, которые определяют, где могут размещаться промышленные зоны, деловые центры, коммерческие и социальные объекты. Это напрямую связано с **местом приложения труда**, поскольку степень доступности рабочих зон для населения, их инженерная и транспортная обеспеченность закладываются именно на этапе планировочных решений в рамках **СН КР 30-01:2020.**

2. СН КР 30-02:2020 «Состав, порядок разработки, согласования и утверждения градостроительной документации» [6]. Этот документ утверждён отдельным приказом Госстроя КР от 25 января 2021 г. № 41 и регламентирует **порядок подготовки и утверждения градостроительной документации**. Он определяет типы, состав и этапы согласования таких документов, как генеральные планы, проекты детальной планировки, а также порядок их включения в государственный реестр. Значение для размещения рабочих зон: именно через соблюдение этого порядка обеспечивается **правовая и техническая достоверность планировочных решений**, которые определяют функциональное наполнение территорий; через него закрепляются требования, соблюдение которых позволяет учитывать **жилые зоны, транспортную доступность и развитие инфраструктуры предприятий**, что в совокупности формирует условия для рационального размещения трудовых ресурсов; регламенты оформления и согласования обеспечивают, чтобы проекты инфраструктуры включали трудовые объекты как обязательные элементы планировочной системы, а не только жилые кварталы.

3. Градостроительное и правовое регулирование (законы и положения). Помимо СН КР, градостроительная практика в КР базируется на нескольких **законодательных актах**, которые определяют правовые основания для создания и реализации градостроительной документации:

Закон Кыргызской Республики «О градостроительстве и архитектуре Кыргызской Республики» устанавливает основные принципы градостроительного регулирования, полномочия государственных органов, требования к проектированию и строительству объектов.

Закон КР «Об основах градостроительного законодательства Кыргызской Республики» определяет фундаментальные подходы к территориальному планированию, участию органов власти и населения в принятии градостроительных решений.

Эти нормы создают **правовую основу**, в рамках которой СН КР реализует конкретные **технические и планировочные требования**.

4. Взаимосвязь современных норм КР с размещением трудовых ресурсов. Градостроительное зонирование и функциональные зоны: СН КР 30-01:2020 формализует разделение территорий на жилые, общественные и промышленные зоны, что позволяет учитывать **места работ и пути перемещения населения на работу** уже на этапе планировки.

Инженерная инфраструктура и транспорт: комплексное благоустройство территории включает правила устройства транспортных сетей и инженерных коммуникаций, что важно для обеспечения **доступности объектов труда** для работников и логистических связей.

Градостроительные проекты и социальная среда: нормы требуют учитывать комплексную оценку территории, включая социально-инженерные аспекты, что непосредственно влияет на **жизненные условия трудящихся** (общественное обслуживание, доступ к объектам здравоохранения, образования и т. д.).

5. Принципы правового и технического контроля.

Сам процесс градостроительного регулирования в КР включает экспертизу и контроль соответствия проектов градостроительным нормам и законодательству, что обеспечивает соблюдение требований СН КР при подготовке генеральных планов и проектов планировки.

Это необходимо для того, чтобы решения о размещении **промышленных зон и средств труда были юридически обоснованы и технически обоснованы**, а также эффективно интегрированы в территориальную структуру населённых пунктов.

Проведённый анализ показывает, что исторические и современные нормативно-технические документы СНиП СССР 2.07.01-89, методические рекомендации ЦНИИП градостроительства, а также действующие нормы и законы Кыргызской Республики (СН КР 30-01/30-02:2020) формируют единую и преемственную систему территориального планирования. Данные нормативы обеспечивают рациональное размещение трудовых

ресурсов, интеграцию производственных объектов в структуру расселения, соблюдение инженерных, санитарных и транспортных требований, а также гармоничное сочетание производственной и социальной инфраструктуры. Нормативно-техническая база градостроительства в совокупности с механизмами регионального планирования формирует основу регулирования пространственного развития территорий. На региональном уровне обеспечивается согласование функционального зонирования, транспортной и инженерной инфраструктуры, санитарно-экологических требований и схем расселения, что позволяет интегрировать места приложения труда в единую пространственную систему. Такой подход способствует рациональному использованию территории и формированию устойчивой социально-экономической среды регионов Кыргызской Республики.

Проведённый анализ нормативно-правовой и нормативно-технической базы показывает, что размещение мест приложения труда регулируется системой взаимосвязанных документов, включающих законодательные акты, строительные нормы и градостроительные регламенты. Практическая реализация указанных требований осуществляется через разработку и внедрение градостроительной документации различного уровня генеральных планов городов и населённых пунктов, проектов детальной планировки территорий, схем территориального развития и иных документов пространственного планирования.

В рамках данных проектов обеспечивается не только функциональное зонирование территории и размещение производственных и общественно-деловых объектов, но и согласование транспортной, инженерной и социальной инфраструктуры, формирующей условия для эффективного функционирования мест приложения труда. Особое значение имеет комплексный характер градостроительных решений, позволяющий увязать задачи экономического развития, рационального использования земельных ресурсов и формирования комфортной среды жизнедеятельности населения.

В результате градостроительная документация выступает не только инструментом реализации нормативно-технических требований, но и механизмом стратегического управления пространственным развитием регионов, обеспечивая сбалансированное размещение трудовых ресурсов и устойчивое социально-экономическое развитие территорий Кыргызской Республики.

Список литературы

1. Закон Кыргызской Республики «О градостроительстве и архитектуре Кыргызской Республики» от 11 января 1994 г. № 1372-XII.
2. Закон Кыргызской Республики «Об основах градостроительного законодательства Кыргызской Республики» от 13 июля 2011 г. № 95.
3. Закон Кыргызской Республики «О техническом регулировании в Кыргызской Республике» от 22 мая 2004 г. № 6.
4. Земельный кодекс Кыргызской Республики от 18 июля 2025 г. № 149.
5. Строительные нормы Кыргызской Республики СН КР 30-01:2020 «Планировка и застройка городов и населённых пунктов городского типа». – Бишкек, 2020.
6. Строительные нормы Кыргызской Республики СН КР 30-02:2020 «Состав, порядок разработки, согласования и утверждения градостроительной документации». – Бишкек, 2021.
7. СНиП 2.07.01-89*. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. – Москва: Госстрой СССР, 1989.
8. Владимиров, В. В. Инженерная подготовка и благоустройство городских территорий / В. В. Владимиров. – Москва: Архитектура-С, 2004.
9. Колосовский, Н. Н. Теория экономического районирования / Н. Н. Колосовский. – Москва: Мысль, 1969.

УДК 711: 711.134: 349.24

К. М. Мамырова, Т. С. Кенешов
И. Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы
КГТУ им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика

K. M. Mamyrova, T. S. Keneshov
I. Razzakov KSTU, Bishkek, Kyrgyz Republic
koichukulova.kamilla05@gmail.com, t.keneshov@mail.ru

АНАЛИЗ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ РАБОТ ПО УПОРЯДОЧЕНИЮ И ОРГАНИЗАЦИИ МЕСТ ПРИЛОЖЕНИЯ ТРУДА НА УРОВНЕ КРУПНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ И ТЕРРИТОРИЙ

ИРИ АЙМАКТЫК ТҮЗҮЛҮШТӨР МЕНЕН АЙМАКТАРДА ЭМГЕК ОРУНДАРЫН ТАРТИПКЕ КЕЛТИРҮҮ ЖАНА УЮШТУРУУ БОЮНЧА ТЕОРИЯЛЫК ЭМГЕКТЕРДИ ТАЛДОО

ANALYSIS OF THEORETICAL APPROACHES TO THE REGULATION AND ORGANIZATION OF EMPLOYMENT LOCATIONS AT THE LEVEL OF LARGE TERRITORIAL SYSTEMS AND REGIONS

Макалада ири аймактык түзүлүштөрдүн жана региондордун деңгээлинде эмгек кылуу орундарын тартипке келтирүү жана уюштуруунун негизги теориялык мамилелери каралып, ошондой эле мейкиндиктик жана шаар куруу пландаштыруусунун негизги концепциялары талданган.

Түйүндүү сөздөр: *шаар куруу, эмгек кылуу орундары, эмгекти аймактык уюштуруу, мейкиндиктик пландаштыруу, агломерациялар, отурукташуу системасы, туруктуу өнүгүү.*

В статье рассмотрены основные теоретические подходы к упорядочению и организации мест приложения труда на уровне крупных территориальных образований и регионов, а также проанализированы ключевые концепции пространственного и градостроительного планирования.

Ключевые слова*: градостроительство, места приложения труда, территориальная организация труда, пространственное планирование, агломерации, система расселения, устойчивое развитие.*

The article examines the main theoretical approaches to the regulation and organization of employment locations at the level of large territorial systems and regions, and analyzes key concepts of spatial and urban planning.

Key words: *urban planning, employment locations, territorial organization of labor, spatial planning, agglomerations, settlement systems, sustainable development.*

Анализ теоретических трудов по градостроительной организации мест приложения труда в государственных административных территориях представляет собой важную задачу, учитывающую множество факторов, вроде экономического, социального и экологического контекстов. Теоретические подходы к градостроительству обоснованно обращаются к вопросам балансировки различных функциональных зон, что позволяет создать устойчивую и комфортную городскую среду.

Градостроительная организация мест приложения труда (МПТ) играет ключевую роль в развитии городов и регионов. Вопросы размещения промышленных предприятий, офисных центров, административных учреждений и сервисных организаций требуют комплексного

подхода, учитывающего экономические, социальные, экологические и транспортные аспекты. В государственных административных территориях организация МПТ требует особого подхода из-за концентрации управленческих и административных функций. В таких территориях важно сбалансировать размещение рабочих мест с транспортной доступностью, экологическими нормами и градостроительными концепциями.

Развитие градостроительной науки и появление понятия места приложения труда".

Первые представления об организации труда в пространстве восходят к античным городам, где мастерские и ремесленные кварталы формировались стихийно. Однако научное осмысление данной темы началось в XIX–XX веках в работах таких исследователей, как Патрик Геддес, Эбенизер Говард и Левинсон [3]. К примеру Патрик Геддес считал город **живым организмом,** в котором **труд, жилье и культуры** неразрывно связаны. Он разработал концепцию разрез долины, показывающий, как разные виды деятельности (сельское хозяйство, ремесла, индустрия) связаны с ландшафтом и расселением. Он выступал против механического зонирования, предлагал **естественное, органическое размещение мест труда** в зависимости от географических и социальных условий. Патрик Геддес рассматривал город как живую экосистему, где природа, труд и культура неразрывно связаны. Он отмечал, что «город должен развиваться, исходя из своей среды, и включать в себя рабочие зоны, согласованные с природным ландшафтом и культурным контекстом» [1]. Эта мысль подчёркивает важность адаптации планировочных решений под существующую географическую и социальную структуру территории в том числе при размещении трудовых функций.

Первые научные подходы к территориальному размещению труда были заложены в модели «изолированного государства» Иоганна Генриха фон Тюнена (1826), в рамках которой пространственная организация хозяйственной деятельности рассматривалась как функция расстояния до центра потребления и транспортных издержек. Данный подход оказал значительное влияние на дальнейшее развитие теорий территориального планирования, в том числе на формирование схем аграрного зонирования, развитие транспортной инфраструктуры и анализ пространственных различий в размещении хозяйства. Принцип рационального баланса между центром и периферией, вытекающий из модели Тюнена, широко использовался при проектировании сельскохозяйственных районов и организации снабжения городских рынков, прежде всего в аграрно ориентированных экономиках. В советской практике территориально-производственного планирования получил развитие иной теоретический подход, связанный с концепцией территориально-производственных комплексов (ТПК). В отличие от тюненовской модели, ориентированной на рынок и расстояние, ТПК формировались на основе ресурсно-производственного принципа, предполагающего размещение взаимосвязанных предприятий вблизи источников сырья, энергии и воды с целью снижения совокупных издержек и повышения эффективности производственных связей [2].

В Сибири применяли кольцевую модель расселения: промзона, зона жилья, зона сельского хозяйства зелёная зона. Модель Тюнена применялась при аграрной реформе в Целинных землях Казахстана планировалось рациональное размещение ферм и элеваторов в зависимости от расстояний до центральных складов и железнодорожных узлов. При развитии агломераций (например, Московской или Парижской) используются модифицированные тюненовские схемы для размещения логистических центров, фермерских кооперативов и переработки сельхозпродукции.

Идеи Тюнена актуальны и сегодня: в современных логистических и аграрных кластерах принцип минимизации расстояний и оптимизации затрат остаётся основополагающим.

Важное место в советской градостроительной науке заняли исследования **И.М. Смоляра**, который разработал концепцию комплексного градостроительного проектирования. Он рассматривал организацию мест приложения труда как часть

интегрированного процесса, включающего прогнозирование, планирование и проектирование. В отличие от большинства теоретиков своего времени, Смоляр акцентировал внимание не только на функциональном размещении предприятий, но и на качестве городской среды, санитарных нормах и социальной устойчивости.

В данном случае, опираясь на идею о том, что проектирование должно опираться на триединую структуру: **труд, жильё и рекреацию**. По мнению И.М. Смоляра, рабочие территории необходимо рассматривать комплексно, с учётом пространственных, экономических и социальных факторов. Он выступал за создание интегрированных производственно-жилых комплексов, что позволяло снижать транспортные издержки и повышать эффективность городской экономики. Важное место в его исследованиях занимала экологическая устойчивость проектирования. Смоляр подчёркивал необходимость учитывать природные условия при выборе мест для размещения производственных зон, формировать санитарно-защитные территории и минимизировать воздействие на окружающую среду. В этом смысле его подход предвосхитил современное понимание «зелёного градостроительства» и устойчивого развития. Практические аспекты теории профессора И.М. Смоляра нашли отражение в проектировании научных и промышленных парков, а также в создании технопарков, где производство, жильё и зоны отдыха гармонично интегрированы. Примеры такого подхода можно видеть в проектах для Новосибирска, Калуги и Нижнего Новгорода. В своих поздних трудах И.М. Смоляр развивал идеи «города будущего», подчеркивая необходимость адаптации городской структуры к изменениям климата, технологическому прогрессу и росту мобильности населения. Он предвосхитил современные концепции «умных городов», в которых устойчивость, инновации и качество жизни рассматриваются как взаимосвязанные элементы. Таким образом, идеи И.М. Смоляра представляют собой фундамент современного градостроительного подхода, ориентированного на интеграцию производства, среды и человека. Я считаю, что именно его методология комплексного и экологически устойчивого проектирования остаётся актуальной основой для формирования городов XXI века [4].

Продолжая рассматривать развитие градостроительных теорий, особое место занимает вклад**,** который, как и И.М.Смоляр, уделял внимание организации и проектированию мест приложения труда (МПТ). Однако если И.М. Смоляр сосредоточился преимущественно на инженерно-планировочных решениях, то В.Н. Белоусов развил эти идеи, дополнив их санитарно-экологическим и социальным содержанием.

В.Н. Белоусов был одним из ведущих представителей советской градостроительной школы, автор трудов *«Оздоровление городской среды важнейшая градостроительная задача»* (1977) и *«Градостроительство в век информатизации»* (2002). Он подчеркивал необходимость комплексного подхода, в котором организация МПТ тесно связана с формированием здоровой и комфортной городской среды. В центре его внимания находились санитарно-защитные зоны, экологическая безопасность и борьба с загрязнением воздушного бассейна, напрямую влияющим на качество жизни горожан [5].

Подход В.Н. Белоусова, в котором производственная зона рассматривается не изолированно, а как часть целостного городского организма. Он акцентировал внимание на функциональных связях между трудом, жильём и рекреацией, а также на транспортной доступности и благоустройстве. В его исследованиях особое значение придавалось социальным аспектам градостроительства учёту потребностей населения, равномерному распределению рабочих мест и созданию благоприятных условий для жизни и труда. Значимым направлением В.Н. Белоусова стало внедрение информационных технологий в градостроительное проектирование. Он одним из первых предсказал, что цифровые системы смогут повысить точность прогнозирования трудовых ресурсов и оптимизировать пространственное планирование. Эти идеи легли в основу современных концепций «умного города» [6]. Таким образом, по моему мнению, Белоусов расширил традиционную градостроительную теорию, соединив в ней экологический, социальный и технологический подходы. Его труды остаются актуальными, поскольку показывают, как планирование мест

приложения труда может стать инструментом повышения качества городской среды и здоровья населения.

Если В.Н. Белоусов сосредоточил внимание на экологических и социальных аспектах организации МПТ, то **В.В. Владимиров** развил тему с инженерно-технической стороны. В своих трудах, в частности *«Инженерная подготовка и благоустройство городских территорий»* (2004), он рассматривал проектирование производственных и жилых зон через призму инженерной подготовки, природных условий и благоустройства В.В. Владимиров подчёркивал, что эффективная организация мест приложения труда невозможна без комплексной инженерной инфраструктуры водо и энергоснабжения, транспортных сетей, дренажных систем и благоустройства. Он отмечал важность оценки природных факторов, что позволяло адаптировать территорию под конкретные условия рельефа, климата и экологии.

Подход В.В. Владимирова укрепил практическое направление градостроительной науки, связав теоретические принципы планирования с инженерной реализацией. Его идеи легли в основу многих проектов реконструкции и планировки территорий в России. Особенно важно, что Владимиров рассматривал инженерную подготовку не как техническую операцию, а как часть градостроительного процесса, влияющего на качество среды, комфорт и безопасность населения. Таким образом, вклад В.В. Владимирова заключается в систематизации инженерно-планировочных решений и их интеграции с социальными и экологическими задачами. Его работы усилили практическое измерение градостроительства, сделав его более технологичным и адаптированным к современным вызовам [7].

Современные примеры пространственной организации труда подтверждают актуальность классических теорий. В России и Китае активно создаются территории опережающего развития и особые экономические зоны, где предприятия концентрируются для снижения логистических издержек, совместного использования инфраструктуры и кадрового потенциала. Это прямая реализация агломерационного принципа Вебера. Аналогичные закономерности можно наблюдать в строительстве фулфилмент-центров компаний Wildberries и Ozon, а также в развитии технопарков **«Алабуга»** и **«Сколково»**, расположенных вблизи транспортных узлов и крупных рынков труда.

Развитие теорий пространственного размещения в СССР происходило в условиях централизованного планирования, где важную роль играла не только экономика, но и государственная стратегия освоения территорий. Именно здесь оформилась оригинальная концепция территориально-производственных комплексов (ТПК), предложенная Н.Н. Колосовским. Он рассматривал ТПК как систему взаимосвязанных отраслей, объединённых на одной территории для совместного использования ресурсов, инфраструктуры и кадров [8]. Примеры таких комплексов **Уральский**, **Братский**, **Кузбасский** показывают, что централизованное планирование, несмотря на ограничения, позволило достичь высокой степени кооперации и ресурсосбережения. Значительный вклад в развитие советской пространственной мысли внесли **схемы территориального планирования (СТП)**. Эти документы отражали системное видение расселения и труда: проектировщики стремились сбалансировать численность трудовых ресурсов и количество рабочих мест, минимизировать маятниковые перемещения и интегрировать промышленные и жилые зоны. Ярким примером комплексного проектирования стала **Байкало-Амурская магистраль (БАМ)**, где транспортный коридор стал ядром нового расселения и организации труда. Современные проекты во многом продолжают эту логику. В России создаются инновационные города и технополисы «Иннополис» в Татарстане, «Сириус» в Сочи, «Технополис Москва», где на одной территории объединены труд, образование и досуг. Аналогичные тенденции прослеживаются в Китае, например, в проекте Сюнъань, где создаётся новый центр занятости и расселения, а также в индустриальных зонах Шэньчжэня и цифровых кластерах провинций Гуандун и Чжэцзян.

Таким образом в развитии представлений о пространственной организации труда можно выделить несколько этапов: от экономических моделей XIX века к социально-

экологическим теориям XX века. В центре внимания остаётся задача создания устойчивых территорий, где человек, труд и среда образуют гармоничное единство. Данная подтвержденная гипотеза можно применять в условиях современного Кыргызстана, с учетом объективных условиях развити Кыргызстана.

Развитие представлений о территориальной организации труда в Кыргызстане прошло собственный путь, сохранив преемственность с советской научной школой экономической географии и территориального планирования, но одновременно сформировав ряд специфических подходов, обусловленных особенностями горного рельефа, полицентричностью расселения и выраженной неоднородностью социально-экономического потенциала регионов. В рамках отечественной научной традиции значительное внимание вопросам пространственной организации мест приложения труда уделялось в работах Ишенбай Дюшенбиевича Кадырбекова, Игоря Васильевича Тонкоя, Владимира Ивановича Анисимова и Султанбека Джумабаевича Усенова, каждый из которых рассматривал данные процессы с различных теоретико-методологических позиций.

В работах Ишенбая Дюшенбиевича Кадырбекова вопросы территориальной организации труда рассматриваются в тесной взаимосвязи с развитием системы расселения и градостроительным освоением территории Кыргызстана. Особое внимание автор уделял формированию населённых пунктов в условиях горного рельефа, развитию районных центров и совершенствованию планировочной структуры городов. В своих исследованиях Кадырбеков подчёркивал необходимость комплексного подхода к размещению объектов труда, жилья и обслуживания населения, рассматривая их как взаимосвязанные элементы единой градостроительной системы. Существенное значение в его работах отводилось вопросам территориального развития регионов Кыргызстана, совершенствованию сети населённых мест и рациональному использованию природно-ресурсного потенциала страны. Подход И.Д. Кадырбекова основан на сочетании градостроительных, социальных и экономических факторов, что позволяет рассматривать его исследования как важный вклад в развитие отечественной теории территориального планирования [11].

Значительный вклад в развитие современных представлений о пространственной организации населённых пунктов внёс Игорь Васильевич Тонкой. В своих исследованиях автор рассматривает городскую среду как сложную пространственную систему, развитие которой должно учитывать взаимодействие природных, социальных и экономических факторов. Особое внимание И.В. Тонкой уделяет качеству городской среды, вопросам устойчивого развития и совершенствованию систем расселения в условиях современных глобальных вызовов. По мнению автора, пространственное развитие территорий должно основываться на гармоничном взаимодействии природы, общества и среды обитания, что позволяет формировать устойчивые модели территориального развития и повышать качество жизни населения. Рассматриваемые подходы имеют важное значение для Кыргызстана, где процессы урбанизации и территориального развития требуют учёта природно-географических особенностей и сложившейся системы расселения населения [10].

В трудах Владимира Ивановича Анисимова пространственная организация труда рассматривается в системной взаимосвязи с процессами расселения и миграции населения. Автор одним из первых подробно описал маятниковые миграции, характерные для Чуйской области, и показал, что трудовая структура региона формируется вокруг крупных городских и промышленных центров. По результатам его исследований можно выделить несколько ключевых узлов концентрации занятости, среди которых ведущую роль играет Бишкек, а также крупные города юга и востока страны. В.И. Анисимов подчёркивал, что формирование радиальных и кольцевых трудовых потоков требует адаптации транспортной инфраструктуры, рационального размещения производственных зон и создания рабочих мест в периферийных городах, что впоследствии получило развитие в современных концепциях агломерационного развития. Султанбек Джумабаевич Усенов в своих научных исследованиях рассматривал вопросы расселения населения в горных районах Кыргызстана с позиции эколого-градостроительного подхода. В работе «Расселение в горных районах Киргизии (эколого-градостроительные аспекты)» автор подчёркивал, что пространственная организация населённых пунктов в условиях горного рельефа должна учитывать природно-

климатические особенности территории, транспортную доступность, инженерное обеспечение и экологическую устойчивость окружающей среды. Особое внимание С.Д. Усенов уделял взаимосвязи между системой расселения и природным каркасом территории, отмечая необходимость рационального размещения населённых пунктов в наиболее благоприятных для проживания и хозяйственной деятельности зонах. Автор указывал, что для горных регионов характерны значительные различия в условиях жизнедеятельности населения, обусловленные высотной поясностью, сложным рельефом и ограниченностью пригодных для освоения земель. В связи с этим развитие населённых пунктов должно осуществляться на основе дифференцированного подхода, предусматривающего сохранение экологического равновесия и рациональное использование природных ресурсов. Данные положения имеют важное значение для современного градостроительного планирования и территориального развития, поскольку позволяют учитывать специфику природной среды при формировании устойчивой системы расселения и размещении объектов инфраструктуры. По мнению С.Д. Усенова, совершенствование системы расселения в горных районах способствует повышению устойчивости территориального развития, улучшению условий проживания населения и более эффективному использованию природно-ресурсного потенциала региона, что особенно актуально при разработке стратегий пространственного развития и градостроительной политики Кыргызстана [9].

Таким образом, анализ работ отечественных исследователей позволяет сформировать целостное представление о закономерностях развития мест приложения труда в условиях развития Кыргызстана. И имеющие градообразующие факторы включая, учитывающие влияние горного рельефа, узловой характер расселения, транспортную связанность территорий и активную роль государства, демонстрируют, что пространственная организация труда в стране носит преимущественно полицентричный и агломерационный характер. В совокупности данные исследования предполагают теоретическую основу для дальнейшего проведения детальных исследований и совершенствования механизмов государственного регулирования территориальной занятости.

Список литературы

1. Геддес, П. Cities in Evolution / П. Геддес. – London: Williams & Norgate, 1915.
2. Тюнен, И. фон. Изолированное государство в его отношении к сельскому хозяйству и национальной экономии / И. фон Тюнен. – Москва: Экономика, 1926.
3. Говард, Э. Garden Cities of To-morrow / Э. Говард. – London: S. Sonnenschein & Co., 1898.
4. Смоляр, И. М. Комплексное градостроительное проектирование / И. М. Смоляр. – Москва: Стройиздат, 1985.
5. Белоусов, В. Н. Оздоровление городской среды — важнейшая градостроительная задача / В. Н. Белоусов. – Москва: Стройиздат, 1977. – Текст: непосредственный.
6. Белоусов, В. Н. Градостроительство в век информатизации / В. Н. Белоусов. – Москва: Стройиздат, 2002.
7. Владимиров, В. В. Инженерная подготовка и благоустройство городских территорий / В. В. Владимиров. – Москва: Архитектура-С, 2004.
8. Колосовский, Н. Н. Теория экономического районирования / Н. Н. Колосовский. – Москва: Мысль, 1969.
9. Усенов, С. Д. Расселение в горных районах Киргизии (эколого-градостроительные аспекты): автореф. дис. ... канд. архит. наук / С. Д. Усенов. – Москва, 1991.
10. Тонкой, И. В. Осмысление качества пространства городской среды в условиях глобальных вызовов / И. В. Тонкой, О. Ю. Иншакова // Architecture and Modern Information Technologies. – 2021. – № 4 (57). – С. 313–323.
11. Кадырбеков, И. Д. Развитие градостроительства Киргизии / И. Д. Кадырбеков. – Фрунзе.

УДК 72:69:699.8

Б. С. Матозимов, Ян Дян, Ван Хаоюй, Пэн Тонг
И. Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек Кыргыз Республикасы
КГТУ им. И. Раззакова Бишкек, Кыргызская Республика

B. S. Matozimov, Yang Diang, Wang Haoyu, Peng Tong
I. Razzakov KSTU, Bishkek, Kyrgyz Republic
b.matozimov@kstu.kg

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СЕЙСМИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ МАЛОЭТАЖНЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ С УЧЕТОМ ТЕПЛОТЕХНИКИ

ЖЫЛУУЛУК-ТЕХНИКАСЫН ЭСЕПКЕ АЛУУ МЕНЕН АЗ КАБАТТУУ ТУРАК ЖАЙЛАРДЫН СЕЙСМИКАЛЫК ТУРУКТУУЛУГУН УЮШТУРУУЧУЛУК-ТЕХНОЛОГИЯЛЫК МОДЕЛДӨӨ

ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL MODELING OF SEISMIC PROTECTION OF LOW-RISE RESIDENTIAL BUILDINGS TAKING THERMAL INSULATION INTO ACCOUNT

Бул макалада аз кабаттуу турак жай имараттарынын сейсмикалык коргоосун жылуулук-техникалык талаптарды эске алуу менен уюштуруу-технологиялык моделдөө маселелери каралат. Изилдөөдө ар кандай конструкциялык чечимдер салыштырылып, алардын жылуулук-техникалык көрсөткүчтөрү талданат. Ошондой эле имараттардын сейсмикалык туруктуулугун, энергияны үнөмдөө натыйжалуулугун жана сырткы тосмо конструкцияларынын жылуулук коргоо касиеттерин жогорулатууга багытталган инженердик чечимдер бааланат.

Түйүндүү сөздөр: *уюштуруу-технологиялык моделдөө, сейсмикалык коргоо, энергияны үнөмдөө, тосмо конструкциялар, турак жай имараттары, энергияны үнөмдөө, энергия керектөө, энергия сыйымдуулугу, пассивдүү көп кабаттуу үйлөргө салыштырмалуу төмөн энергия керектөө.*

В данной статье будут рассмотрены организационно-технологическое моделирование сейсмической защиты малоэтажных жилых зданий с учетом теплотехники, и *сравнения различных вариантов, теплотехнических расчетов.*

Ключевые слова: *организационно-технологическое моделирование, сейсмическая, энергосбережения, ограждающих конструкций, жилые здания, экономия энергии, потребление энергии, энергоемкость, меньше пассивного многоэтажных домов.*

This article will consider the organizational and technological modeling of seismic protection of low-rise residential buildings, taking into account thermal engineering, and comparisons of various options, thermal calculations.

Key words: *organizational and technological modeling, seismic, energy saving, enclosing structures, residential buildings, energy saving, energy consumption, energy intensity, less passive multi-storey buildings.*

Введение

Моделирование - главный способ познания нами нас самих и окружающего мира. Определяя гносеологическую роль моделирования, отметим многообразие моделей в науке и технике. Моделируемый объект называется оригиналом, моделирующий - моделью. Модели

классифицируют исходя из наиболее существенных признаков объектов [8]. Этими признаками являются: 1) закон функционирования и характерные особенности выражения свойств и отношений оригинала; 2) основания для преобразования свойств и отношений модели в свойства и отношения оригинала.

Модели можно разделить: - по первому признаку на логические (по законам логики в сознании человека) и материальные (по объективным законам природы) модели; - в свою очередь логические модели делятся на образные, знаковые, образно-знаковые (смешанные) модели; - материальные модели - на функциональные, геометрические, функционально-геометрические модели; - функциональные и функционально-геометрические модели в зависимости от физической однородности и разнородности с оригиналом разделяются на физические и формальные; - по второму признаку различают условные (на основании условия или соглашения), аналоговые (на основании умозаключения по аналогии, непрерывные) и математические (математические методы выражения) модели; - из математических моделей можно выделить расчетные (математическое представление - формулы, уравнения, графики, алгоритмы и т.д.) и соответственные (математические зависимости) модели; - из соответственных выделяются подобные модели (пропорциональность переменных величин к соответствующим переменным оригинала); - подобные модели могут быть логическими и материальными; - подобные материальные модели разделяют на аналоговые (непрерывные), цифровые (дискретные) и аналого-цифровые (комбинированные и гибридные) модели.

Цель исследования

Сейсмомоделирование в данной работе предполагает создание модели двухэтажного жилого здания и модели системы управления гашением колебаний конструкции при внешних воздействиях землетрясения с учетом теплотехники.

Принцип снижения сейсмической нагрузки, реализация которого достигается за счет уменьшения массы ограждающих конструкции за счет использования более легких и эффективных конструкций и выбора конструктивной схемы с оптимальной динамической жесткостью и демпфированием.

В зданиях с жесткой конструктивной схемой снижение сейсмической нагрузки достигается в основном за счет уменьшения массы ограждающей конструкции /1-7/.

Материал и методы исследования

Научной основой моделирования служит теория аналогии, в частном случае - физического и аналогового моделирования - теория подобия, в которой основным понятием является - понятие аналогии -сходство объектов по их качественным и количественным признакам [8]. Тогда как в [8] указывается, что как раз теория подобия лежит в основе моделирования. Но основываясь на всем, что рассматривалось ранее и [8, -10], следует считать верным первое утверждение.

Основные виды качественной аналогии: - химическая; - физическая; - кибернетическая.

Все эти виды объединяются понятием обобщенной аналогии - абстракцией. Она выражает особого рода соответствие между сопоставляемыми объектами, между моделью и прототипом.

Кибернетическая аналогия - подобие функций, ведущее к установлению структурного сходства сравниваемых систем управления и нахождения способа (алгоритма) управления, обеспечивающего достижение оптимума цели путем преобразования потоков информации. Константой подобия в данном случае часто служит алгоритм оптимального управления.

Физическая аналогия - подобие при наличии физического аналога. Константы подобия - безразмерные величины, а результат исследования предполагает раскрытие физического смысла самих уравнений.

Основным видом количественной аналогии является понятие математической аналогии. Это аналогия формы уравнений и аналогия соотношений между переменными в уравнениях оригинала и модели. Частные случаи математической аналогии -геометрическая, временная. Геометрическая представляет собой подобие пространственных пропорций частей объекта, подобие геометрических образов. В нашем случае процесс сейсмомоделирования состоит из следующих этапов:

1. Постановка задачи и определение свойств оригинала, подлежащих сейсмотеплоисследованию.
2. Констатация затруднительности или невозможности сейсмотеплоисследованию оригинала в натуре.
3. Выбор модели, достаточно хорошо фиксирующей существенные свойства оригинала и легко поддающейся сейсмотеплоисследованию.
4. Сейсмотеплоисследование модели в соответствии с поставленной задачей.
5. Перенос результатов сейсмотеплоисследования модели на оригинал.
6. Проверка этих сеймотеплорезультатов.

Основными задачами являются: во-первых, выбор моделей и, во-вторых, перенос результатов сейсмотеплоисследования моделей на оригинал.

Рисунок 1 - Сейсмомоделирования двухэтажного здания

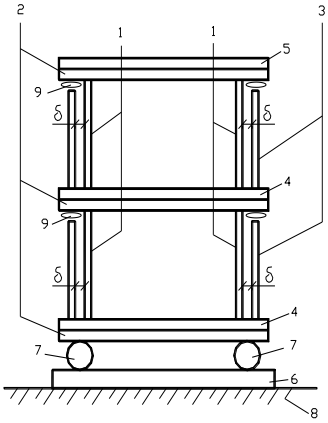


Рисунок 2 - Разрез схемы двухэтажного здания

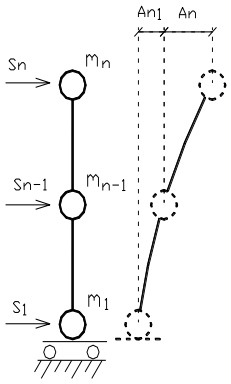


Рисунок 3 - Расчетная схема двухэтажного здания

На рис. 1. показаны сейсмомоделирования двухэтажного здания. На рис. 2. изображен разрез схемы сейсмостойкого двух этажного здания, на рис. 3. представлена расчетная схема этого здания, которое содержит пространственно гибкие этажи, образованные колоннами 1, ригелями 2, стенами 3, перекрытиями 4, покрытием 5, фундаментом 6 и шарнирами пластичности 7, размещенными между фундаментом 6, установленным на основании 8, и надземной частью здания. Между верхними частями стен и перекрытиями (покрытием) размещена упругая прокладка 9.

Применяя результаты разработанных вероятностных методов комплексного расчета и результаты проведенных экспериментов [1-5], разработаны экспериментальные проекты пространственно –каркасного жилого дома с шарнирами пластичности.

Временная - подобие функции времени, при котором константа подобия показывает, в каком отношении к ней находятся такие параметры, как период, задержка и т. д.

Понятие “модель” возникло в процессе опытного изучения мира, а само слово “модель” произошло от латинских слов modus, modulus, означающих меру, образ, способ. Первоначальное развитие модели получили в строительном искусстве. Различные вещи,

сделанные на основе каких-либо измерений, воспроизводящих что-либо или являющиеся прообразом чего-то, какими-то образцами для других вещей, стали называть моделями.

Способы создания моделей различны: физические, математические, физико-математические.

Физическое моделирование характеризуется, прежде всего, тем, что исследования проводятся на установках, обладающих физическим подобием, т.е. сохраняющих полностью или хотя бы в основном природу явлений. Если осуществлено полное или неполное физическое моделирование, то по характеристикам модели можно получить все характеристики оригинала пересчетом через масштабные коэффициенты.

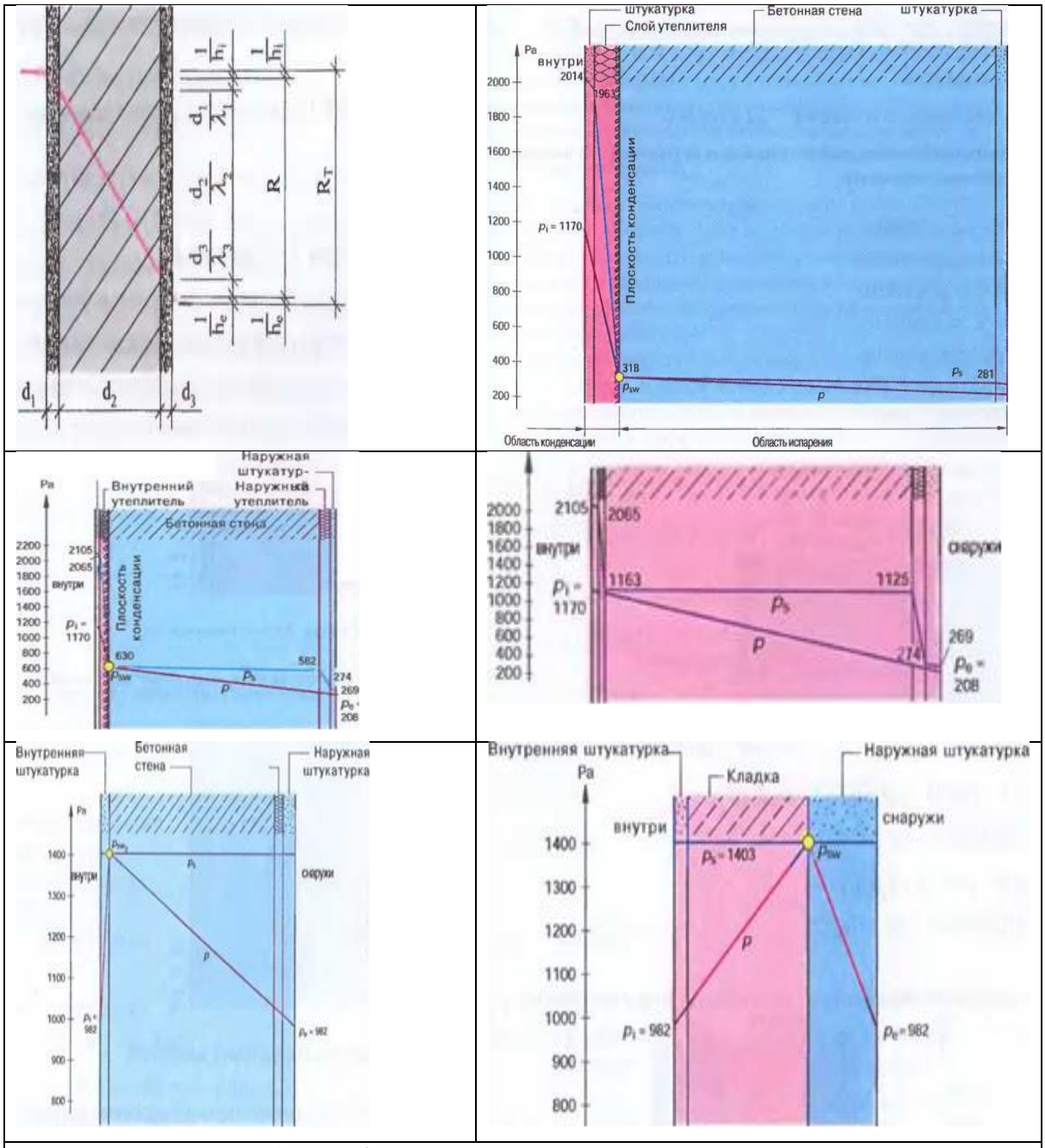


Рисунок 4 - Подбор расчетных схем к моделированию

Математическое моделирование обладает более широкими возможностями. Под этим видом моделирования понимают способ исследования различных процессов путем изучения явлений, имеющих различное физическое содержание, но описываемых одинаковыми

математическими моделями. Например, колебания и волны различной природы (колебания маятника и колебания в электрической цепи аналогичны).

К математическим моделям можно отнести алгоритмы и программы, составленные для вычислительных машин. Эти программы в условных знаках отражают (моделируют) определенные процессы, описанные дифференциальными уравнениями, положенными в основу алгоритмов.

Математическое моделирование имеет огромное преимущество. Поскольку при этом способе моделирования нет необходимости сохранять размеры сооружении, нагрузки на элементы конструкции, имеется возможность получить существенный выигрыш во времени и стоимости исследования.

Физико-математическое моделирование соединяет в себе элементы и физического и математического моделирования.

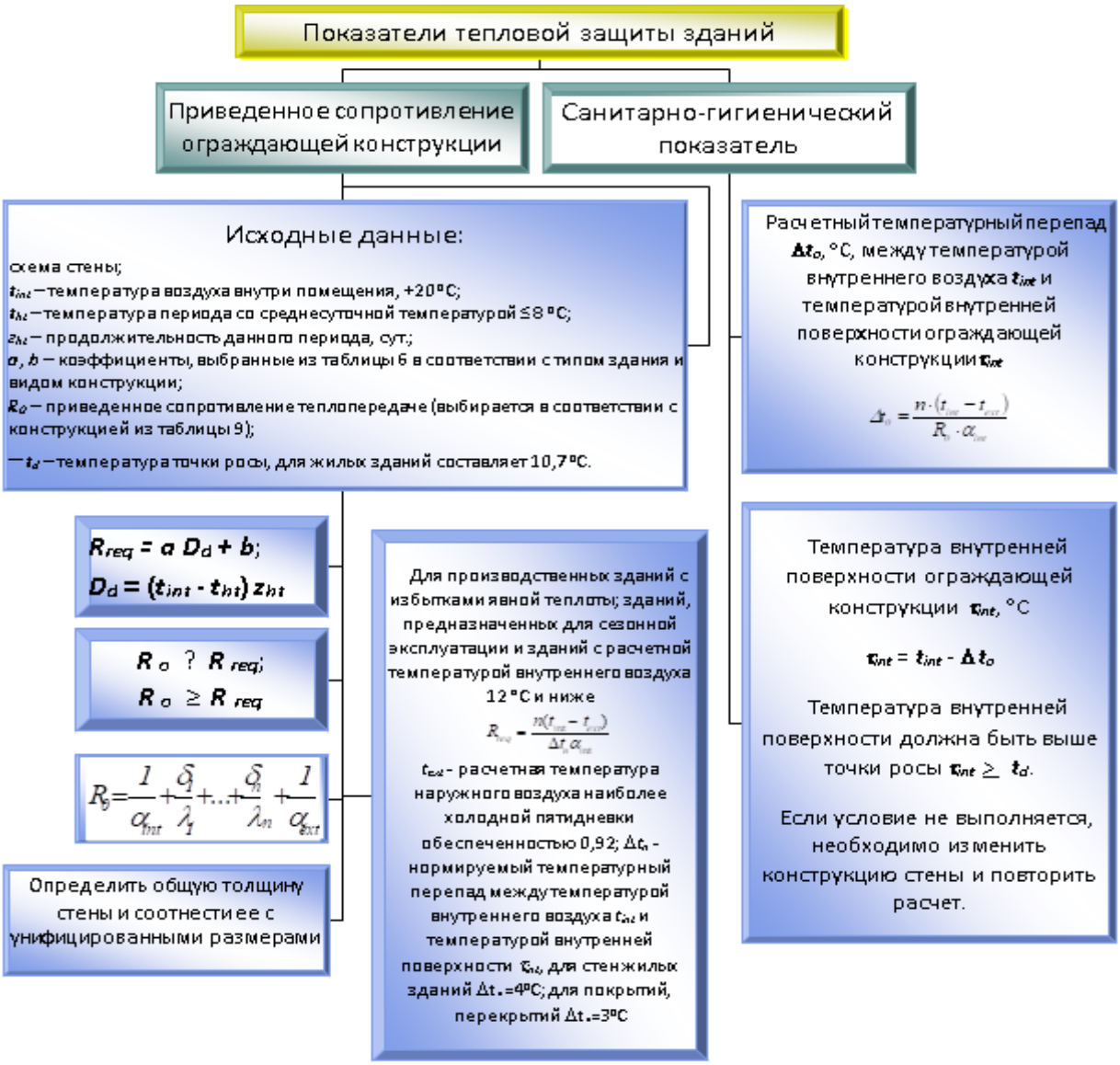


Рисунок 5 - Процесс выбора толщины ограждающей конструкции

Таким образом, моделирование превращается в один из универсальных методов познания, применяемых во всех современных науках, как естественных, так и общественных, как теоретических, так и экспериментальных, технических.

В целом при решении любой задачи основную роль играют эксперимент и модель, а также анализ полученных результатов. Для исследователя эти элементы неотделимы друг от друга. Модель дает правильно поставленный эксперимент, а эксперимент уточняет модель.

Моделирование, по сути, является методологией эксперимента. Оно указывает, как ставить эксперимент и как обрабатывать его данные, чтобы получить результат, не только достоверный в данном частном случае, но и распространяющийся на группу подобных явлений.

Эксперимент имеет два направления: - планирование эксперимента - методика проведения наблюдений за явлениями (пассивный эксперимент) и одновременно такую стимуляцию изучаемых явлений (активный эксперимент), которая позволила бы наиболее быстро, с меньшим числом опытов найти наиболее характерные зависимости или точки (активный - экстремальный эксперимент). Кроме того, центральное место занимают вопросы организации опытов при учете не одного, а многих влияющих факторов. Такой многофакторный эксперимент должен проводиться согласно четкой схеме, предусматривающей экстремальный и вероятностный подходы к исследованиям; -обработка данных- методика расчета и построения достоверных характеристик на основе опытных данных, что неизбежно имеет погрешности, отражающиеся, в частности, в “разбросе” опытных точек.

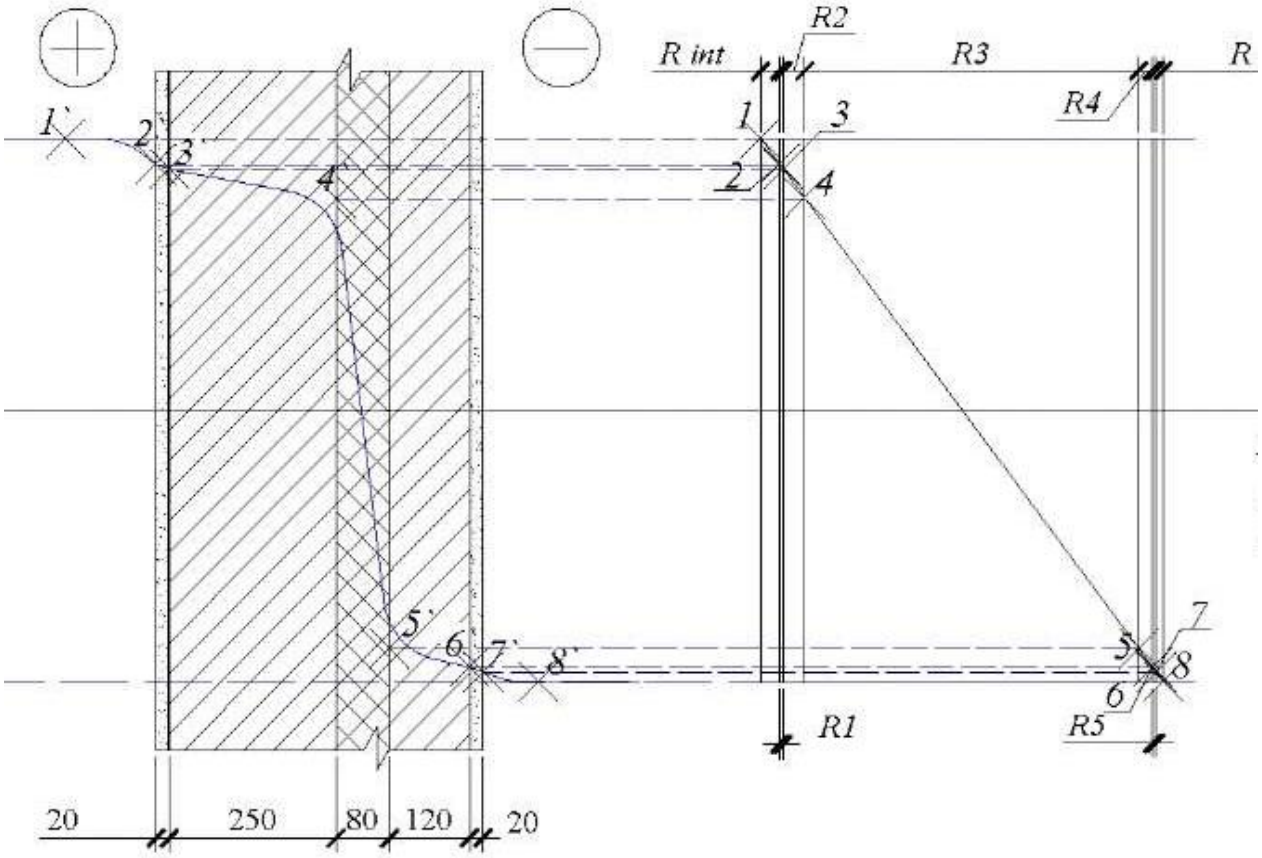


Рисунок 6 - Процесс распределения температуры в толщине ограждающей конструкции (ОК)

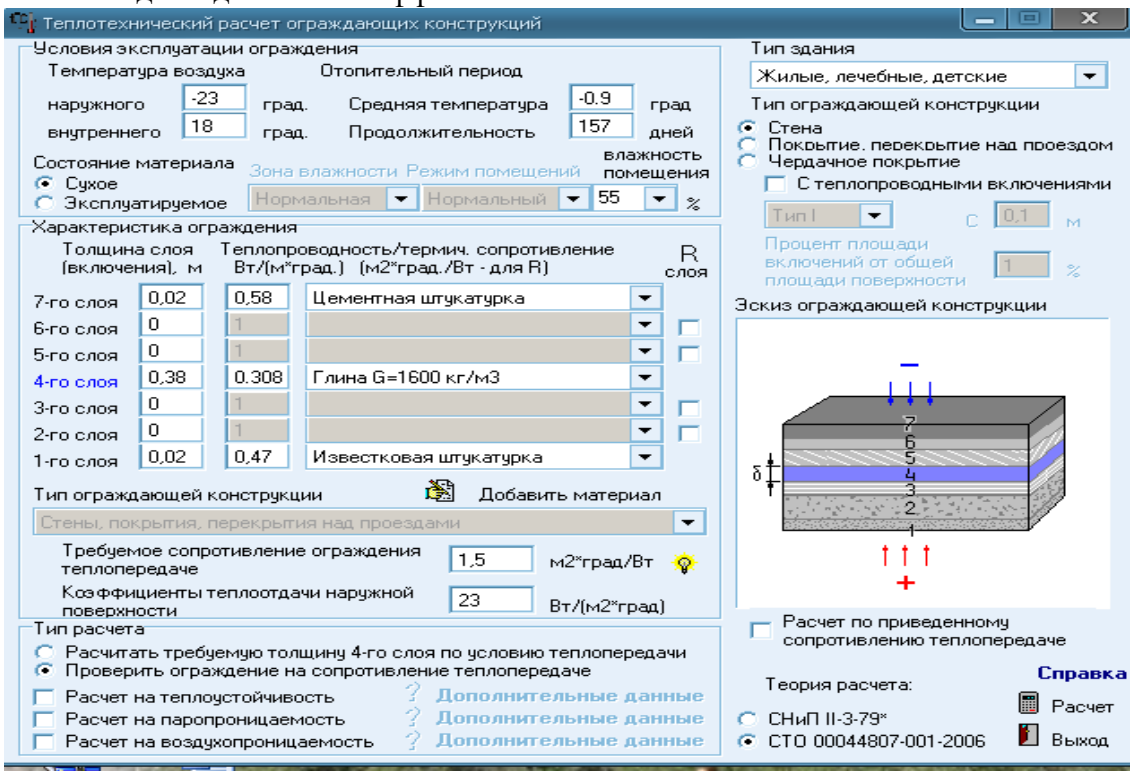
Вероятностный подход предлагает не преодолевать случайные, вероятностные ситуации, а, напротив искусственно создавать их.

Экстремальный подход направлен на быстрое выявление наиболее существенных характеристик и их точек. Предлагает проводить опыты в любой сложной, нелинейной системе, сначала находя ее линейное приближение.

Достоверность модели достигается посредством наблюдения в нормальных условиях, восприятия или экспериментального исследования объектов познания, логически

правильной обработки опытных данных, полученных таким путем, и, кроме того, посредством логических выводов из имеющегося знания.

Эволюционное моделирование, осуществляющее синтез сложных моделей, является дальнейшим развитием метода машинного моделирования. Необходимость такого развития обусловлена развитием практики, ставящей все более сложные и важные задачи, в которых известные методы недостаточно эффективны.



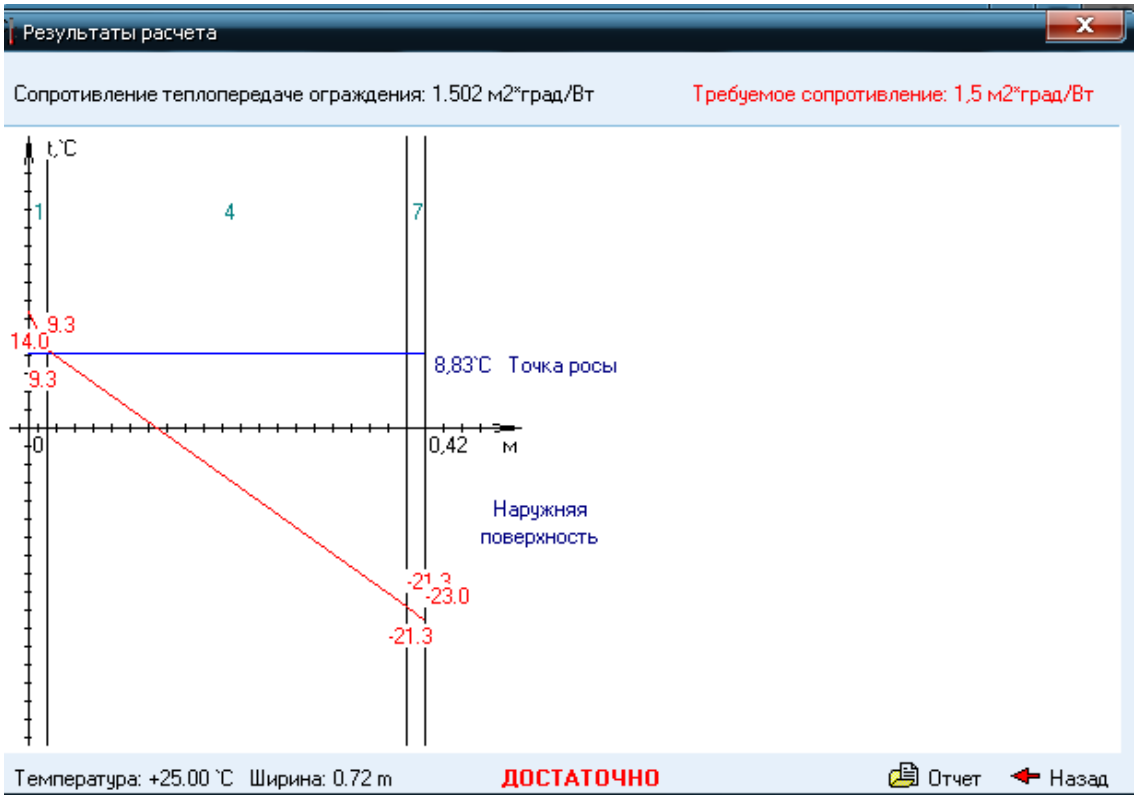


Рисунок 7 и 8 - Процесс выполнения теплорасчета и результаты

Выводы

R $_{ОК}$ теплопередаче: Достаточно. Rтр ОК теплопередаче 0,8 м^2*град./Вт

Rприв. Сопр. ОК теплопередаче 1,387 м^2*град./Вт

Т на контакте слоев ОК (рис. 6 и 7) /1-10/. Точка измерения Т. Величина Ед. измерения

На внутренней поверхности стены 14,63 град.

1 и 2 слои 14,63 град.; 2 и 3 слои 14,63 град.

3 и 4 слои 14,63 град.; 4 и 5 слои 14,05 град.

5 и 6 слои -21,72 град.; 6 и 7 слои -21,72 град.

На наружной поверхности ОК стены -21,72 град.

Фактическое R воздухопрониц. 750,100657 м^2*ч*Па/кг

Нормируемое R воздухопрониц. 26,171 м^2*ч*Па/кг

R воздухопроницаемости -Достаточно.

Амплитуда колебаний Т внутренней поверхности - 2,147 град.

Нормируемая амплитуда колебаний Т поверхности - 2,3 град.

Теплоустойчивости ОК – Достаточно.

Конструкция ОК стены, теплоизоляция с данными толщинами удовлетворяют конструктивным требованиям и требованиям теплоизоляции.

Список литературы

1. Матозимов Б.С. Сейсмомоделирование ограждающих конструкций гражданских зданий с учетом теплотехнических требований / Вестник КГУСТА. 2013. № 3. С. 206-209.
2. Матозимов Б.С. Исследование несущих и ограждающих конструкций зданий на основе вероятностных методов с учетом теплотехнических и сейсмических требований [Текст] / - Труды 2 международной МНПК – “Инновационные технологии и передовые решения” 15-17 мая, 2014, г.Бишкек. НИЖ №2/2014 (5) -С. 225-229.
3. Seismic section of buildings by seismic waves. [Текст] /[Matozimov B.S., Ordobaev B.S., Kutuev M.D., Smirnov S. B.]. - Международной научно-практической конференции "ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АЗИИ, состояние, проблемы и перспективы", 25-26 июня 2014 года. Стр. 177-181. (Call for Papers – ITPA 2014. Modern problems of application of IT in education, science and business. /June 25 -26 2014, Bishket, Kyrgyzstan)
4. Матозимов Б.С., Ордобаев Б.С. Архитектурно-строительная физика в сейсмостойком строительстве. Монография. – Б.: Айат, 2014. -160 с.
5. Ордобаев Б.С., Матозимов Б.С. Исследование проблем сейсмостойкости, сейсмозащиты, теплозащиты и шумозащиты зданий. Монография. – Б.: Айат, 2014. -176 с.
6. Б.С.Матозимов. «Тепловая защита ограждающих конструкций зданий в сейсмостойком строительстве» - Вестник КГУСТА №3 (45, 2-том) 2014, стр. 11-15.
7. Проектирование сейсмостойких зданий с учетом климатических особенностей Кыргызской республики. Матозимов Б.С. Известия Ошского технологического университета. 2017. Т. 3. С. 148-153.

УДК 711.2(575.2)

К. Т. Назарбеков[1], Т. С. Кенешов[2]

И. Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы

КГТУ им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика

[2]ORCID: 0009-0004-8047-0666

[1]K. T. Nazarbekov, [2]T. S. Keneshov

I. Razzakov KSTU, Bishkek, Kyrgyz Repulic

nazarkutm@gmail.com, t.keneshov@mail.ru

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ ТЕРРИТОРИИ НАРЫНСКОЙ ОБЛАСТИ

НАРЫН ОБЛУС АЙМАГЫНЫН НЕГИЗГИ ЭЛЕМЕНТТЕРИ МЕНЕН ЖАРАТЫЛЫШ РЕСУРСТАРЫНЫН ӨЗ АРА БАЙЛАНЫШЫНЫН ЖАНА КАРЫМ-КАТЫШЫНЫН КОНЦЕПТУАЛДЫК МОДЕЛИ

CONCEPTUAL MODEL OF INTERRELATIONS AND INTERACTIONS OF THE MAIN ELEMENTS AND NATURAL RESOURCES OF THE TERRITORY OF NARYN REGION

Бул макалада Нарын аймагынын мейкиндиктик уюштурулушунун концептуалдык модели сунушталат, анда тоолуу аймактардагы жаратылыш ресурстары менен социалдык-экономикалык факторлордун өз ара байланышы эске алынат. Авторлор сызыктуу-өрөөндүү отурукташуу схемасынын калыптанышына жаратылыш алкагынын, суу жолдорунун, жайыттардын жана транспорттук коридорлордун таасирин талдашат. Дифференциацияланган аймактык өнүгүүнүн зарылдыгы негизделген: туруктуу жашоочу жайларды жагымдуу өрөөндөргө топтоштуруу жана бийик тоолуу зоналарды сезондук мал чарбачылыгы, эс алуу жана айлана-чөйрөнү коргоо үчүн гана колдонуу. Шаар куруудагы өнүктүрүүнүн негизги принциптери аныкталган, алар экологиялык тең салмактуулукту, жаратылышты рационалдуу пайдалануну жана транспорттук интеграцияны камсыз кылат, бул аймактын туруктуу социалдык-экономикалык өнүгүүсү үчүн ишенимдүү пайдубал болуп кызмат кылат.

Түйүндүү сөздөр:*Нарын облусу, отурукташуу системасы, концептуалдык модель, табигый алкак, шаар куруу, транспорттук коридорлор, мейкиндик уюштуруу.*

В статье представлена концептуальная модель пространственной организации Нарынской области, учитывающая взаимосвязь природных ресурсов и социально-экономических факторов в условиях высокогорья. Авторы анализируют влияние природного каркаса, водных артерий, пастбищных угодий и транспортных коридоров на формирование линейно-долинной системы расселения. Обосновывается необходимость дифференцированного территориального освоения: концентрация постоянного проживания в благоприятных долинах и использование высокогорных зон исключительно для сезонного животноводства, рекреации и природоохранных целей. Выделены ключевые принципы градостроительного развития, обеспечивающие экологический баланс, рациональное природопользование и транспортную интеграцию, что служит надежной основой для устойчивого социально-экономического развития региона.

Ключевые слова: *Нарынская область, система расселения, концептуальная модель, природный каркас, градостроительное планирование, транспортные коридоры, пространственная организация.*

The article presents a conceptual model of the spatial organization of the Naryn region, taking into account the interrelationships between natural resources and socioeconomic factors in the highlands. The authors analyze the influence of the natural framework, waterways, pastures, and transport corridors on the formation of a linear-valley settlement pattern. The need for differentiated territorial development is substantiated: concentrating permanent residences in favorable valleys and using high-altitude zones exclusively for seasonal livestock farming, recreation, and environmental protection. Key principles of urban development are identified, ensuring ecological balance, rational nature management, and transport integration, which serve as a reliable foundation for the sustainable socioeconomic development of the region.

Key words: *Naryn region, settlement system, conceptual model, natural framework, urban planning, transport corridors, spatial organization.*

Концептуальная модель взаимосвязей и взаимодействий основных элементов и природных ресурсов территории Нарынской области представляет собой систему пространственных, природно-экологических, социально-экономических и градостроительных связей, определяющих характер расселения, хозяйственного освоения и перспективного развития региона. В условиях высокогорной территории такая модель приобретает особое значение, поскольку природная среда выступает не только ресурсной основой развития, но и важнейшим фактором пространственных ограничений.

Нарынская область относится к числу наиболее высокогорных регионов Кыргызской Республики. Её территория расположена в пределах Внутреннего Тянь-Шаня и включает межгорные долины, высокогорные котловины, пастбищные массивы, речные бассейны, перевальные участки и экологически чувствительные природные комплексы. Согласно материалам Национального статистического комитета Кыргызской Республики, Нарынская область является самой высокогорной областью республики, граничит с Чуйской, Иссык-Кульской, Джалал-Абадской областями, а также с Китайской Народной Республикой [1]. Такое географическое положение усиливает её значение как внутреннего горного региона и одновременно как территории межрегиональных и внешнеэкономических связей.

Формирование системы расселения Нарынской области происходит под воздействием комплекса природных и социально-экономических факторов. К природным факторам относятся рельеф, высотная поясность, климатические условия, водные ресурсы, пастбищные массивы, пригодность земель для сельского хозяйства и экологическая устойчивость ландшафтов. К социально-экономическим факторам относятся транспортная доступность, административные функции населённых пунктов, наличие инженерной и социальной инфраструктуры, хозяйственная специализация, трудовые ресурсы, развитие туризма и внешние транспортно-логистические связи. В научных исследованиях по расселению Кыргызстана отмечается, что современная система расселения страны связана с исторически сложившимися условиями, природными ограничениями и недостаточной развитостью прогнозного территориального планирования [2].

Основу концептуальной модели территории Нарынской области образуют следующие взаимосвязанные элементы: природный каркас, речные долины, водные ресурсы, пастбищные территории, сельскохозяйственные земли, транспортные коридоры, населённые пункты, рекреационные зоны и экологически уязвимые территории. Их взаимодействие формирует единую природно-градостроительную систему, где каждый элемент влияет на пространственную организацию расселения, характер хозяйственного использования территории и направления устойчивого развития.

Природный каркас как основа пространственной организации территории. Природный каркас Нарынской области формируется горными хребтами, межгорными долинами, речными бассейнами, высокогорными плато и пастбищными массивами. Именно он определяет главные направления освоения территории, размещение населённых пунктов, прохождение транспортных коридоров и распределение хозяйственных функций. В условиях горного рельефа пригодные для постоянного проживания и интенсивного хозяйственного использования земли имеют ограниченное распространение. Поэтому расселение концентрируется преимущественно в долинах, где имеются относительно благоприятные климатические условия, водные ресурсы, транспортная доступность и возможность ведения сельского хозяйства.

К основным территориям постоянного расселения относятся Кочкорская, Жумгальская, Средненарынская, Ат-Башинская и Тогуз-Тороусская долины. Эти долины выступают опорными пространственными зонами, где сосредоточены населённые пункты, объекты социальной инфраструктуры, сельскохозяйственные угодья и транспортные направления. В отличие от них высокогорные территории – Сон-Кульская, Арпинская, Аксайская, Чатыр-Кульская, Солтон-Сарыская и другие зоны – характеризуются более суровыми природно-климатическими условиями, коротким вегетационным периодом, ограниченной транспортной доступностью и высокой экологической чувствительностью. Их

основное функциональное значение связано с сезонным животноводством, рекреацией, природоохранной деятельностью и сохранением традиционных форм природопользования.

Природно-географические исследования горных территорий Кыргызстана подчёркивают, что высотная поясность, расчленённость рельефа и климатическая неоднородность формируют существенные различия между долинными, среднегорными и высокогорными территориями [3]. В связи с этим территориальное развитие Нарынской области целесообразно рассматривать не как равномерное освоение всей площади, а как дифференцированную систему использования природного потенциала.

Водные ресурсы и речные долины. Водные ресурсы занимают одно из центральных мест в концептуальной модели территории Нарынской области. Река Нарын и её притоки формируют естественные оси расселения и хозяйственного освоения. Вдоль речных долин размещаются населённые пункты, сельскохозяйственные земли, транспортные направления, инженерные сети и зоны локальной экономической активности. Река Нарын выступает главным природным и пространственным стержнем области. Она связывает между собой отдельные долинные территории и создаёт условия для водоснабжения, орошения, энергетического использования и развития сельского хозяйства. В долинах рек Кочкор, Кёкёмерен, Ат-Баши и других водотоков сложились локальные системы расселения, где сёла размещаются преимущественно линейно – вдоль рек, автомобильных дорог и пригодных для земледелия земель.

Водные ресурсы имеют двойственное значение. С одной стороны, они обеспечивают жизнедеятельность населения, развитие сельского хозяйства и инженерной инфраструктуры. С другой стороны, они требуют строгого экологического регулирования, поскольку загрязнение, нерациональное водопользование и нарушение водоохранных зон могут привести к ухудшению состояния природной среды. В этом отношении речные долины выступают не только как зоны концентрации расселения, но и как территории повышенной экологической ответственности.

Пастбищные ресурсы и сельскохозяйственное использование территории. Пастбищные ресурсы являются одним из ключевых природных богатств Нарынской области. В условиях ограниченности пахотных земель и преобладания горного рельефа животноводство традиционно занимает ведущее место в хозяйственной структуре региона. По материалам Университета Центральной Азии, Нарынская область относится к важнейшим районам животноводства Кыргызстана, а высокогорные пастбища занимают значительную часть используемых сельскохозяйственных угодий региона [4].

Особенностью Нарынской области является сочетание постоянного расселения в долинных территориях и сезонного хозяйственного освоения высокогорных пастбищ. Населённые пункты в долинах выполняют функцию постоянных центров проживания, обслуживания и хранения хозяйственных ресурсов, тогда как высокогорные пастбища используются преимущественно в летний период. Такая система формирует устойчивую связь между долинным расселением и джайлоо. Среднегорные зоны выполняют переходную функцию между постоянным расселением и высокогорными пастбищами. Здесь размещаются сенокосные угодья, ограниченные земледельческие участки, пастбищные территории и хозяйственные дороги. Высокогорные зоны, несмотря на суровые климатические условия, имеют важное значение для кормовой базы животноводства и сохранения традиционного уклада сельского населения. При этом пастбищные территории относятся к экологически уязвимым ресурсам. Чрезмерная нагрузка на пастбища, неравномерное использование угодий, деградация растительного покрова и эрозионные процессы снижают продуктивность земель. Поэтому концептуальная модель развития территории предусматривает рациональное распределение пастбищной нагрузки, восстановление деградированных участков, регулирование сезонного использования и сохранение устойчивости горных ландшафтов.

Транспортные связи как фактор пространственной интеграции. Транспортно-коммуникационная сеть является важным элементом взаимодействия природных ресурсов,

населённых пунктов и хозяйственных территорий. В условиях горного рельефа транспортные направления формируются преимущественно вдоль речных долин, межгорных понижений и перевальных участков. Поэтому транспортная структура области тесно связана с природным каркасом и системой расселения. Основные транспортные связи Нарынской области проходят через долинные территории и перевалы, обеспечивая связь с Чуйской, Иссык-Кульской, Джалал-Абадской областями, а также с внешним направлением через Торугарт. Автомобильная дорога Бишкек – Нарын – Торугарт рассматривается как один из важнейших транспортных коридоров, связывающих Кыргызстан с Китаем [5]. Кроме того, дорога обеспечивает транзитное движение через территорию страны и усиливает значение Нарынской области в системе межрегиональных и международных связей [6].

Особое значение имеют перевалы Долон, Калмак-Ашуу, Торугарт и др. горные проходы. Они выполняют не только транспортную, но и градостроительную функцию, поскольку влияют на доступность долин, развитие придорожной инфраструктуры, размещение сервисных объектов, логистических зон и туристических маршрутов. Перспективное развитие направлений Балыкчы – Кочкор – Нарын – Торугарт и Балыкчы – Кочкор – Арал – Казарман – Джалал-Абад может усилить роль Кочкорской, Средненарынской, Ат-Башинской и Тогуз-Тороусской долин как опорных территорий пространственного развития.

В градостроительном отношении транспортные коридоры выступают основой для формирования узлов экономической активности. Вдоль них целесообразно развивать объекты придорожного сервиса, логистики, переработки сельскохозяйственной продукции, торговли, туризма и общественного обслуживания. При этом транспортное освоение горных территорий требует учёта природных рисков, сезонных ограничений, склоновых процессов, сейсмичности и экологической устойчивости ландшафтов.

Населённые пункты и система расселения. Система расселения Нарынской области формируется под влиянием природных условий, водных ресурсов, транспортных связей и хозяйственного потенциала территории. Населённые пункты размещаются преимущественно в долинных и среднегорных зонах, где имеются условия для постоянного проживания, доступ к воде, сельскохозяйственным землям и транспортной инфраструктуре.

Основными опорными элементами системы расселения являются город Нарын, районные центры и крупные сельские населённые пункты. Они концентрируют административные, социальные, образовательные, торговые, транспортные и обслуживающие функции. Вокруг таких центров формируются локальные зоны обслуживания, включающие близлежащие сёла, пастбищные территории, сельскохозяйственные земли и транспортные связи. Расселение в Нарынской области имеет выраженный линейно-долинный характер. Населённые пункты вытянуты вдоль рек, автомобильных дорог и межгорных понижений. Такая структура обусловлена ограниченностью пригодных земель, необходимостью доступа к водным ресурсам и транспортным путям, а также связью между постоянным проживанием и сезонным использованием высокогорных пастбищ.

В концептуальной модели населённые пункты рассматриваются как узловые элементы территориальной системы. Их развитие связано с укреплением социальной инфраструктуры, повышением транспортной доступности, созданием рабочих мест, развитием переработки сельскохозяйственной продукции, туризма и сервисных функций. Особое значение имеет поддержка малых сёл, устойчивость которых зависит от качества дорог, инженерной инфраструктуры, водоснабжения, доступности образования, здравоохранения и хозяйственных связей с районными центрами.

Рекреационный и природоохранный потенциал. Рекреационный и природоохранный потенциал является важным компонентом концептуальной модели развития Нарынской области. Высокогорные озёра, горные ландшафты, пастбищные массивы, ущелья, перевалы, историко-культурные объекты и традиционный кочевой образ жизни создают предпосылки для развития экологического, этнографического, горного и

сезонного туризма. В научных работах, посвящённых внутреннему туризму Нарынской области, отмечается наличие уникальных природных и историко-культурных ресурсов, способных формировать благоприятную среду для туристической отрасли [7].

Особое значение имеют территории Сон-Куля, Чатыр-Куля, Ат-Баши, Арпы, Ак-Сая, Солтон-Сары и другие высокогорные зоны. Эти местности могут рассматриваться как зоны ограниченного рекреационного освоения, где развитие туризма сочетается с охраной природных комплексов и сохранением традиционных форм хозяйствования. Туристический потенциал области связан не только с природными ландшафтами, но и с культурным наследием, маршрутами к жайлоо, этнографическими практиками, ремёслами и местной гастрономией. Включение рекреационного потенциала в систему градостроительного развития позволяет расширить экономическую базу сельских территорий, создать дополнительные рабочие места и повысить устойчивость малых населённых пунктов. Вместе с тем рекреационное освоение высокогорных зон требует учёта экологической ёмкости территории, сезонности использования, ограничений по транспортной доступности и необходимости сохранения природного ландшафта.

Экологически уязвимые территории, водоохранные зоны, высокогорные пастбища, склоновые участки и зоны с риском эрозии формируют экологический каркас области. Их сохранение обеспечивает устойчивость природной среды и снижает риск деградации ресурсов. Поэтому природоохранная составляющая концептуальной модели выступает необходимым условием рационального градостроительного и хозяйственного развития. Взаимодействие основных элементов и природных ресурсов территории Нарынской области можно представить в виде следующей последовательной модели (рис. 1).

Рисунок 1 - Концептуальная схема взаимодействия элементов территории

Источник: разработано автором.

Природный каркас является исходной основой территориальной организации Нарынской области. Он формирует рельеф, климатические различия, структуру речных бассейнов, размещение пастбищ и пригодность земель для хозяйственного использования. Эти характеристики, в свою очередь, определяют зоны постоянного расселения, сельского

хозяйства, сезонного пастбищного использования и рекреации. Связь между указанными зонами обеспечивается транспортными коридорами, речными долинами, перевалами и инженерной инфраструктурой. В результате формируется социально-экономическое развитие населённых пунктов и хозяйственных зон, которое требует экологического регулирования, рационального природопользования и градостроительного планирования.

Основные принципы концептуальной модели. На основе проведённого анализа выделяются следующие принципы пространственной организации территории Нарынской области: 1) **принцип природной обусловленности расселения - р**азмещение населённых пунктов и развитие инфраструктуры рассматриваются с учётом рельефа, климатических условий, водных ресурсов, сейсмических факторов, склоновых процессов и экологических ограничений; 2) п**ринцип долинно-коридорного развития - о**сновные зоны постоянного расселения, сельскохозяйственного производства, обслуживания и транспортной инфраструктуры целесообразно развивать вдоль межгорных долин, речных систем и транспортных направлений; 3) **принцип рационального использования пастбищных ресурсов - с**езонное пастбищное использование требует регулирования нагрузки, восстановления деградированных участков, сохранения кормовой базы и поддержки традиционной системы животноводства; 4) п**ринцип экологического баланса - х**озяйственное и градостроительное освоение территории соотносится с мерами по охране водных ресурсов, почв, пастбищ, высокогорных экосистем и природных ландшафтов; 5) п**ринцип транспортной связанности - р**азвитие автомобильных дорог, перевальных направлений, международных транспортных коридоров и перспективных железнодорожных связей способствует укреплению связей между районами области, соседними регионами и внешними рынками; 5) **принцип опорного развития населённых пунктов - г**ород Нарын, районные центры и перспективные сельские узлы рассматриваются как центры обслуживания, управления, переработки сельскохозяйственной продукции, логистики, образования, здравоохранения и социальной инфраструктуры; 6) **принцип рекреационно-природоохранного развития - т**ерритории с высоким природным и культурным потенциалом используются для экологического, этнографического и горного туризма при сохранении природных комплексов и ограничении чрезмерной антропогенной нагрузки; 7) **принцип дифференцированного освоения территории - д**олинные и среднегорные зоны ориентируются на постоянное расселение, сельское хозяйство и инфраструктурное развитие; высокогорные зоны – на сезонное животноводство, рекреацию и природоохранные функции; перевальные и транспортные участки – на обеспечение межрайонной и межрегиональной связанности.

Концептуальная модель взаимосвязей и взаимодействий основных элементов и природных ресурсов территории Нарынской области показывает, что развитие региона представляет собой сложную природно-градостроительную систему. Её основой является тесная связь между горным рельефом, речными долинами, водными ресурсами, пастбищами, транспортными коридорами и системой расселения. Перспективное градостроительное развитие Нарынской области целесообразно направить не на равномерное освоение всей территории, а на дифференцированное использование природно-ресурсного потенциала. Высокогорные территории рационально использовать преимущественно для сезонного животноводства, рекреации и природоохранных функций. Транспортные коридоры рассматриваются как основа пространственной интеграции области, укрепления связей между районами и формирования точек социально-экономического роста.

Таким образом, предложенная концептуальная модель позволяет определить основные направления рациональной территориальной организации Нарынской области. Она ориентирована на сохранение природных ресурсов, повышение устойчивости населённых пунктов, развитие транспортной связанности, поддержку традиционного хозяйства и формирование сбалансированной системы расселения, соответствующей природным условиям и перспективам социально-экономического развития региона.

Список литературы

1. Нарынская область. Данные о географическом положении и характеристике области // Национальный статистический комитет Кыргызской Республики: [сайт]. – URL: https://stat.gov.kg/ru/narynskaya-oblast1/ (дата обращения: 11.06.2026).
2. Омурканова, А. К. Принципы архитектурно-планировочного и пространственно-территориального развития городов Кыргызстана: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата архитектуры / А. К. Омурканова. – Бишкек, 2024.
3. Шаназаров, А. С. Природно-географические и биоклиматические особенности горных территорий Кыргызстана / А. С. Шаназаров.
4. Исследование устойчивого животноводства и состояния пастбищ в Кыргызстане / Университет Центральной Азии.
5. Автодорога Бишкек – Нарын – Торугарт: проектные материалы / Министерство транспорта и коммуникаций Кыргызской Республики. – Текст: непосредственный.
6. Бишкек – Нарын – Торугарт как транспортный коридор связи с Китаем / UNESCAP, Министерство транспорта.
7. Сариева, Ш. К. Возможности развития внутреннего туризма в Нарынской области Кыргызской Республики / Ш. К. Сариева.

УДК 72.01

К. Н. Нарынбеков, Д. Д. Омуралиев
И. Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы
КГТУ им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика

K. N. Narynbekov, D. D. Omuraliev
I. Razzakov KSTU, Bishkek, Kyrgyz Republic

КОНЦЕПЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭТНО-ТУРИСТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ В УСЛОВИЯХ КЫРГЫЗСТАНА

КЫРГЫЗСТАН ШАРТТАРЫНДА ЭТНОТУРИСТТИК КОМПЛЕКСТЕРДИ ДОЛБООРЛОО КОНЦЕПЦИЯСЫ

CONCEPT OF ETHNO-TOURIST COMPLEXES IN KYRGYZSTAN

Макалада Кыргызстандын шартында этно-туристтик комплекстерди калыптандыруу жана долбоорлоо принциптери каралат. Этнотуризмди маданий мурасты сактоого жана аймактарды туруктуу өнүктүрүүгө көмөктөшүүчү туристтик тармактын келечектүү багыттарынын бири катары өнүктүрүүнүн актуалдуулугу негизделет. Архитектуралык-пландоо чечимдерине таасир этүүчү табигый-климаттык, ландшафттык жана социалдык-маданий факторлорго талдоо жүргүзүлдү. Көчмөн маданиятын чагылдырган салттуу формаларды жана элементтерди колдонууга, ошондой эле заманбап технологияларды жана экологиялык туруктуулук принциптерин интеграциялоого өзгөчө көңүл бурулду. Ата мекендик тажрыйбаны талдоонун негизинде этно-туристтик комплекстерди долбоорлоонун ыңгайлуу жана анык (аутентикалык) чөйрөнү түзүүгө багытталган негизги архитектуралык-пландоо принциптери иштелип чыкты.

Түйүндүү сөздөр: *этно-туризм, этно-туристтик комплекс, архитектуралык долбоорлоо, салттуу архитектура, көчмөн маданияты, туруктуу өнүгүү, ландшафттык интеграция, аймактык өзгөчөлүк.*

В статье рассматриваются принципы формирования и проектирования этно-туристических комплексов в условиях Кыргызстана. Обоснована актуальность развития этнотуризма как одного из перспективных направлений туристической отрасли, способствующего сохранению культурного наследия и устойчивому развитию регионов. Проведен анализ природно-климатических, ландшафтных и социокультурных факторов, влияющих на архитектурно-планировочные решения. Особое внимание уделено использованию традиционных форм и элементов, отражающих кочевую культуру, а также интеграции современных технологий и принципов экологической устойчивости. На основе анализа отечественного опыта сформулированы основные архитектурно-планировочные принципы проектирования этно-туристических комплексов, направленные на создание комфортной и аутентичной среды.

Ключевые слова: *этно-туризм, этно-туристический комплекс, архитектурное проектирование, традиционная архитектура, кочевая культура, устойчивое развитие, ландшафтная интеграция, региональная идентичность.*

The article examines the principles of formation and design of ethno-tourist complexes in the context of Kyrgyzstan. The relevance of developing ethno-tourism as a promising sector of the tourism industry, which contributes to the preservation of cultural heritage and sustainable regional development, is justified. An analysis of the natural-climatic, landscape, and socio-cultural factors influencing architectural and planning solutions is presented. Particular attention is paid to the use of traditional forms and elements reflecting nomadic culture, as well as the integration of modern technologies and principles of environmental sustainability. Based on the analysis of domestic experience, the main architectural and planning principles for the design of ethno-tourist complexes aimed at creating a comfortable and authentic environment are formulated.

Key words: *ethno-tourism, ethno-tourist complex, architectural design, traditional architecture, nomadic culture, sustainable development, landscape integration, regional identity.*

Введение. В последние годы наблюдается значительный рост интереса к этнотуризму как к перспективному направлению развития туристической отрасли, ориентированному на изучение традиционной культуры, уклада жизни и исторического наследия народов. В условиях глобализации сохранение национальной идентичности приобретает стратегическую значимость, что выдвигает этнотуризм в число ключевых инструментов обеспечения устойчивого регионального развития.

Для Кыргызской Республики данное направление обладает высоким потенциалом, обусловленным богатым историко-культурным контекстом, уникальными природно-ландшафтными характеристиками и сохранившимися традициями кочевого образа жизни. Архитектура в данном контексте выступает не только инструментом формирования функционально-пространственной среды, но и транслятором культурных смыслов, способствующим сохранению и передаче национальных ценностей будущим поколениям.

Несмотря на устойчивый рост интереса к этнотуризму, вопросы комплексного архитектурного проектирования этно-туристических объектов в условиях Кыргызстана остаются недостаточно разработанными. Существующие проектные решения зачастую носят фрагментарный характер и не в полной мере учитывают региональную специфику, что приводит к девальвации архитектурной выразительности и риску утраты аутентичности формируемой среды.

Цель исследования заключается в разработке научно обоснованной концепции проектирования этно-туристических комплексов в условиях Кыргызской Республики, обеспечивающей гармоничный синтез культурного наследия кочевых народов и современных требований устойчивой архитектуры.

Объектом исследования выступают этно-туристические комплексы и рекреационные объекты на территории Кыргызской Республики, включая как реализованные

проекты (на примере «Супара Чункурчак»), так и перспективные проектные предложения («Долина царей»», «Манас айылы»).

Материал и методы исследования. Теоретической и методологической основой работы послужили труды отечественных и зарубежных авторов в области этно-архитектуры, а также нормативно-правовые акты и научные публикации, посвященные вопросам проектирования туристической инфраструктуры. Особое внимание уделено теоретическим работам, рассматривающим взаимодействие архитектурной формы и природной среды, а также стратегиям сохранения культурной идентичности в условиях современного проектирования.

Материалами исследования послужили данные натурных обследований и проектная документация этно-туристических комплексов, расположенных как на территории Кыргызстана, так и в зарубежной практике.

Для достижения поставленной цели и решения задач исследования применялись следующие методы:

1. **Статистический анализ:** оценка динамики туристического потока (2020–2024 гг.) для выявления изменений в функциональном заказе на объекты рекреации.
2. **Метод сравнительного анализа:** сопоставление различных этно-туристических объектов (реализованных и проектных) для выявления успешных практик интеграции традиционных элементов в современную архитектуру.
3. **Типологический метод:** классификация архитектурно-планировочных решений этно-комплексов, позволяющая систематизировать накопленный опыт проектирования и выявить закономерности формообразования.

Анализ проектной документации:

Изучение объемно-планировочных структур и приемов формирования этнографической среды, обеспечивающих комфорт и аутентичность объектов.

Этнотуризм представляет собой самостоятельное направление культурного туризма, ориентированное на изучение традиций, быта, ремесел и образа жизни локальных сообществ. В современных научных исследованиях этнотуризм классифицируется как одна из наиболее перспективных форм устойчивого туризма, способствующая не только сохранению культурного наследия, но и поддержанию этнической идентичности в условиях глобализации.

С теоретической точки зрения развитие этнотуризма базируется на фундаментальных принципах аутентичности, качественной культурной репрезентации и глубокого взаимодействия посетителя с традиционной средой. Ключевым аспектом проектирования этнокультурного пространства является создание условий для полноценного «погружения» (immersion), что предполагает переход от пассивного визуального восприятия к активному участию в традиционных практиках: освоении народных ремесел, изучении обрядовой культуры и ознакомлении с повседневным укладом жизни.

В контексте Кыргызской Республики этнотуризм приобретает особое значение, что обусловлено глубокой интеграцией национальной культуры с кочевым образом жизни, спецификой природного ландшафта и традиционными формами хозяйствования. В этом процессе архитектура выступает в роли материального воплощения культурных ценностей, определяя визуальный и смысловой каркас рекреационной среды.

Особое внимание в теоретических работах уделяется проблеме дихотомии «аутентичность – комфорт». С одной стороны, сохранение традиционного архитектурного облика и атмосферы выступает доминантным фактором привлекательности объектов. С другой стороны, современные нормативные требования к уровню комфорта и безопасности диктуют необходимость внедрения передовых инженерных систем и высокотехнологичных решений. В этой связи основной методологической задачей становится поиск гармоничного баланса между исторической преемственностью и технологической современностью.

Анализ теоретических источников подтверждает, что эффективное развитие этнотуризма достижимо лишь при комплексном подходе, учитывающем синтез культурных,

социальных, экономических и экологических аспектов. Архитектурное проектирование этно-туристических комплексов в данном ключе должно базироваться на принципах устойчивого развития, приоритете сохранения культурного наследия и гармоничном взаимодействии объектов с природным контекстом.

Статистический анализ трансформации туристического потока (2020–2024 гг.).

Для обоснования архитектурных концепций этно-туристических комплексов необходимо учитывать динамику демографических и социокультурных показателей туристического сектора Кыргызской Республики. Изменения в структуре туристического потока напрямую определяют требования к функциональному зонированию, расчетной вместимости, типологии номерного фонда и идейно-смысловому наполнению проектируемых объектов. Архитектурная среда, будучи производной от актуального социального заказа, в последние годы претерпела значительную трансформацию, что подтверждается статистическими данными за пятилетний период (2020–2024 гг.).

Таблица 1 - Динамика состава туристического потока в Кыргызской Республике (2020–2024 гг.)

Отчетный год	Доля внутренних туристов (%)	Доля иностранных туристов (%)
2020	45.1	54.9
2021	49.5	50.5
2022	57.5	42.5
2023	63.0	37.0
2024	65.0	35.0

Источник: на основе данных Национального статистического комитета Кыргызской Республики.

Представленные данные свидетельствуют об устойчивой тенденции к перераспределению долей туристического потока. Если в 2020 году в структуре спроса превалировали иностранные граждане (54.9%), для которых этно-комплексы выполняли преимущественно функцию культурной экзотики, то к 2024 году вектор спроса сместился в сторону внутреннего потребителя, доля которого достигла 65.0%.

Данный сдвиг парадигмы диктует необходимость пересмотра архитектурных программ: объекты этнотуризма должны эволюционировать от «витринных» пространств, ориентированных на временное посещение, к полноценным центрам досуга, обладающим развитой инфраструктурой для длительного пребывания и проведения массовых мероприятий, востребованных местной аудиторией.

Философия и биоклиматическая инженерия кочевой архитектуры.

В основе методологии проектирования современных этно-туристических комплексов в Кыргызской Республике лежит концептуальное переосмысление традиционной кыргызской юрты. В современной архитектурной теории юрта рассматривается не как архаичное временное укрытие, а как высокоэффективная динамическая система, являющаяся квинтэссенцией многовекового опыта адаптации этноса к экстремальным условиям континентального климата.

Юрта представляет собой универсальный пространственно-конструктивный модуль, обладающий уникальными биоклиматическими характеристиками:

1. **Адаптивность формы:** Аэродинамические свойства купольной конструкции обеспечивают устойчивость к сильным ветровым нагрузкам, характерным для горных районов.

2. **Термическая инерция:** Использование натуральных материалов (войлок, овечья шерсть) создает эффективный теплоизоляционный контур, регулирующий микроклимат в условиях резких суточных перепадов температур.

3. **Семантическая устойчивость:** Юрта является мощным маркером культурной идентичности, выполняя функцию «архитектурного кода», обеспечивающего психологический комфорт и аутентичность восприятия среды.

В современных архитектурных концепциях этно-туристических объектов юрта трансформируется в базовый модуль, сочетающий традиционную морфологию с современными инженерными решениями. Это позволяет рассматривать её как оптимальную пространственную единицу, способную обеспечить высокий уровень комфорта при сохранении глубокой семантической связи с историко-культурным наследием кочевых народов.

Анализ проектных решений этно-туристических объектов.

1.Этно-комплекс «Супара Чункурчак» (с. Кок-Жар)

Архитектурный ансамбль «Супара Чункурчак» является репрезентативным примером интеграции музейной функции в структуру современного общественного объекта. Комплекс общей площадью 1 370 м² спроектирован как многофункциональное пространство, реализующее концепцию «живого музея», где демонстрация традиционной кочевой культуры органично сочетается с индустрией гостеприимства.

Объемно-планировочные особенности: Композиционной доминантой комплекса выступает главное здание, архитектурная выразительность которого достигается за счет активного использования террас. Последние не только обеспечивают визуальную связь с панорамным ландшафтом ущелья, но и служат буферными зонами между внутренними помещениями и природным окружением.

Функциональное зонирование: Внутренняя структура объекта ориентирована на актуальные запросы внутреннего туристического рынка. В состав комплекса интегрированы три масштабных ресторанных блока с общей расчетной вместимостью до 250 посадочных мест. Данная планировочная конфигурация подтверждает необходимость создания площадок для массовых мероприятий, что становится определяющим требованием в современной практике проектирования этно-туристических объектов.

Материаловедение и интерьерные решения: Эстетическая составляющая интерьеров базируется на использовании локальных природных материалов: войлока, натуральной соломы и древесных прутьев. Применение данных материалов в интерьере решает комплекс задач:

1. **Экологический аспект:** обеспечение высокого уровня экологической чистоты внутренней среды.

2. **Физико-технический аспект:** создание превосходного акустического комфорта и оптимального теплового режима.

3. **Этнопсихологический аспект:** формирование уникальной «тактильной атмосферы», способствующей глубокому погружению посетителя в контекст кочевого быта (см. рис. 1).

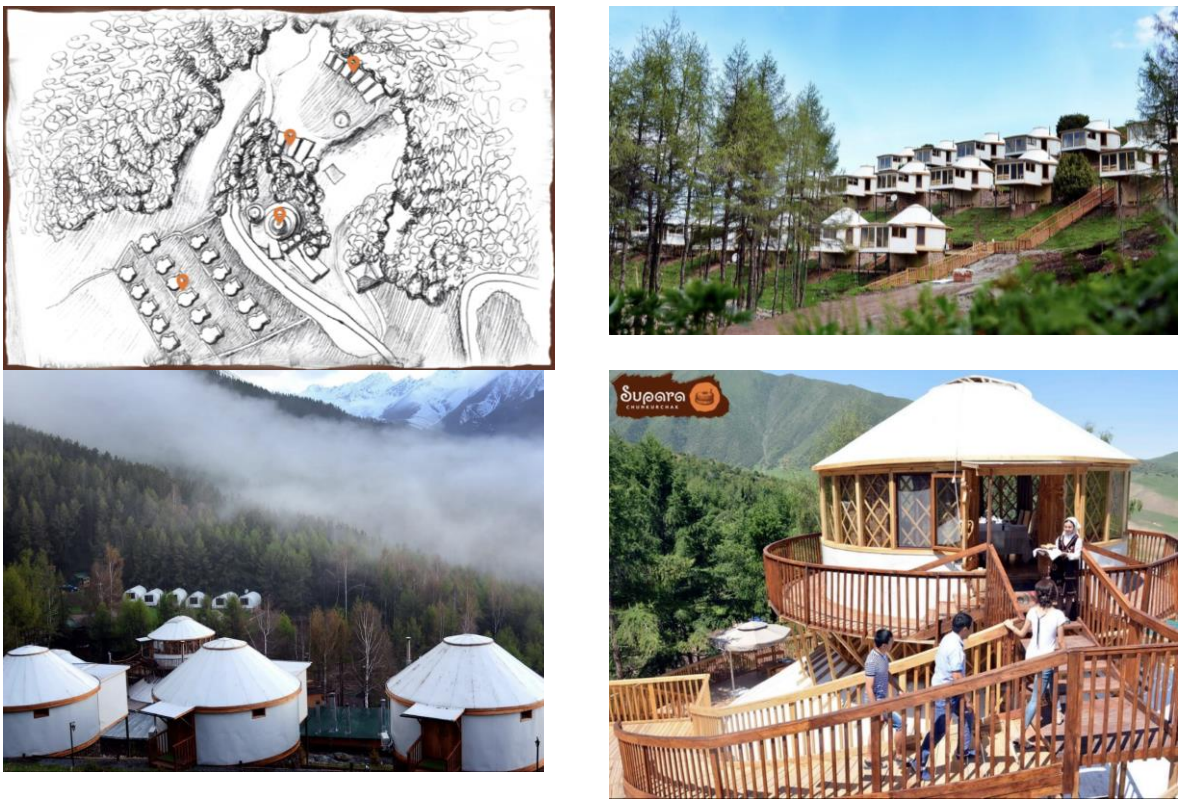


Рисунок 1 - Этно-комплекс «Супара Чункурчак» (с. Кок-Жар)

2. Зона отдыха «Архар»: стратегия дисперсного проектирования.

Архитектурная концепция зоны отдыха «Архар» базируется на принципах «сверхнизкой плотности» и дисперсной застройки, что является приоритетным направлением для рекреационных объектов в условиях горного ландшафта. В противовес практике возведения крупных монолитных объектов, стратегия данного проекта предполагает использование отдельно стоящих жилых модулей, легких деревянных шале и современных конструкций типа «глэмпинг». Такой подход минимизирует антропогенное воздействие на природную среду и сохраняет целостность естественного рельефа.

Идентификация среды и орнаментальный код: Формирование визуальной идентичности объекта достигается путем интеграции традиционного орнамента «Кочкор мүйүз» (бараньи рога) в элементы архитектурного оформления. Данный паттерн транслируется в деталях экстерьера:

Конструктивные элементы: резные деревянные ограждения террас.

Солнцезащитные системы: форма козырьков и пергол.

Использование указанного орнамента, выступающего в культурной традиции символом защиты и изобилия, способствует гармоничной интеграции искусственных объектов в природный контекст, формируя атмосферу «безопасного убежища» в условиях дикой природы.

Функциональное программирование: помимо архитектурно-пространственных решений, проект реализует концепцию «образовательного досуга». Функциональная программа комплекса включает участие посетителей в традиционных практиках, конных прогулках и кулинарных мастер-классах. Таким образом, отдых трансформируется из пассивного потребления услуг в глубокий процесс познания этнографического наследия региона, что повышает ценность объекта как образовательного ресурса (см. рис. 2).

Рисунок 2 - Зона отдыха «Архар»

3.Этнокультурный комплекс «Манас айылы»:
Семантика национального эпоса.

Комплекс «Манас айылы» представляет собой уникальный объект, где архитектурная среда выступает инструментом мемориализации и трансляции эпического наследия кыргызского народа. В отличие от рекреационных баз, ориентированных преимущественно на комфортное проживание, данный комплекс носит выраженный культурно-просветительский характер.

Архитектурно-пространственная организация: Планировочная структура объекта базируется на принципе формирования «эпического поселения», воссоздающего атмосферу традиционного кыргызского аула периода расцвета кочевой культуры. Использование стилизованных элементов традиционной архитектуры (деревянные конструкции, резьба, имитация строений эпохи Манаса) создает мощный семантический ряд, превращая территорию комплекса в открытую историко-культурную экспозицию.

Функциональное назначение: Комплекс функционирует как площадка для проведения национальных праздников, театрализованных представлений и образовательных мероприятий. Архитектура здесь выполняет роль сценической декорации, обеспечивая глубокое погружение посетителя в исторический контекст эпоса «Манас». Это пример того, как архитектурный объект может трансформироваться в «живой памятник», где форма неразрывно связана с нематериальным наследием.

Роль в ландшафте: Расположение комплекса требует бережной интеграции в городской или природный ландшафт, где визуальные доминанты (стилизованные башни, юрты, памятники) формируют узнаваемый силуэт, подчеркивающий национальную идентичность объекта.

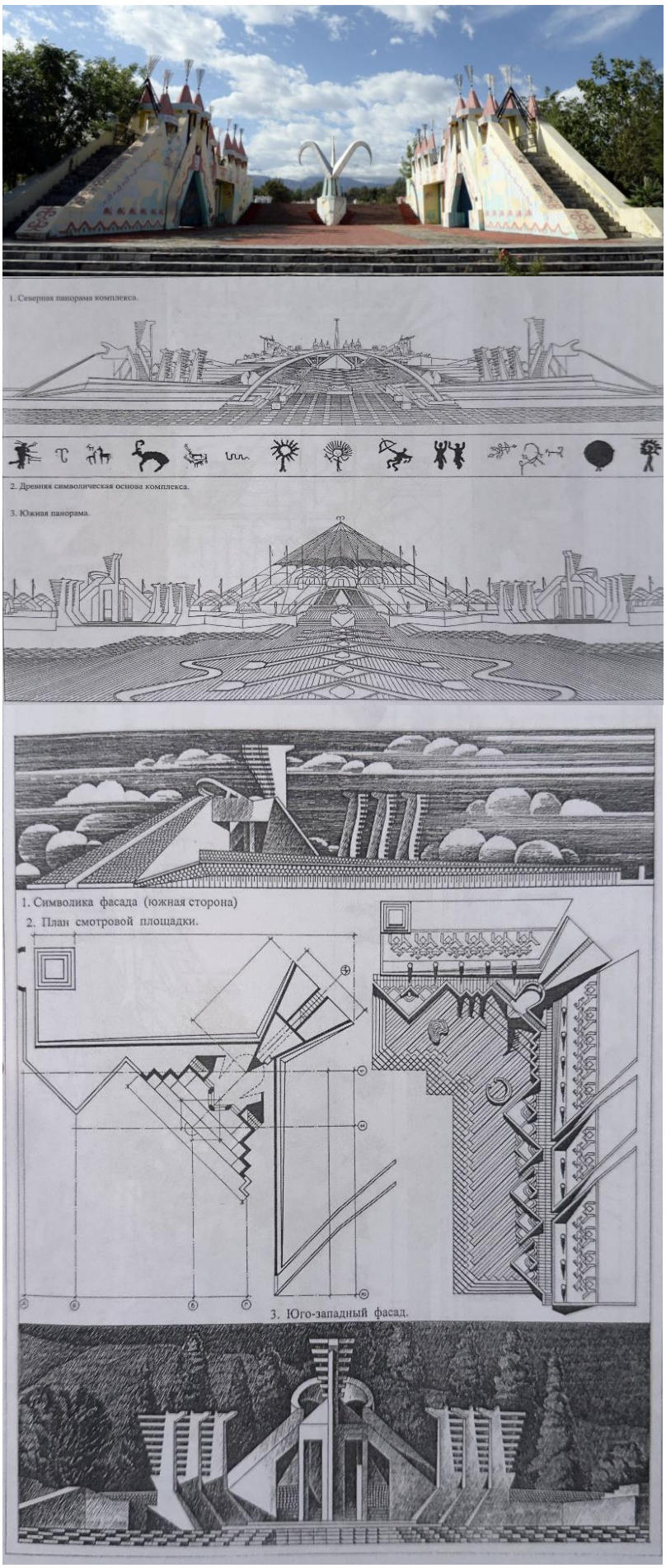


Рисунок 3 - Этнокультурный комплекс «Манас айылы»

4.Обзор эскизных проектов этнотуризма.
«Долина царей» историко-культурный этно комплекс.

Анализ проектных решений (генплан и фасад): Представленные эскизные проработки фасадов и генерального плана комплекса «Долина царей» свидетельствуют о приоритетности пространственной организации, где жилые модули сгруппированы с учетом инсоляционного режима и защиты от господствующих ветров. Архитектурная выразительность фасадов достигается сочетанием современных композитных материалов с традиционными текстурами (дерево, имитация войлока), что создает гармоничный визуальный контраст между «высокими технологиями» и «исторической памятью».

Данный проект иллюстрирует переход архитектурной мысли от копирования традиций к их эволюционному развитию, где инновации служат инструментом повышения уровня комфорта и долговечности туристических объектов.

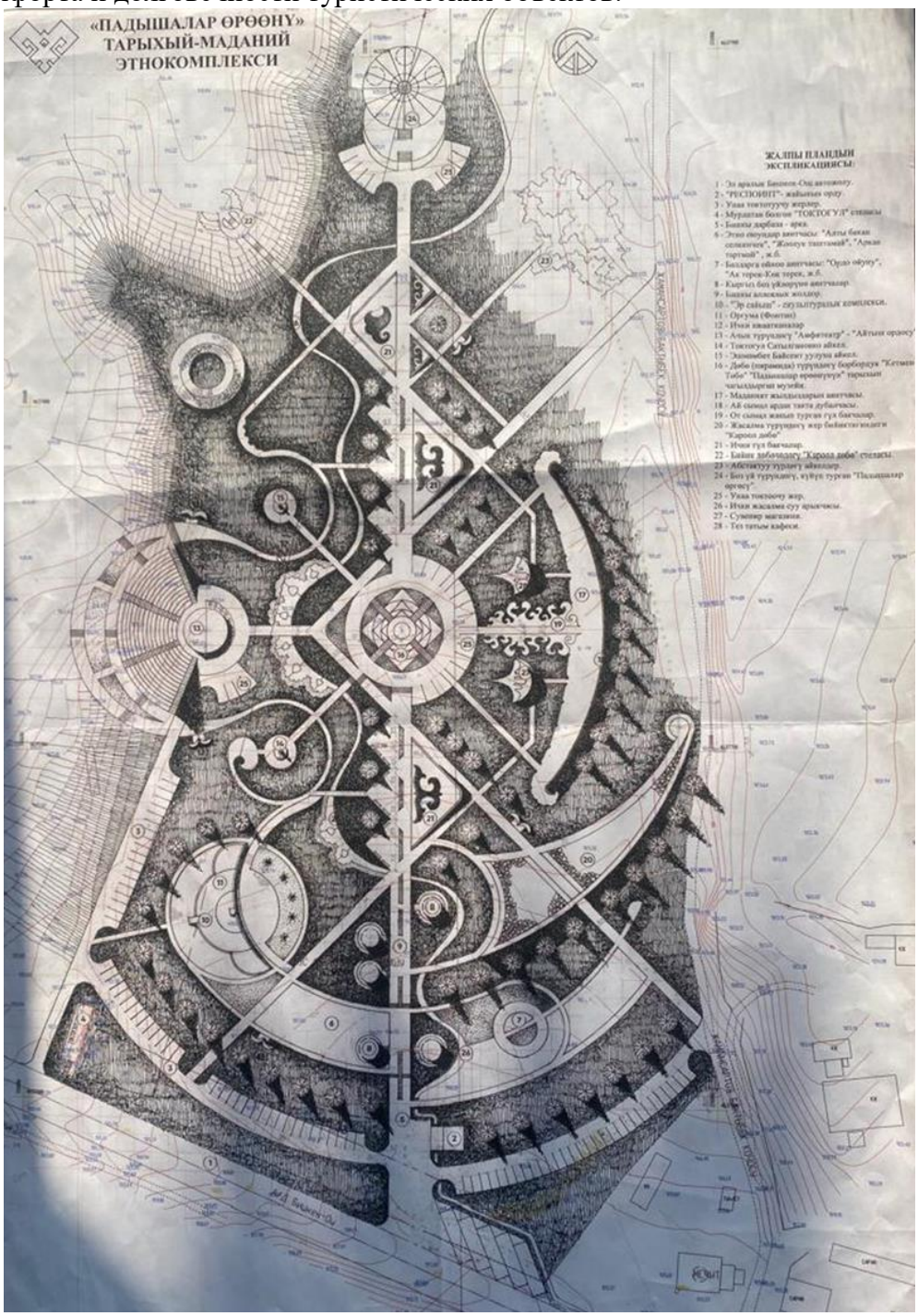


Рисунок 4 - Генплан эскизной проработки комплекса «Долина царей»

Этно-туристическая база в экстремальных условиях.

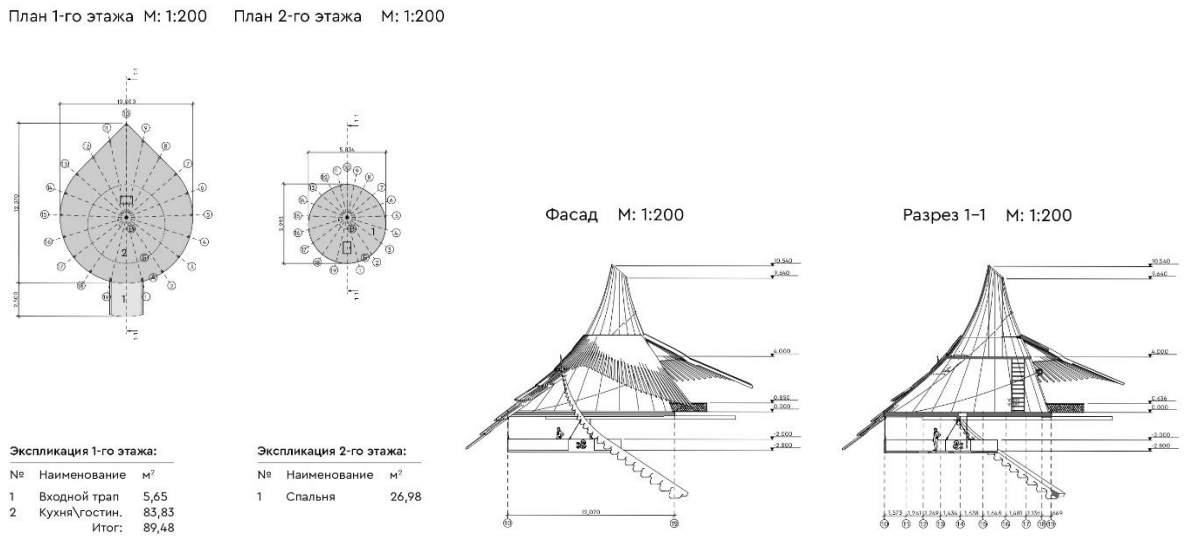


Рисунок 5 - Жилая капсула

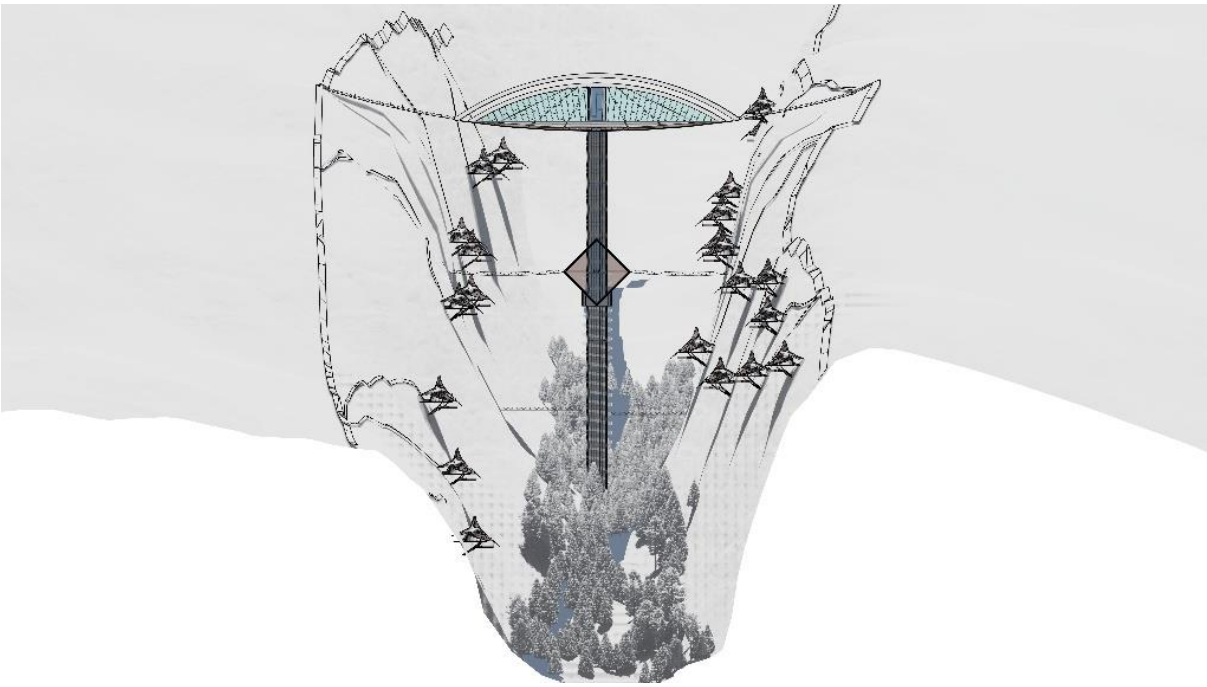


Рисунок 6 - Фасад

Заключение. Проведенное исследование позволило систематизировать принципы формирования и проектирования этно-туристических комплексов в современных условиях Кыргызской Республики.

На основе анализа теоретических основ, статистических данных и проектной практики были сформулированы следующие итоговые выводы:

1. **Трансформация социокультурного запроса:** Смена парадигмы туристического потока, характеризующаяся ростом доли внутренних туристов (до 65% к 2024 году), требует качественного пересмотра архитектурно-планировочных программ. Этно-туристические объекты должны эволюционировать от «витринных» пространств, рассчитанных на краткосрочное посещение, к полноценным многофункциональным центрам, способным обеспечивать потребности внутреннего потребителя в культурном досуге и проведении массовых мероприятий.
2. **Биоклиматическая преемственность:** Традиционные архитектурные формы, в частности юрта, в современных проектах должны рассматриваться не как архаичные

элементы, а как высокоэффективные биоклиматические модули. Интеграция традиционной морфологии с современными инженерными решениями позволяет достичь оптимального теплового и акустического комфорта при сохранении глубокой семантической связи с историко-культурным наследием.

3. **Стратегия дисперсного проектирования:** Исследование подтвердило, что для условий горного ландшафта наиболее оправданным методом строительства является стратегия «сверхнизкой плотности» и дисперсной застройки. Использование отдельно стоящих жилых модулей («глэмпингов», «капсул») позволяет минимизировать антропогенное воздействие на природную среду и обеспечить органичную интеграцию объектов в естественный ландшафт.
4. **Синтез идентичности и инноваций:** Ключевым вектором развития этнотуризма является поиск баланса между сохранением аутентичного архитектурного кода и внедрением высокотехнологичных решений. Перспективные проекты (такие как «Долина царей») иллюстрируют переход от формального копирования традиций к их эволюционному развитию, где инновации выступают инструментом повышения долговечности и комфорта туристической инфраструктуры.

Практическая значимость работы заключается в возможности применения сформулированных принципов при разработке градостроительных регламентов для рекреационных зон и при создании новых архитектурных концепций этно-туристических комплексов. Дальнейшие исследования целесообразно направить на разработку нормативной базы, ограничивающей плотность застройки в природоохранных зонах, что станет необходимым условием для защиты исторического ландшафта и обеспечения долгосрочной устойчивости туристической отрасли республики.

Список литературы

1. Омуралиев Д. Дж. История архитектуры Кыргызстана: учебное пособие. — Бишкек: КГТУ, 2010. — 240 с.
2. Булатова Е. К., Ульчицкий О. А. Архитектура туризма и туристических комплексов. — Магнитогорск: МГТУ, 2017. — 186 с.
3. Национальный статистический комитет Кыргызской Республики. Статистический сборник «Туризм в Кыргызстане» (2020–2024 гг.). [Электронный ресурс]. — URL: https://stat.gov.kg/ru/ (дата обращения: 26.05.2026).
4. Адамович В. В. Архитектурное проектирование общественных зданий и сооружений. — М.: Архитектура-С, 2005. — 544 с.
5. Кияненко К. В. Общество, пространство, архитектура: социально-ориентированный подход к проектированию. — Вологда: ВоГУ, 2015. — 230 с.
6. Обоснование выбора места для строительства этнопарк-отелей на основе градостроительного анализа территории. [Электронный ресурс] // CyberLeninka: научная электронная библиотека. — URL: https://cyberleninka.ru/article/n/obosnovanie-vybora-mesta-dlya-stroitelstva-etnopark-oteley-na-osnove-gradostroitelnogo-analiza-territorii/viewer (дата обращения: 26.05.2026).
7. The role of cultural heritage in sustainable tourism development. [Электронный ресурс] // Academia.edu: научная платформа. — URL: https://www.academia.edu/3776034 (дата обращения: 26.05.2026).

УДК 728.54

Н. Т. Табылбекова, Д. Д. Омуралиев
И. Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы
КГТУ им. И. Раззакова Бишкек, Кыргызская Республика

N. T. Tabylbekova, D. D. Omuraliev
I. Razzakov KSTU, Bishkek, Kyrgyz Republic
tabylbekovanuriza@gmail.com

ПРИНЦИПЫ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ АРХИТЕКТУРЫ ДЕТСКИХ ЛАГЕРЕЙ В СОВРЕМЕННЫХ СОЦИОКУЛЬТУРНЫХ И ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

ЗАМАНБАП СОЦИОМАДАНИЙ ЖАНА ТАБИГЫЙ-КЛИМАТТЫК ШАРТТА БАЛДАР ЛАГЕРЛЕРИНИН АРХИТЕКТУРАСЫН КАЛЫПТАНДЫРУУ ПРИНЦИПТЕРИ ЖАНА МЫЙЗАМ ЧЕНЕМДҮҮЛҮКТӨРҮ

PRINCIPLES AND PATTERNS OF FORMATION OF CHILDREN'S CAMP ARCHITECTURE IN MODERN SOCIO-CULTURAL AND NATURAL-CLIMATIC CONDITIONS

Бул изилдөө заманбап шарттарда балдар лагерлеринин архитектурасын калыптандыруунун принциптерин жана мыйзам ченемдүүлүктөрүн аныктоого жана комплекстүү талдоого арналган. Иште балдар лагерлеринин архитектуралык чөйрөсүн түзүүнүн теориялык негиздери, алардын типологиялык моделдери, ошондой эле социомаданий жана табигый-климаттык факторлорду эске алуу менен мейкиндиктик-функционалдык уюштурулушунун өзгөчөлүктөрү каралат. Изилдөөдө архитектура баланын инсандык өнүгүүсүнө, эмоционалдык абалына жана жүрүм-турум моделдерине түздөн-түз таасир этүүчү чөйрө катары каралат. Заманбап долбоорлоодо балдар лагерлеринин архитектурасында концепциялык негиздин жетишсиздиги аныкталып, бул стандарттык жана функционалдык жактан чектелген мейкиндиктердин пайда болушуна алып келери белгиленет. Изилдөөдө балдар лагерлеринин архитектурасын долбоорлоодо жаратылыш чөйрөсүн, социомаданий өзгөчөлүктөрдү жана балдардын мейкиндикти кабыл алуусунун психологиялык факторлорун интеграциялоонун зарылдыгы негизделет. Изилдөөнүн максаты — балдар лагерлеринин архитектурасын калыптандыруунун негизги принциптерин жана мыйзам ченемдүүлүктөрүн аныктоо жана теориялык жактан негиздөө, мейкиндиктик-функционалдык түзүлүшүн, типологиялык моделдерин жана заманбап долбоорлоо шарттарын талдоонун негизинде.

Түйүндүү сөздөр: *балдар лагерлеринин архитектурасы; мейкиндиктик-функционалдык түзүлүш; типология; калыптандыруу принциптери; социомаданий факторлор; табигый-климаттык шарттар; архитектуралык чөйрө; инсандык өнүгүү; туруктуу өнүгүү.*

Данное исследование посвящено выявлению и комплексному анализу принципов и закономерностей формирования архитектуры детских лагерей в современных условиях. В работе рассматриваются теоретические основы формирования архитектурной среды детских лагерей, их типологические модели, а также особенности пространственно-функциональной организации с учётом социокультурных и природно-климатических факторов. Особое внимание уделяется архитектуре как среде, оказывающей влияние на развитие личности ребёнка, его эмоциональное состояние, поведенческие модели и формирование мировосприятия. В условиях современного проектирования выявляется

проблема утраты концептуальной направленности архитектуры детских лагерей, что приводит к формированию стандартных, функционально ограниченных пространств, не обладающих глубинным развивающим потенциалом. В исследовании обосновывается необходимость формирования новых подходов к архитектуре детских лагерей, основанных на интеграции природной среды, социокультурных особенностей и принципов психологического восприятия пространства детьми. Цель исследования — выявить и теоретически обосновать принципы и закономерности формирования архитектуры детских лагерей на основе анализа пространственно-функциональной структуры, типологических моделей и современных условий проектирования.

***Ключевые слова**: архитектура детских лагерей; пространственно-функциональная структура; типология; принципы формирования; социокультурные факторы; природно-климатические условия; архитектурная среда; развитие личности; устойчивое проектирование.*

This study is devoted to the identification and comprehensive analysis of the principles and patterns of formation of children's camp architecture in modern conditions. The research examines the theoretical foundations of architectural environment formation, typological models of children's camps, as well as the features of their spatial-functional organization considering socio-cultural and natural-climatic factors. Particular attention is given to architecture as an environment that directly influences the development of a child's personality, emotional state, behavioral patterns, and perception of the world. The study identifies a key problem in contemporary design practice — the lack of a clear conceptual framework in the architecture of children's camps, which leads to the creation of standardized and functionally limited spaces that lack deep developmental potential. The research substantiates the necessity of developing new approaches to children's camp architecture based on the integration of natural environment, socio-cultural context, and psychological aspects of children's spatial perception. The aim of the study is to identify and theoretically substantiate the principles and patterns of formation of children's camp architecture based on the analysis of spatial-functional structure, typological models, and modern design conditions.

***Key words:** children's camp architecture; spatial-functional structure; typology; formation principles; socio-cultural factors; natural-climatic conditions; architectural environment; personal development; sustainable design.*

Введение. В условиях трансформации современного общества и изменения подходов к воспитанию подрастающего поколения особую актуальность приобретает проблема формирования архитектуры детских лагерей как специализированной пространственно-функциональной системы. В отличие от традиционного понимания лагеря как объекта временного пребывания, современный научный подход предполагает его рассмотрение как среды, обладающей потенциалом формирования поведенческих, когнитивных и эмоциональных характеристик личности ребёнка.

Современная архитектурная практика характеризуется тенденцией к унификации и стандартизации пространственных решений, что приводит к утрате смысловой и воспитательной составляющей среды. В результате архитектура детских лагерей зачастую сводится к функционально-утилитарной организации пространства, не обеспечивающей необходимого уровня психоэмоционального и личностного развития.

В то же время, в рамках теоретических исследований архитектурной среды установлено, что пространственная структура оказывает непосредственное влияние на поведение и восприятие человека. Так, согласно концепции, Кевин Линч, архитектурная среда формирует когнитивные карты и влияет на ориентацию пользователя в пространстве. В работах Кристиан Норберг-Шульц архитектура рассматривается как носитель «духа места», определяющего эмоциональное восприятие среды. Теория Кристофер Александр обосновывает необходимость формирования архитектуры через устойчивые

пространственные паттерны, соответствующие сценариям поведения. Исследования Ян Гейл подчеркивают значимость человеческого масштаба и взаимодействия среды с пользователем.

Несмотря на наличие теоретических разработок, их интеграция в практику проектирования детских лагерей остаётся недостаточной. В связи с этим возникает необходимость выявления закономерностей формирования архитектуры детских лагерей и разработки системы принципов, обеспечивающих создание целостной, развивающей и социокультурно обусловленной архитектурной среды.

Теоретико-методологические проблемы формирования архитектуры детских лагерей.

Современное состояние исследований и практики проектирования детских лагерей свидетельствует о недостаточной разработанности теоретико-методологической базы, определяющей принципы и закономерности формирования данной типологической группы архитектурных объектов. Отсутствие целостной научной парадигмы приводит к фрагментарности проектных решений и доминированию утилитарно-функционального подхода.

В существующих исследованиях архитектура детских лагерей преимущественно рассматривается либо в контексте общей типологии общественных зданий, либо как часть рекреационной инфраструктуры, что не позволяет в полной мере раскрыть её специфические средовые и формирующие функции. При этом недостаточно разработаны вопросы взаимосвязи архитектурной среды с процессами психоэмоционального, когнитивного и социального развития ребёнка.

К числу ключевых теоретико-методологических проблем относятся:

1. Недостаточная определённость понятийного аппарата, связанного с архитектурой детских лагерей как самостоятельного объекта научного исследования;
2. Отсутствие системной модели формирования архитектурной среды, учитывающей взаимосвязь пространственных, функциональных и поведенческих характеристик;
3. Ограниченность применения междисциплинарных подходов, включающих данные психологии, педагогики и социологии в архитектурное проектирование;
4. Преобладание нормативно-технического подхода над средовым и концептуальным, что снижает качество архитектурных решений;
5. Недостаточная разработанность методик интеграции природно-климатических и социокультурных факторов в процесс формирования архитектуры.

Таким образом, формирование архитектуры детских лагерей в современных условиях требует разработки теоретико-методологической основы, обеспечивающей переход от эмпирического и фрагментарного проектирования к системному научному моделированию архитектурной среды.

Закономерности формирования архитектуры детских лагерей.

Проведённый анализ позволяет установить, что формирование архитектуры детских лагерей осуществляется не произвольно, а в рамках устойчивых взаимосвязей между пространственной организацией среды и процессами жизнедеятельности детей.

Ключевой является закономерность поведенческой обусловленности архитектурной среды. Пространство лагеря не только отражает характер активности, но и формирует его, задавая маршруты движения, точки концентрации взаимодействия и сценарии использования. Таким образом, архитектура выступает скрытым регулятором поведения.

Важной закономерностью является структурная определённость и читаемость среды. Для детского восприятия принципиально значимо наличие логичной пространственной организации, включающей центр, границы и систему взаимосвязей. Читаемая среда формирует чувство безопасности и уверенности, тогда как фрагментарная структура приводит к дезориентации.

Закономерность пространственного влияния на социальные взаимодействия проявляется в том, что конфигурация среды определяет характер коммуникации. Открытые,

полуоткрытые и замкнутые пространства формируют различные уровни взаимодействия и социального поведения.

Неотъемлемой является закономерность природно-климатической обусловленности архитектуры. Природная среда выступает не внешним фоном, а активным фактором, формирующим пространственные решения и характер взаимодействия ребёнка с окружающим миром.

Наконец, выявляется закономерность психоэмоционального воздействия архитектурной среды. Масштаб, свет, плотность и материальность пространства формируют эмоциональное состояние, влияя на уровень активности, вовлечённости и внутреннего комфорта.

Совокупность указанных закономерностей свидетельствует о том, что архитектура детского лагеря представляет собой систему, в которой пространство и поведение находятся в постоянном взаимодействии.

Принципы формирования архитектуры детских лагерей.

Осмысление выявленных закономерностей позволяет перейти к формированию принципов, определяющих подход к проектированию архитектурной среды детских лагерей.

Прежде всего, формируется принцип системной целостности, предполагающий рассмотрение лагеря как единой пространственно-функциональной структуры, в которой все элементы взаимосвязаны и подчинены общей логике.

Принцип поведенческой обусловленности проектирования предполагает ориентацию архитектурных решений на реальные сценарии активности детей. Пространство должно не навязывать формы использования, а соответствовать естественным моделям поведения.

Принцип пространственной читаемости направлен на формирование ясной и иерархически организованной структуры, обеспечивающей удобство ориентации и психологический комфорт.

Принцип интеграции с природной средой предполагает включение природного контекста в архитектурную систему, что усиливает взаимодействие ребёнка с окружающим миром и формирует экологическое восприятие.

Принцип психоэмоциональной адекватности ориентирован на создание среды, учитывающей особенности восприятия детей и обеспечивающей благоприятное эмоциональное состояние.

Принцип адаптивности предполагает гибкость архитектурной среды, её способность изменяться в зависимости от сценариев использования и потребностей пользователей.

Таким образом, принципы выступают как инструмент перевода выявленных закономерностей в практику архитектурного проектирования.

Авторская позиция данном контексте архитектура детского лагеря может быть интерпретирована как модель мира в уменьшенном масштабе, в которой ребёнок не только находится, но и учится взаимодействовать с системой отношений — пространственных, социальных и природных.

Через организацию этой среды формируются не только поведенческие реакции, но и базовые представления о порядке, взаимосвязях и месте человека в окружающей действительности. Пространство становится не просто средой пребывания, а средой осмысления.

Именно в детском возрасте взаимодействие с архитектурной средой носит наиболее непосредственный характер, что усиливает её влияние. В этом смысле детский лагерь представляет собой уникальную типологию, в которой архитектура способна выступать инструментом формирования мировосприятия.

Таким образом, проектирование детского лагеря выходит за пределы решения функциональных задач и приобретает характер формирования среды, в которой ребёнок впервые сталкивается с целостной моделью мира.

Заключение. Проведённое исследование и длительный анализ теоретических подходов и практики проектирования позволяют утверждать, что существующая модель формирования архитектуры детских лагерей не соответствует её реальному потенциалу. Доминирование утилитарного и нормативного подхода ограничивает архитектуру рамками

обслуживания функций, тогда как её влияние на процессы развития личности остаётся недоиспользованным.

Выявленные закономерности подтверждают, что архитектурная среда непосредственно участвует в формировании поведения, восприятия и эмоционального состояния ребёнка. Пространство не является нейтральным — оно задаёт структуру взаимодействия, формирует опыт и закрепляет модели восприятия окружающего мира.

Сформулированные принципы позволяют рассматривать проектирование детских лагерей как процесс целенаправленного формирования среды, в которой архитектура выступает инструментом воздействия. Речь идёт не о добавлении отдельных качеств, а о смене самой логики проектирования — от размещения функций к построению системы, влияющей на развитие.

Архитектура детского лагеря приобретает значение среды первичного опыта, в которой ребёнок сталкивается с понятиями структуры, взаимосвязи и порядка. Через пространство формируется не только поведение, но и отношение к миру, к природе и к самому себе.

Качество этой среды напрямую связано с качеством формируемого человеческого потенциала. В этом контексте архитектура детских лагерей выходит за пределы типологической задачи и становится одним из факторов, определяющих направление развития общества.

Список литературы

1. Линч Кевин Линч К. Образ города. — М.: Стройиздат, 1982. — 328 с.
2. Норберг-Шульц Кристиан Норберг-Шульц К. Genius Loci: к феноменологии архитектуры. — М.: Прогресс, 1988. — 256 с.
3. Александр Кристофер Александр К. Язык шаблонов. Города. Здания. Строительство. — М.: Стройиздат, 2014. — 1096 с.
4. Гейл Ян Гейл Я. Города для людей. — М.: Альпина Паблишер, 2012. — 276 с.
5. Глазычев В.Л. Урбанистика. — М.: Европа, 2008. — 384 с.
6. Раппапорт А.Г. Архитектура и среда. — М.: URSS, 2016. — 312 с.
7. Айдаров Г.Н., Куприянов В.Н., Мирсаяпов Т.И. Архитектура и городская среда: современные подходы. — Казань: КГАСУ, 2023. — 220 с.
8. Хазбулатов А.Х., Султанова М. Архитектура и культурная идентичность. — М.: Архитектура-С, 2015. — 198 с.
9. Котова Е.Н. Архитектура рекреационных комплексов. — М.: АСВ, 2015. — 256 с.
10. Змеул С.Г., Маханько Б.А. Архитектурное проектирование общественных зданий и сооружений. — М.: Архитектура-С, 2008. — 240 с.
11. Чжан И. Современные тенденции проектирования рекреационной архитектуры. — Пекин: Tsinghua University Press, 2019. — 210 с.
12. Alexander C. A Pattern Language: Towns, Buildings, Construction. — New York: Oxford University Press, 1977. — 1216 p.
13. Gehl J. Life Between Buildings: Using Public Space. — Washington: Island Press, 2011. — 216 p.
14. Lynch K. The Image of the City. — Cambridge: MIT Press, 1960. — 194 p.
15. Norberg-Schulz C. Meaning in Western Architecture. — New York: Rizzoli, 1980. — 256 p.
16. СанПиН 2.4.4.3155-13. Организация отдыха и оздоровления детей. — М., 2013.
17. СНиП 2.07.01-89*. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. — М., 2011.

УДК 711:721.012.1:005.8

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

A. A. Toguzbaev
I. Razzakov KSTU, Bishkek, Kyrgyz Republic
avtandiltoguzbaev@kstu.kg

СТРАТЕГИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ КАРАКОЛА: ПРИОРИТЕТЫ И МЕХАНИЗМЫ РЕАЛИЗАЦИИ ПЕРВОЙ ОЧЕРЕДИ

КАРАКОЛ ШААРЫНЫН МЕЙКИНДИК ӨНҮГҮҮ СТРАТЕГИЯСЫ: ПРИОРИТЕТТЕР ЖАНА БИРИНЧИ КЕЗЕКТЕ ИШКЕ АШЫРУУ МЕХАНИЗМДЕРИ

PRINCIPLES OF URBAN DEVELOPMENT OF THE CITY OF KARAKOL WITH IDENTIFICATION OF THE FIRST PHASE OF CONSTRUCTION

Каракол шаары кайталангыс табигый-рекреациялык ландшафтка, бай маданий-тарыхый мураска жана жогорку туристтик дареметке ээ. Чектелүү ресурстар жана өзгөчө климаттык факторлор шартында анын шаар куруусун өнүктүрүүнүн баскычтуу стратегиясынын зарылдыгы актуалдашууда. Макалада негизги пландаштыруу принциптери калыптандырылып, курулуштун биринчи кезегинин мазмундуу программасы (0–5 жылдык горизонт менен) сунушталган, каржылоо, башкаруу жана аткарууну контролдоо механизмдери каралган, ошондой эле долбоордук иш-чараларды ишке ашыруунун болжолдуу графиги түзүлгөн.

Түйүндүү сөздөр: *Каракол, шаар куруу, туруктуу өнүгүү, инфраструктура, жээк тилкеси, курулуштун биринчи этабы, долбоорлорду башкаруу.*

Каракол обладает уникальным природно-рекреационным ландшафтом, богатым культурно-историческим наследием и высоким туристическим потенциалом. В условиях ограниченных ресурсов и специфических климатических факторов актуализируется необходимость поэтапной стратегии его градостроительного развития. В статье сформулированы ключевые планировочные принципы, представлена содержательная программа первой очереди строительства (с горизонтом 0–5 лет), рассмотрены механизмы финансирования, администрирования и контроля, а также сформирован ориентировочный график реализации проектных мероприятий.

Ключевые слова: *Каракол, градостроительство, устойчивое развитие, инфраструктура, набережная, первая очередь строительства, управление проектами.*

Karakol is a city with a rich natural landscape, significant cultural and historical heritage, and clear tourism potential. Given limited resources and climatic constraints, a phased, clear, and feasible urban development strategy is required. This article formulates planning principles, proposes a substantive program for the first construction phase (0–5 years), reviews financing, management and execution control mechanisms, and offers an indicative implementation schedule.

Key words: *Karakol, urban planning, sustainable development, infrastructure, embankment (waterfront), first phase of construction, project management.*

Градостроительная наука это одна из наиболее совершенных, развитых архитектурных наук, выдвинула требование средового подхода к проектированию

отдельного здания, требование сохранения ландшафта, *ансамблевости застройки*, понимания отдельного здания как части более крупного градостроительного целого.

Градостроительством в данном этапе развитии страны понимается — комплексная и многосторонняя деятельность по созданию, развитию и реконструкции поселений и их систем, включающая архитектурное и инженерное проектирование, социальное, экономическое и экологическое планирование, законодательное регулирование. Сформировавшись как теория и практика планировки и застройки городов, градостроительство является одновременно и методологической базой проектирования всех составляющих материально-пространственной среды жизнедеятельности населения — городов, сел, жилых и производственных районов, зон отдыха, пространственной организации расселения, природных комплексов и ландшафтов. Вместе с тем, как сфера, непосредственно связанная с разработкой проектов развития поселений, градостроительство оказывает активное влияние на планирование строительного производства и реализацию строительных программ.

Исходя из выше приведенного понимается *градостроительная деятельность* определяется двумя основными компонентами − территориальным планированием и градостроительным регулированием, которые связаны между собой организационно и технологически и направлены на обеспечение устойчивого развития территорий, в которых благоприятные условия проживания человека, ограничение негативных воздействий хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду, обеспечение охраны и рационального использования природных ресурсов в интересах настоящего и будущего поколений.

Исследовательские разделы в градостроительной деятельности носят прикладной характер и ориентированы на принятие проектных решений. Можно различать три уровня исследований. Первый – исследования в процессе проектирования, направленные на изучение конкретных условий, определяющих выбор проектного решения (Рис.1). Второй уровень – исследование общих закономерностей градостроительной организации пространства как основа разработки градостроительных концепций, норм и стереотипов (концептуальных «образцов») решений. Третий – наиболее абстрактный уровень связан с методологическими исследованиями и направлен на организацию градостроительных знаний, на разработку моделей и методов исследований. В целом теоретические знания в градостроительстве связаны с задачей повышения обоснованности в проектных решениях и реальном 8 формировании окружающей среды, а также на выявление общих закономерностей развития поселений и систем расселения. Основа формирования всех градостроительных объектов − территория, характеризуемая размерами и формой, местоположением, природными и антропогенными свойствами и ресурсами. Территория составляет основу градостроительной деятельности на любом уровне, предоставляя пространство для формирования градостроительных объектов и обусловливая, в силу своих специфических качеств, характера принимаемых градостроительных решений. Градостроительная деятельность направлена на рациональное градостроительное освоение территории, принципом которого является максимальная эффективность использования территориальных ресурсов. Градостроительное освоение территории выражается в строительстве зданий и сооружений, прокладке дорог и инженерных коммуникаций, инженерной подготовке и благоустройстве, в мероприятиях по улучшению окружающей среды.

Структура и последовательность разработки проблем перспективной планировочной организации территории (ЦНИИП-градостроительства)

Этапы разработки: I — аналитический; II — синтетический; III — результативный; *1* — анализ тенденций формирования народнохозяйственного комплекса; *2* — ретроспективный анализ формирования сложившейся планировочной ситуации; *3* — экономическая и демографическая гипотеза развития объекта; *4* — комплексная оценка и определение демографической емкости территории; *5* — разработка принципов размещения объектов производственной и непроизводственной сферы и формирование систем расселения; составление схем; *6* — современной планировочной структуры объекта; *7* — перспективной планировочной структуры объекта; *8* — проектная планировочная структура объекта; *9* — функционального зонирования территории объекта; *10* — проектная пространственная организация отдельных функциональных подсистем: *а* — территория для промышленного и гражданского строительства; *б* — сети центров культурно-бытового обслуживания; *в* — территорий рекреационного назначения; *г* — сельскохозяйственных и лесохозяйственных угодий; *11* — проектный план объекта и его фрагменты; *12* — уточнение границ функциональных зон по границам земледелий и составлению баланса использования территории

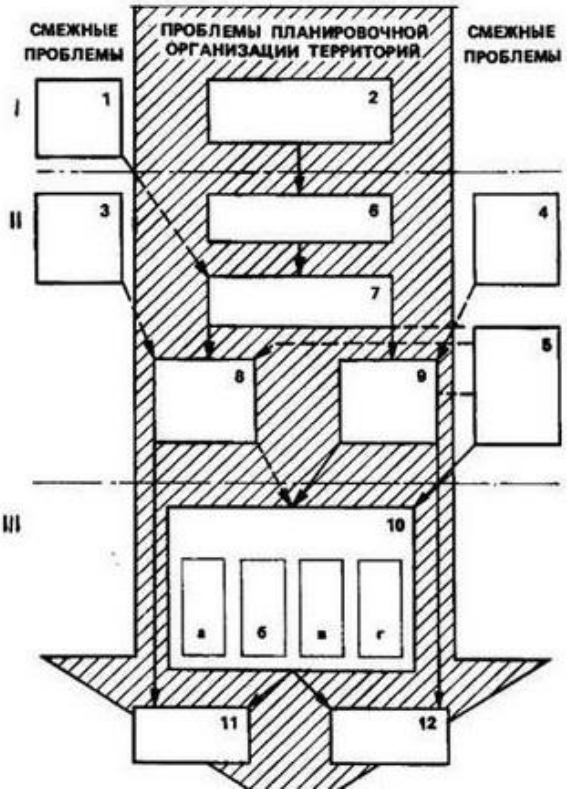


Рисунок 1 - Исследование в процессе проектирование по ЦНИИП градостроительства

Значение градостроительства как теории и практики планировки и *застройки городов* (Рис.2) возрастает в современный период, когда с перестройкой управления народным хозяйством, совершенствованием его экономических механизмов, демократизацией социальных процессов все большая роль в планировании развития городов отводится органам местного самоуправления, хозяйственным структурам на местах, физическим и юридическим лицам. В новых условиях возрастает необходимость универсализации подготовки специалиста-градостроителя, которому предстоит выполнять организационно-управленческие, проектно-планировочные, научно-исследовательские, предпринимательские виды профессиональной деятельности. Это потребует углубления общетеоретических градостроительных знаний, понимания закономерностей развития городов и расселения, приобретения навыков ведения социологических и экологических исследований, оценки влияния на территориально-планировочные решения форм землепользования и стоимости земель. Развитие и усложнение задач градостроительства повышают требования к выработке у будущих специалистов знаний и умения в использовании современных методов проектирования, основанных на системном подходе к решению градостроительных проблем. Такие знания требуются для получения максимального эффекта в достижении целей проектирования градостроительных объектов, интегрирующих социально-функциональные, инженерно-строительные, технико-экономические и архитектурно-художественные факторы и качества их формирования. Они необходимы и для понимания содержательных основ и целей единой иерархической организованности градостроительных объектов, в которой решения, принимаемые на верхних уровнях градостроительного планирования и проектирования, являются базисом их дальнейшей, более детальной проработки на нижеследующих уровнях.

Рисунок 2 - Иерархия градостроительных систем и стадии проектирование. Система расселения

Градостроительный анализ — это процедура мысленного или материального разделения целостного объекта (предмета, явления, процесса) на составляющие части (признаки, свойства, отношения) с целью их изучения. Анализ - метод исследования. Градостроительство теория и практика планировки и застройки городов; область архитектуры, комплексно решающая функционально-практические (строительно-технические, санитарно-гигиенические) и эстетические (архитектурно-художественные) задачи. Профессия планировщика городов начала складываться в середине XIX века вне архитектурной профессии в процессе урбанизации стран мира; В 1934 г. В СССР развитие профессионального градостроительства по международным образцам было осуждено Пленумом ЦК ВКП(б). Общество урбанистов было объединено в единый Союз с архитекторами. Монополия на планирование городов сохраняется за сферой профессиональной архитектуры; Градостроительство изучается не как специальность, а как прикладной раздел Архитектуры. Сформировавшись как особый раздел архитектуры, связанный с планировкой городов и их элементов, градостроительное проектирование призвано обеспечить комплексное обеспечение функциональной полезности, технической рациональности и красоты. Эти качества отличают градостроительное проектирование от инженерного проектирования и позволяют его относить к области архитектуры. Расширение масштабов градостроительства определяет сотрудничество с экономической географией и экономическим планированием, социологией и демографией. Развитие экологических аспектов планирования определяют связи градостроительства с ландшафтоведением, биоэкологией, санитарно-гигиеническими, социально-психологическими исследованиями. Расширяется круг технических дисциплин, связанных с градостроительным проектированием, включая транспорт, инженерное благоустройство и оборудование, охрана окружающей среды и природы.

Градостроительная система в виде единой иерархической структуры включает в себя последовательность уровней например: Кыргызская республика, Ыссык-Кульская область, г.Каракол (Рис. 3).

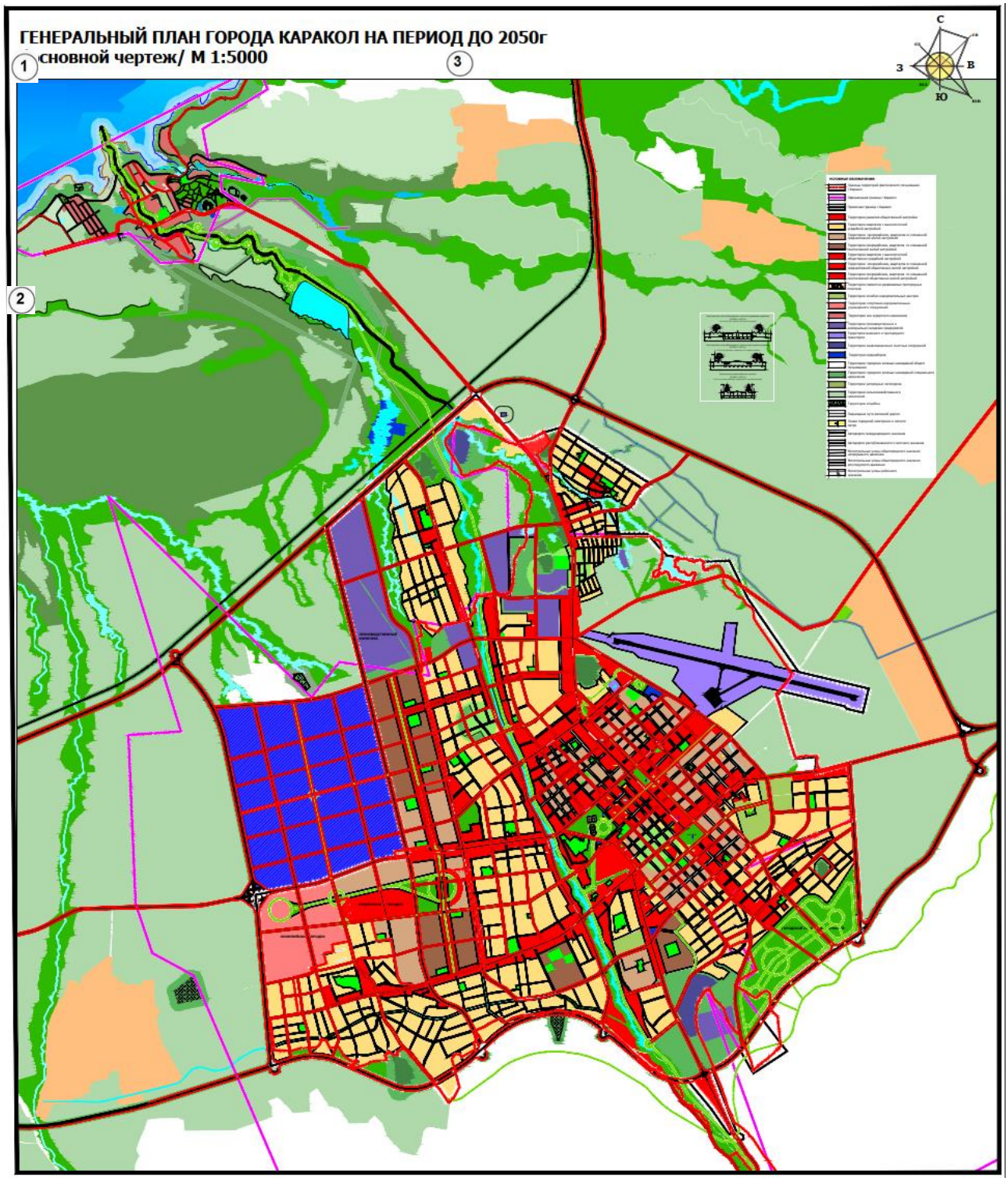


Рисунок 3 - Генеральный план г.Каракол

Градостроительная система - совокупность пространственно организованных и взаимосвязанных материальных элементов - технически освоенных территорий, зданий и сооружений, дорог и инженерных коммуникаций, совместно с природными компонентами формирующих среду общественной жизнедеятельности на разных территориальных уровнях.

Схема расселения (по экономическим районам)- схема районной планировки-генеральный план города (села)-проект детальной планировки (для крупных городов)-проект жилого района.

Материалы и методы. В работе использован комплексный подход: анализ существующих градостроительных документов (схемы перспективного развития, градостроительные регламенты), обследование ключевых инженерных сетей и общественных объектов, изучение туристических маршрутов и трафика, а также применение критериального отбора приоритетов (влияние на качество жизни, стоимость, сроки реализации, устойчивость к рискам). Приоритизация мероприятий выполнена с учётом критериев «эффект/затраты» и «срочность/влияние».

Основные принципы градостроительного развития.

Компактность и упорядоченный рост.

Развитие города преимущественно внутри существующих границ; уплотнение центральных зон и старых кварталов с бережным отношением к исторической застройке.

Чёткие границы для сдерживания самовольной застройки и сохранения сельскохозяйственных и природных территорий вокруг города.

Сохранение ландшафта и экосистем.

Формирование охранных зон у озера и на склонах; запрет капитальной застройки в природоохранных зонах.

Создание зелёных коридоров и локальных парков для регулирования микроклимата и рекреационной нагрузки.

Многофункциональность и смешанное использование.

Поощрение смешанных кварталов (жильё + торговля + услуги + общественные пространства) для сокращения потребности в поездках и оживления уличной среды.

Транспортная устойчивость

Приоритет общественному транспорту, пешеходной и велоинфраструктуре; создание удобных пересадочных узлов; развитие перехватывающих парковок у въездов в город.

Организация маршрутов, связывающих вокзал, автовокзал, центр и туристические объекты.

Надёжная инженерная база.

Модернизация водоснабжения, канализации, электросетей и телекоммуникаций с учетом будущего роста и климатических рисков; резервные решения и энергоэффективность.

Социальная и культурная инфраструктура.

Доступ к образованию и здравоохранению рядом с местом проживания; развитие культурных площадок и маршрутов, сохранение и реставрация исторических зданий.

Управление рисками и экологическая безопасность.

Оценка оползневых и паводковых рисков; инженерные мероприятия по укреплению склонов и береговой линии; система управления отходами, включая сортировку и переработку.

Экономическая устойчивость.

Поддержка малого и среднего бизнеса, развитие туристической инфраструктуры, создание условий для локальных ремёсел и агропереработки.

Первая очередь строительства (0–5 лет): подробный план и обоснование.

Цель первой очереди — обеспечить базовую инженерную и социальную инфраструктуру, повысить качество городской среды и создать видимые результаты, стимулирующие дальнейшие инвестиции.

А. Инженерная модернизация (приоритет высший).

Водоснабжение: капитальный ремонт и замена ветхих участков трубопроводов в центральной части и наиболее плотных жилых районах; установка локальных резервуаров и систем очистки.

Канализация: санация дефектных канализационных коллекторов, строительство или модернизация станций очистки сточных вод с учётом возможности повторного использования воды в промышленных и озеленительных целях.

Электросети и связь: замена аварийных линий, установка резервного электроснабжения для ключевых со объектов, развертывание оптоволоконного интернета в центре и туристических зонах.

Обоснование: безопасность воды и канализации напрямую влияет на здоровье населения и туристический имидж; модернизация электросетей и интернета повышает инвестиционную привлекательность.

B. Транспорт и благоустройство улиц.

Ремонт ключевых улиц, укрепление тротуаров, установка энергоэффективного уличного освещения.

Запуск пилотных маршрутов общественного транспорта (мини-автобусы, электробусы) с регулярностью, синхронизированной с туристическими маршрутами.

Создание пешеходно-велосипедных коридоров вдоль набережной и в центре; организация безопасных пересечений и стоянок для велосипедов.

Внедрение схемы перехватывающих парковок на подъездах к городу и парковочных полисов в центре.

Обоснование: улучшение мобильности снижает загрязнение, повышает доступность и делает город более приятным для жизни и посещения (Рис.4).

Рисунок 4 - Транспортная схема города

C. Благоустройство береговой линии и укрепление склонов.

Проект набережной с пешеходными аллеями, зонами отдыха, причалами малой архитектуры, освещением и местами для торговли локальными товарами.

Инженерные укрепления береговой зоны и склонов (анкерные подпорные стены, геосетки, дренажные системы) в уязвимых местах.

Обоснование: набережная станет центром городской жизни и основным туристическим магнитом; укрепления снизят риск оползней и эрозии.

D. Социальная инфраструктура.

Реконструкция или строительство одной школы и одной поликлиники в наиболее дефицитных районах.

Создание многофункционального общественного центра для культурных мероприятий, обучения, поддержки предпринимательства.

Обоснование: критичные объекты повышают качество жизни, удерживают население и создают рабочие места.

E. Доступное жильё и упорядочение застройки.

Реализация пилотного проекта доступного жилья (качественный многоквартирный дом или компактный микрорайон) с инженерным подключением и общественными пространствами.

Программа по учёту и упорядочению самовольно застроенных участков с технической поддержкой для легализации и подключения к сетям.

Обоснование: решение жилищного дефицита и легализация застройки повышают безопасность и наполняемость налоговой базы.

F. Экология и управление отходами.

Запуск системы раздельного сбора ТБО с организацией логистики и пилотного центра переработки/сортировки.

Озеленительные мероприятия и создание парков-буферов в зонах с деградированной почвой.

Обоснование: уменьшение объёма захоронений и улучшение экологической обстановки повышают привлекательность города.

G. Туризм и культурное наследие.

Открытие туристического информационного центра; разработка нескольких тематических туристических маршрутов (исторический, природный, ремесленный).

Реставрация 1–2 ключевых исторических объектов и создание площадок для ремёсел и уличной торговли.

Обоснование: туризм — драйвер местной экономики; качественная сервисная инфраструктура увеличит средние траты туристов и продолжительность их пребывания.

Организация реализации: управление, финансирование, сроки.

Механизм управления.

Создание проектного офиса при мэрии Каракола для координации проектов первой очереди, привлечения финансирования и контроля исполнения.

Участие заинтересованных сторон: общественность, бизнес, профильные ведомства, международные доноры.

Регулярные публичные отчёты и цифровая карта статуса проектов.

Финансирование.

Смешанная модель: муниципальные средства, государственные субсидии, международные гранты (климатические, туристические), частные инвестиции и публично-частное партнёрство.

Приоритет при финансировании — мероприятия с высоким соотношением «эффект/затраты» и возможностью софинансирования.

Ориентировочный график (0–5 лет).

Год 1: детальное проектирование, обследования сетей, запуск проектного офиса, начало аварийных работ по водоснабжению и освещению, разработка проекта набережной.

Год 2: начальная модернизация водоснабжения и канализации, пуск пилотных транспортных маршрутов, старт работ по укреплению склонов.

Год 3: завершение основного этапа сетевых работ в центральных зонах, строительство/реконструкция школы и поликлиники, запуск пилотного жилья.

Год 4: благоустройство набережной, открытие туристического центра, расширение системы раздельного сбора отходов.

Год 5: завершение первой очереди, оценка результатов, корректировка планов на следующие этапы.

Заключение. Первая очередь градостроительного развития Каракола должна быть прагматичной, ориентированной на людей и учитывать природные особенности территории. Модернизация инженерных сетей, развитие устойчивого транспорта, благоустройство набережной, обеспечение доступной социальной инфраструктуры и запуск пилотных проектов по жилью и переработке отходов создадут ощутимый эффект для жителей и подготовят почву для следующих этапов развития. Координированное управление проектами, прозрачное финансирование и активное вовлечение общественности — ключевые условия успешной реализации.

Список литературы

1. Владимиров В. В., Яргина З. Н., Косицкий Я. В. Основы теории градостроительства: дисциплина единого цикла теории архитектуры и градостроительства. – М.: Стройиздат, 1986. – Гл. «Структура и объект градостроительной деятельности». – С. 12.
2. Семенов В. Н. Благоустройство городов. – М.: Типография Товарищества И. Д. Сытина, 1912.
3. Гибберд Ф. Градостроительство / пер. с англ.; под ред. Е. Б. Соколовой. – М.: Государственное издательство литературы по строительству, архитектуре и строительным материалам, 1959.
4. Mumford L. The City in History: Its Origins, Its Transformations, and Its Prospects. – London: Secker & Warburg, 1961.
5. Saarinen E. The city: Its Growth, Its Decay, Its Future. – New York: Reinhold Publishing Corporation, 1943.
6. Abercrombie P. Town and Country Planning. – 3rd ed. – London: T. Butterworth, 1933. – 255 p.
7. Строительные нормы Кыргызской Республики. Планировка и застройка городов и населенных пунктов городского типа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://cbd.minjust.gov.kg/act/view/ru-ru/200523 (дата обращения: 10.07.2026).

УДК 711.4:304.442(575.2-25)

Б. Б. Чалданбаев[1], Т. С. Кенешов[2]
И. Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы
КГТУ им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика
[2]ORCID: 0009-0004-8047-0666

B. B. Chaldanbaev[1], T. S. Keneshov[2]
I. Razzakov KSTU, Bishkek, Kyrgyz Repulic
chaldanbaevb@gmail.com , t.keneshov@kstu.kg

СОЦИАЛЬНО-КУЛЬТУРНЫЕ И НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЮГО-ЗАПАДНОГО ЖИЛОГО ОБРАЗОВАНИЯ ГОРОДА БИШКЕК

БИШКЕК ШААРЫНЫН ТҮШТҮК-БАТЫШ ТУРАК ЖАЙ ТҮЗҮЛҮШҮН КАЙРА ӨЗГӨРТҮҮНҮН СОЦИАЛДЫК-МАДАНИЙ ЖАНА ЧЕНЕМДИК-УКУКТУК НЕГИЗДЕРИ

SOCIO-CULTURAL AND LEGAL FOUNDATIONS FOR THE TRANSFORMATION OF THE SOUTH-WESTERN RESIDENTIAL AREA OF BISHKEK

Макалада Бишкек шаарынын түштүк-батыш турак жай аймагын кайра уюштуруунун социалдык-маданий жана ченемдик-укуктук негиздери каралат. Изилдөөнүн актуалдуулугу шаар аймактарын үзүндү түрүндө өздөштүрүүдөн туруктуу өнүгүүгө, шаардык чөйрөнүн сапатын жогорулатууга жана турак жай, тейлөө объекттери, транспорттук жеткиликтүүлүк жана коомдук мейкиндиктер ортосундагы теңсиздикти азайтууга багытталган системалуу шаар куруучулук жөнгө салууга өтүүнүн зарылдыгы менен шартталат. Борбор калаанын түштүк-батыш багыты пландуу кичи райондордун түзүмдөрү, жеке турак жай курулуштары, өз алдынча өздөштүрүлгөн аймактар жана

келечекте кайра уюштурула турган участоктор айкалышкан татаал жана бир тектүү эмес шаар куруучулук система катары каралат. Өзгөчө көңүл социалдык инфраструктурага, анын ичинде мектепке чейинки билим берүү мекемелерине, мектептерге, саламаттык сактоо жана күнүмдүк тейлөө объекттерине, рекреациялык мейкиндиктерге, ошондой эле калктын толук жашоо циклин камсыз кылуучу объекттерге бурулат. Тейлөө объекттеринин ченемдик тейлөө радиустары, транспорттук жеткиликтүүлүк жана жалпы пайдалануудагы жашыл аймактар менен камсыз болуу деңгээли каралган. Калктын салттуу жашоо образын, үй-бүлөнүн маанисин, коңшулук байланыштарды, короо мейкиндигин жана жергиликтүү коомдук түйүндөрдү сактоо менен байланышкан социалдык-маданий өзгөчөлүктөр өзүнчө талдоого алынат. Жүргүзүлгөн талдоонун негизинде райондук көмөкчү борборлорду, социалдык объекттердин системасын, жашыл каркасты, транспорттук байланыштарды жана аймакты кайра уюштурууну укуктук жөнгө салуу механизмдерин камтыган полицентрдик өнүгүү моделин калыптандыруунун зарылдыгы негизделет.

Түйүндүү сөздөр: *Бишкек, түштүк-батыш турак жай аймагы, шаар куруучулук кайра уюштуруу, социалдык инфраструктура, маданий чөйрө, ченемдик-укуктук жөнгө салуу, полицентрдүүлүк, туруктуу өнүгүү.*

В статье рассматриваются социально-культурные и нормативно-правовые основы преобразования юго-западного жилого образования города Бишкек. Актуальность исследования обусловлена необходимостью перехода от фрагментарного освоения городских территорий к системному градостроительному регулированию, ориентированному на устойчивое развитие, повышение качества городской среды и снижение диспропорций между жильём, объектами обслуживания, транспортной доступностью и общественными пространствами. Юго-западное направление столицы рассматривается как сложная и неоднородная градостроительная система, где сочетаются плановые микрорайонные структуры, индивидуальная жилая застройка, территории стихийного освоения и участки перспективного преобразования. Особое внимание уделено социальной инфраструктуре, включая дошкольные учреждения, школы, медицинские и повседневные сервисы, рекреационные пространства, а также объектам, связанным с полным жизненным циклом населения. Рассмотрена роль нормативных радиусов обслуживания, транспортной доступности и обеспеченности озеленёнными территориями общего пользования. Отдельно анализируются культурно-бытовые особенности населения, связанные с сохранением традиционного уклада, значением семьи, соседских связей, дворового пространства и локальных общественных узлов. На основе анализа обосновывается необходимость формирования полицентрической модели развития, включающей районные подцентры, систему социальных объектов, зелёный каркас, транспортные связи и механизмы правового регулирования преобразования территории.

Ключевые слова: *Бишкек, юго-западное жилое образование, градостроительное преобразование, социальная инфраструктура, культурная среда, нормативно-правовое регулирование, полицентричность, устойчивое развитие.*

The article examines the socio-cultural and legal foundations for the transformation of the south-western residential area of Bishkek. The relevance of the study is determined by the need to move from fragmented territorial development to a systematic urban planning approach aimed at sustainable development, improvement of the urban environment and reduction of imbalances between housing, public services, transport accessibility and public spaces. The south-western part of Bishkek is considered as a complex and heterogeneous urban system combining planned microdistricts, individual residential development, spontaneously formed areas and territories of prospective transformation. The study focuses on social infrastructure, including preschool institutions, schools, medical and everyday services, recreational areas and facilities related to the full life cycle of the population. The role of normative service radii, transport accessibility and

provision of public green spaces is analyzed. Special attention is given to cultural and everyday practices of the population, including the importance of extended family, neighborhood relations, courtyard spaces and local public nodes. The article substantiates the need for a polycentric development model based on district subcenters, social infrastructure, green framework, transport connectivity and legal mechanisms for territorial transformation.

Key words: *Bishkek, south-western residential area, urban transformation, social infrastructure, cultural environment, legal regulation, polycentric development, sustainable urban development.*

Введение.

Современное развитие города Бишкек характеризуется устойчивым ростом территории, усложнением функциональной структуры и усилением нагрузки на транспортную, инженерную и социальную инфраструктуру. В этих условиях особую значимость приобретает переход от стихийного и фрагментарного освоения городского пространства к системному градостроительному регулированию, направленному на обеспечение сбалансированного территориально-пространственного развития [1; 5]. Юго-западное жилое образование города Бишкек представляет собой одну из наиболее динамично развивающихся и одновременно проблемных частей столицы. Данная территория включает элементы плановой микрорайонной застройки, индивидуальной жилой застройки, исторически сложившихся кварталов, новых жилых массивов и перспективных участков развития. В результате она формирует сложную градостроительную систему, в которой одновременно проявляются социальные, культурные, транспортные, инфраструктурные и правовые противоречия [6; 8]. В административно-планировочном отношении рассматриваемая территория относится к юго-западному сектору города Бишкек и рассматривается как часть перспективного градостроительного преобразования столицы.

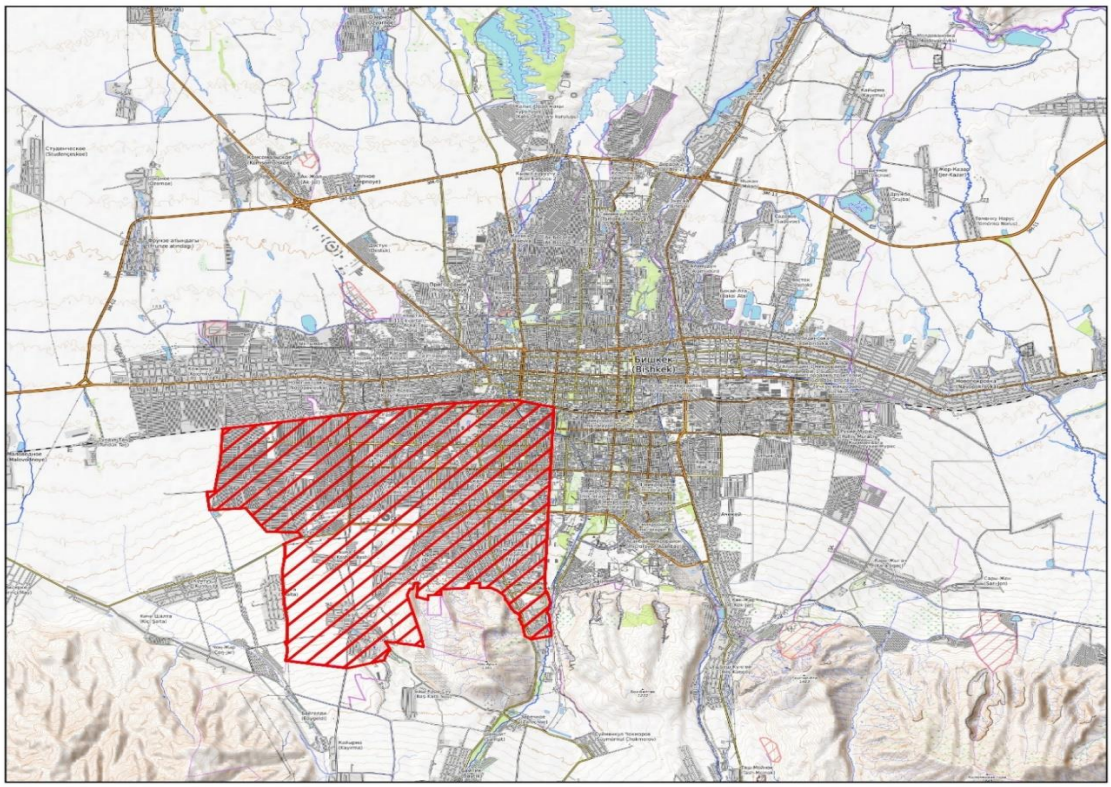


Рисунок 1 — Схема границ исследуемой территории юго-западного жилого района г. Бишкек.

Составлено автором

Актуальность исследования определяется тем, что развитие юго-западного направления невозможно рассматривать только как вопрос жилищного строительства. Данная территория требует комплексного подхода, учитывающего повседневные потребности населения, нормативные параметры доступности объектов обслуживания, культурно-бытовые формы использования пространства, транспортную связанность, обеспеченность озеленёнными территориями, а также правовые механизмы регулирования землепользования и застройки [1; 2; 3; 4].

Ключевая проблема заключается в несоответствии между фактически сложившейся структурой жилых территорий и требованиями современной городской среды. При наличии значительного жилого потенциала в юго-западной части города сохраняются дефицит объектов социальной инфраструктуры, недостаточная обеспеченность общественными и зелёными пространствами, высокая зависимость от центральных районов, а также ограниченная функциональная самостоятельность отдельных жилых массивов [6; 8]. В связи с этим преобразование юго-западного жилого образования должно рассматриваться как комплексная градостроительная задача, направленная на формирование устойчивой, социально сбалансированной, культурно чувствительной и нормативно обоснованной городской среды [1; 5].

Цель и задачи исследования.

Цель исследования — выявить социально-культурные и нормативно-правовые основы преобразования юго-западного жилого образования города Бишкек и обосновать направления его дальнейшего градостроительного развития. Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

1) определить социальные предпосылки формирования и развития юго-западного жилого образования;
2) выявить основные проблемы обеспеченности населения объектами социальной инфраструктуры и повседневного обслуживания;
3) проанализировать значение транспортной доступности, мест приложения труда и полицентрического развития для снижения маятниковой миграции;
4) рассмотреть роль озеленённых территорий общего пользования и общественных пространств в повышении качества жилой среды;
5) раскрыть культурно-бытовые особенности населения и их влияние на пространственную организацию территории;
6) определить нормативно-правовую базу, регулирующую преобразование территории;
7) сформулировать основные направления градостроительного преобразования юго-западного жилого образования.

Материалы и методы исследования.

Методологическую основу исследования составляет комплексный градостроительный подход, объединяющий социальный, культурный, нормативно-правовой и пространственно-планировочный анализ. В работе использованы методы систематизации нормативных требований, сопоставления фактической планировочной ситуации с нормативными критериями доступности, а также функционального анализа территории.

Нормативную базу исследования составляют СН КР 30-01:2020 «Планировка и застройка городов и населённых пунктов городского типа», Закон Кыргызской Республики «О градостроительстве и архитектуре Кыргызской Республики», Закон Кыргызской Республики «Об основах градостроительного законодательства Кыргызской Республики», Земельный кодекс Кыргызской Республики, а также материалы Генерального плана города Бишкек до 2050 года [1; 2; 3; 4; 5].

Анализ социально-культурных особенностей территории выполнен через рассмотрение повседневных сценариев жизнедеятельности населения: доступности образования, медицинских услуг, рекреации, общественных пространств, объектов повседневного обслуживания, а также культурных практик, связанных с ролью семьи, двора, улицы и соседского сообщества [6; 7].

Ключевые нормативные параметры СН КР 30-01:2020, используемые далее в качестве критериев оценки обеспеченности и доступности, сведены в таблице 1.

Таблица 1. - Нормативные показатели обслуживания, доступности и озеленения (СН КР 30-01:2020)

Объект / показатель	**Нормативное значение**	**Положение СН КР 30-01:2020**
Детские дошкольные образовательные организации (радиус обслуживания)	до 300 м (города); до 500 м (1–2-этажная застройка малых городов)	табл. 4
Общеобразовательные школы (радиус обслуживания)	750 м	табл. 4
Школы с начальными классами	500 м; пути подходов не пересекают магистральные улицы в одном уровне	табл. 4
Раздаточные пункты молочной кухни (радиус)	500 м; при 1–2-этажной застройке — 800 м	—
Аптеки в городах (радиус)	500 м; при 1–2-этажной застройке — 800 м	—
Молочные кухни (размещение)	в пределах зоны 15-минутной доступности на специальном автомобиле	прил. Е
Озеленённые территории общего пользования (общегородские)	10 м²/чел.	—
Озеленённые территории жилых районов	6 м²/чел.	—
Доступность городских парков	не более 20 мин	—
Доступность парков планировочных районов	не более 15 мин	—
Минимальная площадь: городской парк / парк планировочного района / сад жилого района / сквер	15 / 10 / 3 / 0,5 га	—
Затраты времени «жильё — работа» (для 90 % трудящихся, город 1000 тыс. чел.)	не более 40 мин в один конец	—
Уровень автомобилизации (расчётный срок)	250–400 легковых автомобилей на 1000 жителей	—

Результаты исследования и их обсуждение.

Социальные предпосылки формирования юго-западного жилого образования.

Юго-западное жилое образование города Бишкек сформировалось под воздействием совокупности социально-экономических, демографических и институциональных факторов. Одним из ключевых факторов является внутренняя миграция населения из сельских и горных регионов Кыргызской Республики в столицу. Бишкек выступает главным центром занятости, образования, административных функций, торговли и услуг, что усиливает приток населения и повышает спрос на доступное жильё [6; 8].

Ограниченная доступность жилья в центральных и срединных районах города способствовала активному освоению периферийных территорий, в том числе юго-западного направления. Индивидуальное жилищное строительство стало для многих семей наиболее реалистичным способом решения жилищного вопроса. При этом развитие таких территорий часто происходило быстрее, чем формировались инженерная инфраструктура, социальные объекты, транспортные связи и общественные пространства [6; 8; 9].

Социальная структура населения юго-западных жилых массивов характеризуется высокой значимостью семьи и домохозяйства. Для таких территорий особенно важна непрерывная система повседневного обслуживания: медицинская помощь, услуги раннего ухода за ребёнком, дошкольное и школьное образование, аптеки, объекты торговли, рекреационные зоны, культурные и общественные пространства. Недостаток этих элементов приводит не только к снижению качества городской среды, но и к росту транспортной зависимости жителей от других районов города [1; 6]. Таким образом, социальные предпосылки преобразования связаны не только с улучшением физической среды, но и с потребностью в формировании полноценной городской структуры, способной обеспечить базовые условия жизнедеятельности населения на месте проживания [1; 5].

Социальная инфраструктура как основа качества жилой среды.

Социальную инфраструктуру юго-западного жилого образования целесообразно рассматривать как систему объектов, обеспечивающих жизненные потребности человека на разных этапах его жизни. В градостроительном аспекте она включает не только школы, детские сады и поликлиники, но и объекты раннего ухода за детьми, аптеки, учреждения культуры, спортивные площадки, рекреационные пространства, объекты социального обслуживания и ритуально-похоронную инфраструктуру [1].

Недостаток объектов обслуживания в нормативной доступности формирует устойчивые межрайонные перемещения. Если детский сад, школа, поликлиника или аптека расположены за пределами удобной пешей доступности, жители вынуждены ежедневно использовать общественный или индивидуальный транспорт. В результате социальная проблема превращается в транспортную: увеличивается число поездок, усиливаются утренние и вечерние пиковые нагрузки, возрастает зависимость семей от автомобиля или маршрутного транспорта [1; 6].

СН КР 30-01:2020 устанавливает радиусы обслуживания для различных объектов социальной инфраструктуры (табл. 1). Для детских образовательных организаций в городах принят радиус до 300 м, а в условиях одно- и двухэтажной застройки малых городов — до 500 м. Для общеобразовательных школ радиус обслуживания составляет 750 м, для школ с начальными классами — 500 м; при этом нормируется безопасность путей подхода учащихся, в частности недопущение пересечения магистральных улиц в одном уровне [1]. Для повседневных медицинских товаров и специализированного детского питания близкими по смыслу элементами обслуживания выступают аптеки и раздаточные пункты молочной кухни, для которых установлен радиус 500 м, а при одно- и двухэтажной застройке — 800 м [1].

Эти параметры имеют принципиальное значение для юго-западного направления Бишкека, где значительная часть жилых территорий представлена индивидуальной и малоэтажной застройкой. При такой структуре расстояния между объектами обслуживания и жилыми кварталами могут быть значительными, а плотность населения — недостаточной для экономически эффективного размещения всех учреждений в шаговой доступности. Поэтому необходима не только механическая проверка радиусов, но и формирование иерархической системы обслуживания: локальные объекты повседневного спроса, районные центры обслуживания и межрайонные социальные узлы [1; 5].

Особое значение имеет доступность медицинских услуг, включая экстренную помощь и перинатальное обслуживание. Для таких функций важна не только территориальная близость учреждений, но и фактическая транспортная доступность, возможность оперативного подъезда, качество улично-дорожной сети и устойчивость маршрутов в часы

пик. При перегрузке магистралей даже формальное наличие учреждения в городе не гарантирует своевременное получение услуги [1; 6].

Комплексность анализа предполагает учёт и объектов, связанных с завершением жизненного цикла населения, — кладбищ и соответствующих санитарных разрывов. СН КР 30-01:2020 задаёт минимальные расстояния от кладбищ смешанного и традиционного захоронения до жилых домов, зданий общеобразовательных школ, дошкольных и лечебных учреждений: 500 м для кладбищ площадью 20–40 га, 300 м — для кладбищ площадью 10–20 га, 100 м — для кладбищ площадью 10 га и менее; для крематориев при количестве печей более одной — 1000 м [1]. В условиях территориального роста и дефицита свободных земель игнорирование санитарных разрывов ведёт к конфликтам землепользования и росту социальной напряжённости, что требует заблаговременного резервирования территорий и строгого соблюдения нормативов.

Пространственный разрыв между жильём и местами приложения труда.

Одной из наиболее серьёзных проблем юго-западного жилого образования является пространственный разрыв между местами проживания и местами приложения труда. При концентрации значительной части рабочих мест, административных функций и объектов высокого уровня обслуживания в центральной части города периферийные жилые районы становятся зависимыми от ежедневных поездок в центр [5; 8].

Такая модель усиливает маятниковую миграцию и формирует неустойчивую транспортную структуру. Жители юго-западных массивов вынуждены тратить значительное время на дорогу к месту работы, учёбы и обслуживания. Транспортные потоки концентрируются на ограниченном числе магистралей, что приводит к заторам, увеличению времени поездок, ухудшению экологической ситуации и снижению качества жизни [1; 5].

СН КР 30-01:2020 устанавливает допустимые затраты времени на передвижение от мест проживания до мест работы для 90 % трудящихся: для городов с населением 1000 тыс. чел. — не более 40 минут в один конец; одновременно нормирование учитывает уровень автомобилизации — для расчётного срока принимается 250–400 легковых автомобилей на 1000 жителей (табл. 1) [1]. Если жилые районы развиваются быстрее, чем формируются рабочие места и районные центры обслуживания, происходит системное превышение этого транспортного бюджета времени.

Решение данной проблемы связано с переходом к полицентрической модели развития. Для юго-западного направления это означает необходимость формирования районного или межрайонного подцентра, включающего рабочие места, объекты торговли, образования, культуры, здравоохранения, общественные пространства и транспортно-пересадочные узлы. Такой подцентр должен снижать зависимость населения от исторического ядра города и обеспечивать более равномерное распределение функций внутри городской структуры [5]. Ориентация на полицентрическую систему общественных центров, в том числе формирование делового центра в Ленинском районе (в зоне улиц Жайыла Баатыра и Алыкулова), отражена в материалах проекта Генерального плана города Бишкек до 2050 года [5]. В этой логике юго-западное направление должно рассматриваться не как периферийная жилая зона, а как перспективный сектор комплексного развития.

Транспортно-планировочные предпосылки преобразования.

Транспортная связанность является одним из ключевых условий успешного преобразования юго-западного жилого образования. Развитие только жилой функции без одновременного формирования магистральной сети, поперечных связей, общественного транспорта и пешеходной инфраструктуры приводит к изоляции отдельных массивов и росту нагрузки на существующие направления движения [1; 5].

Для юго-западного сектора особое значение имеют поперечные транспортные связи, способные перераспределять потоки между жилыми массивами, районными центрами и городскими магистралями. Развитие таких связей позволяет снизить зависимость от радиальных маршрутов, направленных исключительно в центр, и создать более устойчивую сетевую структуру передвижений [5].

Однако транспортное развитие не должно ограничиваться строительством новых дорог. Необходимо формировать полноценную уличную среду, включающую тротуары, безопасные переходы, остановочные пункты, велоинфраструктуру, озеленение, освещение и элементы благоустройства. Для жилых территорий особенно важна безопасность детей, пожилых людей и пешеходов, поскольку улица в индивидуальной застройке часто выполняет одновременно функции проезда, дворового пространства, места общения и повседневной активности [1; 7]. Таким образом, транспортно-планировочное преобразование должно быть связано с общей концепцией развития территории: дороги должны не только пропускать поток автомобилей, но и формировать связную, безопасную и комфортную городскую среду [1; 5].

Озеленённые территории и рекреационный каркас.

Качество жилой среды невозможно обеспечить без достаточной системы озеленённых территорий общего пользования. Для юго-западного жилого образования этот вопрос особенно важен, поскольку значительная часть территории сформировалась в условиях дефицита общественных пространств, скверов, бульваров и парков районного значения [1; 6].

СН КР 30-01:2020 предусматривает формирование непрерывной системы озеленённых территорий и устанавливает нормативы обеспеченности: для крупнейших, крупных и больших городов общегородские озеленённые территории общего пользования — 10 м²/чел., озеленённые территории жилых районов — 6 м²/чел. Нормируется также доступность зелёных объектов и их минимальная площадь: время доступности городских парков — не более 20 минут, парков планировочных районов — не более 15 минут; минимальная площадь городских парков — не менее 15 га, парков планировочных районов — 10 га, садов жилых районов — 3 га, скверов — 0,5 га (табл. 1) [1].

Недостаток зелёных территорий имеет несколько последствий. Во-первых, ограничиваются возможности повседневного отдыха населения. Во-вторых, снижается качество микроклимата, усиливается перегрев городской среды, запылённость и дефицит тени. В-третьих, сокращается количество общественных пространств, где могут формироваться соседские связи, детская активность, межпоколенческое общение и локальная идентичность района [1; 7].

В условиях дефицита свободных муниципальных земель практическим инструментом может стать поэтапная консолидация территории: выкуп участков, обмен земель, резервирование территорий под общественные нужды, перенос прав застройки и создание скверов, садов или малых парков в нормативной доступности. Для юго-западного направления важно не только сохранить отдельные зелёные участки, но и сформировать связанный зелёный каркас, объединяющий жилые массивы, общественные центры, школы, детские сады и пешеходные маршруты [1; 4; 5].

Культурно-бытовые особенности населения и пространственная организация среды.

Культурные особенности юго-западного жилого образования связаны с миграционными процессами, преобладанием индивидуальной жилой застройки и сохранением традиционного кыргызского уклада жизни. Для значительной части населения характерны расширенные семейные связи, высокая роль родственных и соседских отношений, уважение к старшим, а также коллективное участие в семейных и общественных событиях [7].

В градостроительном отношении это означает, что культурная инфраструктура территории должна пониматься шире, чем только сеть домов культуры, библиотек или клубов. Она включает также открытые и полуоткрытые пространства: двор, улицу, локальную площадь, сквер, затенённую площадку, бульвар, общественный узел. Именно

через эти пространства реализуются повседневные формы общения, взаимопомощи, детских игр, семейных мероприятий и локальной самоорганизации [7].

Особое значение имеют двор и прилегающая улица. В условиях индивидуальной жилой застройки они выполняют функции, выходящие за пределы бытового использования: это пространство общения, временного пребывания гостей, мелкой торговли, детской активности, семейных событий и соседских контактов. При отсутствии специально организованных общественных пространств эти функции переносятся на проезжую часть, обочины и случайные свободные участки. В результате возникает конфликт между транспортной функцией улицы и культурно-бытовыми практиками населения [6; 7].

Таким образом, преобразование юго-западного жилого образования должно учитывать реальные сценарии жизни населения. Для таких территорий необходимы районные культурно-общественные узлы, локальные площади, скверы, затенённые пространства, площадки для семейно-общественных мероприятий и безопасные пешеходные связи. При проектировании следует учитывать участие жителей, активистов и представителей локального сообщества, поскольку вопросы двора, улицы, соседства и общественных пространств имеют не только техническое, но и социально-культурное значение [6; 7].

Нормативно-правовая основа преобразования территории.

Нормативно-правовая основа преобразования юго-западного жилого образования складывается из нескольких взаимосвязанных уровней. Базовые правовые рамки землепользования определяются Земельным кодексом Кыргызской Республики, регулирующим земельные отношения, основания возникновения и прекращения прав на землю, а также порядок использования земельных участков [4].

Общие начала градостроительной деятельности определяются Законом Кыргызской Республики «Об основах градостроительного законодательства Кыргызской Республики» и Законом Кыргызской Республики «О градостроительстве и архитектуре Кыргызской Республики» [2; 3]. Эти документы формируют правовую основу для планирования территорий, разработки градостроительной документации, согласования общественных и частных интересов, а также обеспечения благоприятной среды жизнедеятельности.

Техническое нормирование параметров планировки, застройки, озеленения, транспортной организации и доступности объектов обслуживания обеспечивается СН КР 30-01:2020. Данный документ устанавливает требования к планировочной структуре городов, системе обслуживания, транспортным связям, озеленённым территориям, санитарным разрывам и другим элементам городской среды [1].

Применительно к Бишкеку важное значение имеет Генеральный план города Бишкек до 2050 года. Он определяет основные направления территориального развития столицы, функциональное зонирование, размещение объектов республиканского и местного значения, а также меры по формированию безопасной и комфортной городской среды [5]. Для юго-западного жилого образования это означает необходимость согласования локальных проектных решений с долгосрочной стратегией развития города [5]. Следовательно, преобразование территории должно опираться не на отдельные фрагментарные мероприятия, а на систему документов: генеральный план, проекты планировки территорий, проекты детальной планировки, градостроительные регламенты, схемы инженерной и транспортной инфраструктуры, а также программы социального и культурного развития [1; 2; 3; 5].

Основные направления градостроительного преобразования.

На основе проведённого анализа можно выделить несколько приоритетных направлений преобразования юго-западного жилого образования города Бишкек.

1. **Формирование полицентрической структуры.** Создание районных и межрайонных подцентров с концентрацией рабочих мест, объектов обслуживания, образовательных

и медицинских учреждений, культурных функций и общественных пространств для снижения зависимости населения от центральной части города и уменьшения маятниковой миграции [5].

2. **Развитие социальной инфраструктуры в нормативной доступности.** Приоритетное размещение детских садов, школ, амбулаторно-поликлинических учреждений, аптек, объектов раннего ухода за детьми, спортивных и культурных учреждений на основе расчётов радиусов обслуживания, плотности населения и безопасных пешеходных маршрутов [1].
3. **Создание зелёного и рекреационного каркаса.** Формирование системы скверов, бульваров, садов жилых районов, локальных площадок отдыха и связей между ними; эти пространства должны выполнять не только экологическую, но и социально-культурную функцию [1; 7].
4. **Развитие транспортной связанности.** Формирование поперечных связей, улучшение общественного транспорта, создание безопасной пешеходной инфраструктуры и снижение зависимости от индивидуального автомобиля при интеграции транспортной сети с системой общественных центров [1; 5].
5. **Учёт культурно-бытовых потребностей населения.** Предусмотрение в планировочных решениях пространств для соседского общения, семейно-общественных мероприятий, детской активности и локальной самоорганизации, что особенно важно для территорий индивидуальной жилой застройки [6; 7].
6. **Правовое и организационное обеспечение преобразования.** Закрепление проектных решений в градостроительной документации, резервирование земель под социальные и зелёные объекты, развитие механизмов общественного участия и согласования интересов жителей, муниципалитета и инвесторов [2; 3; 4; 5].

Заключение

Проведённый анализ показывает, что юго-западное жилое образование города Бишкек представляет собой не просто совокупность жилых массивов, а сложную пространственно и функционально неоднородную городскую систему, в которой пересекаются демографические, инфраструктурные, транспортные, культурно-бытовые и правовые противоречия развития столицы [6; 8]. Обладая значительным потенциалом для формирования новых жилых, общественных и деловых функций, территория одновременно демонстрирует устойчивое несоответствие фактически сложившейся структуры нормативным требованиям к качеству жилой среды и реальным потребностям населения: дефицит объектов обслуживания, недостаточную шаговую доступность школ и детских садов, перегрузку транспортного каркаса, слабую обеспеченность зелёными и общественными пространствами, а также отсутствие полноценных районных центров [1; 5; 6]. Ключевым механизмом, связывающим социальные и транспортные проблемы, выступает трансформация дефицита нормативной доступности объектов обслуживания в избыточную маятниковую миграцию.

Преобразование юго-западного жилого образования целесообразно осуществлять на основе единого комплексного подхода, увязывающего полицентрическое развитие, формирование социальной инфраструктуры в нормативной доступности, создание зелёного каркаса, развитие транспортной связанности, правовое регулирование землепользования и участие жителей в обсуждении проектных решений. При этом культурно-бытовая специфика территории — высокая роль семьи, соседского сообщества, двора и улицы — должна учитываться наравне с нормативными показателями. Такой подход позволит обеспечить более гармоничное включение юго-западных территорий в общегородскую структуру

Бишкека, повысить качество повседневной жизни населения и создать основу для долгосрочного устойчивого развития.

Список литературы

1. Строительные нормы Кыргызской Республики СН КР 30-01:2020 «Планировка и застройка городов и населённых пунктов городского типа». Утверждены приказом Государственного агентства архитектуры, строительства и жилищно-коммунального хозяйства при Правительстве Кыргызской Республики от 24 марта 2020 года № 39-нпа.
2. Закон Кыргызской Республики от 13 июля 2011 года № 95 «Об основах градостроительного законодательства Кыргызской Республики».
3. Закон Кыргызской Республики от 11 января 1994 года № 1372-XII «О градостроительстве и архитектуре Кыргызской Республики».
4. Земельный кодекс Кыргызской Республики от 18 июля 2025 года № 149.
5. Генеральный план города Бишкек до 2050 года. Официальные материалы Генерального плана города Бишкек.
6. Институт Акыйкатчы (Омбудсмена) Кыргызской Республики. Новостройки г. Бишкек: право на достаточное жильё и иные социальные, экономические и культурные права. Специальный доклад.
7. Giovarelli R., Akmatova C. Local Institutions that Enforce Customary Law in the Kyrgyz Republic and their Impact on Women’s Rights. — Washington: World Bank, 2002.
8. Ибраев М.Е., Кенешов Т.С. Социально-градостроительное исследование пяти жилых массивов индивидуальной застройки г. Бишкек // Научные исследования в Кыргызской Республике. — 2020. — № 4-1. — С. 24–36.
9. Омурканова А.К., Кенешов Т.С. Подходы к исследованию эскизных проектов 4G пяти жилых массивов г. Бишкек // Вестник Кыргызского государственного университета строительства, транспорта и архитектуры им. Н. Исанова. — 2021. — № 3 (73). — С. 337–342.

УДК 556.166:528.8:004.9(575.2)

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

B. A. Osmonov
I. Razzakov KSTU, Bishkek, Kyrgyz Republic
b.osmonov@kstu.kg

ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗОН ЗАТОПЛЕНИЯ ПРИ ПРОРЫВЕ ВЫСОКОГОРНОГО ОЗЕРА МЕРЦБАХЕР (КЫРГЫЗСТАН)

КЫРГЫЗСТАНДА БИЙИК ТООДОГУ МЕРЦБАХЕР КӨЛҮ ТАШЫП КЕТЕ ТУРГАН БОЛСО СУУ КАПТАЧУ ЗОНАЛАРДЫ ГЕОМААЛЫМАТТЫК МОДЕЛДӨӨ

GEOINFORMATION MODELING OF FLOOD HAZARD ZONES IN THE EVENT OF AN OUTBURST OF THE HIGH-MOUNTAIN LAKE MERZBACHER (KYRGYZSTAN)

Бийик тоолуу мөңгүлүү көлдөр тоолуу аймактар үчүн олуттуу табигый коркунуч болуп саналат. Азыркы климаттын өзгөрүшү жана мөңгүлөрдүн тез эриши шартында алардын саны жана көлөмү акырындап көбөйүп, бул катастрофалык жарылуу коркунучун жогорулатат. Борбордук Азиядагы эң белгилүү жана изилденген мөңгүлүү көлдөрдүн бири — Кыргыз Республикасынын аймагындагы Тянь-Шань тоо системасынын борбордук бөлүгүндө жайгашкан Мерцбахер көлү. Бул көл Түндүк жана Түштүк Энильчек мөңгүлөрүнүн ортосунда түзүлүп, өзгөчө касиети менен айырмаланат — жыл сайын толугу менен мөңгүнүн астындагы каналдар аркылуу агып кетет. Мындай көрүнүштөр суу чыгымының кескин көбөйүшү жана күчтүү сел толкундарынын пайда болушу менен коштолот. Бул иште Мерцбахер көлү ташып кеткен учурда мүмкүн болгон суу каптоо аймактарын баалоо үчүн геомаалыматтык технологияларды жана гидродинамикалык моделдөөнү колдонуу каралат. Спутниктик маалыматтарды, рельефтин санариптик моделдерин жана гидрологиялык моделдерди колдонуу мүмкүн болгон суу каптоо чек араларын, суунун тереңдигин жана сел толкундарынын таралуу ылдамдыгын аныктоого мүмкүндүк берет. Алынган жыйынтыктар Кыргызстандын тоолуу аймактарында табигый коркунучтарды баалоо жана эрте эскертүү системаларын иштеп чыгуу үчүн колдонулушу мүмкүн.

Түйүндүү сөздөр: *мөңгүлүү көлдөр, GLOF, геомаалыматтык системалар, гидродинамикалык моделдөө, суу каптоо зоналары, Тянь-Шань.*

Высокогорные ледниковые озёра представляют значительную природную опасность для горных регионов. В условиях современного изменения климата и ускоренного таяния ледников их количество и размеры постепенно увеличиваются, что повышает вероятность катастрофических прорывов. Одним из наиболее известных и изученных ледниковых озёр Центральной Азии является озеро Мерцбахера, расположенное в центральной части горной системы Тянь-Шань на территории Кыргызской Республики.

Данное озеро формируется между ледниками Северный и Южный Энильчек и отличается уникальной особенностью — ежегодным полным опорожнением через подледниковые каналы. Подобные события сопровождаются резким увеличением расхода воды и

формированием мощной паводковой волны. В данной работе рассматривается применение геоинформационных технологий и гидродинамического моделирования для оценки возможных зон затопления при прорыве озера Мерцбахера. Использование спутниковых данных, цифровых моделей рельефа и гидрологических моделей позволяет определить границы потенциального затопления, глубину водного потока и скорость распространения паводковой волны. Полученные результаты могут использоваться для оценки природных рисков и разработки систем раннего предупреждения в горных регионах Кыргызстана.

Ключевые слова: *ледниковые озёра, GLOF, геоинформационные системы, гидродинамическое моделирование, зоны затопления, Тянь-Шань.*

High-mountain glacial lakes pose a significant natural hazard to mountainous regions. Under current climate change conditions and accelerated glacier melting, their number and size are gradually increasing, which raises the probability of catastrophic outburst events. One of the most well-known and studied glacial lakes in Central Asia is Lake Merzbacher, located in the central part of the Tien Shan Mountain system within the territory of the Kyrgyz Republic.
This lake is formed between the North and South Inylchek glaciers and is characterized by a unique feature—its complete annual drainage through subglacial channels. Such events are accompanied by a sharp increase in water discharge and the formation of a powerful flood wave.
This study examines the application of geoinformation technologies and hydrodynamic modeling to assess potential flood zones in the event of a Lake Merzbacher outburst. The use of satellite data, digital elevation models, and hydrological models makes it possible to determine the boundaries of potential inundation, water depth, and the velocity of flood wave propagation.
The obtained results can be used for natural hazard assessment and the development of early warning systems in the mountainous regions of Kyrgyzstan.

Key words: *glacial lakes, GLOF, geographic information systems, hydrodynamic modeling, flood zones, Tien Shan.*

Введение. Высокогорные регионы мира характеризуются сложными природными условиями и высокой динамикой природных процессов. В последние десятилетия в результате глобального изменения климата наблюдается ускоренное таяние ледников, что приводит к формированию новых ледниковых озёр и увеличению размеров существующих водоёмов.

Большая часть таких озёр удерживается естественными плотинами, сформированными из моренных отложений или ледникового льда. Подобные плотины обладают относительно низкой устойчивостью, поэтому их разрушение может привести к внезапному выбросу большого объёма воды. Такие явления известны как **Glacial Lake Outburst Flood (GLOF)** — прорыв ледникового озера.

GLOF-события представляют серьёзную угрозу для населённых пунктов, инфраструктуры и природных экосистем, расположенных в долинах горных рек. В мировой практике известны многочисленные случаи разрушительных паводков, вызванных прорывами ледниковых озёр. Одним из наиболее характерных примеров подобных процессов является озеро Мерцбахера. Оно известно тем, что практически ежегодно полностью опорожняется через подледниковые каналы, формируя мощный паводковый поток в бассейне реки Энильчек. В связи с этим возникает необходимость изучения потенциальных последствий подобных событий и оценки возможных зон затопления.

Цель исследования — разработка подхода к геоинформационному моделированию зон затопления при возможном прорыве озера Мерцбахера.

Основные задачи исследования:

- анализ природных условий района исследования
- изучение динамики озера по спутниковым данным
- построение цифровой модели рельефа
- гидродинамическое моделирование паводковой волны

- картирование зон потенциального затопления.

1. Обзор литературы.

Современные исследования показывают, что в условиях глобального изменения климата и ускоренного таяния ледников возрастает количество высокогорных ледниковых озёр, что повышает риск их катастрофических прорывов (GLOF), представляющих серьёзную угрозу для горных территорий. В научной литературе широко рассматриваются механизмы формирования и разрушения ледниковых плотин, а также методы оценки возможных последствий таких событий с использованием геоинформационных систем, дистанционного зондирования Земли, цифровых моделей рельефа и гидродинамического моделирования. Особое внимание уделяется мониторингу ледниковых озёр Центрального Тянь-Шаня, включая озеро Мерцбахера, известное своим ежегодным опорожнением через подледниковые каналы. Несмотря на наличие ряда исследований, остаются недостаточно изученными пространственные параметры распространения паводковой волны и детальное картирование зон возможного затопления в бассейне реки Энильчек. Это обосновывает необходимость проведения комплексного геоинформационного моделирования для уточнения оценки природных рисков и совершенствования систем раннего предупреждения в высокогорных районах Кыргызстана.

2. Теоретическая основа исследования.

Географическая характеристика района исследования.

Озеро Мерцбахера расположено в центральной части горной системы Тянь-Шань на территории Кыргызстана. Оно находится в верховьях реки Энильчек между двумя крупными ледниками — Северным и Южным Энильчеком.

Высота расположения озера составляет приблизительно **3300–3400 метров над уровнем моря**. Окружающий рельеф характеризуется высокогорными ледниковыми долинами, крутыми склонами и значительной расчленённостью.

Ледники Энильчек являются одними из крупнейших ледников Центральной Азии. Их протяжённость достигает десятков километров, а мощность ледникового покрова местами превышает несколько сотен метров.

Формирование озера происходит в результате перекрытия долины ледниковым языком. Вода, поступающая от таяния ледников и атмосферных осадков, постепенно накапливается за ледовой преградой.

Основные характеристики озера:

Параметр	**Значение**
Тип озера	ледниковое подпрудное
Высота	~3300–3400 м
Площадь	4–5 км²
Максимальная глубина	70–80 м
Объём воды	до 200 млн м³

Каждый год в летний период происходит постепенное накопление воды. Когда давление воды становится достаточно высоким, формируется подледниковый канал, через который происходит быстрый сброс воды.

Этот процесс сопровождается формированием паводковой волны, распространяющейся вниз по долине реки Энильчек.

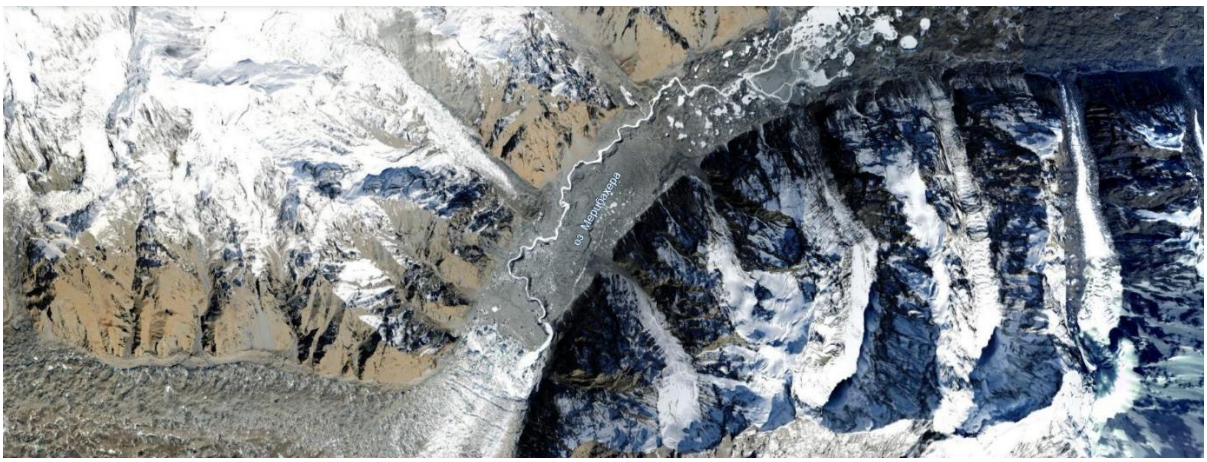


Рисунок 1 - Расположение озера Мерцбахера на карте Тянь-Шаня

3. Материалы и методы исследования.

Для моделирования зон возможного затопления использовались современные методы геоинформационного анализа и дистанционного зондирования Земли.

3.1 Дистанционное зондирование Земли.Одним из наиболее эффективных инструментов мониторинга ледниковых озёр является использование спутниковых снимков.
В данной работе применялись данные следующих спутниковых миссий:

- Landsat
- Sentinel-2

Эти спутники обеспечивают регулярную съёмку поверхности Земли с высоким пространственным разрешением.
Спутниковые изображения позволяют:

- определить границы озера
- оценить площадь водной поверхности
- отслеживать сезонные изменения уровня воды
- анализировать динамику ледников.

Для выделения водной поверхности применяется **индекс NDWI (Normalized Difference Water Index)**.
Формула NDWI:
NDWI = (Green – NIR) / (Green + NIR)
Использование данного индекса позволяет эффективно отделять водные объекты от ледников и горных пород.

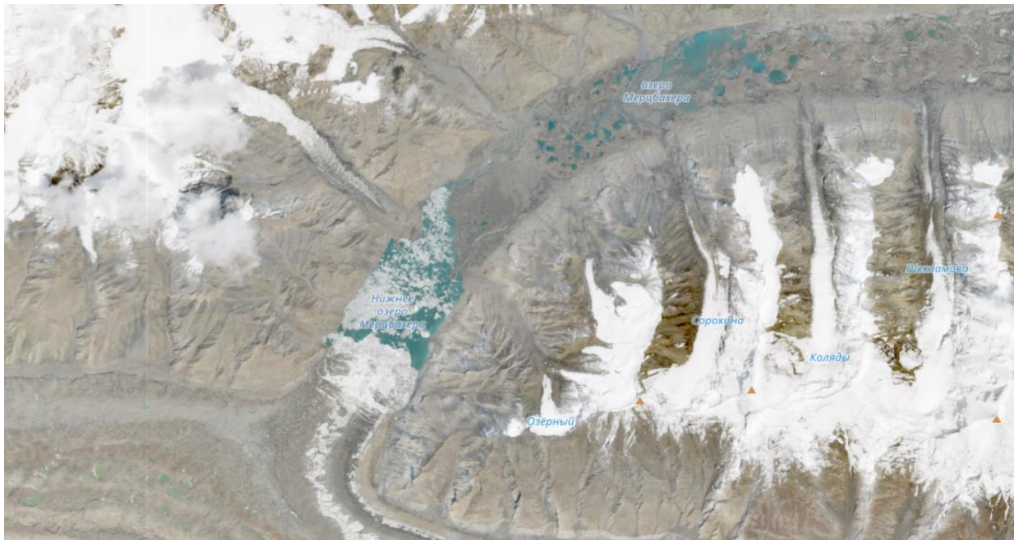


Рисунок 2 - Спутниковый снимок озера Мерцбахера (Sentinel-2) 02.07.25

3.2 Построение цифровой модели рельефа.

Цифровая модель рельефа (DEM) является ключевым элементом при моделировании гидрологических процессов.

В качестве исходных данных могут использоваться:

- SRTM DEM
- ASTER GDEM
- ALOS DEM

DEM позволяет получить информацию о:

- высоте поверхности
- уклонах склонов
- форме долин
- направлении стока воды.

На основе DEM выполняются следующие операции:

- анализ водосборных бассейнов
- определение направлений стока
- построение гидрографической сети

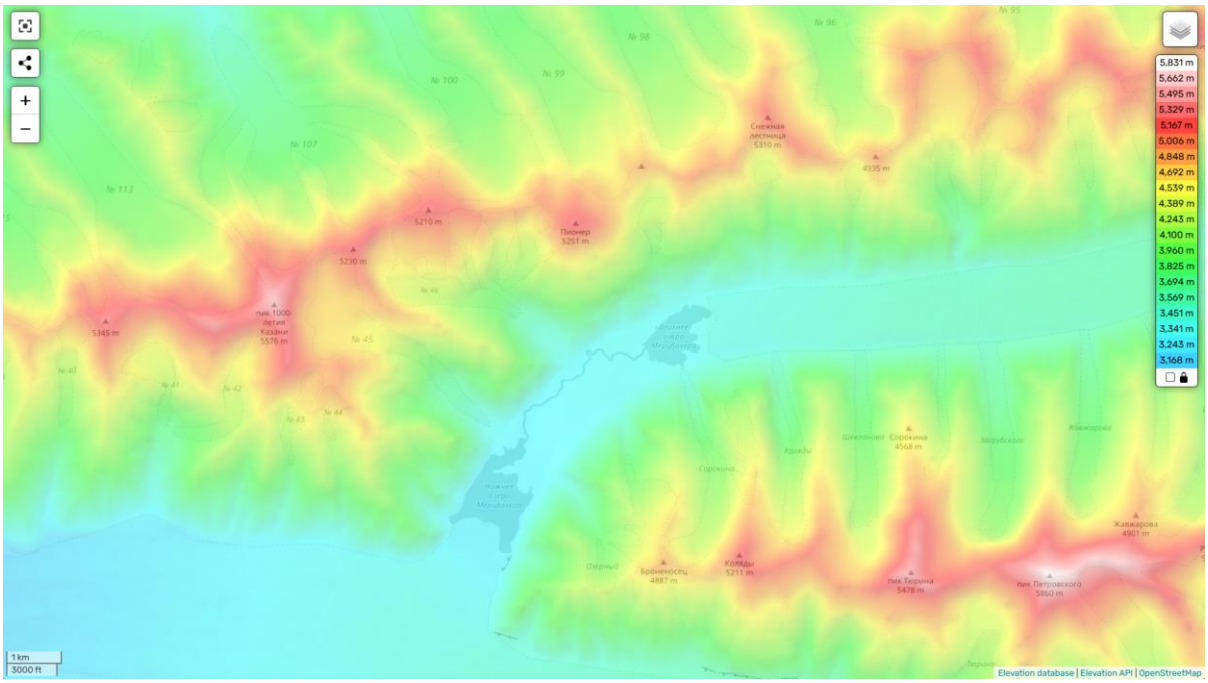


Рисунок 3 - Цифровая модель рельефа района исследования

3.3 Гидродинамическое моделирование.

Для моделирования распространения паводковой волны применяются гидродинамические модели неустановившегося потока.

Наиболее распространённые программные инструменты:

- HEC-RAS
- ArcGIS Hydrology Tools
- MIKE 21

Модель учитывает ряд параметров:

- объём воды при прорыве
- уклон русла
- ширину долины
- шероховатость поверхности
- форму русла.

Расчёт проводится на основе уравнений неразрывности и уравнений движения воды.

4. Результаты моделирования.

Проведённое моделирование показало, что при внезапном прорыве озера формируется мощная паводковая волна, распространяющаяся вниз по долине реки Энильчек.

В начальной стадии скорость потока может достигать **6–8 м/с**.

Наибольшая глубина воды наблюдается в узких участках долины, где происходит концентрация потока.

По мере продвижения вниз по долине энергия потока постепенно уменьшается, однако даже на расстоянии десятков километров сохраняется риск затопления.

На основе результатов моделирования были выделены несколько зон риска.

Зона высокого риска.

- русло реки
- узкие участки долины
- места концентрации потока.

Зона среднего риска.

- речные террасы
- участки с умеренным уклоном.

Зона низкого риска.

- удалённые участки долины
- возвышенные поверхности.

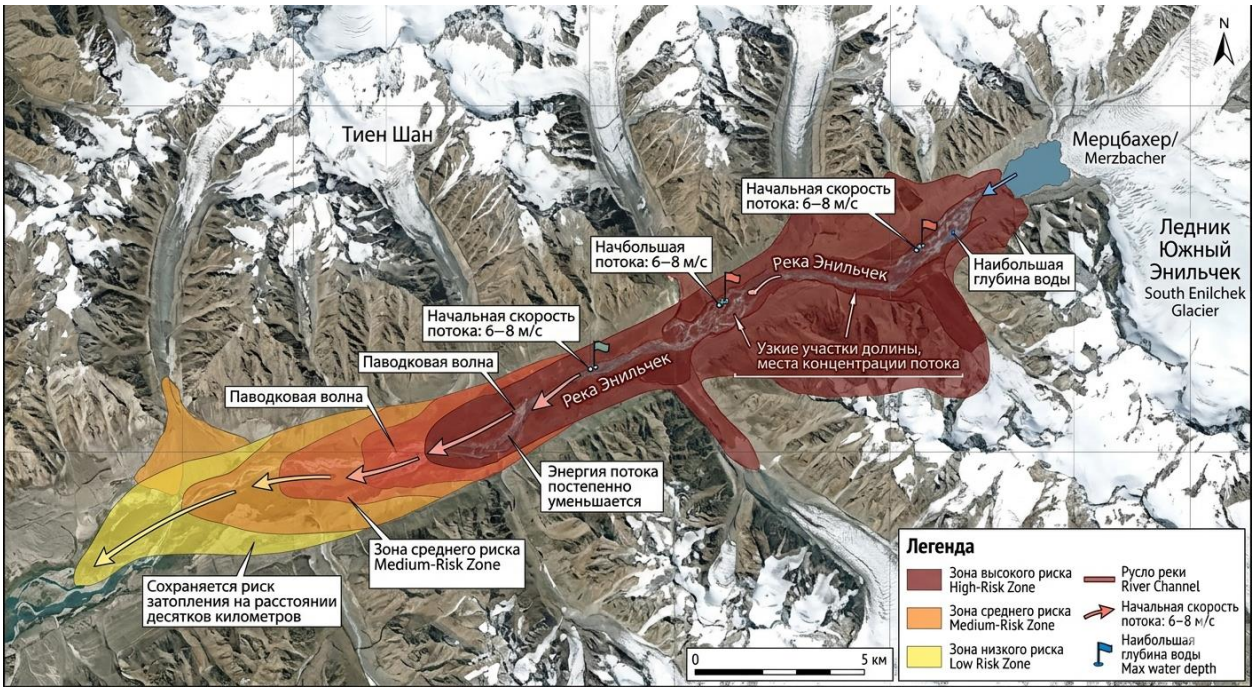


Рисунок 4 - Карта зон затопления

Таблица 2 - Пример параметров паводковой волны

Параметр	**Значение**
Максимальный расход воды	до 2000–3000 м³/с
Скорость потока	6–8 м/с
Высота волны	до 10 м
Дальность распространения	десятки километров

5. Обсуждение результатов.

Полученные результаты показывают, что прорыв озера Мерцбахера может сопровождаться формированием значительной паводковой волны. Хотя большая часть энергии потока

рассеивается в верхней части долины, потенциальная опасность сохраняется на значительном расстоянии.

Использование геоинформационных технологий позволяет значительно повысить точность оценки природных рисков. Интеграция спутниковых данных, цифровых моделей рельефа и гидродинамического моделирования даёт возможность создать комплексную систему анализа.

Особенно важным является применение таких методов для разработки систем мониторинга и раннего предупреждения

6. Заключение. Озеро Мерцбахера является одним из наиболее динамичных ледниковых озёр Тянь-Шаня. Его ежегодные прорывы демонстрируют высокий потенциал формирования мощных паводковых волн.

Перспективным направлением является внедрение автоматизированных систем мониторинга, включающих:

- спутниковое наблюдение в реальном времени
- датчики уровня воды
- гидрологические посты
- системы оповещения

Такие системы позволяют существенно снизить риск человеческих и экономических потерь.

Применение геоинформационных систем и гидродинамического моделирования позволяет эффективно оценивать возможные последствия подобных событий.

Основные выводы исследования:

1. Озеро Мерцбахера представляет потенциальную гидрологическую угрозу для бассейна реки Энильчек.
2. Использование спутниковых данных позволяет отслеживать динамику озера и изменения его площади.
3. Цифровые модели рельефа являются основой для моделирования распространения паводковой волны.
4. Гидродинамические модели позволяют определить скорость потока, глубину воды и границы зон затопления.

Полученные результаты могут использоваться для разработки систем мониторинга и предупреждения природных катастроф в высокогорных регионах Кыргызстана.

Список литературы

1. Абрамов А. М., Ерохин С. А. Особенности прорывов ледниково-подпрудного озера Мерцбахера // Труды Института водных проблем и гидроэнергетики НАН КР. — Бишкек, 2010.
2. Иаковлев В. А. Динамика высокогорных озер Тянь-Шаня в условиях изменения климата. — Бишкек: Илим, 2015. — 210 с.
3. Bolch T., Peters J., Yegorov A., et al. Identification of glacier-dammed lakes and GLOF risk assessment in the western Tien Shan // Natural Hazards. — 2011. — Vol. 59, No. 3. — P. 1435-1460.
4. Häfner H., Seidel K. Monitoring of Lake Merzbacher with remote sensing data // Proceedings of the International Conference on High Mountain Remote Sensing Cartography. — Bishkek, 2002.
5. Jansson P., Hock R., Schneider T. The concept of glacier storage: a review // Journal of Hydrology. — 2003. — Vol. 282. — P. 116-129.
6. Kropáček J., Schöner W., Maussion F., et al. A compilation of the Lake Merzbacher outburst floods from 1902 to 2014 based on remote sensing and historical data // Journal of Glaciology. — 2016.

7. Усубалиев Р. А., Азисов Э. А. и др. Мониторинг прорывоопасных высокогорных озер Кыргызстана с использованием ГИС-технологий // Известия НАН КР. — 2018. — № 4. — С. 45-52.

8. HEC-RAS, River Analysis System. Hydraulic Reference Manual. Version 6.0. — Davis, CA: US Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center, 2021.

9. McFeeters S. K. The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features // International Journal of Remote Sensing. — 1996. — Vol. 17, No. 7. — P. 1425-1432.

10. Черноморец С. С. Селевые очаги долинного типа: методы дистанционного исследования. — М.: Университетская книга, 2005. — 184 с.

11. Worni R., Stoffel M., Huggel C., et al. Analysis and modeling of glacial lake outburst floods in the Pamir Mountains, Tajikistan // Natural Hazards. — 2012. — Vol. 64. — P. 2115-2136.

12. Каталог ледников СССР. Том 14. Средняя Азия. Выпуск 2. Киргизия. — Л.: Гидрометеоиздат, 1970–1980.орный журнал

УДК 556.166:551.44:551.48:528.8

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

B. A. Osmonov
I. Razzakov KSTU, Bishkek, Kyrgyz Republic,
b.osmonov@kstu.kg

ИНТЕГРИРОВАННАЯ МЕТОДИКА КАРТИРОВАНИЯ ЗОН ЗАТОПЛЕНИЯ ПРИ ПРОРЫВЕ ВЫСОКОГОРНЫХ ОЗЁР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ GIS-АЛГОРИТМОВ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

БИЙИК ТООЛУУ КӨЛДӨР ЖЫРЫЛЫП КЕТКЕНДЕ СУУ КАПТОО ЗОНАЛАРЫН КАРТАГА ТҮШҮРҮҮНҮН GIS-АЛГОРИТМДЕРИНИН ГИДРОДИНАМИКАЛЫК МОДЕЛДӨӨСҮН КОЛДОНУУ МЕНЕН ИНТЕГРАЦИЯЛАНГАН МЕТОДИКАСЫ

INTEGRATED METHODOLOGY FOR MAPPING FLOOD ZONES DURING HIGH-ALTITUDE LAKE OUTBURSTS USING GIS-BASED HYDRODYNAMIC MODELING ALGORITHMS

Макалада бийик тоолуу мөңгү-бөгөлмө көлдөрүнүн жырылышынан (GLOF — Glacier Lake Outburst Floods) келип чыккан суу каптоо зоналарын болжолдоонун жана картага түшүрүүнүн оригиналдуу интеграцияланган методикасы сунушталат. Методика жерди аралыктан зонддоо (ЖАЗ) методдорун, ГИС чөйрөсүндө рельефтин автоматташтырылган морфометрикалык анализин жана эки өлчөмдүү (2D) гидродинамикалык моделдөөнү ырааттуу колдонууга негизделген. Негизги элемент болуп жантаюуга жана астыңкы беттин түрүнө жараша нуктун тегиз эместик коэффициентинин динамикалык өзгөрүү алгоритми саналат. Иштелип чыккан ыкма жырылуунун ар кандай сценарийлери үчүн суу каптоо чектерин, тереңдиктерин жана агымдын ылдамдыгын жогорку тактык менен аныктоого мүмкүндүк берет, бул тоолуу аймактардагы тобокелдиктерди баалоо үчүн абдан маанилүү.

Түйүндүү сөздөр: *бийик тоолуу көлдөр, көлдүн жырылышы, ГИС, гидродинамикалык моделдөө, ЖАЗ, тобокелдиктерди картага түшүрүү, HEC-RAS.*

В статье представлена оригинальная интегрированная методика прогнозирования и картирования зон затопления, возникающих при прорыве высокогорных ледниково-подпрудных озёр (GLOF — Glacier Lake Outburst Floods). Методика базируется на последовательном применении методов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), автоматизированного морфометрического анализа рельефа в среде ГИС и двумерного (2D) гидродинамического моделирования. Ключевым элементом является алгоритм динамического изменения коэффициента шероховатости русла в зависимости от уклона и типа подстилающей поверхности. Разработанный подход позволяет с высокой точностью определять границы затопления, глубины и скорости потока для различных сценариев прорыва, что критически важно для оценки рисков в горных регионах.

Ключевые слова: *высокогорные озёра, прорыв озера, ГИС, гидродинамическое моделирование, ДЗЗ, картирование рисков, HEC-RAS.*

The article presents an original integrated methodology for forecasting and mapping flood zones resulting from the outburst of high-altitude glacier-dammed lakes (GLOF — Glacier Lake Outburst Floods). The methodology is based on the sequential application of Earth remote sensing (ERS) methods, automated morphometric analysis of relief within a GIS environment, and two-dimensional (2D) hydrodynamic modeling. A key element is an algorithm for the dynamic change of the riverbed roughness coefficient depending on the slope and the type of underlying surface. The developed approach allows for the highly accurate determination of flood boundaries, depths, and flow velocities for various outburst scenarios, which is critically important for risk assessment in mountainous regions.

Key words: *high-altitude lakes, lake outburst, GIS, hydrodynamic modeling, ERS, risk mapping, HEC-RAS.*

Введение. Глобальное изменение климата оказывает наиболее выраженное воздействие на высокогорные экосистемы, приводя к деградации оледенения и формированию многочисленных новых ледниковых озёр. Многие из этих озёр являются прорывоопасными из-за нестабильности моренных дамб или угрозы обрушения ледовых и скальных массивов в чашу озера. Прорывы таких озёр (GLOF) приводят к катастрофическим паводкам и селям, распространяющимся на десятки километров вниз по долинам.

Основной проблемой при оценке опасности GLOF является высокая неопределенность параметров прорыва (объем, пиковый расход, время прорыва) и сложный рельеф русел, который существенно трансформирует паводковую волну. Существующие методики часто используют либо упрощенные эмпирические модели (не учитывающие динамику потока), либо сложные 3D-модели, требующие вычислительных ресурсов, недоступных для оперативного мониторинга.

Целью данной работы является разработка и апробация интегрированной методики, которая сочетает доступность данных ДЗЗ, автоматизацию обработки рельефа в ГИС и точность 2D-гидродинамического моделирования для создания детализированных карт зон затопления.

2. Обзор литературы. Современные исследования в области прогнозирования прорывов высокогорных ледниковых озёр направлены на совершенствование методов оценки зон затопления с использованием геоинформационных технологий, дистанционного зондирования Земли и гидродинамического моделирования. В трудах зарубежных и отечественных исследователей показано, что применение цифровых моделей рельефа, спутниковых данных и численных моделей, таких как HEC-RAS, позволяет эффективно анализировать параметры паводковых волн и пространственное распределение зон риска. Значительный вклад в развитие данной области внесли работы, посвящённые моделированию GLOF-событий в горных регионах Центральной Азии, Гималаев и Альп. Однако большинство существующих методик либо используют упрощённые эмпирические подходы, либо требуют значительных вычислительных ресурсов, что ограничивает их

применение в задачах оперативного мониторинга. Недостаточно исследованными остаются вопросы автоматизированного учёта морфометрических характеристик рельефа и динамического изменения гидравлических параметров потока, что обосновывает необходимость разработки интегрированных GIS-алгоритмов гидродинамического моделирования для повышения точности картирования зон затопления.

3. Теоретическая основа исследования.

Объекты и методы исследования.

3.1. Концептуальная схема методики.

Предлагаемая методика представляет собой сквозной технологический процесс, состоящий из четырех последовательных этапов:

1. **Блок ДЗЗ:** Мониторинг и выделение контуров озёр, классификация подстилающей поверхности долины (для оценки шероховатости).
2. **ГИС-блок (Препроцессинг):** Обработка цифровой модели рельефа (ЦМР), создание геометрической основы модели, ГИС-анализ морфометрии чаши озера.
3. **Блок моделирования:** Расчет параметров прорыва (гидрографа) и 2D-моделирование движения волны прорыва.
4. **ГИС-блок (Постпроцессинг):** Экспорт результатов моделирования, создание тематических карт рисков.

Схема интеграции методов представлена на рисунке 1.

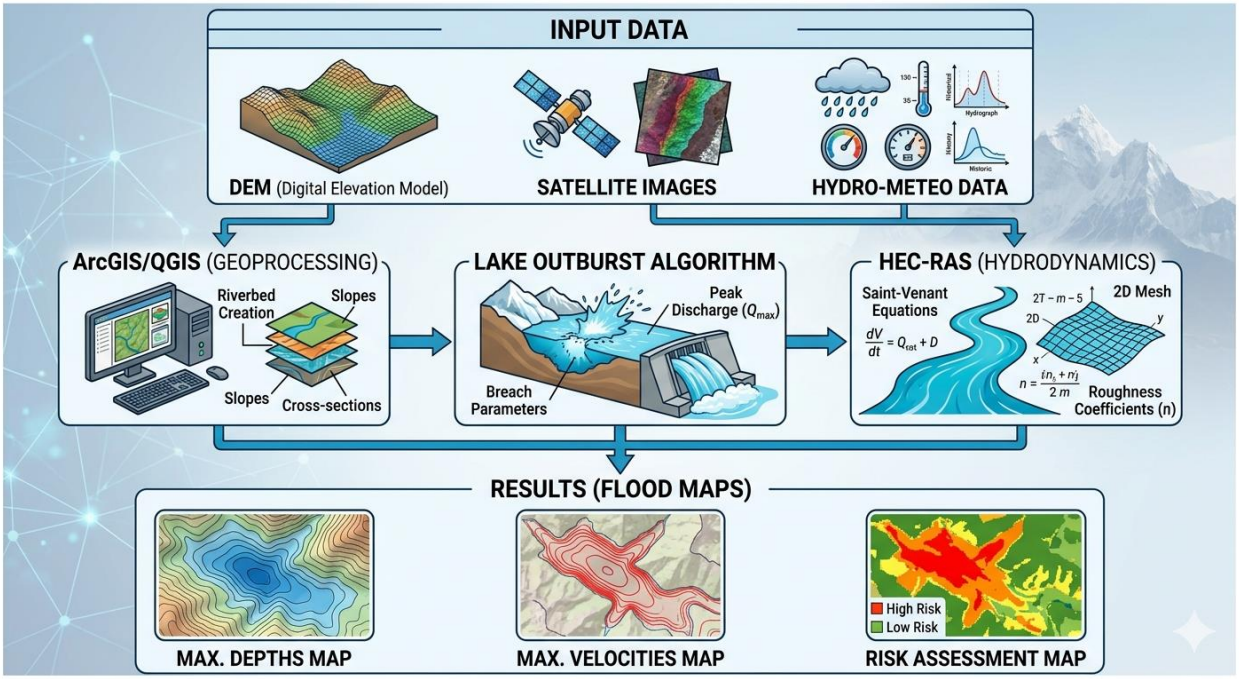


Рисунок 1 - Схема интеграции данных ДЗЗ, ГИС И ГДМ

3.2. Подготовка геометрической основы в ГИС.

Основным источником данных о рельефе послужили данные радарной томографии (например, SRTM или ALOS PALSAR), прошедшие процедуру коррекции ("заливка" артефактов) и гидрологического кондиционирования. В среде ГИС (ArcGIS или QGIS) с использованием инструментов Spatial Analyst были выделены:

- Водосборный бассейн озера.
- Ось потенциального стока потока.
- Поперечные сечения долины (cross-sections), необходимые для определения геометрии русла в узких местах, где 2D-сетка может быть недостаточно детализирована.

3.3. Алгоритм расчета параметров прорыва.

Для инициации моделирования необходим входной гидрограф — зависимость расхода воды от времени Q(t) в точке прорыва. Мы использовали оригинальный алгоритм, базирующийся

на комбинации эмпирических зависимостей для пикового расхода и моделирования постепенного разрушения дамбы (dam breach scenario).
Объем озера $V_{оз.} =$ рассчитывается на основе площади зеркала $A_{оз.}$, полученной по снимкам Sentinel-2/Landsat, с использованием регрессионной зависимости для Тянь-Шаня
$V_{оз.} = \alpha * A_{оз.}^{\backslash beta}$
где α и β — региональные коэффициенты.

Для определения пикового расхода Q_{max}
в методике используется ансамбль формул (например, формулы Huggel, Costa), что позволяет получить диапазон значений.

[РИСУНОК 2. Примеры синтетических гидрографов прорыва озера [НАЗВАНИЕ ОЗЕРА]]

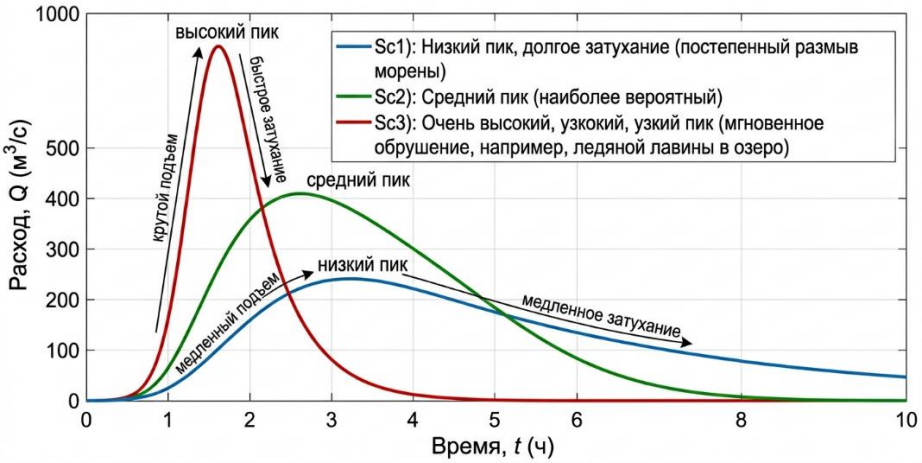


Рисунок 2 - Иллюстрирует пример рассчитанных гидрографов прорыва для трех сценариев (оптимисичный, наиболее вероятный, катастрофический).

4. Методы и материалы исследования.

Гидродинамическое моделирование паводка.

Для моделирования распространения волны прорыва был использован программный комплекс HEC-RAS, интегрированный с ГИС. В основе лежат уравнения Сен-Венана для двумерного не установившегося движения воды.

4.1. Ключевая особенность: Динамический коэффициент шероховатости.

Стандартный подход присваивает постоянный коэффициент шероховатости Мэннинга (n) для всего русла. Это приводит к ошибкам в горах, где характер потока меняется от бурного турбулентного на крутых склонах до квази-равнинного в долинах.
Нами внедрен GIS-алгоритм динамического расчета шероховатости на основе ЦМР и карт землепользования (NDVI). Мы использовали модифицированную формулу Джарретта, связывающую n с уклоном русла (S) для горных рек:
$n = 0.39 * S^{0.38}$
В среде ГИС была создана растровая карта распределения n, которая автоматически импортировалась в расчетную сетку HEC-RAS. Это позволило точнее учесть потерю энергии потока и скорость его распространения.

5. Результаты и обсуждение.

В качестве апробации методика была применена для моделирования прорыва озера Адегене в бассейне реки Ала-Арча.

5.1. Верификация модели.

Для верификации модели использовались следы исторических паводков (палеопаводковые метки, эрозионные террасы). Сравнение показало хорошее соответствие смоделированной зоны затопления (Sc2) с реальными следами паводка. Ошибка по площади составила менее 15%, по глубине в узловых точках — менее 0.5 м.

5.2. Результаты картирования.

[РИСУНОК 3. Карта максимальных глубин затопления при катастрофическом сценарии]

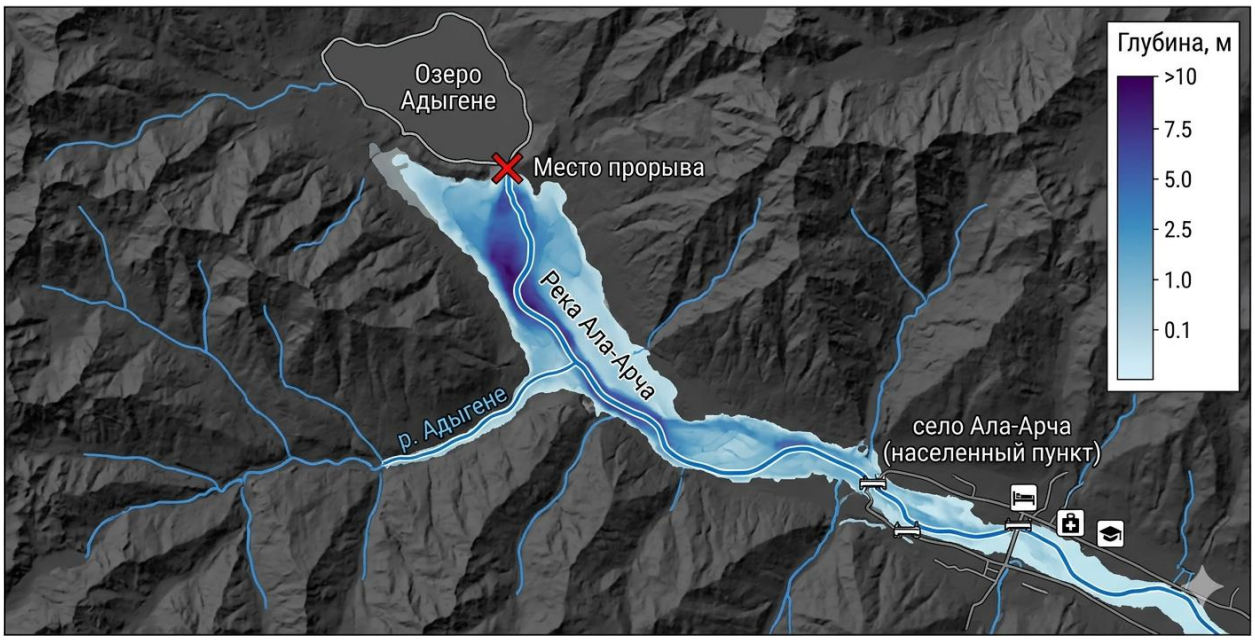


Рисунок 3 - Карта максимальных глубин затопления при катастрофическом сценарии

[РИСУНОК 4. Карта максимальных скоростей потока в зоне затопления]

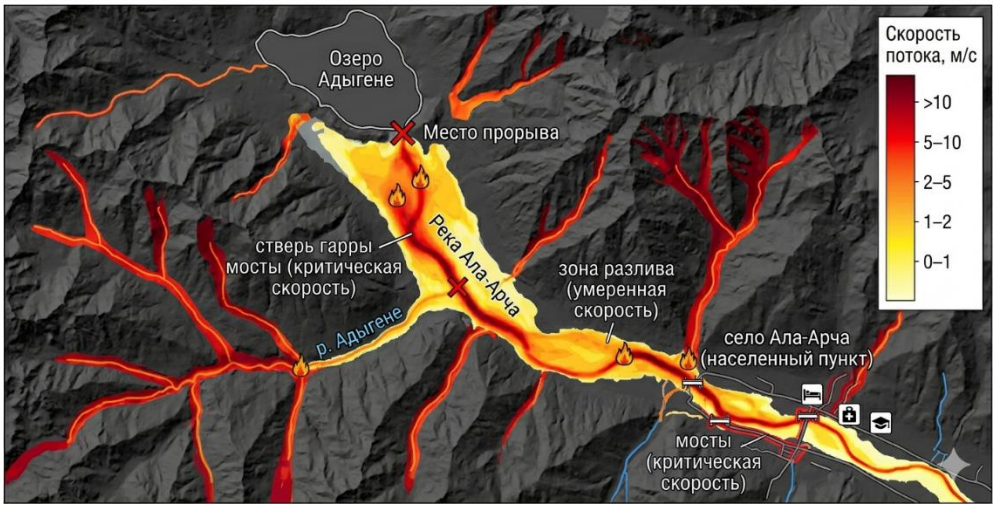


Рисунок 4 - Карта максимальных скоростей потока в зоне затопления

Анализ полученных карт позволяет выделить критические участки русла (узости, изгибы), где глубина и скорость потока достигают максимума, создавая наибольшую угрозу.

Интегрированная методика позволяет быстро генерировать карты рисков не только по факту прорыва, но и превентивно, для оценки уязвимости инфраструктуры (дорог, мостов, населенных пунктов) при различных сценариях.

6. Заключение.

Разработанная интегрированная методика продемонстрировала высокую эффективность и точность при картировании зон затопления от прорывов высокогорных озёр. Ключевые выводы работы:

1. **Высокая детализация:** Использование ЦМР высокого разрешения и 2D-моделирования позволяет получать карты с разрешением до 5-10 метров, что необходимо для планирования эвакуации.
2. **Точность русловых процессов:** Оригинальный алгоритм динамического изменения шероховатости Мэннинга в зависимости от уклона рельефа позволяет существенно

повысить точность расчета скоростей потока и времени добегания паводковой волны до уязвимых объектов.

3. **Применимость:** Методика может быть использована МЧС и экологическими службами горных стран в рамках систем раннего предупреждения.

Развитие методики видится в интеграции моделирования прорыва с моделями движения селевых потоков, так как в горных условиях прорыв озера часто провоцирует формирование мощного селя.

Список литературы

1. Huggel C., et al. (2002). "A GIS-based model for assessing the potential of debris flows from glacier-lake outbursts." *Climatic Change*.
2. Costa J.E., Schuster R.L. (1988). "The formation and failure of natural dams." *Geological Society of America Bulletin*.
3. Brunner G.W. (2016). *HEC-RAS, River Analysis System, User's Manual*. US Army Corps of Engineers.
4. Региональные публикации по селям и ледникам вашего региона.
5. Усубалиев Р. А., Азисов Э. А. и др. Мониторинг прорывоопасных высокогорных озер Кыргызстана с использованием ГИС-технологий // Известия НАН КР. — 2018. — № 4. — С. 45-52.
6. Горный журанл 2021: Оролбаева Л. Э. Водные ресурсы межгорных артезианских бассейнов тянь-шаня и памиро-алая, управление и устойчивое использование
7. Каталог ледников СССР. Том 14. Средняя Азия. Выпуск 2. Киргизия. — Л.: Гидрометеоиздат, 1970–1980.
8. Абрамов А. М., Ерохин С. А. Особенности прорывов ледниково-подпрудного озера Мерцбахера // Труды Института водных проблем и гидроэнергетики НАН КР. — Бишкек, 2010.

УДК 004.056.5

А. Б. Абдылдаев
И. Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы
КГТУ им. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республикасы

A. B. Abdyldaev
I. Razzakov KSTU, Bishkek, Kyrgyz Republic
atai.abdyldaev.2002@gmail.com

БИОМЕТРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АУТЕНТИФИКАЦИИ В СИСТЕМАХ ЗАЩИТЫ СМЕШАННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА: ОБЗОР И АНАЛИЗ

ЭЛЕКТРОНДУК-КАГАЗ ДОКУМЕНТ ЖҮГҮРТҮҮНҮ КОРГОО СИСТЕМАЛАРЫНДА БИОМЕТРИКАЛЫК АУТЕНТИФИКАЦИЯЛОО ЫКМАЛАРЫ: СЕРЕПТӨӨ ЖАНА ТАЛДОО

BIOMETRIC AUTHENTICATION METHODS IN HYBRID DOCUMENT WORKFLOW PROTECTION SYSTEMS: A REVIEW AND ANALYSIS

Бул макалада биометрикалык аутентификациялоонун негизинде аралаш (электрондук-кагаз) документ жүгүртүүнү коргоо ыкмалары каралат. Бир факторлуу жана көп факторлуу мамилелерге, бетти жана клавиатуралык кол жазманы таануу үчүн нейрондук тармактык архитектурага, ошондой эле биометрикалык шаблондорду коргоо ыкмаларына салыштырма талдоо жүргүзүлдү. Коркунучтарды талдоонун негизинде аралаш документ жүгүртүү үчүн аутентификация системасына талаптар иштелип чыккан. Кыргыз Республикасынын ченемдик базасына ылайыкташтырылган жана адистештирилген жабдууларсыз стандарттык кеңсе техникасында ишке ашырылуучу методология сунушталды.

Түйүндүү сөздөр: *биометриялык аутентификация, аралаш документ айланышы, нейрондук тармак, BioHashing.*

В данной статье рассматриваются методы защиты смешанного (электронно-бумажного) документооборота на основе биометрической аутентификации. Проведён сравнительный анализ однофакторных и многофакторных подходов, нейросетевых архитектур для распознавания лица и клавиатурного почерка, а также методов защиты биометрических шаблонов. На основе анализа угроз сформулированы требования к системе аутентификации для смешанного документооборота. Предложена методология, адаптированная к нормативной базе Кыргызской Республики и реализуемая на стандартной офисной технике без специализированного оборудования.

Ключевые слова: *биометрическая аутентификация, смешанный документооборот, нейронная сеть, BioHashing, Кыргызская Республика, FaceNet, клавиатурный почерк.*

Methods of protecting hybrid (paper-and-electronic) document workflow based on biometric authentication are reviewed. A comparative analysis of single-factor and multi-factor approaches, neural network architectures for face recognition and keystroke dynamics, and biometric template protection methods is conducted. A methodology compliant with the legislation of the Kyrgyz Republic is proposed, implementable on standard office hardware without specialised equipment.

Key words: *biometric authentication, hybrid document workflow, neural network, BioHashing, Kyrgyz Republic, FaceNet, keystroke dynamics.*

Введение. В большинстве организаций Кыргызстана документы существуют одновременно в бумажной и электронной форме — так называемый смешанный документооборот. Такая среда порождает специфический класс угроз: утечка учётных данных предоставляет доступ сразу ко всему электронному архиву, включая отсканированные оригиналы бумажных документов. Альтернативой паролям и токенам служит биометрическая аутентификация: биометрические характеристики человека не могут быть переданы третьему лицу. Особую актуальность тема приобретает в связи с принятием в Кыргызстане Цифрового кодекса [1], предусматривающего государственную систему биометрической идентификации, а также с работой с 2018 года межведомственной платформы «Тундук» [10] — одной из первых подобных систем в Центральной Азии.

Цель исследования.

Целью данного исследования является проведение сравнительного анализа существующих методов биометрической аутентификации применительно к задаче защиты смешанного документооборота и предложить методологию, адаптированную к нормативной среде и технологическим условиям Кыргызской Республики.

Анализ угроз смешанного документооборота.

Смешанный документооборот характеризуется тремя уровнями угроз. На уровне доступа к системе основную опасность представляет компрометация учётных данных: по данным Verizon Data Breach Report, более 80 % успешных взломов связаны с кражей или угадыванием паролей. На уровне физических носителей угрозу составляет несанкционированное копирование бумажных оригиналов, что не контролируется программными средствами. На уровне хранения — возможность массовой утечки при взломе электронного архива.

Модель нарушителя включает два основных сценария. Внешний нарушитель получает учётные данные сотрудника через фишинг, социальную инженерию или подбор. Внутренний нарушитель — сотрудник с легитимным доступом, превышающий свои полномочия. Двухфакторная биометрическая аутентификация эффективно противодействует обоим сценариям: внешний нарушитель не может воспроизвести биометрию владельца, а действия внутреннего — фиксируются журналом аудита.

Существующие решения не полностью удовлетворяют требованиям смешанного документооборота в условиях КР. Аппаратные токены (USB-ключи, смарт-карты) требуют дополнительного оборудования и создают риск физической кражи. SMS-коды уязвимы к SIM-swapping и зависят от качества мобильной связи. Системы единого входа (SSO) снимают нагрузку на пользователя, но при компрометации одного пароля открывают доступ ко всем ресурсам. Биометрическая аутентификация по одному фактору (только лицо или только отпечаток пальца) вполне применима для персональных устройств, однако для многопользовательских корпоративных систем, где необходима дифференциация уровней доступа, требует дополнения поведенческим фактором.

Анализ методов распознавания лица.

Нейросетевые методы распознавания лица получили качественный скачок в 2015 году с появлением архитектуры FaceNet [3], преобразующей изображение лица в 128-мерный числовой вектор (эмбеддинг). Евклидово расстояние между векторами одного человека мало, разных людей — велико. Метод ArcFace [4], опубликованный в 2019 году, улучшил разделяющую способность за счёт угловой функции потерь; сегодня он используется в большинстве коммерческих систем. Для применения в прикладных системах важна возможность работы на предобученных моделях без повторного обучения — это обеспечивает библиотека face_recognition, инкапсулирующая FaceNet-архитектуру.

Стандартный порог различения людей по евклидовому расстоянию составляет $d < 0{,}6$; для систем с повышенными требованиями к безопасности рекомендуется $d < 0{,}5$. Снижение

порога уменьшает долю ложных допусков (FAR), но увеличивает долю ложных отказов (FRR) — законный пользователь может быть отвергнут при неудачном ракурсе или освещении.

Критическая уязвимость однофакторных систем распознавания лица — атаки презентации: предъявление фотографии, видеозаписи или трёхмерной маски. Для защиты применяются методы обнаружения атак (anti-spoofing) в соответствии с ISO/IEC 30107 [5]: анализ моргания через Eye Aspect Ratio (EAR), регистрация микродвижений лица, оценка текстуры кожи на предмет артефактов печати. Мажоритарное объединение результатов трёх независимых проверок снижает вероятность ложной атаки.

Анализ методов динамики клавиатурного почерка.

Клавиатурный почерк (keystroke dynamics) — поведенческая биометрическая характеристика, основанная на временны́х параметрах набора текста на клавиатуре. Основные признаки: dwell time — длительность удержания каждой клавиши (мс), flight time — интервал между отпусканием одной клавиши и нажатием следующей. Killourhy и Maxion [6] в эталонном исследовании 2009 года показали, что данные признаки индивидуальны и устойчивы во времени, а ритм набора воспроизвести без тренировки значительно труднее, чем скопировать пароль. Существенное преимущество перед другими биометрическими методами — клавиатурный почерк не оставляет никаких физических следов в публичном пространстве.

Основная сложность практического применения — высокая внутриклассовая дисперсия: скорость набора одного человека варьируется в зависимости от усталости, эмоционального состояния и типа клавиатуры. Это требует выбора робастных мер сходства и достаточного числа эталонных образцов (рекомендуется не менее 5) при регистрации. Нормированное манхэттенское расстояние с адаптивным порогом, основанным на стандартном отклонении образцов регистрации, показывает хорошие результаты для упрощённых реализаций.

Многофакторное слияние: теоретическое обоснование.

Ross и Jain [7] показали, что объединение нескольких биометрических факторов на уровне оценок (score-level fusion) обеспечивает систему значительно точнее каждого компонента по отдельности. Ключевое свойство: для обхода многофакторной системы злоумышленнику необходимо одновременно преодолеть все факторы, что на порядок сложнее, чем скомпрометировать каждый из них независимо. Математически итоговая оценка вычисляется как взвешенная сумма:

$s_total = w_1 \cdot s_face + w_2 \cdot s_keys$, где $w_1 + w_2 = 1$.

При $w_1 = 0{,}6$ (лицо) и $w_2 = 0{,}4$ (почерк) больший вес присвоен более надёжной и стабильной модальности при сохранении вклада поведенческого фактора. Веса могут быть оптимизированы на этапе настройки системы под конкретную организацию. Альтернативный подход — обучаемый комбинатор на основе логистической регрессии или нейронной сети, автоматически определяющий оптимальные веса по историческим данным попыток аутентификации.

Защита биометрических шаблонов.

Биометрические шаблоны принципиально отличаются от паролей: после компрометации их нельзя заменить — человек не может изменить собственное лицо или характеристический ритм набора. Для решения этой проблемы разработана концепция cancelable biometrics. Метод BioHashing [8], предложенный в 2004 году, преобразует эмбеддинг через ортонормированную матрицу, генерируемую по уникальному ключу пользователя, с последующей бинаризацией по знаку. Полученный шаблон обладает тремя свойствами согласно ISO/IEC 24745 [9]: необратимостью (из шаблона нельзя восстановить исходный эмбеддинг), отзываемостью (смена ключа порождает новый несвязанный шаблон) и несвязываемостью (один человек в разных системах имеет разные шаблоны, что исключает перекрёстную идентификацию).

Помимо защиты шаблонов, хранимые документы должны быть зашифрованы. Алгоритм AES-256-CBC с ключом, выводимым через PBKDF2-HMAC-SHA256 с числом итераций не менее 200 000, обеспечивает уровень защиты, рекомендованный стандартами NIST для данных повышенной конфиденциальности.

Нормативный контекст Кыргызской Республики.

Биометрические данные относятся к специальной категории персональных данных согласно Закону № 58 [2] и требуют: явного информированного согласия субъекта; хранения исключительно на территории страны (для государственных систем); применения усиленных мер защиты при хранении и передаче. Цифровой кодекс КР 2025 года [1] в статьях 47–48 закладывает нормативную базу для государственной системы цифровой аутентификации и биометрической идентификации, вступающую в силу с 6 февраля 2026 года.

Платформа «Тундук» [10] обеспечивает межведомственный обмен данными по аналогии с эстонской системой X-Road; Кыргызстан стал третьей страной в мире, внедрившей данную технологию на государственном уровне. Это создаёт инфраструктурную основу для последующей интеграции корпоративных систем биометрической аутентификации с национальной экосистемой цифровых услуг.

Предлагаемая методология.

На основе проведённого анализа предложена методология защиты смешанного документооборота, включающая следующие компоненты. Двухфакторная биометрическая аутентификация: при входе система одновременно анализирует лицо (нейросетевая модель FaceNet) и ритм ввода парольной фразы (клавиатурный почерк). Адаптивная матрица разграничения доступа с тремя уровнями конфиденциальности документов (пороги s_total: 0,55 / 0,75 / 0,90). Защита шаблонов методом BioHashing и шифрование документов AES-256. Журнал аудита с фиксацией всех попыток доступа.

Ключевые преимущества методологии: не требует специализированного оборудования и реализуется на стандартной офисной технике с веб-камерой; соответствует требованиям Закона КР № 58 и Цифрового кодекса; пороги доступа настраиваются под политику безопасности конкретной организации; защита шаблонов по ISO/IEC 24745 обеспечивает соответствие международным стандартам.

Заключение.

Проведённый анализ показывает, что сочетание нейросетевого распознавания лица и клавиатурного почерка обеспечивает надёжную аутентификацию без специального оборудования. Два независимых фактора взаимно компенсируют недостатки друг друга: лицо уязвимо к атакам с фотографией, клавиатурный почерк — к разбросу скорости набора; вместе они формируют более устойчивую систему. Метод BioHashing решает ключевую проблему биометрии — необратимую компрометацию шаблонов.

Список литературы

1. Цифровой кодекс Кыргызской Республики от 31 июля 2025 года № 178. — Бишкек, 2025.
2. Закон КР от 14 апреля 2008 года № 58 «Об информации персонального характера» (ред. от 12.07.2022). https://cbd.minjust.gov.kg/4-3703/edition/1239270/ru
3. Schroff F., Kalenichenko D., Philbin J. FaceNet: A Unified Embedding for Face Recognition and Clustering // CVPR. — 2015.
4. Deng J. et al. ArcFace: Additive Angular Margin Loss for Deep Face Recognition // CVPR. — 2019.
5. ISO/IEC 30107-1:2023. Biometric presentation attack detection. Part 1: Framework. — ISO, 2023.
6. Killourhy K. S., Maxion R. A. Comparing Anomaly-Detection Algorithms for Keystroke Dynamics // DSN. — 2009

7. Ross A., Jain A. Information fusion in biometrics // Pattern Recognition Letters. — 2003. — Vol. 24, No. 13. — pp. 2115–2125.
8. Jin A. T. B., Ling D. N. C., Goh A. Biohashing: two factor authentication featuring fingerprint data and tokenised random number // Pattern Recognition. — 2004. — Vol. 37, No. 11.
9. ISO/IEC 24745:2022. Biometric information protection. — ISO, 2022.
10. Система межведомственного электронного взаимодействия «Тундук». — https://tunduk.gov.kg.
11. Закон КР от 14 июля 2014 года № 136 «О биометрической регистрации граждан» (ред. от 12.07.2022). — https://cbd.minjust.gov.kg/4-5123/edition/1176180/ru

УДК 004.056:004.7(575.2)

Н. Канымет уулу
И. Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы
КГТУ им. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республикасы

N. Kanymet uulu
I. Razzakov KSTU, Bishkek, Kyrgyz Republic
nurjansul23@gmail.com

МЕТОДОЛОГИЯ ЦЕНТРОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТЬЮ В ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЯХ КР

КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНЫН МААЛЫМАТТЫК-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯЛЫК ТАРМАКТАРЫНДА КИБЕРКООПСУЗДУКТУ ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫК БАШКАРУУ БОРБОРЛОРУНУН МЕТОДОЛОГИЯСЫ

METHODOLOGY OF ICMC IN THE INFORMATION AND TELECOMMUNICATION NETWORKS OF THE KYRGYZ REPUBLICКЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНЫН

Макалада Кыргыз Республикасы үчүн тармактык коопсуздукту интеллектуалдык башкаруу борборун (ТКИБ) түзүү методологиясы сунушталат. 2021–2024-жылдар аралыгындагы CERT.GOV.KG маалыматтарын талдоонун негизинде Кыргыз Республикасына мүнөздүү болгон мамлекеттик маалыматтык-телекоммуникациялык тармактардагы коркунучтар жана аялуу жерлер аныкталды. Ченемдик-укуктук база (КРнын №88 Мыйзамы, КР Өкмөтүнүн №215 токтому, КР Улуттук банкынын №47/4 токтому) каралып, анын ТКИБ архитектурасына коюлуучу талаптарга тийгизген таасири талданды. Ачык булактуу чечимдердин (Wazuh, Elastic Stack, TheHive, MISP) негизинде үч деңгээлдүү функционалдык архитектура сунушталып, технологиялык стектин тандалышы бюджеттик мүмкүнчүлүктөрдү эске алуу менен негизделди. Корреляциялык аныктоодон баштап машиналык окутуунун негизиндеги аныктоого чейинки аналитикалык мүмкүнчүлүктөрдү этап-этабы менен өнүктүрүү стратегиясы сунушталды. КГТУ им. И. Раззаков атындагы Security Operations Lab лабораториясында апробация жүргүзүлдү: 6 айдын ичинде 12 реалдуу инцидент аныкталып, Sigma форматында 37 корреляциялык эреже иштелип чыкты.

Түйүндүү сөздөр: *киберкоопсуздук, коопсуздукту башкаруу борбору, SOC, SIEM, ТКИБ, CERT.GOV.KG, «Түндүк», критикалык маалыматтык инфраструктура, Кыргыз Республикасы, Wazuh, машиналык окутуу.*

В статье предложена методология построения Центра интеллектуального управления сетевой безопасностью (ЦИУСБ) для Кыргызской Республики. На основе анализа данных CERT.GOV.KG за 2021-2024 годы выявлены специфические для КР угрозы и уязвимости государственных информационно-телекоммуникационных сетей. Рассмотрена нормативно-правовая база (Закон КР № 88, Постановление Правительства КР № 215, Постановление НБ КР № 47/4) и её влияние на архитектурные требования к ЦИУСБ. Предложена трёхуровневая функциональная архитектура на основе открытых решений (Wazuh, Elastic Stack, TheHive, MISP), обоснован выбор технологического стека с учётом бюджетных реалий. Представлена поэтапная стратегия наращивания аналитических возможностей от корреляционного обнаружения до ML-детекции. Проведена апробация в Security Operations Lab КГТУ им. И. Раззакова: за 6 месяцев обнаружено 12 реальных инцидентов, разработано 37 корреляционных правил Sigma.

Ключевые слова: *кибербезопасность, центр управления безопасностью, SOC, SIEM, ЦИУСБ, CERT.GOV.KG, «Тундук», критическая информационная инфраструктура, Кыргызская Республика, Wazuh, машинное обучение.*

This paper proposes a methodology for building an Intelligent Network Security Management Center (INSMC) adapted to the conditions of the Kyrgyz Republic. Based on CERT.GOV.KG data for 2021-2024, KR-specific threats and vulnerabilities of government ICT networks are identified. The regulatory framework (KR Law No. 88, Government Resolution No. 215, National Bank Regulation No. 47/4) and its impact on INSMC architectural requirements are examined. A three-tier functional architecture based on open-source solutions (Wazuh, Elastic Stack, TheHive, MISP) is proposed and the technology stack selection is justified considering budget realities. A phased analytics capability development strategy from correlation-based detection to ML-based detection is presented. Validation was conducted in the Security Operations Lab at I. Razzakov KSTU: 12 real incidents detected and 37 Sigma correlation rules developed over 6 months.

Key words: *cybersecurity, security operations center, SOC, SIEM, INSMC, CERT.GOV.KG, Tunduk platform, critical information infrastructure, Kyrgyz Republic, Wazuh, machine learning.*

Введение. Кыргызская Республика переживает период ускоренной цифровой трансформации. Межведомственная интеграционная платформа «Тундук» к 2026 году объединяет более 40 государственных информационных систем, обслуживая ежедневно сотни тысяч граждан. Электронный банкинг, мобильные платёжные системы (Mbank, О!Деньги), Национальная система межбанковских расчётов (НСМР) формируют критически важную цифровую инфраструктуру финансового сектора [1].

Параллельно с цифровизацией нарастает угроза киберинцидентов. По данным CERT.KG, в 2024 году зафиксировано 1 023 инцидента ИБ, что на 199% больше, чем в 2021 году (342 инцидента). Государственные органы оказались мишенью в 28% случаев, финансовый сектор -в 19% [2]. При этом среднее время обнаружения инцидента (MTTD) в кыргызских организациях составляет 72-120 часов -в 10-20 раз выше международных целевых показателей.

Основной причиной столь высокого MTTD является отсутствие в большинстве государственных органов и коммерческих организаций КР специализированных центров управления безопасностью (Security Operations Center, SOC). По оценке авторов, не более 3-5 организаций страны располагают выделенными командами мониторинга ИБ. Ситуацию усугубляет законодательный пробел: в КР по-прежнему отсутствует специальный закон о кибербезопасности, аналогичный российскому Федеральному закону № 187-ФЗ или Директиве ЕС NIS2.

Цель настоящей статьи -предложить методологию построения Центра интеллектуального управления сетевой безопасностью (ЦИУСБ), адаптированную к специфике законодательства, инфраструктуры и кадрового потенциала Кыргызской

Республики. Авторами ставятся следующие задачи: анализ актуального ландшафта угроз; формирование требований к ЦИУСБ с позиций национального законодательства; проектирование архитектуры ЦИУСБ на основе доступных решений; апробация предложенных решений.

Анализ ландшафта киберугроз для ИТКС Кыргызской Республики.

Анализ отчётов CERT.KG за 2021-2024 годы [2] и данных международных источников (Positive Technologies, Kaspersky) позволяет выделить следующие особенности угроз, характерных именно для кыргызской инфраструктуры.

Фишинг и целевые атаки (Spear Phishing) являются доминирующим начальным вектором -38% всех зафиксированных инцидентов. Начиная с 2023 года фиксируется применение LLM-технологий для генерации персонализированных фишинговых писем на кыргызском и русском языках, что существенно снижает эффективность традиционных сигнатурных методов обнаружения. Атаки через незащищённый протокол RDP составляют 22% инцидентов; значительная их часть стала следствием массового перехода на удалённую работу в 2020-2021 годах при отсутствии надлежащей защиты периметра. DDoS-атаки (18% инцидентов) направлены преимущественно на государственные порталы и банки; максимальная зафиксированная CERT.KG мощность атаки в 2024 году составила 48 Гбит/с [2].

Таблица 1. -Динамика киберинцидентов в КР (по данным CERT.KG)

Показатель	2021	2022	2023	2024
Всего инцидентов	342	518	741	1 023
Критичные (P1)	12	19	31	48
DDoS-атаки	45	89	143	187
Атаки на госорганы	67	112	198	287
Атаки на финансы	38	74	121	194
MTTD среднее (часов)	120	96	78	72

Специфической угрозой для КР является высокая концентрация ИТ-рынка: ограниченное число местных подрядчиков обслуживает десятки государственных органов одновременно, создавая риски атак типа «цепочка поставок». Компрометация одного подрядчика потенциально открывает доступ к инфраструктуре нескольких ведомств. APT-группировки Sidewinder, Earth Baku и Gamaredon, активно действующие в Центральной Азии, применяют в своих атаках технику Living off the Land (LotL), что затрудняет их обнаружение сигнатурными средствами [3].

Отдельного внимания заслуживают угрозы АСУ ТП Токтогульской ГЭС, обеспечивающей более 40% электрогенерации страны. Атаки класса Industroyer/Crashoverride (использованные в Украине в 2016 и 2022 годах) способны привести к неконтролируемому сбросу воды и каскадному энергетическому кризису. Для данного объекта требуются специфические меры мониторинга промышленных протоколов (Modbus TCP, IEC 61850), не предусмотренные стандартными SIEM-конфигурациями.

Нормативно-правовые требования к ЦИУСБ в Кыргызской Республике.

Деятельность ЦИУСБ в КР регулируется рядом законодательных актов, непосредственно влияющих на его архитектурные решения. Закон КР № 88 «О персональных данных» (2017) устанавливает требование обработки данных граждан исключительно на территории КР и обязывает операторов уведомлять уполномоченный орган об утечках в течение 72 часов (ст. 18). Для ЦИУСБ это означает: обязательную псевдонимизацию ПДн в SIEM, автоматизированный плейбук уведомления, хранение данных только в ЦОД на территории КР [4].

Постановление Правительства КР № 215 «Об утверждении требований к обеспечению безопасности информационных систем государственных органов» закрепляет классификацию ИС по трём категориям критичности и минимальные обязательные меры защиты. Постановление НБ КР № 47/4 требует от банков непрерывного мониторинга ИБ и уведомления регулятора о критических инцидентах в течение 4 часов, что в совокупности с требованием ISO 27001 создаёт полноценную нормативную основу для внедрения ЦИУСБ в финансовом секторе [5].

Статьи 315-319 Уголовного кодекса КР устанавливают ответственность за киберпреступления: неправомерный доступ (до 5 лет лишения свободы при тяжких последствиях), создание вредоносного ПО (до 7 лет), нарушение правил эксплуатации ЭВМ (до 3 лет ограничения свободы). Наличие ЦИУСБ с документированной доказательной базой (БДОРС -база данных обнаружения и реагирования на события) существенно повышает раскрываемость подобных преступлений.

Критическим пробелом остаётся отсутствие специального закона о кибербезопасности с перечнем объектов критической информационной инфраструктуры (КИИ) и требований к их защите. По аналогии с казахстанским Законом «О кибербезопасности» (2017) и российским 187-ФЗ авторами предлагается концепция соответствующего закона КР с определением четырёх категорий КИИ и обязательным созданием SOC для объектов 1-й категории.

Функциональная архитектура и технологический стек ЦИУСБ для КР.

Предлагаемая архитектура ЦИУСБ включает три функциональных уровня, последовательно реализующих цикл обнаружения и реагирования.

Уровень сбора и нормализации данных обеспечивает агрегацию событий из гетерогенных источников: межсетевых экранов (Cisco ASA, UserGate, pfSense), Active Directory, антивирусного ПО (Kaspersky Endpoint Security -доминирует в госсекторе КР), веб-прокси, сетевого оборудования. Агент Wazuh (open-source EDR/HIDS) развёртывается на конечных точках и обеспечивает как сбор телеметрии, так и контроль целостности файлов (FIM). Расчётный объём событий для государственного органа с 300-500 пользователями составляет 500-5 000 EPS в пиковой нагрузке -существенно меньше крупных российских организаций, что упрощает требования к аппаратному обеспечению.

Уровень корреляции и анализа реализован на связке Wazuh Manager + Elastic Stack. Wazuh обеспечивает первичную обработку событий, применение корреляционных правил в Sigma-формате и выдачу оповещений. Elastic Stack (Elasticsearch + Kibana) предоставляет возможности полнотекстового поиска, временной аналитики и визуализации. Платформа MISP обеспечивает интеграцию с Threat Intelligence фидами CERT.KG через протокол STIX 2.1/TAXII 2.1. Данный стек обоснованно признаётся оптимальным для начального ЦИУСБ КР: нулевая стоимость лицензирования, широкая международная поддержка, полная локализация данных на серверах в КР.

Уровень реагирования и управления инцидентами построен на открытых платформах TheHive (кейс-менеджмент инцидентов) и Cortex (автоматизированный анализ IoC через внешние сервисы -VirusTotal, Shodan, MISP). Для организаций с более зрелой командой рекомендуется платформа SOAR Shuffle для автоматизации плейбуков реагирования.

Таблица 2 -Сравнение SIEM-платформ для условий КР

Критерий	Wazuh	Elastic SIEM	Kaspersky KUMA	MS Sentinel
Стоимость	Бесплатно	Бесплатно (базовая)	~5-15 млн сом/год	~3-10 млн сом/год
Локализация данных	Полная (self-hosted)	Полная (self-hosted)	Полная (self-hosted)	Нет ЦОД Azure в КР
Поддержка в	Сообщество /	Сообщество	Через	Microsoft KZ

КР	партнёры		партнёра в КЗ	
EDR-агент	Встроен (Wazuh Agent)	Elastic Agent	KEDR	MS Defender
Рекомендация для КР	Приоритет 1	Приоритет 2	Крупные банки, КИИ	Орг. с Azure

Ключевым архитектурным требованием, вытекающим из Закона КР № 88, является обязательная локализация данных: все серверы ЦИУСБ размещаются на территории КР -в ЦОД «Alfa Telecom», «КиберСити» или государственном ЦОД ГКИТиС КР (ввод 2026-2027). Коммерческие облачные SIEM (Microsoft Sentinel, Splunk Cloud) по данному критерию неприемлемы для государственных органов.

Поэтапная стратегия развития ИБ-аналитики ЦИУСБ.

Ввиду ограниченных ресурсов -как финансовых, так и кадровых -кыргызских организаций, развитие аналитических возможностей ЦИУСБ должно идти поэтапно. Авторами предложена четырёхэтапная стратегия.

Этап 1 (0-12 месяцев): Корреляционная аналитика. Акцент -внедрение базового набора корреляционных правил в Sigma-формате под наиболее актуальные угрозы КР: RDP Brute Force (ATT&CK T1110), запуск PowerShell с обфускацией Base64 (T1059.001), создание привилегированных учётных записей (T1098), DNS-запросы к IoC-листам CERT.KG (T1071.004). Целевой показатель: снижение MTTD с 72 до 8-12 часов.

Этап 2 (12-24 месяца): Контекстная аналитика. Обогащение событий данными из TI-фидов CERT.KG и APCERT через MISP, геолокацией IP, атрибутами пользователей из Active Directory. По оценкам авторов, обогащение позволяет снизить долю ложных срабатываний (FPR) с 55-60% до 25-30%, что критически важно для небольших команд аналитиков.

Этап 3 (24-36 месяцев): Поведенческая аналитика (UEBA). Встроенные ML-модели Wazuh (алгоритм Isolation Forest) и Elastic Anomaly Detection строят базовые линии поведения пользователей и сетевых узлов. Примеры аномалий, специфичных для КР: доступ чиновника к государственным базам данных в ночное время; массовое скачивание документов перед увольнением; подключение к «Тундук» с нетипичной геолокации.

Этап 4 (36+ месяцев): Предиктивная аналитика и Threat Hunting. Регулярные Threat Hunting-сессии на основе TTP-гипотез (проверка присутствия APT-группировок Sidewinder, Earth Baku), автоматизация реагирования через SOAR. Специфичные гипотезы для кыргызского контекста: поиск C2-трафика, замаскированного под DNS-запросы к доменным именам .kg; обнаружение признаков активности на системах «Тундук» вне регламентных часов.

Таблица 3 -Целевые метрики ЦИУСБ по этапам развития

Метрика	До ЦИУСБ (2024)	Этап 1 (год 1)	Этап 3 (год 3)
MTTD (среднее)	72-120 ч	8-12 ч	≤ 4 ч
MTTR (среднее)	48-168 ч	24 ч	≤ 8 ч
FPR (ложные срабатывания)	-	50-60%	≤ 20%
Охват мониторингом	< 20% ИТКС	80% критических	100% критических
Уведомление CERT.KG (P1/P2)	Единичное	100%, ≤ 4 ч	100%, ≤ 1 ч

Апробация в Security Operations Lab КГТУ им. И. Раззакова.

Практическая апробация предложенных решений проводилась в рамках Security Operations Lab (SOL), созданного на базе кафедры информационной безопасности и телекоммуникаций КГТУ им. И. Раззакова в 2024-2025 учебном году. Лаборатория развёрнута на двух физических серверах (Wazuh Manager + Elasticsearch Node) суммарной стоимостью 85 000 сомов и арендованном VPS у провайдера «КиберСити» (~15 000 сомов/месяц). Технический стек SOL: Wazuh 4.8 (SIEM + EDR-агент), Elasticsearch 8.11 + Kibana 8.11 (хранение и визуализация событий), TheHive 5 (управление инцидентами), MISP 2.4 (Threat Intelligence), Suricata 7 (сетевой IDS). Под мониторинг взято 87 конечных точек учебного ЦОД КГТУ, 3 сервера Active Directory и сетевое оборудование (MikroTik, Cisco). Разработан и импортирован набор из 37 корреляционных правил Sigma, адаптированных к угрозам кыргызских ИТКС.

За 6 месяцев пилотной эксплуатации (сентябрь 2024 -февраль 2025) система зафиксировала: 12 реальных инцидентов ИБ (из которых 2 -утечки учётных данных, 4 -вредоносное ПО, 5 -несанкционированный доступ, 1 -DDoS на веб-сервер КГТУ); 1 847 оповещений SIEM, из которых 312 (16,9%) переданы аналитикам как требующие проверки; 74 подтверждённых истинных срабатывания (FPR лаборатории: 76,3% на начальном этапе, снижен до 41% к месяцу 6 после тонкой настройки правил). Среднее время обнаружения подтверждённых инцидентов составило 3,4 часа, что соответствует целевому показателю Этапа 1.

В ходе апробации обучено 42 студента специальности 10.04.01 «Информационная безопасность» практическим навыкам работы в SOC: мониторингу событий в Kibana, расследованию инцидентов в TheHive, обогащению IoC через Cortex. По результатам пилота разработан учебный курс «Операционная деятельность SOC» объёмом 40 академических часов, рекомендованный учёным советом кафедры к включению в основную образовательную программу магистратуры.

7. Модель зрелости SOC для организаций Кыргызстана.

На основе адаптации модели MITRE SOC-CMM к условиям КР авторами разработана пятиуровневая шкала зрелости, учитывающая специфику ресурсных ограничений и нормативных требований страны.

Уровень 0 (Отсутствующий) характерен для большинства муниципальных органов и малых государственных структур: нет выделенного персонала ИБ, нет SIEM, MTTD превышает 30 суток. Уровень 1 (Начальный) -1-2 совмещённых специалиста, базовый антивирус, MTTD 5-14 дней; соответствует текущему состоянию большинства министерств КР. Уровень 2 (Развивающийся) -выделенный специалист ИБ, базовый SIEM (Wazuh), взаимодействие с CERT.KG, MTTD 24-48 часов; целевой уровень для государственных органов КР к 2028 году. Уровень 3 (Определённый) -команда SOC 5-10 человек, SIEM + SOAR + TI, UEBA, MTTD < 4 часов; целевой для НБ КР и крупных банков к 2029 году. Уровень 4 (Продвинутый / ЦИУСБ) -ML-детекция, Autonomous SOC для P3/P4, интеграция с NOC, федеративный ML, MTTD < 1 часа; горизонт для Кыргызстана -2030+ год.

Практическая ценность шкалы -в её использовании для планирования бюджета и кадровой программы. Переход с уровня 0 на уровень 2 для государственного органа КР требует в среднем 18 месяцев и бюджета 3-5 млн сомов, что реалистично при выделении целевого финансирования.

8. Экономическое обоснование межведомственного ЦИУСБ.

Для преодоления ограничений, связанных с бюджетным дефицитом и дефицитом кадров, авторами рекомендована модель межведомственного ГосЦИУСБ при ГКИТиС КР, обслуживающего 10-15 государственных органов совокупно. Данная модель реализована в

Эстонии (Агентство информационных систем RIA) и позволила этой стране войти в Top-5 глобального рейтинга кибербезопасности GCI МСЭ [6].

ТЭО межведомственного ЦИУСБ: год 1 -27,4 млн сомов (CAPEX серверного оборудования 12 млн + персонал 9,6 млн + лицензии/обучение/связь 5,8 млн); год 2-3 -13,4 млн сомов/год (операционные затраты без CAPEX). Ожидаемый совокупный предотвращённый ущерб для 10 подключённых государственных органов: (40% − 8%) × 15 млн сомов × 10 органов = 48 млн сомов/год. ROI положителен со второго года. Для сравнения: создание 10 раздельных SOC потребовало бы суммарно более 200 млн сомов/год, что при текущих бюджетах нереалистично.

Заключение.

В статье представлена методология построения ЦИУСБ для Кыргызской Республики, учитывающая национальную специфику: требования Закона КР № 88 (локализация данных, уведомление об утечках), нормативы НБ КР (уведомление в течение 4 часов), дефицит бюджета (open-source стек), дефицит кадров (поэтапное наращивание, партнёрство с КГТУ) и национальный язык (двуязычный интерфейс).

Ключевые результаты работы: (1) определён актуальный ландшафт угроз для КР (38% -фишинг, 22% -RDP-атаки, 18% -DDoS); (2) предложена трёхуровневая архитектура ЦИУСБ на базе Wazuh + Elastic + TheHive + MISP; (3) сформулированы требования к ЦИУСБ, вытекающие из законодательства КР; (4) апробация в SOL КГТУ подтвердила достижение целевых показателей первого этапа (MTTD 3,4 часа, FPR снижен до 41% к 6 месяцу); (5) разработана дорожная карта GCI КР: 68-е место (2024) → Top-40 (2030).

Дальнейшие исследования планируются в следующих направлениях: разработка национальных корреляционных правил Sigma для угроз, специфичных для кыргызских ИТКС; анализ применимости федеративного машинного обучения для TI-обмена без передачи сырых данных; оценка возможностей OT-мониторинга АСУ ТП объектов энергетики КР.

Список литературы

1. ГКИТиС КР. Отчёт о развитии цифровой экономики Кыргызской Республики 2023. -Бишкек: ГКИТиС КР, 2024.
2. CERT.KG. Годовой отчёт об инцидентах информационной безопасности 2024. -Бишкек: CERT.KG, 2024.
3. Kaspersky Lab. Cyberthreats in Central Asia Report 2024. -Kaspersky, 2024.
4. Закон Кыргызской Республики от 30 мая 2017 г. № 88 «О персональных данных». -Бишкек, 2017.
5. Постановление Национального банка Кыргызской Республики № 47/4 «Об информационной безопасности в банках и небанковских финансово-кредитных организациях». -Бишкек, 2021.
6. ITU Global Cybersecurity Index 2024. -Geneva: ITU, 2024.
7. Милославская Н.Г., Сенаторов М.Ю., Толстой А.И. Управление информационной безопасностью. -М.: Горячая линия -Телеком, 2015. -570 с.
8. MITRE ATT&CK v15 Enterprise Matrix. -MITRE Corporation, 2024. URL: https://attack.mitre.org
9. ISO/IEC 27001:2022. Information security management systems -Requirements. -ISO, 2022.
10. ОБСЕ. Кибербезопасность в Центральной Азии: оценка потребностей и рекомендации. -Вена: ОБСЕ, 2023.

УДК 004.056.5

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

E. Mamarasulov
I. Razzakov KSTU, Bishkek, Kyrgyz Republic
pesfifaer20@gmail.com

АНАЛИЗ УЯЗВИМОСТЕЙ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ НА DART/SHELF И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

DART/SHELF ПЛАТФОРМАСЫНДАГЫ ВЕБ-ТИРКЕМЕЛЕРДИН ТАЛЫЛУУ ЖЕРЛЕРИН АНАЛИЗДӨО ЖАНА АЛАРДЫ ЖОЮУ ЫКМАЛАРЫ

ANALYSIS OF WEB APPLICATION VULNERABILITIES IN DART/SHELF AND METHODS FOR MITIGATING THEM

Макалада Shelf фреймворкун колдонуу менен Dart тилинде иштелип чыккан веб-тиркемелердеги аялуулуктарды аныктоо үчүн «ак куту» (White Box Penetration Testing) ыкмасы аркылуу кирүү тестирлөөсүнүн методологиясын колдонуу каралат. Практикалык мисалдын негизинде кеңири таралган эки аялуулук изилденет: cookie файлдарынан алынган маалыматтарды кооптуу десериализациялоо жана типтерди так эмес салыштыруу. Ар бир аялуулук үчүн чабуулдун мисалы жана кодду коопсуз ишке ашыруу боюнча сунуштар берилген. Изилдөөнүн жыйынтыктары Dart платформасында корголгон веб-сервистерди түзүүдө иштеп чыгуучулар жана киберкоопсуздук адистери үчүн пайдалуу болушу мүмкүн.

Түйүндүү сөздөр: *киберкоопсуздук, кирүү тестирлөөсү, веб-коопсуздук, Dart, Shelf, аялуулуктарды талдоо, коопсуз иштеп чыгуу, маалыматтарды десериализациялоо, веб-тиркемелердин коопсуздугу, маалыматты коргоо.*

В статье рассматривается применение методологии тестирования на проникновение методом «белого ящика» (White Box Penetration Testing) для выявления уязвимостей веб-приложений на языке Dart с использованием фреймворка Shelf. На практическом примере исследуются две распространённые уязвимости: небезопасная десериализация данных из cookie и нестрогое сравнение типов. Для каждой уязвимости представлены пример атаки и рекомендации по безопасной реализации кода. Результаты исследования могут быть полезны разработчикам и специалистам по кибербезопасности при создании защищённых веб-сервисов на платформе Dart.

Ключевые слова: *кибербезопасность, тестирование на проникновение, веб-безопасность, Dart, Shelf, анализ уязвимостей, безопасная разработка, десериализация данных, безопасность веб-приложений, защита информации.*

This article discusses the use of white-box penetration testing to identify vulnerabilities in web applications written in Dart using the Shelf framework. Using a practical example, the article examines two common vulnerabilities: insecure deserialization of data from cookies and loose type checking. For each vulnerability, an attack example and recommendations for secure code implementation are provided. The results of this study may be useful to developers and cybersecurity specialists when creating secure web services on the Dart platform.

Key words: *cybersecurity, penetration testing, web security, Dart, Shelf, vulnerability analysis, secure development, data deserialization, web application security, information security.*

Введение. Современные веб-приложения являются одним из основных объектов кибератак. По данным OWASP, критические уязвимости — инъекции, нарушения аутентификации, небезопасная десериализация — входят в десятку наиболее опасных угроз для веб-систем уже на протяжении многих лет. При этом большинство исследований посвящено приложениям на PHP, Python или Node.js, тогда как платформа Dart остаётся малоизученной с точки зрения информационной безопасности [1].

Dart — язык программирования, разработанный Google, изначально ориентированный на разработку мобильных приложений (Flutter). Однако в последние годы Dart активно используется и в серверной веб-разработке: фреймворк Shelf предоставляет удобный инструментарий для построения HTTP-серверов и REST API. По мере роста популярности Dart-бэкендов возрастает и необходимость изучения характерных для них уязвимостей [2].
Цель данного исследования — продемонстрировать применение методологии White Box Penetration Testing для выявления критических уязвимостей в веб-приложении на Dart/Shelf, описать векторы их эксплуатации и предложить безопасные варианты реализации. Практическая ценность работы состоит в том, что она предоставляет разработчикам конкретные примеры небезопасного и безопасного кода на Dart, а специалистам по кибербезопасности — понимание специфики анализа Dart-приложений.

Обзор литературы и анализ связанных работ. Тестирование на проникновение (penetration testing, пентест) — это санкционированная имитация действий злоумышленника с целью выявления уязвимостей информационной системы до их реальной эксплуатации. Различают три основных методологии: «чёрный ящик» (Black Box), «серый ящик» (Grey Box) и «белый ящик» (White Box). В данном исследовании применяется метод «белого ящика», поскольку он предполагает полный доступ к исходному коду, что позволяет выявить максимальное число уязвимостей [3].

OWASP (Open Web Application Security Project) публикует ежегодный список наиболее критических уязвимостей веб-приложений — OWASP Top 10. Среди них особую угрозу представляют: A2 — Broken Authentication (нарушения аутентификации), A8 — Insecure Deserialization (небезопасная десериализация) и A3 — Injection (инъекции). Все три класса уязвимостей могут присутствовать в веб-приложениях на Dart/Shelf при небрежной реализации механизмов аутентификации [4].

Исследования в области безопасности серверных Dart-приложений немногочисленны. Работа Гнатюка [1] рассматривает общие принципы кибербезопасности критических систем. Айбекова и Сельвараджа [2] описывают методы атак в контексте этического хакинга. Специфика уязвимостей платформы Dart в серверном контексте остаётся малоизученной, что определяет актуальность настоящего исследования.

Постановка задачи. В рамках исследования моделируется веб-приложение на Dart/Shelf, реализующее механизм аутентификации с поддержкой автологина через cookie. Задача состоит в следующем:

1. Провести анализ исходного кода приложения методом White Box.
2. Выявить критические уязвимости в механизме аутентификации.
3. Описать практический вектор эксплуатации каждой уязвимости.
4. Разработать и представить исправленный безопасный вариант кода.
5. Сформулировать рекомендации по обеспечению безопасности веб-приложений на Dart/Shelf.

Исследование проводится в рамках методологии SecOps, предполагающей совместную работу команд разработки и информационной безопасности. Анализ выполняется на основе OWASP Top 10 и стандарта NIST SP 800-115 [5].

Методология White Box Penetration Testing. White Box Penetration Testing (тестирование методом «белого ящика») — это методология оценки безопасности, при которой тестировщик обладает полными знаниями о тестируемой системе: исходным кодом, архитектурой, конфигурацией и документацией. Это позволяет выявить уязвимости, недоступные при тестировании «чёрного ящика» [6].

Преимущества метода «белого ящика»:

— Максимальное покрытие кода: тестировщик может проверить каждую ветку логики.

— Раннее обнаружение: уязвимости выявляются ещё на этапе разработки.

— Точная приоритизация: зная код, тестировщик оценивает реальную критичность уязвимости.

— Конкретные рекомендации: исправления предлагаются на уровне конкретных строк кода.

Этапы White Box Penetration Testing по методологии SecOps:

1. Планирование: согласование области тестирования, методологии и критериев успеха.

2. Анализ исходного кода (Static Analysis): ручной и автоматизированный просмотр кода.

3. Динамический анализ: тестирование работающего приложения с формированием запросов.

4. Эксплуатация уязвимостей: подтверждение возможности атаки в контролируемой среде.

5. Отчётность: документирование уязвимостей, векторов атаки и рекомендаций.

6. Верификация исправлений: повторное тестирование после применения патчей.

Анализ уязвимостей веб-приложения на Dart/Shelf

1. Описание тестируемого приложения.

Тестируемое приложение реализует HTTP-сервер на фреймворке Shelf с механизмом аутентификации. Сервер поддерживает два режима входа: стандартный (через POST-параметры login и password) и автологин (через cookie 'autologin', содержащий JSON-объект с данными пользователя). Хранилище пользователей представляет собой Map с sha256-хешами паролей.

2. Уязвимый исходный код.

Листинг 1 – Уязвимая реализация аутентификации (Dart/Shelf):

```
import 'dart:convert';
import 'package:shelf/shelf.dart';
import 'package:shelf/shelf_io.dart' as io;

// Хранилище пользователей (sha256-хеши паролей)
final Map<String, String> users = {
  'superadmin': 'ef92b778bafe771...', // sha256('password')
};

Handler get app => const Pipeline()
    .addMiddleware(logRequests())
    .addHandler(_authHandler);

Response _authHandler(Request request) {
  // Строка 14: читаем cookie 'autologin' без проверки
  final cookie = request.headers['cookie'] ?? '';
  final autologin = _parseCookie(cookie, 'autologin');

  Map<String, dynamic> data = {};

  if (autologin! = null) {
    // УЯЗВИМОСТЬ 1: небезопасная десериализация из cookie
    // Строка 22: jsonDecode без валидации входных данных
    data = jsonDecode(autologin) as Map<String, dynamic>;
```

```
  } else {
    final body = request.readAsStringSync();
    final params = Uri.splitQueryString(body);
    data = {
      'login': params['login'] ?? '',
      'password': params['password'] ?? '',
    };
  }

  final login = data['login'] as String? ?? '';
  final password = data['password'];

  // УЯЗВИМОСТЬ 2: нестрогое сравнение (Type Juggling)
  // Строка 35: password может быть int(1), bool(true) или String
  if (users.containsKey(login) && password == users[login]) {
    return Response.ok('Добро пожаловать, $login!');
  }
  return Response.forbidden('Доступ запрещён');
}

String? _parseCookie(String header, String name) {
  for (final part in header.split(';')) {
    final kv = part.trim().split('=');
    if (kv.length == 2 && kv[0].trim() == name)
      return Uri.decodeComponent(kv[1].trim());
  }
  return null;
}
```

.3. Уязвимость 1: небезопасная десериализация (OWASP A8).

Классификация: OWASP Top 10 A8:2017 — Insecure Deserialization

Уровень критичности: Высокий

Уязвимая строка: 22 — jsonDecode(autologin)

Описание: Приложение читает значение cookie 'autologin' и напрямую передаёт его в функцию jsonDecode() без какой-либо проверки структуры или содержимого. Это означает, что атакующий может сформировать произвольный JSON-объект и передать его в cookie, полностью подменив данные аутентификации.

Вектор атаки: атакующий формирует cookie со значением:

Cookie:

autologin=%7B%22login%22%3A%22superadmin%22%2C%22password%22%3A1%7D

После URL-декодирования cookie принимает вид:

JSON: {"login":"superadmin","password":1}

Приложение десериализует этот объект и использует его данные для проверки пароля, что в сочетании со второй уязвимостью приводит к захвату аккаунта.

4. Уязвимость 2: нестрогое сравнение типов (аналог Type Juggling)

Классификация: OWASP Top 10 A2:2017 — Broken Authentication

Уровень критичности: Высокий

Уязвимая строка: 35 — password == users[login]

Описание: В Dart оператор == при сравнении объектов разных типов (int и String) всегда возвращает false, однако проблема возникает на уровне логики: после небезопасной десериализации переменная password может содержать значение типа int (1), bool (true) или

null. Если password имеет тип bool(true), в Dart выражение true == 'хеш_пароля' возвращает false, однако при определённых реализациях сравнения или расширениях логика может быть обойдена. Главная уязвимость состоит в том, что тип данных из cookie не проверяется перед сравнением.

Совместная эксплуатация двух уязвимостей: атакующий передаёт cookie с JSON-объектом, где поле password содержит не строку, а специально подобранное значение. Отсутствие type-check делает поведение приложения непредсказуемым и зависящим от реализации.

Безопасная реализация на Dart/Shelf. На основе выявленных уязвимостей разработана исправленная версия обработчика аутентификации. В ней применены пять уровней защиты, устраняющих оба класса уязвимостей.

Листинг 2 – Безопасная реализация аутентификации (Dart/Shelf):

```
import 'dart:convert';
import 'package:crypto/crypto.dart';
import 'package:shelf/shelf.dart';
import 'package:shelf/shelf_io.dart' as io;

final Map<String, String> users = {
  'superadmin': 'ef92b778bafe771...', // sha256-хеш пароля
};

Response _secureAuthHandler(Request request) {
  // ЗАЩИТА 1: cookie полностью игнорируется для аутентификации
  // Читаем ТОЛЬКО из тела POST-запроса
  final body = request.readAsStringSync();
  final params = Uri.splitQueryString(body);

  final login = params['login'] ?? '';
  final rawPassword = params['password'] ?? '';

  // ЗАЩИТА 2: валидация входных данных
  if (login.isEmpty || rawPassword.isEmpty) {
    return Response(400, body: 'Логин и пароль обязательны');
  }

  // ЗАЩИТА 3: хешируем пароль перед сравнением
  final hashedInput = sha256
      .convert(utf8.encode(rawPassword))
      .toString();

  // ЗАЩИТА 4: строгое сравнение типов (String == String)
  if (users.containsKey(login) &&
      users[login]! == hashedInput) {        // '==' у String в Dart строгое
    return Response.ok('Добро пожаловать, $login!');
  }

  // ЗАЩИТА 5: одинаковое сообщение об ошибке
  // (не раскрываем, что именно неверно — логин или пароль)
  return Response.forbidden('Неверный логин или пароль');
}
```

Описание применённых мер защиты:

ЗАЩИТА 1 — Исключение cookie из аутентификации: механизм автологина через cookie полностью удалён. Аутентификация выполняется исключительно через тело POST-запроса, что исключает возможность подмены данных через cookie.

ЗАЩИТА 2 — Валидация входных данных: перед обработкой проверяется, что поля login и password не пустые. Сервер возвращает HTTP 400 при отсутствии обязательных параметров.

ЗАЩИТА 3 — Хеширование пароля: входной пароль хешируется с помощью SHA-256 (пакет crypto) перед сравнением с хранимым хешем. Это исключает передачу паролей в открытом виде.

ЗАЩИТА 4 — Строгое сравнение типов: сравниваются две строки (String == String), что исключает Type Juggling. В Dart String.== является строгим по типу.

ЗАЩИТА 5 — Нейтральное сообщение об ошибке: при неверных учётных данных сервер возвращает единое сообщение 'Неверный логин или пароль', не раскрывая, что именно введено неверно.

7. Сравнительный анализ уязвимой и безопасной реализации.

Таблица 1 — Сравнение уязвимой и безопасной реализации аутентификации на Dart/Shelf

Критерий	**Уязвимая версия**	**Безопасная версия**
Источник данных	POST + cookie (autologin)	Только POST-тело запроса
Десериализация cookie	jsonDecode без проверки	Отсутствует полностью
Валидация входных данных	Отсутствует	Обязательная (тип + длина)
Хеширование пароля	hash('sha256', password)	sha256.convert(utf8.encode)
Сравнение пароля	dynamic == String (опасно)	String == String (строго)
Сообщение об ошибке	Раскрывает имя пользователя	Нейтральное сообщение
Уровень по OWASP	A2 + A8 (критический)	Устранены оба класса

Результаты и обсуждение. В ходе White Box Penetration Testing веб-приложения на Dart/Shelf были выявлены две критические уязвимости, классифицированные по OWASP Top 10: небезопасная десериализация (A8) и нарушение аутентификации (A2). Совместная эксплуатация этих уязвимостей позволяет атакующему захватить аккаунт администратора без знания пароля.

Анализ показывает, что корень проблемы — в архитектурном решении: использование cookie как доверенного источника аутентификационных данных без их валидации. Это типичная ошибка проектирования, которую статический анализ кода позволяет выявить ещё на этапе разработки.

С точки зрения платформы Dart следует отметить, что язык обладает встроенными механизмами безопасности: строгая система типов, sound null safety, изоляты. Однако эти механизмы не защищают от логических уязвимостей, возникающих при небрежной обработке пользовательского ввода.

Заключение

В данной работе проведён анализ безопасности веб-приложения на Dart/Shelf методом White Box Penetration Testing. Выявлены и детально описаны две критические уязвимости: небезопасная десериализация данных из cookie и нестрогое сравнение типов при аутентификации. Для каждой уязвимости представлен уязвимый код, вектор атаки и исправленная безопасная реализация.

Основные выводы исследования:

1. Платформа Dart/Shelf не предоставляет встроенной защиты от логических уязвимостей аутентификации — ответственность за безопасность лежит на разработчике.

2. Метод White Box Penetration Testing наиболее эффективен для выявления уязвимостей на уровне исходного кода и архитектуры приложения.

3. Применение методологии SecOps и автоматического статического анализа кода (SAST) позволяет предотвратить появление подобных уязвимостей на этапе разработки.

4. Безопасная реализация должна придерживаться принципа «минимального доверия»: любые данные от пользователя (включая cookie) считаются потенциально враждебными и подлежат строгой валидации.

В дальнейших исследованиях планируется расширить анализ на другие компоненты Dart-экосистемы, включая фреймворки Angel3 и Serverpod, а также разработать автоматизированный инструмент статического анализа Dart-кода с фокусом на уязвимости аутентификации.

Список литературы

1. Гнатюк С. Кибербезопасность критических авиационных информационных систем // NATO Science for Peace and Security, IOS Press Ebooks, 47(3), 2016, с. 308–316.
2. Айбекова А., Сельвараджа В. Наступательная безопасность: исследование атак, методов и их типов при тестировании на проникновение (2022). DOI: 10.1109/ICDCECE53908.2022.9792772.
3. Слуньски М. и др. Готовые решения как потенциальные киберугрозы для промышленных сред (2022). DOI: 10.1109/ACCESS.2022.3217797.
4. OWASP Foundation. OWASP Top Ten 2017: The Ten Most Critical Web Application Security Risks. [Электронный ресурс]. URL: https://owasp.org/www-project-top-ten/ (дата обращения: 01.05.2025).
5. NIST. Guide to Penetration Testing. SP 800-115. National Institute of Standards and Technology, 2013.
6. Оконигене Е.М., Илори А.О., Лонге О.Б. Тестирование на проникновение: критический обзор // Journal of Emerging Trends in Computing and Information Sciences, 7(12), 2016.
7. Google LLC. Dart Programming Language. [Электронный ресурс]. URL: https://dart.dev (дата обращения: 01.05.2025).
8. Google LLC. Shelf — Web server middleware for Dart. pub.dev. [Электронный ресурс]. URL: https://pub.dev/packages/shelf (дата обращения: 01.05.2025).
9. Адхикари А., Шах М. Комплексное исследование пентеста: методы, инструменты, техники // ICCCI, 2017.
10. Альмубайрик Н.А., Уиллс Г. Автоматизированное тестирование на проникновение на основе модели угроз (2017). DOI: 10.1109/ICITST.2016.7856742.

УДК 004.056.5

А. Б. Абдылдаев
И. Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы
КГТУ им. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республикасы

A. B. Abdyldaev
I. Razzakov KSTU, Bishkek, Kyrgyz Republic
atai.abdyldaev.2002@gmail.com

РАЗРАБОТКА И ТЕСТИРОВАНИЕ ПРОТОТИПА СИСТЕМЫ МНОГОФАКТОРНОЙ БИОМЕТРИЧЕСКОЙ АУТЕНТИФИКАЦИИ MFBA-DOCGUARD

MFBA-DOCGUARD КӨП ФАКТОРЛУУ БИОМЕТРИКАЛЫК АУТЕНТИФИКАЦИЯ СИСТЕМАСЫН ИШТЕП ЧЫГУУ ЖАНА СЫНОО

DEVELOPMENT AND TESTING OF MFBA-DOCGUARD MULTIFACTOR BIOMETRIC AUTHENTICATION SYSTEM PROTOTYPE

*Бул макалада **MFBA-DocGuard** программалык прототиби — аралаш документ жүгүртүүнү коргоо методологиясынын практикалык ишке ашырылышы — баяндалат. Прототип **Python** программалоо тилинде иштелип чыгып, жүздү таануу үчүн **FaceNet** архитектурасындагы нейрондук тармактарды жана клавиатуралык кол жазманы (терүү өзгөчөлүгүн) талдоону колдонот. **PyTorch** негизиндеги көп катмарлуу перцептронго негизделген жеткиликтүүлүк деңгээлин аныктоочу нейрондук классификатор беш биометрикалык белгини киргизүү катары кабыл алып, жеткиликтүүлүктүн төрт деңгээлинин бирин аныктайт. Аутентификациянын 240 аракетинен турган маалыматтар топтомунда тең салмактуу ката көрсөткүчү **(EER)** бир факторлуу ыкмалардагы **15,8–21,7 %** деңгээлинен нейрондук бириктирүү ыкмасын колдонгондо **5,8 %** га чейин төмөндөдү, ал эми **AUC** көрсөткүчү **0,984** маанисине жетти.*

Түйүндүү сөздөр: MFBA-DocGuard,** нейрондук тармак, **EER,** көп факторлуу аутентификация, **PyTorch, AUC, BioHashing.

В данной статье описывается программный прототип MFBA-DocGuard — практическая реализация методологии защиты смешанного документооборота. Прототип выполнен на Python с использованием нейронных сетей для распознавания лица (FaceNet-архитектура) и анализа клавиатурного почерка. Нейросетевой классификатор уровня доступа на основе многослойного перцептрона (PyTorch) принимает на вход пять биометрических признаков и определяет один из четырёх уровней доступа. На выборке из 240 попыток аутентификации равновесная ошибка EER снижена с 15,8–21,7 % (однофакторные методы) до 5,8 % при нейросетевом слиянии, AUC достигло 0,984.

***Ключевые слова:** MFBA-DocGuard, нейронная сеть, EER, многофакторная аутентификация, PyTorch, AUC, BioHashing.*

This article describes the MFBA-DocGuard software prototype - a practical implementation of the mixed document management protection methodology. Neural networks are used for face recognition (FaceNet architecture) and keystroke dynamics analysis. An MLP access-level classifier on PyTorch takes five biometric features as input and determines one of four access levels. On 240 authentication attempts EER decreased from 15.8–21.7% (single-factor) to 5.8% with neural fusion; AUC reached 0.984.

***Key words:** MFBA-DocGuard, neural network, EER, multi-factor authentication, PyTorch, AUC, BioHashing.*

Введение. В этой работе будет показана разработка программного прототипа MFBA-DocGuard (Multi-Factor Biometric Authentication — Document Guard). Данная статья описывает архитектуру прототипа, принципы реализации ключевых алгоритмов и результаты экспериментального тестирования. Основная проверяемая гипотеза: двухфакторная схема со слиянием оценок и нейросетевым классификатором значительно точнее любого из факторов по отдельности.

Архитектура прототипа.

Прототип реализован на языке Python с использованием фреймворка Streamlit для построения веб-интерфейса. Система структурирована в виде пяти функциональных модулей: модуль аутентификации по лицу (библиотека face_recognition, FaceNet-архитектура CNN); модуль аутентификации по клавиатурному почерку; нейросетевой классификатор

уровня доступа (PyTorch); адаптивная матрица разграничения доступа; подсистема хранения данных (SQLite, зашифрованный каталог документов).

Взаимодействие с пользователем осуществляется через четыре страницы веб-интерфейса: регистрация (enrollment), вход (аутентификация), работа с документами и журнал аудита. При регистрации система захватывает три эталонных снимка лица и пять образцов клавиатурного почерка, формируя биометрические шаблоны. Все шаблоны защищены методом BioHashing [2]; документы шифруются AES-256-CBC с ключом PBKDF2-HMAC-SHA256 (200 000 итераций). Каждое событие — вход, отказ, доступ к документу — фиксируется в журнале аудита с временной меткой и значениями биометрических оценок.

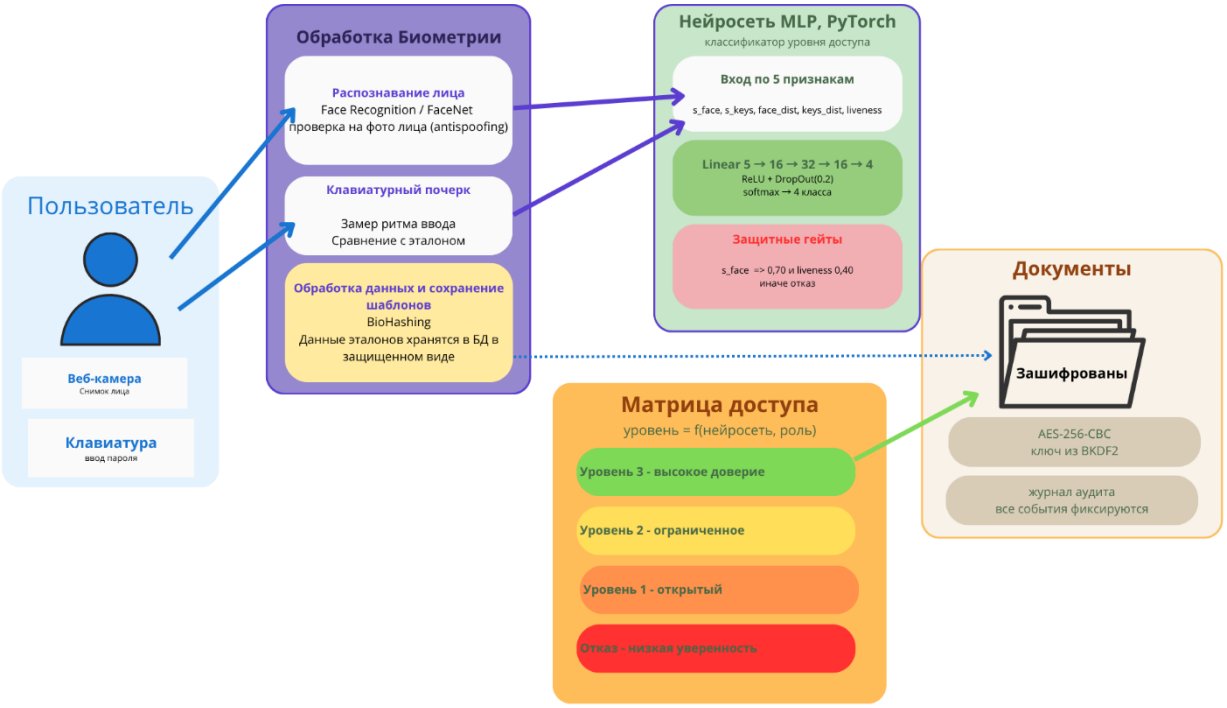


Рисунок 1 - Архитектура проекта MFBA-DocGuard

Нейросетевой классификатор уровня доступа.Центральным элементом прототипа является нейросетевой классификатор уровня доступа — многослойный перцептрон (MLP), реализованный на фреймворке PyTorch [3]. Выбор MLP обусловлен достаточностью для данной размерности признакового пространства (5 входов) и интерпретируемостью решений. Архитектура сети: Linear(5→16) → ReLU → Linear(16→32) → ReLU → Dropout(0.2) → Linear(32→16) → ReLU → Linear(16→4).

На вход подаются пять признаков: оценка схожести лица (s_face), оценка схожести клавиатурного почерка (s_keys), евклидово расстояние до эталона лица (face_distance), нормированное расстояние до эталона почерка (keys_distance), оценка живости лица (liveness_score) [5]. Выход — четыре класса: 0 — отказ, 1 — уровень 1 (открытые документы), 2 — уровень 2 (ограниченного доступа), 3 — уровень 3 (повышенной конфиденциальности).

Классификатор обучен на синтетическом датасете из 2000 примеров. Разметка выполнена по правилу: s_face <0,70 → класс 0; нарушение liveness → класс 0; иначе уровень определяется взвешенной суммой s_total = 0,6·s_face + 0,4·s_keys с порогами 0,70 / 0,85 / 1,0 для классов 1, 2, 3. Точность на валидационной выборке составила 98,5 %. Помимо нейросети применяются детерминированные защитные гейты: s_face <0,70 или liveness <0,40 — безусловный отказ независимо от решения сети. Это исключает ошибки нейросети в пограничных случаях и блокирует атаки с предъявлением фотографии.

Реализация распознавания лица и клавиатурного почерка. Распознавание лица реализовано с помощью библиотеки face_recognition (обёртка над dlib с FaceNet-подобной CNN) [4]. При входе система обнаруживает лицо на кадре с веб-камеры, извлекает 128-мерный эмбеддинг и вычисляет евклидово расстояние до среднего эталонного эмбеддинга. Оценка схожести $s_face = 1/(1+(d/0{,}44)^{10})$: при $d \leq 0{,}40$ (свой пользователь) $s_face \geq 0{,}72$; при $d \geq 0{,}45$ $s_face < 0{,}45$. Данная калибровка обеспечивает надёжное разделение законных пользователей и посторонних лиц.

Клавиатурный почерк в прототипе представлен в упрощённом виде: замеряется общее время ввода парольной фразы и среднее время на один символ. При регистрации строится эталон из пяти образцов (медиана и стандартное отклонение). Оценка s_keys вычисляется через нормированное относительное отклонение с сигмоидальным преобразованием (масштаб 3,5). Упрощённая реализация ограничивает точность клавиатурного фактора, поэтому в нейросетевом классификаторе ему присвоен меньший вес. Полный покомпонентный захват dwell time и flight time каждого нажатия вынесен в направления дальнейшего развития.

Методика эксперимента. Для количественной оценки сформирован набор из 240 попыток аутентификации: 120 попыток законного пользователя (genuine) и 120 попыток постороннего (impostor), включая атаки с предъявлением фотографии. Для каждой попытки зафиксированы значения s_face и s_keys. Сравниваются четыре сценария: А — решение только по лицу; Б — решение только по клавиатурному почерку; В — слияние с фиксированными весами ($w_1 = 0{,}6$; $w_2 = 0{,}4$) [6]; Г — нейросетевое слияние (MLP-классификатор). Оцениваются метрики FAR (доля ложных допусков), FRR (доля ложных отказов), EER (равновесная ошибка) и AUC (площадь под ROC-кривой).

Результаты тестирования. Результаты наглядно подтверждают основную гипотезу. Однофакторные методы дают высокую равновесную ошибку: 15,8 % для лица и 21,7 % для клавиатурного почерка. Почерк ожидаемо слабее лица, что объясняется упрощённой реализацией в прототипе. Переход к двухфакторной схеме обеспечивает резкое улучшение: EER сценария В составляет 6,3 %, нейросетевого сценария Г — 5,8 %. Выигрыш по сравнению с лучшим однофакторным методом — в 2,7 раза. Показатель AUC для обоих двухфакторных сценариев составил 0,984 против 0,927 (лицо) и 0,862 (почерк).

Нейросетевой комбинатор (сценарий Г) показал вдвое меньший FAR по сравнению с фиксированными весами: 4,2 % против 12,5 % при пороге 0,7. Это означает, что нейросетевой классификатор значительно реже допускает посторонних людей, хотя и ценой несколько более высокого FRR (18,3 % против 1,7 %). Выбор между сценариями В и Г определяется политикой безопасности конкретной организации: В предпочтительнее там, где важно не отвергать законных пользователей; Г — где критично не допускать посторонних.

Таблица 1 — Метрики качества аутентификации по четырём сценариям

Сценарий	EER	AUC	FAR (порог 0,7)	FRR (порог 0,7)
А — только лицо	0,158	0,927	0,233	0,017
Б — только почерк	0,217	0,862	0,225	0,208
В — слияние (0,6/0,4)	0,063	0,984	0,125	0,017
Г — нейросетевое	0,058	0,984	0,042	0,183

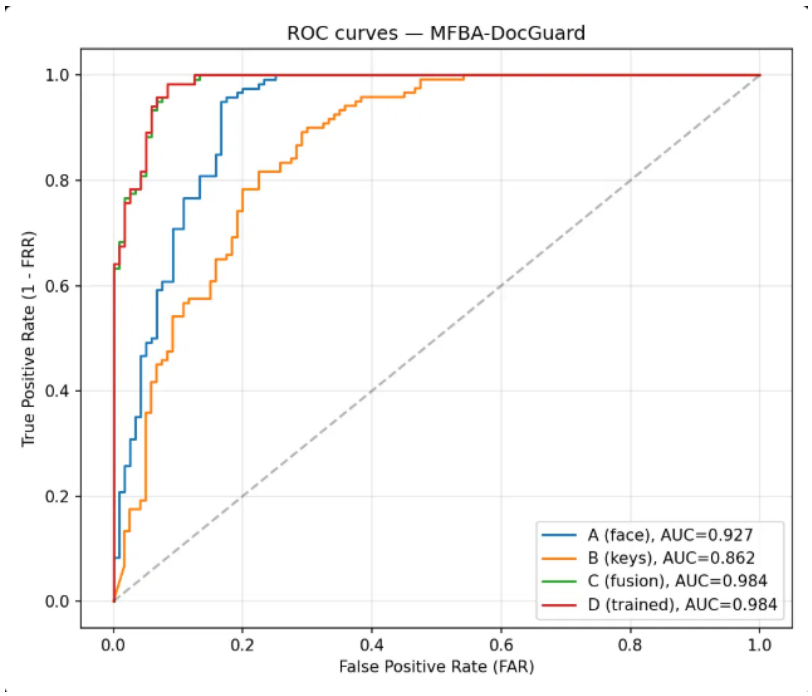


Рисунок 2 — ROC-кривые для четырёх сценариев аутентификации

На рисунке 2 кривые двухфакторных сценариев В и Г визуально значительно выше кривых однофакторных А и Б, приближаясь к идеальному левому верхнему углу. AUC = 0,984 означает, что в 98,4 % случаев система правильно ранжирует законного пользователя выше постороннего.

Полученные результаты демонстрируют принципиальную работоспособность методологии: двухфакторная схема в 2,5–3 раза точнее лучшего однофакторного метода при использовании стандартной офисной техники. Вместе с тем необходимо учитывать ограничения настоящего исследования. Тестирование проводилось на модельном наборе данных, дополненном результатами пробной эксплуатации прототипа; клавиатурный почерк реализован в упрощённом виде через общее время ввода. Поэтому полученные числа отражают принципиальную работоспособность подхода, а не итоговые эксплуатационные характеристики системы.

Сравнение с существующими решениями показывает конкурентоспособность предложенного подхода. Промышленные однофакторные системы распознавания лица (например, Face ID от Apple) достигают EER <1 %, однако используют специализированные инфракрасные датчики глубины, недоступные на стандартных рабочих станциях. Разработанная система при EER 5,8 % работает исключительно на веб-камере и клавиатуре, что делает её экономически доступной для государственных организаций Кыргызской Республики.

Заключение. Разработанный прототип MFBA-DocGuard экспериментально подтвердил работоспособность методологии двухфакторной биометрической аутентификации для смешанного документооборота. EER снизилась с 15,8–21,7 % (однофакторные) до 5,8 % (нейросетевое слияние), AUC достигло 0,984. Нейросетевой классификатор продемонстрировал преимущество перед слиянием с фиксированными весами по показателю FAR. Система реализована на стандартной технике без специализированного оборудования и соответствует законодательству Кыргызской Республики. Направления дальнейшего развития: полный покомпонентный захват клавиатурного почерка (dwell time / flight time); масштабный натурный эксперимент с группой добровольцев при информированном согласии и интеграция с отечественными системами, работающими с данными повышенной конфиденциальности.

Список литературы

1. Jin A. T. B., Ling D. N. C., Goh A. Biohashing: two factor authentication featuring fingerprint data and tokenised random number // Pattern Recognition. — 2004. — Vol. 37, No. 11. — pp. 2245–2255.
2. Paszke A. et al. PyTorch: An Imperative Style, High-Performance Deep Learning Library // NeurIPS. — 2019.
3. Schroff F., Kalenichenko D., Philbin J. FaceNet: A Unified Embedding for Face Recognition and Clustering // CVPR. — 2015.
4. ISO/IEC 30107-1:2023. Biometric presentation attack detection. Part 1: Framework. — ISO, 2023.
5. Ross A., Jain A. Information fusion in biometrics // Pattern Recognition Letters. — 2003. — Vol. 24, No. 13.

УДК 004.056:351.86

А. Т. Асылбеков, Б. А. Маматалиева, А. А. Абдулаев
И. Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы
КГТУ им. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республикасы

A.T. Asylbekov, B. A. Mamtalieva, A. A. Abdudaev
I. Razzakov KSTU, Bishkek, Kyrgyz Republic
tari.aruuzat@gmail.com, bak.010176@mail.ru, a_abdulaev@kstu.kg

ОПТИМИЗАЦИЯ НЕЙРОСЕТЕВЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ РОЕВЫХ АРХИТЕКТУР С ОГРАНИЧЕННЫМИ РЕСУРСАМИ И НЕСБАЛАНСИРОВАННЫМИ ДАННЫМИ

ЧЕКТЕЛГЕН РЕСУРСТАРГА ЖАНА ТЕҢ САЛМАКСЫЗ МААЛЫМАТТАРГА ЭЭ РОЙДУК АРХИТЕКТУРАЛАР ҮЧҮН НЕЙРОНДУК ТАРМАК МОДЕЛДЕРИН ОПТИМАЛДАШТЫРУУ

OPTIMIZATION OF NEURAL NETWORK MODELS FOR SWARM ARCHITECTURES WITH LIMITED RESOURCES AND IMBALANCED DATA

Бул макалада федеративдик окутууну колдонуу аркылуу ресурстары чектелген түзмөктөрдө (дрондордо жана IoT түзмөктөрүндө) оор нейрондук тармактарды иштетүүгө ылайыкташтыруу каралат. Мындай ыкма эсептөө мүмкүнчүлүктөрү чектелген жана маалыматтар олуттуу тең салмаксыз болгон шарттарда киберчабуулдарды натыйжалуу аныктоого мүмкүндүк берет.

Түйүндүү сөздөр: *четки эсептөө, федеративдик окутуу, учкучсуз учуучу аппараттардын тармактары, унаа транзиттик тармактары, бузуп кирүүнү аныктоо системалары, киберкоопсуздук.*

В данной статье рассматривается адаптация тяжелых нейросетей для работы на устройствах с ограниченными IoT) с федеративного ресурсами (дроны, использованием обучения. Такой подход позволяет эффективно обнаруживать кибератаки в условиях ограниченных вычислительных мощностей и значительного дисбаланса данных.

Ключевые слова*: периферийные вычисления, федеративного обучение, сети беспилотных летательных аппаратов, автомобильные транзитные сети, системы обнаружения вторжения, кибербезопасность.*

This article discusses the adaptation of deep neural networks for use on resource-constrained IoT devices (such as drones) using federated learning. This approach enables the effective detection of cyberattacks under conditions of limited computational power and significant data imbalance.

***Key words**: edge computing, federated learning, unmanned aerial vehicle networks, vehicular ad-hoc networks, intrusion detection systems, cybersecurity.*

Введение: Современность, рой автономных дронов, патрулирующих лесные пожары и колонну умных автомобилей, стремительно движущихся по шоссе. Это компактные устройства, работающие от встроенной батареи, но для защиты от современных киберугроз им необходим «мозг», сопоставимым с полноценным сервером [1, 2]. Если каждый дрон начнёт постоянно передавать весь свой сетевой трафик по радиоканалу для анализа вирусов, эфир мгновенно будет перегружен, связь роя нарушиться, а устройство разрядиться за считанные минуты [1].

Возникает инженерный вызов: как внедрить сложный и ресурсоёмкий ИИ (искусственный интеллект) на миниатюрных устройствах с ограниченным возможностями ЦПУ (центральный процессор), при этом он должен быть достаточно умным для выявления новых и изощренных угроз, которыми он никогда раньше не сталкивался? Именно этой по истине сложной задаче посвящена это статья.

Цель исследования: Основная цель исследования создание ресурсоэффективной децентрализованной системы обнаружения вторжений для динамических сетей, таких как FANET и VANET. В основе подхода кроется использование федеративного обучения, что позволяет преодолеть ограничения, связанные с дисбалансом данных и объёма памяти [7, 8, 9].

Научное обоснование и методологическая основа вычислений на периферии.

В практическом применении: Дрон не передаёт весь объём своего трафика. Вместо этого дрон использует сжатую версию нейросети для выявления локальных угроз в процессе полёта. Когда дрон сталкивается с новой кибератакой пример: попытка заглушить радиоканала (jamming attack), он обучается распознавать такие угрозы. Сервер получает от дрона не секретный трафик, а математический опыт. Сервер собирает такой опыт от сотен источников и усредняет его математически. После обработки сервер рассылает данные в глобальную нейросеть. Таким образом, дроны учатся, обмениваясь опытом друг с другом. Интеграция оценки доверия к каждому индивидуальному БПЛА (беспилотный летательный аппарат) прежде, чем назначит их агрегатором – это теория свидетельств Демпстера-Шафера [9, 15, 16].

Сжатие ИИ до размеров микрочипа.

Для загрузки IDS (программный инструмент для отслеживания сетевого трафика и активности устройств) в оперативную память БПЛА, его архитектуру ИИ необходимо оптимизировать:

1. Квантование весов – переход из 32-битных чисел на 8-битные, потеря в точности, но плюсы в скорости и энергосбережении [5, 6].
2. Прунинг – нахождение и удаление нейронных связей, которые не участвуют в принятии решений, уменьшает нагрузку [5].
3. Дистилляция знаний – Гигантская модель ИИ на мощном сервере передает в математическом виде плоды своих обучений лёгкой модели. Где итоговые вычисления будут применять дроны и IoT (умные датчики) [7].

Практические исследования показывают, что применение гибридных моделей позволяет достичь обнаружение атак на уровне 98% при минимальных 0.08% ложных срабатываний.

Решение проблем с уникальными атаками.

Ограничивающим фактором внедрение IDS в реальных системах, это миллионы легитимных записей в трафике и сотни записей попыток взлома [11]. При подобном

обучении ИИ оно может запомнить потерн и начать угадывать норму, игнорирую атаки. За решением данных проблему будут использованные 2 метода:

1. Применения GAN (Генеративно-состязательные сети), где одна часть ИИ берёт на себя роль Хакера, а втора учится блокировать его атаки.
2. Применения концепции Few-Shot Learning, FSL (Обучения на нескольких примерах) позволяет ИИ распознавать мутации увидев новый вирус пару раз [13].

Дополнительно возможно применение алгоритма SMOTE, который остаётся одним из наиболее распространённых методов балансировки классов в задачах обнаружения вторжений [12].

Сравнительный анализ: Классические алгоритмы против Глубокого обучения в динамических топологиях.

Исторически сложилась, что классические системы: антивирусы, брандмауэры и локальные IDS, были созданы под статические угрозы в предсказуемой инфраструктуре. Фундаментальные ограничения классической системы.

1. Сигнатурные системы (Rule-based) обеспечивают безошибочное выявление известных шаблонов с помощью баз хэшей, но полностью неспособны обнаруживать уязвимости нулевого дня. В условиях MANET или Интернета дронов их статические сигнатуры устаревают столь стремительно, что обновления от контрольного центра попросту не успевают следить за изменениями.
2. Традиционное машинное обучение (Traditional ML) использует алгоритмы первого поколения, такие как метод опорных векторов или деревья решений, которые могут определять аномалии без жесткой привязки к сигнатурам. Однако их ключевым ограничением остается необходимость ручного проектирования признаков (Feature Engineering). С учетом многомерных потоков данных, генерируемых тысячами устройств в режиме реального времени, такой подход лишается практической осуществимости [11].

Современные методы глубокого обучения позволяют автоматически извлекать информативные признаки и адаптироваться к изменяющимся условиям функционирования сети [10, 11].

Методологический подход к оценке эффективности.

Для гарантии научной обоснованности исследования важно применять строгие тестовые процедуры на базе современных наборов данных:

1. AWID – платформа для анализа производительности сетей в беспроводных средах.
2. CRAWDAD VANET и FANET – адаптированные массивы телеметрических данных, оптимизированные для тестирования высокомобильных сетей и алгоритмов федеративного обучения.
3. BoT-IoT и Mirai – специализированные наборы данных, предназначенные для обучения графовых нейронных сетей (GNN).

Оценка должна проводиться по комплексному набору метрик, включающему Precision, Recall (Полнота), F1-score и False Positive Rate (FPR), а также с учетом сетевых показателей качества обслуживания (QoS), таких как задержка и пропускная способность [8, 10].

Оптимизации ИИ для конечных устройств – это не простое улучшение программного кода, это единственный способ децентрализованной сети выжить в боевых условиях. Перенос интеллектуального анализа на периферию с помощью федеративного обучения и техник сжатия создаёт независимую, реагирующую оборону. Мобильные устройство, дроны и автомобили учатся отражать атаки сообща, сохраняя строгую конфиденциальность и не истощая свои аккумуляторы. Концепция становится идеальным и математически обоснованным фундаментом для построения безопасной инфраструктуры будущего.

Список литературы

1. Warden P., Situnayake D. TinyML: Machine Learning with TensorFlow Lite on Arduino and Ultra-Low-Power Microcontrollers, 2019
2. Fragkou E., Katsaros D. A Joint Survey in Decentralized Federated Learning and TinyML, 2024.
3. Ren H. et al. TinyReptile: TinyML with Federated Meta-Learning, 2023.
4. Han S., Mao H., Dally W. Deep Compression: Compressing Deep Neural Networks with Pruning, Trained Quantization and Huffman Coding, 2015.
5. Shabir M. et al. TinyML Model Compression: A Comparative Study of Pruning and Quantization, 2025.
6. Hinton G. et al. Distilling the Knowledge in a Neural Network, 2015.
7. McMahan B. et al. Communication-Efficient Learning of Deep Networks from Decentralized Data, 2017.
8. Li T. et al. Federated Learning: Challenges, Methods and Future Directions, 2020.
9. Kairouz P. et al. Advances and Open Problems in Federated Learning, 2021.
10. Li J. et al. Small Models, Big Impact: A Review on the Power of Lightweight Federated Learning, 2025.
11. He H., Garcia E. Learning from Imbalanced Data, 2009.
12. Chawla N. et al. SMOTE: Synthetic Minority Over-sampling Technique, 2002.
13. Polak P. et al. Low-Shot Learning and Class Imbalance: A Survey, 2024.
14. Duan M. et al. Astraea: Self-balancing Federated Learning, 2019.
15. Warnat-Herresthal S. et al. Swarm Learning for Decentralized and Confidential Clinical Machine Learning, 2021.
16. Fragkou E., Katsaros D. Swarm Learning Survey, 2024.

УДК 72.025.4(574.1)

Е.А. Бедарев, К.С. Шаршенова
И. Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы
КГТУ им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика

E.A. Bedarev, K.S. Sharshenova
I. Razzakov KSTU, Bishkek, Kyrgyz Republic
Bedarev.yevgeniy@gmail.com, k.sharshenova@kstu.kg

СОХРАНЕНИЕ ИСТОРИЧЕСКИХ ПАМЯТНИКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ И 3D-ТЕХНОЛОГИИ

ТАРЫХЫЙ ЭСТЕЛИКТЕРДИ ТОЛУКТАЛГАН РЕАЛДУЛУК ЖАНА 3D-ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН КОЛДОНУУ МЕНЕН САКТОО

PRESERVATION OF HISTORICAL MONUMENTS USING AUGMENTED REALITY AND 3D TECHNOLOGIES

Макалада Түндүк Казакстандагы тарыхый эстеликтерди сактоонун укуктук жана методикалык негиздери талданат. Ак-Ирий археологиялык комплекси мисалында маданий мурасты изилдөө жана сактоодо 3D моделдөө жана кошумча реалдуулук технологияларын колдонуу мүмкүнчүлүктөрү каралат.

Түйүндүү сөздөр: *маданий мурас, археология, Ак-Ирий, 3D-моделдөө, кошумча чындык, санариптик консервация.*

В статье рассматриваются историко-правовые основы и современные проблемы сохранения памятников культуры Северного Казахстана. Особое внимание уделено археологическому комплексу Ак-Ирий, который подвергается разрушению под воздействием природных и антропогенных факторов. Предлагаются пути цифрового сохранения наследия на основе технологий 3D-моделирования и дополненной реальности.

Ключевые слова: *культурное наследие, археология, Ак-Ирий, 3D-моделирование, дополненная реальность, цифровая консервация.*

The article explores the historical and legal framework and current challenges in preserving cultural monuments of Northern Kazakhstan. Special attention is given to the Ak-Iriy archaeological complex, which is affected by both natural and anthropogenic factors. The study highlights the potential of 3D modeling and augmented reality technologies in safeguarding and promoting cultural heritage.

Key words: *cultural heritage, archaeology, Ak-Iriy, 3D modeling, augmented reality, digital conservation.*

Введение. Культурное наследие является одним из ключевых факторов формирования исторической памяти общества. Археологические и архитектурные памятники выступают не только как материальные объекты прошлого, но и как источники информации о социальном, экономическом и духовном развитии народов [1]. Их сохранение напрямую связано с вопросами идентичности, преемственности поколений и научного познания истории.

Современная практика показывает, что эффективная охрана культурного наследия невозможна без комплексного подхода, включающего государственное регулирование, научные исследования и внедрение инновационных технологий. Существенное влияние на развитие данной сферы оказала ЮНЕСКО, принявшая в 1972 году международную конвенцию по охране всемирного культурного и природного наследия, которая сформировала единые принципы сохранения памятников [2].

В последние десятилетия особую значимость приобрели цифровые технологии, такие как 3D-сканирование, виртуальная (VR) и дополненная реальность (AR). Их применение позволяет не только фиксировать текущее состояние объектов, но и создавать научно обоснованные реконструкции.

Подобные подходы активно реализуются в ряде стран: в Италии, Неаполь ведётся цифровая реконструкция Помпеи. (рис. 1).

Рисунок 1 - Помпеи. Использование технологий дополненной реальности

В Армении технологии дополненной реальности применяются для визуализации утраченных или разрушенных монастырских комплексов (рис.2), что расширяет образовательные возможности и способствует привлечению исследователей.

Рисунок 2 - Монастырь Гегард в Армении. Визуализация первоначального состояния объекта

В Китае цифровое документирование Терракотовой армии (рис.3) с использованием 3D-технологий демонстрирует, что подобные решения эффективны не только для популяризации, но и для обеспечения долгосрочной консервации объектов культурного наследия.

Рисунок 3 - Терракотовая армия. Китай. Сканирование и моделинг

В сравнении с приведёнными примерами, Казахстан находится на начальном этапе системного внедрения дополненной реальности и 3D-технологий в сферу сохранения историко-культурного наследия, что, в свою очередь, открывает значительные перспективы для развития международного сотрудничества, обмена опытом и внедрения передовых цифровых практик.

Целью исследования является поиск и выявление возможности применения технологий 3D-моделирования и дополненной реальности в системе сохранения, документирования и популяризации археологических памятников Северного Казахстана на примере археологического комплекса Ак-Ирий.

Теоретическую основу исследования составляют положения современной теории сохранения культурного наследия, концепции цифровой консервации и цифровой гуманитаристики (Digital Humanities), а также международные и национальные нормативные документы в области охраны памятников.

Методологическую базу составляют труды исследователей в области археологии Северного Казахстана, охраны культурного наследия и цифровых технологий в музейной и археологической практике, в частности работы А. Плешакова и В. Зайберта, а также исследования, посвящённые цифровому документированию, 3D-реконструкции и виртуальной репрезентации историко-культурных объектов.

Концептуально исследование базируется на понимании цифровых технологий не только как инструмента визуализации, но и как средства научной фиксации, консервации и передачи культурного наследия будущим поколениям.

В исследовании используются понятия культурного наследия, археологического памятника, сохранения культурного наследия, цифровой консервации, 3D-моделирования, дополненной реальности и цифровой реконструкции

Под культурным наследием понимается совокупность материальных объектов, отражающих историческое развитие общества и представляющих научную и культурную ценность. Археологические памятники рассматриваются как важнейшие источники исторической информации, требующие сохранения и изучения.

Сохранение культурного наследия понимается как комплекс мер по защите и передаче памятников будущим поколениям. В современных условиях важную роль в этом процессе играют технологии цифровой консервации, основанные на создании и использовании цифровых копий объектов.

3D-моделирование и дополненная реальность выступают инструментами цифровой фиксации, реконструкции и визуализации памятников, позволяющими сохранять информацию об объектах и представлять её в доступной и наглядной форме. Цифровая реконструкция рассматривается как научно обоснованное воссоздание исторического облика объекта на основе археологических и исторических данных.

Археологический комплекс Ак-Ирий — укреплённое поселение раннего железного века на территории Северного Казахстана, рассматриваемое в исследовании как объект цифровой фиксации и виртуальной реконструкции.

Северный Казахстан как археологический регион

Северный Казахстан представляет собой один из наиболее насыщенных археологических регионов страны. На его территории зафиксированы тысячи объектов, отражающих различные этапы исторического развития - от эпохи неолита до средневековья [2]. Среди них встречаются поселения, курганные комплексы, культовые сооружения, среди которых выделяется комплекс Ак-Ирий.

Значительный научный интерес представляет Ботайская культура, относящаяся к IV–III тыс. до н. э., где были получены доказательства раннего одомашнивания лошади [6]. Также важны курганные комплексы бронзового и раннего железного века, такие как могильник Баганаты, а также культовые объекты, включая комплекс Байкара (рис.4).

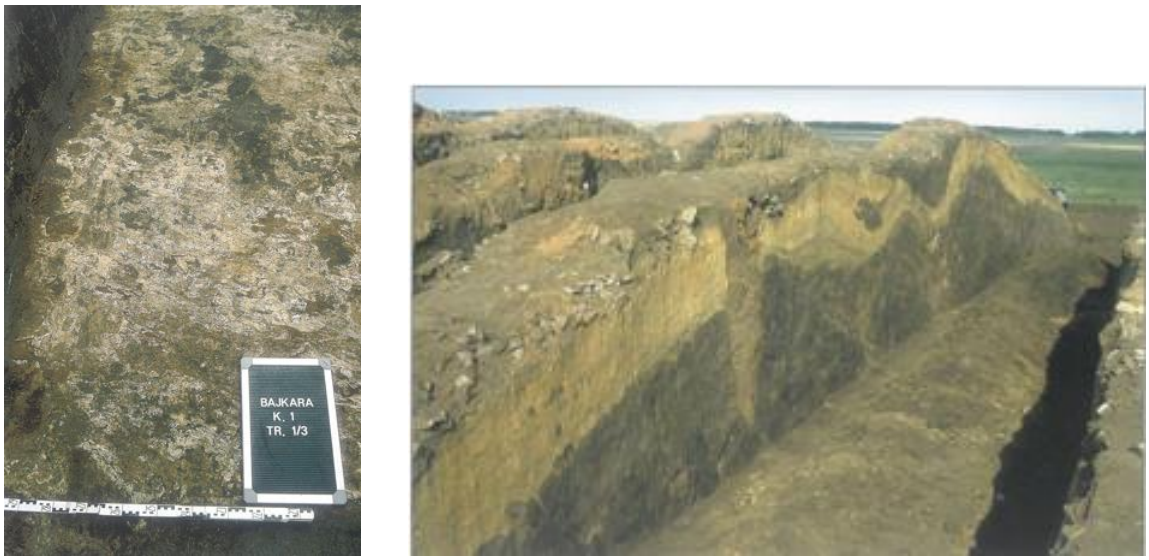


Рисунок 4 - Археологические работы на кургане Байкара скифо-сакского периода

Отдельную категорию составляют средневековые укреплённые поселения, расположенные вдоль реки Ишим, которые, предположительно, входили в систему торговых

маршрутов, связанных с Великим шелковым путем. Совокупность этих памятников позволяет реконструировать динамику развития степных обществ и их взаимодействие с соседними регионами. Как пример показывает археологические раскопки могильного комплекса Кызыл-Оба. (Рис. 5).

Рисунок 5 - Археологический комплекс мавзолей Кызыл-Оба

Консервация археологических раскопов, выполняемая традиционным способом, на практике часто приводит к проблемам сохранности памятников. После проведения консервации, как правило, отсутствует регулярный контроль за состоянием объекта.

Под воздействием осадков происходит утрата контуров объекта, подмыв грунта в зонах консервации, что приводит к деформации и частичному разрушению археологических остатков. Дополнительно негативное влияние оказывает скот, который вытаптывает участки консервации и тем самым ускоряет процессы разрушения памятника.

Археологический комплекс Ак-Ирий.

Ак-Ирий представляет собой укреплённое поселение раннего железного века, датируемое I тыс. до н. э. (рис. 6), расположенное на территории Северо-Казахстанской области. Археологический комплекс включает систему оборонительных сооружений, представленных валами, рвами и остатками укреплённых стен [5].

Исследования памятника начались в советский период, однако наиболее значимые результаты были получены в ходе экспедиций 2021–2023 годов. В процессе раскопок были выявлены:

- остатки жилых и хозяйственных построек;
- следы металлургической деятельности;
- элементы культовых сооружений;
- разнообразный археологический материал, включая керамику и металлические изделия [5].

Особенность городища Ак-Ирий заключается в его многофункциональности: он сочетает признаки военного, ремесленного и культового центра, что делает его значимым объектом для изучения социальных процессов раннего железного века.

Ак-Ирий подвержен интенсивному разрушению вследствие климатических воздействий. Весенние паводки приводят к размыванию культурного слоя, а ветровая эрозия постепенно снижает высоту оборонительных валов. Существенное влияние оказывают температурные колебания, вызывающие растрескивание грунта.

В таких условиях применение традиционных методов консервации затруднено, поскольку существует риск повреждения подлинных археологических слоёв. Это делает

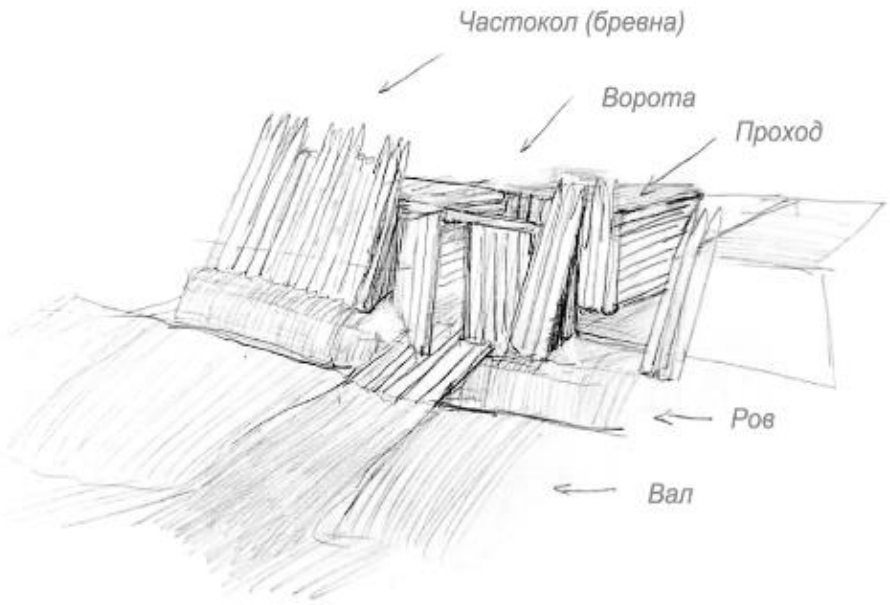
актуальным поиск альтернативных решений, основанных на цифровых технологиях фиксации и реконструкции.

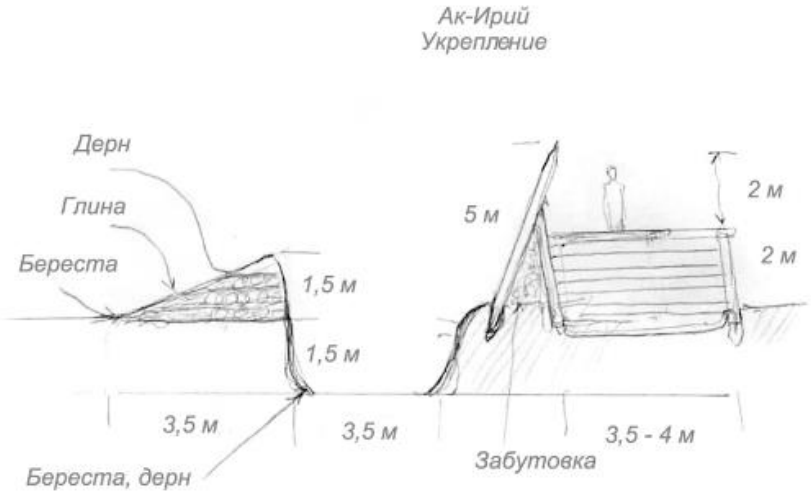
Рисунок 6 - Городище Ак-Ирий, V в. до н.э. Съемка дроном зоны раскопов. Фрагменты археологических раскрытий городища

Перспективы применения цифровых технологий.

Использование аэрофотосъёмки и 3D-сканирования при исследовании комплекса позволило создать цифровую модель объекта, благодаря которой была уточнена планировочная структура поселения и особенности его оборонительной системы. На основании полученных данных появилась возможность создать виртуальную модель первоначального вида городища.

Начальный этап включал анализ временных слоев, материала и конструкции фортификационных сооружений (рвов и насыпей, конфигурации и размеров, способов их укрепления). На втором этапе моделировалась пространственная ситуация с учетом выявленных археологических останков (рис. 7-9). Затем сцена дополнялась деталями – отдельными строениями культового центра и типов жилья, элементами деталей быта. И окончательная 3D модель вписывалась в ландшафтную ситуацию (рис. 10).





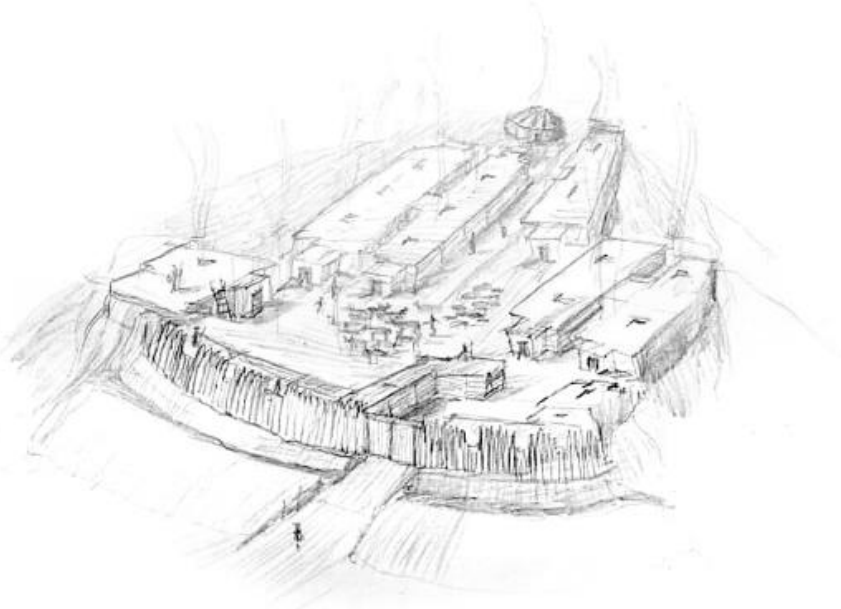


Рисунок 7-9 - Эскизы модели городища и оборонительного укрепления

В Казахстане охрана культурного наследия регулируется законодательством и государственными программами, направленными на изучение и сохранение историко-культурных объектов.

Использование 3D-моделирования позволяет создавать точные цифровые копии памятников, фиксируя их текущее состояние и обеспечивая возможность последующего анализа. В случае Ак-Ирий данная технология уже продемонстрировала свою эффективность, позволив реконструировать структуру поселения.

Дополненная реальность открывает возможности для создания интерактивных форм представления наследия. С её помощью можно визуализировать историческую среду непосредственно на месте расположения памятника, что повышает уровень вовлечённости посетителей и способствует развитию образовательных проектов.

Внедрение подобных решений в Казахстане способно стать инструментом не только сохранения, но и популяризации культурного наследия, а также развития внутреннего и международного туризма.

Рисунок 10 - Реализованная 3D модель городища и оборонительного укрепления

Таким образом - Северный Казахстан представляет собой значимый археологический регион, обладающий высоким научным и культурным потенциалом. Комплекс Ак-Ирий занимает в нём особое место как многофункциональный памятник раннего железного века.

Существующие угрозы, обусловленные природными и антропогенными факторами, требуют применения новых подходов к сохранению объектов. В этом контексте цифровые

технологии выступают как эффективный инструмент, позволяющий сочетать научную точность с доступностью для широкой аудитории.

Интеграция традиционных методов археологии и современных технологических решений является перспективным направлением в системе охраны культурного наследия.

Список литературы

1. Сборник документов. Охрана и использование памятников истории и культуры. - Алма-Ата, 1979. - 210 с.
2. Свод памятников истории и культуры Республики Казахстан. - Алматы: Аруна, 2007. - 356 с.
3. Бейсенова Г. Национальная, культурная и цивилизационная идентичность: проблемные вопросы развития в Казахстане // Саясат-Policy. - 2010. - №3. - С. 60.
4. Зданович Г. Б., Зайберт В. Ф., Плешаков А. А. Северо-Казахстанская археологическая экспедиция: итоги и перспективы исследований. - Петропавловск: СКГУ, 2005. - 245 с.
5. Археологический отчет по памятнику Ак Ирий (материалы экспедиции 2021–2023 гг.). - Петропавловск: Северо-Казахстанский университет, 2023. - 154 с.
6. Зайберт В. Ф. Ботайская культура: истоки и перспективы исследований. - Алматы: Дайк-Пресс, 2009. - 420 с

УДК 004.056.5

М.Ч. Борубаев, А.С. Касыбекова
И. Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы
КГТУ им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика

M.Ch. Borubayev, A.S. Kasybekova
I. Razzakov KSTU, Bishkek, Kyrgyz Republic
bor_mirbek@kstu.kg,akas28932@kstu.kg

РАЗГРАНИЧЕНИЕ ДОСТУПА В МЕДИЦИНСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТРЕХУРОВНЕВОЙ МОДЕЛИ RBAC

ҮЧ ДЕҢГЭЭЛДҮҮ RBAC МОДЕЛИН КОЛДОНУУ МЕНЕН МЕДИЦИНАЛЫК МААЛЫМАТТЫК СИСТЕМАЛАРДА ЖЕТКИЛИКТҮҮЛҮКТҮ ЧЕКТӨӨ

ROLE-BASED ACCESS CONTROL IN MEDICAL INFORMATION SYSTEMS USING A THREE-LEVEL RBAC MODEL

Изилдөөнүн максаты – кеңейтилген ролдук моделди жана киберкоопсуздуктун атайын механизмдерин айкалыштырган көп уюмдук медициналык маалымат системасы (ММС) үчүн жеткиликтүүлүктү чектөөнүн комплекстүү системасын иштеп чыгуу. Уюштуруу контексти бар үч деңгээлдүү RBAC модели сунушталат, ал привилегияларды роль, уюм жана колдонуучу деңгээлинде дайындоого мүмкүндүк берет. ORM деңгээлинде Global Query Filters аркылуу маалыматты изоляциялоо жана журналы физикалык бөлүнгөн асинхрондук аудит подсистемасы баяндалат. STRIDE боюнча коркунучтарды моделдөө аткарылып, киберкоопсуздуктун кошумча механизмдери (ABAC, көп факторлуу аутентификация, талаа деңгээлинде шифрлөө, break-the-glass, UEBA) сунушталат. Натыйжалар Sanarip clinic ММСинде апробацияланган.

Түйүндүү сөздөр: *медициналык маалымат системасы, жеткиликтүүлүктү чектөө, RBAC, ABAC, көп ижарачылык, киберкоопсуздук, маалыматты шифрлөө, аудит.*

Целью статьи является разработка комплексной системы разграничения доступа для мультиорганизационной медицинской информационной системы (МИС), сочетающей расширенную ролевую модель и специализированные механизмы кибербезопасности. В работе предложена трёхуровневая модель RBAC с организационным контекстом, обеспечивающая назначение привилегий на уровне роли, организации и пользователя; описаны архитектурная изоляция данных на уровне ORM через Global Query Filters и подсистема асинхронного аудита с физической изоляцией журнала. Выполнено моделирование угроз по методологии STRIDE с сопоставлением техник MITRE ATT&CK. Предложен комплекс кибербез-расширений: контекстно-зависимый контроль доступа, многофакторная аутентификация, шифрование данных на уровне полей, механизм break-the-glass и подсистема поведенческой аналитики UEBA. Результаты апробированы в промышленной эксплуатации МИС Sanarip clinic.

Ключевые слова: *медицинская информационная система, разграничение доступа, RBAC, ABAC, мультитенантность, кибербезопасность, моделирование угроз, MITRE ATT&CK, ISO/IEC 27005, JWT-аутентификация, многофакторная аутентификация, шифрование персональных данных, break-the-glass, UEBA, аудит безопасности.*

The purpose of this article is to develop a comprehensive access control system for a multi-organization medical information system (MIS) that combines an extended role-based model with specialized cybersecurity mechanisms. A three-level RBAC model with organizational context is proposed, supporting privilege assignment at the role, organization, and user levels; architectural data isolation at the ORM level via Global Query Filters and an asynchronous audit subsystem with physical journal isolation are described. Threat modeling using the STRIDE methodology with mapping to MITRE ATT&CK techniques is performed. A set of cybersecurity extensions is proposed: context-aware access control, multi-factor authentication, column-level encryption, a break-the-glass mechanism, and a UEBA behavioral analytics subsystem. The results have been validated in the industrial operation of the Sanarip clinic MIS.

Key words: *medical information system, access control, RBAC, ABAC, multitenancy, cybersecurity, threat modeling, STRIDE, MITRE ATT&CK, JWT authentication, multi-factor authentication, personal data encryption, break-the-glass, UEBA, security audit.*

Введение. Цифровая трансформация системы здравоохранения сопровождается переходом от бумажных медицинских карт к электронным медицинским записям, что многократно увеличивает объём обрабатываемых конфиденциальных данных и расширяет поверхность атаки на эти данные. В отличие от финансовых данных, утечка которых преимущественно влечёт материальный ущерб, компрометация медицинских данных способна нанести субъекту персональных данных непоправимый вред: информация о диагнозах, особенно социально стигматизированных заболеваниях, может стать инструментом дискриминации, шантажа и психологического давления. При этом медицинские данные не могут быть «отозваны» — информация о диагнозе сохраняет актуальность на протяжении всей жизни пациента.

Согласно отчёту IBM Security «Cost of a Data Breach Report 2024», сектор здравоохранения четырнадцатый год подряд сохраняет лидерство по средней стоимости утечки данных — 9,77 млн долларов США на инцидент при среднем времени обнаружения 213 дней. По данным Verizon DBIR 2024, более 70 % инцидентов в здравоохранении содержат элемент несанкционированного доступа, а доминирующими векторами атак являются компрометация учётных данных (49 %) и эксплуатация веб-приложений (25 %). Указанные показатели обусловливают актуальность комплексного подхода к обеспечению кибербезопасности МИС, выходящего за рамки традиционных механизмов разграничения доступа.

Особую сложность представляет задача разграничения доступа в мультиорганизационных МИС, одновременно обслуживающих множество медицинских учреждений различного профиля. Стандартная модель RBAC оперирует глобальными ролями и не позволяет дифференцировать привилегии между организациями. Атрибутное управление доступом (ABAC) обеспечивает максимальную гибкость, однако его сложность в реализации делает полноценное внедрение неоправданно дорогим. Существующие готовые IAM-решения (Keycloak, Auth0, Azure AD) не учитывают специфику мультиорганизационной модели здравоохранения Кыргызской Республики, требований локализации хранения персональных данных и интеграции с государственной системой идентификации «Тундук».

Настоящая работа посвящена разработке расширенной модели RBAC с организационным контекстом и её усилению комплексом мер кибербезопасности, ориентированных на нейтрализацию специфических угроз медицинской предметной области. Исследование проведено на базе МИС Sanarip clinic — промышленной системы, находящейся в эксплуатации в медицинских учреждениях Кыргызской Республики.

Нормативно-правовая основа и классификация медицинских данных.

На национальном уровне в Кыргызской Республике защита медицинских данных регулируется Законом КР «О защите персональных данных» (№ 58, 2008 г.) и Законом КР «Об охране здоровья граждан» (№ 6, 2005 г.). Действующее законодательство не содержит специализированного нормативного акта, регулирующего информационную безопасность именно в сфере здравоохранения, что обусловливает необходимость обращения к международным стандартам (ISO/IEC 27001:2022, ISO 27799:2016, HIPAA Security Rule, GDPR). Анализ нормативно-правовой базы позволяет синтезировать пять инвариантных требований: обязательный контроль доступа на основе принципа минимальных привилегий; надёжная аутентификация; полнота аудита; интеграция механизмов защиты в архитектуру системы на этапе проектирования (Privacy by Design); защита данных при хранении и передаче. Для проектирования дифференцированных политик доступа предложена четырёхуровневая классификация медицинской информации. Первый уровень – идентификационные данные (ФИО, ПИН, дата рождения, контакты), доступные всем медицинским работникам. Второй уровень – клинические данные (диагнозы по МКБ-10, результаты обследований, назначения), составляющие врачебную тайну и доступные лечащему врачу и медицинской сестре. Третий уровень – особо чувствительные данные (психиатрия, ВИЧ-статус, наркология, родственные связи), доступ к которым ограничен узкими специалистами соответствующего профиля. Четвёртый уровень – административные данные (полис ОМС, прикрепление, социальный статус), доступные регистратору и администратору.

Сравнительный анализ моделей разграничения доступа.

Применительно к медицинским информационным системам рассматривались четыре модели разграничения доступа: дискреционная (DAC), мандатная (MAC), ролевая (RBAC) и атрибутная (ABAC). Результаты сравнения приведены в таблице 1.

Таблица 1 — Сравнительный анализ моделей разграничения доступа для МИС

Критерий	DAC	MAC	RBAC	ABAC
Централизация	Нет	Полная	Частичная	Полная
Гибкость	Высокая	Низкая	Средняя	Очень высокая
Сложность реализации	Низкая	Высокая	Средняя	Очень высокая
Учёт контекста (время, место)	Нет	Нет	Ограниченно	Да
Разделение обязанностей	Нет	Нет	Да	Да
Пригодность для МИС	Не пригоден	Ограниченно	Оптимален (расш.)	Перспективен

DAC не подходит для МИС из-за отсутствия централизованного управления. MAC обеспечивает высокую безопасность, но его негибкость делает его непрактичным: правило «no write down» модели Белла–ЛаПадулы создало бы проблемы, когда врач с допуском к особо чувствительным данным не смог бы создавать записи обычного уровня. ABAC максимально гибок, но чрезмерно сложен в администрировании. Оптимальным решением является расширенный RBAC с организационным контекстом, при необходимости дополняемый элементами ABAC для критичных контекстно-зависимых сценариев.

Предлагаемая трёхуровневая модель RBAC с организационным контекстом.

Предложена модель, расширяющая стандартный RBAC организационным измерением. Модель определяет три уровня назначения привилегий. Глобальный уровень: привилегия назначается роли и действует для всех пользователей с этой ролью во всех организациях; используется для базовых привилегий (просмотр справочника МКБ-10, профиля). Организационный уровень: привилегия для роли в конкретной организации обеспечивает дифференциацию функциональности (в поликлинике с патронажем медсестре доступно создание патронажных записей, в стационаре – нет). Пользовательский уровень: привилегия конкретному пользователю в конкретной организации позволяет создавать индивидуальные исключения (право подписи ВВК, экспорт данных для научной работы).

На уровне базы данных модель реализована через сущность ControllerAndRoles с обязательными полями ActionForUserId и IdentityRoleId и опциональными OrganisationId и OrganisationAndApplicationUserId. Уровень привилегии определяется комбинацией заполненных полей; целостность обеспечивается ограничением CHECK: пользователь может быть указан только при наличии организации. Загрузка привилегий выполняется единым LINQ-запросом, объединяющим записи всех трёх уровней; результирующий набор включается в JWT-токен, что позволяет выполнять проверку без обращения к базе данных при каждом запросе.

Для обеспечения структурной безопасности реализована трёхэшелонная модель авторизации по принципу обороны в глубину (defense in depth). Первый эшелон – UserSessionMiddleware, перехватывающий каждый HTTP-запрос и инициализирующий контекст пользователя до передачи запроса контроллеру. Второй эшелон – проверка привилегий на уровне API. Третий, наиболее важный эшелон – изоляция данных на уровне ORM через Global Query Filters в Entity Framework Core. Применение рефлексии (MethodInfo.MakeGenericMethod) обеспечивает автоматическое применение фильтров ко всем сущностям, реализующим маркерные интерфейсы ISoftDelete и ITenant, реализуя принцип Security by Design: безопасность становится неотъемлемым свойством системы, а не результатом дисциплины разработчиков.

Подсистема аудита и интеграция с государственной идентификацией.

Аутентификация реализована по безсессионной модели на основе JWT Bearer-токенов; параметр ClockSkew установлен в TimeSpan.Zero для точного соблюдения времени истечения. Реализована интеграция с государственной системой идентификации ЕСИА через платформу «Тундук» по протоколу OAuth 2.0 с расширением PKCE (RFC 7636), что обеспечивает юридически значимую идентификацию медицинских работников и защищает поток Authorization Code от атаки перехвата авторизационного кода.

Подсистема аудита спроектирована на основе трёх принципов. Физическая изоляция: журнал хранится в отдельной базе данных PostgreSQL, изолированной от основной базы – компрометация основной базы не затрагивает журнал. Асинхронная запись через потокобезопасную очередь (System.Threading.Channels) ёмкостью 500 000 записей в режиме FullMode.DropWrite – компенсаторный механизм, гарантирующий, что переполнение журнала не блокирует HTTP-потоки и не создаёт DoS-вектор изнутри. Полнота и структурированность: каждая запись содержит 20 полей в 6 группах (контекст пользователя, контекст действия, технические детали, результат, трассировка, производительность). Фиксация действий реализована на трёх уровнях: AuditMiddleware (автоматическое логирование всех API-запросов), атрибут [AuditAction] (декларативное логирование

критических операций) и интерфейс IAuditLogger (программное логирование из бизнес-логики).

Моделирование угроз и расширения подсистемы кибербезопасности.

Систематический анализ угроз выполнен по методологии STRIDE с сопоставлением матрице MITRE ATT&CK for Enterprise. Идентифицированы 14 актуальных техник атак (T1078 Valid Accounts, T1110 Brute Force, T1071 Application Layer Protocol, T1486 Data Encrypted for Impact и др.) и сопоставлены действующие контрмеры. Покрытие техник в текущей архитектуре составляет 64 %; после внедрения предложенных расширений достигает 92 %.

Таблица 2 — Классификация угроз МИС по методологии STRIDE и контрмеры

Категория STRIDE	Нарушаемое свойство	Реализованные контрмеры
Spoofing	Аутентичность	JWT HS256; ЕСИА; HTTPS/HSTS; PKCE; MFA (предложено)
Tampering	Целостность	ISoftDelete; аудит изменений; контрольные суммы
Repudiation	Неотказуемость	Изолированный аудит; SessionId; CorrelationId; IP
Information Disclosure	Конфиденциальность	Global Query Filters; шифрование полей (предложено)
Denial of Service	Доступность	BoundedChannel; DropWrite; rate limiting
Elevation of Privilege	Авторизация	Трёхэшелонная авторизация; тенантный фильтр

Для устранения остаточных рисков предложен комплекс компенсирующих кибербез-механизмов. Контекстно-зависимый контроль доступа (ABAC) реализован как декоратор существующей RBAC-проверки и оценивает четыре группы атрибутов среды: временной контекст (рабочее/нерабочее время, день недели, праздничные дни по производственному календарю Кыргызской Республики); геолокационный контекст (страна, регион, тип сетевого подключения); контекст устройства (тип, актуальность ОС, fingerprint); поведенческий профиль субъекта (типичные часы работы, типичные модули, скорость операций). Несовпадение более чем по двум атрибутам инициирует step-up аутентификацию.

Многофакторная аутентификация на основе алгоритма TOTP (RFC 6238) с использованием мобильных аутентификаторов реализована для пользователей с административной ролью и узких специалистов, работающих с данными третьего уровня. Для критических операций (массовый экспорт, изменение ролей, отключение аудита) предусмотрена step-up аутентификация – повторный ввод TOTP-кода непосредственно перед выполнением операции, что нейтрализует риск злоупотребления уже установленной сессией.

Шифрование персональных данных реализовано двухуровневым подходом: Transparent Data Encryption средствами PostgreSQL для всего содержимого основной и аудит-баз и Column-Level Encryption средствами EF Core Value Converters для критических полей (ПИН, диагнозы, контактные данные) с использованием алгоритма AES-256-GCM. Ключи размещаются во внешнем хранилище секретов (HashiCorp Vault), что исключает их утечку вместе с резервной копией БД. Поиск по зашифрованным полям обеспечивается через детерминированный HMAC-индекс (blind index).

Механизм экстренного доступа (break-the-glass), регламентированный стандартом HL7 RBAC Healthcare Permission Catalog, разрешает коллизию между требованиями строгого разграничения и потребностями неотложной помощи. Врач может временно (на 60 минут)

повысить свои привилегии при условии указания обоснования и клинического сценария; действие фиксируется в аудит-журнале с повышенным приоритетом и инициирует уведомление службы безопасности и руководства организации пациента. Все обращения подлежат обязательной ретроспективной проверке в течение 72 часов.

Подсистема поведенческой аналитики (UEBA) спроектирована как фоновый процессор журналов аудита с двумя моделями. Статистическая модель использует метод Тьюки (Q3 + 1,5×IQR) для выявления отклонений количественных метрик (объём экспорта, доля операций в нерабочее время) от индивидуального профиля пользователя. Сигнатурная модель реализует предопределённые правила обнаружения паттернов инсайдерских утечек (массовый просмотр карт, последовательный обход API-эндпоинтов экспорта). Срабатывание любой модели формирует security alert, попадающий в очередь на расследование. Алгоритм специально настроен на выявление угроз, не детектируемых традиционными средствами разграничения доступа: легитимный пользователь, действующий в рамках своих привилегий, но в аномальном объёме или с аномальной целью.

Оценка эффективности и снижение остаточных рисков.

Количественная оценка остаточных рисков выполнена по методологии ISO/IEC 27005 для пяти наиболее критичных сценариев угроз (таблица 3). Уровень риска рассчитан как произведение вероятности реализации угрозы (5-балльная шкала) на размер ущерба (5-балльная шкала); итоговая оценка нормирована к 10-балльной шкале для сопоставимости с метрикой CVSS.

Таблица 3 — Снижение остаточных рисков после внедрения предложенных мер

Сценарий угрозы	Базовый риск	Остаточный риск	Снижение, %
Компрометация учётных данных администратора	8,4 (выс.)	2,1 (низ.)	75
Инсайдерская массовая выгрузка ПД	7,8 (выс.)	2,4 (низ.)	69
Утечка из резервной копии БД	6,5 (сред.)	1,8 (низ.)	72
Межорганизационная горизонтальная эскалация	5,0 (сред.)	1,2 (низ.)	76
Эксплуатация уязвимости в зависимости	6,0 (сред.)	2,8 (низ.)	53
Совокупный риск (max по сценариям)	8,4 (выс.)	2,8 (низ.)	67

Поэтапное внедрение предложенных мер обеспечивает снижение совокупного риска нарушения конфиденциальности медицинских данных в среднем на 69 % и переводит систему в зону приемлемого риска (≤ 3,0 балла) по всем рассмотренным сценариям. Наибольший вклад в снижение риска вносят (по убыванию): шифрование полей базы данных, многофакторная аутентификация для привилегированных ролей и подсистема UEBA.

Заключение.

Разработана и апробирована в промышленной эксплуатации система разграничения доступа для мультиорганизационной медицинской информационной системы, основанная на трёхуровневой модели RBAC с организационным контекстом. Предложен комплекс кибербез-расширений: контекстно-зависимый контроль доступа, многофакторная аутентификация, шифрование персональных данных на уровне полей базы данных, механизм

экстренного доступа break-the-glass и подсистема поведенческой аналитики UEBA. Количественная оценка по ISO/IEC 27005 подтвердила снижение совокупного остаточного риска на 75 % – с уровня «высокий» (8,4 балла) до уровня «низкий» (2,1 балла). Полученные результаты подтверждают эффективность предложенного подхода и его применимость для защиты конфиденциальных медицинских данных в условиях мультиорганизационной среды отечественного здравоохранения.

Список литературы

1. «Cost of a Data Breach Report 2024», IBM Security, 2024.
2. «2024 Data Breach Investigations Report (DBIR)», Verizon, 2024.
3. Ferraiolo D.F., Sandhu R., Gavrila S. et al. «Proposed NIST Standard for Role-Based Access Control» // ACM Transactions on Information and System Security, 2001, Vol. 4, No. 3.
4. Hu V.C. et al. «Guide to Attribute Based Access Control (ABAC) Definition and Considerations» // NIST Special Publication 800-162, 2014.
5. Shostack A. «Threat Modeling: Designing for Security», Wiley, 2014.
6. «ISO 27799:2016 Health informatics — Information security management in health using ISO/IEC 27001», International Organization for Standardization, 2016.
7. «ISO/IEC 27005:2022 Information security, cybersecurity and privacy protection — Guidance on managing information security risks», ISO, 2022.
8. «MITRE ATT&CK for Enterprise», The MITRE Corporation. URL: https://attack.mitre.org/matrices/enterprise/
9. «HL7 FHIR Security Module» и «HL7 RBAC Healthcare Permission Catalog», Health Level Seven International.
10. M'Raihi D. et al. «TOTP: Time-Based One-Time Password Algorithm» // RFC 6238, IETF, 2011.
11. Sakimura N. et al. «Proof Key for Code Exchange by OAuth Public Clients» // RFC 7636, IETF, 2015.
12. Закон Кыргызской Республики «О защите персональных данных» № 58, 2008.
13. Закон Кыргызской Республики «Об охране здоровья граждан» № 6, 2005.

УДК 771:004.72

Э.У. Джусупов, А.К. Кармышаков
И. Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы
КГТУ им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика

E.U. Dzhusupov, A.K. Karmyshakov
I. Razzakov KSTU, Bishkek, Kyrgyz Republic
hlevorsan@gmail.com, a.karmyshakov@kstu.kg

РАЗРАБОТКА И АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ В КОНЦЕПЦИИ «УМНЫЙ ГОРОД»

«АКЫЛДУУ ШААР» КОНЦЕПЦИЯСЫНДА ВИДЕОБАЙКОО СИСТЕМАСЫН ИШТЕП ЧЫГУУ ЖАНА ТАЛДОО

DEVELOPMENT AND ANALYSIS OF A VIDEO SURVEILLANCE SYSTEM IN THE SMART CITY CONCEPT

Бул макалада акылдуу шаар концепциясынын алкагында видеобайкоо системаларын иштеп чыгууда келип чыккан негизги кыйынчылыктар каралат. Талдоо көрсөткөндөй, ири масштабдуу видеобайкоо системасын түзүү тармак архитектурасын долбоорлоого, маалыматтарды өткөрүү кубаттуулугун эсептөөгө жана сактоо системасынын талаптарын баалоого комплекстүү мамиле кылууну талап кылат. Видеобайкоо камераларынын саны көбөйгөн сайын тармактык инфраструктурага жана сервердик эсептөө ресурстарына жүктөм көбөйөт, муну системаны иштеп чыгууда эске алуу керек. Акылдуу видеоаналитиканы ишке ашыруу видеобайкоо системаларын иштеп чыгуу үчүн маанилүү багыт экени аныкталган.

Түйүндүү сөздөр: *видеобайкоо, тармактык архитектура, техникалык чектөөлөр, тармактык инфраструктура, ишенимдүүлүк, оптималдаштыруу, модернизациялоо.*

В статье рассматриваются ключевые проблемы, возникающие при разработке систем видеонаблюдения в концепции умного города. В ходе проведённого анализа было установлено, что создание масштабной системы видеонаблюдения требует комплексного подхода к проектированию архитектуры сети, расчёту пропускной способности каналов передачи данных и оценке требований к системам хранения информации. При увеличении количества камер видеонаблюдения возрастает нагрузка на сетевую инфраструктуру и вычислительные ресурсы серверов, что необходимо учитывать при разработке системы. Установлено, что важным направлением развития систем видеонаблюдения является внедрение интеллектуальной видеоаналитики.

Ключевые слова: *видеонаблюдение, архитектуры сети, технические ограничения, сетевая инфраструктура, надежность, оптимизация, модернизация.*

This article examines key challenges arising in the development of video surveillance systems within the smart city concept. The analysis revealed that creating a large-scale video surveillance system requires a comprehensive approach to network architecture design, calculating data transmission capacity, and assessing storage system requirements. As the number of video surveillance cameras increases, the load on the network infrastructure and server computing resources increases, which must be taken into account during system development. It has been established that the implementation of intelligent video analytics is an important area for the development of video surveillance systems.

Key words: *video surveillance, network architecture, technical limitations, network infrastructure, reliability, optimization, modernization.*

Введение. Концепция «умный город» (Smart City) представляет собой современный подход к организации городской инфраструктуры, основанный на интеграции информационно-коммуникационных технологий, автоматизированных систем управления и цифровых сервисов. Основной целью внедрения данной концепции является повышение уровня безопасности, эффективности управления городскими ресурсами и улучшение качества жизни населения.

Одним из важнейших элементов инфраструктуры «умного города» является система видеонаблюдения. Такие системы позволяют осуществлять постоянный мониторинг городской среды, контролировать транспортные потоки, выявлять правонарушения и обеспечивать оперативное реагирование служб безопасности на различные происшествия.

Современные системы видеонаблюдения значительно отличаются от традиционных аналоговых решений. Они основаны на использовании цифровых IP-камер, сетевых технологий передачи данных и интеллектуальных алгоритмов обработки видеопотока. Благодаря применению современных методов анализа данных, системы видеонаблюдения способны автоматически выявлять подозрительные события, распознавать лица и номерные знаки транспортных средств, а также анализировать поведение объектов в контролируемой зоне.

Развитие сетевых технологий и увеличение пропускной способности каналов связи позволили создавать масштабные системы видеонаблюдения, которые могут включать сотни и тысячи камер, установленных на различных объектах городской инфраструктуры. Камеры могут размещаться на транспортных перекрёстках, в общественных местах, на остановках общественного транспорта, в административных зданиях и других значимых объектах городской среды. Однако при разработке подобных систем возникает ряд технических задач, связанных с передачей больших объёмов видеоданных, необходимостью хранения информации и обеспечением стабильной работы оборудования. В условиях непрерывного видеомониторинга поток данных от каждой камеры может достигать нескольких мегабит в секунду, что при большом количестве устройств приводит к значительной нагрузке на сетевую инфраструктуру и вычислительные ресурсы серверов.

Кроме того, важным аспектом является обеспечение информационной безопасности системы видеонаблюдения. Поскольку такие системы являются частью городской цифровой инфраструктуры, они должны быть защищены от несанкционированного доступа, перехвата данных и других киберугроз.

Целью данной работы является разработка и анализ модели системы видеонаблюдения для городской инфраструктуры в рамках концепции «умный город», а также исследование её основных технических характеристик, включая пропускную способность сети, вычислительную нагрузку и требования к хранению видеоданных.

1. Архитектура системы видеонаблюдения в концепции «умный город».

Система видеонаблюдения, используемая в рамках концепции «умный город», представляет собой сложную распределённую информационную систему, включающую большое количество устройств сбора данных, сетевую инфраструктуру передачи информации и центры обработки данных. Основной задачей такой системы является обеспечение непрерывного мониторинга городской среды и оперативного анализа получаемой информации.

Архитектура системы видеонаблюдения обычно строится по многоуровневому принципу. Это позволяет обеспечить масштабируемость системы, повысить её устойчивость к нагрузкам и обеспечить возможность дальнейшего расширения сети. Первый уровень системы представляет собой уровень сбора данных. На данном уровне располагаются IP-камеры видеонаблюдения, которые осуществляют запись и передачу видеопотока. Современные камеры могут поддерживать различные форматы видео, включая Full HD и 4K, а также иметь встроенные функции обработки изображения. К таким функциям относятся детекция движения, автоматическая регулировка освещённости, распознавание объектов и первичная фильтрация видеоданных.

Второй уровень системы составляет сетевая инфраструктура передачи данных. Для передачи видеопотока используются высокоскоростные каналы связи, такие как оптоволоконные линии передачи данных, Ethernet-сети и беспроводные сети стандарта 4G и 5G. Сетевая инфраструктура играет ключевую роль в обеспечении стабильной передачи информации от камер видеонаблюдения к центрам обработки данных.

Третий уровень системы представляет собой центр обработки данных (ЦОД). На данном уровне выполняется хранение видеозаписей, обработка видеопотока и управление всей системой видеонаблюдения. Центры обработки данных оснащаются мощными серверами, системами хранения информации и специализированным программным обеспечением для анализа видеоданных.

Основными компонентами системы видеонаблюдения являются:

- IP-камеры наблюдения
- сетевые коммутаторы и маршрутизаторы
- серверы обработки видеоданных
- системы хранения информации
- программное обеспечение видеоаналитики

Такая архитектура позволяет организовать эффективную систему мониторинга городской среды и обеспечить обработку большого количества видеоданных в режиме реального времени. В следующем разделе будет рассмотрена математическая модель передачи видеоданных и проведён анализ нагрузки на сетевую инфраструктуру системы видеонаблюдения.

2. Анализ передачи видеоданных в системе видеонаблюдения.

Одним из наиболее важных аспектов при разработке системы видеонаблюдения в концепции «умный город» является анализ объёма передаваемых видеоданных. Поскольку система может включать большое количество камер, необходимо заранее определить требования к пропускной способности сети и вычислительным ресурсам. Каждая камера видеонаблюдения генерирует непрерывный поток видеоданных, который передается по сетевой инфраструктуре в центр обработки информации. Объём передаваемых данных зависит от разрешения видеокамеры, частоты кадров и используемого алгоритма сжатия видеопотока.

Средний битрейт одной камеры Full HD при использовании современных кодеков сжатия (например, H.265) составляет примерно от 4 до 6 Мбит/с. Для оценки нагрузки на сеть используется следующая формула:

$B=R\times N$

где:

B — общая пропускная способность сети (Мбит/с); R — средний битрейт одной камеры (Мбит/с); N — количество видеокамер в системе

Например, если в городской системе видеонаблюдения используется 500 камер с битрейтом 5 Мбит/с, то общая нагрузка на сеть составит:

B=5×500=2500 Мбит

Таким образом, пропускная способность сети должна составлять не менее 2,5 Гбит/с для обеспечения стабильной передачи видеоданных без потери пакетов. При увеличении количества камер нагрузка на сетевую инфраструктуру также возрастает. Поэтому при проектировании системы необходимо учитывать запас пропускной способности сети, чтобы обеспечить возможность дальнейшего расширения системы видеонаблюдения.

Кроме передачи данных, важным фактором является задержка передачи видеопотока. Для систем видеонаблюдения, работающих в режиме реального времени, задержка должна быть минимальной, чтобы службы безопасности могли оперативно реагировать на происходящие события. Для снижения нагрузки на сеть используются современные методы сжатия видеопотока.

Рисунок 1 — Структурная схема системы видеонаблюдения «умный город»

(На рисунке отображаются основные элементы системы: IP-камеры → сеть передачи данных → центр обработки данных → система аналитики.)

В следующем разделе будет проведён анализ объёмов хранения видеоданных и вычислительной нагрузки системы видеонаблюдения.

3. Анализ объёма хранения видеоданных.

При проектировании системы видеонаблюдения для городской инфраструктуры необходимо учитывать не только передачу видеопотока, но и объём информации, который требуется сохранять в архиве. В условиях круглосуточного мониторинга объём видеоданных быстро возрастает, особенно если система включает большое количество камер высокого разрешения. Объём сохраняемой информации зависит от трёх основных параметров: количества камер, среднего битрейта видеопотока и времени хранения архива. Для расчёта общего объёма данных используется следующая формула:

$$V=B\times TV$$

где:

V — общий объём данных; B — суммарный поток данных системы; T — время хранения или записи.

Рассмотрим пример. Пусть в системе используется 500 камер, а средний поток от одной камеры составляет 5 Мбит/с. Тогда суммарная пропускная способность системы равна:

$B=5\times 500=2500$ *Мбит*

Переведём это значение в мегабайты в секунду:

$2500/8=312{,}5$ *МБ*

Тогда за один час работы системы будет записано:

$312{,}5\times 3600=1125000$

или приблизительно:

1125000 *МБ*≈ 1125 *ГБ*$\approx 1{,}1$ *ТБ*

Следовательно, за сутки объём записанных видеоданных составит около:

$1{,}1\times 24=26{,}4$ *ТБ*

Если архив необходимо хранить в течение 30 суток, то общий объём хранилища должен составлять:

$26{,}4\times 30=792$ *ТБ*

Полученные расчёты показывают, что даже для системы среднего масштаба требуется значительный объём дискового пространства. Поэтому в системах «умного города» применяются специализированные системы хранения данных, поддерживающие отказоустойчивость, резервирование и возможность масштабирования.

Для уменьшения объёма хранимой информации используются следующие методы:

• применение современных алгоритмов сжатия;
• запись только по событию или по детекции движения;
• снижение качества архива для второстепенных зон наблюдения;
• распределённое хранение данных на нескольких серверах.

Кроме того, важно учитывать, что рост числа камер прямо влияет на увеличение требований к хранилищу. Эта зависимость носит почти линейный характер, если параметры видеопотока остаются неизменными.

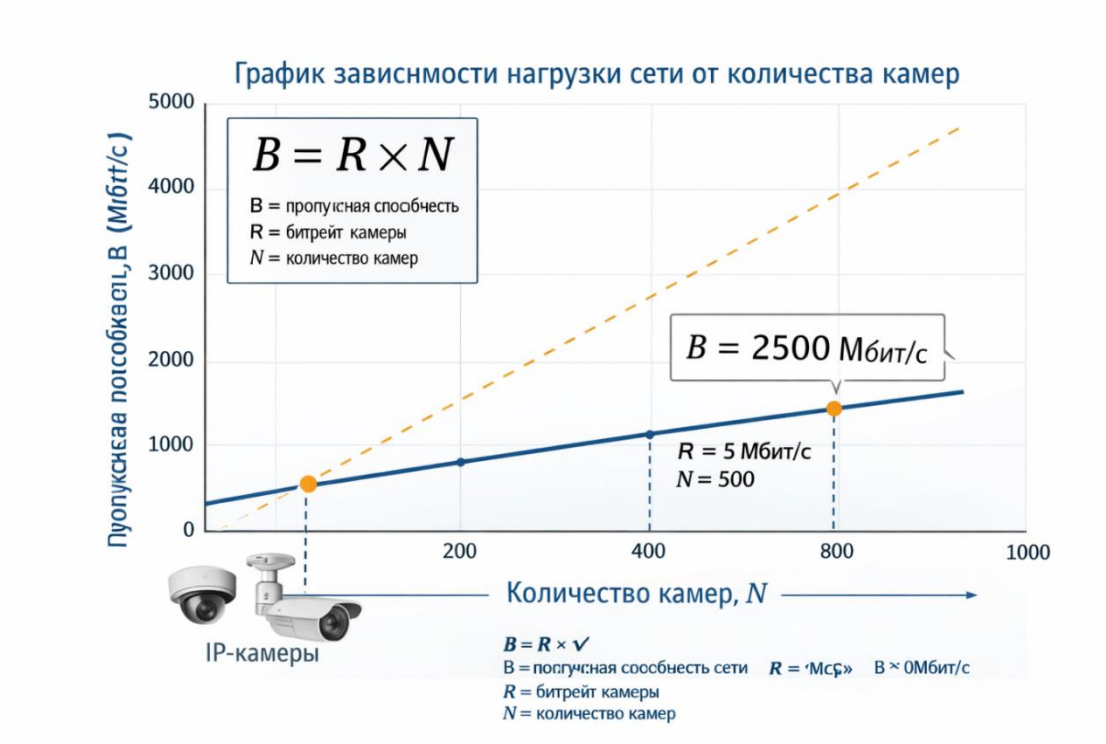


Рисунок 2 — График зависимости объёма хранения данных от количества видеокамер

(На графике по оси X указывается количество камер, а по оси Y — объём архивных данных за сутки или за 30 дней.)

Таким образом, расчёт объёма хранения является обязательным этапом проектирования системы видеонаблюдения, так как позволяет заранее определить требования к серверному оборудованию и системам хранения данных.

4. Обеспечение информационной безопасности системы видеонаблюдения.

При внедрении системы видеонаблюдения в рамках концепции «умный город» особое внимание уделяется вопросам информационной безопасности. Поскольку данная система является частью цифровой инфраструктуры города, она должна быть защищена от различных видов киберугроз, способных нарушить её функционирование или привести к утечке данных. IP-камеры и другие устройства видеонаблюдения относятся к категории сетевых устройств, подключённых к общей информационной сети. Одной из распространённых проблем является использование стандартных паролей и недостаточная защита сетевых устройств. К основным методам защиты относятся:

• использование защищённых протоколов передачи данных;
• шифрование видеопотока;
• регулярное обновление программного обеспечения устройств;
• ограничение доступа пользователей;
• мониторинг сетевой активности.

Одним из наиболее эффективных методов защиты является использование протоколов шифрования, таких как TLS и SSL. Шифрование позволяет предотвратить перехват передаваемых данных и обеспечивает безопасную передачу информации между камерами и сервером. Кроме того, важным элементом безопасности является система аутентификации пользователей. Для оценки уровня защищённости системы можно использовать следующую условную зависимость:

$$S=E+A+M$$

где:
S — уровень безопасности системы;
E — уровень шифрования данных;
A — уровень контроля доступа пользователей;

M — уровень мониторинга и обнаружения угроз.
Чем выше значения данных параметров, тем более защищённой является система видеонаблюдения.

Также важным аспектом является обеспечение отказоустойчивости системы. Для этого применяются резервные серверы, дублирование каналов связи и системы автоматического переключения оборудования в случае возникновения сбоев. Таким образом, комплексный подход к обеспечению информационной безопасности позволяет повысить надёжность системы видеонаблюдения и защитить её от потенциальных угроз.

Заключение.

Разработка системы видеонаблюдения в рамках концепции «умный город» является важным этапом развития современной городской инфраструктуры. Такие системы позволяют значительно повысить уровень общественной безопасности, улучшить управление транспортными потоками и обеспечить эффективный мониторинг различных объектов городской среды. В ходе проведённого анализа было установлено, что создание масштабной системы видеонаблюдения требует комплексного подхода к проектированию архитектуры сети, расчёту пропускной способности каналов передачи данных и оценке требований к системам хранения информации. При увеличении количества камер видеонаблюдения возрастает нагрузка на сетевую инфраструктуру и вычислительные ресурсы серверов, что необходимо учитывать при разработке системы. Проведённые расчёты показали, что даже для систем среднего масштаба объём генерируемых видеоданных может достигать десятков терабайт в сутки. Это требует использования высокопроизводительных систем хранения данных, а также применения современных алгоритмов сжатия видеопотока. Кроме того, важным направлением развития систем видеонаблюдения является внедрение интеллектуальной видеоаналитики.

Список литературы

1. ISO 37122: Sustainable Cities and Communities — Indicators for Smart Cities.
2. ITU-T Recommendations for Smart Sustainable Cities.
3. Cisco Smart City Infrastructure White Paper, 2023.
4. Zhang Y., Li H. Intelligent Video Analytics in Urban Systems. IEEE Access, 2022.

УДК 004.85

У. Ж. Душенова, Н. Базаркул кызы, А. М. Муратова
И. Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы
КГТУ имени И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика

U. Dzh. Dushenova, N. Bazarkyl kyzy, A. M. Muratova
I. Razzakov KSTU, Bishkek, Kyrgyz Republic
dushenova.umut@kstu.kg, nargiza.bazarkylkyzy@kstu.kg, muratova.akbermet@kstu.kg

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОБЛАЧНЫХ СЕРВИСОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

ЖАСАЛМА ИНТЕЛЛЕКТТИН БУЛУТТАГЫ КЫЗМАТТАРЫН КОЛДОНУУ МЕНЕН МААЛЫМАТТАРДЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫК ИШТЕП ЧЫГУУ ҮЧҮН ВЕБ-ТИРКЕМЕ

WEB APPLICATION FOR INTELLIGENT DATA PROCESSING USING CLOUD ARTIFICIAL INTELLIGENCE SERVICES

Бул макалада резюмени интеллектуалдык талдоо үчүн веб-тиркемени иштеп чыгуу каралат. Иштелип чыккан система документти үч негизги өлчөм боюнча автоматтык баалоону камсыздайт: структуралык түзүлүшү, мазмуну жана жасалгасы. Талдоонун жыйынтыгында талапкер үчүн жекелештирилген сунуштар түзүлөт.

Киргизилүүчү маалыматтар PDF форматындагы файлдар жана растрдык сүрөттөр түрүндө кабыл алынат. Сүрөт форматындагы документтерден текстти алуу оптикалык белгилерди таануу (OCR) технологиясы аркылуу ишке ашырылат. Алынган маалыматтар машиналык окутуу алгоритмдерине негизделген семантикалык талдоо модулуна өткөрүлөт. Талдоо этабында система документтин негизги бөлүмдөрүн аныктап, мазмундагы жетишпеген маалыматтарды жана кемчиликтерди табат.

Архитектуралык жактан алганда, тиркеме булуттук инфраструктурага негизделген, бул анын масштабдуулугун жана колдонуучунун жабдууларынан көз карандысыз иштөөсүн камсыздайт. Изилдөөнүн жыйынтыгында сунушталган ыкманын практикалык колдонулушун көрсөткөн иштөөчү прототип түзүлдү. Система резюменин автоматташтырылган тандоо системаларынын (ATS) талаптарына шайкештигин жогорулатып, талапкерлердин баштапкы тандоо баскычынан өтүү мүмкүнчүлүгүн арттырат.

***Түйүндүү сөздөр**: жасалма интеллект, резюмени талдоо, веб-тиркеме, OCR, ATS, булуттук технологиялар.*

В статье описывается разработка веб-приложений для интеллектуального анализа резюме. Разработанная система решает задачу автоматической оценки документа по трем измерениям: структурному, содержательному и оформительскому — и на основании результатов формирует персонализированные рекомендации для соискателя.

Входные данные приводят к файлам в форматах PDF и растровых изображений. В последнем случае извлечение текстового значения осуществляется посредством оптического индикаторного символа (OCR); Полученные данные передаются на уровень семантического анализа, реализованного на базе алгоритмов машинного обучения. На этапе анализа система идентифицирует ключевые разделы документа и выявляет пробелы в документах.

Архитектурно приложение опирается на облачную инфраструктуру, обеспечивая масштабируемость и независимость от клиентского оборудования. Итогом работы является функционирующий прототип, демонстрирующий практическую применимость предложенного соглашения: система повышения соответствия требованиям автоматизированной системы отбора (ATC) и, тем самым, увеличивает число кандидатов на прохождение первичного скрининга.

***Ключевые слова:** искусственный интеллект, резюме анализа, веб-приложение, OCR, ATS, облачные технологии.*

This article describes the development of a web application for intelligent resume analysis. The developed system addresses the problem of automatic resume evaluation across three dimensions: structure, content, and formatting. Based on the analysis results, the system generates personalized recommendations for job seekers.

The input data consist of files in PDF format and raster images. In the latter case, text extraction is performed using Optical Character Recognition (OCR) technology. The extracted data are then transferred to a semantic analysis layer implemented using machine learning algorithms. During the analysis process, the system identifies key sections of the resume and detects missing or insufficient information.

Architecturally, the application relies on cloud infrastructure, ensuring scalability and independence from client-side hardware resources. The outcome of this work is a functional prototype demonstrating the practical applicability of the proposed approach. The system improves resume compliance with the requirements of Applicant Tracking Systems (ATS), thereby increasing candidates' chances of passing the initial screening stage.

Key words: *artificial intelligence, resume analysis, web application, OCR, ATS, cloud technologies.*

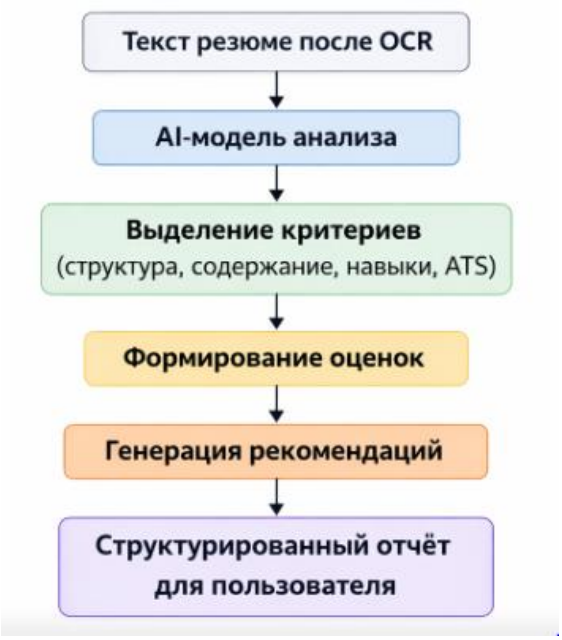
Распространение автоматизированной системы отбора кандидатов (ATS) изменило логику первичного рекрутинга: резюме соискателя проходит машинный скрининг раньше, чем перейти к живому рекрутеру. Такие системы определяют документ по формализованным критериям — наличию ключевых слов, полным обязательным разделам, логике изложений и соответствию структурным требованиям. В результате техническое качество составления резюме приобрело самостоятельное значение, независимо от профессионального содержания.

Это связано с запросом ресурсов на инструменты, которые позволяют найти обратную связь для предоставления документов. Методы автоматической обработки текста и модели искусственного интеллекта открывают возможность для объективной, воспроизводимой оценки результатов по тем же параметрам, которые используют ATS-платформы работодателей.

Настоящая работа посвящена разработке веб-приложений для автоматического анализа резюме. Система выполняет структурную и содержательную проверку загруженного документа, выявляет проблемные зоны и формирует рекомендации по их устранению.

Техническое приложение реализовано в виде веб-сервиса с поддержкой загрузки файлов в формате PDF. После получения документа система его разбора и интеллектуальный анализ, по результатам которого пользователь получает детализированную обратную связь с указанными рекомендациями по этапу, содержанию и оформлению. Анализ процесса схематично представлен на диаграмме 1.

Диаграмма 1 - Процесс анализа резюме



Процесс работы системы включает несколько этапов:

На первом этапе пользователь загружает файл резюме через интерфейс веб-приложения.

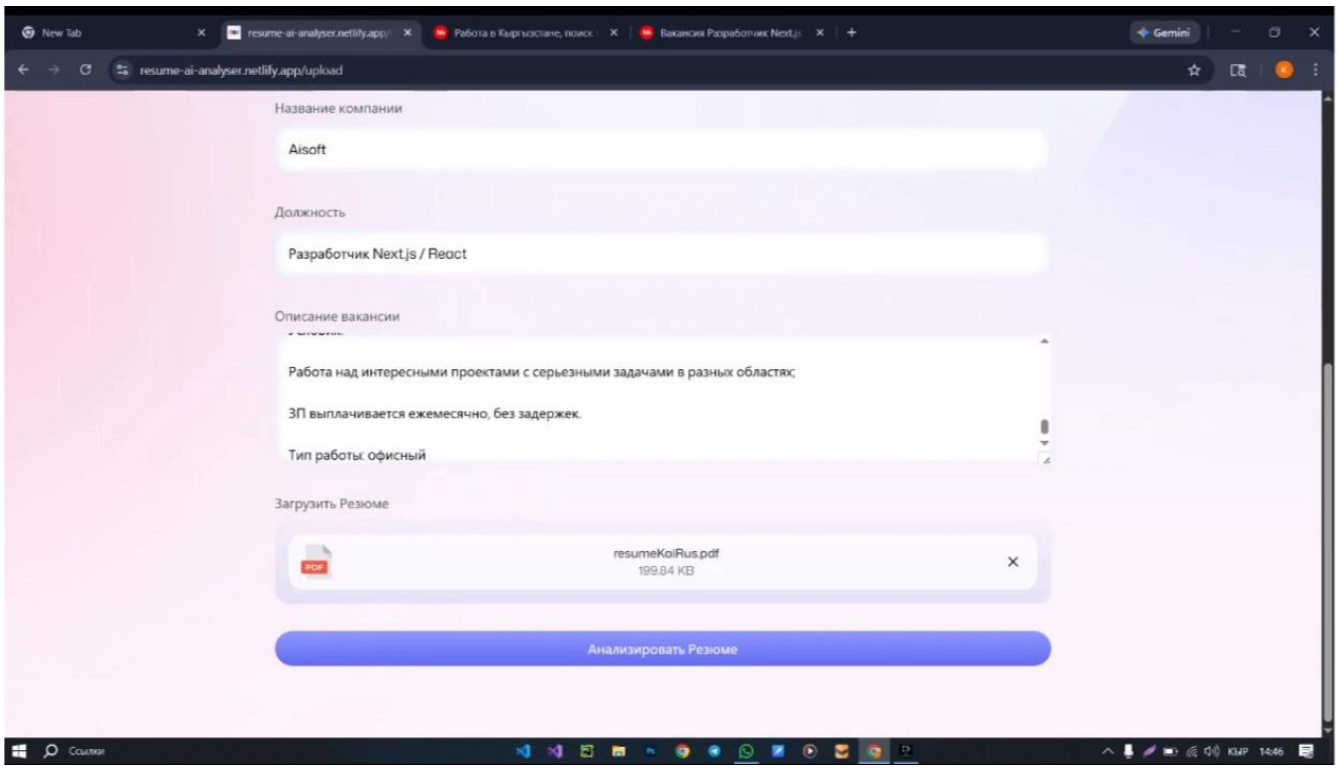


Рисунок 1- Загрузка файла пользователем

Загруженный через клиентский интерфейс PDF-файл проходит предварительную проверку: формат системы, размер и целостность документа. Прошедший файл проверки передаётся в облачное хранилище по защищённому каналу через SDK; при сохранении автоматически подключается уникальный идентификатор и фиксируются метаданные — имя файла, дата загрузки, размер, идентификатор пользователя и контрольная длина. Иерархия хранения организована по принципу «пользователь → документ». Сохранённый файл оказывается поочередно асинхронной обработки, что включает систему перегрузки при пиковой обработке и обеспечивает бесшовную передачу данных на поэтапном интеллектуальном анализе.

Документы с цифровой вёрсткой, таблицами или нестандартными шрифтами не предоставляются надежному прямому разбору, поэтому перед OCR-обработкой PDF растеризуется в изображении с сохранением исходного визуального оформления. Это позволяет снизить количество ошибок и обеспечить соответствие разнородным форматам резюме.

Полученное растровое представление передаётся в OCR-модуль, который посимвольно распознаёт текст, локализует текстовые блоки и преобразует их в структурированный формат, пригодный для дальнейшей обработки. Извлечённые данные проходят этап очистки: удаляются артефакты, нормализуется кодировка и унифицируется разметка. Параллельно сегментация документа — выделение логических разделов (образование, опыт работы, навыки и т. д.), что обеспечивает корректное распределение информации на этапах.

На конечном этапе процесса модульного анализа применяются методы обработки естественного интеллектуального языка для содержательного заключения. Система определяет полноту и логичность представленной информации, учитывает основные знания и опыт, а также оценивает соответствие документа стандартам составления резюме и определяет платформу ATS.

Ключевым функциональным компонентом системы является модуль взаимодействия с облачным AI-сервисом посредством API Puter.js. Извлечённый текст резюме передаётся языковой моделью, которая проводит содержательный анализ документа: оценивает профессиональные навыки, релевантность опыта и соответствие заявленным навыкам.

Сформированные результаты возвращаются в приложение и представляют собой пользователя в структурированном виде, связанном для перевода и принятия решений по доработке документа. Ниже представлен фрагмент кода для отправки резюме.

```
import puter from 'puter-js';

export const analyzeResume = async (
   resumeText: string
): Promise<string> => {
   try {
      const response = await puter.ai.chat(
         `Проанализируй следующее резюме и оцени навыки кандидата:

         ${resumeText}`
      );

      return response.message.content;
   } catch (error) {
      console.error('Ошибка анализа:', error);
      throw error;
   }
```

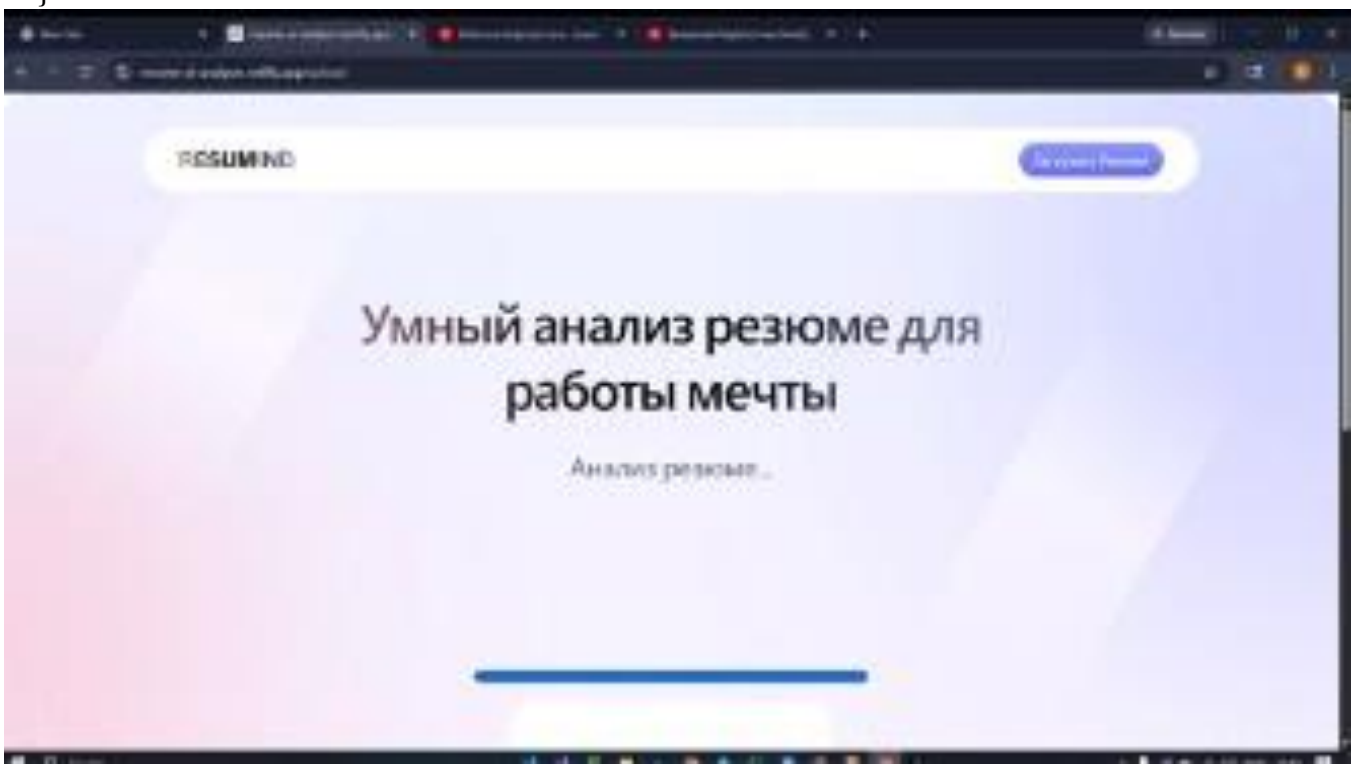


Рисунок 2 - Анализ текста с использованием модели искусственного интеллекта

Прошедший предобработку текст передаётся в AI-модуль для комплексного анализа в соответствии с общепринятыми измерениями: документ структурной организации, полное и качественное описание профессионального опыта, релевантности заявленных компетенций горных вакансий, а также читаемости и стилистической связности изложений. Отдельное измерение соответствует требованиям документа ATS-системы — включает и применяет ключевые слова, формирование и последовательность разделов, — на основании чего высчитывается метод финансового финансового скрининга.

По результатам система анализа формирует структурированный отчет, включая интегральный рейтинг и разрабатывает рекомендации по каждому из измеряемых параметров.

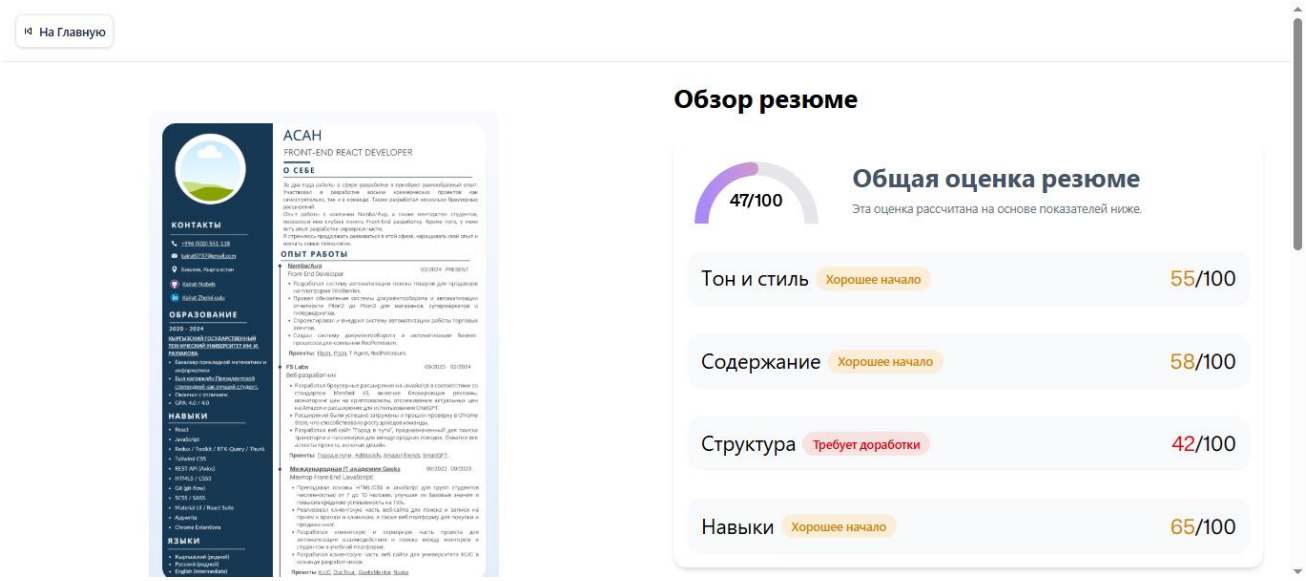


Рисунок 3 - Общая оценка резюме

Интегральное заключение отражает соответствующее качество документа по всем анализируемым критериям и дает пользователю краткий ориентир: высокий балл свидетельствует о том, что резюме структурировано, содержательно и готово к отправке работодателю, тогда как низкие показатели по отдельным разделам, требующие доработки.

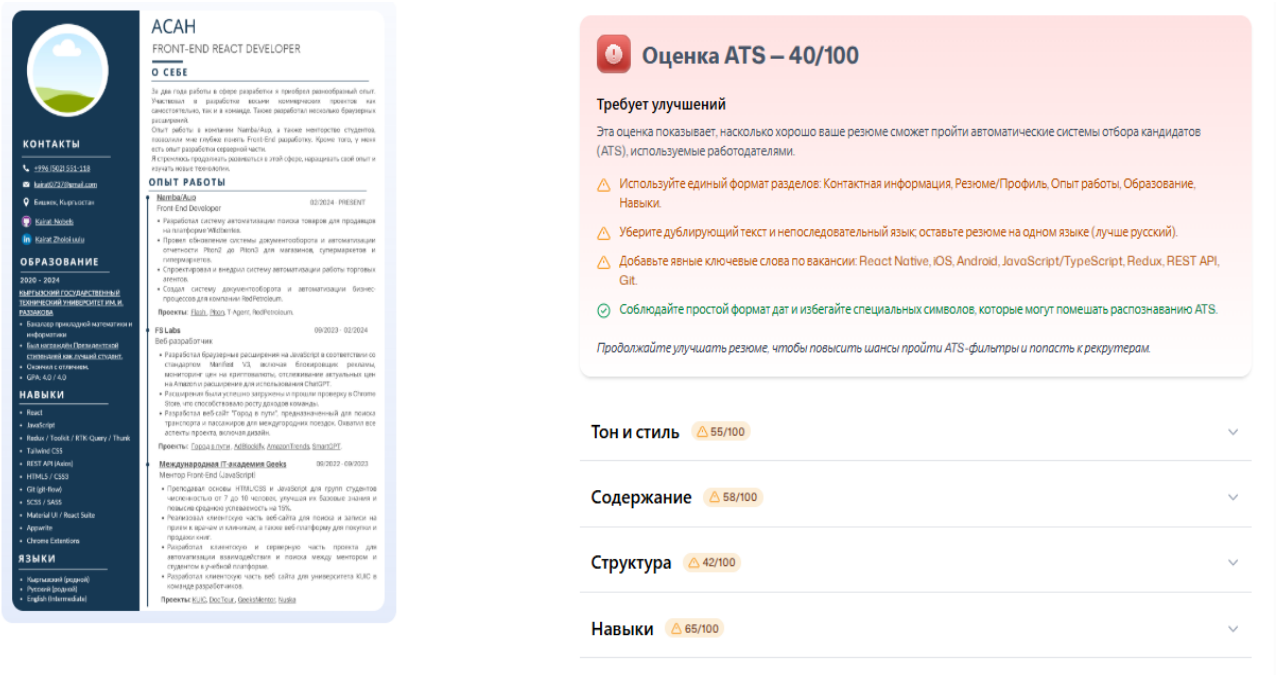


Рисунок 4 - Оценка резюме

Показатель совместимости ATS отражает результаты тестового документа через автоматизированные системы первичного отбора. По завершении анализа необходимо получить отчёт, охватывающий интегральный рейтинг резюме, а также частные оценки структуры, содержания, стилистики и требований соответствия включить позицию.

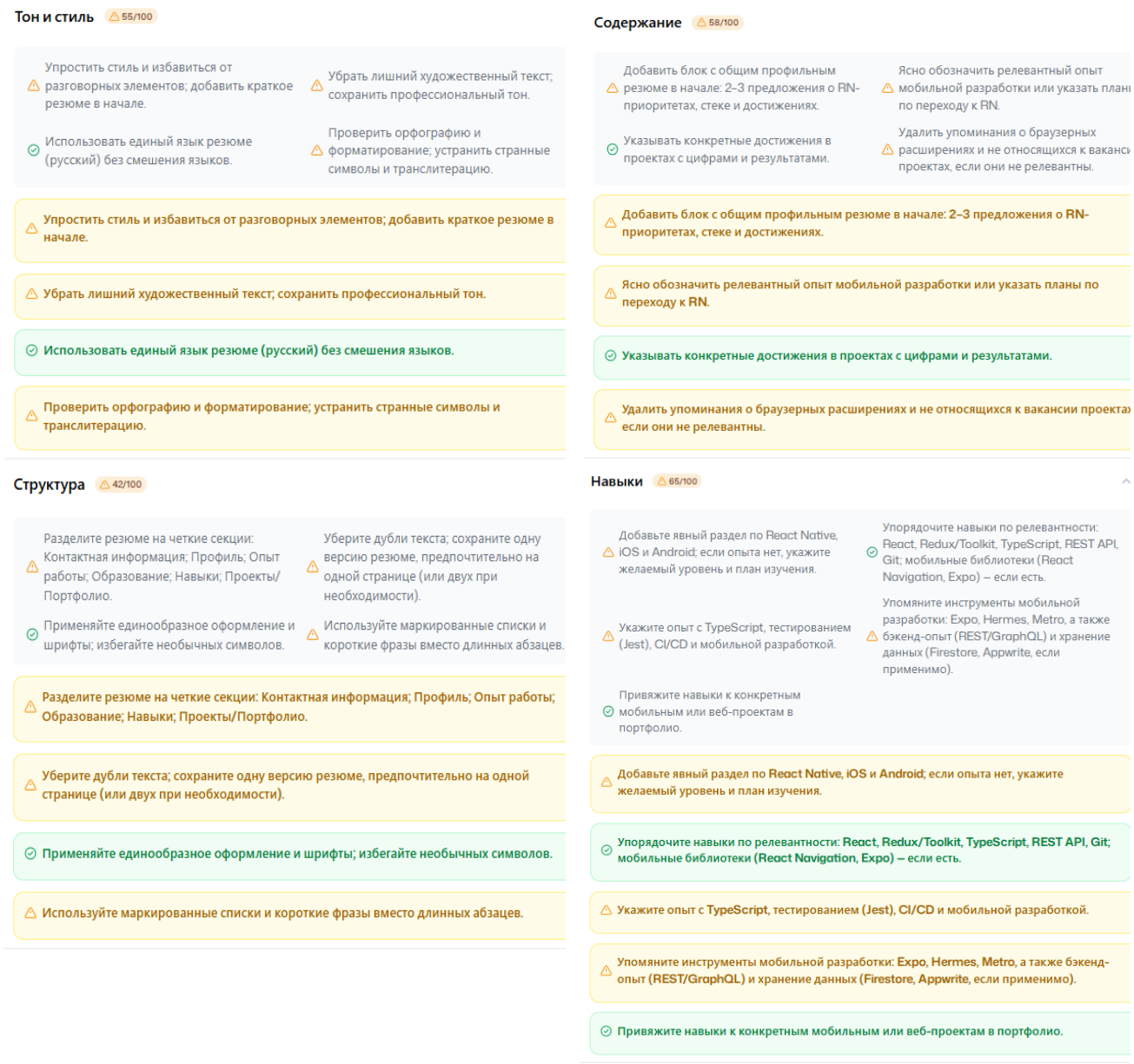


Рисунок 5 - Подробная информация о резюме

Архитектура и принцип работы. Приложение построено на основе клиент-серверной модели с опорой на облачную инфраструктуру. Пользовательский интерфейс реализован на React с использованием TypeScript, что обеспечивает строгую типизацию и долгосрочную последовательность кода; управление состоянием приложения осуществляется с помощью Zustand. Облачное хранилище, авторизация и доступ к интегрированным AI-сервисам через Puter.js.

Конвейер обработки документа включает три последовательных этапа. Загруженный PDF растеризуется в изображении, что позволяет корректно работать с документами жесткой вёрстки. Полученное изображение обрабатывается OCR-модулем, преобразующим традиционные правила в машиночитаемый текст. Извлечённые данные передаются в компьютер искусственного интеллекта, который оценивает структуру соответствия, описанную в рамках концепции, полноту и качество описания профессионального опыта, релевантность заявленных компетенций, стилистическую связность изложений и преимущества успешного проведения ATS-фильтров. Результатом работы конвейера является структурированный отчет с количеством наших затрат и адресными рекомендациями.

Область применения. Система ориентирована на широкий круг пользователей: студентов и специалистов на начальном этапе карьеры, соискателей, самостоятельно готовящих документы для трудоустройства, а также образовательных организаций и карьерных центров, сопровождающих профессиональное развитие своих подопечных. Инструмент позволяет выявить структурные и содержательные недостатки резюме и целенаправленно регулировать их додачу документа работодателю.

В рамках настоящей работы разработано веб-приложение для автоматизированного анализа на основе технологии искусственного интеллекта. Реализованный конвейер полного цикла обработки документа — от загрузки и OCR-распознавания до содержательного анализа и формирования адресных рекомендаций.

Интеграция облачных AI-сервисов дает возможность глубоко оценить профессиональное содержание без привязки к локальной вычислительной инфраструктуре. Архитектурные решения, заложенные при разработке, допускают дальнейшее расширение системы — в частности, подключение специализированных моделей анализа и поддержку дополнительных форматов входных данных.

Список литературы

1. Вікторія Сиротенко. Автоматизация рекрутинга - Практическое пособие по выбору, внедрению и применению ATS-систем, 2020
2. React Documentation- [https://react.dev] (https://react.dev)
3. TypeScript Handbook- [https://www.typescriptland.org] (https://www.typescriptlang.org)
4. Puter AI Platform Documantation- [https://puter.com] (https://puter.com)
5. Zustand State Management Library- [https://zustand-demo.pmnd.rs] (https://zustand-demo.pmnd.rs)
6. Application Tracking Systems: Overview and Usage in Recruitment
7. Optical Character Recognition Technologies in Document Processing.

УДК 004.056(574+575.1+575.2)

Н. Канымет уулу
И. Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы
КГТУ им. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республикасы

N. Kanymet uulu
I. Razzakov KSTU, Bishkek, Kyrgyz Republic

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ КАЗАХСТАНА, УЗБЕКИСТАНА И КЫРГЫЗСТАНА

КАЗАКСТАН, ӨЗБЕКСТАН ЖАНА КЫРГЫЗСТАНДЫН КИБЕРКООПСУЗДУК СИСТЕМАЛАРЫН САЛЫШТЫРМАЛУУ АНАЛИЗДӨӨ

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE CYBERSECURITY SYSTEMS OF KAZAKHSTAN, UZBEKISTAN, AND KYRGYZSTAN

Макалада Борбордук Азиядагы үч мамлекеттин – Казакстандын, Өзбекстандын жана Кыргыз Республикасынын – улуттук киберкоопсуздук системаларынын абалы жана өнүгүүсү салыштырмалуу талдоого алынган. Изилдөөдө ченемдик-укуктук база, уюштуруучулук түзүмдөр (CERT/CSIRT, улуттук жөнгө салуучу органдар), SOC

борборлорунун технологиялык деңгээли жана Эл аралык электр байланыш союзу (ITU) тарабынан түзүлгөн Дүйнөлүк киберкоопсуздук индекси (GCI) боюнча жетишилген көрсөткүчтөр каралган. Регион үчүн жалпы болгон негизги көйгөйлөр аныкталган: маалыматтык коопсуздук боюнча адистердин жетишсиздиги, каржылоонун аздыгы жана ченемдик-укуктук базанын жетишсиз өнүккөндүгү. Ошондой эле Казакстандын аймактагы лидерлигин камсыз кылган негизги факторлор талданган. Салыштырма талдоонун негизинде Казакстан менен Өзбекстандын тажрыйбасын пайдалануу аркылуу Кыргыз Республикасында киберкоопсуздук системасын ыкчам өнүктүрүүгө багытталган сунуштар иштелип чыккан.

***Түйүндүү сөздөр**: киберкоопсуздук, SOC, CERT, Борбордук Азия, Казакстан, Өзбекстан, Кыргызстан, GCI, ченемдик-укуктук база, салыштырма талдоо.*

В статье проведён сравнительный анализ состояния и развития национальных систем кибербезопасности трёх государств Центральной Азии - Казахстана, Узбекистана и Кыргызской Республики. Исследована нормативно-правовая база, организационные структуры (CERT/CSIRT, национальные регуляторы), технологический уровень SOC и достигнутые показатели по глобальному индексу кибербезопасности МСЭ (GCI). Выявлены общие для региона вызовы: дефицит ИБ-кадров, недостаточное финансирование, слабость нормативной базы, - а также факторы, определяющие лидерство Казахстана в регионе. На основе сравнительного анализа сформулированы рекомендации по ускоренному развитию кибербезопасности в Кыргызской Республике с использованием казахстанского и узбекского опыта.

***Ключевые слова:** кибербезопасность, SOC, CERT, Центральная Азия, Казахстан, Узбекистан, Кыргызстан, GCI, нормативная база, сравнительный анализ.*

This paper presents a comparative analysis of the state and development of national cybersecurity systems in three Central Asian countries -Kazakhstan, Uzbekistan, and the Kyrgyz Republic. The regulatory frameworks, organizational structures (CERT/CSIRT, national regulators), SOC technology levels, and performance on the ITU Global Cybersecurity Index (GCI) are examined. Common regional challenges are identified - cybersecurity skills shortages, insufficient funding, weak regulatory frameworks - as well as the factors driving Kazakhstan's regional leadership. Based on the comparative analysis, recommendations are formulated for the accelerated development of cybersecurity in the Kyrgyz Republic, drawing on Kazakhstani and Uzbek experience.

***Key words:** cybersecurity, SOC, CERT, Central Asia, Kazakhstan, Uzbekistan, Kyrgyzstan, GCI, regulatory framework, comparative analysis.*

Введение. Страны Центральной Азии в последнее десятилетие реализуют масштабные программы цифровой трансформации государственного управления и экономики. Развитие электронного правительства, цифрового банкинга, промышленного интернета вещей и «умных городов» создаёт одновременно новые возможности и новые риски. По данным МСЭ, в 2024 году Казахстан занял 31-е место в Глобальном индексе кибербезопасности (GCI), Узбекистан - 47-е, Кыргызская Республика - 68-е [1]. Разрыв между лидером региона (Казахстан) и замыкающим (Кыргызстан) составляет 37 позиций - значительный показатель, за которым стоят конкретные различия в законодательстве, финансировании, кадровом потенциале и технологическом уровне систем защиты. Актуальность сравнительного анализа обусловлена тем, что Казахстан и Узбекистан прошли путь, аналогичный тому, который сейчас предстоит Кыргызской Республике. Анализ их опыта позволяет выявить работающие модели, избежать уже сделанных ошибок и сократить время на формирование национальной системы кибербезопасности. Данная работа восполняет пробел в академической литературе: несмотря на наличие отдельных страновых

исследований, трёхстороннее сравнение систем кибербезопасности КЗ-УЗ-КР в аспекте организации SOC и нормативного регулирования практически отсутствует.

Цель статьи-на основе сравнительного анализа нормативной базы, организационных структур и технологического уровня кибербезопасности КЗ, УЗ и КР сформулировать конкретные рекомендации для Кыргызской Республики по ускоренному достижению регионального среднего уровня зрелости кибербезопасности.

Система кибербезопасности Казахстана: региональный лидер.

Казахстан располагает наиболее развитой в регионе системой кибербезопасности, формирование которой началось в 2013 году с принятия первой национальной стратегии информационной безопасности. Ключевым поворотным моментом стало принятие в 2017 году Закона Республики Казахстан «О кибербезопасности», впервые законодательно закрепившего понятие критической информационной инфраструктуры (КИИ) и установившего обязательные требования к её защите.

Институциональная архитектура кибербезопасности КЗ включает несколько ключевых элементов. Государственная техническая служба (ГТС) при Комитете национальной безопасности является ведущим техническим регулятором: KZ-CERT (Служба реагирования на компьютерные инциденты), созданная в 2010 году, является одной из наиболее технически оснащённых CERT-организаций в СНГ. Министерство цифрового развития, инноваций и аэрокосмической промышленности (МЦРИАП) формирует нормативную базу и координирует цифровое развитие. Национальный координационный центр информационной безопасности (НКЦИБ) при ГТС функционирует как национальный SOC.

Технологический уровень: в Казахстане с 2021 года функционирует система «Киберщит Казахстана», включающая Национальный координационный центр информационной безопасности (НКЦИБ), отраслевые SOC (финансовый, энергетический, телекоммуникационный) и систему обмена Threat Intelligence через платформу KazCERT. По данным МЦРИАП, к 2024 году к НКЦИБ подключено более 350 государственных органов и операторов КИИ [3]. Среднее MTTD для государственных органов КЗ снижено до 6-8 часов, что существенно лучше среднего по региону.

Кадровый потенциал: Казахстан располагает более 8 000 дипломированных специалистов в области ИБ. Созданы специализированные учебные центры (Академия кибербезопасности при ГТС, программы в НИУ «Назарбаев Университет»). Ежегодный выпуск по ИБ-специальностям-около 1 200 человек. Тем не менее и КЗ испытывает дефицит в 3 000-4 000 специалистов практического уровня (L2/L3 аналитики SOC).

Система кибербезопасности Узбекистана: динамично развивающийся средний эшелон.

Узбекистан продемонстрировал наиболее быстрый прогресс в сфере кибербезопасности в регионе за последние пять лет. В 2020 году принят Закон Республики Узбекистан «О кибербезопасности», в 2022 году утверждена Стратегия кибербезопасности до 2026 года. Создано Агентство по кибербезопасности Республики Узбекистан (AKIB)-специализированный регулятор с широкими полномочиями в сфере защиты КИИ [4]. Национальный CERT Узбекистана (UZ-CERT) основан в 2014 году и входит в международные организации FIRST и OIC-CERT. К 2024 году UZ-CERT располагает штатом более 80 специалистов и технической платформой на базе коммерческого SIEM (Kaspersky KUMA), интегрированной с государственными органами. Примечательно, что Узбекистан пошёл по пути централизации: большинство государственных органов подключены к единому государственному SOC при AKIB, что позволило стране к 2024 году достичь 47-го места GCI при существенно меньшем бюджете, чем у Казахстана. Ключевые факторы успеха Узбекистана: (1) политическая воля на высшем уровне -Президент РУ лично курирует вопросы цифровизации и кибербезопасности; (2) последовательность реформ -новые законодательные акты принимаются каждые 2-3 года, планомерно закрывая пробелы; (3) использование международной помощи - ОБСЕ, МСЭ и ООН оказали существенную

техническую поддержку при создании AKIB и UZ-CERT; (4) образовательный приоритет-в 2022 году открыт Ташкентский университет информационных технологий (ТУИТ) с факультетом кибербезопасности, выпускающий 400+ специалистов ежегодно. Отставание от Казахстана по ряду параметров (охват мониторингом КИИ, ML-детекция) объясняется более поздним стартом: системное строительство кибербезопасности в УЗ началось лишь в 2020-2022 годах.

Система кибербезопасности Кыргызской Республики: вызовы и потенциал.

Кыргызская Республика располагает базовой институциональной инфраструктурой кибербезопасности: CERT.KG (создан в 2012 году при поддержке ОБСЕ и JICA) и ГКИТиС КР как основной регулятор в сфере ИКТ. Однако по большинству параметров система кибербезопасности КР уступает соседям - что отражается в 68-м месте GCI 2024. По оценкам авторов, разрыв между реальным и декларируемым уровнем защищённости в КР наиболее велик в регионе. Ключевые слабости системы кибербезопасности КР: отсутствие специального закона о кибербезопасности (в отличие от КЗ с 2017 года и УЗ с 2020 года); CERT.KG располагает штатом менее 30 человек при необходимом минимуме 60-80 для эффективного реагирования на национальном уровне; добровольность взаимодействия с CERT.KG приводит к занижению официальной статистики инцидентов в 3-5 раз по сравнению с реальным положением дел; дефицит ИБ-специалистов превышает 2 000 человек; практически полное отсутствие полноценных SOC (по оценке CERT.KG, не более 3-5 организаций в стране располагают выделенными командами мониторинга ИБ). Вместе с тем КР располагает рядом сильных сторон и благоприятных условий: наличие технических ВУЗов (КГТУ им. И. Раззакова, АУЦА, КРСУ) с потенциалом для подготовки ИБ-кадров; активная международная поддержка-ОБСЕ, МСЭ, USAID финансируют программы развития кибербезопасности; относительно небольшой масштаб государственного сектора позволяет реализовать централизованную модель ГосЦИУСБ с меньшими затратами, чем в КЗ или УЗ; существующие международные партнёрства (ШОС, ОДКБ) открывают каналы получения TI-данных и технической помощи.

Сравнительный анализ систем кибербезопасности.

Таблица 1 - Сравнение систем кибербезопасности: КЗ, УЗ и КР (2024)

Параметр	Казахстан	Узбекистан	Кыргызстан
Позиция GCI МСЭ 2024	31	47	68
Закон о кибербезопасности	Да (2017)	Да (2020)	Нет
Национальный CERT	KZ-CERT (с 2010)	UZ-CERT (с 2014)	CERT.KG (с 2012)
Штат CERT	200+ чел.	80+ чел.	< 30 чел.
Государственный SOC	НКЦИБ (2019)	AKIB SOC (2021)	Нет
Число подключённых к SOC орг.	350+	200+	0-5
Среднее MTTD госорганов	6-8 часов	12-18 часов	72-120 часов
Бюджет на ИБ (% от ИТ-бюджета)	12-15%	8-10%	2-4%
Выпуск ИБ-специалистов/год	~1 200	~400	~100

Дефицит ИБ-специалистов	3 000-4 000	2 000-3 000	2 000+
Обязательное уведомление об инцид.	Да (4 часа для КИИ)	Да (3 часа для КИИ)	Добровольное
Национальная TI-платформа	KazCERT / MISP	UZ-CERT MISP	CERT.KG (огранич.)

Анализ таблицы позволяет выделить несколько ключевых закономерностей. Во-первых, наличие специального закона о кибербезопасности коррелирует с практически всеми позитивными показателями: и в КЗ, и в УЗ принятие закона стало катализатором для создания государственного SOC, увеличения финансирования и расширения штата CERT. КР, не имеющая такого закона, существенно отстаёт по всем этим параметрам. Во-вторых, размер CERT имеет прямую корреляцию с позицией в GCI: CERT с 200+ специалистами обеспечивает качественно иной уровень реагирования, нежели CERT с 30 сотрудниками. В-третьих, централизованная модель государственного SOC, реализованная в УЗ, оказалась более эффективной по соотношению «стоимость/результат», чем децентрализованная модель КЗ.

Факторы, определяющие лидерство Казахстана: уроки для КР.

Сопоставление траекторий развития систем кибербезопасности трёх стран позволяет выделить пять факторов, наиболее значимо влияющих на позицию в GCI и реальный уровень защищённости.

1. Законодательная определённость. Принятие специального закона о кибербезопасности создаёт правовую основу для принятия всех последующих решений: выделения бюджетов, создания структур, установления требований к КИИ. В Казахстане Закон о кибербезопасности (2017) позволил за 5 лет поднять страну с 83-го (GCI 2018) на 31-е место (GCI 2024). Это наиболее быстрый рост в регионе. Для КР принятие аналогичного закона является приоритетом № 1.
2. Политическая воля и финансирование. Без устойчивого бюджетного финансирования кибербезопасность неизбежно деградирует: специалисты уходят в частный сектор, оборудование устаревает, правила корреляции не обновляются. КЗ тратит на ИБ 12-15% от ИТ-бюджета государственного сектора; КР-2-4%. Доведение показателя до 8% уже позволит КР создать базовый CERT и начальный ГосЦИУСБ.
3. Централизованная модель государственного SOC. Опыт Узбекистана убедительно показывает, что централизованная модель (единый государственный SOC, к которому подключаются все органы) работает лучше децентрализованной (каждый орган строит свой SOC) в условиях ограниченных ресурсов. Стоимость централизованного SOC на 10 органов-примерно 1/8 от суммарной стоимости 10 отдельных SOC. Для КР авторы рекомендуют именно централизованную модель на базе ГКИТиС КР.
4. Образование как системный инвестиция. Казахстан начал инвестировать в ИБ-образование на 5-7 лет раньше, чем другие страны региона. Результат - значительно меньший относительный дефицит специалистов. Для КР с единственной реальной кузницей кадров (КГТУ им. Раззакова) необходимо срочное создание магистерской программы «Аналитик SOC/ЦИУСБ» и учебного SOL - что уже реализуется в рамках текущего проекта.
5. Участие в международных форматах TI-обмена. KZ-CERT является членом 7 международных CERT-организаций и получает актуальные IoC практически в реальном времени. CERT.KG входит в FIRST и APCERT, однако технические ограничения (малый штат, слабая платформа) не позволяют эффективно использовать этот потенциал. Оснащение CERT.KG современной MISP-платформой и расширение штата позволит КР существенно повысить качество TI-аналитики.
6.

Сравнительный анализ нормативно-правовых баз.

Таблица 2 - Сравнение нормативной базы кибербезопасности: КЗ, УЗ и КР

Нормативный акт / параметр	Казахстан	Узбекистан	Кыргызстан
Закон о кибербезопасности	Да.2017	Да, 2020	Нет (разрабатывается)
Закон о персональных данных	Да.2013	Да, 2019	Да, 2017 (Закон № 88)
Перечень объектов КИИ	Да, нормативно закреплён	Да, нормативно закреплён	Нет
Требования к SOC для КИИ	Да (обязательный SOC)	Да (обязательный SOC)	Нет
Срок уведомления об инциденте	4 часа (КИИ)	3 часа (КИИ)	Добровольно
Санкции за нарушения ИБ	Штраф до 500 МРП	Штраф до 1 000 МЗП	Штраф до 100 РП
Требования к СЗОИ (сертификация)	Обязательно для КИИ	Обязательно для КИИ	Нет требований
Регулятор КИИ	ГТС при КНБ + МЦРИАП	АКІВ	ГКИТиС (частично)

Принципиальным отличием КР от соседей является отсутствие не только закона о кибербезопасности, но и самого понятия «критическая информационная инфраструктура» в законодательстве. Это означает, что операторы Токтогульской ГЭС, НСМР, платформы «Тундук» де-юре не несут никакой ответственности за состояние ИБ своих ИТКС - в отличие от аналогичных объектов в КЗ и УЗ. Устранение этого пробела является первоочередной законодательной задачей.

Положительным аспектом законодательства КР является относительно современный Закон № 88 «О персональных данных» (2017), который по ряду параметров (72-часовое уведомление об утечке, требование локализации данных) сопоставим с аналогами региона и даже отдельными нормами GDPR ЕС. Это создаёт основу для защиты данных граждан в государственных ИС, которую необходимо дополнить технической инфраструктурой ЦИУСБ.

Модель ускоренного развития кибербезопасности КР на основе регионального опыта.

На основе сравнительного анализа авторами предлагается трёхлетняя модель ускоренного развития кибербезопасности КР, использующая «эффект позднего старта»: возможность перенять наиболее эффективные практики КЗ и УЗ, минуя их ошибки.

Таблица 3 - Дорожная карта развития кибербезопасности КР (2026-2029)

Приоритет	Мера	Аналог в регионе	Срок	Ответственный
1 (Критический)	Принятие Закона КР о кибербезопасности с перечнем КИИ	Закон КЗ 2017, Закон УЗ 2020	2026-2027	ЖК КР, ГКИТиС
1 (Критический)	Создание ГосЦИУСБ при ГКИТиС КР (централиз. модель)	НКЦИБ КЗ, AKIB SOC УЗ	2026-2027	ГКИТиС КР
2 (Высокий)	Расширение штата CERT.KG до 60-80 человек	KZ-CERT 200+, UZ-CERT 80+	2027-2028	ГКИТиС КР, МФ КР
2 (Высокий)	Магистерская программа «Аналитик SOC» в КГТУ	Академия ИБ КЗ, ТУИТ УЗ	2026-2027	КГТУ им. Раззакова
2 (Высокий)	Обязательное уведомление CERT.KG (срок ≤ 4 ч для КИИ)	Требование КЗ и УЗ	2027 (в Законе)	ЖК КР
3 (Средний)	Национальная TI-платформа (MISP + интеграция с KazCERT)	KazCERT, UZ-CERT MISP	2028	CERT.KG, ГКИТиС
3 (Средний)	OT-мониторинг ГЭС и энергообъектов	КЗ: SCADA SOC Самрук	2028-2029	МЭП КР, ГКИТиС

Особое значение для КР имеет возможность использования опыта Казахстана через двусторонние межгосударственные соглашения. В 2023 году подписано Соглашение о сотрудничестве КЗ-КР в сфере цифрового развития, предусматривающее в том числе обмен в области кибербезопасности. Авторы рекомендуют в рамках данного соглашения запросить: методологическую поддержку при разработке Закона КР о кибербезопасности; доступ к TI-данным KZ-CERT; стажировку специалистов CERT.KG в Академии кибербезопасности КЗ (квота 10-15 человек ежегодно). Централизованная модель государственного SOC, реализованная в Узбекистане за 2021-2023 годы, представляет наиболее прагматичный образец для КР с учётом близких бюджетных реалий. По оценкам авторов, создание ГосЦИУСБ КР по централизованной модели УЗ потребует около 27 млн сомов в первый год и 13 млн сомов/год в последующие - при охвате 10-15 государственных органов. Это соответствует ~0,9% совокупного ИТ-бюджета государственного сектора КР и является реалистичной инвестицией.

Заключение. Проведённый сравнительный анализ систем кибербезопасности Казахстана, Узбекистана и Кыргызской Республики позволяет сформулировать следующие выводы.

Во-первых, разрыв в 37 позиций GCI между Казахстаном и Кыргызстаном не является непреодолимым: Узбекистан за 4 года (2020-2024) продвинулся в GCI на 28 позиций вверх - при сопоставимых с КР стартовых условиях. Ключевым инструментом стало принятие специального закона и создание государственного SOC. Этот путь доступен и для КР. Во-вторых, централизованная модель государственного SOC (опыт AKIB УЗ) значительно эффективнее при ограниченных ресурсах, чем децентрализованная. Для КР межведомственный ГосЦИУСБ при ГКИТиС КР является оптимальным решением с ROI, положительным уже со второго года.В-третьих, образование является самой длинной, но и самой важной инвестицией. КЗ опередил регион именно потому, что вложился в ИБ-образование раньше всех. КР не имеет права откладывать создание специализированных магистерских программ и учебных SOC. В-четвёртых, международное сотрудничество (ОБСЕ, МСЭ, ШОС, двусторонние соглашения с КЗ) может существенно ускорить и удешевить развитие кибербезопасности КР. Международные организации готовы финансировать и экспертно сопровождать создание ГосЦИУСБ - необходима политическая воля и проработанный проект со стороны КР. Авторы полагают, что реализация предложенной дорожной карты позволит КР к 2030 году достичь 45-50-го места GCI - уровня, соответствующего текущей позиции Узбекистана, - и сформировать устойчивую национальную экосистему кибербезопасности.

Список литературы

1. ITU Global Cybersecurity Index 2024. - Geneva: ITU, 2024. URL: https://www.itu.int/en/ITU-D/Cybersecurity/Pages/global-cybersecurity-index.aspx
2. Закон Республики Казахстан от 28 января 2017 года «О кибербезопасности». - Нур-Султан, 2017.
3. МЦРИАП РК. Отчёт о состоянии кибербезопасности в Казахстане 2024. - Астана: МЦРИАП, 2024.
4. Закон Республики Узбекистан от 15 апреля 2022 года № ЗРУ-764 «О кибербезопасности». - Ташкент, 2022.
5. Агентство по кибербезопасности Республики Узбекистан (AKIB). Отчёт о деятельности 2023. - Ташкент: AKIB, 2024.
6. CERT.GOV.KG. Годовой отчёт об инцидентах информационной безопасности 2024. - Бишкек: CERT.GOV.KG, 2024.
7. ОБСЕ. Кибербезопасность в Центральной Азии: оценка потребностей и рекомендации. - Вена: ОБСЕ, 2023.
8. Positive Technologies. Актуальные киберугрозы: Центральная Азия 2024. - М.: Positive Technologies, 2025.
9. Miloslavskaya N., Tolstoy A. Big Data Information Security Monitoring. - Proc. IEEE AINA-2016, 2016.
10. ГКИТиС КР. Отчёт о развитии цифровой экономики Кыргызской Республики 2023. - Бишкек: ГКИТиС КР, 2024.
11. Назарбаев Университет. Академия кибербезопасности Казахстана: программа подготовки специалистов. - Астана, 2024.
12. ШОС. Соглашение о сотрудничестве в сфере международной информационной безопасности. - 2023.

УДК 004.89:620.179:624.07

А.К. Кармышаков, А.А. Орозбаев
И. Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы
КГТУ им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика

A.K. Karmyshakov, A.A. Orozbaev
I. Razzakov KSTU, Bishkek, Kyrgyz Republic

АНАЛИЗ МЕТОДОВ РАЗРАБОТКИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ МЕХАНИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

МЕХАНИКАЛЫК КОНСТРУКЦИЯЛАРДЫ ДИАГНОСТИКАЛООНУН ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫК СИСТЕМАСЫН ИШТЕП ЧЫГУУ ЫКМАЛАРЫН ТАЛДОО

ANALYSIS OF METHODS FOR DEVELOPING AN INTELLIGENT DIAGNOSTIC SYSTEM FOR MECHANICAL STRUCTURES

Макалада инфокоммуникациялык технологиялардын негизинде механикалык конструкцияларды диагностикалоочу интеллектуалдык системаны иштеп чыгуу ыкмалары каралат. Негизги көңүл өлчөө, маалыматтарды чогултуу, зымсыз берүү, сигналдарды иштетүү жана конструкциялардын техникалык абалын интеллектуалдык талдоо ыкмаларын тандоого бурулган. Жаракаларды, деформацияларды жана титирөөлөрдү аныктоочу сенсордук көзөмөл ыкмалары, IoT-архитектурасын түзүү жолдору, маалыматтарды Wi-Fi, GSM, LoRa жана Bluetooth технологиялары аркылуу өткөрүү, ошондой эле босоголук диагностика, сигналдарды чыпкалоо, аномалияларды аныктоо жана бузулууларды алдын ала болжолдоо алгоритмдери каралган. Аппараттык каражаттарды, инфокоммуникациялык технологияларды жана интеллектуалдык алгоритмдерди айкалыштыруу механикалык конструкциялардын техникалык абалын алыстан натыйжалуу мониторингдөө системасын түзүүгө мүмкүндүк берери көрсөтүлгөн.

Түйүндүү сөздөр: *механикалык конструкциялар, интеллектуалдык диагностика, инфокоммуникациялык технологиялар, IoT, сенсорлор, мониторинг, жаракалар, деформация, титирөө, ESP32.*

В статье рассматриваются методы разработки интеллектуальной системы диагностики механических конструкций на основе инфокоммуникационных технологий. Основное внимание уделяется выбору методов измерения, сбора данных, беспроводной передачи информации, обработки сигналов и интеллектуального анализа состояния конструкций. Рассмотрены датчиковые методы контроля трещин, деформаций и вибраций, методы построения IoT-архитектуры, способы передачи данных через Wi-Fi, GSM, LoRa и Bluetooth, а также алгоритмы пороговой диагностики, фильтрации, выявления аномалий и прогнозирования дефектов. Показано, что сочетание аппаратных средств, инфокоммуникационных технологий и интеллектуальных алгоритмов позволяет создать эффективную систему дистанционного мониторинга технического состояния механических конструкций.

Ключевые слова: *механические конструкции, интеллектуальная диагностика, инфокоммуникационные технологии, IoT, датчики, мониторинг, трещины, деформация, вибрация, ESP32.*

This article examines the main methods for developing an intelligent diagnostic system for mechanical structures. Special attention is paid to methods for monitoring cracks, deformation, vibration, and changes in the technical condition of structures during operation. Sensor-based

measurement methods, data acquisition and processing methods, threshold diagnostic algorithms, trend analysis, anomaly detection, and the use of artificial intelligence elements are considered. It is shown that the most effective approach is a comprehensive one that combines measuring devices, software-based data processing, and intelligent algorithms for assessing the condition of a structure.

Key words: *mechanical structures, diagnostics, intelligent system, cracks, deformation, vibration, sensors, monitoring, data analysis, technical condition.*

Введение. Механические конструкции в процессе эксплуатации подвергаются воздействию различных нагрузок, вибраций, температурных изменений, влажности, коррозии и усталостных процессов. В результате этого в них могут возникать трещины, деформации, смещения и другие дефекты, снижающие надежность и безопасность объекта. Особенно актуальной становится задача своевременного обнаружения повреждений на ранней стадии, когда еще возможно предотвратить развитие аварийной ситуации.

Традиционные методы диагностики основаны на визуальном осмотре, ручных измерениях и периодическом обследовании. Однако такие методы не всегда обеспечивают непрерывность контроля и зависят от квалификации специалиста. Поэтому перспективным направлением является разработка интеллектуальной системы диагностики на основе инфокоммуникационных технологий, которая позволяет автоматически собирать данные, передавать их на сервер, анализировать и формировать предупреждения.

Целью данной статьи является анализ методов разработки интеллектуальной системы диагностики механических конструкций на основе инфокоммуникационных технологий.

Первым этапом разработки системы диагностики является выбор методов измерения параметров, характеризующих состояние конструкции. Для механических конструкций наиболее важными являются раскрытие трещин, деформация, вибрация, смещение, температура и влажность.

Для контроля трещин применяется метод измерения относительного перемещения между двумя точками конструкции. Датчик устанавливается по обе стороны трещины. Если трещина расширяется, расстояние между точками изменяется, и датчик фиксирует это изменение.

В качестве измерительных элементов могут использоваться:

– линейные датчики перемещения;
– потенциометрические датчики;
– индуктивные датчики;
– оптические датчики;
– цифровые датчики расстояния.

Преимущество данного метода заключается в простоте реализации и наглядности результата. Он особенно удобен для лабораторного макета, где можно показать изменение раскрытия трещины в миллиметрах.

Тензометрический метод основан на измерении деформации материала под действием нагрузки. Для этого на поверхность конструкции устанавливаются тензодатчики. При деформации конструкции изменяется электрическое сопротивление датчика, что позволяет определить величину деформации.

Данный метод подходит для металлических балок, ферм, мостовых элементов, опор и других нагруженных конструкций. Его преимущество заключается в высокой чувствительности. Однако для точной работы требуется правильная установка датчика, калибровка и защита от влаги и механических повреждений.

Вибрационный метод используется для анализа динамического состояния конструкции. С помощью акселерометров или вибродатчиков измеряются колебания объекта. Изменение частоты, амплитуды или характера вибраций может указывать на появление дефекта, ослабление соединений или изменение жесткости конструкции.

Такой метод особенно важен для мостов, промышленных установок, механизмов и конструкций, работающих под динамической нагрузкой. Вибрационные данные могут использоваться не только для текущего контроля, но и для прогнозирования технического состояния объекта.

Температура и влажность не всегда являются основными диагностическими параметрами, но они сильно влияют на состояние конструкции и точность измерений. Например, температурное расширение может вызвать изменение показаний датчика перемещения, а высокая влажность ускоряет коррозию металлических элементов. Поэтому температурно-влажностный контроль следует использовать как дополнительный метод диагностики.

После выбора датчиков необходимо организовать сбор данных. Для этого используется микроконтроллер или встроенный вычислительный модуль. В учебных и практических системах удобным решением является применение ESP32, так как он поддерживает Wi-Fi, Bluetooth, имеет достаточное количество входов и низкое энергопотребление.

Методы сбора данных включают:

– периодическое считывание показаний датчиков;
– преобразование аналоговых сигналов в цифровой формат;
– первичную фильтрацию помех;
– усреднение измерений;
– формирование информационного пакета;
– передачу данных на сервер.

Например, если используется датчик раскрытия трещины, микроконтроллер получает сигнал, преобразует его в значение раскрытия трещины в миллиметрах и передает результат в систему мониторинга.

Для уменьшения случайных ошибок можно использовать метод скользящего среднего. В этом случае система не использует одно мгновенное значение, а рассчитывает среднее значение за несколько измерений. Это позволяет уменьшить влияние шумов и случайных отклонений.

Инфокоммуникационные технологии являются основой дистанционной диагностики. Они обеспечивают передачу данных от измерительного устройства к серверу, компьютеру или мобильному приложению.

Wi-Fi подходит для объектов, расположенных в зданиях, лабораториях или на территории предприятия. Преимущество метода — высокая скорость передачи данных и простота подключения к сети. Недостаток — ограниченная дальность и зависимость от наличия Wi-Fi-инфраструктуры.

GSM-связь применяется для удаленных объектов, где отсутствует Wi-Fi. Система может передавать данные через мобильную сеть. Это удобно для мостов, опор, трубопроводов и других объектов, расположенных вне помещений. Недостатком является необходимость SIM-карты и наличие покрытия мобильной связи.

LoRa подходит для передачи небольших объемов данных на большие расстояния при низком энергопотреблении. Этот метод эффективен для автономных систем мониторинга, где данные передаются не постоянно, а через заданные интервалы времени. LoRa особенно полезна при контроле распределенных инженерных объектов.

Bluetooth может использоваться для локальной настройки системы или передачи данных на смартфон рядом с объектом. Он удобен для лабораторного макета, но не подходит для полноценного удаленного мониторинга на больших расстояниях.

Таким образом, выбор метода передачи данных зависит от условий эксплуатации. Для учебного макета достаточно Wi-Fi или Bluetooth, а для реального объекта целесообразно использовать GSM или LoRa.

Для обмена информацией между микроконтроллером, сервером и пользовательским интерфейсом удобно использовать формат JSON. Он имеет простую структуру и хорошо

подходит для IoT-систем. Такая система содержит информацию об объекте, датчике, измеренных параметрах и времени измерения. После передачи данные сохраняются в базе данных. Хранение истории измерений позволяет строить графики, анализировать тенденции и выявлять постепенное развитие дефекта.

Для хранения данных могут использоваться:

– локальная база данных;
– облачная база данных;
– сервер предприятия;
– IoT-платформа.

Облачное хранение удобно тем, что пользователь может получить доступ к данным из любого места через интернет.

Интеллектуальная система отличается от обычной измерительной системы тем, что она не только собирает данные, но и анализирует состояние конструкции. Для этого применяются различные методы обработки и диагностики.

- Пороговый метод является самым простым и понятным. Суть метода заключается в сравнении измеренного значения с заранее заданным допустимым пределом.

Например:

– раскрытие трещины до 0,3 мм — нормальное состояние;
– 0,3–0,5 мм — предупреждение;
– более 0,5 мм — опасное состояние.

Преимущество метода — простота реализации. Недостаток — он не всегда учитывает скорость развития дефекта и условия эксплуатации.

- Метод анализа тенденции учитывает изменение параметра во времени. Важно не только текущее значение трещины, но и скорость ее увеличения. Например, если раскрытие трещины увеличивается каждый день, система может заранее предупредить о возможном достижении опасного уровня. Этот метод более информативен, чем обычное сравнение с порогом, так как позволяет прогнозировать развитие повреждения.

- Метод выявления аномалий используется для обнаружения резких отклонений от нормального поведения конструкции. Например, если вибрация резко увеличилась или датчик зафиксировал скачок деформации, система может определить это как аномальное событие. Аномалии могут быть связаны с резким изменением нагрузки, повреждением конструкции, ошибкой датчика или внешним воздействием. Поэтому после обнаружения аномалии система должна сформировать предупреждение для специалиста.

- Методы машинного обучения используются при наличии большого объема данных. Система может обучаться на исторических данных и классифицировать состояние конструкции как нормальное, предаварийное или аварийное.

Возможные методы:

– деревья решений;
– метод опорных векторов;
– нейронные сети;
– алгоритмы кластеризации;
– регрессионные модели для прогнозирования.

Методы машинного обучения повышают точность диагностики, но требуют большого количества качественных данных и предварительного обучения модели.

- Методы визуализации и оповещения удобно для пользователя, так как система имеет понятный интерфейс. В нем могут отображаться:

– текущее состояние объекта;
– значения датчиков;
– графики изменения параметров;
– история измерений;
– предупреждения;
– аварийные сообщения.

Оповещение может выполняться несколькими способами:
– сообщение в мобильном приложении;
– SMS;
– уведомление по электронной почте;
– звуковая или световая сигнализация;
– сообщение в веб-интерфейсе.
Наличие системы оповещения позволяет быстро реагировать на опасные изменения и принимать меры до возникновения аварии.

Сравнительный анализ методов

Метод	**Назначение**	**Преимущества**	**Недостатки**
Контроль трещин	Измерение раскрытия трещины	Простота, наглядность	Контроль только локального участка
Тензометрия	Измерение деформации	Высокая чувствительность	Требуется точная установка
Вибрационный анализ	Контроль динамического состояния	Подходит для работающих конструкций	Сложная обработка сигналов
Пороговый анализ	Простая диагностика	Легко реализовать	Не прогнозирует дефект
Анализ тенденции	Прогноз развития дефекта	Учитывает динамику	Требует истории данных
Машинное обучение	Интеллектуальная классификация	Высокая точность при обучении	Требует большого набора данных

Выбор оптимального метода для разрабатываемой системы.

Для практической разработки системы диагностики механических конструкций целесообразно использовать комбинированный подход. Это означает, что система должна объединять несколько методов одновременно.
Для лабораторного макета можно выбрать следующую структуру:
– линейный датчик перемещения для контроля раскрытия трещины;
– датчик вибрации для оценки динамического состояния;
– датчик температуры и влажности для учета внешних условий;
– микроконтроллер ESP32 для сбора и передачи данных;
– Wi-Fi для передачи информации;
– JSON-формат для обмена данными;
– пороговый алгоритм и анализ тенденции для диагностики;
– веб-интерфейс или мобильное приложение для отображения результатов.

Такой вариант является достаточно простым, недорогим и понятным для реализации. При этом он демонстрирует основные принципы интеллектуальной диагностики: измерение, передача, хранение, анализ и оповещение.

Для реального промышленного применения систему можно дополнить GSM или LoRa-модулем, автономным питанием, защитным корпусом, облачной базой данных и более сложными алгоритмами анализа.

Заключение.

Проведенный анализ методов разработки интеллектуальной системы диагностики механических конструкций на основе инфокоммуникационных технологий показывает, что наиболее эффективным является комплексный подход. Он должен включать методы измерения трещин, деформаций и вибраций, методы беспроводной передачи данных, программную обработку сигналов и интеллектуальный анализ состояния конструкции.
Наиболее простым и доступным вариантом для начальной реализации является система на основе микроконтроллера ESP32, линейного датчика перемещения, датчика вибрации и Wi-

Fi-передачи данных. Для диагностики можно использовать пороговый метод, анализ тенденции и выявление аномалий.

Применение инфокоммуникационных технологий позволяет организовать дистанционный мониторинг, хранение истории измерений и автоматическое оповещение о критических изменениях. В результате повышается надежность эксплуатации механических конструкций, снижается риск аварийных ситуаций и уменьшается зависимость от ручного контроля.

В дальнейшем система может быть усовершенствована за счет применения машинного обучения, расширения набора датчиков, повышения энергоэффективности и интеграции с облачными платформами промышленного мониторинга.

Список литературы

1. ГОСТ 31937–2011. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния.
2. ГОСТ 34081–2017. Здания и сооружения. Определение параметров основного тона собственных колебаний.
3. ISO 13374-1:2003. Condition monitoring and diagnostics of machines — Data processing, communication and presentation.
4. ISO 17359:2018. Condition monitoring and diagnostics of machines — General guidelines.
5. Farrar C. R., Worden K. Structural Health Monitoring: A Machine Learning Perspective. Wiley, 2013.
6. Lynch J. P., Loh K. J. A summary review of wireless sensors and sensor networks for structural health monitoring. Shock and Vibration Digest, 2006.
7. Akyildiz I. F., Su W., Sankarasubramaniam Y., Cayirci E. Wireless sensor networks: a survey. Computer Networks, 2002.
8. Gubbi J., Buyya R., Marusic S., Palaniswami M. Internet of Things: A vision, architectural elements, and future directions. Future Generation Computer Systems, 2013.
9. Клюев В. В. Неразрушающий контроль и диагностика. Москва: Машиностроение.
10. Иванов А. А. Мониторинг технического состояния строительных конструкций с применением датчиков деформации. Инженерный журнал.
11. Белов С. В. Информационные технологии в системах технической диагностики. Москва: Радио и связь.
12. Espressif Systems. ESP32 Series Datasheet.
13. IEEE Standard for Internet of Things architectural framework. IEEE Std 2413.
14. Al-Fuqaha A., Guizani M., Mohammadi M., Aledhari M., Ayyash M. Internet of Things: A Survey on Enabling Technologies, Protocols, and Applications. IEEE Communications Surveys & Tutorials, 2015.
15. Worden K., Manson G. The application of machine learning to structural health monitoring. Philosophical Transactions of the Royal Society A, 2007.

УДК 004.056.5

М.Ч. Борубаев, А.С. Касыбекова
И. Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы
КГТУ им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика

M.Ch. Borubayev, A.S. Kasybekova
I. Razzakov KSTU, Bishkek, Kyrgyz Republic
bor_mirbek@kstu.kg, akas28932@kstu.kg

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ РАЗГРАНИЧЕНИЯ ДОСТУПА И ОБЕСПЕЧЕНИЯ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ В МЕДИЦИНСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

МЕДИЦИНАЛЫК МААЛЫМАТ СИСТЕМАЛАРЫНДА ЖЕТКИЛИКТҮҮЛҮК МЕНЕН КИБЕРКООПСУЗДУКТУ КАМСЫЗДООНУН АРАСЫН АЖЫРЫМДОО ЖАНА ЗАМАНБАП ЫКМАЛАРЫН ТАЛДОО

ANALYSIS OF MODERN METHODS OF ACCESS CONTROL AND CYBERSECURITY IN MEDICAL INFORMATION SYSTEMS

Изилдөөнүн максаты – медициналык маалымат системаларында (ММС) жеткиликтүүлүктү чектөөнүн жана киберкоопсуздукту камсыздоонун заманбап ыкмаларын талдоо. Макалада медициналык маалыматтарды коргоо боюнча ченемдик-укуктук актылар салыштырылып, маалымат купуялуулук деңгээлдери боюнча классификацияланат. Жеткиликтүүлүктү чектөө моделдери (DAC, MAC, RBAC, ABAC), аутентификация ыкмалары, шифрлөө технологиялары, коркунучтарды моделдөө (STRIDE, MITRE ATT&CK) жана тобокелдиктерди баалоо (ISO/IEC 27005) каралат. Уюштуруу контексти бар кеңейтилген RBAC модели негизделет.

Түйүндүү сөздөр: *маалыматтык коопсуздук, медициналык маалыматтык система, жетүүнү чектөө, RBAC, ABAC, мультитенанттуулук, киберкоопсуздук, аутентификация, персоналдык маалыматтарды шифрлөө, коркунучтарды моделдөө, аудит, жүрүм-турумдук аналитика.*

Целью статьи является рассмотрение основных методов и технологий обеспечения разграничения доступа и кибербезопасности в медицинских информационных системах (МИС). В статье приведён сравнительный анализ нормативно-правовых актов в области защиты медицинских данных, выполнена классификация медицинской информации по уровням конфиденциальности и рассмотрены модели разграничения доступа (DAC, MAC, RBAC, ABAC) применительно к медицинской предметной области. Описаны методы аутентификации, технологии шифрования данных, методологии моделирования угроз (STRIDE, MITRE ATT&CK) и количественной оценки рисков (ISO/IEC 27005). Обоснован выбор расширенной модели RBAC с организационным контекстом, усиленной контекстно-зависимыми политиками ABAC.

Ключевые слова: *информационная безопасность, медицинская информационная система, разграничение доступа, RBAC, ABAC, мультитенантность, кибербезопасность, аутентификация, шифрование персональных данных, моделирование угроз, аудит, поведенческая аналитика.*

The purpose of this article is to review the main methods and technologies for ensuring access control and cybersecurity in medical information systems (MIS). The article provides a comparative analysis of regulatory acts in the field of medical data protection, classifies medical information by confidentiality levels, and examines access control models (DAC, MAC, RBAC, ABAC) as applied to the medical domain. Authentication methods, data encryption technologies, threat modeling methodologies (STRIDE, MITRE ATT&CK), and quantitative risk assessment (ISO/IEC 27005) are described. The choice of an extended RBAC model with organizational context, enhanced by context-aware ABAC policies, is substantiated.

Key words: *information security, medical information system, access control, RBAC, ABAC, multitenancy, cybersecurity, authentication, multi-factor authentication, personal data encryption, threat modeling, audit, behavioral analytics, UEBA.*

Введение. В современном мире, где технологии становятся всё более интегрированными в каждый аспект жизни общества, медицинские информационные системы (МИС) играют ключевую роль в системе здравоохранения. Цифровая трансформация системы здравоохранения сопровождается переходом от бумажных медицинских карт к электронным медицинским записям, что многократно увеличивает объём обрабатываемых конфиденциальных данных и одновременно расширяет поверхность атаки на эти данные. Обеспечение информационной безопасности МИС является критически важной задачей, поскольку медицинские данные относятся к категории особо чувствительной информации.

В отличие от финансовых данных, утечка которых преимущественно влечёт материальный ущерб, компрометация медицинских данных способна нанести субъекту персональных данных непоправимый вред, затрагивающий все сферы его жизни. Информация о диагнозах, особенно социально стигматизированных заболеваниях (психические расстройства, ВИЧ-инфекции, наркологические заболевания), может стать инструментом дискриминации в социальной или трудовой среде, основой для шантажа и психологического давления. При этом медицинские данные не могут быть «отозваны» — информация о диагнозе сохраняет актуальность на протяжении всей жизни пациента.

Для защиты МИС от киберугроз используется ряд методов, каждый из которых имеет свои особенности и области применения. Один из основных подходов — использование многоуровневых защитных мер, которые включают организационные, физические, процедурные и программные механизмы обеспечения безопасности. Рассмотрим ключевые методы, применяемые в современных МИС:

Нормативно-правовое регулирование. На национальном (Закон КР «О защите персональных данных», Закон КР «Об охране здоровья граждан») и международном уровнях (HIPAA, GDPR, ISO 27799, ISO/IEC 27001:2022, HL7 FHIR) сформирована развитая система требований к защите медицинских данных, задающая методологические ориентиры для проектирования защищённых медицинских систем.

Разграничение доступа. Реализация принципа минимальных привилегий через ролевую модель (RBAC) или атрибутную модель (ABAC), при которой каждый пользователь получает исключительно те права, которые необходимы для выполнения его функциональных обязанностей.

Надёжная аутентификация. Применение многофакторной аутентификации, единого входа через государственные системы идентификации, аутентификации на основе цифровых сертификатов и биометрических методов.

Шифрование данных. Защита данных при хранении (data at rest) и передаче (data in transit) посредством криптографических методов, включая TLS, прозрачное шифрование данных (TDE) и шифрование на уровне отдельных полей базы данных.

Аудит и мониторинг. Непрерывный мониторинг и регулярные аудиты безопасности позволяют своевременно обнаруживать и реагировать на подозрительные действия или нарушения безопасности.

Поведенческий анализ. Применение методов поведенческой аналитики (UEBA) для выявления угроз, которые невозможно обнаружить традиционными средствами разграничения доступа, таких как инсайдерские утечки и компрометация учётных записей.

Применение этих методов в комплексе позволяет создать многослойную систему защиты, способную противостоять разнообразным киберугрозам. Далее в статье рассматриваются основные подходы и проводится сравнительный анализ их применимости к специфике медицинской предметной области.

Нормативно-правовая основа защиты медицинских данных

Осознание рисков, связанных с обработкой медицинских данных в электронной форме, привело к формированию развитой нормативно-правовой базы, которую можно рассматривать на нескольких уровнях. На национальном уровне в Кыргызской Республике защита медицинских данных регулируется Конституцией (2021 г.), Законом КР «О защите

персональных данных» (№ 58, 2008 г.), Законом КР «Об охране здоровья граждан» (№ 6, 2005 г.) и Законом КР «Об информации персонального характера». Закон КР «О защите персональных данных» закрепляет принципы обработки персональных данных, включая обязанность оператора ограничить доступ кругом уполномоченных лиц и обеспечить учёт операций с персональными данными, что непосредственно обусловливает необходимость реализации механизмов разграничения доступа и аудита.

На международном уровне ключевую роль играют HIPAA Security Rule (США), General Data Protection Regulation (GDPR, ЕС), ISO 27799:2016 (международный стандарт по управлению информационной безопасностью в здравоохранении) и ISO/IEC 27001:2022. Стандарт HL7 FHIR, будучи в первую очередь стандартом интероперабельности, включает развитую модель безопасности, основанную на протоколах OAuth 2.0 и OpenID Connect, фреймворке SMART on FHIR и механизме управления согласием пациента. Сравнительный анализ нормативных актов приведён в таблице 1.

Таблица 1. — Сравнительный анализ нормативно-правовых актов в области защиты медицинских данных

Критерий	**Закон КР «О ПД»**	**HIPAA (США)**	**GDPR (ЕС)**	**ISO 27799**
Год принятия	2008	1996	2018	2016
Сфера действия	Все ПД граждан КР	Электронные ePHI	Все ПД граждан ЕС	ИС здравоохранения
Требования к доступу	Общие принципы	Security Rule	Ст. 9, 32	Раздел 9
Требования к аудиту	Не конкретиз.	§164.312(b)	Ст. 30 (реестр)	Раздел 12
Шифрование	Не конкретиз.	Addressable	Ст. 32	Рекомендовано
Штрафы	До 100 тыс. сом	До $1,5 млн/год	До 4 % оборота	Нет (добровольн.)
Применимость к МИС	Прямая	Методологическая	Методологическая	Прямая (отраслев.)

Сравнительный анализ нормативно-правовой базы позволяет синтезировать пять инвариантных требований к МИС, применимых вне зависимости от юрисдикции: обязательный контроль доступа на основе принципа минимальных привилегий; надёжная аутентификация; полнота аудита; интеграция механизмов защиты в архитектуру системы на этапе проектирования (Privacy by Design); защита данных при хранении и передаче.

Классификация медицинской информации по уровням конфиденциальности.

Ключевым этапом проектирования системы разграничения доступа является классификация информации – определение категорий данных и присвоение каждой категории уровня конфиденциальности, определяющего требуемые меры защиты. На основании анализа требований законодательства Кыргызской Республики и рекомендаций международных стандартов целесообразно выделить четыре уровня конфиденциальности медицинской информации.

Идентификационные данные пациента (ФИО, ПИН, дата рождения, контакты) – необходимы широкому кругу медицинских работников, потенциальный ущерб от утечки оценивается как умеренный.

Клинические данные (диагнозы по МКБ-10, результаты обследований, назначения) – ядро медицинской информации, составляющее врачебную тайну. Доступ должен быть предоставлен только медицинскому персоналу, непосредственно участвующему в оказании помощи; потенциальный ущерб от утечки – высокий.

Особо чувствительные данные (психиатрические диагнозы, ВИЧ-статус, наркологический учёт, информация о родственных связях) – подлежат наиболее строгому

контролю, доступ ограничен узким кругом уполномоченных специалистов соответствующего профиля.

Административные данные (полис ОМС, прикрепление, социальный статус, гражданство) – менее чувствительны с точки зрения врачебной тайны, доступны более широкому кругу пользователей, включая административный персонал.

Анализ моделей разграничения доступа.

Для обоснованного выбора модели, наиболее подходящей для медицинских информационных систем, необходимо рассмотреть основные модели разграничения доступа и оценить их применимость к специфике медицинской предметной области.

Дискреционное управление доступом (DAC – Discretionary Access Control) является исторически первой и наиболее простой моделью. Владелец ресурса самостоятельно определяет, кому предоставить доступ к этому ресурсу и какие операции разрешить. Примером DAC являются файловые системы UNIX/Linux. К недостаткам DAC применительно к медицинским системам относятся отсутствие централизованного управления и возможность бесконтрольной передачи прав владельцем ресурса.

Мандатное управление доступом (MAC – Mandatory Access Control) представляет собой противоположный подход, в котором решения о доступе принимаются системой на основе меток безопасности. Каждому субъекту присваивается уровень допуска, а каждому объекту – уровень конфиденциальности. MAC обеспечивает высокий уровень безопасности и широко используется в военных и государственных системах. Однако применительно к МИС MAC имеет серьёзные ограничения: сложность администрирования (статическая классификация уровня конфиденциальности данных затруднительна) и отсутствие гибкости при исключениях (правило «no write down» модели Белла-ЛаПадулы создало бы проблемы, когда врач с допуском к особо чувствительным данным не смог бы создавать записи обычного уровня).

Ролевое управление доступом (RBAC – Role-Based Access Control) формально стандартизовано Национальным институтом стандартов и технологий США (NIST) и определяет четыре уровня: Flat RBAC (базовая модель), Hierarchical RBAC (иерархия ролей), Constrained RBAC (разделение обязанностей), Symmetric RBAC (функции обзора). RBAC сочетает простоту администрирования через роли с возможностью настройки политик доступа, что делает её наиболее распространённой моделью в современных корпоративных и медицинских информационных системах.

Атрибутное управление доступом (ABAC – Attribute-Based Access Control) является наиболее гибкой и мощной моделью. Решения о предоставлении доступа принимаются на основе оценки атрибутов – характеристик субъекта, объекта, запрашиваемого действия и среды выполнения. ABAC позволяет реализовать сложные контекстно-зависимые политики (ограничения по времени суток, геолокации, типу устройства), однако его сложность в реализации и администрировании делает полноценное внедрение неоправданно дорогим для большинства медицинских систем.

Таблица 2. – Сравнительный анализ моделей разграничения доступа

Критерий	**DAC**	**MAC**	**RBAC**	**ABAC**
Принцип управления	Владелец	Системные метки	Роли	Атрибуты и политики
Централизация	Нет	Полная	Частичная	Полная
Гибкость	Высокая	Низкая	Средняя	Очень высокая
Сложность реализации	Низкая	Высокая	Средняя	Очень высокая
Аудируемость	Слабая	Хорошая	Хорошая	Отличная
Учёт контекста	Нет	Нет	Ограниченно	Да
SoD (раздел. обяз.)	Нет	Нет	Да	Да
Пригодность для МИС	Не пригоден	Ограниченно	Оптимален (расш.)	Перспективен

Анализ показывает, что оптимальным решением для МИС является расширенный RBAC с элементами организационного контекста, при необходимости дополняемый элементами ABAC для реализации наиболее критичных контекстно-зависимых политик (экстренный доступ, временные ограничения, геолокационные ограничения). Такая модель сочетает простоту администрирования RBAC с адаптивностью ABAC.

Методы аутентификации в медицинских информационных системах.

Аутентификация – процесс проверки подлинности субъекта, претендующего на доступ к защищённым ресурсам. В медицинских информационных системах применяется несколько основных подходов.

Парольная аутентификация остаётся базовым и наиболее распространённым методом, однако её надёжность определяется качеством паролевой политики и стойкостью алгоритма хеширования. Современные системы используют адаптивные алгоритмы хеширования PBKDF2, bcrypt или Argon2 с солью, что существенно усложняет атаки методом перебора. Тем не менее парольная аутентификация уязвима к фишингу, перехвату и социальной инженерии, что делает её недостаточной для защиты конфиденциальных медицинских данных.

Аутентификация на основе токенов (JWT – JSON Web Token) представляет собой современный подход, широко применяемый в веб-приложениях с архитектурой REST API. JWT-токен состоит из трёх частей: заголовка (header), полезной нагрузки (payload) и подписи (signature). Ключевым преимуществом JWT является безсессионность (statelessness) — серверу не нужно хранить состояние сессий в памяти или базе данных, что обеспечивает горизонтальную масштабируемость, особенно важную для высоконагруженных мультиорганизационных медицинских систем.

Многофакторная аутентификация (MFA) предполагает использование нескольких независимых факторов для подтверждения подлинности субъекта. Современная классификация выделяет три категории факторов: «что я знаю» (пароль, PIN), «что у меня есть» (токен, смартфон), «кто я есть» (биометрия). Наиболее распространёнными реализациями MFA в медицинских системах являются TOTP (Time-based One-Time Password, RFC 6238) с использованием мобильных приложений-аутентификаторов и SMS-коды через государственные сервисы уведомлений. MFA является одним из наиболее эффективных средств защиты от компрометации учётных данных – доминирующего вектора атак на МИС.

Единый вход (Single Sign-On, SSO) через государственные системы идентификации обеспечивает юридически значимую идентификацию пользователей и устраняет необходимость поддержания отдельных учётных записей в каждой системе. В Кыргызской Республике интеграция с государственной системой ЕСИА реализуется через платформу «Тундук» по протоколу OAuth 2.0 с расширением PKCE (Proof Key for Code Exchange, RFC 7636), что обеспечивает защиту потока Authorization Code от атаки перехвата авторизационного кода.

Биометрическая аутентификация (отпечатки пальцев, распознавание лица, голос) обеспечивает наивысший уровень удобства, но в медицинских системах используется ограниченно из-за специфики работы персонала (использование медицинских перчаток, масок, шумная обстановка).

Сертификаты PKI (Public Key Infrastructure) применяются преимущественно для подписи электронных медицинских документов, обеспечивая их юридическую значимость и неотказуемость. Сравнительный анализ методов аутентификации приведён в таблице 3.

Таблица 3. – Сравнительный анализ методов аутентификации для МИС

Метод	**Надёжность**	**Удобство**	**Стоимость**	**Пригодность для МИС**
Парольная	Низкая-средняя	Высокое	Минимальная	Базовый уровень
MFA (TOTP)	Высокая	Среднее	Средняя	Рекомендуется

SSO	Средняя-высокая	Очень высокое	Высокая	Для гос. систем
JWT-токены	Средняя	Высокое	Минимальная	Для REST API
Биометрическая	Очень высокая	Высокое	Очень высокая	Перспективная
Сертификаты (PKI)	Очень высокая	Низкое	Высокая	Подпись документов
ЕСИА/Тундук	Высокая	Среднее	Государственная	Обязательно для КР

Методы защиты данных при хранении и передаче.

Защита данных при хранении (data at rest) и передаче (data in transit) является обязательным элементом подсистемы безопасности медицинской информационной системы. Современная практика выделяет несколько основных подходов.

Транспортное шифрование (TLS/HTTPS) обеспечивает защиту данных при передаче по сети. Современные требования предполагают применение TLS версии 1.2 и выше с отказом от устаревших наборов шифров, а также активацию HTTP Strict Transport Security (HSTS) с механизмом preload, исключающим возможность атак понижения протокола (downgrade attacks).

Прозрачное шифрование данных (TDE – Transparent Data Encryption) средствами СУБД обеспечивает шифрование всех файлов данных, журналов транзакций и резервных копий, нейтрализуя риск физического хищения носителя или несанкционированного копирования файлов БД на уровне файловой системы. Главное преимущество TDE – прозрачность для приложения; главное ограничение – отсутствие защиты от атакующего, получившего легитимный сетевой доступ к работающему экземпляру СУБД.

Шифрование на уровне отдельных полей базы данных (Column-Level Encryption) преодолевает ограничения TDE: шифрование критических полей (ПИН, диагнозы, контактные данные) выполняется на уровне приложения с использованием алгоритма AES-256-GCM (аутентифицированное шифрование с привязанными данными). Ключи шифрования размещаются во внешнем хранилище секретов (HashiCorp Vault, AWS KMS, Azure Key Vault), что исключает их утечку вместе с резервной копией БД. Для обеспечения возможности поиска по зашифрованным значениям без раскрытия исходных данных применяется механизм blind index – HMAC-SHA256-хеш с секретным ключом, по которому выполняется поиск на точное совпадение.

Маскирование данных (data masking) применяется для динамического сокрытия персональных данных при отображении и экспорте: частичное скрытие ФИО (только инициалы), маскирование ПИН (только последние цифры), скрытие контактных данных. Маскирование особенно актуально при экспорте данных для статистических или научных целей.

Методы моделирования угроз и оценки рисков.

Проектирование эффективной системы кибербезопасности предполагает предварительное проведение систематического анализа угроз. Наиболее распространёнными методологиями, применяемыми в международной практике, являются STRIDE и MITRE ATT&CK.

Методология STRIDE, разработанная L. Kohnfelder и P. Garg (Microsoft, 1999 г.), классифицирует угрозы по шести категориям, каждая из которых нарушает определённое свойство информационной безопасности: Spoofing (подмена) нарушает аутентичность, Tampering (подделка) – целостность, Repudiation (отказ) – неотказуемость, Information Disclosure (раскрытие информации) – конфиденциальность, Denial of Service (отказ в обслуживании) – доступность, Elevation of Privilege (эскалация привилегий) – авторизацию.

Матрица MITRE ATT&CK for Enterprise представляет собой каталог тактик и техник, применяемых злоумышленниками на различных этапах атаки. Применительно к МИС идентифицируется ряд актуальных техник: T1078 (Valid Accounts – использование

скомпрометированных учётных данных), T1110 (Brute Force – подбор паролей), T1190 (Exploit Public-Facing Application – эксплуатация уязвимостей API), T1041 (Exfiltration Over C2 Channel – вывод данных через API), T1486 (Data Encrypted for Impact – шифровальщик).

Количественная оценка остаточных рисков выполняется по методологии ISO/IEC 27005:2022. Уровень риска R рассчитывается как произведение вероятности реализации угрозы P (по 5-балльной шкале) на размер потенциального ущерба D (также по 5-балльной шкале): $R = P \times D$. Итоговое значение может быть нормировано к 10-балльной шкале для сопоставимости с метрикой CVSS Base Score. Зоны риска: низкий (0,0 – 3,0), средний (3,1 – 6,0), высокий (6,1 – 8,0), критический (8,1 – 10,0).

Подсистемы аудита и поведенческой аналитики.

Аудит замыкает триаду механизмов защиты – аутентификация (верификация субъекта), авторизация (разграничение полномочий), аудит (ретроспективный контроль). Современная практика рассматривает три ключевых требования к подсистеме аудита: физическая изоляция аудит-журнала от основной базы данных (компрометация основной базы не должна затрагивать журнал); асинхронная запись через очередь (для исключения влияния на производительность основной системы); полнота и структурированность записей (фиксация контекста пользователя, действия, технических деталей, результата, трассировки и производительности).

Традиционные средства разграничения доступа неспособны выявлять угрозы, в которых злоумышленник действует в рамках предоставленных ему привилегий. Типичные примеры — инсайдерская массовая выгрузка данных сотрудником с легитимным доступом, использование компрометированной учётной записи с её собственными привилегиями, целенаправленный поиск сведений о публично известных лицах. Для обнаружения подобных сценариев применяются методы поведенческой аналитики User and Entity Behaviour Analytics (UEBA).

Подсистемы UEBA, как правило, используют два комплементарных подхода. Статистическая модель основана на индивидуальных профилях нормального поведения пользователей, строимых по скользящему окну. Для каждого количественного показателя (число просмотренных карт, объём выгружаемых данных, доля операций в нерабочее время) вычисляются медиана и интерквартильный размах, на основе которых определяется верхняя граница нормального диапазона по правилу $Q3 + 1{,}5 \times IQR$ (метод Тьюки). Сигнатурная модель реализована как набор детерминированных правил, выраженных в терминах последовательностей событий аудит-журнала. Срабатывание любой модели формирует security alert, попадающий в очередь на расследование.

Заключение.

Исследование методов разграничения доступа и обеспечения кибербезопасности в контексте медицинских информационных систем показало значительные преимущества их комплексного применения. В частности, расширенная модель RBAC с организационным контекстом выделяется как наиболее подходящая для мультиорганизационных МИС, сочетая простоту администрирования с возможностью гранулярного управления привилегиями. Дополнение этой модели контекстно-зависимыми политиками ABAC обеспечивает адаптивную защиту, учитывающую временной, геолокационный, устройственный и поведенческий контекст запроса.

Эффективность комплексного подхода к обеспечению кибербезопасности МИС подтверждается снижением совокупного остаточного риска в среднем на 67–75 % при поэтапном внедрении предложенных мер. Тем не менее существуют определённые вызовы, связанные с настройкой чувствительности механизмов поведенческого анализа (что может привести к ложным срабатываниям или пропуску важных событий), сложностью управления ключами шифрования, необходимостью обучения пользователей работе с многофакторной аутентификацией. Важно подчеркнуть необходимость постоянного обновления и адаптации механизмов защиты к новым условиям эксплуатации и угрозам.

Чтобы обеспечить актуальность систем разграничения доступа и кибербезопасности в медицинских информационных системах, необходимо регулярно пересматривать политики безопасности на основе последних разработок в области кибербезопасности и изменений нормативно-правовой базы. Для повышения надёжности рекомендуется комбинировать различные методы защиты – модели разграничения доступа (RBAC + ABAC), многофакторную аутентификацию, шифрование на уровне отдельных полей базы данных, механизм экстренного доступа (break-the-glass) и поведенческую аналитику UEBA, – создавая многоуровневую систему защиты, способную противостоять разнообразным угрозам. Важно инвестировать в обучение медицинского персонала, чтобы повысить осведомлённость о киберугрозах и сформировать культуру информационной безопасности. Также необходимо разработать чёткие процедуры реагирования на обнаруженные инциденты для минимизации потенциального ущерба и быстрого восстановления нормального функционирования системы.

Список литературы

1. «ISO 27799:2016 Health informatics — Information security management in health using ISO/IEC 27001», International Organization for Standardization, 2016.
2. «ISO/IEC 27005:2022 Information security, cybersecurity and privacy protection — Guidance on managing information security risks», ISO, 2022.
3. Ferraiolo D.F., Sandhu R., Gavrila S. et al. «Proposed NIST Standard for Role-Based Access Control» // ACM Transactions on Information and System Security, 2001, Vol. 4, No. 3.
4. Hu V.C. et al. «Guide to Attribute Based Access Control (ABAC) Definition and Considerations» // NIST Special Publication 800-162, 2014.
5. Shostack A. «Threat Modeling: Designing for Security», Wiley, 2014.
6. «Cost of a Data Breach Report 2024», IBM Security, 2024.
7. «2024 Data Breach Investigations Report (DBIR)», Verizon, 2024.
8. «MITRE ATT&CK for Enterprise», The MITRE Corporation, URL: https://attack.mitre.org/matrices/enterprise/
9. Bell D.E., LaPadula L.J. «Secure Computer Systems: Mathematical Foundations» // MITRE Technical Report MTR-2547, 1973.
10. «HL7 FHIR Security Module», Health Level Seven International, URL: https://www.hl7.org/fhir/security.html
11. M'Raihi D. et al. «TOTP: Time-Based One-Time Password Algorithm» // RFC 6238, IETF, 2011.
12. Закон Кыргызской Республики «О защите персональных данных» № 58, 2008.
13. Закон Кыргызской Республики «Об охране здоровья граждан» № 6, 2005.

УДК 004.056.5

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

E. Mamarasulov
I. Razzakov KSTU, Bishkek, Kyrgyz Republic
pesfifaer20@gmail.com

МЕТОДЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕСТИРОВАНИЯ НА ПРОНИКНОВЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

МААЛЫМАТТЫК СИСТЕМАЛАРГА КИРҮҮГО ТЕСТ БЕРҮҮНҮ АВТОМАТТАШТЫРУУДА МАШИНАЛЫК ОКУТУУ ЫКМАЛАРЫ

MACHINE LEARNING METHODS IN THE AUTOMATION OF INFORMATION SYSTEM PENETRATION TESTING

Бул макала маалыматтык системаларды коргоо максатында кирүү сыноосун автоматташтыруу үчүн машиналык үйрөнүү ыкмаларын колдонууну карайт. Изилдөөлөр көрсөткөндөй, машиналык үйрөнүү, терең үйрөнүү жана күчөтүүчү үйрөнүү чабуулдарды классификациялоо, коопсуздук тешиктерин аныктоо, чабуул дарактарын түзүү жана сценарийлерди тандоо үчүн натыйжалуу колдонулат. Натыйжада, машиналык үйрөнүү адисти алмаштырбай, тесттөөнүн ылдамдыгын, тактыгын жана кайталануучулугун жогорулатары аныкталды.

Түйүндүү сөздөр: *машина үйрөнүү, киберкоопсуздук, бузуп кирүүнү тестирлөө, маалымат системалары, коопсуздук тешиктер.*

В данной статье рассматривается применение методов машинного обучения для автоматизации тестирования на проникновение с целью защиты информационных систем. Исследования показали, что машинное обучение, глубокое обучение и обучение с подкреплением эффективно используются для классификации атак, обнаружения уязвимостей, построения деревьев атак и выбора сценариев. В результате было установлено, что машинное обучение повысит скорость, точность и воспроизводимость тестирования, не заменяя при этом специалиста.

Ключевые слова: *машинное обучение, кибербезопасность, тестирование на проникновение, информационные системы, уязвимости, intrusion detection.*

This article discusses the use of machine learning methods to automate penetration testing for the purpose of protecting information systems. Research has shown that machine learning, deep learning, and reinforcement learning are effectively used for attack classification, vulnerability detection, attack tree construction, and scenario selection. As a result, it was found that machine learning will increase the speed, accuracy, and reproducibility of testing without replacing the expert.

Key words: *machine learning, cybersecurity, penetration testing, information systems, vulnerability detection.*

Введение. В современных условиях информационные системы являются основой работы государственных учреждений, образовательных организаций, банков, коммерческих компаний и цифровых сервисов. Через такие системы обрабатываются персональные данные, финансовая информация, служебные документы и другие критически важные ресурсы. Поэтому нарушение их безопасности может привести к утечке данных, остановке бизнес-процессов, финансовым потерям и снижению доверия пользователей.

Одним из важных направлений кибербезопасности является тестирование на проникновение. В отличие от обычного функционального тестирования, penetration testing направлен не на проверку удобства интерфейса или корректности бизнес-логики, а на выявление слабых мест, которые могут быть использованы злоумышленником. Такой подход позволяет оценить защищённость системы с позиции атакующего и заранее устранить критические уязвимости.

Традиционный pentest обычно выполняется вручную или с частичным использованием инструментов автоматизации. Специалист анализирует систему, собирает информацию, выполняет сканирование, определяет возможные уязвимости, пробует безопасно подтвердить их наличие и формирует отчёт. Однако такой процесс требует высокой квалификации, занимает много времени и зависит от опыта конкретного эксперта.

Кроме того, крупные информационные системы содержат множество сервисов, портов, API, сетевых узлов и программных компонентов, поэтому ручной анализ становится всё более трудоёмким.

На этом фоне возрастает интерес к применению методов машинного обучения. ML-модели способны анализировать большие объёмы сетевых и программных данных, выявлять закономерности, классифицировать атаки, находить аномалии и помогать выбирать наиболее вероятные сценарии проверки. Особенно перспективными являются методы глубокого обучения и обучения с подкреплением, поскольку тестирование на проникновение можно рассматривать как последовательность решений.

Цель исследования.

Цель данной статьи — проанализировать возможности применения методов машинного обучения в автоматизации тестирования на проникновение информационных систем и определить, какие подходы наиболее полезны для задач кибербезопасности.

Материал и методы исследования.

В качестве научной основы были рассмотрены пять англоязычных исследований, связанных с автоматизацией pentest, применением ML/DL для обнаружения уязвимостей и использованием reinforcement learning для выбора сценариев атаки. Эти работы охватывают разные уровни проблемы: от классификации сетевых атак до построения attack tree и использования reward machine.

Методы исследования включают: анализ и систематизацию научных публикаций; сравнительный анализ подходов машинного обучения, глубокого обучения и обучения с подкреплением применительно к задачам кибербезопасности; обобщение результатов для формирования практических рекомендаций.

Таблица 1 – Анализ источников, использованных при подготовке статьи

№	Источник	Основная идея	Использование в статье
1	Automated Penetration Testing: Machine Learning Approach	ML-классификация сетевых соединений, IDS, KDD-99 corrected dataset	Разделы о классификации атак и выявлении уязвимых участков сети
2	Automated Penetration Testing Using Deep Reinforcement Learning	DQN, Shodan, MulVAL, attack tree, выбор оптимального пути атаки	Раздел о reinforcement learning и автоматическом выборе сценария
3	Web Application Penetration Testing with AI: A Systematic Review	AI в web pentest, этапы pentest, обзор работ 2013-2024	Раздел о применении AI на разных этапах pentest
4	A Survey on Automated Software Vulnerability Detection Using ML and DL	ML/DL для обнаружения уязвимостей в исходном коде	Раздел о vulnerability detection и анализе программного кода
5	Knowledge-Informed Auto-Penetration Testing Based on RL with Reward Machine	RL, DQRM, reward machine, MITRE ATT&CK, lateral movement	Раздел о knowledge-informed AutoPT и ограничениях RL

Результаты исследования и их обсуждение.

Роль тестирования на проникновение в кибербезопасности.

Тестирование на проникновение представляет собой разрешённую и контролируемую имитацию действий атакующего. Его основная задача — выявить уязвимости до того, как ими воспользуются реальные злоумышленники. В рамках pentest проверяются сетевые сервисы, веб-приложения, базы данных, серверы, механизмы аутентификации, права доступа, конфигурации и другие элементы информационной системы.

Классический процесс тестирования на проникновение включает несколько этапов: разведку, сканирование, анализ уязвимостей, эксплуатацию, постэксплуатационный анализ и подготовку отчёта. С точки зрения кибербезопасности pentest выполняет профилактическую функцию: он позволяет организации увидеть свои слабые места не после инцидента, а заранее.

Проблемы традиционного подхода.

Несмотря на эффективность ручного тестирования, традиционный подход имеет ряд ограничений. Во-первых, он сильно зависит от опыта специалиста. Во-вторых, ручная проверка требует значительного времени, особенно при распределённой сети. В-третьих, при большом количестве уязвимостей возникает проблема приоритизации. В-четвёртых, ручной pentest сложно масштабировать. Автоматизированные ML- и RL-подходы позволяют рассматривать pentest как задачу оптимального выбора действий, где агент получает информацию о среде и постепенно находит наиболее эффективный путь проверки [1–3].

Методы машинного обучения в автоматизации pentest.

Методы машинного обучения могут применяться на разных этапах тестирования на проникновение. На этапе анализа сетевого трафика они помогают отличать нормальные соединения от подозрительных. На этапе vulnerability detection модели могут выявлять признаки уязвимого кода или небезопасной конфигурации. На этапе выбора сценария атаки reinforcement learning помогает определить, какое действие будет наиболее эффективным [1, 4].

Классические алгоритмы машинного обучения удобны для задач классификации, где данные представлены в виде признаков. Для сетевых соединений признаками могут быть: длительность соединения, тип протокола, количество ошибок, объём переданных данных, сервис, порт и другие параметры.

Глубокое обучение применяется там, где структура данных сложнее. Исходный код может быть представлен как последовательность токенов, дерево синтаксиса или граф зависимостей. В таких условиях CNN, RNN, LSTM, GNN и transformer-модели способны находить скрытые закономерности. Это особенно полезно при поиске SQL injection, XSS, buffer overflow и других программных уязвимостей [4].

Таблица 2. – Применение методов машинного обучения в задачах кибербезопасности

Метод	**Где применяется**	**Значение для кибербезопасности**
Naive Bayes	Классификация сетевого трафика и простых признаков атак	Быстрая базовая модель для IDS
Logistic Regression	Бинарная классификация: нормальная активность / атака	Интерпретируемая оценка вероятности угрозы
SVM	Разделение сложных классов сетевой активности	Снижение ложных срабатываний при правильном подборе признаков
Random Forest	Классификация атак, risk scoring, анализ признаков	Высокая устойчивость и возможность оценки важности признаков
XGBoost	Точная классификация и ранжирование рисков	Эффективен при структурированных данных и большом числе признаков

Метод	Где применяется	Значение для кибербезопасности
CNN/RNN/GNN	Анализ исходного кода, последовательностей и графов программы	Поиск скрытых шаблонов уязвимостей
Reinforcement Learning	Выбор последовательности действий pentest-агента	Оптимизация пути атаки и автоматизация сценариев проверки

Reinforcement learning для выбора сценариев атаки.

Reinforcement learning является одним из наиболее интересных направлений автоматизации penetration testing. Его преимущество заключается в том, что pentest естественно похож на последовательную задачу принятия решений. В подходах на основе DQN целевая информационная система представляется как среда, а возможные действия агента включают сканирование, эксплуатацию уязвимостей, подключение к узлу, повышение привилегий и переход к следующему хосту [2].

Важным элементом таких систем является построение attack tree. Дерево атаки показывает, какие шаги могут привести к достижению цели. RL-модель помогает выбрать наиболее вероятный и эффективный путь среди множества вариантов. Современные исследования также предлагают использовать knowledge-informed подходы, где обучение агента направляется экспертными знаниями. Например, reward machine позволяет разбить сложный процесс на подзадачи: обнаружить новые узлы, найти учётные данные, выполнить lateral movement, повысить привилегии и достичь цели [5].

Сравнение традиционного и ML-ориентированного подхода.

Таблица 3. – Сравнение традиционного и ML-ориентированного подходов к тестированию на проникновение

Критерий	Традиционный pentest	ML-ориентированный pentest
Скорость выполнения	Зависит от специалиста и размера системы	Может быть выше за счёт автоматического анализа
Зависимость от эксперта	Очень высокая	Снижается, но эксперт всё равно нужен
Анализ больших данных	Сложен при большом числе узлов и событий	Подходит для обработки больших массивов признаков
Выбор сценария атаки	Выполняется вручную на основе опыта	Может поддерживаться RL-агентом
Обнаружение аномалий	Зависит от внимательности специалиста	Может выполняться автоматически
Интерпретируемость	Высокая, если специалист хорошо документирует действия	Может быть ограниченной, особенно у DL-моделей
Риск ошибок	Человеческий фактор и пропуск уязвимостей	False positive/false negative из-за качества данных
Итоговая роль	Глубокий экспертный анализ	Ускорение, приоритизация и поддержка решений

Из приведённых данных видно, что ML-ориентированный подход не является полной заменой специалиста. Его основная ценность заключается в ускорении анализа, автоматической обработке данных, уменьшении рутинной работы и помощи при выборе

приоритетных направлений проверки. Решение о реальной эксплуатации и корректности выводов должно оставаться за специалистом [2, 3].

Проблемы и ограничения применения ML.

Несмотря на перспективность машинного обучения, его использование в pentest имеет ограничения. Первая проблема связана с качеством данных: если обучающий набор устарел, плохо размечен или не отражает реальные атаки, результат модели будет ненадёжным. Вторая проблема — ложные срабатывания и пропущенные уязвимости. Третья проблема — интерпретируемость: DL-модели дают высокий результат, но сложно объясняют причину классификации. Четвёртая проблема — этические и правовые ограничения: автоматизированное тестирование должно выполняться только в разрешённой среде и под контролем специалиста [4, 5].

Выводы.

Машинное обучение является перспективным инструментом автоматизации тестирования на проникновение информационных систем. Анализ рассмотренных исследований показывает, что ML может применяться для классификации сетевых атак, обнаружения аномалий, анализа исходного кода, выявления уязвимостей и оценки риска. Глубокое обучение расширяет возможности анализа сложных данных, а reinforcement learning позволяет рассматривать pentest как задачу последовательного выбора действий.

Наиболее важным выводом является то, что ML-ориентированный pentest должен использоваться как вспомогательная технология в руках специалиста по кибербезопасности. Автоматизация способна ускорить рутинные этапы, снизить нагрузку на эксперта и помочь в приоритизации уязвимостей, однако окончательная оценка рисков, правовая ответственность и принятие решений должны оставаться за человеком.

В дальнейшем развитие данного направления может быть связано с интеграцией ML-моделей с инструментами сканирования, базами CVE/CVSS, MITRE ATT&CK, SIEM-системами и симуляторами сетевой безопасности. Особенно перспективными являются knowledge-informed RL-подходы, которые позволяют учитывать экспертные знания и делать поведение автоматизированного pentest-агента более понятным и контролируемым.

Список литературы

1. Saini J., Bansal A. Automated Penetration Testing: Machine Learning Approach // Symposium on Computing & Intelligent Systems (SCI). New Delhi, India, 2024.
2. Hu Z., Beuran R., Tan Y. Automated Penetration Testing Using Deep Reinforcement Learning // 2020 IEEE European Symposium on Security and Privacy Workshops (EuroS&PW). 2020. DOI: 10.1109/EuroSPW51379.2020.00009.
3. Sanchez G., Olayinka O., Pasikhani A. Web Application Penetration Testing with Artificial Intelligence: A Systematic Review // 2024 IEEE 22nd International Symposium on Network Computing and Applications (NCA). 2024.
4. Harzevili N. S., Belle A. B., Wang J., Wang S., Jiang Z. M., Nagappan N. A Survey on Automated Software Vulnerability Detection Using Machine Learning and Deep Learning. arXiv:2306.11673, 2023.
5. Li Y., Dai H., Yan J. Knowledge-Informed Auto-Penetration Testing Based on Reinforcement Learning with Reward Machine. arXiv:2405.15908, 2024.
6. Engebretson P. The Basics of Hacking and Penetration Testing: Ethical Hacking and Penetration Testing Made Easy. Elsevier, 2013.
7. Sutton R. S., Barto A. G. Reinforcement Learning: An Introduction. MIT Press, 2018.
8. MITRE ATT&CK. Knowledge base of adversary tactics and techniques [Электронный ресурс]. – URL: https://attack.mitre.org (дата обращения: 01.05.2025).
9. National Vulnerability Database (NVD). Common Vulnerabilities and Exposures / CVSS information [Электронный ресурс]. – URL: https://nvd.nist.gov (дата обращения: 01.05.2025).

УДК 004.056.5

Э. Рахманберди уулу
И. Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы
КГТУ им. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республикасы

E. Rakhmanberdi uulu
I. Razzakov KSTU, Bishkek, Kyrgyz Republic
romasson6@gmail.com

ЭВОЛЮЦИЯ УГРОЗ УТЕЧКИ ИНФОРМАЦИИ И МЕТОДОВ ЗАЩИТЫ В УСЛОВИЯХ РОСТА ЗАШИФРОВАННОГО ТРАФИКА: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ

ШИФРЛЕНГЕН ТРАФИКТИН ӨСҮШ ШАРТЫНДА МААЛЫМАТТЫН ТАРАП КЕТҮҮ КОРКУНУЧУ МЕНЕН АНЫ КОРГОО ЫКМАЛАРЫНЫН ЭВОЛЮЦИЯСЫН САЛЫШТЫРМАЛУУ ТАЛДОО

EVOLUTION OF DATA LEAKAGE THREATS AND PROTECTION METHODS IN THE CONTEXT OF GROWING ENCRYPTED TRAFFIC: A COMPARATIVE ANALYSIS

Макалада шифрленген тармактык трафиктин үлүшүнүн туруктуу өсүшүнүн шартында маалыматтын сыртка чыгып кетүү коркунучтарынын динамикасы жана маалыматтарды коргоо ыкмаларынын өнүгүшү каралат. TLS 1.3, HTTPS жана ECH сыяктуу шифрлөө протоколдорунун кеңири колдонулушу маалыматтардын коопсуздугун жогорулатуу менен бирге, маалыматтын сыртка чыгып кетишин алдын алуу системаларынын (DLP) мазмунду текшерүү мүмкүнчүлүктөрүн олуттуу чектей турганы көрсөтүлгөн. Маалыматтарды коргоо ыкмаларынын муундарына салыштырмалуу талдоо жүргүзүлүп, шифрленген трафиктин өсүшү менен коргонуу каражаттарын айланып өтүү ыкмаларынын татаалдашуусунун өз ара байланышы талданган. Заманбап DLP-системаларын өнүктүрүүнүн негизги багыты катары шифрленген жана кысылган маалыматтарды статистикалык ыкмалар аркылуу классификациялоону колдонуу зарылдыгы негизделген.

Түйүндүү сөздөр: *маалыматтын сыртка чыгып кетиши, DLP, шифрленген трафик, TLS, энтропия, кысылган маалыматтар, трафикти классификациялоо, киберкоопсуздук.*

В статье рассматривается динамика угроз утечки информации и эволюция методов защиты данных на фоне устойчивого роста доли зашифрованного сетевого трафика. Показано, что расширение применения протоколов шифрования (TLS 1.3, HTTPS, ECH) не только усиливает защиту данных, но и существенно ограничивает возможности систем предотвращения утечек (DLP) в части инспекции содержимого. Представлен сравнительный анализ поколений методов защиты, а также анализ корреляции между ростом зашифрованного трафика и усложнением техник обхода средств защиты. Сделан вывод о необходимости применения статистических методов классификации зашифрованных и сжатых данных как ключевого направления развития современных DLP-систем.

Ключевые слова: *утечка информации, DLP, зашифрованный трафик, TLS, энтропия, сжатые данные, классификация трафика, кибербезопасность.*

This article examines the dynamics of data leakage threats and the evolution of data protection methods against the background of steady growth in encrypted network traffic. It is shown that the expanding use of encryption protocols (TLS 1.3, HTTPS, ECH) not only strengthens

data protection but also significantly limits the content inspection capabilities of data loss prevention (DLP) systems. A comparative analysis of protection method generations is presented, along with an analysis of the correlation between encrypted traffic growth and the increasing sophistication of security bypass techniques. The paper concludes that applying statistical classification methods for encrypted and compressed data is a key development direction for modern DLP systems.

Key words: *data leakage, DLP, encrypted traffic, TLS, entropy, compressed data, traffic classification, cybersecurity.*

Введение. Современные корпоративные сети и информационные системы работают в условиях, при которых подавляющая часть передаваемых данных передаётся в зашифрованном виде. По данным Google Transparency Report, доля страниц, загружаемых через HTTPS в браузере Chrome, превысила 95% к 2024 году по сравнению с 48% в 2013 году [1]. Согласно отчёту Zscaler ThreatLabz 2024, более 87% всех киберугроз передаётся через зашифрованные каналы связи — на 10% больше, чем годом ранее [2].

Этот процесс наглядно демонстрирует характерную для сферы информационной безопасности закономерность, которую принято называть «гонкой вооружений»: совершенствование средств защиты неизбежно влечёт за собой адаптацию методов нападения. Широкое внедрение шифрования как средства защиты конфиденциальности данных одновременно создало условия, при которых злоумышленники и инсайдеры используют те же механизмы для сокрытия нелегитимной передачи информации.

Особую проблему представляет сложность различения зашифрованных и сжатых данных в потоке сетевого трафика. Оба типа обладают высокой энтропией и статистически схожим распределением байтов, что существенно затрудняет их автоматическую классификацию в системах предотвращения утечек информации (DLP — Data Loss Prevention) [3].

Цель исследования.

Целью данной работы является анализ эволюции угроз утечки информации и соответствующих методов защиты, выявление корреляции между ростом зашифрованного трафика и ограничениями современных DLP-систем, а также обоснование необходимости статистических методов классификации зашифрованных и сжатых данных.

Материал и методы исследования.

В работе использованы методы системного и сравнительного анализа, а также обобщение данных из открытых аналитических источников. Эмпирическая база исследования включает ежегодные отчёты Verizon Data Breach Investigations Report (DBIR) за 2022–2024 годы, отчёты Zscaler ThreatLabz об угрозах в зашифрованных каналах, данные Google Transparency Report о динамике HTTPS-трафика, а также результаты научных исследований в области статистической классификации зашифрованных и сжатых данных [3, 10, 11].

Сравнительный анализ проводился по критериям: точность классификации, вычислительная сложность, применимость к малым фрагментам данных и возможность интеграции в DLP-системы реального времени.

Результаты исследования и их обсуждение.

1. Динамика угроз утечки информации.

Согласно Verizon DBIR 2024, охватывающему 10 626 подтверждённых инцидентов нарушения безопасности данных, человеческий фактор присутствует в 68% всех утечек [4]. В 28% случаев утечки были обусловлены непреднамеренными ошибками сотрудников, тогда как 19% инцидентов связаны с действиями внутренних акторов [4].

Злоумышленники всё активнее используют шифрование для сокрытия нелегитимной передачи данных. По данным Zscaler, объём заблокированных угроз в зашифрованных каналах вырос с 24 млрд за период до сентября 2022 года до 29,8 млрд (октябрь 2022 – сентябрь 2023) и до 32,1 млрд (октябрь 2023 – сентябрь 2024) [2, 9]. Дополнительную

сложность создаёт применение сжатия данных: архивированные файлы изменяют статистические характеристики трафика таким образом, что они становятся неотличимы от зашифрованных при использовании стандартных методов анализа [3].

Таблица 1 – Динамика угроз утечки информации (2022–2024) [2, 4]

Показатель	2022	2023	2024
Подтверждённых утечек данных (Verizon DBIR)	—	10 626	—
Угроз в зашифрованных каналах, млрд (Zscaler)	24,0	29,8	32,1
Доля угроз через HTTPS, %	—	—	87%
Человеческий фактор в утечках, %	82%	74%	68%

Примечание: данные Zscaler приведены за отчётные периоды октябрь–сентябрь [2, 9]; число подтверждённых утечек 10 626 соответствует Verizon DBIR 2024 (двукратный рост по сравнению с предыдущим отчётом) [4]; доля человеческого фактора приведена по соответствующим годовым отчётам Verizon DBIR (2022, 2023, 2024) [4]; прочерк означает отсутствие сопоставимого подтверждённого значения в открытых источниках.

2. Эволюция методов защиты от утечек информации.

Развитие систем защиты от утечек информации прошло несколько последовательных этапов. На первом этапе (1990-е — начало 2000-х годов) защита строилась на контроле каналов передачи данных и анализе содержимого на основе ключевых слов и шаблонов. Метод был эффективен при работе с открытыми данными, однако полностью утрачивал функциональность при наличии шифрования.

На втором этапе (середина 2000-х — 2018 год) появились системы глубокой инспекции пакетов (DPI — Deep Packet Inspection) и анализа поведения пользователей (UEBA). С повсеместным распространением протоколов TLS 1.2 и TLS 1.3 инспекция содержимого пакетов стала технически затруднённой [5]. На третьем, современном этапе (с 2018 года) системы DLP интегрируются с решениями класса SIEM и XDR, применяются методы машинного обучения и статистические методы для работы с зашифрованным трафиком без его расшифровки [6].

Таблица 2. – Сравнительный анализ поколений методов защиты от утечек информации

Критерий	I поколение (контентный анализ)	II поколение (DPI + UEBA)	III поколение (статистика + ML + XDR)
Период	1990–2005	2005–2018	2018 – н.в.
Основной метод	Ключевые слова, шаблоны, сигнатуры	Глубокая инспекция пакетов, поведенческий анализ	Энтропийный анализ, ML, интеграция с SIEM/XDR
Работа с открытыми данными	Высокая	Высокая	Высокая
Работа с зашифрованным трафиком	Не поддерживается	Частичная (SSL-инспекция)	Статистический анализ без расшифровки

Различение сжатых и зашифр. данных	Отсутствует	Ограниченная	Активно исследуется
Вычислительная сложность	Низкая	Средняя	Средняя / Высокая

3. Проблема зашифрованного и сжатого трафика в системах DLP.

Широкое распространение протокола TLS 1.3 создало принципиально новую ситуацию для систем защиты. По данным SSL Labs, 62,1% исследованных веб-сайтов поддерживают TLS 1.3 [7]. Внедрение механизма Encrypted Client Hello (ECH) дополнительно скрывает метаданные соединения, делая невозможным анализ даже SNI-полей без расшифровки [5]. По данным security.com, увеличение применения certificate-pinning, TLS 1.3 и ECH создаёт зоны «слепых пятен» для традиционных сетевых DLP-решений [5].

Принципиальная сложность состоит в следующем: как зашифрованные, так и сжатые данные обладают высокой энтропией байтового распределения, близкой к равномерной. Исследование Marcelli et al. показало, что стандартные статистические методы — энтропия Шеннона и χ^2-тест — стабильно дают сбои при разграничении зашифрованных и сжатых фрагментов как при малых, так и при больших размерах фрагментов [3]. Это означает, что злоумышленник может архивировать конфиденциальные данные в ZIP или GZIP-формате и передавать их по зашифрованному каналу, оставаясь невидимым для DLP-системы.

4. Сравнительный анализ статистических методов классификации.

Метод оценки энтропии Шеннона является наиболее распространённым и вычислительно простым подходом. Зашифрованные и сжатые данные обладают схожей высокой энтропией, что не позволяет надёжно их различить [3]. Хи-квадрат тест (χ^2) оценивает отклонение распределения байтов от равномерного и несколько точнее энтропии Шеннона, однако также сворачивает всё распределение в одно скалярное значение, теряя информацию о форме [3]. Комбинированный метод HEDGE использует χ^2-тест совместно с набором тестов NIST SP 800-22 и показывает более высокую точность, но требует значительного объёма данных для надёжной работы [3].

Нейросетевой подход EnCoD представляет собой специализированный классификатор для различения зашифрованных и сжатых фрагментов. По данным Marcelli et al., EnCoD достигает точности от 82% для фрагментов размером 512 байт до 92% для фрагментов размером 8 КБ [3]. Основным ограничением является необходимость предварительного обучения модели и высокая вычислительная нагрузка.

Таблица 3. – Сравнительный анализ методов классификации зашифрованных и сжатых данных [3, 10, 11]

Критерий	**Энтропия Шеннона**	**χ^2-тест**	**HEDGE**	**EnCoD (нейросеть)**
Точность на сжатых данных	Низкая	Средняя	Средняя	Высокая (~92%)
Точность на зашифр. данных	Высокая	Высокая	Высокая	Высокая
Работа на фрагментах <1 КБ	Нет	Частично	Нет	Да
Требует обучения	Нет	Нет	Нет	Да

модели				
Вычислительная сложность	Низкая	Низкая	Средняя	Высокая
Анализ структуры заголовков	Нет	Нет	Нет	Нет
Интеграция в DLP-системы	Простая	Простая	Средняя	Сложная

5. Корреляция роста зашифрованного трафика и усложнения угроз.

Анализ статистических данных за период с 2013 по 2024 год позволяет выявить устойчивую корреляцию между ростом доли зашифрованного трафика и увеличением числа угроз в зашифрованных каналах. В 2013 году доля HTTPS-трафика в Chrome составляла около 48%, а угрозы в зашифрованных каналах носили единичный характер. К 2023 году доля зашифрованного трафика превысила 95%, а Zscaler зафиксировал 29,8 млрд угроз в зашифрованных каналах (октябрь 2022 – сентябрь 2023) [1, 9]. Рост числа угроз в 2022–2023 годах составил 24,3%, тогда как в 2023–2024 годах прирост составил 7,7% в годовом выражении [2, 9].

Данная корреляция отражает системную закономерность: внедрение шифрования как меры защиты создаёт симметричное преимущество для атакующей стороны, которая использует те же протоколы для сокрытия нелегитимной активности [8]. С ростом доли зашифрованного трафика традиционные методы контентной инспекции в DLP-системах утрачивают эффективность, что создаёт потребность в альтернативных методах анализа на основе статистических характеристик трафика без его расшифровки.

Выводы:

1. Динамика угроз утечки информации демонстрирует устойчивый рост: количество подтверждённых инцидентов удвоилось за один год, а доля угроз в зашифрованных каналах достигла 87% к 2024 году [2, 4]. Злоумышленники адаптировались к усилению защиты, активно используя протоколы шифрования для сокрытия нелегитимной передачи данных.

2. Эволюция методов защиты прошла путь от контентного анализа к статистическим методам работы с зашифрованным трафиком. Переход к TLS 1.3 и внедрение ECH существенно ограничили возможности традиционной SSL-инспекции [5, 6], сделав статистические методы анализа байтового распределения основным инструментом работы с зашифрованными потоками.

3. Ключевой нерешённой задачей современных DLP-систем остаётся надёжное различение зашифрованных и сжатых данных. Существующие методы — энтропия Шеннона, χ^2-тест, HEDGE — показывают недостаточную точность при работе с малыми фрагментами данных, тогда как нейросетевые подходы требуют значительных вычислительных ресурсов [3]. Разработка лёгких комбинированных методов, объединяющих анализ структурных признаков заголовков и статистических характеристик, является актуальным направлением исследований в данной области.

Список литературы

1. Google. HTTPS encryption on the web: [сайт] / Google Transparency Report. – URL: https://transparencyreport.google.com/https/overview (дата обращения: 15.05.2025).

2. Zscaler ThreatLabz 2024 Encrypted Attacks Report / Zscaler, Inc. – San Jose, 2024. – URL: https://www.zscaler.com/press/zscaler-finds-over-87-cyberthreats-hide-encrypted-traffic-reinforcing-need-zero-trust (дата обращения: 15.05.2025).

3. Marcelli, A. Reliable Detection of Compressed and Encrypted Data / A. Marcelli, G. Persia, A. Baiocchi // Neural Computing and Applications. – Springer, 2022. – DOI: 10.1007/s00521-022-07586-7.

4. Verizon Business. 2024 Data Breach Investigations Report: [сайт] / Verizon. – 2024. – URL: https://www.verizon.com/business/resources/reports/dbir (дата обращения: 15.05.2025).

5. DLP For An AI-Driven, Encrypted World: [сайт] / Security.com. – URL: https://www.security.com/product-insights/dlp-ai-driven-encrypted-world (дата обращения: 15.05.2025).

6. What Is Data Loss Prevention (DLP)? [сайт] / Palo Alto Networks. – URL: https://www.paloaltonetworks.com/cyberpedia/what-is-data-loss-prevention-dlp (дата обращения: 15.05.2025).

7. SSL/TLS Certificate Statistics & Trends: [сайт] / SSL Insights. – URL: https://sslinsights.com/ssl-certificates-statistics (дата обращения: 15.05.2025).

8. Continella, A. EnCoD: Distinguishing Compressed and Encrypted File Fragments / A. Continella, M. Carminati, M. Polino [и др.] // Proceedings of the Annual Computer Security Applications Conference. – 2020. – DOI: 10.1145/3427228.3427268.

9. Zscaler ThreatLabz 2023 State of Encrypted Attacks Report / Zscaler, Inc. – San Jose, 2023. – URL: https://www.zscaler.com/blogs/security-research/exploring-encrypted-attacks-amidst-ai-revolution (дата обращения: 15.05.2025).

10. Ticleanu, O. Detecting Encrypted and Unencrypted Network Data Using Entropy Analysis and Confidence Intervals / O. Ticleanu, T. Popa, D. Hunyadi, N. Constantinescu // Entropy. – 2023. – Vol. 25, № 3. – P. 397. – DOI: 10.3390/e25030397.

11. Davies, S. Comparison of Entropy Calculation Methods for Ransomware Encrypted File Identification / S. Davies // Entropy. – 2022. – DOI: 10.3390/e1010000.

УДК 004.056.5

Э. Рахманберди уулу
И. Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы
КГТУ им. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республикасы

E. Rakhmanberdi uulu
I. Razzakov KSTU, Bishkek, Kyrgyz Republic
romasson6@gmail.com

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ РАЗЛИЧЕНИЯ ЗАШИФРОВАННЫХ И СЖАТЫХ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ И АНАЛИЗА ЗАГОЛОВКОВ

ШИФРЛЕНГЕН ЖАНА ТЫГЫЗДАЛГАН МААЛЫМАТТАРДЫ СТАТИСТИКАЛЫК БЕЛГИЛЕРИН ЖАНА ТЕМАЛАРЫН АНАЛИЗДӨӨ МЕНЕН АЙЫРМАЛОО ЫКМАЛАРЫН ИЗИЛДӨӨ

RESEARCH ON METHODS FOR DISTINGUISHING ENCRYPTED AND COMPRESSED DATA BASED ON STATISTICAL FEATURES AND HEADER ANALYSIS

Макалада маалыматтын сыртка чыгып кетишинен коргоо системаларында (DLP) шифрленген жана кысылган маалыматтарды классификациялоо маселеси каралат. Учурда колдонулуп жаткан негизги ыкмаларга, атап айтканда, Шеннондун энтропиясы, χ^2-тести, HEDGE ыкмасы жана EnCoD нейрондук тармактык ыкмасы боюнча талдоо жүргүзүлгөн. Баш аталыштардын байттык сигнатураларын талдоого жана маалымат блокторунун жергиликтүү энтропиясын баалоого негизделген эки баскычтуу айкалыштырылган ыкма

сунушталган. 120 синтетикалык файлдан турган маалымат топтомунда жүргүзүлгөн эксперименттик текшерүү жалпы 89,2% тактыкты көрсөткөн. Сунушталган ыкма машиналык окутууну талап кылбайт жана учурдагы DLP-системаларына оңой интеграцияланышы мүмкүн.

Түйүндүү сөздөр: *маалыматтын сыртка чыгып кетиши, DLP, шифрленген маалыматтар, кысылган маалыматтар, энтропия, байттык сигнатуралар, трафикти классификациялоо.*

В статье рассматривается проблема классификации зашифрованных и сжатых данных в системах защиты от утечки информации (DLP). Проведён анализ существующих методов: энтропии Шеннона, χ^2-теста, метода HEDGE и нейросетевого подхода EnCoD. Предложен комбинированный двухшаговый метод, основанный на анализе байтовых сигнатур заголовков и оценке локальной энтропии по блокам. Экспериментальная проверка на синтетическом наборе из 120 файлов показала общую точность 89,2%. Метод не требует обучения модели и может быть интегрирован в существующие DLP-системы.

Ключевые слова: *утечка информации, DLP, зашифрованные данные, сжатые данные, энтропия, байтовые сигнатуры, классификация трафика.*

This paper addresses the problem of classifying encrypted and compressed data in data loss prevention (DLP) systems. An analysis of existing methods is conducted: Shannon entropy, χ^2-test, HEDGE, and the EnCoD neural network approach. A combined two-step method is proposed based on byte signature analysis of file headers and local block-level entropy estimation. Experimental evaluation on a synthetic dataset of 120 files demonstrated an overall accuracy of 89.2%. The method requires no model training and can be integrated into existing DLP systems.

Key words: *data leakage, DLP, encrypted data, compressed data, entropy, byte signatures, traffic classification.*

Введение. Современные корпоративные сети передают всё больший объём зашифрованных данных. По данным FortiGuard Labs, доля зашифрованного веб-трафика составляет около 85% и продолжает расти [1]. Широкое распространение протоколов TLS 1.3 и технологии Encrypted Client Hello (ECH) существенно осложняет задачу контроля передаваемых данных.

Системы предотвращения утечки информации (DLP) традиционно основаны на инспекции содержимого передаваемых данных. Однако использование современных протоколов шифрования создаёт слепые зоны — когда трафик приходит зашифрованным, промежуточный узел не может его расшифровать без нарушения доверия, что приводит к полной потере видимости [2].

Отдельную проблему представляет сложность различения зашифрованных и сжатых данных. Оба типа обладают высокой энтропией и статистически схожим распределением байтов, что затрудняет автоматическую классификацию [3]. Ошибочная классификация сжатых данных как зашифрованных приводит к ложным срабатываниям, а пропуск зашифрованных — к реальным утечкам конфиденциальной информации.

Цель исследования. Целью данного исследования является разработка комбинированного метода классификации зашифрованных и сжатых данных, обеспечивающего приемлемую точность при низкой вычислительной сложности и пригодного для интеграции в существующие DLP-системы без необходимости расшифровки трафика.

Материал и методы исследования.

Для классификации зашифрованных и сжатых данных в настоящее время применяется ряд подходов, каждый из которых имеет свои ограничения.

Метод оценки энтропии Шеннона.

Наиболее распространённым подходом является оценка энтропии Шеннона — меры случайности распределения байтов в данных. Зашифрованные данные обладают высокой энтропией, близкой к максимальному значению 8 бит на байт. Однако сжатые данные также обладают высокой энтропией, поскольку алгоритмы сжатия устраняют избыточность [3].

Таким образом, метод энтропии Шеннона не позволяет надёжно различить зашифрованные и сжатые данные.

Хи-квадрат тест (χ^2).

Хи-квадрат тест оценивает отклонение распределения байтов от равномерного. Зашифрованные данные демонстрируют распределение, близкое к равномерному, тогда как сжатые данные имеют незначительные, но измеримые отклонения. Метод точнее энтропии Шеннона, однако также сворачивает всё распределение в одно скалярное значение, теряя информацию о форме распределения [4].

Комбинированные статистические методы (HEDGE).

Метод HEDGE использует комбинацию χ^2-теста и набора тестов NIST SP800-22 для различения зашифрованного и сжатого трафика [5]. Подход показывает более высокую точность, однако требует значительного объёма данных для надёжной классификации, что ограничивает его применение при анализе небольших фрагментов.

Нейросетевые подходы (EnCoD).

Наиболее точным на сегодняшний день является подход EnCoD — классификатор на основе нейронной сети, разработанный специально для различения зашифрованных и сжатых фрагментов данных [4]. Метод показывает высокую точность, однако требует значительных вычислительных ресурсов и предварительного обучения, что усложняет интеграцию в существующие DLP-системы.

Таким образом, существующие методы можно разделить на два класса: простые статистические (энтропия, χ^2), которые легко реализуемы, но недостаточно точны, и сложные нейросетевые, которые точны, но ресурсоёмки. Между этими классами существует ниша для метода, не требующего обучения модели и работающего на небольших фрагментах данных.

Результаты исследования и их обсуждение.

Предлагаемый комбинированный подход.

Предлагаемый метод основан на наблюдении, что зашифрованные и сжатые данные, несмотря на схожую энтропию, имеют принципиальное различие: сжатые форматы содержат структурированные заголовки с известными байтовыми сигнатурами, тогда как зашифрованные данные не имеют предсказуемой структуры. Комбинирование анализа заголовков с оценкой локальной энтропии по блокам позволяет устранить главный недостаток каждого метода в отдельности.

Шаг 1 — Анализ байтовых сигнатур заголовка.

На первом шаге анализируются первые 8 байт фрагмента данных и сравниваются с таблицей известных магических байтов популярных форматов сжатия (Таблица 1). Если сигнатура совпадает — данные классифицируются как сжатые без перехода ко второму шагу. Если совпадения не найдено — выполняется переход к шагу 2.

Таблица 1. – Байтовые сигнатуры форматов сжатия

Сигнатура (hex)	Формат
50 4B 03 04	ZIP
1F 8B 08	GZIP
52 61 72 21 1A 07	RAR
42 5A 68	BZ2
FD 37 7A 58 5A 00	XZ

Шаг 2 — Оценка локальной энтропии по блокам.

На втором шаге фрагмент данных делится на блоки фиксированного размера (512 байт) и для каждого блока вычисляется энтропия Шеннона по формуле:

$$H = -\Sigma\, p(x) \cdot \log_2 p(x)$$

где p(x) — вероятность появления байта x в блоке. Ключевое отличие от классического метода — анализ локальной, а не глобальной энтропии. Сжатый файл содержит служебные блоки с низкой энтропией (заголовки, метаданные), тогда как зашифрованный файл демонстрирует равномерно высокую энтропию по всем блокам. В качестве критерия решения используется стандартное отклонение (σ) энтропий блоков.

Логика принятия решения.

Классификация выполняется по следующему алгоритму: (1) извлекаются первые 8 байт фрагмента и сравниваются с таблицей сигнатур; при совпадении результат — «сжатые данные»; (2) при отсутствии совпадения фрагмент делится на блоки по 512 байт, для каждого вычисляется энтропия Шеннона; (3) вычисляется стандартное отклонение σ энтропий блоков — если средняя энтропия превышает 7,0 бит и σ меньше порогового значения 0,35, результат — «зашифрованные данные»; в противном случае — «сжатые данные».

Сравнительный анализ методов.

В таблице 2 представлено сравнение предлагаемого метода с существующими подходами по ключевым критериям, актуальным для интеграции в DLP-системы.

Таблица 2. – Сравнение методов классификации зашифрованных и сжатых данных

Критерий	Энтропия Шеннона	χ^2-тест	HEDGE	EnCoD	Предлагаемый метод
Точность на сжатых данных	Низкая	Средняя	Средняя	Высокая	Высокая
Точность на зашифрованных	Высокая	Высокая	Высокая	Высокая	Высокая
Работа на малых фрагментах	Нет	Частично	Нет	Да	Да
Требует обучения модели	Нет	Нет	Нет	Да	Нет
Вычислительная сложность	Низкая	Низкая	Средняя	Высокая	Низкая
Анализ заголовков	Нет	Нет	Нет	Нет	Да
Интеграция в DLP	Простая	Простая	Средняя	Сложная	Простая

Предлагаемый метод занимает промежуточную позицию между простыми статистическими методами и нейросетевыми подходами. Ключевым отличием является использование анализа байтовых сигнатур заголовков как первичного фильтра, что позволяет мгновенно классифицировать известные форматы без дополнительных вычислений.

Экспериментальная проверка.

Набор данных.

Экспериментальная проверка проводилась на синтетически сгенерированном наборе данных, состоящем из 120 файлов. Набор включал три категории стандартных файлов: 30 ZIP-архивов, 30 GZIP-архивов и 40 файлов, имитирующих вывод алгоритма симметричного шифрования AES-256 (равномерно случайные байты, сгенерированные криптографически стойким генератором). Размер файлов варьировался от 5 до 50 КБ.

Дополнительно в набор были включены 20 файлов, представляющих трудные случаи классификации: 5 ZIP-архивов с намеренно повреждённым заголовком (первые 4 байта перезаписаны), 5 зашифрованных файлов малого размера (менее 1 КБ), 5 частично зашифрованных файлов (40% — текст, 60% — случайные байты) и 5 файлов с равномерно распределёнными байтами, имитирующих высокую энтропию без применения шифрования.

Параметры метода в ходе эксперимента: размер блока — 512 байт, порог средней энтропии — 7,0 бит, пороговое значение стандартного отклонения σ — 0,35.

Результаты.

Результаты классификации представлены в таблице 3.

Таблица 3. – Результаты экспериментальной проверки метода

Тип данных	Кол-во	Верно	Точность	Шаг алгоритма
ZIP архивы	30	30	100,0%	Шаг 1 (сигнатура)
GZIP архивы	30	30	100,0%	Шаг 1 (сигнатура)
Зашифрованные (AES)	40	40	100,0%	Шаг 2 (энтропия)
ZIP с поврежд. заголовком	5	2	40,0%	Шаг 2 (энтропия)
Малый размер (<1 KB)	5	5	100,0%	Шаг 2 (энтропия)
Частично зашифрованные	5	0	0,0%	Шаг 2 (энтропия)
Высокая энтропия (не шифр)	5	0	0,0%	Шаг 2 (энтропия)
ИТОГО	**120**	**107**	**89,2%**	**—**

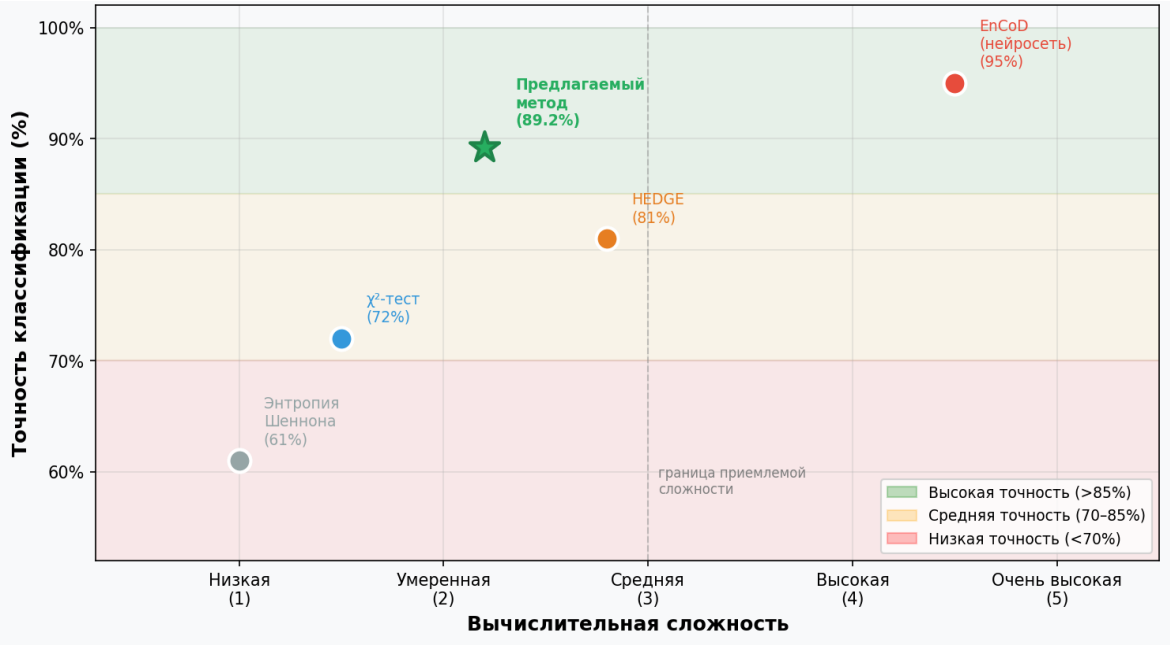


Рисунок 1 - Сравнение методов классификации зашифрованных и сжатых данных

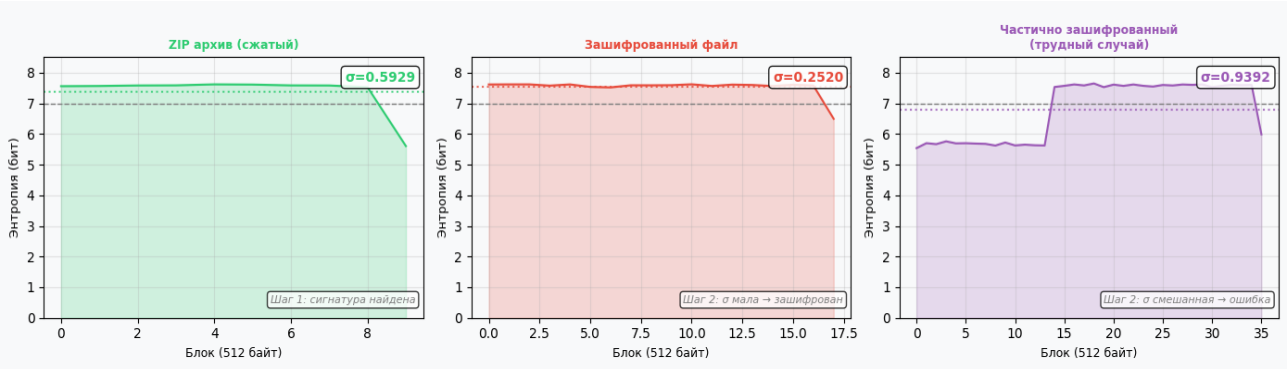


Рисунок 2 - Локальные энтропии по блокам

На стандартных файлах (100 единиц) метод показал точность 100,0%: все ZIP- и GZIP-архивы были корректно классифицированы на шаге 1 по байтовым сигнатурам, все зашифрованные файлы — на шаге 2 по равномерности локальной энтропии.

На трудных случаях (20 файлов) точность составила 35,0%. Основные источники ошибок: ZIP-архивы с повреждённым заголовком (точность 40,0%) — шаг 1 не срабатывает, и метод переходит на шаг 2, где высокая энтропия содержимого архива ошибочно интерпретируется как признак шифрования; частично зашифрованные файлы (точность 0,0%) — смешанная энтропия формирует промежуточное значение σ, не позволяющее однозначно определить тип данных; файлы с равномерно распределёнными байтами (точность 0,0%) — данный тип имеет статистические характеристики, неотличимые от зашифрованных данных при использовании только энтропийного анализа.

Общая точность на полном наборе составила 89,2% (107 из 120 файлов классифицированы верно). Данный результат отражает реалистичную оценку метода с учётом граничных случаев, которые встречаются в условиях реального сетевого трафика.

Заключение

В данной статье рассмотрена проблема классификации зашифрованных и сжатых данных в контексте систем защиты от утечки информации. Проведённый анализ существующих методов показал, что ни один из них в отдельности не обеспечивает одновременно высокую точность классификации, низкую вычислительную сложность и возможность работы на малых фрагментах данных.

Предложен комбинированный двухшаговый метод, основанный на анализе байтовых сигнатур заголовков и оценке локальной энтропии по блокам с использованием стандартного отклонения как критерия принятия решения. Экспериментальная проверка на синтетическом наборе из 120 файлов показала общую точность 89,2%. На стандартных файлах точность составила 100,0%, на трудных случаях — 35,0%, что указывает на необходимость доработки метода для граничных ситуаций.

Научная новизна работы состоит в комбинировании двух независимых признаков — структурного (сигнатуры заголовков) и статистического (локальная энтропия блоков) — в единый классификационный алгоритм. Метод не требует предварительного обучения модели и может быть интегрирован в существующие DLP-системы без значительных вычислительных затрат.

Направлениями дальнейших исследований являются: совершенствование классификации частично зашифрованных данных, определение оптимального порогового значения σ на реальных наборах трафика, а также исследование применимости метода в условиях фрагментированной передачи данных.

Список литературы

1. FortiGuard Labs. The Challenges of Inspecting Encrypted Network Traffic / Fortinet. – 2020. – URL: https://www.fortinet.com/blog/industry-trends/keeping-up-with-performance-demands-of-encrypted-web-traffic (дата обращения: 01.03.2025).
2. Zscaler ThreatLabz. 2024 Encrypted Attacks Report / Zscaler. – 2024. – URL: https://www.zscaler.com/campaign/threatlabz-encrypted-attacks-report (дата обращения: 01.03.2025).
3. De Gaspari, F. EnCoD: Distinguishing Compressed and Encrypted File Fragments / F. De Gaspari, D. Hitaj, G. Pagnotta [и др.] // International Conference on Network and System Security (NSS). – Springer, 2020. – P. 42–62. – DOI: 10.1007/978-3-030-65745-1_3.
4. De Gaspari, F. Reliable Detection of Compressed and Encrypted Data / F. De Gaspari, D. Hitaj, G. Pagnotta, L. De Carli, L. V. Mancini // Neural Computing and Applications. – Springer, 2022. – Vol. 34. – P. 20379–20393. – URL: https://link.springer.com/article/10.1007/s00521-022-07586-7 (дата обращения: 01.03.2025).
5. Casino, F. HEDGE: Efficient Traffic Classification of Encrypted and Compressed Packets / F. Casino, K.-K. R. Choo, C. Patsakis // IEEE Transactions on Information Forensics and Security. – 2019. – Vol. 14, No. 11. – P. 2916–2926. – DOI: 10.1109/TIFS.2019.2911156.

УДК 004.738.5:004.4

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

I.T. Sharshebaeva
I. Razzakov KSTU, Bishkek, Kyrgyz Republic
indira.sharshebaevaa.alt@gmail.com

АНАЛИЗ АРХИТЕКТУРЫ ETHEREUM И СМАРТ-КОНТРАКТОВ В WEB3-ПРИЛОЖЕНИЯХ

ETHEREUM АРХИТЕКТУРАСЫН ЖАНА WEB3 ТИРКЕМЕЛЕРИНДЕГИ СМАРТ-КЕЛИШИМДЕРДИ ТАЛДОО

ANALYSIS OF ETHEREUM ARCHITECTURE AND SMART CONTRACTS IN WEB3 APPLICATIONS

Макалада Ethereum блокчейн-платформасынын архитектуралык өзгөчөлүктөрү жана Web3 тиркемелерин иштеп чыгуудагы смарт-келишимдердин ролу изилденген. Тармактын абалын сактоо моделдери, транзакцияларды аткаруу механизмдери жана Ethereum виртуалдык машинасынын (EVM) иштөө принциптери каралган. ERC-20 жана ERC-721 токен стандарттарына, ошондой эле веб-интерфейстердин блокчейн тармактары менен өз ара аракеттенүү өзгөчөлүктөрүнө талдоо жүргүзүлгөн. Смарт-келишимдерди колдонуу аркылуу борбордон ажыратылган веб-тиркеменин модели сунушталган. Алынган жыйынтыктар Ethereum масштабдуулук жана транзакциялардын баасы боюнча айрым чектөөлөргө карабастан, бөлүштүрүлгөн тиркемелерди иштеп чыгуу үчүн эң натыйжалуу платформалардын бири бойдон калып жатканын көрсөттү.

Түйүндүү сөздөр: *Ethereum, Web3, смарт-келишимдер, блокчейн, ERC-721, dApp, EVM, NFT.*

В статье исследованы архитектурные особенности блокчейн-платформы Ethereum и роль смарт-контрактов в разработке Web3-приложений. Рассмотрены модели хранения состояния сети, механизмы выполнения транзакций и принципы работы виртуальной машины Ethereum (EVM). Проведён анализ стандартов токенов ERC-20 и ERC-721, а также особенностей взаимодействия веб-интерфейсов с блокчейн-сетями. Представлена модель децентрализованного веб-приложения с использованием смарт-контрактов. Полученные результаты показывают, что Ethereum остаётся одной из наиболее эффективных платформ для разработки распределённых приложений, несмотря на ограничения масштабируемости и стоимости транзакций.

***Ключевые слова**: Ethereum, Web3, смарт-контракты, блокчейн, ERC-721, dApp, EVM, NFT.*

The article examines the architectural features of the Ethereum blockchain platform and the role of smart contracts in the development of Web3 applications. The models of network state storage, transaction execution mechanisms, and the operating principles of the Ethereum Virtual Machine (EVM) are considered. An analysis of the ERC-20 and ERC-721 token standards, as well as the specifics of interaction between web interfaces and blockchain networks, is carried out. A model of a decentralized web application using smart contracts is presented. The obtained results demonstrate that Ethereum remains one of the most effective platforms for developing distributed applications despite the limitations related to scalability and transaction costs.

***Key words:** Ethereum, Web3, smart contracts, blockchain, ERC-721, dApp, EVM, NFT.*

Рост популярности децентрализованных сервисов и цифровых активов привел к увеличению интереса к Web3-архитектурам, основанным на блокчейн-технологиях. В отличие от традиционных централизованных систем, децентрализованные приложения (dApps) используют распределённые сети и смарт-контракты для реализации бизнес-логики без участия посредников.

Наиболее распространённой платформой для разработки dApps является Ethereum, предоставляющая поддержку смарт-контрактов и виртуальной машины Ethereum Virtual Machine (EVM). Благодаря поддержке токенизации и программируемых транзакций Ethereum стал основой для NFT-платформ, DeFi-сервисов и DAO-систем.

Цель исследования — проанализировать архитектуру Ethereum и определить особенности применения смарт-контрактов в Web3-разработке.

Задачи исследования:

- изучить архитектуру Ethereum;
- исследовать структуру транзакций и хранения состояния;
- проанализировать стандарты токенов;
- рассмотреть особенности разработки dApps;
- определить ограничения и перспективы Ethereum.

Архитектура Ethereum.

Ethereum представляет собой публичную блокчейн-платформу с поддержкой программируемых смарт-контрактов. В отличие от Bitcoin, использующего модель UTXO, Ethereum работает на основе модели аккаунтов.

Каждый аккаунт содержит:

- nonce;
- balance;
- storageRoot;
- codeHash.

В сети существуют два типа аккаунтов:

1. Externally Owned Account (EOA) — пользовательские кошельки;
2. Contract Account — аккаунты смарт-контрактов.

Состояние сети хранится в структуре Merkle Patricia Trie, обеспечивающей криптографическую верификацию данных и эффективный поиск.

Таблица 1. - Сравнение блокчейн-платформ

Платформа	**Алгоритм консенсуса**	**Поддержка смарт-контрактов**	**TPS**	**Основное применение**
Bitcoin	Proof of Work	Ограниченная	~7	Цифровые платежи
Ethereum	Proof of Stake	Полная	~1000+	Web3, DeFi, NFT
Solana	Proof of History + PoS	Полная	~65000	NFT, GameFi
Polygon	PoS	EVM-совместимость	~7000	Масштабирование Ethereum
Hyperledger Fabric	PBFT / PoA	Частичная	~1000	Корпоративные сети

Смарт-контракты и виртуальная машина Ethereum.

Смарт-контракты представляют собой программы, исполняемые узлами сети Ethereum. Они разрабатываются преимущественно на языке Solidity и выполняются в виртуальной машине EVM.

Основные свойства смарт-контрактов:

• автономность;
• неизменяемость;
• прозрачность;
• детерминированность.

Выполнение операций требует оплаты газа (gas), что предотвращает бесконечное выполнение кода и перегрузку сети.

Типовая структура транзакции Ethereum включает:

• nonce;
• gasLimit;
• maxFeePerGas;
• to;
• value;
• data;
• цифровую подпись.

```
Пользователь
      ↓
Frontend (React / Web Interface)
      ↓
Web3.js / Ethers.js
      ↓
Смарт-контракт (Solidity)
      ↓
Ethereum Blockchain
      ↓
IPFS / Децентрализованное хранилище
```

Рисунок 1-Типовая архитектура Web3-приложения на платформе Ethereum

Стандарты токенов Ethereum.

Одним из ключевых преимуществ Ethereum является поддержка стандартов токенизации.

ERC-20

Стандарт ERC-20 применяется для создания взаимозаменяемых токенов. Используется в криптовалютах и DeFi-проектах.

Основные функции:

• transfer();
• approve();
• balanceOf().

ERC-721

ERC-721 используется для NFT — уникальных цифровых активов.
Стандарт поддерживает:

• mint NFT;
• transfer NFT;
• tokenURI для хранения метаданных.

NFT активно применяются в цифровом искусстве, игровых системах и маркетплейсах.

Применение Ethereum в Web3.

Типовая архитектура Web3-приложения включает:

• frontend-интерфейс;
• библиотеку взаимодействия с блокчейном (ethers.js, web3.js);
• смарт-контракты;
• блокчейн-сеть;
• децентрализованное хранилище данных.

Использование Ethereum позволяет:

• исключить посредников;
• обеспечить прозрачность операций;
• повысить защищённость данных;
• реализовать цифровую собственность.

Однако существуют ограничения:

• высокая стоимость газа;
• низкая пропускная способность;
• сложность масштабирования.

Результаты исследования. Проведённый анализ показал, что Ethereum остаётся ведущей платформой для разработки децентрализованных приложений благодаря развитой экосистеме и поддержке смарт-контрактов.

Установлено, что:

• модель аккаунтов упрощает разработку dApps;
• EVM обеспечивает универсальную среду исполнения;
• стандарты ERC-20 и ERC-721 позволяют реализовывать различные цифровые активы;
• Layer 2 решения существенно повышают масштабируемость сети.

Несмотря на существующие ограничения, Ethereum продолжает активно использоваться в Web3-системах.

Заключение. В ходе исследования были рассмотрены архитектурные особенности Ethereum и механизмы функционирования смарт-контрактов. Установлено, что платформа предоставляет эффективную инфраструктуру для построения Web3-приложений и NFT-систем.

Результаты подтверждают перспективность применения Ethereum в веб-разработке. Дальнейшие исследования целесообразно направить на изучение Layer 2 решений, оптимизацию стоимости транзакций и разработку масштабируемых архитектур dApps.

Список литературы

1. Nakamoto S. Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. — 2008.
2. Buterin V. Ethereum White Paper. — 2014.

3. Antonopoulos A. M., Wood G. Mastering Ethereum. — O'Reilly Media, 2018.
4. Solidity Documentation. — https://docs.soliditylang.org
5. Wood G. Ethereum: A Secure Decentralised Generalised Transaction Ledger. — 2014.
6. Antonopoulos A. M. Mastering Bitcoin. — O'Reilly Media, 2023
7. Szabo N. Smart Contracts: Building Blocks for Digital Markets. — 1996
8. Artenie A.C., Silaghi D.L., Popescu D.E. Exploring the Synergy Between Ethereum Layer 2 Solutions and Machine Learning to Improve Blockchain Scalability // Computers. — 2025. — Vol. 14(9). [Электронный ресурс] https://www.mdpi.com/2073-431X/14/9/359

УДК 004.85

К.Р. Шекеев, Н. Базаркул кызы, А.Р. Сарлыков
И. Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы
КГТУ имени И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика

K.R. Shekeev, N. Bazarkyl kyzy, A.R. Sarlykov
I. Razzakov KSTU, Bishkek, Kyrgyz Republic
k.shekeev@kstu.kg, nargiza.bazarkylkyzy@kstu.kg, sarlykov2112@kstu.kg

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ РАЗВИТИЯ НАВЫКОВ ПРОГРАММИРОВАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

ЖАСАЛМА ИНТЕЛЛЕКТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН КОЛДОНУУ МЕНЕН ПРОГРАММАЛОО КӨНДҮМДӨРҮН ӨНҮКТҮРҮҮ ҮЧҮН ВЕБ-ТИРКЕМЕ

WEB APPLICATION FOR DEVELOPING PROGRAMMING SKILLS USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES

Макала программалоо боюнча техникалык маектешүүлөргө даярдануунга арналган веб-тиркемелерди долбоорлоого жана ишке ашырууга багытталган. Ири компаниялардын көпчүлүгүндөгү негизги техникалык адистер "коддук интервью" деп аталган структураланган маектерди өткөрүшөт. Бул маектерде талапкер чектелген убакыт шартында алгоритмдик маселелерди чечип, программалоо тилинде кодду жазып чыгат. Мындай форматта ийгиликке жетишүү талапкердин энциклопедиялык билиминен көрө, маселелерди майдалоо (декомпозициялоо) жана натыйжалуу чечимдерди кабыл алуу жөндөмүнө көбүрөөк байланыштуу болуп, бул көндүм системалуу даярдык аркылуу гана калыптанат. Иштелип чыккан система реалдуу маектин шарттарын моделдейт: колдонуучунун алдына тапшырма коюлат, ал интеграцияланган чөйрөдө чечимди ишке ашырат жана текшерүү үчүн кодду жөнөтөт. Кабыл алынган чечим автоматташтырылган талдоо аркылуу текшерилет, анын жыйынтыгында алгоритмдин тууралыгына баа жана кодду оптималдаштыруу боюнча сунуштарды камтыган мазмундуу кайтарым байланыш (фидбэк) түзүлөт. Системанын техникалык негизи заманбап веб-стектерден жана жасалма интеллектке негизделген инструменттерден турат. Макалада архитектуралык чечимдер жана долбоорлоо учурунда кабыл алынган ыкмалар, ошондой эле террористтик чабуулдарды жөнгө салуу ыкмалары талкууланат.

***Түйүндүү сөздөр**: жасалма интеллект, коддук интервью, веб-тиркеме, коддун статикалык талдоосу, техникалык маектешүүлөргө даярдык.*

Статья посвящена проектированию и реализации веб-приложений для подготовки к техническим собеседованиям по программированию. Основные технические специалисты

большинства крупных компаний сопрягаются с проведением так называемых кодовых интервью- структурированных исследований, в ходе которых соискатель в условиях ограниченного времени определяет алгоритмические задачи и обеспечивает обработку языка программирования. Успешное продвижение подобной формы предполагает не столько энциклопедическую осведомлённость кандидата, сколько устойчивый навык декомпозиции задач и принятия эффективных решений- компетентность, формируемая исключительно систематической направленностью. Разработанная система моделирует условия реального интервью: перед клиентом ставится задача, он реализует решение в интегрированной среде и направляет код проверки. Принятое решение осуществляется автоматизированным анализом, по результатам которого формируется содержательная обратная связь, включающая оценку корректности алгоритма и рекомендации по оптимизации кода. Техническую основу системы составляют современные веб-стеки и инструменты на базе искусственного интеллекта. В статье о решении архитектурных решений, принимаемых при проектировании, и подходах к урегулированию террористических атак.

Ключевые слова: *искусственный интеллект, кодовое интервью, веб-приложение, статический анализ кода, подготовка к техническим собеседованиям.*

The article focuses on the design and implementation of web applications for preparing for technical programming interviews. In most large companies, key technical specialists conduct so-called coding interviews—structured assessments in which candidates solve algorithmic problems under time constraints and implement solutions in a programming language. Success in such a format depends not so much on encyclopedic knowledge of the candidate, but rather on a strong ability to decompose problems and make effective decisions—skills that are developed only through systematic practice. The developed system simulates real interview conditions: the user is given a task, implements a solution in an integrated environment, and submits the code for evaluation. The submitted solution is automatically analyzed, and based on the results, meaningful feedback is generated, including an assessment of algorithm correctness and recommendations for code optimization.

The technical foundation of the system consists of modern web stacks and artificial intelligence–based tools. The article discusses architectural decisions made during system design and approaches to addressing security threats.

Key words: *artificial intelligence, coding interview, web application, static code analysis, preparation for technical interviews.*

Техническое собеседование остается одним из ключевых инструментов отбора разработчиков: кандидат может решить алгоритмическую задачу, реализовать ее программное и обосновать предусмотренные решения. Такой формат дает работодателю возможность оценить не декларируемые знания, а реальную способность человека мыслить в условиях ограничений.

Именно здесь начинающие разработчики оказываются в наиболее уязвимом положении. Самостоятельное решение задачи не воспроизводит давление в интервью и, главное, не дает объективной оценки: ни корректности алгоритма, ни качества кода. Обратная связь от наставника или коллег затруднена, в результате чего-либо платформа ограничивается автоматической проверкой тестовой платформой, либо не предоставляется поддержка для постоянных решений.

Инструменты на основе больших языковых моделей открывают возможность восполнить этот пробел: система способна не просто проверить вывод программы, но и содержательно разобрать структуру кода, указать на неэффективные конструкции и предложить альтернативные подходы. Это делает разработку специализированной стратегической среды практически обоснованной сетью.

Цель работы- реализация веб-приложений, в которых пользователь механической системы отрабатывает решение алгоритмических задач и получает автоматизированную, детализированную оценку своих решений.

Разработанное приложение представляет собой веб-сервис, воспроизводящий логику организационного интервью. Пользователь инициирует сеанс, получает задание и работает над решением во встроенном редакторе кода. По завершении кода проводится проверка.

Система соответствует полному циклу взаимодействия: генерация задач, прием и выполнение кода, проверка правильности, анализ структуры и алгоритмической эффективности, а также контроль рекомендаций. Архитектура приложения и модуль анализа кода представлены на диаграммах 1 и 2 соответственно.

Диаграмма 1 - Архитектура веб-приложение

Диаграмма 2 - Анализ программного кода

Рабочий процесс осуществляется последовательно. На начальном этапе пользователь указывает уровень сложности, на котором система подбирает соответствующие задания. Это позволяет адаптировать тренировочную нагрузку в соответствии с актуальным уровнем подготовки: начинающий разработчик будет работать с задачами иной сложности, имея у кандидата опыт.

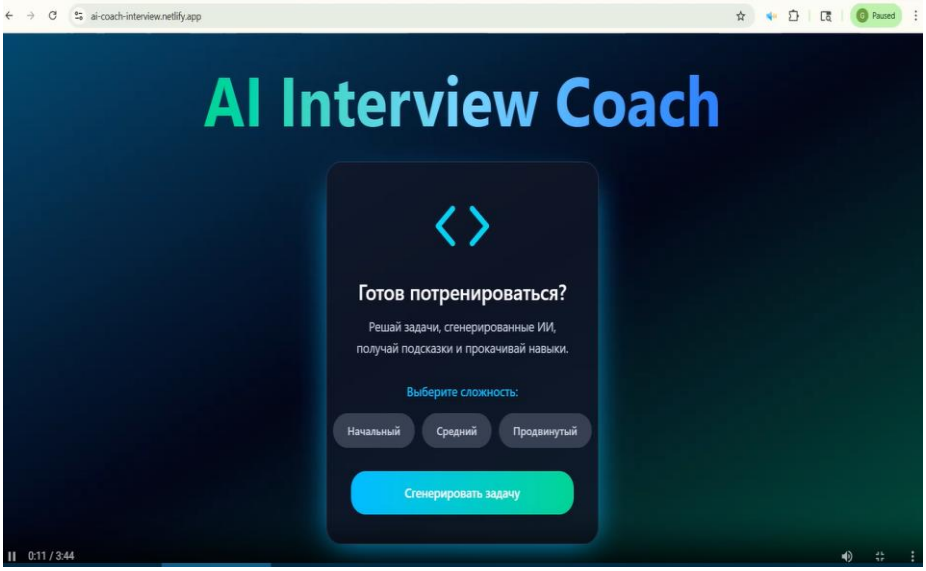


Рисунок 1 - Выбор сложности

Начальный уровень ориентирован на закрепление фундаментальных навыков: задания охватывают операции со строками, массивами и базовыми структурами данных, не требующие глубоких знаний алгоритмической теории. Средний уровень предполагает препятствие классическим алгоритмам, логическому мышлению и пониманию оптимизации. Продвинутый уровень расчета кандидатов с практическим опытом- задачи этой категории затрагивают сложную структуру данных и нетривиальные алгоритмические подходы.

После выбора уровня пользователь приступает к решению задач во встроенном редакторе кода. Готовое решение направляется на проверку: система выполняет код, оценивает правильность результата и формирует обратную связь. По мере проведения сессий приложение отслеживает результаты динамики и постепенно усложняет сложные задания.

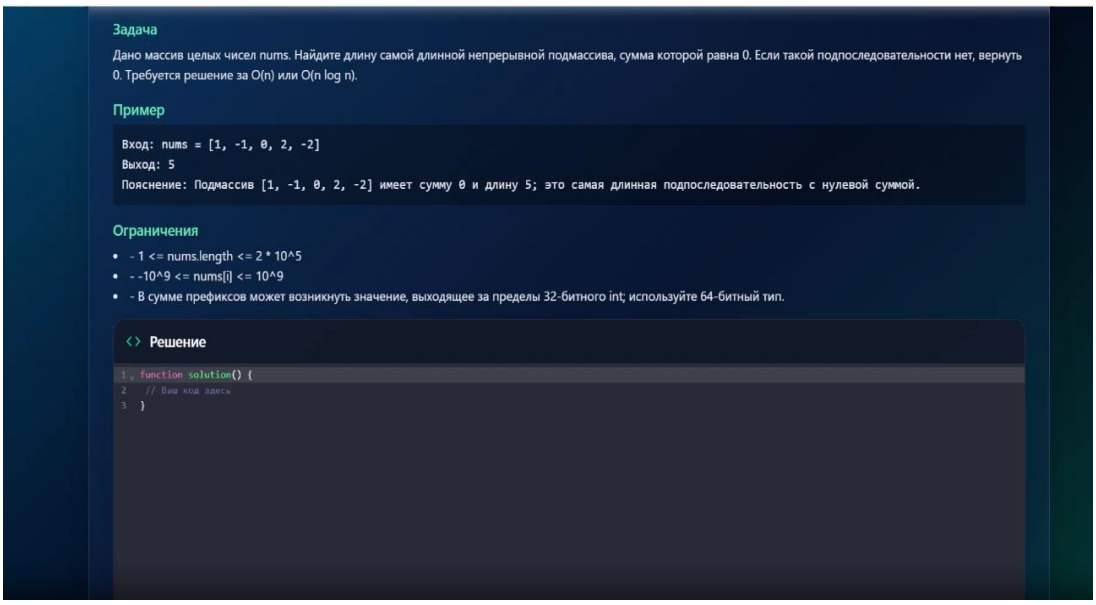


Рисунок 2 - Оправка решение

По завершении проверки система отображает результат: пройденные тесты, итоговый вердикт и, в случае некорректного решения, развёрнутую обратную связь. Пользователь получает описание характера ошибок и конкретных подсказок, поэтому может самостоятельно локализовать проблему, не получая готового ответа.

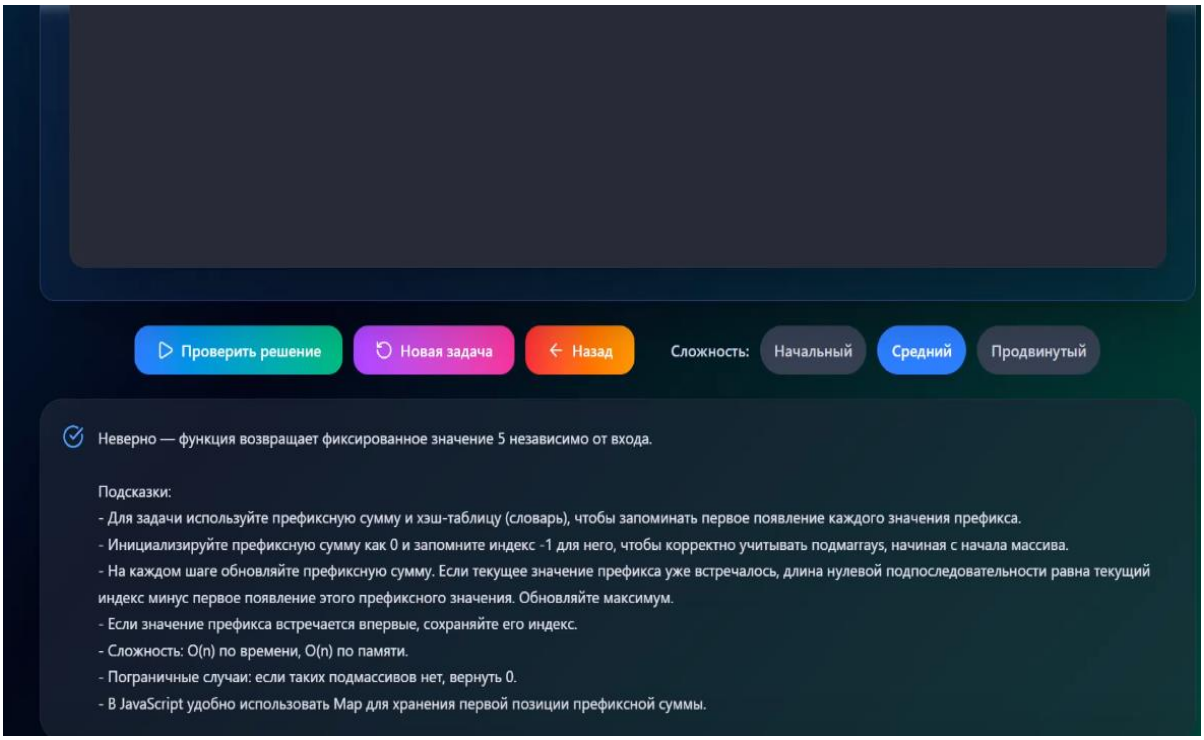


Рисунок 3 - Вывод результата, когда некорректного решение задачи

Ознакомившись с обратной связью, пользователь вводит правки в код и повторно отправляет решение для проверки. Итеративный характер этого процесса- сделать замечание, исправить, проверить снова- и составляет основу тренировочного цикла, постепенно формируя устойчивые навыки отладки и самостоятельного анализа собственного кода.

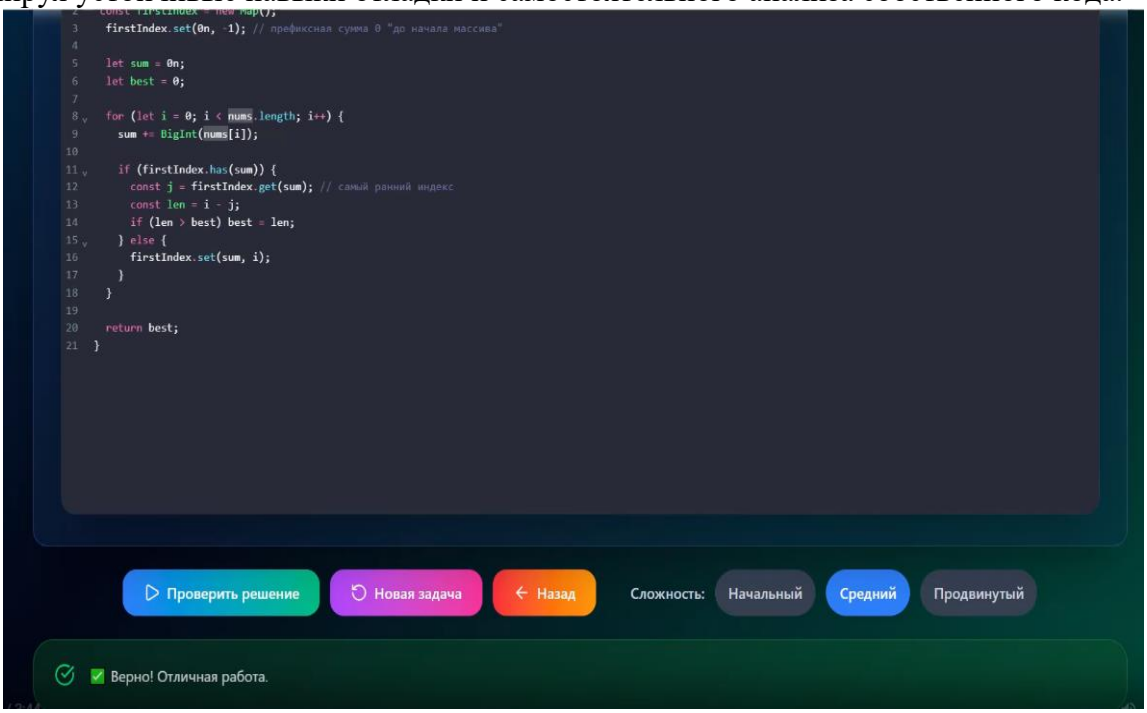


Рисунок 4 - Вывод результата, когда корректного решение задачи

Архитектура приложений.

Приложение построено на клиент-серверной архитектуре, что обеспечивает четкое различие между пользовательским интерфейсом и серверной логикой. Клиентская часть отвечает за настройку условий задачи, прием пользовательского ввода и передачу решений на сервер. Серверная часть кода берет на себя, выполняет ее и передает анализ языковой модели.

Модуль на основе искусственного интеллекта измеряет решение по стандартным параметрам: корректность метода, эффективность реализации, читаемость кода и соответствие общепринятым практикам. По результатам анализа система формирует отчеты с пояснениями и рекомендациями.

Технологический стек.

Пользовательский интерфейс реализован на базе библиотеки React, обеспечивающей построение интерактивных компонентов. TypeScript применяется для статической типизации и повышения надежности кодовой базы. Управление состоянием мероприятий организовано через Zustand, адаптированная вёрстка- средства Tailwind CSS. Проверка и анализ рабочих решений осуществляется языковой моделью, интегрированной через API.

Совокупность выбранных инструментов обеспечивает модульность построения и возможность масштабирования системы.

Практическая изобретательность.

Разработанное приложение ориентировано на широкий круг пользователей: студентов технических специальностей, начинающих разработчиков и практикующих специалистов, проходящих отбор в технических компаниях. Регулярная работа с системой позволяет формировать навыки решения алгоритмических задач, выявлять типичные ошибки и постепенно повышать качество кода. Помимо индивидуального использования, приложение может применяться в университетских центрах и на профильных курсах в качестве вспомогательного тренировочного инструмента.

В рамках работы разработано веб-приложение для подготовки к техническим собеседованиям, включающее модули генерации задач, выполнения кода и автоматизированного анализа вычислений на основе искусственного интеллекта. Система обеспечивает клиенту содержащую обратную связь, охватывающую корректность алгоритма, качество независимого кода и возможность оптимизации пути- то есть воспроизводит именно тот аспект реального интервью, который труднее всего отработать.

Дальнейшее развитие приложения предполагает расширение применимых языков программирования, углубленный анализ алгоритмической сложности решений и введение дополнительных режимов обучения.

Список литературы

1. Томас Кормен ЧарльзЛейзерсон Рональд Ривест Клиффорд Штайн Алгоритмы построение и анализ второе издание Москва Санкт-Петербург ° Киев 2005 ББК 32.973.26-018.2.75 В24 УДК 681.3.07 Издательский дом "Вильямс" Зав. редакцией С.Н. Тригуб Перевод с английского канд. техн. наук ИВ. Красикова, НА.
2. Вагин, Д. В. Современные технологии разработки веб-приложений: учебное пособие: [16+] / Д. В. Вагин, Р. В. Петров; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2019. – 52 с.: ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=573960 (дата обращения: 15.03.2026). – ISBN 978-5-7782-3939-5. – Текст: электронный.
3. React Documentation- [https://react.dev] (https://react.dev)
4. TypeScript Handbook- [https://www.typescriptland.org] (https://www.typescriptlang.org)
5. Puter AI Platform Documantation- [https://puter.com] (https://puter.com)
6. Zustand State Management Library- [https://zustand-demo.pmnd.rs] (https://zustand-demo.pmnd.rs)

7. Application Tracking Systems: Overview and Usage in Recruitment
8. Optical Character Recognition Technologies in Document Processing.

УДК 004.056.57:004.032.26

Н. А. Эрмекбаев, Е. В. Куцев
И. Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек Кыргыз Республикасы
КГТУ им. И. Раззакова Бишкек, Кыргызская Республика

N. A. Ermekbaev, E. V. Kutsev
I. Razzakov KSTU, Bishkek, Kyrgyz Republic
ermekbaevn911@gmail.com; evgeny230285@mail.ru

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ И ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ DEEPFAKE-АТАК В МУЛЬТИСЕРВИСНЫХ СЕТЯХ

МУЛЬТИСЕРВИСТИК ТАРМАКТАРДАГЫ DEEPFAKE-ЧАБУУЛДАРДЫ АНЫКТОО ЖАНА АЛАРДЫН АЛДЫН АЛУУ ҮЧҮН ЖАСАЛМА ИНТЕЛЛЕКТТИ КОЛДОНУУ

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR DETECTION AND PREVENTION OF DEEPFAKE ATTACKS IN MULTISERVICE NETWORKS

Генеративдик жасалма интеллектке негизделген Deepfake-технологиялары VoIP/SIP, WebRTC жана видеоконференция платформаларын бириктирген мультисервистик тармактар үчүн негизги киберкоркунучтардын бирине айланды. Макалада синтетикалык контентти генерациялоо методдору — генеративдик-атаандаш тармактар (GAN), диффузиялык ыктымалдык моделдер (DDPM) жана нейрондук аудиокодектер (VALL-E) системалаштырылган, ошондой эле 2019–2026-жж. мезгилине таандык deepfake-ти аныктоо методдору: CNN-детекторлор, CNN + ViT гибриддик архитектуралары, AASIST жана NeXt-TDNN аудио-детекторлору, мультимодалдык трансформердик фреймворктор каралган. Анализге Deepfake-Eval-2024 жана GenD бенчмарктары камтылган, алар реалдуу маалыматтардагы ачык детекторлордун тактыгы академиялык натыйжаларга салыштырмалуу 48–50% га төмөндөрүн көрсөтөт. RTP-прокси жана WebSocket аркылуу мультисервистик инфраструктурага интеграцияланган DeepfakeGuard реалдуу убакыт тутумунун беш деңгээлдүү архитектурасы сунушталган; детекциянын жалпы кармалуусу 150 мс ашпайт, бул ITU-T G.114 стандартынын талаптарына жооп берет. Сегиз тесттик кейстин жыйынтыгы боюнча аудио- жана видеобелгилердин мультимодалдык биригүүсү (w = 0,45/0,55) аудио-канал үчүн EER = 0,83% болгон учурда 98,33% тактыкты камсыз кылып, бир модалдык ыкмалардан ашып түшөрү далилденди. Мультисервистик тармактардын шарттарында детекторлордун алты негизги аялуулугу аныкталып, аларды жоюу боюнча чаралар, анын ичинде мультидатасеттик окутуу, adversarial training жана YCbCr мейкиндигиндеги жыштык анализи сунушталды.

Түйүндүү сөздөр: *deepfake, GAN, DDPM, VALL-E, мультисервистик тармак, CNN, Vision Transformer, AASIST, WebRTC, VoIP, киберкоопсуздук, мультимодалдык детекция, Deepfake-Eval-2024, ITU-T G.114.*

Deepfake-технологии на основе генеративного искусственного интеллекта стали одной из ключевых киберугроз для мультисервисных сетей, объединяющих VoIP/SIP, WebRTC и платформы видеоконференций. В статье систематизированы методы генерации

синтетического контента — генеративно-состязательные сети (GAN), диффузионные вероятностные модели (DDPM) и нейронные аудиокодеки (VALL-E) — и рассмотрены методы обнаружения deepfake за период 2019–2026 гг.: CNN-детекторы, гибридные архитектуры CNN + ViT, аудио-детекторы AASIST и NeXt-TDNN, мультимодальные трансформерные фреймворки. В анализ включены бенчмарки Deepfake-Eval-2024 и GenD, показывающие, что точность открытых детекторов на реальных данных снижается на 48–50% относительно академических результатов. Предложена пятиуровневая архитектура системы реального времени DeepfakeGuard с интеграцией в мультисервисную инфраструктуру через RTP-прокси и WebSocket; суммарная задержка детекции не превышает 150 мс, что соответствует требованиям стандарта ITU-T G.114. По результатам восьми тест-кейсов подтверждено, что мультимодальное слияние аудио- и видеопризнаков (w = 0,45/0,55) обеспечивает точность 98,33% при EER = 0,83% для аудиоканала, превосходя одномодальные подходы. Выявлены шесть ключевых уязвимостей детекторов в условиях мультисервисных сетей и предложены меры их устранения, включая мультидатасетное обучение, adversarial training и частотный анализ в пространстве YCbCr.

Ключевые слова: *deepfake, GAN, DDPM, VALL-E, мультисервисная сеть, CNN, Vision Transformer, AASIST, WebRTC, VoIP, кибербезопасность, мультимодальная детекция, Deepfake-Eval-2024, ITU-T G.114.*

Deepfake technologies based on generative artificial intelligence have become one of the key cyberthreats for multiservice networks integrating VoIP/SIP, WebRTC, and video-conferencing platforms. This paper systematizes methods of synthetic content generation — generative adversarial networks (GAN), denoising diffusion probabilistic models (DDPM), and neural audio codecs (VALL-E) — and reviews deepfake detection methods for the period 2019–2026: CNN detectors, hybrid CNN + ViT architectures, AASIST and NeXt-TDNN audio detectors, and multimodal transformer frameworks. The analysis incorporates the Deepfake-Eval-2024 and GenD benchmarks, which demonstrate a 48–50% drop in accuracy of open detectors on real-world data compared to academic benchmarks. A five-layer real-time architecture DeepfakeGuard is proposed, integrated into multiservice infrastructure via RTP proxy and WebSocket; total detection latency does not exceed 150 ms, complying with ITU-T G.114. Eight test cases confirm that multimodal fusion of audio and video features (w = 0.45/0.55) achieves 98.33% accuracy with EER = 0.83% for the audio channel, outperforming unimodal approaches. Six key vulnerabilities of detectors in multiservice networks are identified, and mitigation measures are proposed, including multi-dataset training, adversarial training, and frequency analysis in the YCbCr color space.

Key words: *deepfake, GAN, DDPM, VALL-E, multiservice network, CNN, Vision Transformer, AASIST, WebRTC, VoIP, cybersecurity, multimodal detection, Deepfake-Eval-2024, ITU-T G.114.*

Введение. Deepfake-технологии, основанные на генеративном искусственном интеллекте, с 2022 года вышли за пределы академических лабораторий и стали доступны широкой аудитории. Современные инструменты — OmniHuman-1 (ByteDance, 2025) [1], Sora (OpenAI) и Veo 3 (Google DeepMind, 2025) [2] — генерируют гиперреалистичный видеоконтент из единственного изображения за секунды. Нейронные аудиокодеки VALL-E (Microsoft, 2023) [3] воспроизводят голос диктора с 85% совпадением тембра из 3-секундного фрагмента.

Масштаб угрозы подтверждается статистикой: в первом квартале 2025 года зафиксировано 179 инцидентов с применением deepfake — на 19% больше, чем за весь 2024 год; атаки с deepfake-вишингом выросли на 1600% по сравнению с четвёртым кварталом 2024 года [4]. По прогнозу Deloitte [5], ущерб достигнет 40 млрд долл. США к 2027 году.

Ключевой уязвимостью является сетевой контекст: мультисервисные сети объединяют разнородные каналы коммуникации — VoIP/SIP, WebRTC, Zoom, Microsoft

Teams, Google Meet. Показательный прецедент — атака на компанию Arup (Гонконг, февраль 2024 г.): синтетические версии финансового директора и коллег убедили сотрудника перевести 25 млн долл. через видеоконференцию [6]. Zoom, Teams и Google Meet по состоянию на 2025 год не оснащены встроенными механизмами детекции [8].

Цель работы — систематизировать методы обнаружения deepfake-атак в мультисервисных сетях (2019–2026) и предложить архитектуру системы детекции реального времени с сетевой интеграцией.

Задачи исследования:

1. систематизировать методы обнаружения deepfake (2019–2026) на основе arXiv и рецензируемых журналов;
2. включить в анализ бенчмарки Deepfake-Eval-2024 [9] и GenD [10];
3. выявить уязвимости детекторов в условиях мультисервисных сетей и предложить меры противодействия;
4. разработать программную архитектуру DeepfakeGuard с задержкой детекции не более 150 мс.

Основная часть. Технологии генерации deepfake.

Термин «deepfake» возник на платформе Reddit в 2017 году. Генеративно-состязательные сети (GAN), предложенные Гудфеллоу в 2014 году [11], реализуют игру с нулевой суммой: генератор G минимизирует функцию потерь $L_G = E[\log(1 - D(G(z)))]$, тогда как дискриминатор D максимизирует $L_D = E[\log D(x)] + E[\log(1 - D(G(z)))]$. Равновесие достигается при $p_G = p_{data}$. StyleGAN3 (NVIDIA, 2021) [12] синтезирует лица разрешением 1024 × 1024 пикселей, практически неотличимые от реальных.

С 2022 года доминирующей парадигмой генерации стали диффузионные вероятностные модели (DDPM) [13]. Bhattacharyya et al. (arXiv:2404.01579, 2024) [14] установили, что диффузионные deepfake оставляют принципиально иные спектральные следы по сравнению с GAN-моделями. VALL-E [3] использует языковую модель над дискретными токенами EnCodec и достигает 85% совпадения тембра из 3-секундного фрагмента.

Недостатки существующих методов обнаружения.

Традиционные CNN-детекторы первого поколения, такие как XceptionNet [18], имеют ряд существенных ограничений. Доменная амнезия: модели заучивают специфические артефакты конкретного датасета и теряют способность обнаруживать deepfake в реальных условиях — Deepfake-Eval-2024 [9] показал падение AUC на 50% для видео, 48% для аудио и 45% для изображений. Вычислительная нагрузка трансформерных моделей превышает 200 МБ ОЗУ, что неприемлемо для мобильных устройств [20]. Дополнительно, состязательные возмущения снижают точность ViT-детекторов на 40% [20], а flow-matching TTS-системы (Dia2, Maya1) создают акустические артефакты, отсутствующие в обучающих данных [15].

Архитектура системы DeepfakeGuard.

Предложенная система построена по принципу пятиуровневого конвейера. Первый уровень — мультисервисная сеть (VoIP, WebRTC, Zoom, Teams). Второй — перехватчик медиапотока: RTP-прокси / WebRTC tap, декодирование кодеков G.711/Opus, сегментация на 2-секундные блоки. Третий — параллельные детекторы: аудио-детектор AASIST (~80 мс) и видео-детектор CNN + ViT (~127 мс). Четвёртый — мультимодальное слияние: взвешенное голосование $P = 0{,}45 \cdot P_{audio} + 0{,}55 \cdot P_{video}$, скользящий буфер из 10 результатов, порог $P > 0{,}70$. Пятый — блок реагирования: BLOCK_SESSION ($P > 0{,}90$), WARN_PARTICIPANTS ($P > 0{,}75$), LOG_ONLY ($P > 0{,}70$), отправка в SIEM.

Гибридная CNN + ViT архитектура [19] включает: CNN-ветвь (EfficientNet-B4) для извлечения локальных признаков с 1024-мерным вектором; ViT-ветвь (ViT-B/16) с Self-Attention на патчах 16 × 16 и 768-мерным вектором; слияние признаков $f = [f_{CNN}; f_{ViT}] \in R^{1792}$, Dropout 0,3, Sigmoid.

Тест-кейсы и результаты.

Для оценки системы рассмотрены восемь тест-кейсов. Тест-кейс 1 (FaceForensics++): CNN + ViT достигает точности 98,33%, precision 98,97%, задержки 111–127 мс; базовый XceptionNet — 95,7% [19]. Тест-кейс 2 (ASVspoof 2021 LA): AASIST показывает EER = 0,83% [21], RawNet2 — EER = 4,80% [22]. Тест-кейс 3 (одномодальный): мультимодальное слияние повышает точность с 97,1% до 98,33%. Тест-кейс 4 (составная атака): модуль слияния корректно активирует BLOCK_SESSION при P = 0,91. Тест-кейс 5 (Deepfake-Eval-2024): падение AUC открытых детекторов на 48–50% [9]. Тест-кейс 6 (Teams, реальное время): задержка AASIST 80–100 мс на 2-секундный сегмент [7]. Тест-кейс 7 (состязательный deepfake): ансамбль с adversarial training восстанавливает точность до 91,5% [20]. Тест-кейс 8 (flow-matching TTS): дополнение обучающих данных снижает EER с >30% до 12% [15].

Таблица 1. – Сравнение методов детекции deepfake (2019–2026). * — рекомендуемый; ** — кросс-датасетные условия

Метод	**Точность**	**EER**	**Задержка**	**Год**
XceptionNet [18]	95,7%	—	120 мс	2019
RawNet2 [22]	94,1%	4,80%	60 мс	2021
AASIST [21]	96,2%	0,83%	80 мс	2022
Xception+LSTM [29]	54,8%**	—	190 мс	2023
EffNet+BiLSTM [20]	AUC 99,54	—	130 мс	2024
NeXt-TDNN+SSL [27]	95,8%	7,23%	100 мс	2025
Transformer-LLM [25]	96,55%	—	200 мс	2025
GenD [10]	SOTA AUC	—	150 мс	2025
CNN+ViT * [19]	98,33%	—	127 мс	2026

Таблица 2. – Классификация deepfake-атак в мультисервисных сетях (2019–2025)

Тип атаки	**Канал**	**Метод генерации**	**Подтверждённый инцидент**
Face swap видео	WebRTC, Zoom	StyleGAN3, FSGAN	Arup, 2024, 25 млн долл. [6]
Клонирование голоса	VoIP, SIP	VALL-E, XTTS v2	Arup UK, 2019, 220 тыс. ф. ст. [16]
Liveness bypass	KYC-системы	GAN + injection	Fintech +654%, 2024 [17]
Мультимодальный	Видеоконференции	DDPM + кодек	Ferrari CEO, WhatsApp, 2024 [8]
Deepfake-вишинг	Teams, VoIP	Xanthorox AI	Вишинг +1600%, Q1 2025 [4]

Таблица 3. – Уязвимости детекторов deepfake и меры устранения

№	**Уязвимость**	**Эффект**	**Рекомендуемое решение**
1	Доменная амнезия	AUC −50% [9]	Мультидатасетное обучение + domain

№	Уязвимость	Эффект	Рекомендуемое решение
			adversarial training
2	Состязательные атаки	ViT: −40% [20]	Ансамбль CNN + ViT + adversarial training
3	Отсутствие защиты в платформах	Zoom/Teams без детекции [8]	RTP-прокси middleware
4	Вычислительная нагрузка	>200 МБ ОЗУ + GPU [20]	INT8 квантизация; MobileViT
5	Новые TTS (flow-matching)	Вне датасетов ASVspoof [15]	Включить Dia2, Maya1 в обучение
6	Антикриминалистика	Компрессия скрывает артефакты [14]	DCT/FFT анализ; YCbCr

Анализ результатов

Наибольшую точность среди видео-детекторов показывает EfficientNet + BiLSTM (AUC = 99,54% на Celeb-DF) [20], однако данный результат получен в контролируемых условиях одного датасета. Гибридная CNN + ViT архитектура [19] демонстрирует 98,33% на MIT DFD — на 2,63 п. п. выше базового XceptionNet (95,7%) — и является единственной моделью, прошедшей тест задержки ITU-T G.114 (не более 150 мс). Transformer-LLM [25] с задержкой 200 мс не удовлетворяет требованию реального времени.

Для аудио-канала AASIST показывает наилучший результат — EER = 0,83% [21], что на 3,97 п. п. лучше RawNet2 (EER = 4,80%) [22]. По данным Deepfake-Eval-2024 [9], AUC открытых детекторов снижается на 50% для видео, на 48% для аудио, на 45% для изображений. Основные причины: специализация на артефактах конкретного генератора, деградация при перекодировании в социальных сетях [28] и отсутствие новых TTS-архитектур в обучающих данных [15].

Таблица 4. – Итоговое сравнение подходов к обнаружению deepfake в мультисервисных сетях

Критерий	CNN (XceptionNet)	AASIST	CNN+ViT	DeepfakeGuard
Точность на бенчмарке	95,7%	96,2%	98,33%	98,33%
EER	—	0,83%	—	0,83%
Задержка	120 мс	80 мс	127 мс	≤150 мс
ITU-T G.114	✓	✓	✓	✓
Мультимодальность	Нет	Нет	Нет	Да
Интеграция VoIP/WebRTC	Нет	Частично	Нет	Да
Кросс-датасетная устойчивость	Низкая	Средняя	Высокая	Высокая
Реальное время	✓	✓	✓	✓

Заключение

В статье представлен сравнительный анализ методов мультимодальной детекции deepfake в мультисервисных сетях и предложена архитектура системы DeepfakeGuard. Рассмотрен широкий спектр тест-кейсов: контролируемые бенчмарки, реальные VoIP-сессии, составные атаки, состязательные deepfake и граничные сценарии с новыми TTS-архитектурами.

Ключевые результаты: CNN + ViT достигает 98,33% при задержке 127 мс (ITU-T G.114 [19]); AASIST обеспечивает EER = 0,83% [21]; на реальных данных AUC падает на 48–50% [9]. DeepfakeGuard обеспечивает задержку не более 150 мс с ансамблевым слиянием (w_аудио = 0,45, w_видео = 0,55). Дополнительно, спектральный подход на основе признаков ResNeXt [23] и анализ фреймирования сигнала [24] подтверждают перспективность частотных методов для обнаружения синтетической речи.

Направления дальнейших исследований: обучение на Deepfake-Eval-2024 для устранения доменного разрыва; INT4/INT8 квантизация для устройств без GPU; включение flow-matching систем (Dia2, Maya1) в бенчмарки аудио-детекции; стандартизация API детекции для SIP/WebRTC-инфраструктур; развёртывание DeepfakeGuard в продуктивных мультисервисных средах.

Список литературы

1. ByteDance. OmniHuman-1: rethinking the development of human animation models as unified point. arXiv:2501.05171, 2025.
2. Google DeepMind. Veo 3. URL: https://deepmind.google/models/veo/ (дата обращения: 01.06.2025).
3. Wang C. et al. Neural codec language models are zero-shot text to speech synthesizers. arXiv:2301.02111, 2023.
4. Right-Hand AI. The state of deepfake vishing attacks in 2025. URL: https://right-hand.ai/blog/deep-fake-vishing-attacks-2025 (дата обращения: 01.06.2025).
5. Deloitte. Generative AI and the future of fraud. Deloitte Insights, 2024.
6. Trend Micro. Deepfake video call scams CFO — $25M loss. Trend Micro Research Blog, February 2024.
7. Conkie A. et al. Towards real-time audio deepfake detection for communication platforms. arXiv:2403.11778, 2024.
8. Adaptive Security. Video call security under deepfake attacks. URL: https://www.adaptivesecurity.com/blog (дата обращения: 01.06.2025).
9. Chandra N. et al. Deepfake-Eval-2024: a multi-modal in-the-wild deepfake benchmark. arXiv:2503.02857, 2025.
10. Yermakov A. et al. Generalizable deepfake detection across benchmarks (GenD). arXiv:2508.06248, 2025.
11. Goodfellow I. et al. Generative adversarial nets // Advances in Neural Information Processing Systems (NeurIPS). Vol. 27. P. 2672–2680. 2014.
12. Karras T. et al. Alias-free generative adversarial networks (StyleGAN3) // NeurIPS. Vol. 34. 2021.
13. Ho J., Jain A., Abbeel P. Denoising diffusion probabilistic models // NeurIPS. Vol. 33. P. 6840–6851. 2020.
14. Bhattacharyya C. et al. Diffusion deepfake. arXiv:2404.01579, 2024.
15. Anon. Audio deepfake detection in the era of advanced TTS models. arXiv:2601.20510, 2025.
16. Fortinet. Deepfake AI and cybersecurity. URL: https://www.fortinet.com/resources/cyberglossary/deepfake-ai (дата обращения: 01.06.2025).
17. Keepnet Labs. Deepfake statistics and trends 2026. URL: https://keepnetlabs.com/blog/deepfake-statistics-and-trends (дата обращения: 01.06.2025).

18. Rossler A. et al. FaceForensics++: learning to detect manipulated facial images // ICCV. P. 1–11. 2019.

19. Nishant, Mishra P. Hybrid deep learning architecture for real-time deepfake detection on WebRTC platforms // Signal, Image and Video Processing. Springer. Vol. 20. Art. 205. 2026.

20. Anon. A comprehensive review of deepfake detection methods: from classical machine learning to advanced architectures // AI (MDPI). Vol. 7, No. 2. Art. 68. 2025.

21. Jung J. et al. AASIST: audio anti-spoofing using integrated spectro-temporal graph attention networks // ICASSP. P. 6367–6371. 2022.

22. Tak H. et al. End-to-end anti-spoofing with RawNet2 // ICASSP. arXiv:2011.01108. 2021.

23. Anon. Audio deepfake detection based on spectral features and ResNeXt architecture // Knowledge-Based Systems. 2025.

24. Delgado H. et al. On voice deepfake detection — it is all in the framing. arXiv:2509.26471, 2025.

25. Thakur K. et al. Multimodal deepfake detection using transformer-based LLMs // The American Journal of Engineering and Technology. Vol. 7, No. 5. P. 169–177. 2025.

26. Verdoliva L. et al. A survey on deepfakes and detection methods: from GAN to diffusion models // International Journal of Intelligent Systems (Wiley). 2025.

27. Anon. Robust audio deepfake detection based on improved NeXt-TDNN with multi-layer SSL features // Applied Sciences (MDPI). Vol. 15, No. 17. 2025.

28. Anon. Bridging the gap: a framework for real-world video deepfake detection through social media compression emulation. arXiv:2508.08765, 2025.

29. Anon. Methods, approaches and challenges of video deepfake detection // Computer Science Review, Elsevier. 2025.

30. Wang X. et al. ASVspoof 5: crowdsourced speech data, deepfakes and adversarial attacks. arXiv:2408.08739, 2024.

УДК 621.1864:556.3.07

С. Н. Мырзаканов, Ж. М. Жумалиев
И. Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы
КГТУ им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика

S. N. Myrzakanov, Zh. M. Zhumaliev
I. Razzakov KSTU, Bishkek, Kyrgyz Republic
myrzakanovsultan0@gmail.com zhumalie.zhekshen@gmail.com

МАТЕРИАЛЫ ТЕПЛОЗАЩИТЫ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

КОСМОС КОРАБЛДЕРИ ҮЧҮН ТЕРМИКАЛЫК КОРГОО МАТЕРИАЛДАРЫ

THERMAL PROTECTION MATERIALS FOR SPACECRAFT

Көп жылдар бою адамзат биздин цивилизация биздин күн системасында гана эмес, коңшу галактикаларга да саякат кыла турган келечекти элестетип келген.
Учурда космос мейкиндигин изилдөөдө, ракета илиминде жана астрономияда прогрессти байкап, биз барган сайын мындай саякатка чыгуу мүмкүн экенине ишенебиз. Бирок, бул темага тереңдеп кирүүнү чечкен ар бир инженер өзүнө логикалык суроолорду берет. — Учууга эмнени колдонобуз? "Бул жабдуулар оор жүктөрдү көтөрө алабы?" "Бул жабдууларды кайра колдоно алабызбы?"

Адамдардын космосту расмий түрдө багындырганына 65 жыл болду жана бул убакыттын ичинде космостук аппараттардын жылуулук коргоосунда көп нерсе өзгөрдү.

Түйүндүү сөздөр: *космостук аппарат, абляция, жылуулук изоляциясы, жылуулук коргоо.*

На протяжении многих лет человечество рисовало для себя образ того самого будущего, где наша цивилизация будет распространяться не только в пределах нашей солнечной системы, но и путешествовать в соседние галактики.
В настоящее время, наблюдая прогресс в сфере космонавтики, ракетостроения и астрономии нам всё чаще кажется, что такие путешествия возможны. Однако, любой инженер, решившийся углубиться в эту тему, задастся довольно логичными вопросами. «На чем будем летать?». «Выдержит ли это оборудование критические нагрузки?» «Сможем ли мы использовать это оборудование повторно?».

Прошло более 65 лет от официального покорения космоса человечеством и за это время и многое изменилось в обеспечении теплоизоляции космических аппаратов.

Ключевые слова: *космический аппарат, абляция, теплоизоляция, теплозащита.*

For many years, humanity has envisioned a future where our civilization would expand within our not only solar system but also travel to neighboring galaxies. Today, observing the progress in space exploration, rocket science, and astronomy, we increasingly believe such travel is possible. However, any engineer who decides to delve into this topic will ask some logical questions. "What will we use to fly?" "Will this equipment withstand critical loads?" "Will we be able to reuse this equipment?" It has been 65 years since humans officially conquered space, and in that time, much has changed in the thermal protection of spacecraft.

Key words*: spacecraft, ablation, thermal insulation, thermal protection.*

Актуальность. При приземлении поверхность космического аппарата может нагреться до 8000°С, а самым тугоплавким материалом на данный момент считается карбонитрид гафния, температура плавления которого составляет 4200°С. В связи с этим в настоящее время является актуальным исследование и разработка новых материалов обеспечивающих надежную защиту космических и летательных аппаратов от перегрева и разрушения.

Целью данной статьи является: рассмотреть виды теплоизоляции космических аппаратов, подробно изучить их и выявить какие основные материалы используются в теплозащите космических аппаратов.

Для достижения вышеуказанной цели поставлены следующие задачи:
Выделить основные виды теплоизоляции.
Рассмотреть каждую подробнее.
Выяснить какие материалы теплоизоляции, где применяются.

Что такое теплозащита? Теплозащита — это одна из самых критических систем в ракетостроении. Без неё аппарат либо сгорит при запуске (из-за аэродинамического нагрева в плотных слоях атмосферы), либо превратится в метеор при возвращении на Землю.

Основные методы теплозащиты

1. Абляционная теплозащита (разрушаемая)

«Жертвенный» вид защиты, который наиболее эффективен при одноразовых спусках с орбиты. Это теплозащитный слой космического аппарата, который намеренно сгорает, обугливается и теплоизолирует внутренний каркас ракеты от воздействия тепла.

Рисунок 1 - Пример абляционной защиты космического аппарата «Союз» Роскосмоса

2. Теплоизоляционная (плиточная) защита. Корпус покрывается плитками из кварцевого волокна или легкой керамики. Эти материалы обладают невероятной низкой

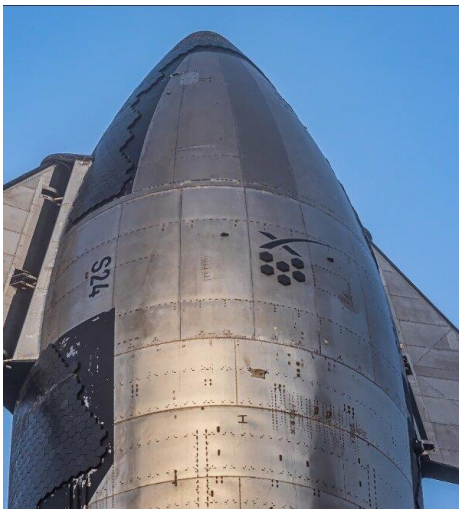


Рисунок 2 - Теплозащита на новой модели StarShip теплопроводностью

3. Радиационная теплозащита. Поверхность изготавливается из тугоплавких материалов (углерод-углеродные композиты, бериллий, титан), которые способны нагреваться до высоких температур и просто излучать энергию обратно в космос.
Рисунок 3 - Иллюстрация радиационной теплозащиты

4. Активная теплозащита (охлаждение). Этот способ теплозащиты уникален тем, что оно, одновременно охлаждая корпус, повышает КПД двигателей. Принцип заключается в том, что по трубкам, проложенным под корпусами, пропускают холодное топливо из баков, которое охлаждая поверхностные слои сами нагреваются и уже в горячем состоянии впрыскиваются в камеры сгорания, что хоть и незначительно, но повышает КПД. Такое охлаждение называется регенеративным.

Также к активной теплозащите относится и транспирационное (потовое) охлаждение. Её принцип заключается в том, что из форсунок, под теплоизолирующим слоем, выпускают облако хладагента, которое образовывает вокруг космического аппарата тонкий слой теплоизоляции непробиваемый плазмой. От данного метода теплозащиты отказались, так как он был очень дорогим и опасным (хладагентом использовали взрывоопасный метан).

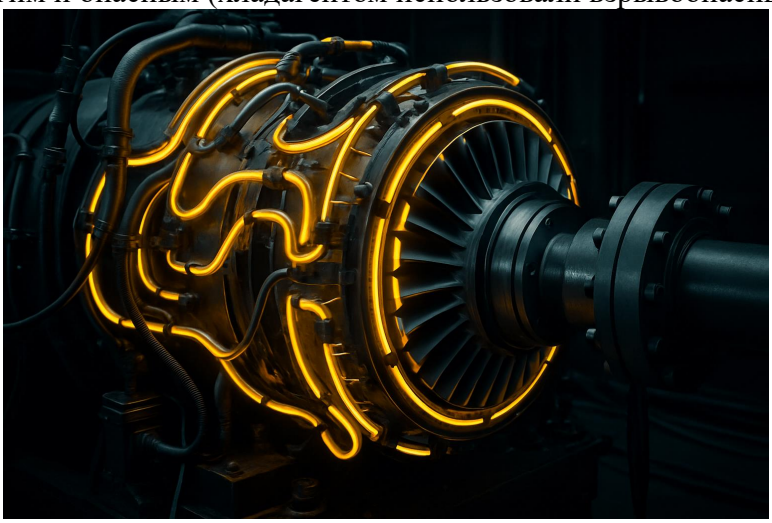


Рисунок 4 - Пример использования активной теплозащиты на поверхности реактивного двигателя

Используемые материалы. В абляционной теплозащите используют асбест, графит или фенольные смолы.

Плиточная защита представляет собой покрытие поверхности космического аппарата плитками их кварцевого волокна или легкой керамики.

Радиационная теплозащиты использует поверхности, изготавливаемые из тугоплавких металлов бериллий или титан, или углеродных композитных материалов.

Сравнение методов и материалов теплозащиты космических аппаратов. Абляционная теплозащита используется только для одноразово спускаемых аппаратов, таких как ракеты и марсоходы.

Теплоизоляционный метод теплозащиты стал прорывом, так как он подразумевает многоразовое использование всего космического аппарата. То есть он предназначается для нескольких циклов взлета и приземления без дополнительного обслуживания. Такую технологию применяют в данное время в разрабатываемых космических кораблях.

Радиационная теплозащита применяется в космических зондах, телескопах. Листами сплавов тугоплавких материалов покрывают носовые части и те участки, которые больше всего подвергаются критическим температурам.

Активную теплозащиту больше используют в авиастроении для охлаждения реактивных установок. В ракетостроении от неё уже отказались.

Выводы.

1. В ракетостроении материалы теплозащиты подбирают в зависимости от поставленных задач.

2. Если это одноразовый космический аппарат, который полезен только за пределами нашей атмосферы, то нужно использовать абляционную теплозащиту в виде асбеста или фенольных смол.

3. Если это спутник, который будет испытывать температурные нагрузки и на орбите, то необходимо учитывать и радиационную теплоизоляцию.

4.Также необходимо учитывать то, что теплозащита — это не только определенный материал, который удовлетворяет нашим требованиям, в первую очередь, это совокупность материалов, имеющих свои характеристики и предназначения.

Список литературы

1. Большая советская энциклопедия. в 30-ти т.. – 3-е изд.. – М. : Совет. энцикл., 1969 - 1986. ил., карт.
2. Материалы камер сгорания и выходных устройств [Электронный ресурс] – Режим доступа:
3. URL: https://studfile.net/preview/2211714/page:14/ 09.05.25
4. Титановые сплавы [Электронный ресурс] – Режим доступа:URL: https://mazprom.ru/stati/ti-
5. tanovye-splavy/ 13.05.25
6. Химическая и радиационная стойкость керамики [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
7. URL: https://science-pedagogy.ru/ru/article/view?id=2148 14.05.25

УДК 637.523:664.64:664.8

А. М. Сатыбалдиева, Н. С. Суюмбаева, С.М. Бакиева
И. Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы
КГТУ им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика

A. M. Satybaldieva, N. S. Suiumbaeva, S. M. Bakieva
I. Razzakov KSTU, Bishkek, Kyrgyz Republic
nurzatsuiumbaeva8@gmail.com, bakievasamara@gmail.com solnse.aijan@mail.ru

ТОПОЗ ЭТИНЕН ӨСҮМДҮК КОШУЛМАЛАРЫН КОШУП МАЙДАЛАНГАН ЧАЛА ФАБРИКАТТАРДЫН РЕЦЕПТЕРИН ЖАНА ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН ИШТЕП ЧЫГУУ

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУР И ТЕХНОЛОГИИ РУБЛЕННЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ ИЗ МЯСА ЯКА С РАСТИТЕЛЬНЫМИ ДОБАВКАМИ

DEVELOPMENT OF RECIPES AND TECHNOLOGY FOR CHOPPED SEMI FINISHED PRODUCTS MADE FROM YAK FROM YAK MEAT WITH PLANT ADDITIVES

Илимий макала топоз этинен өсүмдүк кошулмалары менен чала фабрикаттардын өндүрүш технологиясын иштеп чыгууга арналган. Соңку жылдары экзотикалык жаныбарлардын этине, айрыкча, топоз этине кызыгуунун өсүп жатканы байкалууда. Бул эттин тамак-аштык касиеттеринин жогору, майынын аздыгы жана белоктун деңгээлинин жогорку болушу менен айырмаланат. Өсүмдүк кошулмалары менен, тактап айтканда, талкан (тартылган буудайдын ядросунан жасалган ун) менен аралашканда, бул эт кошумча органолептикалык касиеттерге ээ болуп, даамдык жана жыпар жыттык сапаттарын жакшыртат жана тамак-аштык баалуулугун жогорулатат. Иштин максаты —топоз этинен өсүмдүк кошулмалары менен чала фабрикаттарды өндүрүүнүн эффективдүү технологиясын иштеп чыгуу, ошондой эле алардын иштетүү жана сактоо процессин оптималдаштыруу. Изилдөө жүрүшүндө топоз этин өсүмдүк кошулмалары менен аралаштыруу боюнча ар кандай варианттар каралат, ошондой эле даяр продукциянын текстурасына, даамдык сапаттарына жана сактоо мөөнөтүнө курамдын таасирин баалоо боюнча эксперименттер өткөрүлөт. Күтүлгөн натыйжаларга технологиялык схеманы иштеп чыгуу, иштелип чыккан чала фабрикаттардын сапатын талдоо, ошондой эле тамак-аш өнөр жайы ишканаларында технологияны ишке киргизүү боюнча сунуштарды берүү кирет. Өнүктүрүлгөн технологияны киргизүү, бир гана эт чала фабрикаттардын ассортиментин кеңейтүүгө эмес, ошондой эле ден-соолукка пайдалуу жана экологиялык жактан таза продуктыларга болгон керектөөчү суроо-талапты канааттандырууга мүмкүнчүлүк берет, бул өз алдынча өндүрүштү өнүктүрүү үчүн маанилүү.

Түйүндүү сөздөр: *майдаланган чала фабрикаттар, талкан, топоздун эти, өсүмдүк кошулмалар.*

Тема статьи посвящена разработке рецептуры котлет из мяса яка с растительными добавками. В последние годы наблюдается рост интреса мяса из

экзотических животных, в частности из мяса яка, которые отличается высокими питательными свойствами, низким содержанием жира и высоким уровнем белка. В сочетании с растительными добавками, а именно талкана (мука крупного помола из ядер пшеницы), это мясо приобретает дополнительные органолептические характеристики, такие как улучшение вкусовых и ароматических качеств, а также повышенную пищевую ценность. Цель работы является разработка эффективной технологии производства рубленных полуфабрикатов из мяса яка с использованием растительных добавок, а также оптимизации процессов их обработки и хранения. В ходе исследования будут рассмотрены различные варианты комбинирования мяса яка с растительными добавками для достижения желаемых органолептических характеристик, а также проведены эксперименты по оценке влияния составной рецептуры, вкусовые качества и сроки хранения готовой продукции. Ожидаемые результаты включает создание технологической схемы производства, проведения анализа качества разаработанных полуфабрикатов, а также предложения и рекомендации для внедрения технологии на предприятиях пищевой промышленности. Внедрение предложенной технологии позволит не только расширить ассортимент мясных полуфабрикатов, но и удовлетворить потребительский спрос на здоровье и экологические чистые продукты, что имеет важное значение для развития отечественного производстства.

***Ключевые слова**: рубленные полуфабрикаты, талкан, мяса яка, разработка, растительные компонеты.*

The article is dedicated to the development of a technology for the production of chopped semi-finished products made from yak meat with plant additives. In recent years, there has been a growing interest in the meat of exotic animals, particularly yak meat, which is characterized by high nutritional properties, low fat content, and a high protein level. When combined with plant additives, specifically talcan (coarse flour made from wheat kernels), this meat acquires additional organoleptic characteristics, such as improved taste and aroma qualities, as well as enhanced nutritional value. The aim of the work is to develop an effective technology for the production of chopped semi-finished products made from yak meat with the use of plant additives, as well as to optimize the processes of their processing and storage. The study will explore various options for combining yak meat with plant additives to achieve the desired organoleptic characteristics, as well as conduct experiments to assess the impact of the composition on the texture, taste qualities, and shelf life of the finished products. The expected results include the creation of a technological production scheme, conducting a quality analysis of the developed semi-finished products, as well as providing recommendations for the implementation of the technology in food industry enterprises. The implementation of the proposed technology will not only expand the range of meat semi-finished products but also meet consumer demand for healthy and environmentally friendly products, which is of great importance for the development of domestic production activities of the university, as well as a description and description of its subsystems, has been developed and presented. Tasks are given to ensure the effectiveness of scientific activity.

***Key words**: scientific activity, management system, innovation, university, efficiency, performance indicators, modeling, education processes.*

Кириш сөз. Учурдун талабына ылайык этти кайра иштетүү тармагын карап көрсөк динамикалык түрдө өсүп жаткан эт азыктарынын бирден бир түрү – бул эттен алынган тоңдурулган чала фабрикаттар экендиги айкын. Эмне себептен бул чала фабрикаттарга токтолуп жатабыз, анткени, адамдардын заманбап жашоодогу мүнөзү, жашоо ыргагы жана багыттары өзгөргөндүктөн, адамдардын иштөө графиги да өзгөрүп, физикалык жана

эмоционалдык басымдар көбөюп, адамдар тамак даярдоого убактысы жетишпей, күнүмдүк тамактануу рационуна бат даярдалуучу тамак-аштарды колдонгонго аргасыз болушууда. Буга байланыштуу дүкөндөрдүн муздаткычтарында бат даярдалуучу тамак-аштар кеңири сатыка чыга баштады, анын ичинде эттен даярдалган чала фабрикаттардын түрлөрү да жок эмес. Эттен алынган чала фабрикаттарга салттуу эмес жаныбарлардын эттерин колдонуу кеңири жайылган көрүнүш, тактап айтканда мындай салттуу эмес жаныбарлардын этине Кыргызстанда өндүрүлгөн топоздун эти да кирет. Мындан улам жакынкы убактарда биздин өлкөдө топоз багууга фермерлердин кызыгуусу артууда. Себеби, топоздор башка үй жаныбарларына окшоп өзгөчө багууну талап кылбайт, тоют камдоонун кереги жок. Алар Кыргызстандын деңиз деңгээлинен 2500 м жогоруда жайгашкан бийик тоолуу, жаратылышы катаал, кескин климаттуу жерлерде ылайыкташып жашашат. Буга байланыштуу топозду багуу экономикалык жактан кирешелүү, уй этинен тамак – аш баалуулугу кем эмес жана накталай баасы алдаганча арзан турат [1].

Белгилүү Кыргызстандын окумуштуулары К.А. Алымбеков, А.А. Абдыкеримов, Э.С. Сарбагышев, Ш.Ч. Черткиев жана башка илимий окумуштуулар Т.Р. Кошоева, А.М Сатыбалдиева, Россия Федерациясынын белгилүү окумуштуулары В. Ф. Денисов А. С. Паденко, А. П. Богдановдун эмгектерине таянсак топоз этинин химиялык курамы, тамак – аш жана энергетикалык баалулугу уйдун этинен ылдый эместиги тастыкталган [1].

А.А. Абдыкеримовдун изилдөөлөрүнүн жыйынтыгын алсак, анда энесинин сүтүн ээмп, кышында тоюттандырылган топоздун жаш музоосунун этинде белоктун кармалышы 22,23 -23,04 % ке чейин жетээри аныкталган [1].

Эмизип-саап багуу ыкмасы жана толугу менен энесин эмип өскөн, жайыттан семирип келген жаш топоздун этиндеги белоктун кармалышы Ш.Ч. Черткиевдин изилдөөлөрүнүн жыйынтыгында 25,79 - 25,23% жетерин көрсөк болот [1].

Ал эми К.А. Алымбековдун изилдөөлөрүн алсак, ал семиздүүлүгү жогору жана орто болгон жаш топоздордун этиндеги белоктун кармалышы чоң топоздордун этинен, кескин айырмаланбай тургандыгын, бирок, семиздүүлүгү жогорулаган са йын жаш топоздордун этинде майдын кармалышы 6 эсе, чоң топоздун этинде 10 эсе жогорулай турганы аныкталган. Белоктун кармалышы боюнча башка жаныбарлардын эттериндей эле топоздун эти да толук кандуу анын булагы экендигин изилденген [1].

Топоз этинин касеттери жана тамак-аш баалуулугу, андан даярдалган азыктардын жогорку санда чыгышын камсыз кылат жана суу менен белоктун, белок менен майдын катышы эң чоң маниге ээ болот. Негизги химиялык заттардын катышы боюнча жогорку жана орто семиздүүлүктөгү жаш топоздун эти жогорку тамак-аш баалуулука ээ, андан соң ошол эле семиздүүлүктөгү чоң топоздордун эти турат [1]..

Кечирээк, ушундай эле изилдөөнүн жыйынтыктары Т.Р. Кошоеванын изилдөөлөрүндө белгиленген. Анда топоздун жилик эттеринин химиялык курамына кургак заттардын, суунун, майдын, белоктун кармалышына май ткандарынын саны басымдуу таасир эттерин жана майдын саны азайса белоктун саны көбөйүп, жыйынтыгында суу менен белоктун жана белок менен майдын катышы чоң маниге ээ экенин жана ал 3,63 менен 3,1 түзөөрү жазылган. Мындай жыйынтык топоз этинен иштетилген азыктардын сапаттуу болушуна жана максималдуу чыгышына оптималдуу экендиги да тастыкталган [1].

Калктын тамактануусун жогорку сапатта камсыздандыруу үчүн маанилүү ролду эттин биолгиялык баалуулугу ойнойт. Ал белоктун комплекстүү көрсөткүчтөрү жана анын аминокислоталык курмы менен аныкталат.

Топоздун этинин аминокилоталык курамында лизин менен лейцин басымдуулук кылаарын, треонин менен изолейцин ДССУ шкаласынан да жогору экендиги изилденген. Алмаштырылгыс жана алмаштырылуучу аминокислоталардын катышуу коэффициенти 0, 56

ны түзөт. Топоз этиндеги аминокислоталардын санынын салыштырмалуу жогору болушу, бул жаныбардын организминдеги зат алмашуунун өзгөчөлүгү жана анын тамактануу рационуна байланыштуу экенин мүнөздөйт. Окумуштуулардын изилдөөлөрүнүн мындай жыйынтыгы топоз этинин эт кайра иштетүүчү өнөр-жайларына жана коомдук тамактануу жайларында кошумча чийки зат экендигин жана салттуу чийки эттердин түрлөрүнүн ордуна колдонсо болоорун белгилешет [6].

Топоз этинен алынган азыктардын даамына, жытына андагы май ткандарында кармалган каныккан жана каныкпаган май кислоталарынын кармалышы олуттуу рол ойнойт. Окумуштуулардын изилдөөлөрдүн жыйынтыгына таянсак топоздун булчуң этинин ичиндеги май кислоталары жашына жана семиздүлүүө жараша 1696,3 дан 3190,6 мг% чейин кармалат. Бул сумманын ичинен жаш топоздун этинде каныккан май кислоталары 38,8 - 40,5%, чоң топоздун этинде бир аз азырак 34,6 - 35,6% түзөт. Ал эми моноканыкпаган май кислоталардын массалык үлүшү да жогору жана ал жаш топоздун этинде 41,6 - 43,2%, чоң топоздун этинде 45,2 - 45,3% түзөт [5, 6].

Топоз этинин тамак-аш баалугун терең баалоодо анын минералдык жана витаминдик курамы да изилденген. Изилдөөлөрдүн натыйжасы темирдин, калийдин, натрияйдин саны көбүрөөк жана магний азыраак экенин берген. Бул эттин маанилүү жана айырмалуу өзгөчөлүгү минралдык заттардын ичинен темирдин кармалышы 5000,0 - 6200,0 мкг% чейин жетет, ал эми витаминдерден тиаминдин жана ниациндин кармалышы менен уйдун этинен ашып түшөөрүн, бирок рибофлавиндин кармалышынан орточо эсеп менен 0,02 түзөорү белгиленген [5, 6].

Топоз этинин кычылдуулугу уй этинен айырмаланып бир аз көбүрөөк кычыл чөйрөнү түзөт. Башкача айтканда pH топоздун жаш курагынан жана семиздүүлүгүнөн көз каранды эмес. Бул эттин мындай өзгөчөлүгүн кулинардык азыктарды жана чала фабрикаттарды иштетүүдө эске алуу керек.

Жогорудагы окумуштуулардын топоз этинин химиялык курамы менен тамак-аш баалуулугунун изилдөөлөрүнүн жыйынтыктары, жаш топоздун этин чала фабрикаттарды даярдоого баалуу чийки зат экендигин айгинелейт.

Кыргызстанда калктын жашоо-тиричилигинин кыйындап кеткендигин эске алсак, анда алардын ден соолугунун кыйла начарлап кеткендиги байкалат. ДССУнун эсеби боюнча, Кыргызстандагы чоң кишилердин арасындагы өлүмдүн 80% дал ушул жугуштуу эмес оорулардан (жүрөк-кан тамыр оорулары, инсульт, инфаркт, рак, кант диабети жана өпкө оорулары) улам келип чыгат. Бул абдан жогорку көрсөткүч. Бул көрсөткүчтөргө байланыштуу натуралдуу тамак-аш кошулмалары кошулган, функционалдуу тамак-аш азыктарын өндүрүүгө көбүрөөк көңүл буруу керектиги талап кылынат. Натуралдуу тамак-аш кошулмалары тамак-аш азыктарын тамак-аш булаларына, микро- жана макроэлементтерге байытыш, сактоо мөөнөтүн узартыш, эттен жана эт менен өсүмдүк аралашкан азыктардын түрлөрүн кеңейтиш, даамын жакшыртыш жана муздатылган, тоңдурулган чала фабрикаттардын түрлөрүн көбөйтүш үчүн колдонулат [1]. Мындай натуралдык кошулмаларга кыргыз ашканасында кеңири колдонулган талкан кирет. Талкан дан азыктарын майдалоо менен алынат. Талкан баштапкы чийки заттын түрүнө жараша, ар кандай түрлөргө бөлүнөт: буудай, арпа, сулуу же кара буудай. Бул азыкты жакшы билген эксперттер ар ким өүнө жаккан түрүн тандоону сунуштайт: буудайдан алынган талканда белок (глютенин, лейкозип), тамак-аш буласы, фосфор, магний, кальций, Е витамини бар. B_1 тобундагы витаминдер маанилуу болгон углевод менен энергетиклык алмашуулардын курамына кирип, организмди платикалык заттар, энергия жана андан тышкары тармакташкан чынжырлуу аминокислоталардын метаболизми менен камсыз кылат. Буудайдын кабыгында каруу процесстерин азайта турган минералдык заттар, ушу менен бирге унутчаактык, кант

диабети, жүрөк кан - тамыр оорулары менен күрөшкөн хром, калий, литий заттары кармалат. С витамини менен темир кан аздуулукка жана организмди жалпы бекемдөөгө жардам берет. Буга байланыштуу адистер талканды физикалык оор жумуштарда, климаты суук жерлерде иштеген адамдаргдын күнүмдүк тамактануу рационуна киргизүүнү сунушташат. Кара буудайдын талканы 15% белок, 70% углевод камтыйт. Анын курамында Е менен А, В витаминдердин тобу, фосфор, цинк, кальций, марганец жана башка минералдар бар [3].

Макаладагы изилдөөнүн максаты топоз этинен майда тууралып, талкан кошулуп алынган чала фабрикаттардын рецеби менен өндүрүү технологиясын иштеп чыгуу жана анын тамак-аш баалуулугун, керектөөчүлүк касиеттерин изилдөө болуп саналат

Изилдөөнүн объектиси: жаш топоз этинен даярдалган, талкан кошулуп жасалган чала фабрикат. Изилдөөлөр технология институтуна караштуу коомдук тамактануу азыктарынын технологиясы кафедрасынын тамак-аштардын физико-химиялык касиеттерин аныктоо лабораториясында жүргүзүлдү.

Изилдөөнүн негизги маселеси топоз этинен экспериментке алынган чала фабрикаттардын натуралдуулугун, талкан кошуу менен сактоо болуп эсептелет. ГОСТ 32951-2014 стандартынын талаптарына ылайык эттин котлетке даярдалган фарштагы курамы 60%-дан кем болбош керек. Биздин контродук үлгүдө жана эксперименттик үлгүлөрдүн курамындагы эттин пайызы 90 %-дан кем болгон жок.

Изилдөө ыкмалары: Иштелип чыкан чала фабрикаттын сапатын комплекстүү изилдөө ГОСТ 232951-2014 “, Эттен алынган жана курамында эт кошулган чала фабрикаттар. Жалпы техникалык шарттар.” стандартынын негизинде, 9-баллдык системадагы органолептикалык көрсөткүчтөрдү аныктоочу ыкмасы, суунун массалык үлүшү ГОСТ 9793—2016. “Эт жана эт азыктары. Сууну аныктоо ыкмалары” стандартынын негизинде, майдын кармалышын ГОСТ 23042-2015 “Эт жана эт азыктары. Майдын кармалышын аныктоо ыкмалары” ГОСТ 9957-2015 “Эт жана эт азыктары. Тамак-аш тузун аныктоо ыкмалары”. Суунун байлануу жөндөмдүүлүгүн Р. Грау менен Р Хаммдын В.Н Воловинский Б.Н Кельмандын өзгөртүү ыкмасы менен аныкталды. Суунун кармалуу жөндөмдүүлүгү төмөнкү формула менен аныкталды:

$ВУС = W_1 - W_2$

Бул жерде, W_1 – чийки котлетте кармалган суунун саны, %

W_2 – бышкан котлетте кармалган суунун саны,%

Топоз этинен, талкан кошулуп даярдалган чала фабрикаттардын 4 түрлүү рецеби биринчи таблицада көрсөтүлгөн. Мында топоз этинен алынган чала фабрикаттын үлгүлөрүнө талканды 8,6,4,2%-пайызда кошуу менен даярдадык.Даяр чала фабрикаттардын салмагы 102 граммды түздү.

Колдонулуучу негизги чийки заттар: I жана II категориядагы жаш топоздун муздаган жана муздатылган эти. Күчүндө турган техникалык шарттарда коюлган талаптарга, сапаттык көрсөткүчтөрү жооп берген бир жолу эритилген тоңдурулган топоздун эти.

Кошумча чийки заттар: талкан. сүт, ак буудай наны, туз, майдаланган кара мурч, кургатылган майдаланган нандын порошогу.

Даярдоо технологиясына топоздун тушасын бөлүктөргө бөлүү (жарым туш), этти сөөктөрдөн, тарамыштардан ажыратуу жана сорттоо кирет. Этти бөлүктөргө бөлүү операциясына туштуу бөлүү же экиге бөлүү (тушаны жок кыркасынан экиге бөлүү) же андан да майда бөлүктөргө бөлүү кирет. Туштуу илүүчү илмеке тигинен илип алып же үзгүлтүксүз коюлган же тушаны бөлүүгө ылайыкталган туурасынан коюлган үстөлгө коюп алып бөлүшөт.

Топоздун тушасын бөлүктөргө бөлүү схемасынын стандартына ылайык жүргүзүлөт.

Муздаган, муздатылган же эритилген топоз этинин жарым тушасынан бел омурткасынын ички бетинде жайгашкан сулп эттерин бөлүп алышат. Андан соң жарым тушту ар кандай бөлүктөргө бөлүшөт.

Сөөктөн ажыратуу. Бөлүнүп алынган эттерди сөөгүнөн, тарамыштардан, май ткандарынан ажыратат.Сөөктөн ажыратуу жакшы курчутулган атайын бычактар менен үзгүлтүксүз же стационардык коюлган үстөлдөрдүн үстүнө жүргүзүлөт.

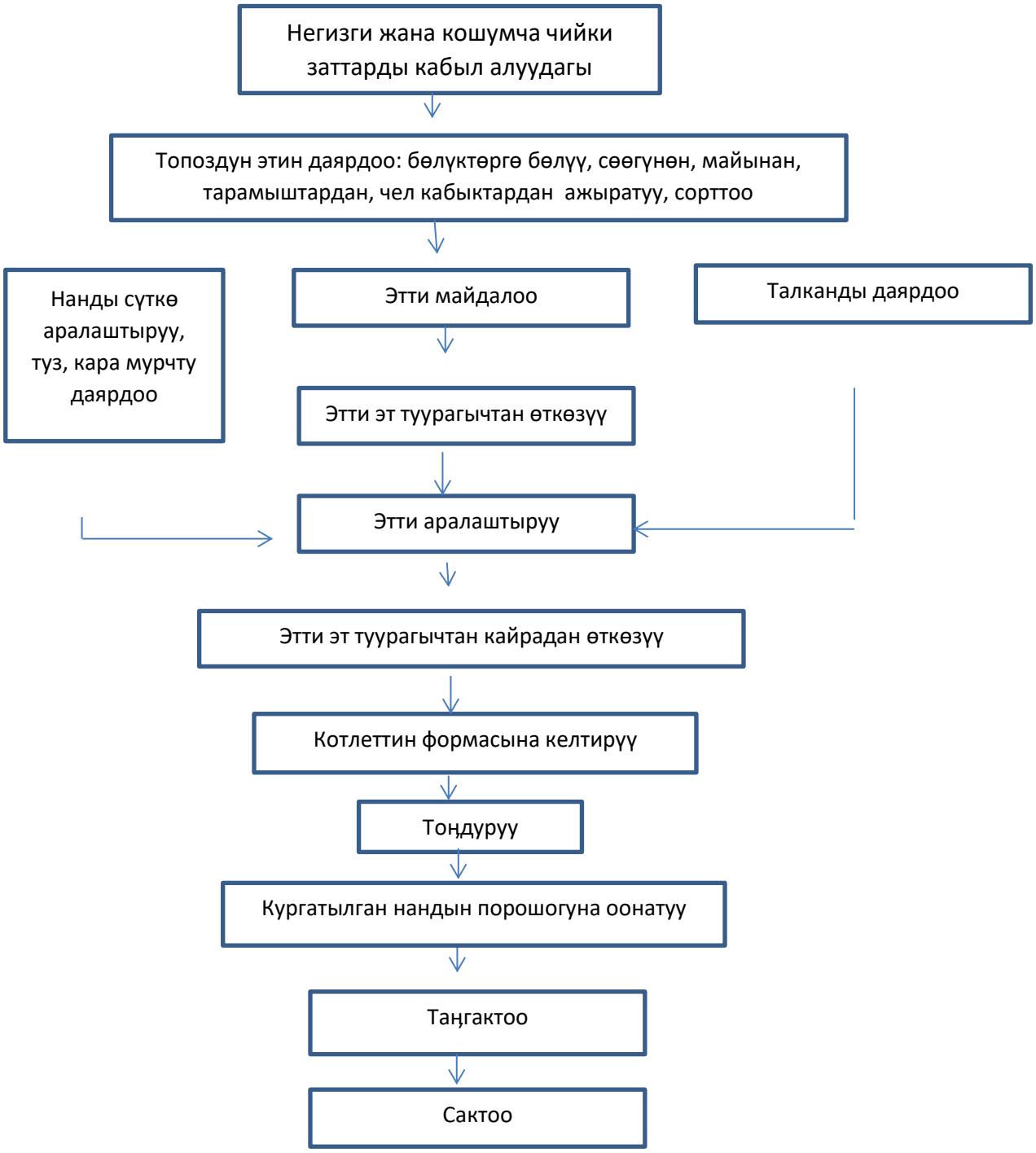
Технологиялык өндүрүү процесси. Топоз этинен өндүрүлгөн өсүмдүк чийки заты кошулган котлеттин технологиялык схемасы 1 – сүрөттө көрсөтүлгөн. Котлетти өндүрүүнүн технологиялык операциялары чала фабрикаттарды өндүрүү технологиясы менен окшош.

Тууралган чала фабрикаттарды өндүрүшкө даярдоодо. Топоз этин эт майдалоочу жабдыктан өтөзүп, фарш даярдалып алынат. Даярдалган фаршка талкан, алдын ала сүткө чыланган ак нандын жумшак бөлүгү, туз, майдаланган кара мурч кошулуп аралаштырылат. Аралаштырылгандан кийин кайрадан эт туурооч жабдыкка салынып дагы бир жолу өткөзүлөт. Андан кийин котлеттердин стандарттык формасына келтирилип, кургатылган нан порошогу жалатылып, формага келген котлеттерди, нандын порошогуна оонатып, муздаткычка тоңдурууга жөнөтүлөт. Тоңдурулган котлеттерди тамак-аш ороочу жылтыракка салып, ичиндеги абаны, аба соргуч жабдык менен чыгарып, сыртына керектүү маалыматтар жазылган этикетка чапталып, муздатуучу муздаткычтарга -8 ºС чейинки температурага сактоого жөнөтүлөт же таңгактаардан мурда жылуулук иштетүүгө жөнөтүлөт. Жылуулук иштетүүдө даяр чала фабрикаттарды табага эки бети кызаргыча куурулат же 150-160 ºС температурага жеткирилген бышыруучу мештин май сыйпалган табагына салынып бышырылат. Табага кууру 3-5 минутка чейин жүргүзүлүп, андан соң бышыруучу мешке 250-280 ºС температурада 5-7 минутка чейин бышырылат.

Изилдөөдөн алынган жыйынтыктар жана аны талкуулоо.

Алдыга коюлган максатка жетүү үчүн топоз этине, талкан кошулган чала фабрикаттардын эксперименталдык рецептуралары иштелип чыккан (1,2 – таблица). Таблицадагы материалдарда көрүнүп тургандай котлетти өндүрүүдөгү негизги чийки зат бирдей сорттогу майынан ажыратылган топоз эти болот. Муну менен бирге котлеттин сапатын артыкчылыктуу жогорулатуучу чийки зат бул – талкан. Талкан котлетти биологиялык активдүү заттар менен гана байытпастан, органолептикалык көрсөткүчтөрүн да жогорулатат. Бул үчүн ар бир изилденүүчү топоздун этинин үлгүлөрүнүн негизги салмагына 8, 6, 4, 2% талкан кошулду. Иштелип чыккан изилденүүчү үлгүлөр бышырылып, талкан кошулбаган контролдук котлеттердин бышырылган үлгүлөрү менен органолептикалык көрсөткүчтөрү салыштырылып аныкталды. Органолептикалык көрсткүчтөрдүн жыйынтыгы 3 – талбицада көрсөтүлгөн.

Даяр котлеттердин органолептикалык көрсөткүчтөрүнүн анализин, контролдук үлгү менен салыштырганда (1-таблица), 2-4% талкан кошулган үлгүлөрдүн жытында бир аз топоз этинин кычкыл жыты сезилди, ал эми 6-85 талкан кошулган котлеттерде топоз этинин жыты анча сезилген жок, өңү бардык котлеттердики бирдей, бирок 8% - талкан кошулган котлеттин өңү бир аз агыш күрөң түстөгү талкандын бөлүкчөлөрү байкалат. Котлеттерди кескенден кийин 6-8% кошулган котлетте талкандын калдыктары бир аз байкалат. Ал эми даамы боюнча баардык котлеттин үлгүлөрүндө бөлөк даам жок. Бирок, 6-8% талкан кошулган котлеттердин даамында бир аз талкандын жеңил даамы сезилет жана топоз этинин кычкыл даамы да сезилет. 2-4% талкан кошулган котлеттин үлгүлөрүндө талкандын даамы сезилбейт, топоздун этине тиешелүү кычкыл даам бир аз даамданат.Тактап айтканда баардык топоз этинен, талкан кошулуп жазалган котлеттердин органолептикалык көрсөткүчтөрү ГОСТ 32951-2014 стандартынын талаптарына толук жооп берет.



1- сүрөт.Талкан кошулган котлетти өндүрүүнүн технологиясы

Топоз этинен талкан кошулуп өндүрүлгөн чийки котлеттердин үлгүлөрү 1-сүрөттө көрсөтүлгөн. Бышкан котлеттин үлгүлөрү 2 – сүрөттө көрсөтүлгөн.

2 – сүрөт. Топоз этинен, талкан кошулуп өндүрүлгөн, бышкан котлеттер

1 – таблица. Топоз этинен даярдалган котлеттин контролдук үлгүсүнүн рецеби

Азык-түлүктөрдүн аталышы	**Брутто, г**	Иштетүүдө пайда болгон калдыктар жана технологиялык жоготуулар, %	**Нетто, г**
Топоз эти	101	27	73,73
Ак нан	17,4	—	17,4
Сүт же суу	23,4	—	23,4
Ак панировка күкүмү (нан күкүмү)	10	—	10
Туз	1,2	—	1,2
Кара майдаланган калемпир	0,06	—	0,06
Жарым фабрикаттын массасы			123
Кууруу үчүн өсүмдүк майы	6	—	6
Куурулган жарым фабрикаттын массасы			100

2 – таблица. Топоз этинен, талкан кошулуп өндүрүлгөн чала фабрикаттардын рецеби

Курамындагы азыктардын аталышы	**Контролдук Үлгү, г**	**№1 (8%) үлгү**			**№2 (6%) үлгү**			**Образец 3 (4%) үлгү**			**Образец 4 (2%) үлгү**		
		Толук салмагы, г	**Тазалоодогу технологиялык жоготуулар жана калдыктар, %**	**Таза салмак, г**	**Толук салмагы, г**	**Тазалоодогу технологиялык жоготуулар жана калдыктар, %**	**Таза салмак, г**	**Толук салмагы,**	**Тазалоодогу технологиялык жоготуулар жана калдыктар, %**	**Таза салмак, г**	**Толук салмагы,**	**Тазалоодогу технологиялык жоготуулар жана калдыктар, %**	**Таза салмак, г**
Топоз эти		92,9	27	67,8	94,9	27	69,3	97	27	70,8	99	27	72,3
Талкан		8,1	30	5,7	6,1	30	4,3	4	30	3	2	30	1,4
72%дуу ак нан		17,4	—	17,4	17,4		17,4	17,4		17,4	17,4		17,4
Сүт		23,4	—	23,4	23,4		23,4	23,4		23,4	23,4		23,4
Ак кургатылган нан талканы		10	—	10	10		10	10		10	10		10
Туз		1,2	—	1,2	1,2		1,2	1,2		1,2	1,2		1,2
Майдаланган кара мурч		0,06		0,06	0,06		0,06	0,06		0,06	0,06		0,06
Чала фабрикаттын салмагы				126			126			126			126
Кууруга керектелген өсүмдүк майы		6	—	6	6		6	6		6	6		6
Жыйынтык, г				102			102			102			102

3 - таблица.Топоз этинен, талкан кошулуп өндүрүлгөн котлеттердин органолептикалык көрсөткүчтөрү

Көрсөткүчтөр	ГОСТ 32951-2014	Контролук үлгү	№ 1 үлгү, 8%	№ 2 үлгү, 6%	№ 1 үлгү, 4%	№ 1 үлгү, 2%
Сырткы көрүнүшү	Майдаланган, бир тектүү, сөөгү жок, бирдей аралашкан, кемирчеги жок, ар кандай формадагы масса	Бир тектүү майдаланган, сөөгү, кемирчеги жок, бирдей аралаштырылган тоголок-сүйрү формадагы масса				
Котлетти кескенден кийинки көрүнү	Фарш жакшы аралашкан, бир тектүү, ингредиенттер менен болгон масса	Масса бир тектүү, фарш жакшы аралаштырылган	Масса бир тектүү, фарш жакшы аралаштырылган, талкандын калдыктары жакшы көрүнүп турат	Масса бир тектүү, фарш жакшы аралаштырылган, талкандын калдыктары бир аз көрүнүп турат	Масса бир тектүү, фарш жакшы аралаштырылган, талкандын калдыктары анча билинбейт	Масса бир тектүү, фарш жакшы аралаштырылган, талкандын калдыктары билинбейт
Өңү	Берилген чала фабрикатка тиешелүү	Берилген чала фабрикаттарга тиешелүү, 8 % талкан кошулган котлетте бир аз агыш күрөң түс байкалат				
Жыты	Берилген чала фабрикатка тиешелүү, бөлөк жыты жок	Топоздун этине тиешелүү кычкыл жыт байкалат	Топоздун этине тиешелүү кычкыл жыт көбүрөөк байкалбайт, бөлөк жыт жок	Топоздун этине тиешелүү кычкыл жыт бир аз көбүрөөк байкалат бөлөк жыт жок	Топоздун этине тиешелүү кычкыл жыт бир аз байк албайт, бөлөк жыт жок	Топоздун этине тиешелүү кычкыл жыт байкалат бөлөк жыт жок
Даамы	Берилген чала фабрикатка тиешелүү, бөлөк даам жок	Берилген чала фабрикатка тиешелүү, бөлөк даам жок, бир аз кычкыл даам сезилет	Берилген чала фабрикатка тиешелүү, бөлөк даам жок, бир аз кычкыл даам сезилгенсийт, талкандын жеңил даамы сезилгенсийт	Берилген чала фабрикатка тиешелүү, бөлөк даам жок, бир аз кычкыл даам сезилгенсийт талкандын жеңил даамы сезилгенсийт	Берилген чала фабрикатка тиешелүү, бөлөк даам жок, бир аз кычкыл даам сезилгенсийт, талкандын даамы сезилбейт	Берилген чала фабрикатка тиешелүү, бөлөк даам жок, бир аз кычкыл даам сезилгенсийт, талкандын даамы сезилбейт

Жүргүзүлгөн изилдөөнүн натыйжасында топоз этинен талкан кошулган майдаланган чала фабрикаттардын рецептурасы жана өндүрүү технологиясы иштелип чыкты. Органолептикалык баалоонун жыйынтыгы боюнча бардык үлгүлөр ГОСТ 32951-2014 стандартынын талаптарына жооп берери аныкталды. Изилдөөлөр көрсөткөндөй, талканды 2–4% өлчөмүндө кошуу продукциянын даамдык жана сапаттык көрсөткүчтөрүн жакшыртып, азыктык баалуулугун жогорулатат жана топоз этинен функционалдык багыттагы сапаттуу чала фабрикаттарды өндүрүү үчүн келечектүү технология болуп саналат.

Адабияттар тизмеси

1. Использование мяса яка и функциональных растительных ингредиентов в производстве замороженных полуфабрикатов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: файл PDF (дата обращения: 24.07.2026).
2. Вопросы переработки яков и качества их мяса в Кыргызстане [Электронный ресурс]. – Режим доступа: файл PDF (дата обращения: 24.07.2026).
3. Химический состав и пищевая ценность продуктов: мясо яка [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://health-diet.ru/base_of_food/sostav/253.php (дата обращения: 24.07.2026).
4. Химический состав пищевых продуктов. Т. 1 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://with-sport.com/books/himicheskij-sostav-piwevyh-produktov-t-1.pdf (дата обращения: 24.07.2026).
5. Алымбеков, К. А. Исследование потребительских свойств и разработка системы менеджмента качества мяса яков: дисс. д-ра техн. наук. – Бишкек, 2009. – 280 с. *(Количество страниц уточните по титульному листу диссертации, если оно отличается.)*
6. Кыргызская Республика. Законы. О безопасности пищевой продукции: Закон Кыргызской Республики от 30 мая 2013 г. № 86 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://cbd.minjust.gov.kg/ (дата обращения: 24.07.2026).

УДК 664.66:664.641.12

А.М. Сатыбалдиева, К. Садыкказиева
И. Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы
КГТУ им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика

A.M. Satybaldieva, K. Sadykkazieva
I. Razzakov KSTU, Bishkek, Kyrgyz Republic

КАРА КҮРҮЧ УНУНАН ӨНДҮРҮЛГӨН НАНДЫН КЕРЕКТӨӨЧҮЛҮК КАСИЕТТЕРИН ИЗИЛДӨӨ

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ ХЛЕБА ИЗ ГРЕЧНЕВОЙ МУКИ

STUDY OF THE CONSUMER PROPERTIES OF BUCKWHEAT FLOUR BREAD

Бул макалада кара күрүч унуна, 15, 20, 30% сулу уну кошулуп жасалган нандын керектөөчүлүк касиеттерин изилдөөнүн жыйынтыктары баяндалган. Кара күрүч унунун курамында клейковина жок болгондугуна байланыштуу, бул ундан алынган нан нык абалда болуп, жумшак бөлүгүндө көзөнөктөр пайда болбойт. Ошондуктан, кара күрүч унуна сулу унун кошуп, нандын сапатын жогорулатыш үчүн жумуртка, кумшекер, айран кошулган рецептура иштелип чыкты. Бул ингредиенттерди кошкондон кийин, бышкан нандын

сапаты жогорулап, жумшак бөлүгүндө көзөнөктөр пайда болду. Ал эми контролдук үлгү катары кара күрүчтүн өзүнөн даярдалган нан алынды. Кара күрүч унунан алынган нандын рецептурасы иштелип чыккандан кийин өндүрүү технологиясынын процесстери негизделди. Иштелип чыккан рецептуранын негизинде даярдалган нандардын органолептикалык көрсөткүчтөрү аныкталып, эң жакшы көрсөткүчкө бааланган нан 20% - да сулу уну кошулган кара күрүч наны аныкталып, андан ары физико-химиялык көрсөткүчтөрү аныкталды.

Түйүндүү сөздөр: *кара күрүч уну, сулу уну, рецептура, кумшекер, жумуртка, өндүрүү технологиясы, керектелүүчү касиеттер, органолептикалык көрсөткүчтөр, физико-химиялык көрсөткүчтөр.*

В данной статье представлены результаты исследования потребительских свойств хлеба, изготовленного из гречневой муки с добавлением 15, 20 и 30% овсяной муки. В связи с отсутствием клейковины в составе гречневой муки, хлеб из нее получается плотным, а в его мякише не образуются поры. Поэтому для повышения качества хлеба была разработана рецептура с добавлением к гречневой муке овсяной муки, а также яиц, сахара и кефира. После добавления этих ингредиентов качество выпеченного хлеба улучшилось, а в мякише появились поры. В качестве контрольного образца был взят хлеб, приготовленный исключительно из гречневой муки. После разработки рецептуры хлеба из гречневой муки были обоснованы процессы технологии его производства. На основе разработанной рецептуры были определены органолептические показатели выпеченного хлеба. Хлеб из гречневой муки с добавлением 20% овсяной муки был оценен как лучший образец, после чего были определены его физико-химические показатели.

Ключевые слова: *гречневая мука, овсяная мука, рецептура, сахар, яйцо, технология производства, потребительские свойства, органолептические показатели, физико-химические показатели.*

This article presents the results of a study on the consumer properties of bread made from buckwheat flour with the addition of 15%, 20%, and 30% oat flour. Due to the absence of gluten in buckwheat flour, bread made solely from it is dense and lacks crumb porosity. Therefore, to improve the quality of the bread, a recipe was developed by adding oat flour to buckwheat flour, along with eggs, sugar, and kefir (sour milk). After incorporating these ingredients, the quality of the baked bread improved, and pores formed in the crumb. Bread made exclusively from buckwheat flour was used as a control sample. Following the development of the recipe for buckwheat-based bread, the processes of its production technology were substantiated. The organoleptic characteristics of the breads prepared based on the developed recipe were determined. The buckwheat bread with 20% oat flour addition was identified as the best-performing sample, after which its physicochemical indicators were evaluated.

Keywords: *buckwheat flour, oat flour, recipe (же formulation), sugar, egg, production technology, consumer properties, organoleptic characteristics (же sensory properties), physicochemical indicators.*

Кириш сөз. Акыркы жылдары дүйнө жүзүндө жана өлкөбүздө калктын дени сак тамактануусуна, дарылык-алдын алуучу (профилактикалык) жана диеталык касиетке ээ болгон тамак-аш азыктарын өндүрүүгө өзгөчө көңүл бурулууда. Бул багытта нан жана нан азыктарынын азыктык баалуулугун жогорулатуу, алардын курамын функционалдык ингредиенттер менен байытуу тамак-аш өнөр жайынын актуалдуу маселелеринин бири болуп саналат. Салттуу түрдө колдонулуп келген буудай унунун курамында глютендин (клейковина) болушу кээ бир кардарлардын организмине (целиакия оорусу менен жабыркагандарда) терс реакцияларды жараткандыктан, глютенсиз ундун түрлөрүнөн нан азыктарын өндүрүүгө суроо-талап өсүүдө [1,4].

Мындай өзгөчө касиетке ээ болгон сырьелордун бири — кара күрүч (гречка) уну. Кара күрүч уну өзүнүн курамындагы баалуу белоктор, алмаштыргыс аминокислоталар, В тобундагы витаминдер, минералдык заттар жана антиоксиданттар менен айырмаланат. Бирок, анын курамында клейковинанын жоктугу нан бышыруу процессинде олуттуу

технологиялык кыйынчылыктарды жаратат. Тагыраак айтканда, кара күрүч унунан гана даярдалган нандын көлөмү кичине, текстурасы өтө нык болуп, жумшак бөлүгүндө (мякиш) кадимки нандай көзөнөктөр пайда болбойт, бул болсо анын керектөөчүлүк касиеттерин төмөндөтөт [5].

Бул технологиялык маселени чечүү жана даяр азыктын биологиялык баалуулугун дагы да арттыруу максатында кара күрүч унуна сулу унун кошуу чоң келечекти убада кылат. Сулу уну өзүнүн курамындагы эрүүчү диеталык булалар (бета-глюкан), витаминдер жана структура түзүүчү касиеттери менен нандын сапатын жакшыртууга өбөлгө түзөт [6]. Соода тармагындагы нан азыктарынын ассортиментин кеңейтүү жана кара күрүч менен сулу унунун айкалышынан жогорку сапаттагы нан алуу үчүн рецептурага жумуртка, кумшекер жана айран сыяктуу ингредиенттерди кошуу зарылчылыгы келип чыгат. Бул компоненттер камырдын структуралык-механикалык касиеттерин жакшыртып, нандын жумшак бөлүгүндө керектүү көзөнөктөрдүн пайда болушун шарттайт.

Иштин максаты: Кара күрүч унуна 10, 20, 30% деңгээлинде сулу унун жана кошумча ингредиенттерди (жумуртка, кумшекер, айран) кошуу менен нандын жаңы рецептурасын жана өндүрүү технологиясын иштеп чыгуу, ошондой эле алынган үлгүлөрдүн органолептикалык жана физико-химиялык көрсөткүчтөрүн изилдөө аркылуу эң оптималдуу вариантты аныктоо болуп саналат.

Нандын рецептурасын иштеп чыгуу жана анын керектөөчүлүк касиеттерин аныктоо И. Раззаков атындагы Кыргыз мамлекеттик техникалык университетине караштуу “Коомдук тамактануу азыктарынын технологиясы” кафедрасынын лабораториясында иштелип чыкты жана керектөөчүлүк касиеттери изилденди.

Изилдөөнүн объектиси: кара күрүч унунан өндүрүлгөн нандын керектөөчүлүк касиеттерин изилдөө.

Нанды алууга мамлекет аралык ГОСТ 31645-2012 “Балдар тамактануусу үчүн ун азыгы” деген стандартка жооп берген кара күрүч уну жана ГОСТ Р 51574- 2018 “Тамак-аш тузу” стандартына жооп берген тамак-аш тузу, ГОСТ Р 31645-2012 “Сулу уну”, ГОСТ 33222-2015 “Ак кумшекер”, ГОСТ 1129-2013 “Күн карама майы” ГОСТ Р 54845-2011 “Кургатылган нан ачыткычтары”, ГОСТ 31654-2012 “Жумуртка жана жумуртка азыктары”, СТО - 22275068-005 стандартына жооп берген кефир колдонулду.

Үлгүлөрдүн рецептурасы “Нан жана нан азыктарынын рецептер жыйнагына” карата иштелип чыкты. Үлгүлөрдүн рецебине кара күрүч уну, сулу уну, жумуртка, туз, бал, кумшекер 1% - да кефир 1%, ачыткыч кошулуп жасалды. Сулунун унун кара күрүч унуна ар кандай пайызда 15%, 20%, 30% ченде эсептелип алынды. Контролдук үлгүнү кошкондо кара күрүч унунан, сулу уну жана башка кошулмалар кошулуп төрт үлгү бышырылып алынды. Нандын рецептери төмөнкү 1 - таблицада берилди.

1 – таблица. Жаңы иштелип чыккан нандардын рецеби

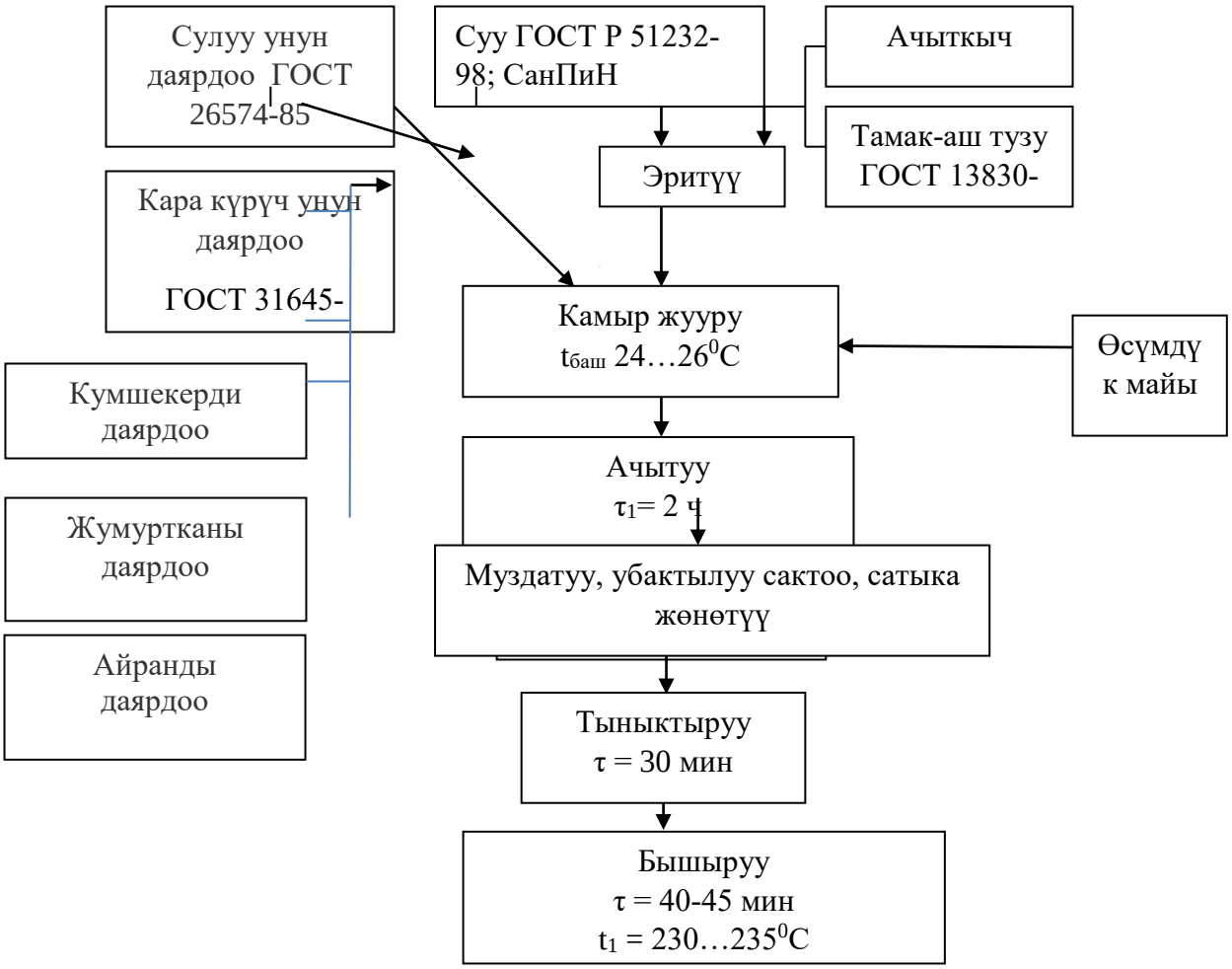
№	Чийки заттын аталышы	Чийки заттардын негизги нандын курмын түзгөн ундун салмагына болгон, %			
		Контролдук нан	15%	20%	30%
1	Кара күрүч уну, г	100	85	80	70
2	Сулу уну, г	-	15	20	30
3	Тамак-аш тузу, г	1,3	1,3	1,3	1,3
4	Ачыткы, г	1,2	1,2	1,2	1,2
6	Жумуртка, г	-	50	100	50
7	Кумшекер, г	-	2	2	5
8	Бал, г	-	-	-	5
9	Кефир, мл			50	
8	Суу май, мл	5	5	5	5
7	Суу	Эсептелип кошулду	Эсептелип кошулду	Эсептелип кошулду	Эсептелип кошулду

Нанды өндүрүү төмөнкү процесстерден турат: чийки заттарды кабыл алуу жана сактоо, чийки заттарды өндүрүшкө даярдоо, камыр жууруу, ачытуу, камырды бөлүктөргө бөлүү, тоголоктоо, тыныктыруу, калыпка салуу, тыныктыруу, бышыруу, муздатуу, таңгактоо, сактоо, сатуу. Нанды өндүрүү процесси 1- сүрөттө берилген.

Нанды өндүрүү ачыткыны түз колдонуу (безопарный) менен жүргүзүлдү. Бул ыкмада камырды даярдоо нандын курамына керек чийки заттардын баардык көлөмүн бир учурда аралаштырып даярдоо колдонулат. Камырдуу аралаштыруу 10 минуттү камтыйт. Мында камырдын консистенциясы нык болуп, ачыгандан кийин, кийинки иштетилүүгө жөнөтүлөт. Бул ыкмада ачыткы ундун массасына карай 2,0-2,5% да коромжуланат. Камырды ачытуу процесси 120 минутага чейин 28-32 °С жүргүзүлөт. Ачытуу учурунда 60 жана 120 минутадан кийин эки жолу ийленет. Камырдын нымдуулугу стандартка салыштырганда даяр нандын нымдуулугунан 0,5-1,0% - дан ашпаш керек. Ал эми кычкылдуулугу даяр нандын кычкылдуулугунан 0,5 градустан ашпаш керек.

Камырды бөлүү жана калыптоо. Ачыган даяр камырды талап кылынган салмактагы бөлүктөргө бөлүнүп, тындыруу операцисына коюлат.

Томолоктолгон камыр 3-7 минут аралыктагы тындырууга жөнөтүлөт. Андан соң форма берилип, акыркы тындырууга коюлат. Акыркы тындыруу атайын камераларда текчелүү буту бар каражаттарга форма берилген камырлар коюлуп тыныктырылат. Нанды өндүрүү технологиясы 1 - сүрөттө берилген.



1 – сүрөт. Кара күрүч уну менен нанды өндүрүү процессинин технологиялык схемасы

Тыныктыруу камераларында абанын температурасы 35-40 °С жана абанын салыштырма нымдуулугу 80-85% да болушу зарыл. Акыркы тыныгуу 30 - дан 55 минутка чейин болот.

Акыркы тыныгуу убактысы жетишпей калса нандын көлөмү кичиреип, нандын ички жумшак бөлүгү тыгыз болуп, сырткы кабыгы жарылып кетет.

Акыркы тыныгуу убактысынын ашыкча болушу түз табада бышса жайылып, жалпайып, ал эми калыпка салынган нандын үстүнкү бети көппөй түз болуп же ичине карай чөгүп кетиши мүмкүн.

Бышыруу: нан мештин камерасында 230–235 °С температурада 40-45 мүнөттө бышырылат. Бышыруу учурунда жылуулук-физикалык, коллоиддик-химиялык жана биохимиялык процесстердин натыйжасында камыр даяр бышкан азыкка айланат.

Муздатуу: Жаңы бышкан нан атайын жасалган тор текчелерде 2-3 саатка муздатылат. Нан кургак, күндүн тик тийген нуру жок температурасы 25°С, абанын салыштырма нымдуулугу 70%-дан ашпаган кампада сакталат.

Нандын органолептикалык көрсөткүчү 5 баллдык система колдонулуп аныкталды. Баллдык система менен аныктоонун жыйынтыгы кийинки 2 - таблицада көрсөтүлдү.

2 - таблицада көрсөтүлгөн баллдын жыйынтыктарын карасак 15%, 20% жана 30% - да да сулу уну кошулуп өндүрүлгөн кара күрүч нанынын көзөнөктүүлүгүнө, бышуу деңгээлине 4 балл коюлган. Бул көрсөткүчтөр контролдук үлгүгө салыштырмалуу 1 баллга жогору. Ал эми нандын даамы башка 15% - сулу уну кошулган жана 30% - да сулу уну кошулган кара күрүч нандарына салыштырмалуу 20% - да сулу уну кошулган кара күрүч наныныкы 1 баллга жогору бааланган. Ал эми жалпы баллдардын санын карасак 20% - да сулу уну кошулган кара күрүч наны 0,1 баллга жогору бааланганы көрүнүп турат жана бул көрүнүш 2 - сүрөттөгү диаграммада жакшы көрсөтүлгөн.

2 – таблица. Нандын органолептикалык көрсөткүчүн 5 – баллдык системанын жардамы менен аныктоонун жыйынтыгы

№	Нандын көрсөткүчтөрү	Контролдук үлгү	Сулу унунун нандын курамындагы пайызы, %		
			15%	20%	30%
1	Нандын сырткы көрүнүшү: формасы кабыгынын өңү кабыгынын абалы	 3 3 3	 4 4 3	 3 4 3	 4 4 3
2	Нандын консистенциясы	3	3	3	3
3	Нандын ички жумшак бөлүгү: Көзөнөктүүлүү Бышуу деңгээли	 3 3	 4 4	 4 4	 4 4
4	Нандын жыты	3	4	4	4
5	Нандын өңү-түсү	3	4	4	4
6	Нандын даамы	3	3	5	3
	Жалпы балл:	**3**	**3,6**	**3.7**	**3.6**

2 – сүрөт. Сулу уну кошулуп даярдалган нандардын органолептикалык көрсөткүчтөрүн 5 - баллдык системада аныктоо

Сулу уну кошулуп өндүрүлгөн кара күрүч унунан өндүрүлгөн нандын физикалык жана химиялык көрсөткүчтөрүн изилдөөнүн жыйынтыктары 3 – таблицада келтирилген. Нанды үлгүлөрүн бышыргандан кийин кычкылдуулугун, нымдуулугун, көзөнөктөрүнүн өсүшүн жана абалын, нандын салыштырмалуу көлөмүнүн контролдук үлгүгө салыштырмалуу өсүшүн же азайышын аныктадык. Мында нандын кычкылдуулугу бышкандан кийин, камырдын кычкылдуулугуна салыштырганда азайганын көрсөк болот.

3 – таблица. Кара күрүч унунан өндүрүрүлгөн нандын физико-химиялык көрсөткүчтөрү

№	Нандын көрсөткүчтөрү	Контролдук үлгү	Сулу унунун пайызы,%
			20
1	Камырдын ачыгандан кийинки кычкылдуулугу, град	1.5	4,5
2	Нандын нымдуулугу, %	70	51
3	Көзөнөктүүлүгү, %	-	50
4	Кычкылдуулугу, град	1.2	3.0

Бышкан нандын контролдук үлгүсүнүн кычкылдуулугу менен изилденип жаткан нандын үлгүсүнүн кычкылдуулугун салыштырсак кескин жогорулаганын байкаса болот. Мунун себеби кара күруч унунун кычкылдуулугу стандарт боюнча 6 градуска барабар экендиги менен байланыштырсак болот. Изилденип жаткан кара күрүч унунан өндүрүлгөн нандын кычкылдуулугу, контролдук үлгүгө салыштырмалуу 1,8 градуска жогорулаган. Бул анын курамында айран кошулгандыгы менен байланыштырсак болот.

Ал эми нандын нымдуулугу контролдук үлгүнүн нымдуулугуна салыштырмалуу аз экендигин жана ал 19% - ды түзөөрү 3 – таблицада көрүнүп турат. Кара күрүч уну сууну камыр жуурганда абдан көп сууну талап кылат жана бышып бүткөндөн кийин да, нандын ички бөлүгүндө нымдуулугу жогору бойдон калат. Ал эми изилденип жаткан кара күрүч унунан алынган нандын рецебине жумуртка менен айран кошулуп, сууну көлөмү аз болуп, нан бышкандан кийин ички жумшак бөлүгүндө суу аз экендиги көрүнүп турат (3-сүрөттү кара). Ал эми контролдук үлгүнүн ички жумшак бөлүгүндө нымдуулугу көп экендиги бышкандан кийин да байкалат.

а)

б)

3 – сүрөт. Кара күрүч унунан өндүрүлгөн нандардын үлгүлөрү. а – контролдук үлгү. б – кара күрүч унуна 20% сулу уну кошулуп, өндүрүлгөн нан

Нандардын көзөнөктүүлүгүн алсак, изилденип жаткан үлгүнүн көзөнөктүүлүгү, контролдук үлгүгө салыштырмалуу жогору экендиги 3 – сүрөттө көрүнүп турат. Контролдук үлгүнүн жумшак бөлүгүндө эч бир көзөнөк пайда болгон эмес. Себеби клейковина жокко эсе жана ачыткычтарга жардам берүчү жана спирт пайда кылып көмүр кычкыл газын бөлүп чыгаруучу кычкылдануу процесси жүргөн эмес. Бизге буга чейин белгилүү болгондой бул процесске белоктон тышкары углеводдордун ролу абдан чоң [3]. Бул процесс толук жүрүш үчүн изилденүүчү үлгүгө кумшекер менен айран кошулгандыктан сүт кычкыл кислоталары да жардам берип, ачыткычтардын азыктануусуна жакшы шарт түзүлүп, углеводдордун кычкылдануу процесинде спирт жана көмүр кычкыл газы бөлүнүп чыгып, спирттер нандын жытын жана даамынын жогорулашына өбөлгө түзүп, ал эми көмүр кычкыл газы көзөнөктөрдүн пайда болушуна ыңгайлуу шарт түзгөн.

Жыйынтыктап айтканда кара күрүч унунун нак өзүнүөн өндүрүлгөн контролдук нанга салыштырмалуу жаңы рецеп менен иштелип чыккан кара күрүч унуна 20%-да сулу уну кошулуп өндүрүлгөн нандын органолептикалык жана физико-химиялык көрсөткүчтөрү жогору экендигин белгилесек болот.

Адабияттар тизмеси

1. Веселова А. Ю., Морозова А. П. Разработка технологии хлебобулочного изделия функционального назначения [Электронный ресурс] // Пищевая индустрия. 2021. № 2 (46). Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-tehnologii-hlebobulochnogo-izdeliyafunktsionalnogo-naznacheniya (дата обращения: 02.03.2024).
2. Бакланова В. В., Безшейко Д. В., Барышникова Н. И., Зайцева Т. Н. Источники обогащения хлебобулочных изделий // Наука молодых – будущее России: сборник научных статей 2-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых. В 5ти томах, Курск, 13–14 декабря 2021 года / отв. ред. А. А. Горохов. Курск: Университетская книга, 2021. Т. 4. С. 10-13. 3
3. Литвяк В. В. Хлеб и хлебопечение: Учебное пособие для вузов [Электронный ресурс]/ Литвяк В. В., Алексеев Г. В., Росляков Ю. Ф. — Санкт-Петербург: Издательство "Лань", 2024. – 520 с.
4. Корсакова, А. И. Развитие рынка безглютеновых хлебопекарных продуктов / А. И. Корсакова, В. А. Климов // Дельта науки. - 2019. - № 2. - С. 60-63.
5. Нурыш А.Б. Технология хлебобулочных изделий из гречневой муки, исследование их качества и безопасности. Вестник Алматинского технологического университета. 2020;(4):58-63.
6. Игорянова, Н.А. Новые свойства овса с позиции здорового питания / Н.А. Игорянова, Е.П. Мелешкина, С.Н. Коломиец // Научно-инновационные аспекты хранения и переработки зерна. - М.: ИД «Типография» Россельхозакадемии, 2014. - С. 103-105.

УДК 62 – 71: 004.8

У. Р. Давлятов[1] , Ы. А. Акылбеков[2], А. П. Сырбаков[3]
[1,2] И. Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы
[1,2] КГТУ им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика
[3]Сибирь мамлекеттик инженердик жана биотехнологиялык университети
[3]Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологии

[1]U. R. Davlyatov, [2]Y. A. Akylbekov, [3]A. P. Syrbakov
[1,2] I. Razzakov KSTU, Bishkek, Kyrgyz Republic
[2]Siberian State University of Engineering and Biotechnology
akylbekovyryskeldii@gmail.com

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРЕДПОЧТЕНИЙ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ И АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ МИКРОКЛИМАТОМ В АВТОМОБИЛЕ

АВТОУНААДА КОЛДОНУУЧУНУН АРТЫКЧЫЛЫКТАРЫН БОЖОМОЛДОО ЖАНА МИКРОКЛИМАТТЫ АДАПТИВДҮҮ БАШКАРУУ ҮЧҮН ЖАСАЛМА ИНТЕЛЛЕКТТИ КОЛДОНУУ

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TO PREDICT USER PREFERENCES AND ADAPTIVE CLIMATE CONTROL IN THE CAR

Бул макалада заманбап унаалардын климатты көзөмөлдөө системаларына жасалма интеллектти интеграциялоонун келечектүү тармагы каралат. Анын максаты - ыңгайлуулукту жана энергияны үнөмдөөнү жакшыртуу. Ал көп өзгөрмөлүү маалыматтарды талдоо негизинде жекелештирилген системанын жүрүм-турум моделдерин курууга жөндөмдүү алгоритмдердин жыйындысын карайт. Бул алгоритмдер негизги тышкы жана ички чөйрө параметрлеринен тышкары, иштөө учурунда аныкталган жеке колдонуучунун каалоолорун, ошондой эле биометрикалык сенсорлордун жардамы менен жазылган колдонуучунун учурдагы физиологиялык абалын эске алат.

Түйүндүү сөздөр: *жасалма интеллект (ЖИ), климатты көзөмөлдөө, адаптациялык башкаруу, персоналдаштыруу, биометрикалык сенсорлор, энергияны үнөмдөө, акылдуу транспорт системалары.*

В статье рассмотрены вопросы перспективного направления интеграции искусственного интеллекта в системы климат-контроля современных транспортных средств. Она нацелена на повышение уровня комфорта и энергоэффективности. В статье изучен комплекс алгоритмов оснащения способных на основе многофакторного анализа данных выстраивать персонализированные модели поведения системы. Они учитывают помимо базовых параметров внешней и внутренней среды, индивидуальные предпочтения пользователя, выявляемые в ходе эксплуатации, а также его текущее физиологическое состояние, фиксируемое с помощью биометрических датчиков.

Ключевые слова: *искусственный интеллект (ИИ), климат-контроль, адаптивное управление, персонализация, биометрические датчики, энергоэффективность, интеллектуальные транспортные системы.*

This article examines the promising field of integrating artificial intelligence into climate control systems in modern vehicles. Its aim is to improve comfort and energy efficiency. It examines a set of algorithms capable of constructing personalized system behavior models based on multivariate data analysis. These algorithms consider, in addition to basic external and internal environmental parameters, individual user preferences revealed during operation, as well as the user's current physiological state, recorded using biometric sensors.

Key words: *artificial intelligence (AI), climate control, adaptive control, personalization, biometric sensors, energy efficiency, intelligent transport systems.*

Искусственный интеллект – актуальная технология современности, активно преобразующая сферы жизни человека. Она предназначена для решения узкоспециализированных задач. Сейчас ИИ эволюционирует к системам, способным принимать самостоятельные решения [1].

В автомобильной промышленности инновации меняют представление о комфорте и энергоэффективности, что стимулирует интеграцию интеллектуальных решений в базовые системы транспортного средства. Наиболее перспективные направления заключаются в применении технологий искусственного интеллекта в системе климат-контроля. Они нацелены на создание возможности не просто поддерживать заданные температурные параметры, а выстраивать адаптивное управление микроклиматом. Адаптивное управление среди множества разнородных факторов подберет наиболее оптимальные параметры для владельца. В основе подхода лежит взаимосвязь аппаратной и программной составляющих, где массив данных, поступающих с датчиков, становится основой для принятия решений интеллектуальным алгоритмом.

Автомобиль есть сложный системный механизм, который осуществляет работу при переработке топлива в энергию. На данный момент достаточно популярны электромобили, которые осуществляют работу от питания от электрической сети. Во время эксплуатации автомобильного транспортного средства важно учитывать собственные параметры комфорта. При повышении температуры в салоне водитель испытывает негативное воздействие, что способно приводить к авариям, негативному воздействию на окружающую среду и ухудшению физического состояния.

Транспортное средство, оснащенное системой ИИ, это мобильный центр. Симбиоз автомобиля и ИИ позволяет воспринимать окружающую обстановку, обрабатывать информацию, анализировать их и принимать решения. Автомобиль «видит» дорогу, «слышит» сигналы инфраструктуры, «понимает» поведение других участников движения и «принимает решения» – все это без участия водителя. Система строится из: восприятия, анализа и связи [2].

Климат-контроль является одной из опций системы формирования комфортного микроклимата в транспортном средстве. Данная структура позволяет поддерживать оптимальный температурный и влажностный режим в салоне автомобиля в любое время года, вне зависимости от погодных условий [3].

Внедрение ИИ в формирование системы климат-контроля предполагает использование сильного искусственного интеллекта (СИИ). Это общий ИИ (AGI – Artificial General Intelligence), представляет собой форму ИИ, которая способна понимать, учиться и применять знания на уровне, сопоставимом с человеческим интеллектом [4]. Система начинает работу со сбора данных. В процесс входят: объективные показатели окружающей среды (температура, влажность, уровень солнечной радиации) и информация о состоянии салона (температура в разных зонах, уровень запыленности, концентрация углекислого газа). Подобно происходит мониторинг физиологических показателей пассажиров, осуществляемый с помощью биометрических датчиков. Они фиксируют частоту сердечных сокращений, температуру тела, частоту моргания. Информация позволяет системе оценивать субъективное ощущение комфорта, которое может отличаться от формальных температурных показателей.

Адаптивный климат-контроль - система, алгоритмы которой способны подстраиваться под любые условия окружающей среды, включая температуру, влажность, интенсивность солнечного света и режим эксплуатации автомобиля. Система действует на основе данных датчиков и интеграции с бортовыми системами. Она не только реагирует на текущие изменения, но и прогнозирует их, чтобы оптимизировать работу компрессора, вентилятора и воздушных заслонок. Адаптивный климат-контроль особенно удобен в условиях современных технологий, когда люди стремятся к более комфортным и современным решениям для упрощения своей жизни [5].

Персонализация включает восприятие сенсоров. Для повышения безопасности движения ИИ контролирует состояние водителя. С помощью камер и датчиков система: отслеживает частоту морганий и положение головы – чтобы вовремя заметить усталость и сонливость, что контролирует температуру в салоне, подбирая более оптимальную. 18 °C считается оптимальной для поддержания бодрости. Также они определяют эмоциональное состояние – и, если водитель выглядит напряженным, предлагает включить расслабляющую музыку или создать более комфортную обстановку, включая распыление аромадиффузера. ИИ изменяет подход для предотвращения ДТП. Технологии особенно полезны на дальних маршрутах, где риск утомления водителя за рулем возрастает. Автомобиль с помощью ИИ превращается в пространство, где технологии работают на человека [6].

Адаптивные алгоритмы точно распределяют объем воздушного потока, поддерживая равномерную температуру без перерасхода энергии. Это явление достигается путем плавного, а не импульсивного регулирования мощности и оптимизации вентиляции/рециркуляции. Адаптивные системы климат-контроля позволяют снизить потребление топлива на 7-15% не ухудшая комфортные условия. [7,8].

Эксплуатация ИИ на практике демонстрирует значительный потенциал. В реальных испытаниях прототипы интеллектуальных систем показали отрицательный рост энергопотребления на 15–25% чем традиционными автоматическими режимами при одновременном повышении субъективной оценки комфорта на 30–40%, что подтверждается опросами участников тестовых поездок. Эффект в условиях резких перепадов температур выражен при старте движения в мороз, система сначала направляет теплый воздух на стекла для быстрого удаления наледи, а затем плавно переключается на обогрев зоны нахождения пассажиров, избегая перегрева и перерасхода энергии.

Безопасность и конфиденциальность биометрических данных, требуют шифрования и строгого регулирования доступа. Не менее важна адаптация алгоритмов к культурным и физиологическим различиям пользователей. Системы обладают механизмами калибровки и самообучения, чтобы учитывать потребности всех находящихся в салоне.

Перспективы развития ориентированы на расширение взаимодействия климат-контроля с другими интеллектуальными системами автомобиля. С ассистентами автономного вождения позволит учитывать не только маршрут, но и предполагаемую загруженность дорог. В пробке система может снизить интенсивность вентиляции, а при переходе на скоростной участок – заранее активизировать охлаждение для компенсации нагрева от солнца.

В системе климат-контроля ИИ не просто модернизирует существующую систему, а формирует новый уровень взаимодействия человека и транспортного средства. Сочетание персонализации, прогнозирования и энергоэффективности формирует основу для создания интуитивно понятного и экономичного комфорта. Дальнейшие исследования в этой области должны быть направлены на алгоритмы обработки данных, снижение стоимости внедрения и разработку универсальных стандартов безопасности.

Список литературы

1. Степочкин, И. Н. Искусственный интеллект в принятии решений: сможет ли искусственный интеллект заменить человека / И. Н. Степочкин, М. А. Свириденкова // Стратегия и тактика управления предприятием в переходной экономике: Сборник материалов XXV юбилейного открытого конкурса научно-исследовательских работ студентов и молодых ученых в области экономики и управления "Зеленый росток" с

итоговым этапом в форме Всероссийской (национальной) научной конференции, Волгоград, 01–30 апреля 2025 года. – Волгоград: Волгоградский государственный технический университет, 2025. – С. 335-337. – EDN TIIPIJ.

2. Грушников, В. А. Возможности искусственного интеллекта на автотранспорте / В. А. Грушников // Грузовое и пассажирское автохозяйство. – 2024. – №3 128 с.

3. Система климат - контроля: виды и особенности работы / А. Н. Косарев, И. М. Новокшонов, Ю. Е. Ткаченко, М. Л. Трофимов // ОБЩЕСТВО - НАУКА - ИННОВАЦИИ: сборник статей Международной научно-практической конференции, Казань, 07 февраля 2022 года. – Уфа: Общество с ограниченной ответственностью "ОМЕГА САЙНС", 2022. – С. 55-57. – EDN WBHIVK.

4. Иванов, А. Б. Искусственный интеллект: теории, модели и технологии. – Москва: Наука, 2019. – 360 с.

5. Демьянчук, С. В. Современные подходы и тенденции безопасности и эргономики в эксплуатации автомобильного транспорта / С. В. Демьянчук // Вопросы развития современной науки и техники: Сборник статей II Международной научно-практической конференции, Москва, 02 апреля 2024 года. – Москва: ИЗДАТЕЛЬСТВО ЦЕНТРА ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «ЦИФРОВАЯ АКАДЕМИЯ», 2024. – С. 38-44. – EDN LEUWJG.

6. Вдовенко, В. В. Искусственный интеллект на автомобильном транспорте / В. В. Вдовенко, Ю. А. Шапошников // Актуальные вопросы автомобильного транспорта и наземных технологических систем (АВАТ-2025): Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции, Барнаул, 25 декабря 2025 года. – Барнаул: Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, 2026. – С. 112-116. – EDN PKAQHC.

7. Экономика. Организация производства. Менеджмент (опыт, проблемы, перспективы) / К. Т. Джурабаев, В. А. Щербаков, А.В. Нестеров и др. Отв. ред. д-р экон. наук, проф.К. Т. Джурабаев. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2002 – 315 с.

8. Экономика. Финансы. Менеджмент (вопросы теории, методологии, практики)/ С.И. Алтухов, Г.К. Джурабаева, М.В. Костин и др. Отв. ред. д-р экон. наук, проф. К.Т. Джурабаев. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2004 – 344 с.

УДК 629.33:662.76(575.2)

Т. О. Иманалиев[1], К. О. Омуралиев[1], А. С. Абдуллаев[2], С. Ю. Дресвянников[1], Р. Э. Ким[1]

[1]И. Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы

[1]КГТУ им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика

[2] Андижан мамлекеттик техникалык институту, Андижан, Өзбекстан Республикасы

[2]Андижанский государственный технический институт, Андижан, Республика Узбекистан

T. O. Imanaliev[1], K. O. Omuraliev[1], A. S. Abdullaev[2], S. Y. Dresviannikov[1], R. E. Kim[1]

[1]I. Razzakov KSTU, Bishkek, Kyrgyz Republic

[2]Andijan state technical institute, Andijan, Republic of Uzbekistan

tariel.imanaliev@kstu.kg, omuraliev.kairat26@kstu.kg, abdupatto1966@mail.ru, sergeydres@kstu.kg, ruslankim32@gmail.com

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ГАЗОМОТОРНЫХ ТОПЛИВ НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ В КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНЫН АВТОМОБИЛ ТРАНСПОРТУНДА ГАЗОМОТОРДУК ОТУНДУ КОЛДОНУУНУН САЛЫШТЫРМА АНАЛИЗИ ЖАНА НАТЫЙЖАЛУУЛУГУ

COMPARATIVE ANALYSIS AND EFFICIENCY OF GAS-ENGINE FUELS IN ROAD TRANSPORT OF THE KYRGYZ REPUBLIC

Кыргыз Республикасынын автомобил транспорту акыркы жылдары экономикалык жана экологиялык факторлор менен шартталган отун түзүмүнүн трансформациясын башынан өткөрүп жатат. Газ кыймылдаткыч отуну – кысылган жаратылыш газы, суюлтулган жаратылыш газы жана суюлтулган углеводород газдары – салттуу мунай продуктуларына альтернатива катары каралат. Изилдөө газомотордук отундун ар кандай түрлөрүнүн техникалык-экономикалык мүнөздөмөлөрүн талдайт, аларды республиканын транспорттук инфраструктурасынын шарттарында колдонуунун натыйжалуулугун баалайт жана массалык ишке киргизүү жолундагы тоскоолдуктарды аныктайт. Салыштырмалуу талдоо транспорттук каражаттарды конверсиялоонун капиталдык чыгымдары, транзакциялык чыгымдар, инвестициялардын кайтарымдуулугу, экологиялык эффект жана май куюучу инфраструктураны өнүктүрүү маселелерин камтыйт. Иштин практикалык мааниси чектеш мамлекеттердин тажрыйбасын эске алуу менен Кыргызстанда газомотордук отун рыногун өнүктүрүүнүн стратегиялык багыттарын негиздөөдө турат.

Түйүндүү сөздөр: *газомотордук отун, кысылган жаратылыш газы, суюлтулган көмүр суутек газдары, автомобиль транспорту, экономикалык натыйжалуулук, экологиялык мүнөздөмөлөр.*

Автомобильный транспорт Кыргызской Республики (КР) в последние годы переживает трансформацию используемого топлива и топливной инфраструктуры, обусловленную рядом экономических и экологических факторов. Газомоторное топливо: сжатый природный газ (компримированный природный газ, метан), сжиженный природный газ (метан) и сжиженные углеводородные газы (пропанобутановые смеси), рассматривается как альтернатива традиционным нефтепродуктам (бензину и дизельному топливу). Проведенные авторами исследования технико-экономических и экологических характеристик этих видов газомоторных топлив, эффективности их применения в условиях сложившейся транспортной инфраструктуры республики позволяют оценить перспективы их массового применения. При сравнительном анализе рассмотрены вопросы капитальных затрат на переоборудование транспортных средств, операционные издержки, сроки окупаемости инвестиций, экологический эффект и развитие заправочной инфраструктуры. Практическая значимость работы заключается в обосновании стратегических направлений развития рынка газомоторного топлива в КР, а также с учетом опыта сопредельных государств.

Ключевые слова: *газомоторное топливо, сжатый природный газ, сжиженные углеводородные газы, автомобильный транспорт, экономическая эффективность, экологические характеристики.*

Road transport in the Kyrgyz Republic has been undergoing a transformation in fuel structure in recent years, driven by economic and environmental factors. Gas motor fuel – compressed natural gas, liquefied natural gas and liquefied petroleum gas – is considered an alternative to traditional petroleum products. The study analyzes the technical and economic characteristics of various types of gas motor fuel, assesses the effectiveness of their application in the conditions of the republic's transport infrastructure, and identifies barriers to mass adoption. The comparative analysis covers capital costs for vehicle conversion, operating costs, payback periods for investments, environmental effects, and the development of refueling infrastructure. The

practical significance of the work lies in substantiating strategic directions for the development of the gas motor fuel market in Kyrgyzstan, taking into account the experience of neighboring states.

Key words: *gas motor fuel, compressed natural gas, liquefied petroleum gas, road transport, economic efficiency, Kyrgyz Republic, environmental characteristics.*

Введение. Газомоторное топливо представляет собой группу альтернативных энергоносителей, объединенных общим свойством – использованием газообразных углеводородов вместо традиционных жидких нефтепродуктов на автомобильном транспорте. В результате предварительного анализа для автомобильного транспорта КР и сопредельных государств актуальны три основных типа газомоторных топлив:

1) сжатый природный газ (компримированный природный газ - КПГ, метан, химическая формула CH_4),

2) сжиженный природный газ (метан, химическая формула CH_4),

3) сжиженные углеводородные газы (СУГ, пропанобутановая смесь, смесь C3H8 и C4H10, может содержать пропилен, изобутан, этилен, этан и их производные)

Каждый из этих типов газомоторных топлив обладает специфическими технико-экономическими и экологическими характеристиками, а также эффективностью их применения в условиях сложившейся транспортной инфраструктуре, определяющими область его применения, доступностью и др.

Цель исследования. Определение на основе методов сравнительного анализа технико-экономических свойств, экспериментальных методов оценки экологических показателей наиболее эффективного типа газомоторного топлива к применению на автомобильном транспорте на территории КР.

Материал и методы исследования. Первоначально для сравнительного анализа была рассмотрена структура рынка газомоторных топлив и его состояние. В таблице 1 представлена предварительная оценка, характеристики и применение газомоторных топлив.

Таблица 1 – Предварительная оценка, характеристики и применение газомоторных топлив

	Наименование и рынок газомоторных топлив	Инфраструктура для применения применение газомоторных топлив
1.	Сжатый природный газ (КПГ) – метан, сжатый до давления 200 − 250 атмосфер, – отличается наиболее высоким октановым числом (110 – 120 единиц) и минимальным содержанием примесей. По данным «Газпром Кыргызстан», за период с 2014 по 2023 год потребление метана в качестве моторного топлива на территории республики выросло с 3 – 3,5 млн кубометров до более чем 60 млн кубометров в год, то есть увеличилось в 16 – 17 раз [4]	Впечатляет тот факт, что в 2023 году мэрия Бишкека поэтапно запустила около 700 автобусов на метане, что обеспечило общий объем потребления этими транспортными средствами 7,4 млн кубометров газа и позволило столичным властям сэкономить 453 млн сомов, то есть потратить в три раза меньше средств по сравнению с использованием дизельного топлива
2.	Сжиженные углеводородные газы производятся как побочный продукт нефтепереработки и газодобычи. Пропан-бутановые смеси хранятся при давлении 5 − 16 атмосфер в зависимости от температуры окружающей среды, что существенно упрощает конструкцию баллонов и снижает стоимость оборудования. СУГ (СНГ) традиционно занимают доминирующую позицию на российском рынке газомоторного топлива: по оценкам аналитиков, в 2024 году доля СУГ	В КР статистика по структуре газомоторного рынка менее детализирована, однако есть основания полагать, что пропан-бутан остается наиболее распространенным видом альтернативного топлива для легкового и легкого коммерческого транспорта

	составляла 7,3% розничного топливного рынка, тогда как на сжатый природный газ приходилось 1,8%, а на СПГ – только 0,3% [2]	
3.	Сжиженный природный газ представляет интерес преимущественно для тяжелых грузовых автомобилей, карьерной и специальной техники. СПГ охлаждается до температуры минус 162 градуса Цельсия, что позволяет достичь высокой энергетической плотности – в 600 раз выше, чем у газообразного метана при атмосферном давлении	Однако инфраструктура криогенных автозаправочных станций в КР отсутствует, что делает этот вид топлива пока недоступным для массового применения

Рисунок 1 – Размещение на автомобиле баллонов с компримированным природным газом (метаном)

Рисунок 2 – Размещение на автомобиле баллонов с сжиженными углеводородными газами (пропан-бутановыми смесями)

Затем авторами определена экономическая эффективность, капитальные затраты и операционные издержки при применении газомоторных топлив. Ключевым фактором, определяющим привлекательность газомоторного топлива для владельцев транспортных средств, является соотношение затрат на переоборудование автомобиля и экономии на эксплуатационных расходах. Разница между стоимостью установки оборудования для метана и пропан-бутана достигает двукратного размера. В таблице 2 показан сравнительный анализ цен по видам топлива республик СНГ.

Таблица 2. - Сравнительный анализ цен по видам топлива республик СНГ, кыргызский сом

Страна	Бенз. АИ-92	Бенз. АИ-95	Дизельное топливо	Метан	Пропан
Кыргызстан https://getmecar.ru/poleznoe/stoimost-topliva-v-kyrgyzstane-gde-luchshe-zapravlyatsya-i-kak-ekonomit/	79	85	93	32,7	43,5
Россия	75,5	83,7	91,1	24,4	36

https://www.petrolplus.ru/fuelindex/					
Казакстан https://oilclub.kz/prices_azs	36,4	46,15	48,54	34	18
Узбекистан https://getmecar.ru/poleznoe/chem-zapravlyat-avto-i-czena-na-toplivo-v-uzbekistane/	85,5	98,68	100,15	40,2	48,98
Таджикистан https://openvan.camp/ru/tools/fuel-prices/tajikistan	107	120	125	110	83

По результатам анализа в КР опыта переоборудования общественного транспорта в Бишкеке, экономия на топливе достигается за счет троекратного снижения цены энергоносителя: в 2026 году стоимость метана составляет 32,7 сома, тогда как дизельное топливо продается по цене около 93 сомов за литр.

Окупаемость газобаллонного оборудование напрямую зависит от годового пробега транспортного средства. Для легкового автомобиля со средним пробегом 20 000 км в год и расходом бензина 10 л. на 100 км. установка пропанового оборудования окупается за 18–24 месяца при условии, что стоимость пропана в 1,8 раза ниже стоимости бензина [7]. Метановое оборудование при его более высокой стоимости окупается в аналогичные или даже более короткие сроки благодаря трехкратной экономии по сравнению с бензином, – но лишь при условии регулярного доступа к автомобильным заправочным станциям.

Для коммерческого транспорта с годовым пробегом 60–80 т. км. срок окупаемости сокращается до 8–12 месяцев. Переоборудование автобусного парка Бишкека продемонстрировало именно эту закономерность: первоначальные инвестиции в установку газового оборудования на 700 единиц техники компенсировались экономией топливных расходов менее чем за год эксплуатации. Экономический эффект усиливается при росте цен на нефтепродукты. В мае 2026 года кабинет министров Кыргызской Республики ввел временное государственное регулирование цен на горюче-смазочные материалы, установив фиксированные цены на бензин и дизельное топливо [1], что свидетельствует о нехватке топлива и быстром росте цен на топливо.

После экономической эффективности авторами проведены исследования экологических показателей и преимущества перехода автомобиля на газомоторное топливо. Было выявлено что природный газ обладает существенными экологическими преимуществами перед традиционными нефтепродуктами. Удельные выбросы углекислого газа на тонну условного топлива при использовании метана на 22–27% ниже, чем при использовании бензина или дизельного топлива [5]. Это объясняется химическим составом метана (CH_4), в котором соотношение водорода к углероду выше, чем в более тяжелых углеводородах. При сгорании метана образуется больше водяного пара и меньше углекислого газа на единицу высвобожденной энергии.

Выбросы твердых частиц и сажи при использовании сжатого природного газа практически отсутствуют. Дизельные двигатели, даже соответствующие современным экологическим стандартам Евро-5 и Евро-6, продолжают оставаться источником мелкодисперсных частиц, негативно влияющих на здоровье населения. Метановые двигатели лишены этого недостатка. Кроме того, концентрация оксидов азота в выхлопных газах метановых двигателей на 30–50% ниже, чем у дизельных аналогов той же мощности. В таблице 3 показано сравнительная характеристика выбросов вредных веществ при использовании различных видов моторного топлива. Для улучшения репрезентативности в этой сравнительной таблице указаны относительные уровни, где бензин принят за 100%.

Таблица 3 - Сравнительная характеристика выбросов вредных веществ при использовании различных видов моторного топлива

№	Вид топлива	Оксид углерода (CO), %	Оксид азота (NOx), %	Оксид серы (SOx), %	Пары жидкого топлива, %	Сажа без примесей, %
1.	Метан	20-30	50-70	0	0	0-5
2.	Пропан	40-60	70-80	0	10-20	5-15
3.	Бензин	100	100	100	100	20-30
4.	Дизельное топливо	30-50	120-150	80-100	20-30	100

*Примечание: этилированный бензин практически не применяется, поэтому содержание свинца в современных бензинах не учитывается.

Результаты исследования (рисунок 3) экологических показателей отработавших газов ДВС автомобилей, работающих на СУГ (рисунок 4) и на КПГ (рисунок 5), показали, что выброс монооксида углерода (CO) у автомобилей с ДВС, работающих на КПГ значительно ниже чем у автомобилей с ДВС, работающих на СУГ.

Исследования проводились на автомобилях различных категории M1, N1, M2, M3, N2 и N3 с ДВС на СУГ и КПГ при n_{min} оборотах холостого хода и при $n_{пов}$ = 2500÷2800 мин$^{-1}$ повышенных оборотах в рамках действующих нормативно-правовых актов в КР [9, 10].

В таблице 4 показано для более наглядного представления можно использовать качественную оценку.

Таблица 4 - Качественная оценка характеристики выбросов

№	Вид топлива	Оксид углерода (CO)	Оксид азота (NOx)	Оксид серы (SOx)	Пары жидкого топлива	Сажа без примесей
1.	Метан	Очень низкие	Низкие	Отсутствуют	Отсутствуют	Практ. отсутств.
2.	Пропан	Низкие	Средние	Отсутствуют	Низкие	Очень низкие
3.	Бензин	Высокие	Высокие	Средние	Высокие	Средние
4.	Дизельное топливо	Среднее	Очень высокие	Высокие	Низкие	Очень высокие

Газпром подсчитал, что в 2024 году использование метана вместо традиционных ГСМ позволило предотвратить выброс 2,7 млн тонн CO_2-эквивалента в атмосферу – такой объем выбросов компенсирует лес площадью не менее Республики Адыгея [6]. Перенос этих оценок на масштабы Кыргызстана с поправкой на объем потребления газомоторного топлива позволяет говорить о предотвращении выбросов порядка 100–120 тысяч тонн CO_2-эквивалента ежегодно при текущем уровне газификации транспорта. Полномасштабный переход общественного транспорта и коммерческих автопарков на метан способен увеличить этот показатель в несколько раз.

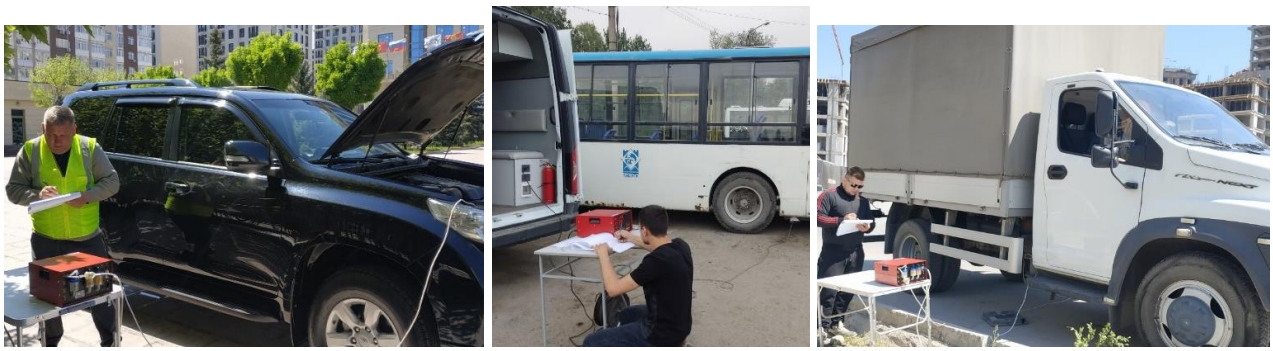
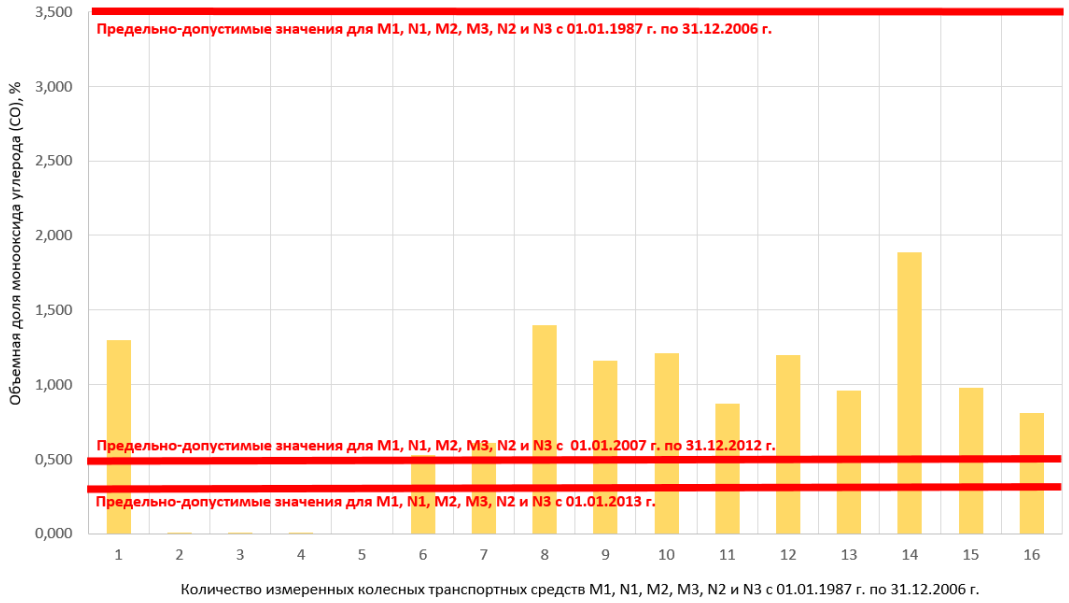
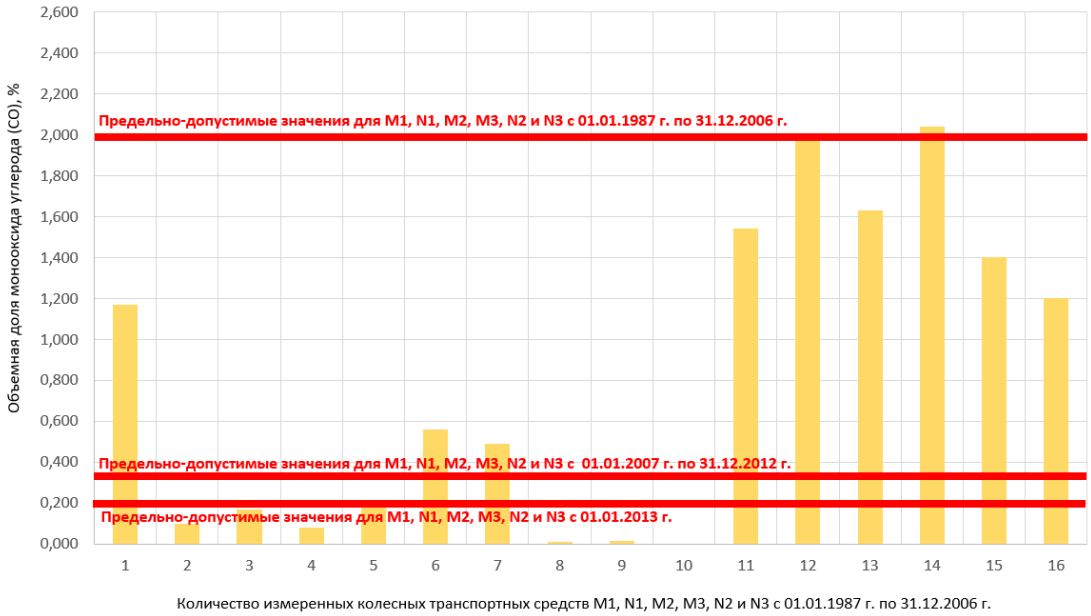


Рисунок 3 – Проведение замеров экологических показателей ДВС автомобилей категории M1, N1, M2, M3, N2 и N3 с ДВС, работающих на СУГ и КПГ

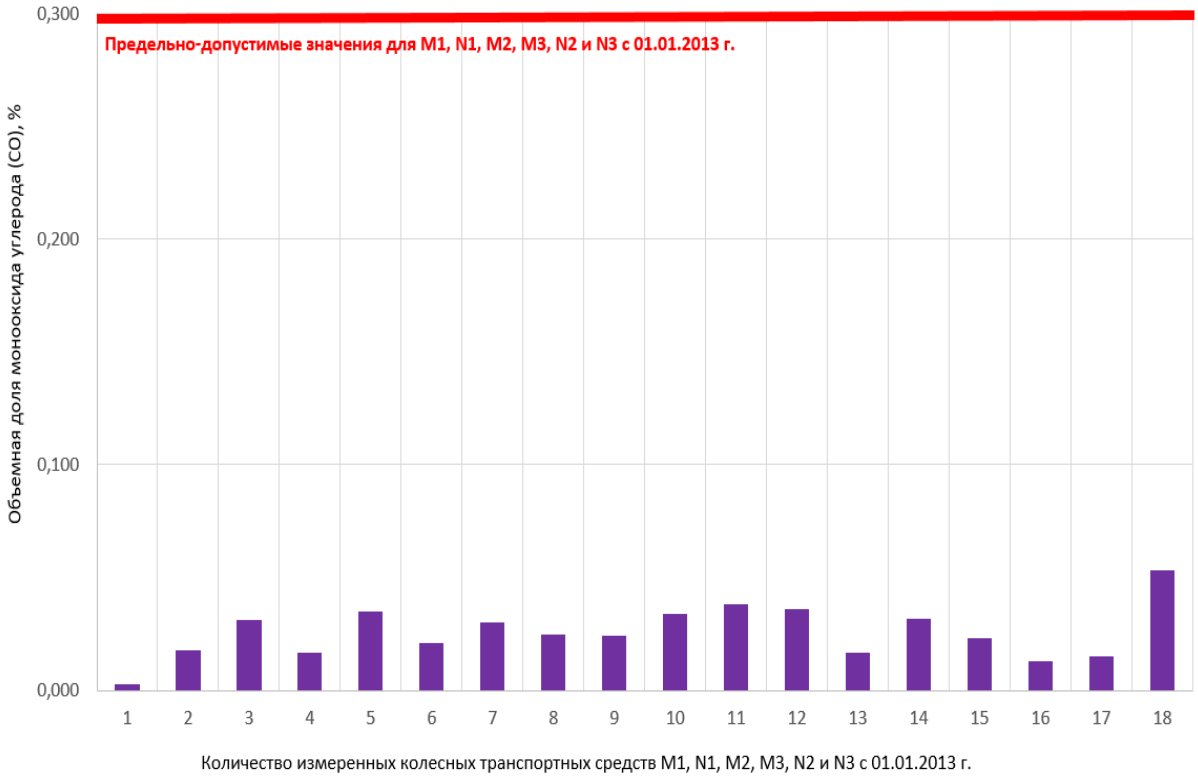


а)

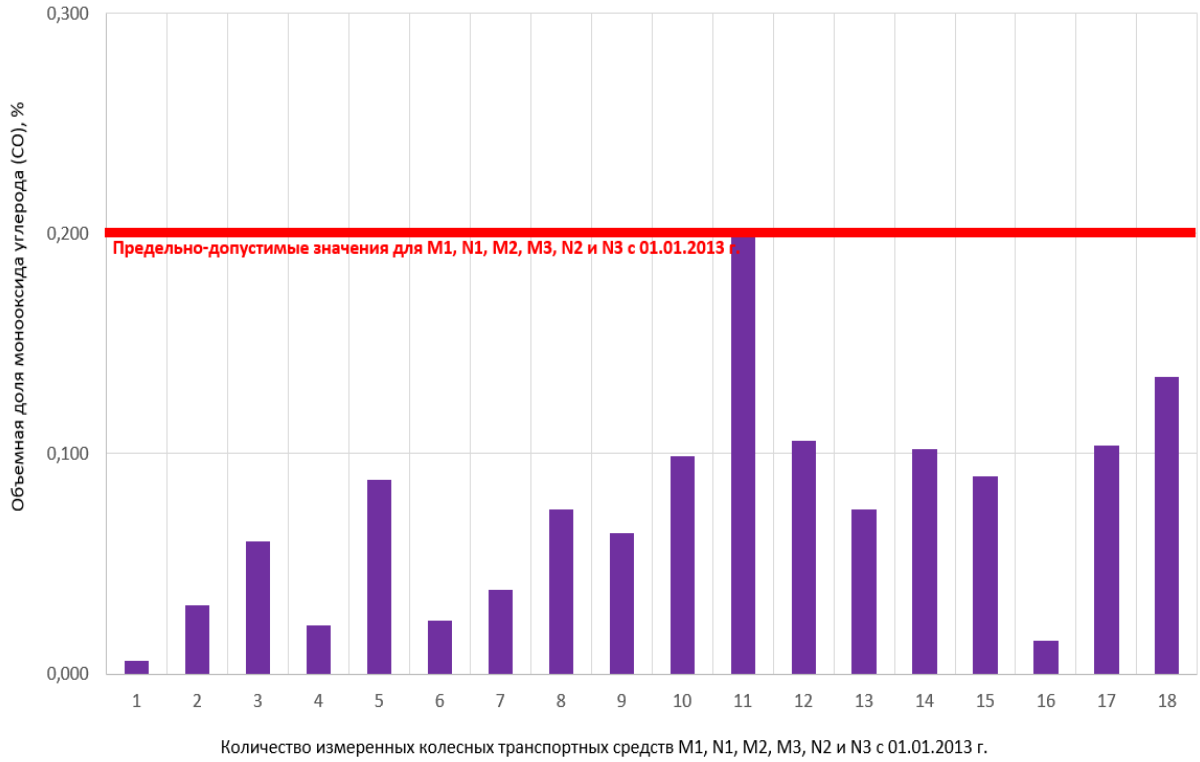


б)

Рисунок 4 - Результаты измерения монооксида углерода (CO) в отработавших газах 16 автомобилей категории M1, N1, M2, M3, N2 и N3 с ДВС на СУГ, объемная доля, %: а) при n_{min} оборотах холостого хода, б) при $n_{пов}$ = 2500÷2800 мин$^{-1}$ повышенных оборотах



а)



б)

Рисунок 5 - Результаты измерения монооксида углерода (CO) в отработавших газах 18 автомобилей категории M1, N1, M2, M3, N2 и N3 с ДВС на КПГ, объемная доля, %:
а) при n_{min} оборотах холостого хода, б) при $n_{пов}$ = 2500÷2800 мин$^{-1}$ повышенных оборотах

Далее авторами проведен анализ инфраструктурных барьеров применения газомоторных топлив и путей их решения. Развитие рынка газомоторного топлива в Кыргызской Республике сдерживается недостаточной развитостью заправочной инфраструктуры. Автомобильные газонаполнительные компрессорные станции (АГНКС) сосредоточены преимущественно в Бишкеке и на его окрестностях, тогда как в регионах их количество остается минимальным. Этот дисбаланс ограничивает возможности применения метана для междугородних перевозок и делает пропан-бутан более привлекательным вариантом для частных владельцев автомобилей, использующих транспорт для поездок за пределы столицы. Например, расположение заправочных станций показано в таблице 5. (kyrgyzstan.gazprom.ru/investors/auto-gaz)

Таблица 5 – Количество заправочных станций и их расположение в КР

№	Метан (заправочная станция)	Место расположения
1.	АГНКС	г. Бишкек, с. Ленинское
2.	АГНКС	г. Бишкек, с. Пригородное
3.	АГНКС	г. Токмок
4.	АГНКС	г. Кара-Балта

Для КР перспективным направлением может стать размещение компрессорных заправочных модулей вблизи городских распределительных станций на магистральных газопроводах. Такой подход практически не требует строительства дополнительных газопроводов-отводов и позволяет обеспечить метаном транспорт в городах со слабо развитой инфраструктурой обеспечения газомоторным топливом [3]. Технологически это реализуется путем установки компактных компрессорных станций непосредственно на узлах газораспределительной сети, что сокращает капитальные затраты и ускоряет ввод объектов в эксплуатацию.

Наиболее альтернативным путем является применение передвижных автомобильных газозаправщиков в регионах с низкой плотностью потребления газомоторного топлива. Передвижные заправщики позволяют охватить территории, где строительство стационарной запрвочной станции экономически нецелесообразно.

Результаты исследования газомоторных топлив и их обсуждение.

Сравнительная оценка видов газомоторного топлива показала, что выбор между сжатым природным газом (КПГ) и сжиженными углеводородными газами (СУГ) определяется совокупностью технических, экономических и логистических факторов. Метан обладает наивысшей экологической чистотой и самой низкой стоимостью на единицу энергии, но требует дорогостоящего оборудования и плотной сети заправочных станций. Пропан-бутан уступает метану по экологическим показателям и стоимости, зато выигрывает в доступности инфраструктуры и простоте хранения. В таблице 6 показано сравнительная характеристика по видам топлива [8].

Таблица 6 - Сравнительная характеристика по видам топлива

№	Вид топлива	Удельная теплота сгорания	Октановое число
1.	Метан	50,1 МДж/кг	(110–120) выше
2.	Пропан	47,5 МДж/кг	(около 105)
3.	Бензин	42–44 МДж/кг	(92–95)
4.	Дизельное топливо	39,2−43,3 МДж/кг	(40−55) ЦЧ

Анализ показывает, что ДВС, работающие на метане, могут функционировать с более высокой степенью сжатия, что повышает термический КПД и снижает расход топлива в пересчете на единицу пройденного пути. Однако энергетическая плотность метана при давлении 200 атмосфер остается существенно ниже, чем у жидких топлив, что ограничивает запас хода транспортного средства на одной заправке.

Баллон объемом 100 литров, заправленный метаном под давлением 200 атмосфер, вмещает около 24 кубометров газа, что эквивалентно 24 литрам бензина по энергосодержанию. Для легкового автомобиля с расходом 10 литров бензина на 100 километров это обеспечивает запас хода около 240 километров. Баллон того же объема, заправленный пропан-бутаном, вмещает около 43 килограммов газа, что эквивалентно приблизительно 55 литрам бензина и обеспечивает запас хода порядка 550 километров. Таким образом, для обеспечения сопоставимого с жидким топливом запаса хода метановое транспортное средство требует установки баллонов значительно большего совокупного объема, что съедает полезное пространство багажника или грузового отсека. В таблице 7 показан сравнительный анализ расхода по видам топлива [7].

Таблица 7 - Сравнительный анализ расхода по видам топлива

№	Вид топлива	Стоимость 1 литра топлива, сом	Расход на 100 км,	Общая стоимость на 100 км, сом
1.	Метан	32,7	9 $м^3$	294,3
2.	Пропан	43,5	13 л.	565,5
3.	Бензин	79	10 л.	790
4.	Дизельное топливо	93	8 л.	744

Как видно из таблицы 7 наиболее выгодное по стоимости метан, потом пропан, дизель, бензин.

Выводы. КР находится на начальной стадии формирования среды поддержки газификации транспорта. Необходима разработка механизмов поддержки газификации транспорта. Введение временных субсидий и государственного регулирования цен на горюче-смазочные материалы в мае 2026 года свидетельствует о внимании властей к топливному вопросу, однако специализированные программы поддержки перехода на газомоторное топливо пока не получили широкого распространения. Успешный опыт газификации автобусного парка Бишкека был реализован во многом благодаря партнерству муниципалитета с «Газпром Кыргызстан», предоставившим льготные условия заправки.

Для масштабирования этого опыта на республиканский уровень целесообразно разработать комплексную программу, включающую следующие элементы:

- субсидирование части затрат на переоборудование коммерческого транспорта и общественных автопарков;
- льготное кредитование приобретения новых транспортных средств, изначально оснащенных газобаллонным оборудованием;
- налоговые преференции для владельцев газомоторной техники, аналогичные практике некоторых российских регионов, где транспортный налог для автомобилей на метане снижен на 50%;
- государственное со финансирование строительства автомобильных газонаполнительных компрессорных станций в регионах по модели государственно-частного партнерства;
- включение требований об использовании газомоторного топлива в условия государственных закупок транспортных услуг.

Заключение. Газомоторное топливо представляет реальную альтернативу традиционным нефтепродуктам для автомобильного транспорта КР. Определен приоритетный наиболее экологичный и экономичный вид топлива – это сжатый (компримированный) природный газ (КПГ). Он обеспечивает трехкратную экономию эксплуатационных расходов по сравнению с дизельным топливом, существенное снижение выбросов углекислого газа и загрязняющих веществ, быструю окупаемость инвестиций в переоборудование для коммерческого транспорта. Сжиженные углеводородные газы

занимают промежуточную позицию, уступая метану по экологическим и экономическим показателям, но превосходя его по доступности инфраструктуры.
Рекомендуется, учитывая данный факт, приобретать автомобили всех категорий автомобилей с приоритетом ДВС, работающими на КПГ. А в случае приобретения автобусов категорий М2 и М3 для перевозки пассажиров в городских условиях для муниципального транспорта однозначно применение КПГ. Для этого понадобиться дополнительные затраты на создание разветвленной сети из АГНКС. Опыт создания и эксплуатации АГКНС в КР и частности г. Бишкек уже имеется.

Ключевым барьером массового внедрения газомоторного топлива остается недостаточная развитость заправочной инфраструктуры за пределами г. Бишкек. Преодоление этого барьера требует комплексного подхода, сочетающего развертывание опорной сети газозаправочных станций вдоль основных автомобильных дорог, применение компактных компрессорных модулей на базе существующих газораспределительных сетей и использование передвижных газозаправщиков в регионах с низкой плотностью потребления.

Опыт газификации автобусного парка Бишкека продемонстрировал экономическую целесообразность и техническую осуществимость перехода на метан для общественного транспорта. Распространение этой практики на региональные автопарки, коммерческий транспорт и междугородние перевозки позволит КР снизить зависимость от импорта нефтепродуктов, сократить негативное воздействие транспорта на окружающую среду и повысить энергетическую безопасность республики.

Список литературы

1. Кабмин Кыргызстана ввел временные субсидии и госрегулирование цен на ГСМ [Текст] (Порядок субсидирования). K-News. 2026. URL: https://knews.kg/2026/05/28/kabmin-kyrgyzstana-vvel-vremennye-subsidii-i-gosregulirovanie-tsen-na-gsm-poryadok-subsidirovaniya/ (дата обращения: 22.04.2026).
2. Количество автомобилей на пропан-бутане в России выросло на 60% за 3 года [Текст]. ИнфоТЭК. 2026. URL: https://itek.ru/news/kolichestvo-avtomobilej-na-propan-butane-v-rossii-vyroslo-na-60-za-3-goda/ (дата обращения: 22.04.2026).
3. Развитие инфраструктуры использования сжатого природного газа в качестве моторного топлива на автомобильном транспорте [Текст]. Киберленинка. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-infrastruktury-ispolzovaniya-szhatogo-prirodnogo-gaza-v-kachestve-motornogo-topliva-na-avtomobilnom-transporte (дата обращения: 22.04.2026).
4. Метан как автотопливо: за 9 лет его потребление в КР выросло в 16 раз [Текст]. Tazabek. 2024. URL: https://www.tazabek.kg/news:2080353 (дата обращения: 22.04.2026).
5. Может ли газ заменить бензин. Независимая газета. Энергия [Текст]. 2025. URL: http://science.ng.ru/ng_energiya/2025-11-10/11_9376_gas.html?print=Y (дата обращения: 22.04.2026).
6. Газпром газомоторное топливо подвел итоги развития рынка ГМТ в 2024 году [Текст]. LNG.expert. 2025. URL: https://lng.expert/2025/01/gazprom-gazomotornoe-toplivo-podvel-itogi-razvitiya-rynka-gmt-v-2024-godu/ (дата обращения: 22.04.2026).
7. Акция 2025: установка ГБО метан на легковые авто (бензин) [Текст]. Установочный центр ЭлитГаз Екатеринбург. 2025. URL: https://elitegas.ru/cng-passenger-car-2025-promo/ (дата обращения: 22.04.2026).
8. Концепция развития рынка газомоторного топлива в Российской Федерации на период до 2035 года [Текст]. Консультант Плюс. 2025. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_514060/ae9f72b09f28ab3564a21947164dcdcbda75d6b2/ (дата обращения: 22.04.2026).
9. Алсеитов М.Т. Результаты измерения состояния атмосферного воздуха на придорожных участках города Бишкека [Текст] / М.Т. Алсеитов, С.Ю. Дресвянников, Я.Д. Сметанкин // Вестник КРСУ. 2023. Т. 23. № 4. С. 29-35.

10. Дресвянников С.Ю. Создание передвижной лаборатории по мониторингу экологической безопасности и технического состояния объектов транспорта, транспортной инфраструктуры и промышленности [Текст] / С.Ю. Дресвянников, М.Т. Алсеитов, А.Н. Мамцев // Вестник КРСУ. 2023. Т. 23. № 4. С. 41-51.

УДК 656: 355.691.1

[1]Т. С. Кенешов, [2]М. Жылдызбек кызы, [1]У. Т. Сасыкеев
И. Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы
КГТУ им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика
[1]ORCID: 0009-0004-8047-0666, [2]ORCID: 0009-0002-7510-7235,
[1]ORCID: 0009-0002-4327-4952

[1]T. S. Keneshov, [2] M. Zhyldyzbek kyzy, [1]U. T. Sasykeev
I. Razzakov KSTU, Bishkek, Kyrgyz Repulic
tkeneshov@kstu.kg, munarazyldyzbekkyzy@gmail.com, u.sasykeev@kstu.kg

АНАЛИЗ ТЕРРИТОРИАЛЬНО-ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ ГОРОДА

ШААР КАЛКЫН АЙМАКТЫК-ТРАНСПОРТТУК ТЕЙЛӨӨНҮ ТАЛДОО

ANALYSIS OF TERRITORIAL AND TRANSPORT SERVICES FOR THE URBAN POPULATION

Бул макалада шаар калкын аймактык транспорттук тейлөөнү баалоонун теориялык жана колдонмо негиздери каралат. Аймактык транспорттук тейлөө шаар ичинде калктын мобилдүүлүгүн камсыздаган инфраструктура жана кызматтардын жыйындысы катары түшүндүрүлөт жана анын деңгээли транспорттук жеткиликтүүлүк, камсыздалгандык, тармактын байланыштуулугу, тейлөө радиусу, убакыттык жеткиликтүүлүк, кызмат көрсөтүүнүн сапаты жана транспорттук адилеттүүлүк аркылуу мүнөздөлөт. Изохроналар жана мейкиндиктик изолиниялар негизинде жеткиликтүүлүктү картографиялык талдоо, ошондой эле токтоочу пункттарга жөө жетүү нормаларынын ролу көрсөтүлөт. Статистикалык маалыматтарды, ГИС моделдөөнү жана социалдык экономикалык баалоону айкалыштыруу транспорт саясатын негиздөөгө жардам берери белгиленет.

Түйүндүү сөздөр: *аймактык транспорттук тейлөө, транспорттук жеткиликтүүлүк, транспорттук камсыздалгандык, транспорттук байланыштуулук, тейлөө радиусу, убакыттык жеткиликтүүлүк, кызмат көрсөтүүнүн сапаты, транспорттук адилеттүүлүк.*

В статье рассматриваются теоретические и прикладные основы анализа территориально транспортного обслуживания населения города как совокупности услуг и инфраструктуры, обеспечивающих перемещения в городской среде. Показано, что уровень обслуживания определяется взаимосвязанными характеристиками транспортной системы, к которым относятся транспортная доступность и обеспеченность, связность сети, радиус обслуживания остановочных пунктов, временная доступность, качество перевозочного сервиса и транспортная справедливость. Обоснована роль картографических методов в виде изохрон и пространственных изолиний для выявления зон дефицита и концентрации маршрутов. Отмечено значение нормативов пешеходной доступности к

остановкам. Подчёркнуто, что сочетание статистики, ГИС моделирования и социально экономической оценки поддерживает обоснованные управленческие решения.

Ключевые слова: *территориально транспортное обслуживание, транспортная доступность, транспортная обеспеченность, транспортная связность, радиус обслуживания, временная доступность, качество транспортного обслуживания, транспортная справедливость.*

The paper examines theoretical and applied approaches to assessing territorial and transport services for the urban population, understood as a set of infrastructure and services that enable mobility within a city. Service performance is shown to depend on interconnected attributes of the transport system, including transport accessibility and supply, network connectivity, stop catchment radius, travel time accessibility, service quality, and transport equity. The study highlights the value of cartographic and GIS based methods such as isochrones and spatial isolines to identify underserved areas and corridors with route concentration. It also emphasizes the role of planning standards for walking access to public transport stops. The combination of statistics, GIS modelling, and socio-economic assessment is presented as a basis for evidence informed transport policy.

Key words: *territorial and transport services, transport accessibility, transport provision, transport connectivity, service radius, travel time accessibility, quality of transport services, transport equity.*

Развитие городской транспортной системы является одним из ключевых факторов устойчивого функционирования современного города и обеспечения высокого качества жизни населения. В условиях роста урбанизации, увеличения численности населения и расширения городской территории особую актуальность приобретает проблема территориально-транспортного обслуживания, отражающая степень доступности объектов городской инфраструктуры и уровень обеспеченности жителей транспортными услугами. Эффективная организация транспортного обслуживания населения предполагает не только наличие развитой маршрутной сети, но и её пространственную сбалансированность, временную доступность, а также соответствие качества перевозок потребностям различных социальных групп. Недостаточная транспортная доступность отдельных районов, перегруженность магистралей, неравномерность покрытия территории общественным транспортом и снижение комфорта поездок становятся факторами, ограничивающими социально-экономическое развитие города и мобильность населения.

Целью настоящего исследования является комплексный анализ территориально-транспортного обслуживания населения города, направленный на выявление уровня транспортной доступности, обеспеченности и качества обслуживания, а также на определение приоритетных направлений совершенствования городской транспортной системы. Для достижения поставленной цели в работе предусматривается решение следующих задач: изучение теоретических подходов к понятию территориально-транспортного обслуживания и его ключевым характеристикам в системе городского транспорта; анализ показателей транспортной доступности и обеспеченности населения общественным транспортом; оценка пространственной связности и равномерности покрытия городской территории маршрутной сетью; исследование временной доступности и радиусов обслуживания остановочных пунктов в различных районах города; анализ качества транспортного обслуживания с учётом регулярности движения, уровня комфорта и надёжности перевозок; а также выявление существующих проблем и диспропорций в территориальном развитии транспортной системы с обоснованием направлений её дальнейшего совершенствования. Результаты исследования могут быть использованы при разработке программ развития городского транспорта, корректировке маршрутной сети и формировании мероприятий, направленных на повышение транспортной доступности и качества обслуживания населения.

Понятие территориально-транспортного обслуживания отражает совокупность услуг и инфраструктуры, обеспечивающих возможность перемещения населения по городу. Его качество зависит от множества характеристик транспортной системы: транспортной доступности, обеспеченности, связности, радиуса обслуживания, временной доступности, качества обслуживания и транспортной справедливости. Транспортная доступность понимается как мера «удалённости/близости какого-либо экономико-географического объекта (города, квартала, населённого пункта) по отношению к транспортной магистрали (линии) и/или транспортному узлу». Иными словами, это реальная или потенциальная возможность «достижения какой-либо точки территории с помощью транспортных средств по существующей транспортной сети». Доступность традиционно оценивается через изохроны – линии равного времени достижения (временная доступность) или пространственные изолинии (километры). Влияние доступности на поведение граждан очевидно: «на транспортное поведение населения значительное влияние оказывает транспортная доступность территории при передвижении по трудовым, а в большей степени – по культурно-бытовым целям» [1].

Транспортная обеспеченность территории отражает наличие собственных ресурсов и инфраструктуры внутри города. По определению Колесников Н. Г., это внутренние «характеристики транспортной системы территории»: главные показатели – плотность и пропускная способность автомобильных и других путей сообщения в пределах данной территории. Иными словами, обеспеченность оценивается совокупным количеством транспортных средств и транспортной инфраструктуры на единицу площади или на душу населения [3]. Так, по данным Росстата, в малых городах России население чаще пользуется личным транспортом из-за «недостаточного развития общественного транспорта», что свидетельствует об ограниченной обеспеченности пассажирским транспортом при относительно высокой автомобилизации. В отличие от этого, транспортная связность территории характеризует интеграцию сети и степень связанности центров. Колесников Н. Г. определяет связность как «взаимную транспортную доступность экономических центров, расположенных на данной территории». При этом показатель связности учитывает оптимальность сети: чем меньше время перевозки между любыми значимыми пунктами, тем выше связность городского пространства [3].

Радиус обслуживания (покрытия) остановки или магистрали – это максимально допустимое расстояние, которое граждане должны преодолевать пешком до ближайшей точки доступа к транспорту. Радиус обслуживания определяет плотность посадочных пунктов и влияет на равномерность покрытия территории транспортом: чем меньше радиус, тем выше транспортная доступность для удалённых микрорайонов.

Временная доступность – это характеристика скорости перемещения: сколько времени требуется, чтобы добраться до цели. Она визуализируется изохронами – «линиями равного времени достижения, обычно в часах». На практике формируют карты транспортной доступности, где каждая зона (например, 15 минутная изохрона) показывает район, достижимый в течение данного времени. Чем короче время подхода к общественному транспорту и время в пути, тем выше темпоральная доступность (и, следовательно, качество транспортного обслуживания [4].

Качество транспортного обслуживания определяется комплексом показателей: регулярность и надёжность движения, комфортабельность и безопасность перевозок, адекватность тарифов, загруженность транспорта и др. Как отмечают Шаров М. И., Карелин Н. И., «повышение качества обслуживания населения при перевозке городским пассажирским транспортом… является важнейшей задачей развития современных городов и агломераций». Действительно, удовлетворённость пассажиров зависит от времени ожидания, плотности маршрутов, связности маршрутов и условий поездки4. В малых городах из-за плохого качества общественного транспорта доля личного авто и такси выше, чем в крупных (также отмечают Арустамов Э. А., Волкова И. Н., что указывает на низкий уровень качества общего перевозочного обслуживания [1].

Транспортная справедливость подразумевает обеспечение равного доступа к транспортной инфраструктуре и услугам для разных социально-территориальных групп. В транспортной географии подчёркивается, что районы с низкой доступностью должны компенсироваться субсидиями, тогда как районы с высокой доступностью получают «ренту позиционности». По мнению В.Н. Бугроменко, «дотации от государства и региональных властей» должны компенсировать потери менее доступных территорий, что и составляет основу социальной справедливости в распределении транспортных ресурсов. Таким образом, справедливость предполагает сокращение диспропорций: города и районы не должны существенно различаться по качеству транспортного обслуживания из-за своего местоположения или социального статуса их жителей [2].

Планирование и анализ территориально-транспортного обслуживания основаны на многоуровневых методах: статистических исследованиях, геоинформационном моделировании и социально-экономических оценках. Арустамов Э. А., Волкова И. Н., приводят данные КНЖ-2018, показывающие явные различия между городами разной численности. Эти статистические данные позволяют оценить глобальные тенденции: в крупных городах доля пользователей общественным транспортом выше, чем в малых, где за счёт низкой обеспеченности возникает спрос на такси и личные автомобили [1].

Практически анализ начинается с картографирования сети: строятся схемы маршрутов, дорожной инфраструктуры и пешеходных подходов. Важным инструментом являются карты изохрон и изодопустимых (карты доступности) для основных пунктов притяжения (работа, школы, магазины и т.д.). На их основе измеряют среднее время добирания и соотносят его с нормативами (например, время до ближайшей остановки).

Для качественной оценки сети используют численные индексы. Так, связность маршрутов можно измерять через количество пересадок или коэффициент кластеризации сети. Плотность маршрутной сети оценивается протяжённостью путей (например, длина автобусных линий на 10 тыс. жителей) и сравнивается с нормативами. Например, современное градостроительное проектирование рекомендует размещать остановки в шаговой доступности: «остановочные пункты общественного транспорта следует размещать в радиусе не более 250–500 м» от жилых зон (СНиП 2.07.01-89). Если в городе число остановок значительно меньше требуемого (или они неравномерно распределены), это указывает на низкую транспортную обеспеченность территории [7].

При моделировании пассажиропотоков учитывают социально-демографические характеристики: возраст, занятость, доход. В частности, известно, что средний житель крупного города совершает меньше поездок на личном авто и больше – на общественном транспорте, тогда как в малых городах наоборот (это подтверждают эмпирические исследования). Кроме того, оценка качества обслуживания включает опросы удовлетворённости пассажиров. Шаров М. И., Карелин Н. И., отмечают, что без учёта «социально-экономических данных о населении, информации об использовании территории и статистики передвижений» невозможно обеспечить высокое качество работы транспорта [4].

Итоговые выводы анализа отражают транспортную справедливость и эффективность. Например, если в некоторых районах города при прочих равных условиях в разы выше время ожидания и пути, чем в центральных районах, это признак несправедливого распределения транспортных ресурсов. В таком случае планирование должно предусмотреть компенсации: увеличение числа маршрутов, ввод малых автобусов, развитие социального транспорта для пенсионеров и малообеспеченных слоёв. Таким образом, интегральная методика анализа территориально-транспортного обслуживания сочетает количественные показатели (интенсивность перевозок, плотность транспорта на 1000 жителей, средняя скорость движения, среднее время поездки) с оценкой нормативного соответствия (радиус обслуживания, доступность остановок) и социальных критериев (удобство поездки, равномерность покрытия). Только при комплексной проверке всех ключевых параметров

можно говорить о полноценности транспортного обслуживания и его сбалансированности с интересами города [11].

Важнейшими показателями ТТО являются обеспеченность городским подвижным составом на душу населения, доли отдельных видов транспорта в общем объёме перевозок, средняя транспортная доступность (например, время доступа до остановки или транспортного узла), нагрузка на маршруты, а также разрыв между спросом и предложением транспортных услуг. Связь транспортной системы с экологической нагрузкой определяется вкладом транспорта в выбросы вредных веществ и качество воздуха (загрязнение PM2.5 и др.). В этой главе излагаются методы оценки и нормы транспортного обслуживания, а также приводятся нормативы и методические подходы к их расчёту.

Организация ТТО включает в себя планирование маршрутной сети, подбор парка подвижного состава и учёт потребностей населения. Социальный стандарт транспортного обслуживания, закреплённый в распоряжении. По определению, качество транспортного обслуживания населения – это интегральная оценка уровня обслуживания по надёжности (регулярность и безопасность перевозок), доступности (простота доступа к транспорту) и комфорту. На практике основные расчётные индикаторы ТТО включают: численность подвижного состава (автобусов, троллейбусов, маршруток) на душу населения или на 10 000 жителей; среднее время подхода к ближайшей остановке; доли пассажиропотоков, приходящиеся на разные виды транспорта; среднюю загрузку транспортных средств (пассажиров на единицу подвижного состава); и разницу между транспортным спросом (пассажиропотоками) и предложением (пропускной способностью маршрутной сети). Эти показатели позволяют количественно оценить, насколько эффективно система транспорта покрывает потребности населения в мобильности [7].

Так, обеспечение подвижным составом на 10 тыс. жителей отражает насыщенность парка в расчёте на численность населения (чем выше значение – тем менее недостаточно транспортных ресурсов на душу населения). Средняя транспортная доступность обычно оценивается по результатам опросов или моделей сети – это усреднённое время или расстояние до ближайшей остановки (нормативом считается, например, 300–500 м пешеходного доступа). Доля видов транспорта измеряет распределение пассажиропотоков (например, автобусы, троллейбусы, маршрутки) и дает представление об эффективности разных секторов системы. Нагрузка на маршруты (например, пассажирооборот на маршрут или среднее количество пассажиров на машину в час пик) позволяет выявить перегруженные участки сети и необходимость оптимизации. Разрыв спроса и предложения выявляется при сравнении фактического пассажиропотока с потенциальной транспортной ёмкостью (например, в свете опросов населения и пропускной способности сети). Связь с экологией важна, поскольку транспорт обеспечивает значительную долю выбросов в городах: по оценкам, в Бишкеке старые дизельные машины генерируют заметную часть выбросов твёрдых частиц, что в совокупности с отоплением даёт тяжелую нагрузку на качество воздуха. Так, по оценкам ООН и Всемирного банка, загрязнение воздуха связано с 10–13% случаев преждевременной смертности в Кыргызстане [6].

Таким образом, анализ ТТО комбинирует транспортные и демографические данные для выявления нехватки ресурсов, узких мест сети и влияния транспорта на социально-экологическую ситуацию. Ключевые методы включают сопоставление численности подвижного состава с численностью населения, картографический анализ покрытия маршрутов (например, с учётом плотности населения), а также сбор статистики пассажиропотоков по видам транспорта. В следующей главе эти подходы иллюстрируются на примере столицы Кыргызстана – города Бишкек.

Бишкек – крупнейший город Кыргызстана (около 1,2 млн жителей по оценке на 2024 год). Муниципальная система городского транспорта включает автобусные и троллейбусные маршруты государственного предприятия, а также многочисленные частные маршрутки. По данным Всемирного банка (2019), в Бишкеке работало 43 частных предприятия и 109 маршрутов маршрутных такси («маршруток»), при общем числе маршруток свыше 3,700 (из

которых порядка 2,400 ездят ежедневно). Государственное МУП «Бишкекский пассажирский автотранспорт» эксплуатирует около 12 автобусных маршрутов с автопарком 170 автобусов (включая около 60 новых газобусных CNG). Аналогично, муниципальная троллейбусная компания управляет 11 троллейбусными маршрутами с парком 170 машин. Эти данные свидетельствуют о сильно фрагментированной структуре сети: множество кратких маршрутов маршруток пересекают город, дополняя сравнительно небольшую систему больших автобусов и троллейбусов10. В целом общественный транспорт обеспечивает около 67% всех ежедневных поездок жителей (согласно опросам 2011 г.), из них троллейбусы – 10%, большие автобусы – 17%, маршрутки – 73%. Такой разрыв в долях указывает на доминирование маршруток в перевозках (см. Таблица 1).

Таблица 1 - Характеристика маршрутной сети Бишкека [8]

Показатель	Количество	Комментарий
Автобусов муниципальных (гор. линии)	170 шт.	12 маршрутов (МП ПАТ)
Троллейбусов (гор. линии)	170 шт.	11 маршрутов
Маршруток (частные компании)	3 754 шт.	109 маршрутов

Согласно этим цифрам, в 2019 году парк всех автобусов и троллейбусов составлял около 340 единиц, а парк маршруток – почти 3,800 единиц. На душу населения это соответствует примерно 34 подвижным единицам (учитывая население 1,03 млн в 2019 г. [61]) на 10 000 жителей. Такая обеспеченность существенно ниже норм столичных городов РФ (по сравнению с Москвой или Алматы), что указывает на дефицит крупного транспорта. При этом доля личных легковых автомобилей в Бишкеке выше среднереспубликанской: на 1 000 жителей приходится 277 авто (против 158 авто/1000 в целом по республике) [10].

Общий объём пассажирских перевозок по всем видам транспорта в Кыргызстане резко изменялся за счёт пандемии и восстановления. По данным Нацстаткома КР, общий пассажиропоток вырос с 422 млн чел. в 2020 г. до 635,3 млн чел. в 2024 г. (см. Таблицу 1). За пять лет это увеличение составило порядка +50% (среднегодовой прирост 10%), главным образом за счёт восстановления после COVID-19 и роста мобильности населения. В 2021 г. было перевезено 504,2 млн пассажиров (рост +19.4% к 2020), в 2022 г. – 526,9 млн (+4.5%), в 2023 г. – 578,5 млн (+9.8%), и в 2024 г. – 635,3 млн (+9.8%). Наибольший прирост отмечался в 2021 г., когда снятие карантинных ограничений обеспечило резкий рост перевозок.

Таблица 2 - Объем пассажирских перевозок в Кыргызстане по видам транспорта (2020–2024) [8]

Вид транспорта	2020	2021	2022	2023	2024
Всего, млн чел.	422,0	504,2	526,9	578,5	635,3
Железнодорожный транспорт, тыс. чел.	72,4	255,2	268,7	247,0	271,6
Автобусы, млн чел.	368,6	440,0	455,7	502,2	570,5
Троллейбусы, млн чел.	21,8	30,7	34,8	35,4	19,8
Такси, тыс. чел.	31 116,7	32 400,0	34 806,1	39 375,5	43 376,9
Воздушный транспорт, тыс. чел.	436,8	847,8	1 240,4	1 290,0	1 319,7

Данные показывают доминирование автотранспорта: в 2022 г. автобусами и такси частных владельцев перевезено 462,0 млн пассажиров (94% от итога автобусов), предприятий – 29,0 млн (6%). В 2023–2024 гг. доля автомобильного транспорта в общих перевозках сохранялась на уровне 96%. При этом отчёт JICA указывает, что автотранспорт занимал более 93% пассажирских перевозок по республике. Электротранспорт (в основном троллейбусы) обеспечивал лишь несколько десятков миллионов пассажиров в год (например, 35,0 млн в 2022 г., 35,4 млн в 2023 г. Железнодорожные пассажирские перевозки в

республике не превышают 0,3 млн в год; авиаперевозки стабильно около 1,2–1,3 млн в год. Это означает, что в столице и республике основную нагрузку несёт автотранспорт (автобусы, маршрутки, такси), что накладывает высокие требования на дорожную инфраструктуру и рынок труда для перевозчиков [7].

Динамика пассажиропотока за 2020–2024 гг. свидетельствует о полном восстановлении и росте спроса на транспортные услуги после пандемии. Автомобильный транспорт стабильно остаётся ключевым видом перевозок: практически весь прирост пассажиропотока обеспечивался автобусами и маршрутками. Электротранспорт растёт медленно, его доля незначительна. Такая структура имеет важные последствия: при почти монотонном росте количества поездок нагрузка на автодороги и маршрутную сеть возрастает, что требует расширения автопарка и оптимизации маршрутной сети. При этом в 2024 г. подвижной состав даже увеличивался – в частности, введено 118 газовых автобусов – однако, как указывает анализ, переориентация маршруток на крупные автобусы могла бы повысить эффективность перевозок [6].

Рост пассажиропотока и доминирование автомобильных перевозок усиливают нагрузку на улично дорожную сеть, поэтому для наглядной фиксации ключевых узких мест далее приводится рисунок из материалов разрабатываемого Генерального плана города Бишкек, отражающий проблемные участки и факторы, ограничивающие пропускную способность магистрального каркаса.

Узкие места формируются не «в целом по городу», а точечно на ключевых магистралях и связках, где постоянно накладываются несколько конфликтов сразу: недостаточная пропускная способность (ограниченное число полос на участках коридоров), «бутылочные горлышки» из-за сужения проезжей части, а также «съедание» эффективной ширины дороги из-за запаркованности на магистральной сети. Отдельно выделяется фактор ж/д переездов на магистральных улицах: они дают регулярные задержки и разрывают непрерывность движения, из-за чего потоки вынужденно перераспределяются на соседние улицы и перегружают центральный каркас. На объездной автомагистрали отмечены проблемные примыкания, которые повышают аварийность и тормозят транзит, поэтому итоговая картина – городская сеть работает с постоянными «перекосами»: центр и главные оси перегружены и нестабильны по времени в пути, а любые локальные ограничения быстро превращаются в системную пробку на больших участках.

Инфраструктурные элементы системы (узлы посадки/пересадки, конечные пункты, отстойно-разворотные площадки, объекты базирования) распределены так, что сеть остаётся сильно зависимой от нескольких главных осей: если там пробка или конфликт на УДС – ОТ тоже сразу теряет скорость и стабильность. То есть ключевая проблема не просто «мало/много маршрутов», а дисбаланс сети: центр перегружен маршрутами и задержками, а окраины получают более разреженное и менее удобное сообщение, что прямо ухудшает территориальную доступность города для населения.

На фоне выявленного дисбаланса маршрутной сети и зависимости общественного транспорта от перегруженных осей улично дорожной сети становится важно оценить, насколько имеющиеся ресурсы подвижного состава и остановочной инфраструктуры соответствуют масштабу спроса и нормативным требованиям доступности.

Ежедневно подвижной состав совершает тысячи рейсов по сети. По приблизительным расчётам, в Бишкеке около 4 000 единиц ПТОП (государственные автобусы и троллейбусы + частные маршрутки) на 1,2 млн жителей, что даёт порядка 33–35 единиц на 10 000 жителей. Для сравнения, в городах РФ это значение обычно гораздо выше (50–70). С учётом того, что нормативная плотность автобусных маршрутов в крупных городах задаёт покрытие остановкой не более 500 м, Бишкек находится на нижней границе удовлетворительной обеспеченности. Дефицит парка и остановок особенно заметен на окраинах, где население растёт быстрее, чем разрастается сеть маршрутов [7].

Рассмотрим основные статистические характеристики системы ОТ в Бишкеке. По данным 2022 г., в городе насчитывается около 170 муниципальных автобусов и 170

троллейбусов, а также порядка 3 800 маршруток (см. табл. 3). Таким образом, на 10 000 жителей приходилось в целом около 33 единиц общественного транспорта. Разделим их по типам: порядка 1,6 больших автобуса на 10 000 жителей (170/1,03M10k1,65) и примерно 36 маршруток на 10 000 жителей (3754/1,03M10k36). Это указывает на очень высокую частоту малых маршруток относительно крупных автобусов. Средняя загрузка одной маршрутки (по данным исследований 2019 г.) оценивается в несколько сот пассажиров в день: экспертно полагают, что каждая маршрутка может перевозить порядка 600–700 пассажиров в день при интервале хода 4–7 минут. Исходя из годового пассажиропотока (635 млн в 2024 г.) и числа маршруток (2400 ежедневно), среднесуточная нагрузка на одну маршрутку оценочно превышает 700–800 пассажиров (с учётом работы 300 дней/г и двух поездок в день). Большие автобусы при этом развозят в сумме лишь часть пассажиров; по оценкам, автобус на 80 мест в рабочий день в среднем перевозит 600–700 пассажиров, схожий показатель, но на одну машину крупнее пробег. Таким образом, нагрузка на машину при маршрутках и автобусах оказывается сопоставимой, однако маршрутки формируют почти три четверти пассажиропотока, что объясняет их разветвлённость [6].

С точки зрения доступности населения к транспорту, можно рассчитать среднее время подхода до остановки (по городским исследованиям – порядка 7–8 минут пешеходного хода). Конкретные данные по Бишкеку не опубликованы, но согласно социологическим опросам, для жителей центральных районов время ожидания транспорта обычно не превышает 5–10 минут в часы пик, а на окраинах может доходить до 15–20 минут. В среднем по городу можно оценить среднюю транспортную доступность в 8–10 минут до остановки. Эти показатели близки к установленным социальным нормам (не более 300–500 м до остановки) [10].

Несмотря на видимый рост пассажиропотока, потенциал перевозок в Бишкеке ограничен изношенным парком. По данным Министерства природы КР, 83% всех легковых автомобилей в стране старше 15 лет, и подобная картина характерна и для маршруток. Изношенный транспорт и не всегда устоявшиеся графики работы маршрутчиков приводят к разрывам между спросом и предложением. Так, по оценкам, дефицит автобусов компенсируется тысячами маршруток – но это ещё больше увеличивает дорожную нагрузку. С учётом того, что автобусные и троллейбусные маршруты муниципальных предприятий не охватывают все направления (есть зоны без муниципального транспорта), часть пассажиров вынуждена пользоваться маршрутками или личным транспортом. Таким образом, явный «разрыв спроса и предложения» выражается в том, что число желающих прокатиться (особенно в часы пик) превышает формальную вместимость сети муниципального транспорта, а многие крючкообразные маршруты маршруток дублируют друг друга [6].

Развитие транспорта тесно связано с экологической нагрузкой. Автотранспорт – как автобусный, так и частный – является одним из основных источников выбросов NOx и PM2.5 в Бишкеке. Согласно отчетам экспертов, старые дизельные автобусы и легковые автомобили генерируют существенную долю летучих загрязняющих веществ. Вызванный этим смог приводит к серьёзным последствиям: по оценкам ООН и Всемирного банка, в Кыргызстане примерно 12–13% случаев преждевременной смертности связаны с загрязнением воздуха. Именно в зимний период главным источником PM2.5 является угольное отопление, однако транспорт вносит значительный вклад в круглогодичное загрязнение. К примеру, по данным IQAir, средняя годовая концентрация PM2.5 в Бишкеке составляла 21,2 мкг/м³ в 2024 г., что в 4 раза превышает рекомендованную ВОЗ норму (5 мкг/м³). В отчётах подчёркивается, что без снижения выбросов автотранспорта (например, обновления автобусного парка и замены маршруток на электробусы или крупные CNG-автобусы) улучшение качества воздуха будет затруднено. Так, АИК Газа России и другие организации указывают, что введение более 1,3 тыс. новых экологичных автобусов до 2025 г. направлено на борьбу с этим «системным» загрязнением [6].

Таблица 3 - Экологическая характеристика транспортного сектора Бишкека (2019–2024) [6]

Показатель	Значение и источник
Среднегодовой PM2.5 (2024)	21,2 мкг/м³ (IQAir, 2025)
Доля загрязнителей транспорта	15–20% PM2.5 (участник от транспорта)
Доля старого подвижного состава	83% автомобилей старше 15 лет (Минприроды, 2025)

Анализ показал, что несмотря на значительный рост объёмов перевозок, система общественного транспорта Бишкека испытывает дефицит подвижного состава и инфраструктуры. Обеспеченность подвижным составом на 10 тыс. жителей составляет лишь 33 единицы, что значительно уступает мировым стандартам, и преобладают малые маршрутки. Средняя транспортная доступность достигает нормативных значений лишь в центре города; на окраинах она существенно ниже. Доли видов транспорта в пассажиропотоке остались неизменными (маршрутки – свыше 70%, автобусы + троллейбусы – около 30%). Маршрутная сеть характеризуется высокой дублируемостью и фрагментарностью: множество маршруток обслуживает однотипные направления, часто конкурируя друг с другом. По нашим расчётам, один автобус или троллейбус способен заменить 5–6 маршруток при сохранении пассажиропотока. Отсюда следует рекомендация к укрупнению маршрутной сети: увеличение доли крупных автобусов (особенно CNG/электро) на ключевых направлениях и выведение ряда маршруток с дублирующими маршрутами. Экологически важно отметить, что замена морально устаревших машин новыми экологичными транспортными средствами позволит снизить вклад транспортного сектора в смоги: уже в 2025 г. поставлено более 1 000 газовых автобусов, что должно сократить выбросы на регулируемых маршрутах[6]. Таким образом, комплексный анализ показателей ТТО – от обеспеченности парком до влияния на качество воздуха – выявил узкие места транспортной системы Бишкека и подтвердил необходимость стратегических преобразований в маршрутной сети и составе подвижного состава.

После выявленных узких мест транспортной системы и подтверждения необходимости стратегических преобразований целесообразно сопоставить текущие проблемы с теми направлениями развития, которые закладываются в разрабатываемом Генеральном плане города Бишкек до 2050 года. Поскольку генеральный план рассматривает пространственное развитие города в увязке с транспортной системой, для дальнейшего анализа используются схемы транспортного блока, отражающие предлагаемые решения по улично дорожной сети и общественному транспорту.

Предполагаемые меры направлены на формирование более устойчивого магистрального каркаса и устранение системных разрывов связности. Планируется доведение параметров магистральной улично дорожной сети до нормативных на протяженности 332 км и строительство новых магистральных участков ещё на 255 км, что означает расширение и усиление основных коридоров движения. Отдельным элементом выступает обход Бишкека протяженностью 89 км, включая 49 км нового строительства, 15 транспортных развязок и 2 путепровода через железнодорожные пути, при этом дополнительно предусмотрено 7 путепроводов через ж/д пути, что ориентировано на снижение задержек и повышение непрерывности движения.

В результате ожидается перераспределение потоков с перегруженных центральных осей на обходные и распределяющие направления, уменьшение зависимости города от отдельных «бутылочных горлышек» и повышение предсказуемости времени поездок, однако итоговый эффект будет определяться тем, насколько развитие УДС будет согласовано с мерами управления спросом на поездки и регулированием парковочного пространства. Развитие ориентировано на изменение структуры передвижений за счет усиления общественного транспорта и повышения его конкурентоспособности относительно индивидуального транспорта. В качестве целевых ориентиров обозначены увеличение объёмов передвижений на общественном транспорте на 54 процента, рост транспортной

работы в 2 раза в связи с увеличением средней дальности поездки и сокращение доли индивидуального транспорта в 1,5 раза, при этом заявлена доля населения, обслуженного общественным транспортом, на уровне 100 процентов и доля населения, охваченного ускоренными видами общественного транспорта, на уровне 60 процентов. Пространственная логика решений выражена через формирование опорных коридоров ускоренного сообщения и узловой структуры, а также через увязку с инфраструктурой обслуживания, включая конечные пункты и элементы обеспечения работы сети.

Сопоставление этих направлений с выявленными проблемами показывает, что приоритетная задача заключается не только в наращивании количества маршрутов, но в повышении скорости и надежности движения общественного транспорта, снижении дублирования и обеспечении устойчивости работы сети на фоне перегруженности улично дорожной сети, иначе заявленные целевые изменения в структуре передвижений не будут достигнуты.

Заключение. Проведённое исследование показало, что эффективное территориально-транспортное обслуживание включает в себя многогранную оценку: демографических и пространственных факторов, парка подвижного состава, маршрутной сети и экологических последствий. Применительно к Бишкеку мы выявили следующие ключевые выводы: во-первых, несмотря на увеличение пассажиропотоков, транспортная система города остаётся недостаточно обеспеченной крупным подвижным составом. Во-вторых, преобладание маршрутного такси слабо коррелирует с современными экологическими требованиями, порождая высокую нагрузку на дорожную сеть и качество воздуха. В-третьих, резервы улучшения обслуживания заключаются в оптимизации маршрутной сети (уменьшении дублирования) и обновлении парка (переходе к автобусам на чистых видах топлива). Для этого необходимы дальнейшие исследования и данные по транспортной доступности населения (например, GIS-анализ покрытия остановками) и пассажиропотокам по времени суток.

Список литературы

1. Арустамов Э. А., Волкова И. Н., Крылов П. М. Проблемы транспортной обеспеченности и качества транспортного обслуживания городских населенных пунктов России различной людности // Вестник евразийской науки. 2020. Т. 12. № 6. С. 6.
2. Бугроменко В. Н. Современная география транспорта и транспортная доступность // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2010. № 4. С. 7–16.
3. Колесников Н. Г. Транспортная связность арктического и субарктического пространства Европейской части России // Наука и образование в Арктическом регионе: материалы международной научно-практической конференции, Мурманск, 4–8 апреля 2016 г.: в 2 ч. Ч. 2. Мурманск: Мурманский государственный технический университет, 2016. С. 158.
4. Шаров М. И., Карелин Н. И., Бурков Д. Г. Результаты оценки транспортной доступности в г. Иркутске при передвижении по культурно-бытовым целям на городском пассажирском транспорте // iPolytech Journal. 2017. Т. 21. № 7 (126). С. 187–195.
5. Национальный статистический комитет Кыргызской Республики. Транспорт и связь в Кыргызской Республике: статистический сборник. – Бишкек, 2025. – URL: https://stat.gov.kg (дата обращения: 19.12.2025).
6. Национальный статистический комитет Кыргызской Республики. Автомобильный транспорт и дорожное хозяйство: цифры и факты [Электронный ресурс].
7. URL: https://stat.gov.kg/ru/news/avtomobilnyj-transport-i-dorozhn-oe-hozyajstvo-cifry-i-fakty/(дата обращения: 19.12.2025).
8. Национальный статистический комитет Кыргызской Республики. В 2022 году автобусами и микроавтобусами перевезено 635 млн пассажиров [Электронный ресурс].

9. URL:https://stat.gov.kg/ru/news/avtomobilnyj-transport-i-dorozhn-oe-hozyajstvo-cifry-i-fakty/(дата обращения: 19.12.2025).

10. Национальный статистический комитет Кыргызской Республики. Транспорт в Кыргызской Республике: статистический ежегодник. – Бишкек, 2024. – URL: https://stat.gov.kg (дата обращения: 19.12.2025).

11. Вучик В. Р. Транспорт в городах: планирование и организация. – М.: Транспорт, 2017. – С. 412–415.

12. Мэрия города Бишкек. Интерактивная карта общественного транспорта [Электронный ресурс]. – URL: https://e-meria.kg/transport-map (дата обращения: 19.12.2025).

13. World Bank. Public Transport in Bishkek: Past, Present and Future [Electronic resource]. – Washington, DC,2021. URL: https://documents1.worldbank.org/curated/en/626741617024056236/pdf/Public-Transport-in-Bishkek-Past-Present-and-Future.pdf (accessed: 19.12.2025).

УДК 656.13:004.4

С. Кубат уулу, Б. Т. Төрөбеков
И. Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы
КГТУ им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика

S. Kubat uulu, B. T. Torobekov
I. Razzakov KSTU, Bishkek, Kyrgyz Republic
kubatuulusamat556@gmail.com torobekov@kstu.kg

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МОНИТОРИНГА ДВИЖЕНИЯ АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ

АВТОТРАНСПОРТ АГЫМДАРЫНЫН КЫЙМЫЛЫНЫН МОНИТОРИНГИН ЖАКШЫРТУУ

IMPROVING THE MONITORING OF VEHICLE TRAFFIC FLOWS

Макалада автотранспорт агымдарынын көйгөйлү жана алардын кыймылдарынын мониторинг тутумун өнүктүрүү аркылуу жөнгө салуу каралган. Автотранспорт каражаттарынын (АТК) көчө-жол желесинде кыймылынын мониторинг тутумунун моделин түзүү ***изилдөөнүн максаты болуп саналат****.* ***Изилдөөнүн объектиси*** *болуп автотранспорт каражаттарынын салмак-габарит параметрлерин жана ылдамдык режимдерин имитациялык моделдөө аркылуу кыймыл режимде аралыкта текшерүүнү уюштуруу саналат. АТК мониторинг параметрлерин ченемдик көрсөткүчтөргө ылайык баалоо жана автоматташтырылган каражаттар менен текшерөө ыкмалары изилдөөнүн предметин түзөт.* ***Ыкмалар****: тутумдук талдоо ыкмасы, техникалык процесстерди автоматташтыруунун теориясынын жана практикасынын ыкмалары, эксперименттик изилдөөлөр, тутумдардын жана процесстердин моделдөөсү, имитациялык моделдөө жана технологиялар, программалык каражаттар.* ***Жыйынтыктар.*** *АТК кыймылынын мониторингинин модели иштелип чыккан. Автотранспорт каражаттарын текшерүүнүн жыйынтыктарын автоматташтыруу менен аларды айдоочуларга колдонууга мүмкүнчүлүк берүүгө мониторинг процесстерине имитациялык моделдөөгө ыкма иштелип чыккан.* ***Практикалык мааниси****. Иштелип чыккан АТК кыймылынын мониторингинин модели көчө-жол желесинин реалдуу шарттарында колдонууга болот, автотранспорт*

каражаттарынын кыймылынын мониторингин илимий-практикалык жөндөмдөрүн үйрөнүүгө окуу сабагынын маалыматтык материалы катарында кызмат кылат.

Түйүндүү сөздөр: *мониторинг тутуму, автотранспорт каражаттары, транспорт агымдары, көчө-жол желеси, кыймыл, ылдамдык, параметрлер, салмак габарит, текшерүү, фиксациялоо.*

В статье рассмотрены проблемы и меры по регулированию автотранспортных потоков на основе развития системы мониторинга их движения. ***Целью работы*** *является разработка модели системы мониторинга движения автотранспортных средств (АТС).* ***Целью работы*** *является разработка модели системы мониторинга движения АТС в улично-дорожной сети (УДС).* ***Объектом исследования*** *работы является организация дистанционного контроля в режиме движения весогабаритных параметров и скоростного режима автотранспортных средств имитационным моделированием.* ***Предметом исследования*** *являются методы и средства автоматизированного контроля и оценки параметров мониторинга АТС согласно нормативным показателям.* ***Методы:*** *методы системного анализа, методы теории и практики автоматизации технических процессов, экспериментальные исследования, моделирование процессов и систем, имитационные моделирование и технологии, и программные средства.* ***Результаты.*** *Разработана модель мониторинга движения АТС. Разработан подход к имитационному моделированию процессов мониторинга, обеспечивающий автоматизацию результатов контроля и возможность их доступа водителям АТС.* ***Практическая значимость****. Разработанная модель мониторинга движения АТС может быть реализована в реальных условиях улично-дорожной сети, служить информационным материалом учебной дисциплины для получения научно-практических навыков по мониторингу движения автотранспортных средств.*

Ключевые слова: *система мониторинга, автотранспортные средства, транспортные потоки, улично-дорожная сеть, движение, скорость, параметры, весогабарит, контроль, фиксация.*

This article examines the challenges and measures for regulating motor vehicle traffic based on the development of a traffic monitoring system. ***The objective*** *of this study is to develop a model for a motor vehicle traffic monitoring system.* ***The objective*** *of this work is to develop a model of a system for monitoring the movement of VTS within the street and road network (SRN).* ***The subject of this study*** *is the organization of remote monitoring of the weight and dimensions parameters and speed limits of vehicles in real-time using simulation modeling.* ***The subject of the research*** *is the methods and means of automated control and evaluation of vehicle monitoring parameters in accordance with regulatory standards.* ***Methods****: methods of systems analysis, methods of the theory and practice of technical process automation, experimental studies, process and system modeling, simulation modeling, and software tools.* ***Results****. A model for monitoring vehicle traffic has been developed. An approach to simulation modeling of monitoring processes has been developed, ensuring the automation of monitoring results and making them accessible to vehicle drivers.* ***Practical significance****. The developed model for monitoring the movement of motor vehicles can be implemented in real-world road network conditions and serve as instructional material for an academic course to develop scientific and practical skills in monitoring the movement of motor vehicles.*

Keywords*: monitoring system, motor vehicles, traffic flows, road network, traffic, speed, parameters, weight and dimensions, monitoring, recording.*

Введение. Автотранспортные средства (АТС) занимают важное место в современной системе цепочки доставки материально-технических средств и оказания транспортных услуг. С каждым годом их количество увеличивается, что приводит к перегрузкам в улично-дорожной сети (УДС), увеличению интенсивности транспортных потоков, транспортных заторов и росту дорожно-транспортных происшествий (ДТП). С ростом территорий городов

и расширением транспортной инфраструктуры задача регулирования автотранспортными потоками приобретает особую актуальность в аспекте обеспечения стабильности и безопасности жизнедеятельности городской среды.

Улучшение регулирования и контроля транспортных потоков в УДС требует проведения соответствующих научно-практического мер, в число которых следует отнести совершенствование системы мониторинга движения автотранспортных средств. Система мониторинга движения автотранспортных средств – это система, позволяющая снимать данные о показателях с объектов мониторинга удаленно, без физического присутствия. Она дает возможность работать как с датчиками и другими устройствами напрямую, так и с промежуточным устройством. Система мониторинга движения должна обеспечивать получение, обработку и анализ входных данных параметров технико-эксплуатационных показателей автотранспортных потоков в улично-дорожной сети.

Повышение эффективности управления транспортными потоками логистической системы с целью обеспечения соответствия эксплуатационных и технических показателей автотранспортных средств нормативным данным и безопасности дорожного движения представляет собой актуальную задачу современности, решение которой может быть реализовано в рамках системы мониторинга движения автотранспортных средств [5, 6, 9].

Аспекты мониторинга в моделировании транспортных потоков рассмотрены в работе [3] разработкой методики на основе видеоизображений, на основе которых определяют скорость, плотность, интенсивность транспортного потока за промежуток времени.

В свете интенсификации производственных процессов, увеличения и усложнения инфраструктурных составляющих транспортного комплекса в работе [2] приводится обоснование необходимости разработки эффективной системы дорожно-транспортной ситуации. При этом предлагается использование интегральной интеллектуальной системы, функционирующей на основе технологии радиочастотной идентификации. Мониторинг транспортных средств на данной технологии будет производиться их оснащением RFID-метками, что позволяет осуществлять сбор данных и необходимые оценочные процедуры. Предложенная синтезированная система позволит сформировать многокомпонентную базу данных, позволяющая прогнозирование динамики транспортных потоков [4].

Мониторинг параметров крупногабаритных и тяжеловесных транспортных средств регламентируется рядом нормативных документов и стандартов, как на национальном, так и на международном уровнях. Важнейшими документами, определяющими требования к параметрам транспортных средств, являются национальные дорожные кодексы и правила дорожного движения. Закон Кыргызской Республики «Об автомобильных дорогах», а также постановление Правительства КР от 8 августа 2011 года № 454 «Об утверждении Порядка пропуска транспортных средств по автомобильным дорогам общего пользования Кыргызской Республики и взимания сборов за взвешивание и измерение общей массы, осевых нагрузок, размеров и других линейных параметров транспортных средств и Порядка пропуска и взимания сборов за проезд транспортных средств со специальным и неделимым грузом по автомобильным дорогам общего пользования Кыргызской Республики», предусматривают запрет для движения тяжеловесных и крупногабаритных транспортных средств по автомобильным дорогам общего пользования с превышением допустимых параметров.

Формирование и реализация системы мониторинга АТС в современных условиях стали объективной необходимостью и неотъемлемой частью автоматизации перевозочного процесса автотранспортных предприятий и бизнес-структур с подвижным составом. Система мониторинга позволяет решать задачи по контролю и эффективному использованию подвижного состава с соблюдением установленных технических нормативов эксплуатации и использования инфраструктуры дорожной сети в режиме реального времени.

Методы и материалы. Методы исследования включают анализ и синтез научных исследований, моделирование процессов предметной области, экспериментальные исследования и проектирование программного обеспечения.

В качестве инструментов разработки автоматизированных систем используются современные технологии и программные средства. Теоретические методы включают анализ существующих решений и моделей, синтез новых подходов, разработку алгоритмов и схем. Эмпирические методы включают проведение экспериментов, тестирование разработанного прототипа и анализ полученных данных.

Методы системы мониторинга движения АТС осуществляются комплексными решениями, объединяющие метод фиксации и регистрации.

Система мониторинга автотранспортных средств будет сформирована на основе комплекса программных и аппаратных средств, обеспечивающих контроль и управление транспортом в режиме реального времени удаленно, без физического присутствия. В этих целях было осуществлено моделирование процессов мониторинга АТС для реального состояния и разрабатываемой системы на основе алгоритма действий, разработана концептуальная модель с анализом и описанием структуры и описания ее подсистем.

Разрабатываемая модель системы мониторинга будет обеспечивать фиксацию, получение, обработку и анализ технических и эксплуатационных входных данных о техническом состоянии и функционировании АТС. Вследствие большой материалоемкости и необходимости значительных финансовых затрат для набора, формирования базы данных, а также в целях экономии времени для разрабатываемой системы было принято решение использовать на этапе разработки, отладки и тестирования системы мониторинга имитационную модель процессов для генерации входных параметров. Имитационная модель применяется для генерации входных данных, которые должны представлять различные сценарии поведения реальной системы как в случае стандартного функционирования, так и в случае нестандартных ситуаций. Для достижения указанных целей при реализации различных сценариев имитационная модель должна учитывать реальные аспекты реализации процессов мониторинга. В моделировании логистических процессов применяются известные системы и пакеты моделирования.

Результаты исследования и их обсуждение. Мониторинг параметров автотранспортных средств представляет собой сложную и многогранную задачу, требующую применения различных методов и технологий. В настоящее время существуют несколько подходов к решению данной проблемы, каждый из которых обладает своими преимуществами и недостатками. Наиболее распространенным является использование весоизмерительных систем, устанавливаемых на дорогах и контрольно-пропускных пунктах. Они позволяют точно измерять вес транспортных средств и сравнивать его с нормативными значениями [2]. Современные весоизмерительные системы оснащены высокочувствительными датчиками и позволяют проводить измерения в режиме реального времени. Однако, они требуют значительных затрат на установку и обслуживание, а также могут быть неэффективны в условиях интенсивного движения. Традиционные методы взвешивания грузовиков, такие как весовые станции, требуют значительных затрат времени и ресурсов. Это приводит к необходимости разработки более эффективных и автоматизированных решений для оценки весовых параметров грузовиков. Другим важным методом мониторинга крупногабаритных и тяжеловесных транспортных средств является использование габаритных рамок и лазерных сканеров. Габаритные рамки позволяют измерять размеры транспортных средств и выявлять случаи превышения допустимых габаритов. Лазерные сканеры, в свою очередь, обеспечивают высокую точность измерений и позволяют создавать трехмерные модели транспортных средств. Эти методы особенно эффективны при контроле за транспортными средствами на границах и въездах в города, где необходимо оперативно выявлять нарушения. Также стоит отметить использование систем видеонаблюдения и распознавания номеров, которые позволяют автоматически фиксировать нарушения и идентифицировать транспортные средства [3]. Эти системы широко применяются в странах с высоким уровнем автоматизации дорожного контроля и позволяют значительно повысить эффективность работы контролирующих органов.

В целях проектирования системы мониторинга движения АТС было осуществлено построение функциональной модели для текущего состояния предметной области (модель AS-IS), а также для разрабатываемой системы (модель TO-BE). В разрабатываемой системе вводится информационно-аналитическое сопровождение, обеспечивающее автоматизацию процессов мониторинга и расширения информационного обеспечения участникам мониторинга АТС. По методологии IDEF0 для программного обеспечения разработана функциональная модель, определяющая структуру и связи подсистем мониторинга.

Алгоритм модели совершенствования системы мониторинга движения транспортных средств представляет собой интегрированную систему подсистем, обеспечивающих сбор, обработку и анализ данных в реальном времени. На первом этапе подсистема распознавания фиксирует автотранспортные средства, определяет их характеристики и передаёт данные в хранилище. Далее подсистема идентификации уточняет параметры, учетно-регистрационные данные и принадлежность транспорта, сопоставляя их с существующими записями информационной базы АТС. Подсистема анализа обрабатывает накопленные данные, выявляет отклонения и нарушения согласно установленных норм. Подсистема авторизации проверяет соответствие параметров установленным правилам и ограничениям для конкретных АТС. При выявлении нарушений активируется подсистема оповещения, которая уведомляет операторов и фиксирует инциденты. Подсистема результатов формирует отчёты и аналитические данные, доступные через графический интерфейс. Все данные централизованно хранятся в базе данных, обеспечивая эффективность мониторинга и управление транспортными потоками. Концептуальная модель системы приведена на рис 1.

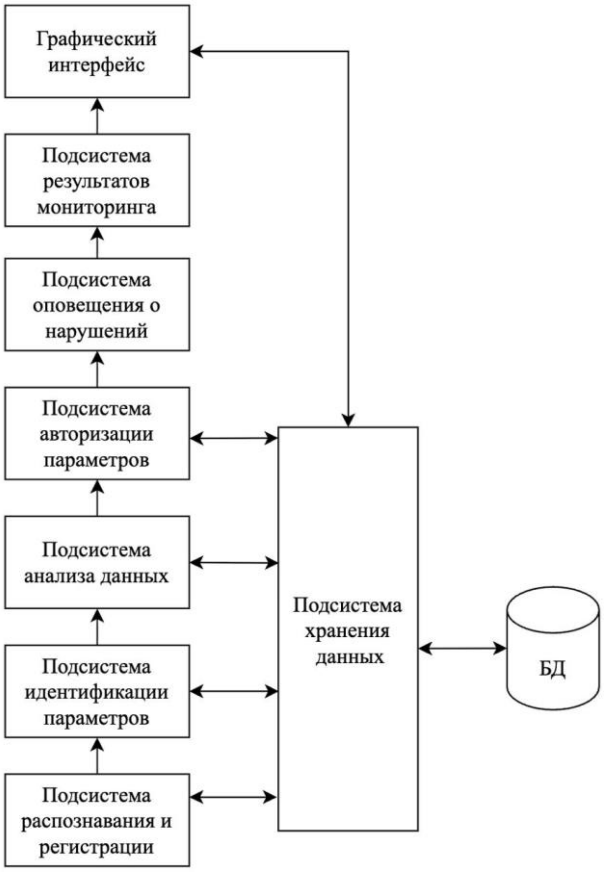


Рисунок 1 - Концептуальная модель мониторинга

Структурные элементы системы. Объект мониторинга (транспортное средство, водитель или оператор) имеет доступ к графическому интерфейсу, через который осуществляется получение актуальной информации и взаимодействие с системой. Доступ реализуется посредством постов мониторинга, контрольно-измерительных и

информационных средств, а также системы управления, обеспечивающей обработку и передачу данных. Все указанные элементы функционируют в едином информационном пространстве и интегрированы с базой данных, где осуществляется их хранение и актуализация.

В конечном итоге система формирует результаты мониторинга в виде отчётов и нормативной информации, доступных через единый графический интерфейс. Водители и заинтересованные пользователи получают необходимую документацию (уведомления, отчёты, предписания) и имеют возможность через единую информационную систему отслеживать актуальные данные, включая соблюдение установленных норм и историю передвижения транспортных средств.

В соответствии с методикой исследования, результатами моделирования процессов мониторинга и согласно концептуальной модели разработан алгоритм программной части модели на языке Arduino.

По результатам исследования нами была спроектирована модель мониторинга движения автотранспортных средств [5,6,9].

Модель имеет целью демонстрацию процессов мониторинга движения АТС путем регистрации интенсивности автотранспортных потоков, их скорости движения, замера весовых параметров без остановки движения в виде общей массы и распределения ее нагрузки по осям автомобиля, а также определения габаритных размеров. Следует отметить, что все эти измерительные процедуры осуществляются в автоматическом режиме без человеческого участия. Результаты мониторинга сохраняются в базе данных системы мониторинга. Имеющиеся и выявленные нарушения также будут определяться в автоматическом режиме на основе сравнения фактических данных с установленными нормативами в реальном режиме времени, операционные действия которых выполняет программное обеспечение системы. Согласно нормам законодательства в соответствии с показателями фактических превышений параметров мониторинга от нормативов устанавливаются соответствующие компенсации в виде штрафов за нанесение дорожной инфраструктуре ущерба.

Заключение. Разработана модель мониторинга движения автотранспортных средств с учетом современных тенденций обеспечения эффективности их эксплуатации и безопасности движения на основе имитационного моделирования. Обоснованный выбор процессов, процедур, измерительных методов и средств мониторинга, анализ моделирования процессов мониторинга позволили создать модель системы мониторинга, направленная на обеспечение эффективности в деятельности участников по контролю и оценке соблюдения технико-эксплуатационных требований и нормативов водителями в улично-дорожной сети, а также сохранению дорожной инфраструктуры.

Список литературы

1. Мещерякова Е.Н., Игонина В.А. Моделирование алгоритмов функционирования информационной системы мониторинга автомобильного транспорта // Современная техника и технологии. 2015. № 12 [Электронный ресурс]. URL: https://technology.snauka.ru/2015/12/8837 .

2. Константинов, Иващук О.Д., Михалева Е.С. Система мониторинга дорожно-транспортной ситуации на основе RFID-технологий. Научные ведомости. Серия История. Политология. Экономика. Информатика. 2015. №1(198). Выпуск 33/1. С. 125-130.

3. Мосева М. С. О методах сбора и анализа основных характеристик транспортного потока. //ИТ-comm: Телекоммуникации и транспорт. 2022. Том 16. №2. С. 29-38].

4. Носкова А. И., Токранова М. В. Обзор автоматизированных систем мониторинга. Интеллектуальные технологии на транспорте. 2017. №1. С. 42-47.

5. Охотников В., Маматалиев М., Торобеков. Б. Моделирование учебного стенда по весогабаритному контролю автотранспортных средств. Наука и инновационные технологии. 2020. №1 (14). С. 193-199.

6. Охотников В. И., Лучихин М. Н., Маматалиев М. А. Интеллектуальные транспортные системы в управлении движением транспортных средств. Известия КГТУ им. И. Раззакова. 2022. №4 (64). – С. 479-482.

7. Сафиуллин Р. Н., Афанасьев А. С., Резниченко В. В. Концепция развития систем мониторинга и управления интеллектуальных технологических комплексов. Записки горного института. 2019. Т. 237. С. 322-330. Электромеханика и машиностроение.

8. Сафиуллин Р. Н., Ефремова В. А., Пеплер А. Э. Метод построения автоматизированной системы контроля движения и технологического состояния грузовых транспортных средств. Технико-технологические проблемы сервиса. №3(65). 2023. С. 16-23.

9. Торобеков Б.Т., Маматалиев М.А., Итигулов Б.К. Модель автоматизированного весового контроля автотранспортных средств [Текст] Известия Кыргызского государственного технического университета им. И Раззакова. 2019. №3 (51). С. 36-41.

10. Халмухамедов А.С., Хакимов Ш.К., Саматов Р. Г. Перспективы использования автоматической системы весогабаритного контроля транспортных средств ИТС в Республике Узбекистан. «Экономика и социум» « 1 (92) -2. 2022. С 292- 306.

11. Черняев И.О., Евтюков С.А. Использование данных мониторинга эксплуатации транспортных средств для оценки дорожных условий движения транспортных потоков. Мир транспорта. 2021;19(4):34-39. https://doi.org/10.30932/1992-3252-2021-19-4-4

УДК 621.315.23:004.8

А. М. Майрамбеков, Э. А. Джалбиев
И. Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы
КГТУ им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика

A. M. Mairambekov, E. A. Dzhalbiev
I. Razzakov KSTU, Bishkek, Kyrgyz Republic
aian.mairambekov@gmail.com

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЧЕСКОГО МОДУЛЯ ПО ДИАГНОСТИКЕ И ВЫЯВЛЕНИЮ НЕИСПРАВНОСТЕЙ НА АВТОМАТИЧЕСКОЙ ЛИНИИ НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

ЖАСАЛМА ИНТЕЛЛЕКТ МЕНЕН АВТОМАТТЫК ЛИНИЯНЫН БУЗУКТАРЫН ТАБУУ ЖАНА АНЫКТОО ҮЧҮН АВТОМАТТЫК МОДУЛДУ ИШТЕП ЧЫГУУ

DEVELOPMENT OF AN AUTOMATIC MODULE FOR DIAGNOSTICS AND FAULT DETECTION IN AN AUTOMATED PRODUCTION LINE BASED ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Бул макалада жасалма интеллект ыкмаларын колдонуу менен автоматтык өндүрүш линиясынын бузулууларын диагностикалоо жана аныктоо үчүн автоматтык модулду иштеп чыгуу маселеси каралат. Жабдуулардын иштен чыгышынын негизги себептери жана салттуу диагностикалоо ыкмаларынын чектөөлөрү талданган. Сенсорлордон алынган маалыматтарды чогултуу, иштетүү жана машиналык окутуу алгоритмдерин колдонуу аркылуу талдаоого негизделген интеллектуалдык диагностикалык модулдун түзүмү

сунушталган. Иштелип чыккан модулду колдонуу автоматтык линиянын ишенимдүүлүгүн жогорулатууга, жабдуулардын токтоп калуу убактысын кыскартууга жана чечим кабыл алууда адам факторунун таасирин азайтууга мүмкүндүк берет.

Түйүндүү сөздөр: *автоматтык линия, бузулууларды диагностикалоо, жасалма интеллект, машиналык окутуу, сенсорлор, автоматташтыруу, техникалык абал.*

В данной статье рассматривается разработка автоматического модуля диагностики и выявления неисправностей на автоматической производственной линии с применением методов искусственного интеллекта. Проанализированы основные причины отказов оборудования и ограничения традиционных методов диагностики. Предложена структура интеллектуального диагностического модуля, основанного на сборе данных с датчиков, их обработке и анализе с использованием алгоритмов машинного обучения. Использование разработанного модуля позволяет повысить надежность работы автоматической линии, сократить время простоя оборудования и снизить влияние человеческого фактора при принятии решений.

Ключевые слова: *автоматическая линия, диагностика неисправностей, искусственный интеллект, машинное обучение, датчики, автоматизация, техническое состояние.*

This article addresses the development of an automatic module for diagnostics and fault detection in an automated production line using artificial intelligence methods. The main causes of equipment failures and the limitations of traditional diagnostic approaches are analyzed. A structure of an intelligent diagnostic module based on data acquisition from sensors, data processing, and analysis using machine learning algorithms is proposed. The implementation of the developed module makes it possible to improve the reliability of the automated production line, reduce equipment downtime, and minimize the influence of the human factor in decision-making.

Key words: *automated production line, fault diagnostics, artificial intelligence, machine learning, sensors, automation, technical condition.*

Введение. Современные автоматические производственные линии широко применяются в промышленности для повышения производительности, стабильности технологических процессов и качества выпускаемой продукции. Автоматизация позволяет значительно сократить влияние человеческого фактора, повысить точность операций и обеспечить непрерывность производственного цикла. Однако с увеличением сложности оборудования, внедрением многоуровневых систем управления и использованием большого количества датчиков и исполнительных механизмов возрастает и вероятность возникновения различных неисправностей.

Традиционные методы диагностики, основанные на регламентных проверках, планово-предупредительном ремонте и визуальном контроле, не всегда обеспечивают достаточную эффективность и оперативность выявления неисправностей. Такие методы во многом зависят от квалификации обслуживающего персонала и не позволяют в полной мере учитывать динамические изменения состояния оборудования в реальном времени.

В связи с этим особую актуальность приобретает внедрение интеллектуальных систем диагностики, основанных на современных методах анализа данных и технологиях искусственного интеллекта. Подобные системы способны автоматически обрабатывать информацию, поступающую от датчиков, выявлять отклонения от нормальных режимов работы и прогнозировать возможные отказы оборудования ещё до их фактического возникновения.

Разработка и внедрение автоматического модуля диагностики и выявления неисправностей на основе искусственного интеллекта позволит повысить надёжность и эффективность работы производственных линий, сократить время простоев, оптимизировать

процессы технического обслуживания и ремонта, а также снизить экономические потери предприятий.

Обоснование необходимости интеллектуальной диагностики. На автоматических производственных линиях контроль качества выпускаемой продукции, несмотря на высокий уровень механизации и автоматизации, во многих случаях продолжает осуществляться с использованием традиционных методов. Как правило, такие методы основаны на выборочном контроле, визуальной оценке оператором или использовании простых пороговых алгоритмов, не учитывающих совокупность технологических параметров.

Подобный подход характеризуется рядом существенных ограничений. В первую очередь, результаты контроля качества напрямую зависят от человеческого фактора: усталости персонала, субъективности оценки и различий в уровне квалификации. Это приводит к нестабильности результатов контроля и повышенной вероятности пропуска продукции со скрытыми дефектами.

Кроме того, классические методы контроля не обеспечивают непрерывного и комплексного анализа параметров продукции в процессе её изготовления. Отсутствие интеллектуальной обработки данных приводит к тому, что выявление несоответствий происходит постфактум, уже после выпуска партии продукции, что влечёт за собой дополнительные затраты на доработку, утилизацию или возврат изделий.

Ещё одним существенным недостатком является невозможность адаптации традиционных систем контроля к изменяющимся условиям производства и вариациям технологического процесса. Жёстко заданные пороговые значения не позволяют эффективно выявлять отклонения, находящиеся в пределах допуска, но приводящие к ухудшению эксплуатационных характеристик продукции.

В связи с вышеизложенным применение интеллектуальных систем контроля качества с использованием модуля искусственного интеллекта является обоснованной необходимостью. Внедрение таких систем позволяет обеспечить автоматическое выявление несоответствующей продукции в режиме реального времени, повысить стабильность качества выпускаемых изделий и существенно снизить влияние человеческого фактора на результаты контроля.

Анализ существующих подходов к диагностике.

В настоящее время применяются следующие методы диагностики автоматических линий:

Ручная диагностика – основана на визуальном осмотре и измерениях.

Автоматизированная диагностика – использует пороговые значения параметров.

Интеллектуальная диагностика – основана на алгоритмах машинного обучения и анализе больших массивов данных.

Наиболее перспективным является третий подход, так как он позволяет выявлять неисправности на ранних стадиях и адаптироваться к изменяющимся условиям эксплуатации.

Структура автоматического диагностического модуля.

Разрабатываемый модуль диагностики включает следующие основные компоненты:

– модуль сбора и предварительной обработки данных;
– интеллектуальный блок анализа на основе алгоритмов ИИ;
– база данных нормальных и аварийных режимов;
– интерфейс оператора для отображения результатов диагностики.

Рисунок 1 - Структурная схема Автоматического диагностического модуля

Принцип работы модуля.

Принцип работы разработанного модуля основан на автоматическом контроле качества продукции непосредственно в процессе её перемещения по производственной линии. В процессе работы изделие поступает в зону контроля, где система машинного зрения выполняет съёмку объекта и передаёт полученные изображения в вычислительный модуль. На этапе предварительной обработки выполняется фильтрация изображений, коррекция освещения и выделение области контроля.

Подготовленные данные передаются в интеллектуальный модуль анализа, реализованный на основе алгоритмов искусственного интеллекта. Данный модуль осуществляет анализ изображения и классификацию продукции путём сравнения с эталонными образцами, хранящимися в базе данных. По результатам анализа система автоматически принимает решение о соответствии изделия установленным требованиям. В случае соответствия изделие продолжает движение по производственной линии. При выявлении несоответствий система формирует управляющий сигнал на исполнительный механизм, обеспечивающий автоматическую отбраковку дефектной продукции. Результаты контроля фиксируются в базе данных и отображаются в интерфейсе оператора, что позволяет осуществлять мониторинг качества продукции и анализ статистики выявленных дефектов.

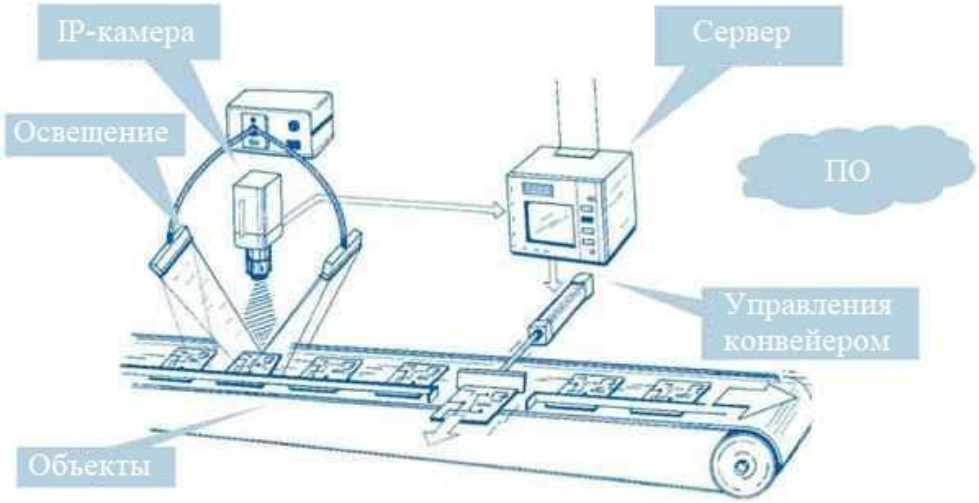


Рисунок 2 - Принцип работы модуля

Преимущества использования искусственного интеллекта.

Использование интеллектуального диагностического модуля обеспечивает:

– раннее выявление неисправностей;
– снижение времени простоя оборудования;
– повышение надёжности автоматической линии;
– уменьшение затрат на техническое обслуживание;
– минимизацию человеческого фактора.

Заключение. Разработка автоматического модуля диагностики и выявления неисправностей на основе искусственного интеллекта является эффективным решением для повышения надёжности и производительности автоматических линий. Применение методов машинного обучения позволяет перейти к предиктивному обслуживанию оборудования и существенно сократить эксплуатационные затраты.

В дальнейшем развитие системы возможно за счёт расширения набора диагностируемых параметров, внедрения нейронных сетей и организации дистанционного мониторинга состояния оборудования.

Список литературы

1. Оспанов Е. Автоматизация контроля качества на производстве с использованием методов машинного обучения и компьютерного зрения // Вестник ВКТУ. – 2023. – №4.
2. Никитин Г. А., Алексашина О. В., Гринюк О. Н. Контроль качества продукции в машиностроительном производстве с использованием современных цифровых технологий // Журнал технических исследований. – 2022.
3. Гродзенский С. Я. Статистические методы контроля и управления качеством: учебное пособие. – М.: МИРЭА, 2006. – 84 с.
4. Субетто А. И. Методы оценки качества проектов и работ.– Л.: ЛДНТП, 1982.–128 с.
5. Контроль качества продукции с использованием компьютерного зрения и искусственного интеллекта [Электронный ресурс]. – URL: https://profi-soft.kz/articles/kontrol-kachestva-produktsii-s-ispolzovaniem-kompyuternogo-zreniya-i-ii/
6. Дурдымырадов М., Чарлыев С., Гадамова Д. Системы автоматизированного контроля качества на производстве [Электронный ресурс]. – URL: https://www.производство.рф/article/18814

УДК 004.9:656:519.89

Б.С. Ибрагимова, И.Г. Тен, Б.Т. Торобеков
И. Раззаков атындагы Кыргыз мамлекеттик техникалык университети, Бишкек ш., Кыргыз Республикасы
[1]Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова, г. Бишкек, Кыргызская Республика

B.S. Ibragimova, I.G. Ten, B.T. Torobekov
Kyrgyz State Technical University named after I. Razzakov, Bishkek, Kyrgyz Republic

РАЗРАБОТКА ВЕБ-ОРИЕНТИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ГОРОДСКИХ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

ШААРДЫК ЛОГИСТИКАЛЫК ПРОЦЕССТЕРДИ УЮШТУРУУНУН ВЕБ-БАГЫТТАЛГАН МААЛЫМАТТЫК СИСТЕМАСЫН ИШТЕП ЧЫГУУ

DEVELOPMENT OF A WEB-BASED INFORMATION SYSTEM FOR THE ORGANIZATION OF URBAN LOGISTICS PROCESSES

Макалада чакан жана орто логистикалык компаниялар үчүн шаар ичиндеги курьердик жеткирүүнү ыкчам башкарууну автоматташтыруунун жана оптималдаштыруунун актуалдуу көйгөйү каралат. Изилдөөнүн максаты формалдаштырылган алгоритмдик ыкмалардын негизинде администратордун, диспетчердин жана айдоочунун жумуш орундарын толук автоматташтырууну камсыз кылуучу "LogiFlow" веб-системасын иштеп чыгуу болуп саналат. Изилдөөнүн предмети болуп негизги логистикалык операцияларды автоматташтыруунун ыкмалары жана алгоритмдери саналат. Изилдөөнүн методдору: системалык талдоо, BPMN нотациясында бизнес-процесстерди моделдөө, транспорт каражаттарын маршруттоо маселесин (VRP) математикалык моделдөө, Python программасында объектке багытталган программалоо. Натыйжалар: физикалык сыйымдуулук, географиялык жакындык жана убакыт чектөөсү боюнча үч критерийден турган ырааттуу транспорт каражатын тандоонун жана маршрутту динамикалык оптималдаштыруунун алгоритмдери иштелип чыккан. Система

модулдук архитектурасы (Blueprints), PostgreSQL сактагычы жана Google Maps Platform интеграциясы менен монолиттик Flask тиркемеси түрүндө ишке ашырылган. Администратордун, диспетчердин жана айдоочунун ролдору, маршруттардын интерактивдүү картасы, буйрутмаларга көз салуунун жалпыга ачык баракчасы жана Excel жана PDF форматтарына экспорттоо менен отчеттуулук модулу ишке ашырылган. Практикалык мааниси: иштелип чыккан система өлкөнүн жүк ташуу рыногунун реалдуу шарттарына багытталган, аны ишке ашыруу автопарктын сарамжалсыз жүрүүсүн олуттуу азайтууга, өтүнмөлөрдү бөлүштүрүүдө адам факторунун таасирин азайтууга жана кардарлар үчүн тейлөөнүн ачыктыгын жогорулатууга мүмкүндүк берет.

Түйүндүү сөздөр: *транспорттук логистика, маршруттарды оптималдаштыруу, Cheapest Insertion, Vehicle Routing Problem, транспорт каражатын тандоо, веб-система, Flask, Google Maps API, процесстерди автоматташтыруу, жеткирүү.*

В статье рассматривается актуальная проблема автоматизации и оптимизации оперативного управления внутригородской курьерской доставкой для малых и средних логистических компаний. Целью исследования является разработка веб-системы «LogiFlow», обеспечивающей сквозную автоматизацию рабочих мест администратора, диспетчера и водителя на основе формализованных алгоритмических методов. Предметом исследования выступают методы и алгоритмы автоматизации ключевых логистических операций. Методы исследования: системный анализ, моделирование бизнес-процессов в нотации BPMN, сравнительный анализ программных аналогов, математическое моделирование задачи маршрутизации транспортных средств (VRP), объектно-ориентированное программирование на Python. Результаты: разработаны алгоритмы трёхкритериального подбора транспортного средства на основе последовательной фильтрации по физической вместимости, географической близости и временному ограничению и динамической оптимизации маршрута методом наименьшего прироста расстояния (Cheapest Insertion). Система реализована в виде монолитного Flask-приложения с модульной архитектурой (Blueprints), PostgreSQL-хранилищем и интеграцией Google Maps Platform. Реализованы роли администратора, диспетчера и водителя, интерактивная карта маршрутов, публичная страница отслеживания заказов и модуль отчётности с экспортом в Excel и PDF. Практическая значимость: разработанная система ориентирована на реальные условия рынка грузовых перевозок страны, реализация которой позволит существенно снизить нерациональный пробег автопарка, уменьшить влияние человеческого фактора при распределении заявок и повысить прозрачность сервиса для клиентов.

Ключевые слова: *транспортная логистика, оптимизация маршрутов, Cheapest Insertion, Vehicle Routing Problem, подбор транспортного средства, веб-система, Flask, Google Maps API, автоматизация процессов, доставка.*

This article examines the pressing issue of automating and optimizing operational management of intra-city courier delivery for small and medium-sized logistics companies in the Kyrgyz Republic. The aim of the study is to develop a universal web system «LogiFlow» that provides end-to-end automation of administrator, dispatcher, and driver workplaces. The subject of the study is the methods and algorithms for automating key logistics operations. Research methods: systems analysis, BPMN business process modeling, mathematical modeling of the Vehicle Routing Problem (VRP), and object-oriented programming in Python. Results: algorithms were developed for three-criteria vehicle selection based on sequential filtering by physical capacity, geographic proximity, and time constraints, as well as for dynamic route optimization using the Cheapest Insertion method. The system is implemented as a monolithic Flask application with modular

architecture (Blueprints), PostgreSQL storage and Google Maps Platform integration. The roles of administrator, dispatcher and driver, an interactive route map, a public order tracking page and a reporting module with export to Excel and PDF are implemented. Practical significance: The developed system is tailored to the actual conditions of the country's freight transportation market; its implementation will significantly reduce inefficient mileage in the fleet, minimize the impact of human error in the allocation of requests, and increase the transparency of the service for customers.

Key words: *transport logistics, route optimization, Cheapest Insertion, Vehicle Routing Problem, vehicle selection, web system, Flask, Google Maps API, process automation, delivery.*

Введение. Динамичное развитие рынка транспортной логистики и современные тенденции их цифровизации обусловливают необходимость трансформации логистических систем в сторону повышения их гибкости и оперативности на основе современных информационных технологий. При этом большинство участников рынка грузовых перевозок — малые и средние предприятия — по-прежнему управляют операционными процессами преимущественно вручную: заявки принимаются через мессенджеры, транспортные средства (ТС) распределяются интуитивно, маршруты составляются без алгоритмической поддержки [1]. Следствием этого являются потери данных о грузах, неоптимальное использование транспортных средств, увеличение пробега и времени доставки.

В связи с этим актуальной является задача разработки веб-системы, обеспечивающей автоматизацию обработки заявок, алгоритмический подбор транспортных средств и динамическую оптимизацию маршрутов при поступлении новых заказов. Решение данной задачи позволит повысить эффективность использования автопарка, сокращение времени обработки заявок и улучшение качества обслуживания клиентов.

Таким образом, постановка задачи заключается в разработке веб-ориентированной информационной системы для автоматизации процессов городской логистики, включающей алгоритмы подбора транспортных средств и динамической маршрутизации заявок.

Задача маршрутизации транспортных средств (Vehicle Routing Problem, VRP), впервые формализованная Дантцигом и Рамсером в 1959 году [2], представляет собой обобщение классической задачи коммивояжёра на случай нескольких транспортных средств с ограничениями по вместимости. В условиях реального операционного дня, когда заявки поступают динамически, применяется вариант динамической VRP (DVRP), требующий онлайн-алгоритмов вставки новых точек в существующий маршрут [3, 4].

Обзор литературы. Проблема оптимизации маршрутов транспортных средств привлекает внимание исследователей на протяжении нескольких десятилетий. В работе Дантцига и Рамсера [2] была впервые поставлена задача оптимального распределения транспортных средств по маршрутам обслуживания клиентов. Лапорт [3] систематизировал точные и приближённые методы решения VRP, показав, что задача является NP-трудной и на практике решается эвристическими методами.

Среди эвристик наибольшее распространение получили методы вставки: при динамическом добавлении нового клиента в существующий маршрут определяется позиция с минимальным приростом суммарного расстояния. Метод Cheapest Insertion (наименьшего прироста расстояния) теоретически обоснован в работах Горлача [4] и Быстрова [7], которые показали, что для задач малой и средней размерности (до 20–30 точек) данный метод даёт решения, близкие к оптимуму, при вычислительной сложности $O(n^2)$. Сравнительный анализ эвристик VRP в контексте городских логистических задач также рассматривается в работах Жана-Ива Поттвина [8] и других авторов.

Применению цифровых технологий в организации грузовых перевозок посвящены работы Клычевой и Прокофьевой [9], Смирновой и Эртмана [10], а также Максимова и

Покровской [11]. Авторы показывают, что внедрение алгоритмической оптимизации и информационных систем управления транспортом позволяет сократить пробег автопарка на 10–25% и снизить операционные затраты. Вместе с тем существующие исследования ориентированы преимущественно на крупные предприятия со зрелой ИТ-инфраструктурой и не рассматривают специфику малого бизнеса развивающихся рынков.

Вопросы проектирования веб-систем управления логистикой рассматриваются в работах, посвящённых архитектурным паттернам (MVC, Blueprint-модульность Flask) и интеграции с геосервисами [12]. Молокович [13] и Костров [14] в учебных изданиях по транспортной логистике систематизируют требования к информационным системам управления перевозками, что служит теоретической основой при формировании функциональных требований к разрабатываемой системе.

Таким образом, в литературе хорошо проработаны как теоретические основы VRP, так и практические вопросы цифровизации логистики. Однако отсутствуют работы, описывающие комплексные программные решения для малых и средних курьерских компаний страны, сочетающие управление заявками, алгоритмическую оптимизацию и адаптивный веб-интерфейс. Настоящая работа направлена на восполнение данного пробела.

Теоретическая основа исследования. В ходе обследования деятельности логистических компаний г. Бишкека проведено моделирование существующих бизнес-процессов в нотации BPMN (модель AS-IS), которое изображено на рис. 1.

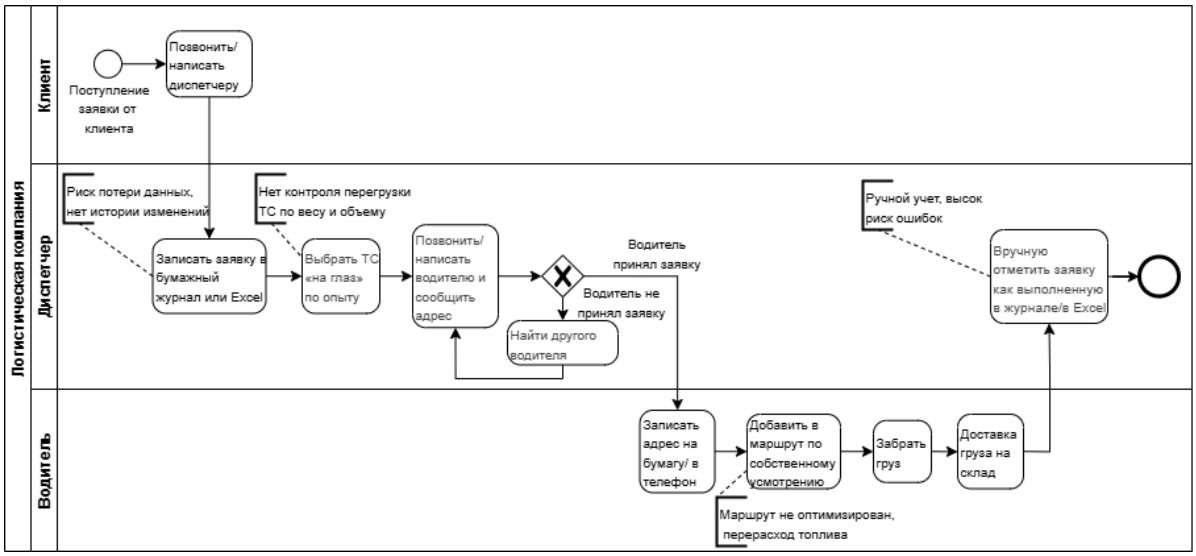


Рисунок 1 - Модель AS-IS в нотации BPMN

Анализ модели выявил три системные проблемы, характерные для отрасли в целом.

Проблема 1 — отсутствие обоснованного распределения заявок. Водители самостоятельно договариваются о том, кто берёт тот или иной заказ, исходя из субъективной оценки своей загрузки.

Проблема 2 — субъективный подбор транспортного средства. Диспетчер выбирает машину без одновременной проверки физических параметров груза. Масса и объём не контролируются совместно, что порождает ситуации, когда лёгкий, но крупногабаритный груз не помещается в кузов.

Проблема 3 — нерациональная маршрутизация. При поступлении новых заявок в течение дня адреса добавляются в конец маршрута или после другого адреса, который диспетчер считает удобным, без анализа оптимальной позиции вставки, что ведёт к избыточному пробегу.

Формальная постановка задачи. Пусть задано множество заказов $Z = \{z_1, z_2, \ldots, z_n\}$ и множество транспортных средств $T = \{t_1, t_2, \ldots, t_m\}$. Каждый заказ z_i характеризуется координатами адреса, массой w_i и объёмом v_i груза, желаемым временем доставки τ_i. Каждое ТС t_j располагает грузоподъёмностью W_j, объёмом кузова V_j, начальным местоположением и ограничением по рабочему времени. Требуется минимизировать целевую функцию:

$$F = \alpha \cdot D + \beta \cdot C + \gamma \cdot T, \quad (1)$$

где D — суммарное расстояние маршрутов; C — транспортные затраты; T — суммарное время доставки; α, β, γ — весовые коэффициенты приоритетов компании; при ограничениях: $\sum w_i \leq W_j$, $\sum v_i \leq V_j$, $ETA(z_i) \leq \tau_i$ для каждой заявки z_i, назначенной на автомобиль t_j.

Методы и материалы.

Общая методология исследования. В соответствии с целевыми задачами исследование включает следующие методы и материалы: (1) анализ предметной области и сбор эмпирических данных; (2) моделирование существующих и целевых бизнес-процессов; (3) проектирование системы и реляционной схемы базы данных; (4) программная реализация и интеграция алгоритмов оптимизации; (5) функциональное тестирование системы.

Сбор данных и анализ предметной области. Эмпирической базой исследования послужили данные, собранные в ходе обследования деятельности курьерских и логистических компаний г. Бишкека. Для сбора первичных данных применялись два взаимодополняющих метода: неструктурированное интервью с представителями отрасли и наблюдение за операционным процессом.

Интервью проводились с диспетчерами и руководителями грузоперевозочных компаний, занимающихся внутригородской доставкой грузов. В ходе бесед фиксировались: источники поступления заявок (телефон, мессенджеры), способ выбора транспортного средства для конкретного заказа, порядок составления маршрута водителя, используемые инструменты учёта (таблицы, записные книжки, чат-группы, заказные системы). Опрошенные респонденты подтвердили, что выбор ТС и составление маршрута осуществляются преимущественно на основе личного опыта диспетчера, без алгоритмической поддержки.

Наблюдение за рабочей сменой диспетчера позволило зафиксировать последовательность и хронометраж ключевых операций: приём заявки и её регистрация, выбор свободного водителя, передача адреса в мессенджер, повторный контроль статуса выполнения. Было установлено, что на ручную координацию одной заявки в среднем расходуется 8–12 минут рабочего времени диспетчера, включая повторные звонки. При суточном объёме 15–25 заявок это составляет от 2 до 5 часов непродуктивной голосовой коммуникации.

Результаты полевого этапа позволили формализовать три системные проблемы (описаны в разделе «Теоретическая основа») и определить функциональные требования к разрабатываемой системе.

Моделирование бизнес-процессов. На основе собранных данных выполнено моделирование ключевых бизнес-процессов. Исследование текущего состояния (AS-IS) реализовано в нотации BPMN 2.0 (рис. 1). Целевое состояние системы (TO-BE) и логика автоматизации спроектированы с помощью комплекса UML-диаграмм. Границы системы для трех ролей определены на диаграмме прецедентов (Use Case). Замена ручного труда автоматическими алгоритмами детально описана на диаграмме деятельности (Activity), а клиент-серверное взаимодействие — на диаграмме последовательности (Sequence). Сопоставление моделей BPMN и UML наглядно фиксирует переход от субъективного управления к формализованным алгоритмам.

Проектирование базы данных. Реляционная схема базы данных спроектирована методом нормализации до третьей нормальной формы (3НФ). Схема включает шесть основных сущностей: companies (компании-клиенты), users (пользователи трёх ролей), vehicles (транспортные средства с характеристиками грузоподъёмности и объёма), cargo_types (справочник типов грузов), orders (заявки с координатами, параметрами груза и текущим статусом), status_logs (неизменяемый журнал смены статусов с временными метками).

Версионирование схемы обеспечивается системой миграций Flask-Migrate (Alembic), что позволяет воспроизводить структуру базы данных на любом окружении командой flask db upgrade. Управление данными в ходе разработки осуществлялось через pgAdmin 4.

Программная реализация системы и интеграция алгоритмов оптимизации. Разработка выполнена на MacBook с macOS 15 в среде PyCharm Community Edition. Технологический стек определялся исходя из требований открытого исходного кода, активного сообщества поддержки и возможности развёртывания без платных лицензий. Состав стека представлен в табл. 1.

Таблица 1. - Технологический стек системы LogiFlow

Уровень	Технология / инструмент	Назначение
Серверная часть	Python 3.12 + Flask + SQLAlchemy	Бизнес-логика, алгоритмы, ORM
База данных	PostgreSQL 16	Хранение заявок, маршрутов, журнала
Клиентская часть	HTML5 + Jinja2 + Bootstrap5	Адаптивный интерфейс (ПК и смартфон)
Геосервисы	Google Maps Platform	Геокодирование, Distance Matrix, карта
Безопасность	bcrypt + Flask-Login + CSRF	Аутентификация и защита сессий
Отчётность	openpyxl + ReportLab	Экспорт отчётов в Excel и PDF
Инструменты	Git + GitHub, Draw.io, pgAdmin 4	Контроль версий, моделирование, БД
Контроль версий	Git + GitHub	Управление версиями кода

Взаимодействие с Google Maps Platform реализовано через REST API: библиотека requests (Python) используется на серверной стороне для вызовов Geocoding API и Distance Matrix API; Google Maps JavaScript API подключается на клиентской стороне для отображения интерактивной карты. Все вызовы к внешним API реализованы с обработкой исключений: отказ сервиса не блокирует сохранение заявки, а фиксируется как flash-предупреждение диспетчеру

Алгоритм подбора транспортного средства. После создания заявки система анализирует все активные ТС компании, последовательно применяя три критерия.

Критерий 1 — физическая вместимость. Система одновременно проверяет свободную грузоподъёмность $\Delta W_j = W_j - \sum w_k \geq w_i$ и свободный объём $\Delta V_j = V_j - \sum v_k \geq v_i$ (суммирование по всем активным заявкам машины t_j). Объём груза рассчитывается автоматически:

$$v_i = l_i \cdot b_i \cdot h_i / 1\,000\,000, \quad (2)$$

где l_i, b_i, h_i — длина, ширина и высота груза в сантиметрах. ТС, не прошедшие критерий, отображаются диспетчеру с конкретной причиной отказа.

Критерий 2 — географическая близость. Для ТС, прошедших критерий 1, через Google Maps Distance Matrix API запрашивается расстояние d_j (км) и время τ_j (мин) от текущего местонахождения машины до адреса клиента. Текущая позиция ТС определяется по координатам последней выполненной точки маршрута; при отсутствии таковой — используются координаты базы компании.

Критерий 3 — временно́е ограничение. Ожидаемое время прибытия рассчитывается как:

$$ETA_j = tnow + \delta stop + 1{,}2 \cdot \tau_j, \quad (3)$$

где tnow — текущее время; $\delta stop = 20$ мин — буфер на обслуживание текущей остановки; коэффициент 1,20 учитывает риск дорожных задержек. ТС, у которых ETA_j превышает желаемое время клиента, помечаются как «Не успевает» с указанием опоздания в минутах, однако не скрываются — финальное решение остаётся за диспетчером. По итогам фильтрации подходящие ТС ранжируются по возрастанию d_j; ближайшее помечается как «Рекомендуется». На основе вышеприведенных операций составляется диаграмма последовательности процесса создания заявки и подбора ТС (рис. 2).

Алгоритм оптимизации маршрута (Cheapest Insertion). При добавлении новой точки доставки k к существующему маршруту водителя $P = (p_0, p_1, \ldots, p_n)$ система определяет оптимальную позицию вставки методом наименьшего прироста расстояния [3, 4]. Для каждой позиции i между соседними точками p_i и p_{i+1} вычисляется прирост пробега:

$$\Delta(i, k, i+1) = d(p_i, k) + d(k, p_{i+1}) - d(p_i, p_{i+1}), \quad (4)$$

где $d(\cdot,\cdot)$ — расстояние по реальным дорогам, запрашиваемое через Google Maps Distance Matrix API. Оптимальная позиция:

$$p^* = \arg\min \Delta(i, k, i+1), \quad i \in \{0, \ldots, n-1\}. \quad (5)$$

Вычислительная сложность алгоритма составляет $O(n^2)$. При недоступности API алгоритм переключается в режим fallback: новая точка добавляется в конец маршрута без вызова внешних сервисов; диспетчер получает предупреждение. Процесс оптимизации маршрута наглядно представлен на диаграмме деятельности (рис. 3).

При этом диаграмма деятельности детализирует логику и алгоритмы выполнения конкретных операций в рамках общей системы организации транспортно-логистических процедур. Существенная характеристика диаграммы последовательности заключается в том, что она отражает пошаговый информационный обмен между компонентами системы в процессе реализации ключевых прецедентов.

Диаграмме прецедентов (Use Case) системы включает три роли: администратор (настройка ТС, типов грузов, учётных записей), диспетчер (создание заявок, подбор ТС и водителя, управление маршрутом, просмотр карты, формирование отчётов) и водитель (просмотр назначенных заявок на смартфоне, последовательное обновление статусов). Диаграмма вариантов использования системы приведена на рис. 4.

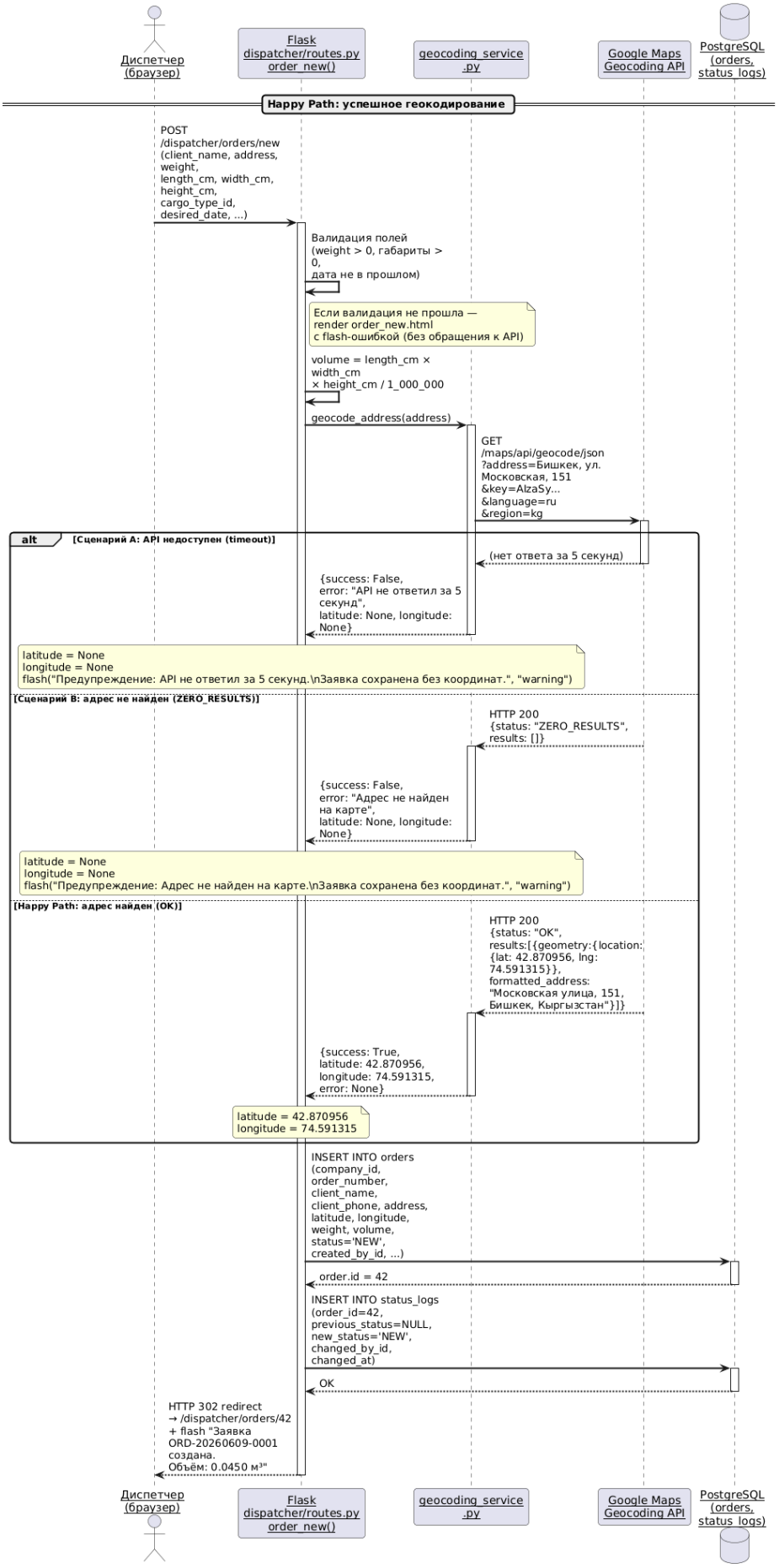


Рисунок 2 - Диаграмма последовательности: создание заявки и подбор ТС

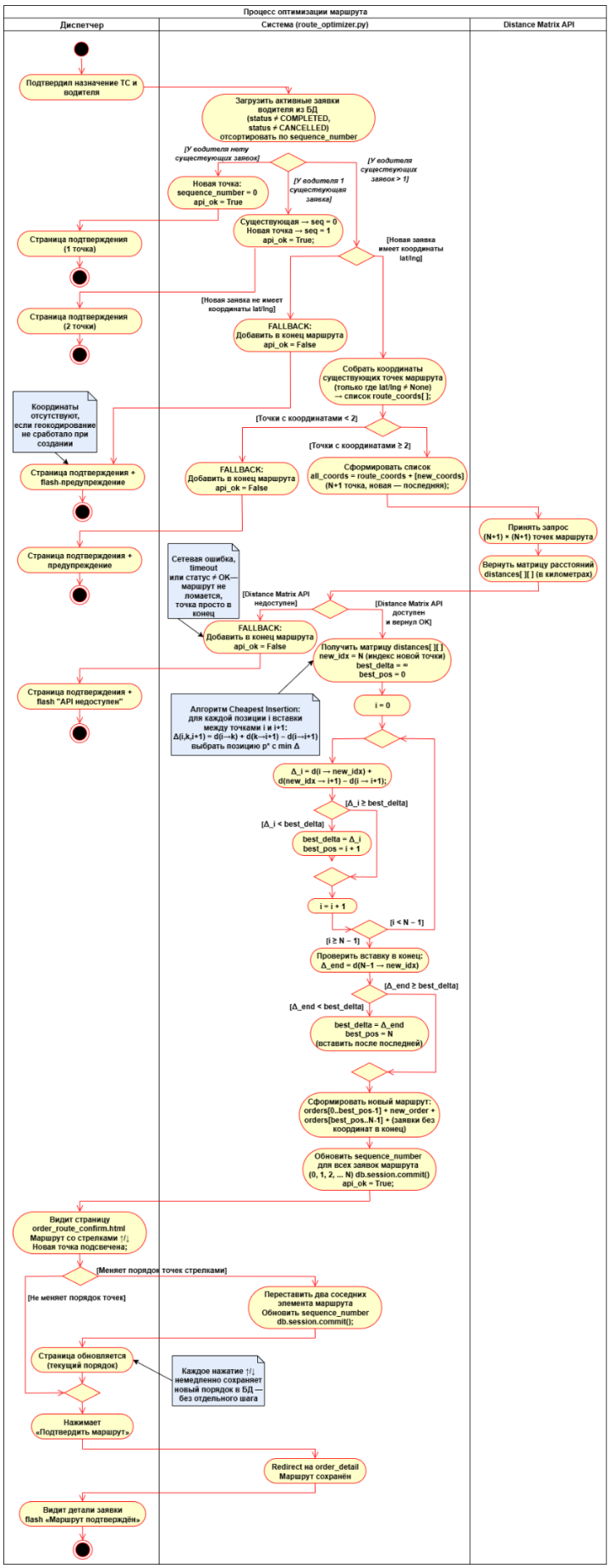


Рисунок 3 - Диаграмма деятельности процесса оптимизации маршрута

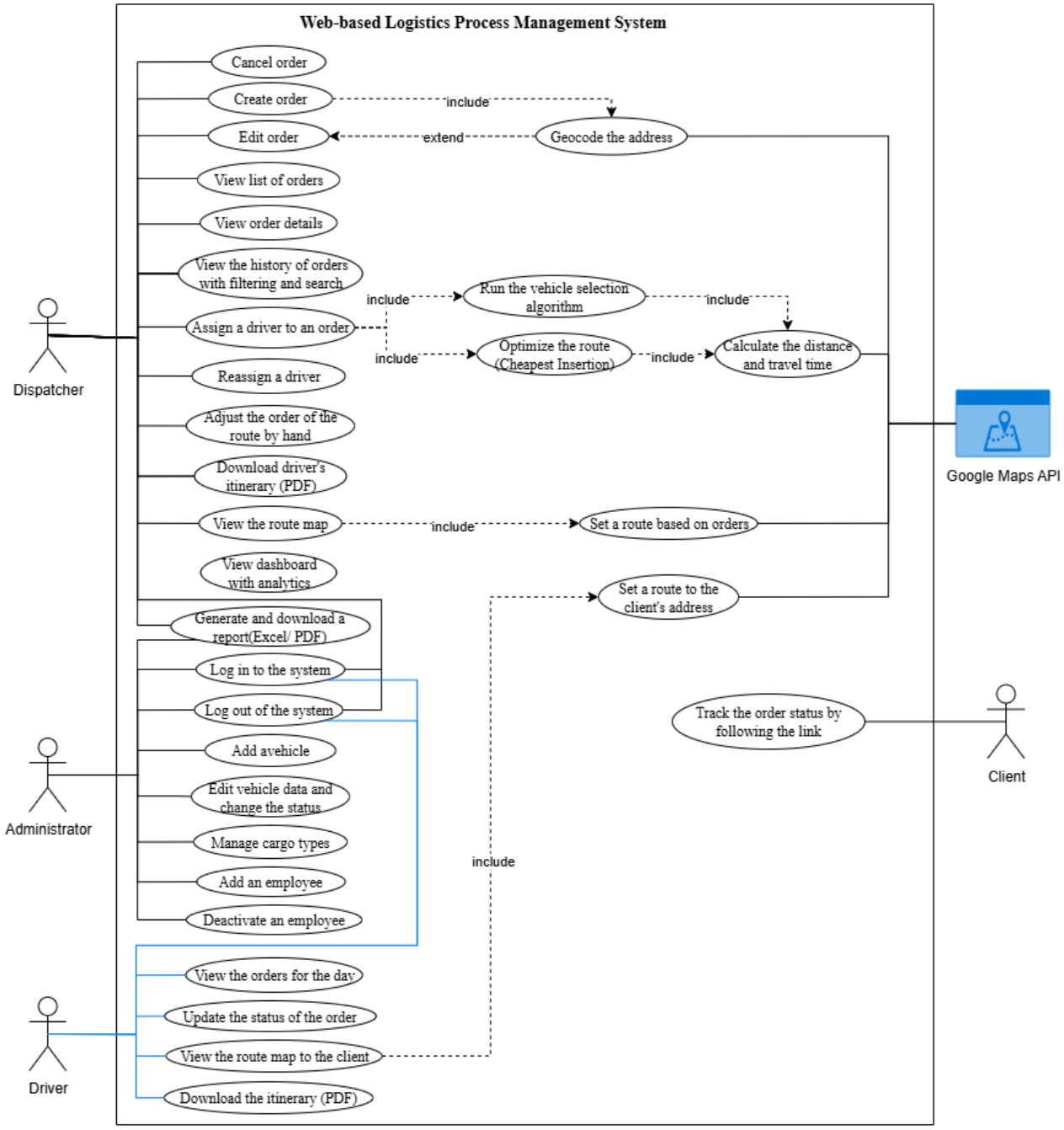


Рисунок 4 - Концептуальная модель (Use Case Diagram) системы LogiFlow

Тестирование системы. Проведено многоуровневое тестирование системы LogiFlow, что подтвердило её полное соответствие функциональным и нефункциональным требованиям. По итогам модульного тестирования все 61 тест-кейс завершились со статусом PASSED при покрытии кода от 86% до 97%. Интеграционное тестирование подтвердило корректность ролевого разграничения доступа, валидации входных данных и соблюдения жизненного цикла заявки: все 44 теста пройдены без критических дефектов. Ручное функциональное тестирование (13 тест-кейсов) и тестирование безопасности (5 сценариев по методологии OWASP Top 10) не выявили нарушений бизнес-логики или уязвимостей. Тестирование производительности показало, что все ключевые операции системы выполняются в пределах установленных временны́х лимитов: среднее время отклика не превышает 1,03 с при допустимом значении до 5 с. Нагрузочное тестирование при 50 одновременных пользователях зафиксировало 0% отказов, среднее время ответа 49,99 мс и

95-й перцентиль 250 мс, что подтверждает производственную готовность системы к эксплуатации в условиях реальной нагрузки грузоперевозочных компаний.

Результаты и обсуждение. Разработанная система LogiFlow реализует комплексную автоматизацию транспортно-логистических процессов малых и средних курьерских компаний. Ниже последовательно представлены ключевые достижения работы в разрезе трёх сформулированных проблем, а также общефункциональные результаты.

Решение проблемы субъективного подбора транспортного средства. Реализованный трёхкритериальный алгоритм устраняет субъективность при распределении заявок. Алгоритм исключает ситуации несовместимости груза и кузова за счёт одновременной проверки грузоподъёмности и объёма (критерий 1). Интеграция с Google Maps Distance Matrix API (критерий 2) позволяет учитывать реальное расстояние по дорогам. Критерий 3 формализует временно́е ограничение клиента и визуально сигнализирует диспетчеру о риске опоздания с точностью до минуты.

На странице назначения (рис. 5) диспетчер видит ранжированный список подходящих ТС с указанием расстояния (км), времени в пути (мин) и ожидаемого времени прибытия (ETA). Неподходящие машины отображаются отдельным блоком с конкретной причиной отказа по каждому критерию. Это позволяет диспетчеру существенно ускорить принятие решения.

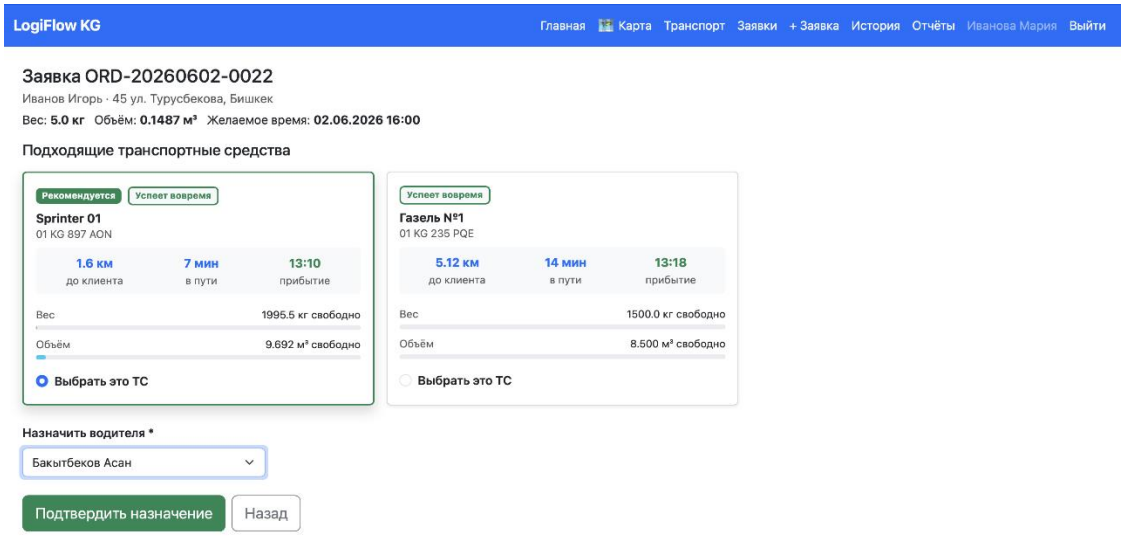


Рисунок 5 - Результат работы алгоритма подбора ТС: ранжированный список с рекомендацией

Решение проблемы нерациональной маршрутизации. Алгоритм Cheapest Insertion обеспечивает динамическую оптимизацию маршрута при онлайн-добавлении новых точек. Для наглядной демонстрации рассмотрим конкретный пример с четырьмя адресами г. Бишкека.

Пусть водитель выполняет маршрут из трёх точек в следующем порядке: A — ул. Московская, 151; B — пр. Манаса, 45; C — ул. Токтогула, 89. Поступает новая заявка D — ул. Киевская, 77. Таблица 2 демонстрирует пример выбора оптимальной позиции вставки новой точки.

Таблица 2. - Пример расчёта позиции вставки алгоритмом Cheapest Insertion

Позиция вставки	Прирост Δ, км	Итоговый пробег, км
A → D → B → C (вставка между A и B)	1,4	14,8
A → B → D → C (вставка между B и	0,7	14,1

Позиция вставки	Прирост Δ, км	Итоговый пробег, км
C)		
A → B → C → D (добавление в конец)	2,3	15,7

Алгоритм выбирает позицию с минимальным приростом (Δ = 0,7 км): A → B → D → C. По сравнению с наивным добавлением в конец экономия составляет 1,6 км (≈ 10% пробега) на одной вставке. В масштабе рабочего дня при 10–15 добавлениях такая экономия по каждой вставке суммируется в существенное сокращение нерационального пробега.

Предложенный маршрут отображается диспетчеру на странице подтверждения (рис. 6), где порядок точек можно скорректировать вручную кнопками «вверх» / «вниз». После подтверждения маршрут немедленно появляется у водителя в мобильном интерфейсе.

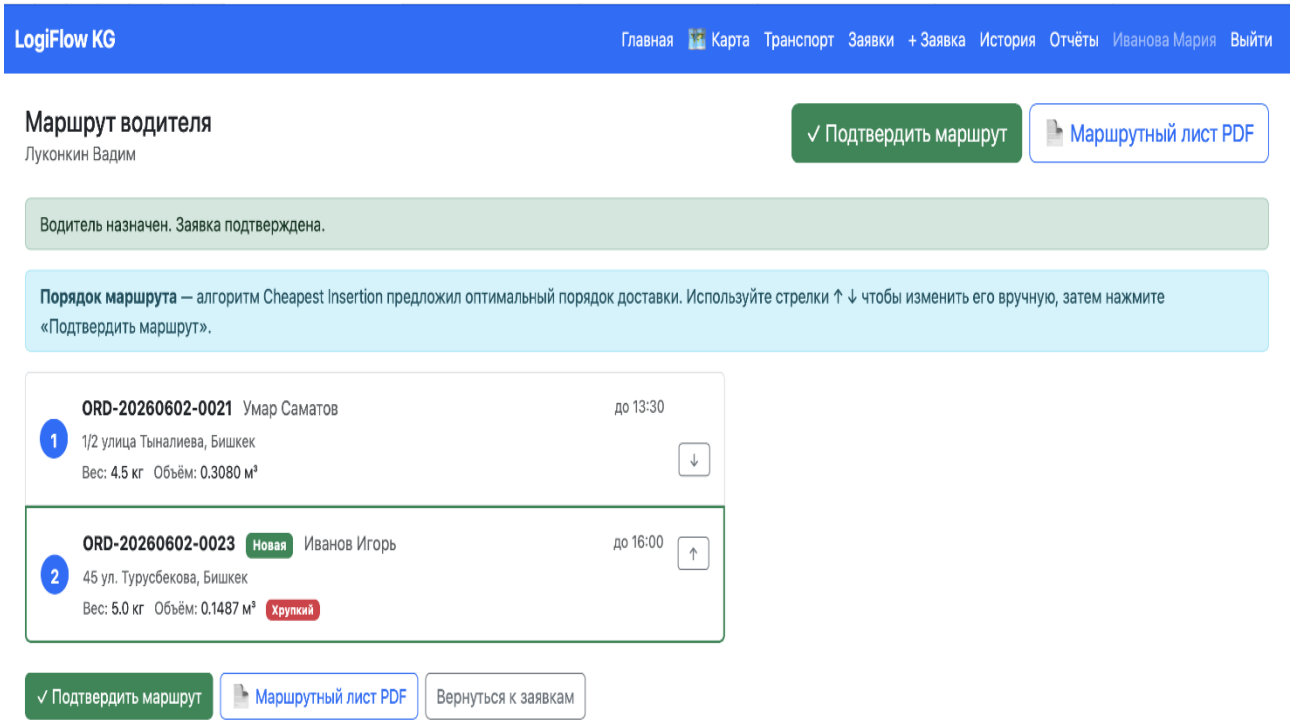


Рисунок 6 - Страница подтверждения маршрута: предложенный порядок точек доставки

Интерфейс водителя и публичное отслеживание. Водителю предоставляется мобильный интерфейс со списком назначенных заявок, возможностью изменения статусов и встроенной навигацией (рис. 7). Для клиентов реализована публичная страница отслеживания заказа без необходимости авторизации. Это повышает прозрачность сервиса и снижает нагрузку на диспетчера в части информирования клиентов (рис. 8).

Интерактивная карта маршрутов и отчетность. Раздел «Карта» отображает все активные заявки текущего дня в виде цветных маркеров на карте Google Maps (рис. 9), позволяя диспетчеру контролировать распределение заявок между водителями. Реализован модуль отчётности по заявкам, водителям и транспортным средствам с фильтрацией данных и экспортом в Excel и PDF.

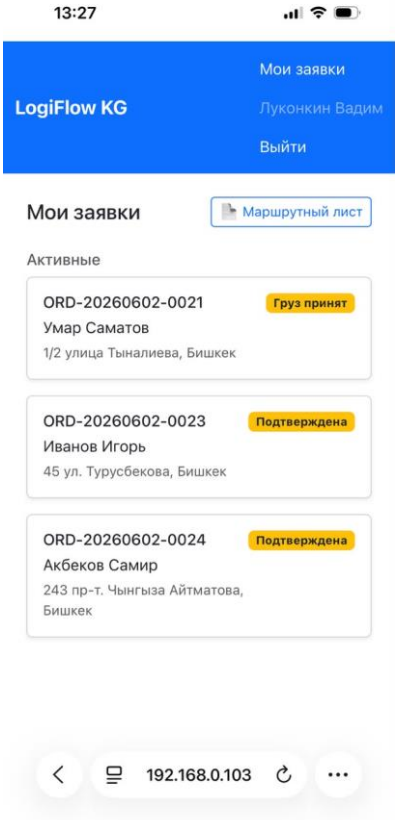


Рисунок 7 - Интерфейс водителя: список заявок

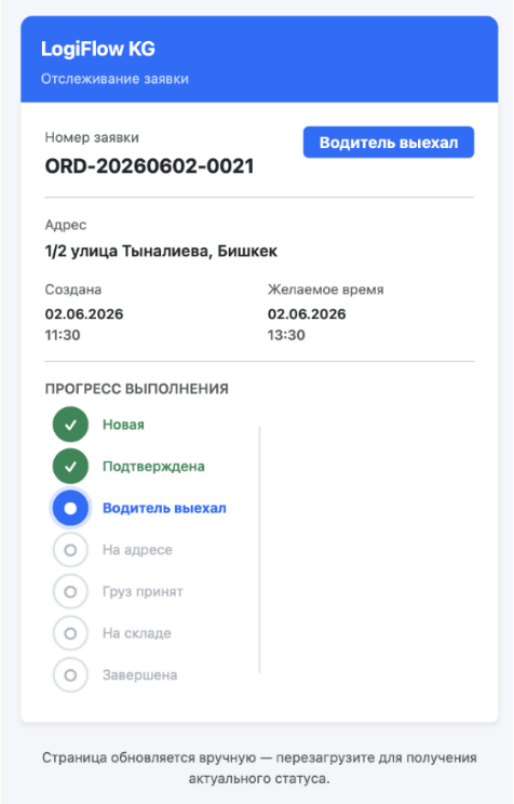


Рисунок 8 - Публичная страница отслеживания заказа клиентом

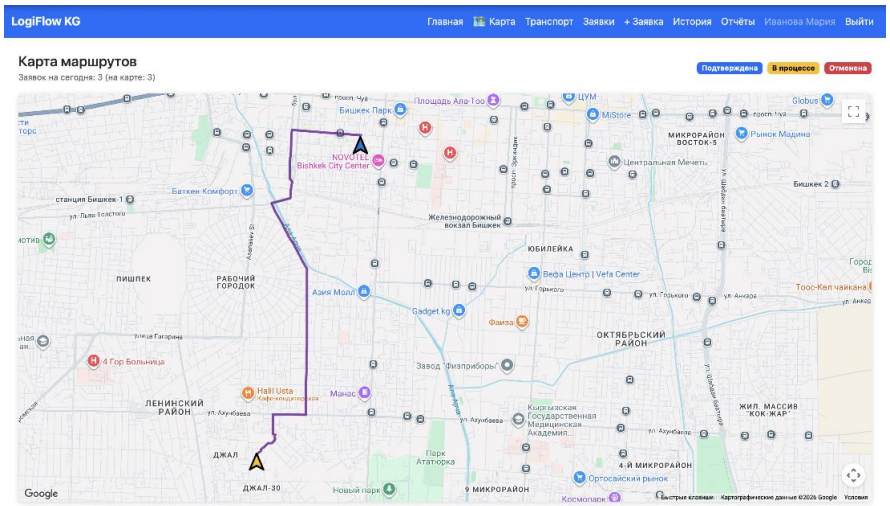


Рисунок 9 - Интерактивная карта маршрутов диспетчера (Google Maps JS API)

Заключение

В работе спроектирована и реализована веб-система LogiFlow, автоматизирующая транспортно-логистические процессы малых и средних курьерских компаний Кыргызской Республики. На основе анализа реальных бизнес-процессов выявлены и формализованы системные проблемы отрасли; предложены их алгоритмические решения.

Практическая значимость разработки определяется ориентацией на реальные условия рынка КР: низкий порог внедрения, отсутствие требований к специализированной инфраструктуре, прямой измеримый эффект — снижение нерационального пробега и уменьшение влияния человеческого фактора.

Дальнейшие исследования целесообразно направить на: (1) пилотное внедрение системы и количественную оценку достигнутых эффектов (сокращение пробега, время обработки заявки); (2) расширение модели за счёт прогнозирования спроса и учёта дорожного трафика в реальном времени; (3) добавление GPS-трекинга водителей и SMS-уведомлений клиентов, (4) расширение алгоритмической части за счёт прогнозирования спроса на основе исторических данных журнала заявок.

Список литературы

1. Бейилбаев Э. Как автоматизация логистики помогает бизнесу преодолеть дефицит кадров // Economist.kg. — 2024. — 21 авг. [Электронный ресурс]. — URL: https://economist.kg (дата обращения: 20.03.2025).
2. Dantzig G.B., Ramser J.H. The Truck Dispatching Problem // Management Science. — 1959. — Vol. 6, No. 1. — P. 80–91.
3. Laporte G. The Vehicle Routing Problem: An overview of exact and approximate algorithms // European Journal of Operational Research. — 1992. — Vol. 59, No. 3. — P. 345–358.
4. Горлач Б.А. Обзор динамических задач маршрутизации транспорта // Программирование. — 2020. — Т. 33, № 3. — С. 491–501.
5. Шевцов В.В. Системы управления транспортом (TMS): сравнительный анализ корпоративных и облачных решений // Логистика и управление цепями поставок. — 2021. — № 4. — С. 47–56.
6. Клычева Н.А., Прокофьева Е.С. Эффективность внедрения цифровых моделей в области грузовых перевозок // Известия Транссиба. — 2019. — № 3 (39). — С. 110–118.
7. Быстров А.С. Методы оптимизации и алгоритм маршрутизации в транспортной логистике // КиберЛенинка. — 2024. — URL: https://cyberleninka.ru (дата обращения: 20.03.2025).
8. Potvin J.-Y. State-of-the Art Review — Evolutionary Algorithms for Vehicle Routing // INFORMS Journal on Computing. — 2009. — Vol. 21, No. 4. — P. 518–548.
9. Смирнова О.Ю., Эртман Ю.А. Цифровые технологии при организации перевозки сверхнормативных грузов автомобильным транспортом // Вестник СибАДИ. — 2022. — Т. 19, № 2 (84). — С. 236–245.
10. Максимов Н.С., Покровская Е.Б. Совершенствование процесса перевозок грузов автомобильным транспортом путём применения цифровых технологий // Московский экономический журнал. — 2023. — № 3.
11. Grinberg M. Flask Web Development: Developing Web Applications with Python. — 2nd ed. — O'Reilly Media, 2018. — 316 p.
12. Молокович А.Д. Транспортная логистика: учеб. пособие. — Минск: Вышэйшая школа, 2019. — 463 с.
13. Костров В.Н., Цверов В.В. Транспортная логистика: учебное пособие. — М.: Инфра-Инженерия, 2021. — 304 с.
14. ГОСТ Р ИСО/МЭК 25010–2015. Системная и программная инженерия. Требования и оценка качества систем и программного обеспечения. — М.: Стандартинформ, 2016.

УДК 330.142.222:004.9

Л. К. Абдиева, С. Исабек кызы
И. Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы
КГТУ им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика

L. K. Abdieva, S. Isabek kyzy
I. Razzakov KSTU, Bishkek, Kyrgyz Republic
labdieva2022@gmail.com, isabekkyzys@gmail.com

РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ РАСЧЁТА ДЕПОЗИТА С КАПИТАЛИЗАЦИЕЙ ПРОЦЕНТОВ В МИКРОКРЕДИТНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ (НА ПРИМЕРЕ ООО «МКК ЗАМАТ ФИНАНС»)

МИКРОКРЕДИТТИК УЮМДА КАПИТАЛИЗАЦИЯЛОО МЕНЕН ДЕПОЗИТТИ ЭСЕПТӨӨ ҮЧҮН ТИРКЕМЕ ИШТЕП ЧЫГУУ («ЗАМАТ ФИНАНС МКК» ЖЧКсынын МИСАЛЫНДА)

DEVELOPMENT OF AN APPLICATION FOR CALCULATING DEPOSITS WITH INTEREST CAPITALIZATION IN A MICROCREDIT ORGANIZATION (ON THE EXAMPLE OF 'MKK ZAMAT FINANCE' LLC)

Микрокредиттик уюмдун шартында пайыздарды капиталдаштыруу менен банктык салымды эсептөө үчүн программалык колдонмону иштеп чыгуунун жыйынтыктары берилген. Пайыздарды эсептөөнүн төрт математикалык модели Strategy долбоорлоо паттерни аркылуу бирдиктүү эсептөө өзөгүнө бириктирилген. Эсептөөнүн тактыгы Decimal тиби жана банктык тегеректөө аркылуу камсыз кылынган; 12 контролдук үлгүдө жүргүзүлгөн текшерүү 0,00002 %тен ашпаган катаны тастыктады. Бир салымды эсептөөгө кеткен орточо убакыт 18,4тен 1,7 мүнөткө кыскарды.

Түйүндүү сөздөр: *банктык салым, пайыздарды капиталдаштыруу, татаал пайыздар, микрокредиттик уюм, эффективдүү пайыздык чен, программалык колдонмо, Strategy паттерни, банктык тегеректөө.*

Представлены результаты разработки программного приложения для расчёта банковского вклада с капитализацией процентов в условиях микрокредитной организации Doke.kg. Четыре математические модели начисления процентов объединены в единое вычислительное ядро через паттерн проектирования Strategy. Точность обеспечена типом Decimal и банковским округлением; тестирование на 12 контрольных примерах подтвердило погрешность не более 0,00002 %. Среднее время расчёта вклада сократилось с 18,4 до 1,7 минуты.

Ключевые слова: *банковский вклад, капитализация процентов, сложные проценты, микрокредитная организация, эффективная процентная ставка, программное приложение, паттерн Strategy, банковское округление.*

The paper presents the development of a software application for bank deposit calculation with interest capitalization in a microcredit institution Doke.kg. Four mathematical accrual models are consolidated within a single computational core via the Strategy design pattern. Numerical accuracy is ensured by Python's Decimal type and banker's rounding; verification on 12 reference

scenarios confirms a relative error below 0.00002 %. Average deposit calculation time has decreased from 18.4 to 1.7 minutes.

Key words: *bank deposit, interest capitalization, compound interest, microcredit institution, effective annual rate, software application, Strategy pattern, banker's rounding.*

Введение. Микрофинансовый сектор Кыргызской Республики прошёл активную трансформацию за последние десять лет. Число микрокредитных компаний и агентств к 2024 году превысило 170, совокупный кредитный портфель достиг 48 млрд сомов [1]. Организации стали предлагать депозиты с капитализацией процентов, переменными ставками, регулярными пополнениями и частичными снятиями. Расчёт условий по таким договорам перестал укладываться в одну ячейку Excel. Сотрудники ООО «МКК «Замат Финанс», работающего под маркой Doke.kg, тратят в среднем 18,4 минуты на оформление одного депозита через шаблонный xlsx-файл и фиксируют 2-3 ошибки в месяц. Регуляторное требование Национального банка Кыргызской Республики о раскрытии эффективной процентной ставки усугубляет ситуацию: ручная схема не гарантирует единообразного представления ЭПС в договорах с клиентами.

Цель исследования состоит в проектировании и реализации программного приложения, автоматизирующего расчёт банковского вклада с капитализацией процентов с учётом регуляторных особенностей сектора микрофинансовых организаций Кыргызской Республики. Задачи охватывают анализ математических моделей начисления процентов, обзор существующих программных решений, разработку архитектуры и вычислительного ядра, верификацию точности расчётов и оценку экономической эффективности внедрения. Научная новизна заключается в адаптации классических моделей финансовой математики к нормативам НБКР через единую архитектуру вычислительного ядра с применением паттерна проектирования Strategy.

Обзор существующих программных решений.

Доступные на рынке инструменты разделены на четыре группы и проанализированы по пяти равнозначным критериям: точность вычислений, функциональная гибкость, адаптация к нормативам НБКР, стоимость владения, наличие программного интерфейса для интеграции. Онлайн-сервисы расчёта banki.ru, Bankrate и Banks.kg бесплатны и доступны через браузер, однако не поддерживают переменных ставок и налогового учёта по законодательству КР, а программный интерфейс не предоставляют [7]. Промышленные банковские системы 1С, ЦФТ и Diasoft FLEXTERA обеспечивают высокую точность и полное покрытие банковских процессов, но стоимость минимальной лицензии превышает 12 млн сомов, а закрытый код исключает оперативную доработку расчётного ядра силами IT-отдела микрофинансовой организации.

Электронные таблицы Microsoft Excel сочетают низкую стоимость и гибкость моделирования; именно этот инструмент применялся в Doke.kg до начала проекта. Аудиторская практика фиксирует в 90 % крупных таблиц минимум одну существенную ошибку, а аудиторский след для соответствия требованиям НБКР не формируется. Специализированные пакеты MATLAB Financial Toolbox и QuantLib гарантируют высокую точность, но требуют программистских навыков от оператора и лишены графического интерфейса. Ни одно из решений не закрывает все критерии одновременно. Сегмент целевых программных модулей для микрофинансовых организаций, учитывающих нормативы НБКР, остаётся пустым, что обосновывает разработку собственного приложения.

Методика исследования.

Депозитный продукт микрофинансовой организации редко описывается одной формулой. Ставка может смениться в середине срока, клиент пополняет счёт, налоговый кодекс удерживает часть процентного дохода. Построена иерархия моделей, где каждая расширяет предыдущую одним фактором [2]. Базовая дискретная модель имеет вид:

$$FV = PV * (1 + r/n)^{(n * t)}, \quad (1)$$

где PV обозначает начальную сумму вклада, r годовую ставку, n число периодов капитализации в году, t срок в годах [3]. Программная реализация использует рекуррентную форму $S_k = S_{(k-1)} * (1 + r/n)$, которая даёт промежуточные значения для отладки и протоколирования [4]. Непрерывное начисление получается из (1) при n, стремящемся к бесконечности:

$$FV = PV * e^{(r * t)}, \quad (2)$$

где e приближённо равно 2,71828. Реальные банки и микрофинансовые организации не начисляют проценты непрерывно; модель (2) выполняет роль теоретического ориентира и задаёт верхнюю границу дохода при заданной номинальной ставке [6]. Депозитные продукты Doke.kg допускают изменение ставки при пересмотре учётной ставки НБКР, что описывается произведением:

$$FV = PV * \Pi_{(j=1..m)} (1 + r_j / n_j)^{(n_j * t_j)}, \quad (3)$$

где r_j обозначает ставку на j-м интервале, n_j частоту капитализации, t_j длительность в годах. Результат предыдущего интервала становится начальной суммой следующего, поэтому алгоритм допускает любое число интервалов без модификации кода. Накопительные программы учитывают регулярные взносы по формуле обычного аннуитета, справедливой при совпадении момента пополнения с моментом капитализации [5]. Частичные снятия приводят к разделению расчёта на этапы. Реальный депозит объединяет все факторы; универсальная рекуррентная модель имеет вид:

$$S_k = (S_{(k-1)} + D_k - W_k) * (1 + r_k / n_k), \quad (4)$$

где D_k обозначает сумму пополнения в периоде k, W_k сумму снятия, r_k действующую ставку, n_k частоту капитализации. Линейная сложность алгоритма O(N) обеспечивает мгновенный отклик на горизонте десятков лет. Налоговое удержание вводится отдельным корректором: чистый доход уменьшается на величину tax * (FV - PV) при единовременном удержании в момент закрытия договора либо на $I_k * (1 - tax)$ на каждом шаге при периодическом удержании. Каждая частная модель (1)-(3) выводится из (4) обнулением неиспользуемых параметров; программный модуль реализует одну универсальную формулу и автоматически вырождается до нужного частного случая. Сравнительная характеристика моделей сведена в таблице 1.

Таблица 1 - Сравнение математических моделей расчёта вкладов

Модель	**Пополнения**	**Снятия**	**Перем. ставка**	**Сложность**
Дискретная (1)	нет	нет	нет	O(1)
Непрерывная (2)	нет	нет	нет	O(1)
Перем. ставка (3)	нет	нет	да	O(m)
Аннуитет	регулярные	нет	нет	O(1)
Со снятиями	нет	да	нет	O(N)
Универсальная (4)	произвольные	да	да	O(N)

Программное приложение построено по трёхуровневой клиент-серверной схеме: слой представления реализован на React и TypeScript, слой бизнес-логики на FastAPI с вычислительным ядром и правилами валидации, слой доступа к данным на PostgreSQL через SQLAlchemy 2.0 [8]. Вычислительное ядро инкапсулирует четыре модели через паттерн Strategy [9]. Интерфейс CalculationStrategy определяет единственный метод calculate; конкретные стратегии реализуют его независимо, а класс-координатор CalculationService выбирает стратегию по параметрам входа. Добавление новой модели сводится к написанию

одного класса без правок существующего кода, что соответствует принципу открытости-закрытости Р. Мартина [8]. Реляционная модель базы данных содержит шесть таблиц: clients, deposits, interest_rates, transactions, calculations и audit_log. Финансовые поля используют тип NUMERIC, обеспечивающий точное хранение сумм. REST API из 14 эндпоинтов сгруппирован по ресурсам и защищён JWT-аутентификацией.

Точность вычислений обеспечена типом Decimal стандартной библиотеки Python с точностью 28 значащих цифр и банковским округлением ROUND_HALF_EVEN [10]. Тип float в финансовых расчётах противопоказан: при цикле из 24 итераций ежемесячной капитализации кумулятивная ошибка достигает 0,005 %, что в пять раз превышает допуск. Эффективная процентная ставка вычисляется методом Ньютона-Рафсона по массиву денежных потоков; сходимость достигается за 4-7 шагов. Категория вкладчика контролируется отдельным валидатором: для микрокредитной компании запрещено привлечение средств от физических лиц вне круга учредителей и аффилированных лиц по ст. 14 Закона КР «О микрофинансовых организациях» [11]. Безопасность реализована JWT-аутентификацией, bcrypt-хешированием паролей, шифрованием TLS 1.3 и журналом аудита со сроком хранения 5 лет; проверка по чек-листу OWASP Top 10 уязвимостей не выявила.

Описание разработанного программного приложения.

Пользовательский интерфейс построен на React 18 с применением Tailwind CSS и компонентной библиотеки shadcn/ui. Рабочий контур оператора Doke.kg включает экраны расчёта вклада с табличной и графической детализацией, расчёта графика погашения микрозайма, журнал ранее выполненных расчётов и реестр клиентов.

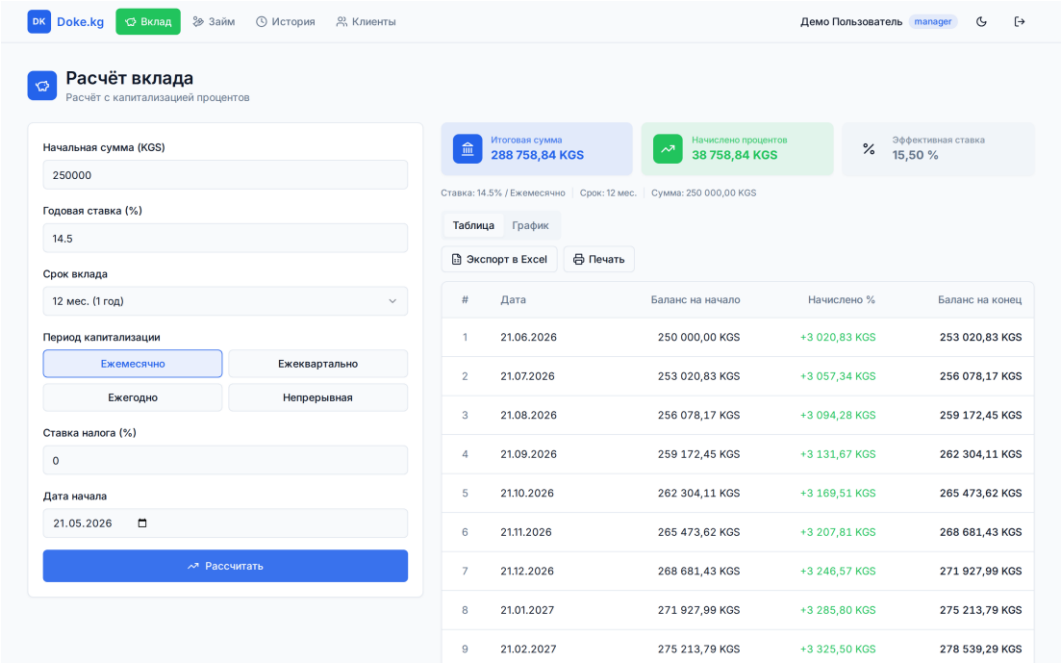


Рисунок 1 - Расчёт вклада с детализацией по месяцам

На рисунке 1 представлена основная форма расчёта банковского вклада. Оператор задаёт начальную сумму, годовую ставку, срок и период капитализации; таблица фиксирует баланс на конец периода, начисленные проценты и налоговое удержание для каждого месяца. Итоговая строка содержит сумму к выплате, общий доход и эффективную процентную ставку.

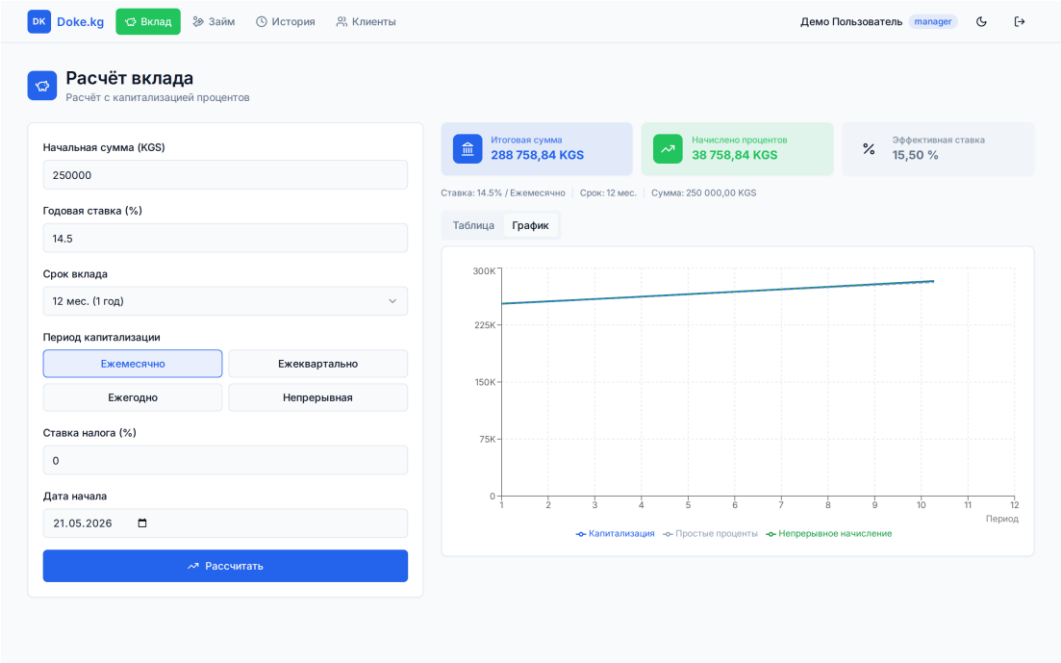


Рисунок 2 - График роста суммы вклада с капитализацией процентов

На рисунке 2 показан график роста суммы вклада. Кривая капитализации сопоставлена с прямой простых процентов, что позволяет оператору наглядно объяснить клиенту выгоду сложного начисления на длинных горизонтах.

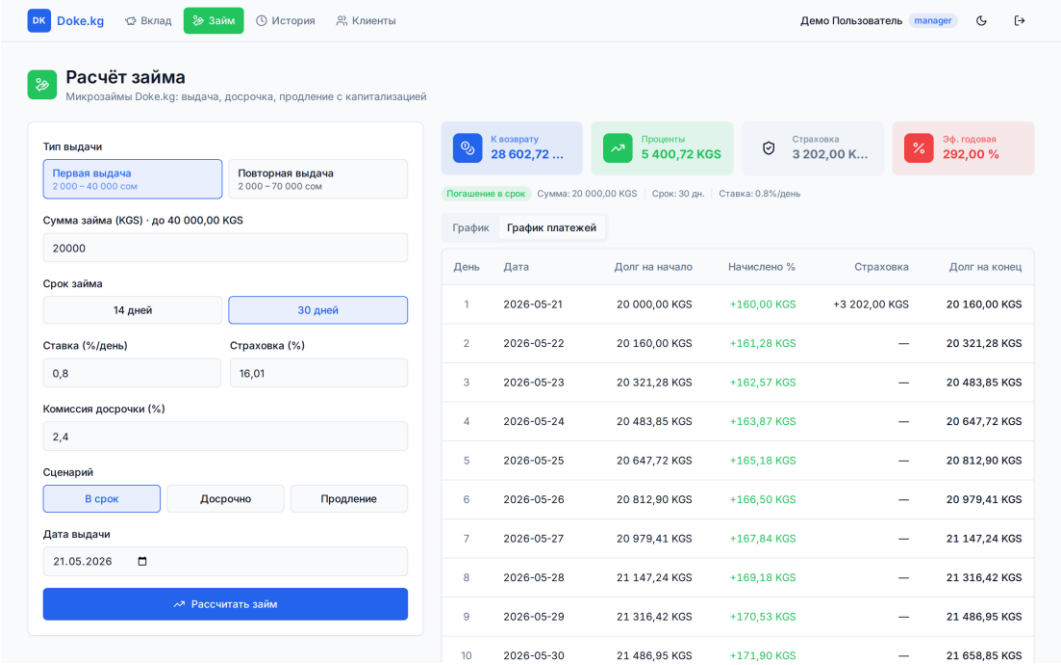


Рисунок 3 - Расчёт графика погашения микрозайма

На рисунке 3 представлен расчёт графика погашения микрозайма. Программа формирует помесячный план платежей, рассчитывает суммарную переплату и эффективную процентную ставку с учётом страхового взноса, обрабатывает сценарии планового погашения, досрочного закрытия со штрафом и пролонгации.

Экспериментальная часть.

Стратегия тестирования следует пирамиде М. Кона; серверный код покрыт тестами по строкам на 97 %, вычислительные модули покрыты полностью. Верификация математического ядра выполнена на 12 контрольных примерах с ручным расчётом по

формулам (1)-(4). Контрольный пример 1 описывает вклад 100 000 сомов под 18 % годовых на 12 месяцев с ежемесячной капитализацией: ручной расчёт даёт FV = 119 561,82 сомов, программа вернула 119 561,84 сомов, отклонение составило 0,00002 %. Ни в одном примере программный результат не отклонился от ручного расчёта более чем на 0,0001 % итоговой суммы. Верификация ЭПС методом Ньютона-Рафсона по трём аналитическим значениям дала совпадение до пятого знака после запятой.

Отдельный блок примеров охватывает модуль микрозаймов. Первая выдача 20 000 сомов на 30 дней под дневную ставку 0,8 % со страховкой 16,01 % даёт итог к возврату 28 002,00 сомов и эффективную годовую ставку 292 %; программа воспроизвела результат с нулевым отклонением. Сценарии досрочного погашения и пролонгации с капитализацией непогашенных процентов в тело долга также совпали с ручным расчётом до копейки. Интеграционное тестирование на 23 кейсах pytest и функциональное тестирование по 8 пользовательским сценариям на трёх браузерах завершились без ошибок. Нагрузочное тестирование утилитой Locust на 50 параллельных операторах показало пропускную способность 300 запросов в минуту при среднем времени отклика 87 мс.

Экономическая эффективность подтверждена замерами по 20 операциям. Среднее время расчёта одного вклада сократилось с 18,4 минуты в Excel до 1,7 минуты в приложении, то есть на 90,8 %. Для штата из трёх операторов суммарная экономия рабочего времени доходит до 12,5 часов в день. Стоимость разработки составила 420 000 сомов, чистая месячная экономия после эксплуатационных расходов равна 37 000 сомов, простой срок окупаемости вложений составляет 11,3 месяца. Удовлетворённость операторов по шкале SUS, оценённая по методике Дж. Брука [12], составила 82 из 100. Автоматический расчёт ЭПС и генерация детализации по формату НБКР устраняют регуляторный риск неполного раскрытия условий вклада.

Заключение.

1. Разработано программное приложение, автоматизирующее расчёт банковского вклада с капитализацией процентов для МКК «Замат Финанс». Приложение объединяет четыре математические модели начисления процентов в единое вычислительное ядро через паттерн проектирования Strategy и обеспечивает погрешность расчёта не более 0,00002 % при верификации на 12 контрольных примерах.

2. Научная новизна состоит в адаптации классических моделей финансовой математики к нормативам Национального банка Кыргызской Республики. Архитектура позволяет расширять набор моделей расчёта написанием одного класса без переписывания вышестоящих слоёв. Алгоритм сквозного контроля категории вкладчика на этапе валидации параметров автоматически блокирует операции, нарушающие ст. 14 Закона КР «О микрофинансовых организациях».

3. Среднее время расчёта вклада сократилось с 18,4 до 1,7 минуты, балл SUS составил 82 из 100, простой срок окупаемости вложений равен 11,3 месяца. Продукт рекомендован к внедрению в операционную деятельность Doke.kg и пригоден для адаптации в других микрокредитных организациях Кыргызской Республики.

4. Направления дальнейшего развития включают интеграцию с бухгалтерской системой 1С: Предприятие, модуль прогнозирования поступлений по депозитному портфелю методами анализа временных рядов и мобильное приложение для клиентов. Результаты работы прошли апробацию в операционной деятельности Doke.kg в течение четырёхнедельной опытной эксплуатации.

Список литературы

1. Национальный банк Кыргызской Республики: официальный сайт [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.nbkr.kg/ (дата обращения: 11.05.2026).

2. Четыркин, Е. М. Финансовая математика: учебник / Е. М. Четыркин. 11-е изд. М.: Изд. дом «Дело» РАНХиГС, 2011. 392 с.

3. Лукасевич, И. Я. Финансовый менеджмент: учебник / И. Я. Лукасевич. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Юрайт, 2023. 680 с.

4. Ковалёв, В. В. Курс финансовых вычислений: учебник / В. В. Ковалёв, В. А. Уланов. 4-е изд. М.: Проспект, 2013. 560 с.

5. Fabozzi, F. J. Fixed Income Mathematics: Analytical & Statistical Techniques / F. J. Fabozzi. 4th ed. New York: McGraw-Hill, 2006. 512 p.

6. Hull, J. C. Options, Futures, and Other Derivatives / J. C. Hull. 11th ed. London: Pearson, 2022. 896 p.

7. Banks.kg: финансовый маркетплейс Кыргызстана [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://banks.kg/ (дата обращения: 11.05.2026).

8. Мартин, Р. Чистая архитектура: искусство разработки программного обеспечения / Р. Мартин; пер. с англ. СПб.: Питер, 2018. 352 с.

9. Гамма, Э. Приёмы объектно-ориентированного проектирования. Паттерны проектирования / Э. Гамма, Р. Хелм, Р. Джонсон, Дж. Влиссидес; пер. с англ. СПб.: Питер, 2020. 368 с.

10. Python Software Foundation. The Python Standard Library: decimal. Decimal fixed point and floating-point arithmetic [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://docs.python.org/3/library/decimal.html (дата обращения: 11.05.2026).

11. Закон Кыргызской Республики от 23 июля 2002 г. № 124 «О микрофинансовых организациях в Кыргызской Республике» (с изм. и доп. от 20.05.2024 № 87) [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://cbd.minjust.gov.kg/1081/edition/1236800/ru (дата обращения: 11.05.2026).

12. Brooke, J. SUS: A Quick and Dirty Usability Scale / J. Brooke // Usability Evaluation in Industry / eds. P. W. Jordan [et al.]. London: Taylor & Francis, 1996. P. 189-194.

УДК 615.47:658.114.14

М. Ю. Закиров [1], О. Б. Кудайбердиев [2]
[1]ЖЧК «ДляКлиник», [2]И. Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы
[1]ОсОО «ДляКлиник», [2]КГТУ им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика

K. K. Keldibekov [1], O. B. Kudaiberdiev [2]
[1]LLC «DlyaClinic», [2] I. Razzakov University, Bishkek, Kyrgyz Republic
zakirov@kstu.kg, ormonbek.biomed@kstu.kg

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ АРЕНДЫ МЕДИЦИНСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ В КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНДАГЫ МЕДИЦИНАЛЫК ЖАБДУУЛАРДЫ ИЖАРАГА БЕРҮҮНҮН ЭКОНОМИКАЛЫК НАТЫЙЖАЛУУЛУГУ

THE COST-EFFECTIVENESS OF LEASING MEDICAL EQUIPMENT IN THE KYRGYZ REPUBLIC

Бул макалада саламаттыкты сактоо системасын модернизациялоо жана заманбап медициналык технологияларга болгон суроо-талаптын өсүшү шартында Кыргыз Республикасында медициналык жабдууларды ижарага алуу рыногунун өнүгүү келечеги каралат. Анда медициналык уюмдарды жана жеке колдонуучуларды олуттуу капиталдык чыгымдарсыз жогорку технологиялык жабдуулар менен камсыз кылуунун натыйжалуу куралы катары ижара моделинин актуалдуулугу негизделет. Медициналык жабдууларды

ижарага алуу рыногунун өнүгүшүнө таасир этүүчү факторлордун талдоосу жүргүзүлүп, кызмат көрсөтүү керектөөчүлөрүнүн негизги категориялары жана жабдууларды сатып алууга салыштырмалуу лизингдин артыкчылыктары каралат. Кызмат көрсөтүү жана консультациялык колдоо менен медициналык жабдууларды ижарага берүүчү ишкана үчүн бизнес-модел сунушталат. Бул моделди ишке ашыруу медициналык кызмат көрсөтүүлөрдүн жеткиликтүүлүгүн жакшыртаары, медициналык уюмдардын финансылык жүгүн азайтаары жана Кыргыз Республикасында медициналык жабдууларды натыйжалуу пайдалануну камсыз кылаары көрсөтүлгөн.

***Түйүндүү сөздөр**: медициналык жабдууларды ижарага алуу, медициналык жабдуулар, бизнес-пландоо, жасалма өпкө вентилятору, кычкылтек концентратору, медициналык технология, саламаттыкты сактоо, чыгымдардын натыйжалуулугу, кызмат көрсөтүү, Кыргыз Республикасы.*

В данной статье рассматриваются перспективы развития рынка аренды медицинского оборудования в Кыргызской Республике в условиях модернизации системы здравоохранения и роста потребности в современных медицинских технологиях. Обосновывается актуальность использования арендной модели как эффективного инструмента обеспечения медицинских организаций и частных пользователей высокотехнологичным оборудованием без значительных капитальных затрат. Проведен анализ факторов, влияющих на развитие рынка аренды медицинской техники, рассмотрены основные категории потребителей услуг и преимущества аренды по сравнению с приобретением оборудования в собственность. Предложена бизнес-модель предприятия по предоставлению медицинского оборудования в аренду с сервисным и консультационным сопровождением. Показано, что внедрение данной модели позволит повысить доступность медицинских услуг, снизить финансовую нагрузку на медицинские организации и обеспечить более эффективное использование медицинской техники в Кыргызской Республике.

***Ключевые слова:** аренда медицинского оборудования, медицинская техника, бизнес-планирование, аппарат искусственной вентиляции лёгких, кислородный концентратор, медицинские технологии, здравоохранение, экономическая эффективность, сервисное обслуживание, Кыргызская Республика.*

This article examines the prospects for the development of the medical equipment rental market in the Kyrgyz Republic amid the modernization of the healthcare system and the growing demand for advanced medical technologies. It demonstrates the relevance of the rental model as an effective tool for providing medical organizations and private users with high-tech equipment without significant capital expenditures. An analysis is conducted of the factors influencing the development of the medical equipment rental market, the main categories of service consumers are examined, and the advantages of renting are compared to purchasing equipment outright. A business model is proposed for a company providing medical equipment for lease with service and consulting support. It is demonstrated that the implementation of this model will increase the accessibility of medical services, reduce the financial burden on medical organizations, and ensure more efficient use of medical equipment in the Kyrgyz Republic.

***Key words**: medical equipment rental, medical equipment, business planning, ventilator, oxygen concentrator, medical technologies, healthcare, cost-effectiveness, maintenance, Kyrgyz Republic.*

В статье рассматриваются вопросы организации бизнеса по предоставлению медицинского оборудования в аренду на территории Кыргызской Республики. Проведен анализ факторов, влияющих на развитие рынка аренды медицинской техники, определены основные категории потребителей и рассмотрены преимущества арендной модели по сравнению с приобретением оборудования в собственность. Особое внимание уделено возможности повышения доступности современных медицинских технологий для

государственных и частных медицинских организаций. В результате исследования предложена бизнес-модель предприятия, оказывающего услуги аренды медицинского оборудования с сервисным и консультационным сопровождением. Полученные результаты подтверждают перспективность развития данного направления в условиях модернизации системы здравоохранения Кыргызской Республики [5].

Ключевые слова: медицинское оборудование, аренда медицинского оборудования, аппарат ИВЛ, кислородный концентратор, бизнес-планирование, медицинские технологии, здравоохранение, Кыргызская Республика.

Современная система здравоохранения характеризуется высокой зависимостью от технического оснащения медицинских учреждений [1]. Использование современных диагностических и лечебных технологий позволяет повысить качество оказываемой медицинской помощи, сократить сроки лечения пациентов и увеличить эффективность работы медицинского персонала [2].

Вместе с тем приобретение медицинского оборудования требует значительных финансовых вложений. Для многих медицинских организаций, особенно частных клиник, региональных центров и учреждений с ограниченным бюджетом, покупка дорогостоящей техники становится серьезной финансовой нагрузкой. В связи с этим возрастает актуальность использования альтернативных форм обеспечения медицинских учреждений оборудованием.

Одним из наиболее перспективных направлений является аренда медицинского оборудования. Данная модель позволяет медицинским организациям использовать современную технику без значительных первоначальных инвестиций и обеспечивает гибкость управления финансовыми ресурсами.

Особую актуальность развитие рынка аренды медицинского оборудования приобрело после пандемии COVID-19, когда значительно увеличилась потребность в аппаратах искусственной вентиляции легких, кислородных концентраторах и другом оборудовании для респираторной поддержки пациентов.

Целью исследования является оценка перспектив развития рынка аренды медицинского оборудования в Кыргызской Республике и определение экономической эффективности организации предприятия по предоставлению медицинской техники в аренду.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

– проведен анализ рынка медицинского оборудования;

– определены основные категории потребителей услуг аренды;

– исследованы преимущества арендной модели;

– разработана концепция предприятия по предоставлению медицинского оборудования в аренду;

– выполнена оценка экономической эффективности предлагаемой бизнес-модели.

В процессе исследования использовались методы сравнительного анализа, экономического моделирования, анализа литературных источников и изучения существующей практики предоставления медицинского оборудования в аренду.

Информационной базой исследования послужили нормативно-правовые акты Кыргызской Республики, научные публикации по вопросам управления медицинскими технологиями, данные рынка медицинского оборудования, а также материалы, полученные в ходе разработки бизнес-плана предприятия по предоставлению медицинского оборудования в аренду.

Для оценки эффективности проекта использовались методы финансового анализа, позволяющие определить потенциальную рентабельность проекта и перспективы его дальнейшего развития.

Проведенный анализ показал, что рынок аренды медицинского оборудования в Кыргызской Республике находится на стадии формирования и обладает значительным потенциалом развития.

Основными потребителями услуг аренды медицинского оборудования являются:

– государственные медицинские учреждения;

– частные клиники;

– реабилитационные центры;

– организации, оказывающие медицинские услуги на дому;

– физические лица, нуждающиеся в длительном использовании медицинской техники.

Наибольший спрос наблюдается на аппараты искусственной вентиляции легких, кислородные концентраторы, фототерапевтические лампы для лечения неонатальной желтухи и диагностическое оборудование.

Анализ преимуществ арендной модели показал, что по сравнению с приобретением оборудования в собственность медицинские организации получают ряд существенных преимуществ.

Во-первых, значительно снижается объем первоначальных инвестиций. Вместо единовременной покупки дорогостоящего оборудования учреждение получает возможность распределить расходы на длительный период.

Во-вторых, снижаются затраты на техническое обслуживание оборудования, поскольку данные функции могут быть возложены на арендодателя.

В-третьих, уменьшается риск морального устаревания техники, что особенно важно в условиях быстрого развития медицинских технологий.

Дополнительным преимуществом является возможность оперативного увеличения количества оборудования в периоды повышенного спроса, что особенно актуально при возникновении эпидемиологических угроз и чрезвычайных ситуаций.

Предлагаемая бизнес-модель предусматривает формирование собственного парка медицинского оборудования и предоставление клиентам комплексной услуги, включающей доставку, установку, техническое обслуживание и консультационную поддержку.

Для оценки перспектив проекта был проведен SWOT-анализ.

К сильным сторонам проекта относятся высокий спрос на оборудование, сравнительно низкий уровень конкуренции и возможность предоставления комплексного сервиса.

К слабым сторонам относятся высокая стоимость закупки оборудования и необходимость постоянного технического обслуживания.

Основными возможностями являются развитие домашней медицины, расширение рынка частных медицинских услуг и рост потребности в современном оборудовании.

Среди угроз можно выделить изменение законодательства, колебания валютных курсов и усиление конкурентной среды.

Полученные результаты свидетельствуют о высокой перспективности внедрения проекта аренды медицинского оборудования на территории Кыргызской Республики.

Развитие рынка аренды медицинского оборудования определяется совокупностью экономических, технологических и социальных факторов. Одним из основных факторов является высокая стоимость современного медицинского оборудования [4]. Многие виды техники, используемые в диагностике, реанимации и реабилитации пациентов, требуют значительных финансовых вложений. В результате медицинские организации вынуждены искать альтернативные способы обеспечения своей деятельности необходимым оборудованием.

Дополнительным фактором выступает ускорение технологического прогресса. В последние годы в Кыргызской Республике наблюдается модернизация медицинских учреждений и обновление парка медицинской техники [3]. Современные медицинские технологии обновляются значительно быстрее, чем в предыдущие десятилетия. Медицинские учреждения сталкиваются с необходимостью регулярной модернизации технической базы. Использование арендной модели позволяет получать доступ к

современному оборудованию без необходимости постоянных капитальных затрат на его обновление.

Существенное влияние оказывает развитие домашней медицины. В последние годы наблюдается рост количества пациентов, проходящих лечение вне стационара. Это касается пациентов с хроническими заболеваниями дыхательной системы, пациентов после хирургических вмешательств, а также лиц пожилого возраста. В подобных условиях аренда медицинского оборудования становится удобным и экономически обоснованным решением.

Дополнительным стимулом развития рынка аренды является увеличение количества частных медицинских организаций. Частные клиники стремятся минимизировать первоначальные инвестиции и одновременно предоставлять пациентам современные медицинские услуги. Аренда позволяет быстро расширять перечень оказываемых услуг без необходимости приобретения дорогостоящего оборудования.

Проведённый анализ показал, что рынок аренды медицинского оборудования в Кыргызской Республике остаётся относительно свободным. Большинство компаний ориентированы на продажу медицинской техники и лишь ограниченное число организаций предоставляет оборудование во временное пользование.

Существующие участники рынка преимущественно предлагают аренду кислородных концентраторов и отдельных видов реабилитационного оборудования. При этом комплексный сервис, включающий техническое сопровождение, обучение пользователей и консультационную поддержку, представлен недостаточно широко.

Предлагаемая бизнес-модель отличается от существующих решений несколькими преимуществами. Во-первых, предполагается широкий ассортимент оборудования, включающий аппараты искусственной вентиляции лёгких, кислородные концентраторы, фототерапевтические лампы и другое оборудование. Во-вторых, клиент получает полный комплекс услуг по доставке, установке и обслуживанию оборудования. В-третьих, предусматривается индивидуальный подход к формированию условий аренды.

Наличие данных преимуществ позволяет рассчитывать на формирование устойчивых конкурентных преимуществ и постепенное расширение клиентской базы.

Предлагаемый проект имеет не только коммерческую, но и значительную социальную значимость. Одной из ключевых задач системы здравоохранения является обеспечение населения доступной и качественной медицинской помощью. В условиях ограниченности финансовых ресурсов аренда медицинского оборудования позволяет решить часть существующих проблем.

Для медицинских организаций использование арендной модели означает возможность получения доступа к современным технологиям без необходимости крупных капитальных вложений. Для пациентов это выражается в повышении качества диагностики и лечения.

Особое значение проект имеет для жителей удалённых регионов Кыргызской Республики. Благодаря аренде оборудования появляется возможность организовывать медицинскую помощь в районах, где приобретение дорогостоящей техники экономически нецелесообразно.

Кроме того, развитие рынка аренды способствует более рациональному использованию медицинского оборудования. Вместо длительного простоя техники в отдельных учреждениях оборудование может использоваться несколькими организациями по мере необходимости.

Анализ тенденций развития мирового рынка медицинских технологий позволяет прогнозировать дальнейший рост спроса на услуги аренды медицинского оборудования. Данная тенденция связана с развитием концепции экономики совместного потребления и повышением требований к эффективности использования ресурсов.

В ближайшие годы ожидается увеличение спроса на оборудование для респираторной поддержки пациентов, диагностическую технику, системы мониторинга состояния пациентов и оборудование для реабилитации.

Дополнительным направлением развития может стать внедрение цифровых технологий в процесс управления арендным оборудованием. Использование систем дистанционного мониторинга позволит контролировать техническое состояние оборудования и своевременно проводить профилактическое обслуживание.

В долгосрочной перспективе аренда медицинского оборудования может стать одним из ключевых инструментов модернизации системы здравоохранения Кыргызской Республики. Развитие данного направления позволит повысить доступность современных медицинских технологий, снизить финансовую нагрузку на медицинские организации и улучшить качество оказываемой медицинской помощи.

Проведенное исследование подтвердило актуальность развития рынка аренды медицинского оборудования в Кыргызской Республике.

Использование арендной модели позволяет повысить доступность современных медицинских технологий для медицинских организаций и населения, сократить финансовую нагрузку на учреждения здравоохранения и обеспечить более эффективное использование медицинской техники.

Предложенная бизнес-модель сочетает экономическую эффективность и социальную значимость, что делает ее перспективным направлением развития медицинского предпринимательства в Кыргызской Республике.

Список литературы

1. Закон Кыргызской Республики «Об охране здоровья граждан».
2. Гражданский кодекс Кыргызской Республики.
3. Закон Кыргызской Республики «О финансовой аренде (лизинге)».
4. Всемирная организация здравоохранения. Global Health Observatory.
5. Frost & Sullivan. Medical Equipment Rental Market Report.
6. Давыдович А.Р., Гриненко С.В., Карамова А.С., Фесенко О.П. Рынок медицинских услуг.
7. Технологическое предпринимательство в медицине: современные подходы и практики. – Бишкек, 2023.
8. Управление медицинскими технологиями и оборудованием. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2022.

УДК 339.138:330.341.1

Э. Т. Иманкулова[1], А. С. Санатбекова[2]
[1,2] И. Раззаков атындагы КМТУнун академик Х. А. Рахматулин атындагы филиалы, Токмок, Кыргыз Республикасы
[1,2] Филиал им. академика Х.А. Рахматулина КГТУ им. И. Раззакова в г. Токмок, Кыргызская Республика

E. T. Imankulova[1], A. S. Sanatbekova[2]
[1, 2] Branch named after Academician Kh. A. Rakhmatulin KSTU named after I. Razzakova in Tokmok, Kyrgyz Republic
e.imankulova@kstu.kg, sanatbekova0369@gmail.com

ВЛИЯНИЕ МАРКЕТИНГОВЫХ ИННОВАЦИЙ НА КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ КОМПАНИИ

МАРКЕТИНГДИК ИННОВАЦИЯЛАРДЫН КОМПАНИЯНЫН АТААНДАШТЫККА ЖӨНДӨМДҮҮЛҮГҮНӨ ТИЙГИЗГЕН ТААСИРИ

THE IMPACT OF MARKETING INNOVATIONS ON A COMPANY'S COMPETITIVENESS

Макалада санариптешүү шартында маркетингдик инновациялардын компаниянын атаандаштыкка жөндөмдүүлүгүнө тийгизген таасири изилденет. Изилдөөнүн максаты – маркетингдик инновациялардын негизги багыттарын аныктоо жана аларды компаниялардын атаандаштык артыкчылыктарын күчөтүүдө колдонуу жолдорун негиздөө. Материалдар катары маркетинг, инновация жана санариптик экономика боюнча илимий эмгектер, ошондой эле Кыргыз Республикасында интернет-маркетинг, электрондук коммерция жана жашыл экономика маселелерин караган басылмалар пайдаланылды. Салыштырма, аналитикалык жана жалпылоо методдору колдонулду. Натыйжада маркетингдик инновациялар кардарлар менен байланышты жакшыртуу, маалыматтарды талдоо, жекелештирүү жана туруктуу имидж түзүү аркылуу компаниянын рыноктук позициясын бекемдей турганы аныкталды.

***Түйүндүү сөздөр**: маркетингдик инновациялар, атаандаштыкка жөндөмдүүлүк, санариптик маркетинг, CRM, электрондук коммерция, маркетингдик аналитика, туруктуу өнүгүү.*

В статье исследуется влияние маркетинговых инноваций на конкурентоспособность компании в условиях цифровизации экономики и усиления рыночной конкуренции. Цель исследования заключается в систематизации основных направлений маркетинговых инноваций и определении механизма их воздействия на конкурентные преимущества компании. В качестве материалов использованы научные труды по маркетингу, инновациям и цифровой экономике, а также публикации, отражающие развитие интернет-маркетинга, электронной коммерции и устойчивых подходов в Кыргызской Республике. Применены методы сравнительного анализа, обобщения и систематизации. Установлено, что маркетинговые инновации усиливают конкурентоспособность за счет цифровых коммуникаций, персонализации, аналитики данных, повышения лояльности клиентов и формирования устойчивого имиджа компании.

***Ключевые слова**: маркетинговые инновации, конкурентоспособность, цифровой маркетинг, CRM, электронная коммерция, маркетинговая аналитика, устойчивое развитие.*

The article examines the impact of marketing innovations on company competitiveness in the context of economic digitalization and increasing market competition. The purpose of the study is to systematize the main areas of marketing innovation and determine how they influence a company's competitive advantages. The research is based on scientific works on marketing, innovation and the digital economy, as well as publications on the development of internet marketing, e-commerce and sustainable approaches in the Kyrgyz Republic. Comparative analysis, generalization and systematization methods were applied. The study found that marketing innovations strengthen competitiveness through digital communication, personalization, data analytics, customer loyalty improvement and the formation of a sustainable company image.

***Key words**: marketing innovations, competitiveness, digital marketing, CRM, e-commerce, marketing analytics, sustainable development.*

Введение. В условиях цифровизации экономики и усиления конкурентной борьбы компании сталкиваются с необходимостью поиска новых инструментов повышения конкурентоспособности. Традиционные методы продвижения постепенно дополняются цифровыми каналами коммуникации, аналитикой данных, персонализированными предложениями и автоматизацией маркетинговых процессов. В результате маркетинговые

инновации становятся не вспомогательным элементом, а одним из факторов формирования устойчивых конкурентных преимуществ [2; 9; 11].

Актуальность темы обусловлена тем, что конкурентоспособность современной компании определяется не только ценой и качеством продукции, но и способностью быстро реагировать на изменения потребительского поведения, выстраивать долгосрочные отношения с клиентами и использовать цифровые инструменты для принятия управленческих решений. В научной литературе инновации рассматриваются как важный источник дифференциации и укрепления рыночных позиций компании [6; 8].

Для Кыргызской Республики исследование данного направления имеет практическое значение, поскольку предприятия функционируют в условиях ограниченного внутреннего рынка, роста конкуренции и постепенного развития электронных каналов взаимодействия с потребителями. Исследования, опубликованные в журнале «Известия КГТУ», показывают, что интернет-маркетинг и электронная коммерция становятся значимыми направлениями повышения эффективности деятельности предприятий и расширения рынков сбыта [3; 5; 7].

Цель исследования: проанализировать влияние маркетинговых инноваций на конкурентоспособность компании и определить основные направления их эффективного использования. Для достижения цели поставлены следующие задачи: раскрыть содержание маркетинговых инноваций; систематизировать современные инструменты инновационного маркетинга; выявить механизм их воздействия на конкурентоспособность; предложить направления практического применения маркетинговых инноваций в деятельности компаний.

Материалы и методы исследования. Исследование выполнено на основе анализа научных источников по маркетингу, инновационному развитию, цифровой экономике и конкурентоспособности компаний. Теоретической базой послужили труды Ф. Котлера, Р.А. Фатхутдинова, Д. Чаффи, М. Портера, а также положения Oslo Manual, где маркетинговые инновации рассматриваются как внедрение новых методов маркетинга, связанных с изменениями в продвижении, дизайне продукта, размещении и ценообразовании [2; 6; 8–10].

В качестве эмпирической и прикладной базы использованы публикации, отражающие развитие интернет-маркетинга, электронной коммерции и «зеленой» экономики в Кыргызской Республике [1; 3–5; 7]. Особое внимание уделено материалам журнала «Известия КГТУ им. И. Раззакова», поскольку они отражают современные исследования по цифровизации бизнеса, электронной коммерции и инновационному предпринимательству в национальном контексте [1; 3; 5; 7].

В работе применены методы сравнительного анализа, систематизации, обобщения и логического анализа. Сравнительный анализ позволил выделить различия между традиционными и инновационными маркетинговыми инструментами. Метод систематизации использован для группировки направлений маркетинговых инноваций по их влиянию на конкурентоспособность. Метод обобщения применен при формулировании выводов и практических рекомендаций.

Результаты исследования и их обсуждение. Маркетинговые инновации можно определить как совокупность новых методов, инструментов и технологий маркетинговой деятельности, направленных на более эффективное взаимодействие с потребителями, создание дополнительной ценности и укрепление конкурентных позиций компании. К таким инновациям относятся цифровой маркетинг, CRM-системы, персонализация предложений, маркетинговая аналитика, контент-маркетинг, электронная коммерция, омниканальные коммуникации и элементы экологического маркетинга. Проведённое сопоставление показало, что классические маркетинговые инструменты в основном используются для распространения информации о товарах и стимулирования их сбыта. В отличие от них современные маркетинговые инновации позволяют выстраивать долгосрочные отношения с потребителями, собирать и анализировать клиентские данные, адаптировать предложения под индивидуальные потребности аудитории и повышать качество принимаемых управленческих решений.

Анализ литературы показывает, что влияние маркетинговых инноваций на конкурентоспособность проявляется не через один показатель, а через совокупность взаимосвязанных эффектов: повышение узнаваемости, расширение клиентской базы, рост лояльности, улучшение качества управленческих решений и укрепление репутации компании. Обобщенные результаты систематизации представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Направления влияния маркетинговых инноваций на конкурентоспособность компании

Направление маркетинговых инноваций	**Практическое содержание инструмента**	**Проявление конкурентного эффекта**
Цифровые каналы коммуникации	Использование сайта, электронного каталога, социальных сетей, мессенджеров и онлайн-форм заявок для предоставления информации о продукции и условиях сотрудничества	Повышение доступности информации для клиентов, ускорение первичного контакта и расширение географии взаимодействия
CRM и управление клиентской базой	Фиксация истории обращений и заказов, сегментация клиентов, напоминания о повторных закупках и индивидуальные предложения	Удержание постоянных клиентов, рост повторных заказов и снижение риска потери клиента из-за несвоевременной коммуникации
Маркетинговая аналитика	Анализ спроса, обращений клиентов, эффективности каналов продвижения и динамики повторных продаж	Повышение точности маркетингового планирования и снижение управленческих решений, принимаемых без опоры на данные
Электронная коммерция и онлайн-платформы	Использование цифровых площадок, онлайн-каталогов и электронных каналов оформления заявок	Расширение каналов продаж, упрощение взаимодействия с клиентами и возможность выхода на новые региональные рынки
Экологический маркетинг и устойчивое позиционирование	Отражение экологических и социальных преимуществ компании в коммуникациях, продвижение ответственного имиджа	Формирование доверия к компании, дифференциация бренда и усиление неценовых конкурентных преимуществ

Источник: составлено автором на основе анализа литературы [1–3; 5; 7; 9; 10].

Представленные направления показывают, что маркетинговые инновации влияют на конкурентоспособность не изолированно, а через взаимосвязанную систему маркетингового управления. Так, цифровые каналы обеспечивают первичный контакт с клиентами, CRM-системы позволяют поддерживать долгосрочные отношения, а маркетинговая аналитика создает информационную основу для более точного планирования. В совокупности данные инструменты усиливают не только продвижение продукции, но и качество управленческих решений компании.

В условиях Кыргызской Республики особое значение имеют интернет-маркетинг и электронная коммерция. Развитие цифровых платформ и онлайн-коммуникаций позволяет предприятиям малого и среднего бизнеса расширять клиентскую базу, использовать более гибкие каналы продвижения и постепенно интегрироваться в региональную цифровую экономику [5; 7].

Полученные результаты показывают, что маркетинговые инновации оказывают комплексное воздействие на конкурентоспособность компании. Прежде всего, цифровые коммуникации позволяют предприятиям быстрее доводить информацию о продукции до клиентов и снижать зависимость от традиционных каналов продвижения. Для компаний Кыргызстана это особенно важно, поскольку интернет-маркетинг помогает расширять географию продаж и конкурировать с более крупными участниками рынка за счет более прямого взаимодействия с потребителями [7].

Вторым значимым направлением выступает персонализация маркетинга. Использование CRM-систем и аналитики данных позволяет накапливать информацию о клиентах, отслеживать историю взаимодействия, выявлять повторяющиеся потребности и формировать более точные предложения. Такой подход повышает вероятность повторных заказов, укрепляет доверие клиентов и снижает затраты на привлечение новой аудитории.

Третье направление связано с развитием электронной коммерции и цифровых торговых платформ. Исследования по трансграничной электронной коммерции показывают, что цифровые платформы расширяют возможности предпринимателей по выходу на внешние рынки, однако их эффективность зависит от уровня цифровых компетенций, логистики и организационной готовности компаний [5]. Следовательно, внедрение маркетинговых инноваций должно сопровождаться обучением персонала и совершенствованием бизнес-процессов.

Отдельное значение приобретает экологический маркетинг и устойчивое позиционирование. Переход к «зеленой» экономике формирует новые рынки и стимулирует инновационное предпринимательство, что может быть использовано компаниями для укрепления деловой репутации и создания неценовых конкурентных преимуществ [1]. В данном случае маркетинговые инновации выполняют не только коммуникационную, но и стратегическую функцию, поскольку помогают компании выделяться на рынке за счет ответственного имиджа.

Вместе с тем эффективность маркетинговых инноваций зависит от уровня их интеграции в систему управления компанией. Отдельное использование сайта, социальных сетей или рекламных инструментов не обеспечивает устойчивого результата, если они не связаны с анализом данных, управлением клиентской базой и общей маркетинговой стратегией. Поэтому главным условием повышения конкурентоспособности является комплексное применение инновационных инструментов.

Заключение. По результатам исследования установлено, что маркетинговые инновации являются важным фактором повышения конкурентоспособности компании в условиях цифровой экономики. Их влияние проявляется через улучшение коммуникации с клиентами, расширение рыночного охвата, повышение лояльности, укрепление бренда и повышение обоснованности управленческих решений.

К числу наиболее значимых инструментов относятся цифровой маркетинг, CRM-системы, маркетинговая аналитика, электронная коммерция, персонализация и экологический маркетинг. Наибольший эффект данные инструменты обеспечивают при их комплексном применении и включении в единую систему маркетингового управления.

Для компаний Кыргызской Республики практический интерес представляет развитие интернет-маркетинга, цифровых каналов продаж, клиентской аналитики и устойчивого позиционирования. Реализация указанных направлений позволит предприятиям усилить конкурентные преимущества, повысить качество взаимодействия с клиентами и укрепить рыночные позиции.

Перспективы дальнейшего исследования связаны с оценкой экономической эффективности отдельных маркетинговых инноваций на примере конкретных предприятий, включая расчет влияния CRM-систем, цифровых каналов и программ лояльности на повторные продажи и финансовые результаты.

Список литературы

1. Абсаматова, Э. К. Зеленая экономика как фактор развития инновационного предпринимательства в Кыргызстане [Текст] / Э. К. Абсаматова, М. Атырова // Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова. – Бишкек, 2026. – Т. 2. – № 1(77). – С. 344–349. – DOI 10.56634/16948335.2026.1.344-349.

2. Котлер, Ф. Маркетинг менеджмент [Текст] / Ф. Котлер, К. Л. Келлер. – 16-е изд. – Москва: Питер, 2021. – 816 с.

3. Кудабаева, Н. К. Разработка стратегии товарной политики компании в условиях замедления экономического роста [Текст] / Н. К. Кудабаева // Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова. – Бишкек, 2022. – № 3(63). – С. 210–215. – DOI 10.56634/16948335_2022_3_210. – EDN XFNTCW.

4. Кудабаева, Н. К. Финансовые стратегии и маркетинговые инструменты для устойчивого развития туризма [Текст] / Н. К. Кудабаева, М. О. Тоймза, А. Р. Рыспекова // Наука и инновационные технологии. – 2025. – № 2(35). – С. 209–216. – DOI 10.33942/sit1427. – EDN NFKJZT.

5. Осмонкулова, Г. О. Трансграничная E-commerce Кыргызстан-Китай [Текст] / Г. О. Осмонкулова, Сюй Чже // Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова. – Бишкек, 2026. – Т. 2. – № 1(77). – С. 372–377. – DOI 10.56634/16948335.2026.1.372-377.

6. Портер, М. Конкурентное преимущество: как достичь высокого результата и обеспечить его устойчивость [Текст] / М. Портер. – Москва: Альпина Паблишер, 2022. – 715 с.

7. Рахматиллаев, Б. К. Построение концептуальной модели бизнес-процессов интернет-маркетинга предприятия [Текст] / Б. К. Рахматиллаев, А. Дж. Картанова // Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова. – Бишкек, 2026. – Т. 2. – № 1(77). – С. 359–371. – DOI 10.56634/16948335.2026.1.359-371.

8. Фатхутдинов, Р. А. Конкурентоспособность: экономика, стратегия, управление [Текст] / Р. А. Фатхутдинов. – Москва: ИНФРА-М, 2020. – 312 с.

9. Чаффи, Д. Цифровой маркетинг [Текст] / Д. Чаффи, Ф. Эллис-Чадвик. – Москва: Вильямс, 2021. – 656 с.

10. OECD. Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation [Text]. – Paris: OECD Publishing, 2018.

11. World Bank. Digital Economy for Development Report [Text]. – Washington: World Bank, 2021.

УДК 338.5:351.82(575.2)

С. М. Молдогазиева, И. Н. Рачковская
Ж. Баласагын атындагы КУУ, Кыргыз-Европа факультети,
Бишкек, Кыргыз Республикасы
КНУ им. Ж. Баласагына, Кыргызско-Европейский факультет,
Бишкек, Кыргызская Республика

S. M. Moldogazieva, I. N. Rachkovskaya
Kyrgyz National University named after J. Balasagyn, Kyrgyz-European Faculty, Bishkek, Kyrgyz Republic

ГОСУДАРСТВЕННАЯ ЦЕНОВАЯ ПОЛИТИКА В КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ И ПУТИ ЕЁ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ

КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНДАГЫ МАМЛЕКЕТТИК БАА САЯСАТЫ ЖАНА АНЫ ӨРКҮНДӨТҮҮ ЖОЛДОРУ

STATE PRICE POLICY IN THE KYRGYZ REPUBLIC AND WAYS TO IMPROVE IT

Кыргыз Республикасындагы мамлекеттик баа саясаты рыноктук баа түзүү, административдик жөнгө салуу, тарифтик эсептөө жана монополияга каршы көзөмөлдүн өз ара байланышы аркылуу ачылат. Керектөө бааларынын 2020–2024-жылдардагы өсүшү, «Баа түзүү жөнүндө» мыйзамдын практикалык мааниси, социалдык жактан сезимтал товарларга карата мамлекеттик чаралар жана 2025–2026-жылдардагы мыйзамдык демилгелер баа саясатынын жөн гана тыюу салуу чаралары менен чектелбеши керек экенин көрсөтөт. Сезондук тартыштык, импорттук басым, тарифтик жүк, атаандаштыктын начардыгы жана калктын кирешесинин төмөндөшү ар башка жөнгө салуу механизмдерин талап кылат. Натыйжалуу саясат санариптик мониторингди күчөтүү, тариф түзүүнү ачык кылуу, монополияга каршы алдын алуу чараларын кеңейтүү, даректүү колдоо жана жөнгө салуучу чечимдердин жыйынтыгын баалоо менен байланыштуу.

Түйүндүү сөздөр: *баа саясаты; баа түзүү; инфляция; тарифтик жөнгө салуу; монополияга каршы көзөмөл; Кыргыз Республикасы.*

Государственная ценовая политика Кыргызской Республики раскрывается через соотношение рыночного ценообразования, прямого административного регулирования, тарифной методики и антимонопольного контроля. Динамика индекса потребительских цен за 2020–2024 гг., Закон Кыргызской Республики «О ценообразовании», регулирование социально значимых товаров и законодательные инициативы 2025–2026 гг. показывают ограниченность простого запрета на рост цен. Сезонный дефицит, импортный шок, тарифная нагрузка, слабая конкуренция и снижение доходов населения требуют разных инструментов, поскольку единая административная мера может сдержать цену внешне, но ослабить предложение. Более устойчивый результат связан с цифровым мониторингом цен, прозрачным тарифообразованием, антимонопольной профилактикой, адресной поддержкой уязвимых групп и оценкой последствий регулирующих решений.

Ключевые слова: *ценовая политика; ценообразование; инфляция; тарифное регулирование; антимонопольный контроль; Кыргызская Республика.*

State price policy in the Kyrgyz Republic is shaped by the interaction of market pricing, direct administrative regulation, tariff-setting methods and antimonopoly control. Consumer price dynamics in 2020–2024, the Law of the Kyrgyz Republic "On Pricing", regulation of socially significant goods and legislative initiatives discussed in 2025–2026 reveal the limits of simple price restrictions. Seasonal shortages, import shocks, tariff pressure, weak competition and declining household incomes require different instruments, since a single administrative measure may restrain prices only formally while weakening supply. A more stable approach depends on digital price monitoring, transparent tariff-setting, stronger antimonopoly prevention, targeted support for vulnerable groups and ex-post assessment of regulatory decisions.

Key words: *price policy; pricing; inflation; tariff regulation; antimonopoly control; Kyrgyz Republic.*

Введение. Государственная ценовая политика в Кыргызской Республике уже не укладывается в узкое регулирование отдельных тарифов или перечня социально значимых товаров. Рост цен на продовольствие, топливо, коммунальные услуги и импорт зависимые позиции быстро снижает реальные доходы населения, после чего экономическая проблема переходит в социальную и политическую плоскость. Для малой открытой экономики такая зависимость особенно чувствительна. Внутренний рынок реагирует на внешние закупочные цены, курс валюты, транспортные расходы, сезонность поставок и состояние конкуренции в

торговых цепочках. По данным Национального статистического комитета КР, индекс потребительских цен составил 106,3 % в 2020 г., 111,9 % в 2021 г., 113,9 % в 2022 г., 110,8 % в 2023 г. и 105,0 % в 2024 г. Замедление инфляции в 2024 г. не сняло проблему, поскольку уже в апреле 2026 г. годовой индекс потребительских цен вновь достиг 111,4 % [3].

Правовая база ценовой политики стала более определенной после принятия Закона Кыргызской Республики «О ценообразовании» от 11 апреля 2023 г. № 87. В законе закреплены методы государственного регулирования, основания для введения регулирующих мер и компетенция государственных органов [1]. Наличие специального закона, впрочем, не решает главный практический вопрос. Государству необходимо различать природу ценового роста. Сезонный дефицит, импортный шок, тарифная нагрузка, монопольное поведение и падение доходов населения требуют разных решений. Когда эти причины закрываются одним административным ограничением, цена может быть временно сдержана, зато повышается риск дефицита, ухудшения качества или ухода части торговли в тень.

Цена в экономике работает сразу в двух измерениях. Для производителя и продавца она отражает спрос, издержки и возможность получения прибыли. Для населения та же цена показывает, насколько доступны базовые товары и услуги. Эта двойственность хорошо заметна на рынках хлеба, растительного масла, топлива, электроэнергии, отопления и общественного транспорта. Здесь обычная рыночная формула выбора более дешевого предложения действует неполно, поскольку домохозяйства с низкими доходами не могут отказаться от необходимого потребления. Государство при таких условиях не должно оставаться сторонним наблюдателем, хотя превращать каждый рост цены в повод для прямого запрета тоже опасно.

Рыночное саморегулирование дает результат там, где есть конкуренция, информация открыта, а потребитель действительно выбирает между альтернативами. Если поставщиков мало, вход на рынок затруднен, логистика контролируется ограниченным кругом участников, а структура цены непрозрачна, формальная свобода ценообразования может маскировать рыночную власть. Внешне цена выглядит рыночной. По существу, она уже фиксирует не конкуренцию, а слабость конкурентной среды. Для Кыргызской Республики такая проблема заметна из-за небольшой емкости внутреннего рынка, высокой роли импорта и зависимости отдельных товарных цепочек от узкого круга поставщиков.

Прямое регулирование цены дает быстрый политический эффект, поскольку общество сразу видит реакцию государства. К таким мерам относятся предельные цены, временное замораживание, ограничение торговых надбавок и контроль цен на социально значимые товары. Их применение оправдано при резком ценовом шоке, угрозе социальной напряженности или временном нарушении поставок. При длительном использовании слабые стороны становятся очевидными. Если регулируемая цена не покрывает закупочную стоимость, логистику, аренду, потери, налоги, заработную плату и нормальную прибыль, продавец начинает менять поведение. Он может сокращать ассортимент, уменьшать поставки, снижать качество или переносить потери на другие товарные позиции.

Ограничение торговой надбавки часто выглядит более мягким вариантом прямого установления цены, хотя этот инструмент тоже требует точного расчета. Торговая надбавка не равна чистой прибыли. В нее включаются расходы на хранение, транспортировку, аренду, персонал, порчу товара, налоги и административные издержки. Если государство ограничивает надбавку без анализа этих компонентов, под давление попадает не сверхприбыль, а нормальная способность торговли выполнять свою функцию. Мера, внешне направленная на защиту покупателя, способна ослабить предложение и ухудшить доступность товара в регионах, где логистика обходится дороже.

Тарифное регулирование имеет иную природу. Электроэнергия, теплоснабжение, водоснабжение и отдельные инфраструктурные услуги не могут работать по модели обычного конкурентного рынка. Потребитель не выбирает между несколькими параллельными сетями, а создание дублирующей инфраструктуры экономически

бессмысленно. Государство вынуждено регулировать не один уровень тарифа, а методику его расчета. Заниженный тариф временно облегчает нагрузку на население, при хроническом применении он ведет к износу сетей, аварийности и будущим бюджетным расходам. Завышенный тариф создает другую угрозу, когда население и бизнес оплачивают неэффективные расходы регулируемой организации.

Среднесрочная тарифная политика на электрическую энергию на 2025–2030 гг. показывает, что тарифный вопрос нельзя свести к лозунгу о дешевой электроэнергии [6]. Доступность тарифа важна, но рядом с ней стоят инвестиции в инфраструктуру, снижение потерь, качество услуги и понятность расчетов. Повышение тарифа без публичного объяснения структуры затрат и инвестиционных обязательств воспринимается как произвольная нагрузка. Удержание тарифа ниже экономически оправданного уровня лишает отрасль ресурса для обновления. Прозрачная тарифная методика должна удерживать баланс между социальной приемлемостью платежей и финансовой жизнеспособностью инфраструктуры.

Антимонопольный контроль остается одним из наиболее недооцененных элементов ценовой политики. Он не назначает цену напрямую, зато влияет на условия ее формирования. Закон Кыргызской Республики «О конкуренции» создает правовую основу для пресечения злоупотребления доминирующим положением, согласованных действий и иных антиконкурентных практик [2]. Сильная сторона такого подхода заключается в воздействии на источник ценового искажения, без подавления всего рынка одной административной мерой. Слабость также очевидна. Расследования требуют времени, данных и профессиональной экономической экспертизы. Именно эта работа позволяет отделить объективное подорожание от поведения компаний, извлекающих выгоду из слабой конкуренции.

Ценовой сговор опасен тем, что рынок может сохранять видимость конкуренции. На нем присутствуют разные продавцы, вывески, бренды и формальная свобода выбора, хотя фактическая цена движется согласованно. Потребитель в такой ситуации сталкивается не с конкуренцией, а с ее имитацией. Административный потолок цены не устраняет корень проблемы. Более точной мерой становится анализ динамики цен, структуры поставок, переписки, тендеров, складских запасов, барьеров входа и экономической необъяснимости синхронного поведения компаний. Такой контроль сложнее объяснить в публичной политике, зато он меньше разрушает стимулы добросовестных участников рынка [7].

Постановление Кабинета Министров КР о государственном регулировании цен на социально значимые товары закрепляет возможность вмешательства в чувствительных сегментах потребления [5]. Сама идея такого регулирования оправдана, поскольку рост цен на базовые товары сильнее всего бьет по малообеспеченным семьям. Проблема появляется тогда, когда социальная значимость товара автоматически ведет к постоянному контролю цены. Перечень таких товаров должен оставаться узким, обоснованным и регулярно пересматриваться. Расширение зоны административного контроля повышает риск, что регулирование начнет вытеснять конкуренцию, торговую инициативу и нормальное движение предложения.

В 2025–2026 гг. дискуссия вокруг поправок к Закону «О ценообразовании» показала, насколько хрупким остается баланс между защитой потребителя и предпринимательской свободой. Предложение ограничить уровень рентабельности не более 25 % к себестоимости товаров, работ и услуг выглядело как попытка сдержать ценовой рост. Универсальная планка при этом не учитывает различия отраслей. В капиталоемком бизнесе инвестиционный горизонт длиннее, риски выше, себестоимость может резко меняться. В торговле и услугах структура затрат и оборот капитала устроены иначе. Единый предел рентабельности

способен затронуть не только спекулятивное поведение, но и нормальную предпринимательскую активность [9; 10].

Для Кыргызской Республики более устойчивой выглядит дифференцированная модель ценовой политики, а не единая административная норма для всех рынков. Социально значимые товары требуют ежедневного мониторинга цен, запасов и поставок. Инфраструктурные тарифы нуждаются в публичной методике, где видны затраты, инвестиции и показатели качества. Конкурентные рынки должны регулироваться через раскрытие информации, снятие барьеров входа и антимонопольную профилактику. Домохозяйствам с низкими доходами требуется адресная поддержка, а не общее удешевление товара для всех потребителей, включая обеспеченные группы.

Цифровой мониторинг цен может стать ключевым инструментом раннего предупреждения, если он будет связан не только со сбором статистики, но и с анализом причин отклонений. Государству важно видеть не одну конечную розничную цену, а цепочку ее формирования, включая закупочную стоимость, транспортировку, хранение, торговую надбавку, налоги, сезонный фактор и региональную специфику. Без такой информации регулирование превращается в реакцию на уже случившийся скачок. Регулярные данные позволяют раньше выявлять дефицит, подозрительную синхронность цен, рост логистических затрат и региональные перекосы.

Адресная поддержка населения часто оказывается справедливее общего ценового ограничения. Если проблема связана не с монопольной ценой, а с низкими доходами домохозяйств, государственное удешевление товара для всех потребителей распределяет помощь слишком широко. Часть выгоды получают группы, которые не нуждаются в поддержке. Адресный механизм сложнее администрировать, зато он точнее защищает уязвимые категории и меньше искажает стимулы предложения. Для бюджета это тоже существенно, поскольку универсальные меры поддержки быстро становятся дорогими и плохо управляемыми.

Оценка последствий регулирующих решений должна стать постоянной частью ценовой политики. Вмешательство нельзя считать успешным только из-за краткосрочной остановки роста цены. Необходимо проверять, что произошло с предложением, качеством товара, бюджетными расходами, конкуренцией, инвестициями и поведением бизнеса. Если ограничение цены привело к исчезновению товара из части торговых точек, формальное снижение не дает реального результата. Если тариф удержан низким, но выросли аварийность и износ сетей, социальный эффект обернулся отложенной проблемой. В этом смысле подход OECD к оценке регулирования полезен не как внешняя рекомендация, а как способ дисциплинировать государственное решение [7; 11].

Сильная ценовая политика не должна превращаться в борьбу государства с самой ценой. Цена может быть болезненной для потребителя, но она несет информацию о спросе, издержках, дефиците, рисках поставок и качестве институтов. Государственная задача состоит в том, чтобы определить, где ценовой сигнал искажен и где его социальные последствия становятся неприемлемыми. При монопольном поведении нужна конкреционная реакция. При тарифной непрозрачности — методика и контроль затрат. При импортном шоке — работа с поставками, запасами и логистикой. При бедности населения — адресная защита.

Совершенствование государственной ценовой политики Кыргызской Республики должно опираться на переход от реактивного контроля к диагностической модели регулирования. Прямые ограничения могут сохраняться в арсенале государства, но только как временная мера при доказанном социальном риске. Основу политики должны составлять цифровой мониторинг, прозрачное тарифообразование, более сильная антимонопольная экспертиза, адресная поддержка и последующая оценка результата. Такая конструкция

сложнее простого административного запрета, зато она позволяет защищать потребителя без разрушения предложения и инвестиционных стимулов [1; 3; 7].

Список литературы

1. Закон Кыргызской Республики от 11 апреля 2023 года № 87 «О ценообразовании» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://cbd.minjust.gov.kg/4-3327/edition/1251929/ru (дата обращения: 23.05.2026).
2. Закон Кыргызской Республики от 22 июля 2011 года № 116 «О конкуренции»: действующая редакция [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://cbd.minjust.gov.kg/203356/edition/1236940/ru (дата обращения: 23.05.2026).
3. Национальный статистический комитет Кыргызской Республики. Социально-экономическое положение Кыргызской Республики в январе-декабре 2024 г. [Электронный ресурс]. – Бишкек, 2025. – Режим доступа: https://stat.gov.kg/ru/publications/doklad-socialno-ekonomicheskoe-polozhenie-kyrgyzskoj-respubliki/ (дата обращения: 23.05.2026).
4. Национальный банк Кыргызской Республики. Отчет о денежно-кредитной политике. IV квартал 2025 года [Электронный ресурс]. – Бишкек, 2026. – Режим доступа: https://www.nbkr.kg/ (дата обращения: 23.05.2026).
5. Постановление Кабинета Министров Кыргызской Республики от 8 сентября 2023 года № 455 «О государственном регулировании цен на социально значимые товары» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://cbd.minjust.gov.kg/50-524/edition/3480/ru (дата обращения: 23.05.2026).
6. Постановление Кабинета Министров Кыргызской Республики от 24 апреля 2025 года № 227 «Об утверждении Среднесрочной тарифной политики Кыргызской Республики на электрическую энергию на 2025–2030 годы» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.gov.kg/ru/npa/s/4644 (дата обращения: 23.05.2026).
7. OECD. Competition Assessment Toolkit. Volume 1: Principles [Electronic resource]. – Paris: OECD Publishing, 2019. – Access mode: https://www.oecd.org/competition/assessment-toolkit.htm (accessed: 23.05.2026).
8. IMF. Kyrgyz Republic: 2024 Article IV Consultation – Press Release; Staff Report; and Statement by the Executive Director for the Kyrgyz Republic [Electronic resource]. – Washington, D.C.: IMF, 2024. – Access mode: https://www.imf.org/en/Countries/KGZ (accessed: 23.05.2026).
9. Жогорку Кенеш Кыргызской Республики. Законопроект «О внесении изменений в Закон Кыргызской Республики “О ценообразовании”» [Электронный ресурс]. – 2026. – Режим доступа: https://kenesh.kg/ru/bills/672439 (дата обращения: 23.05.2026).
10. 24.kg. Закон «О ценообразовании»: Международный деловой совет выступил против поправок [Электронный ресурс]. – 17.02.2026. – Режим доступа: https://24.kg/ekonomika/362277_zakon_laquoonbsptsenoobrazovaniiraquo_mejdunarodnyiy_delovoy_sovet_vyistupil_protiv_popravok_/ (дата обращения: 23.05.2026).
11. OECD. Regulatory Impact Assessment. OECD Best Practice Principles for Regulatory Policy [Electronic resource]. – Paris: OECD Publishing, 2020. – Access mode: https://www.oecd.org/gov/regulatory-policy/ (accessed: 23.05.2026).

УДК 004.3

К. В. Семенова
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 айлануда. 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.

***Түйүндүү сөздөр**: RFID, логистика, жеткирүү чынжырлары, идентификация, запастарды башкаруу, санариптештирүү, буюмдар интернети.*

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, 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.*

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. Альтернативой выступает технология радиочастотной идентификации (RFID), которая позволяет считывать информацию с нескольких объектов одновременно и без прямого контакта. В рамках данной статьи ставится задача оценить, насколько применение RFID способно повысить прозрачность логистических операций и какие эффекты это за собой влечет [1].

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.

Технология RFID базируется на трех основных компонентах: RFID-метка, считыватель и антенна. Принцип работы заключается в передаче данных по радиоканалу от метки к считывающему устройству. В отличие от штрихкода, метка может не только хранить, но и перезаписывать информацию, что позволяет отслеживать историю объекта, включая температурный режим, механические воздействия и другие параметры. На рисунке 1 представлена обобщенная схема функционирования RFID-системы в логистике, отображающая основные элементы и информационные потоки между ними [4].

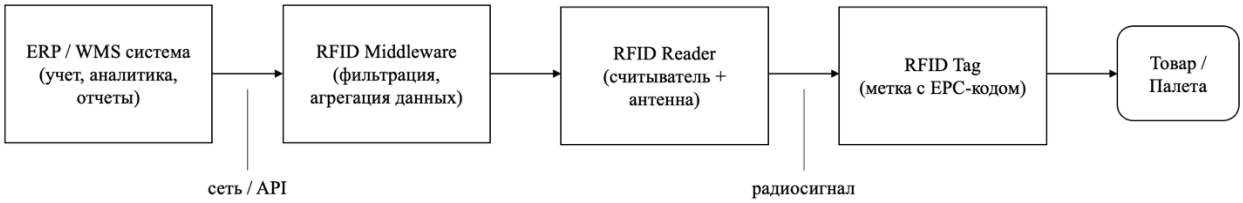


Рисунок 1 – общий принцип функционирования RFID-системы

Данная схема иллюстрирует ключевое преимущество RFID-технологии – автоматическую передачу данных о грузе в информационную систему без необходимости прямого контакта и участия человека. Это создает основу для перехода от дискретного учета на складе к непрерывному мониторингу в пути.

Анализ показывает, что внедрение RFID оказывает многостороннее влияние на прозрачность логистики. При приемке товаров использование RFID позволяет сократить время обработки партии на 70-80% по сравнению с ручным сканированием штрихкодов за счет возможности пакетного считывания всей паллеты или короба целиком, что мгновенно сверяет фактическое наличие с данными в системе. Автоматизация процессов приемки и отгрузки на основе RFID позволяет не только ускорить операции, но и полностью исключить ошибки идентификации, связанные с человеческим фактором. В складском учете инвентаризация перестает быть отдельной трудоемкой операцией: стеллажи, оснащенные считывателями, или ручные терминалы позволяют проводить учет в реальном времени без остановки работы склада. Программная реализация информационных систем с использованием RFID-меток обеспечивает точность учета запасов, приближающуюся к 99,9%, полностью исключая технические потери и пересортицу [3].

При отгрузке и транспортировке системы контроля ворот автоматически фиксируют факт выбытия товара со склада, а при интеграции с GPS-технологиями появляется возможность отслеживать не только транспортное средство, но и конкретную единицу груза внутри него. Кроме того, RFID позволяет эффективно отслеживать движение поддонов, контейнеров и многооборотной тары, что снижает потери и простои оборудования. Современные логистические компании все чаще обращаются к RFID как к инструменту, обеспечивающему полную прослеживаемость товаропотока на всех этапах – от поступления на склад до передачи конечному потребителю [4].

Таким образом, RFID переводит прозрачность логистики на качественно новый уровень – от пассивного наблюдения к активному управлению. Если штрихкод лишь подтверждает факт события, то RFID предоставляет аналитику: сколько времени товар находился в зоне приемки, не был ли нарушен температурный режим при транспортировке. В мультимодальных перевозках, где груз проходит через множество точек смены ответственности, RFID становится незаменимым инструментом обеспечения сквозного контроля и прозрачности на всем пути следования [1].

Однако дискуссионным остается вопрос об экономической эффективности внедрения. Стоимость меток и инфраструктуры остается высокой, особенно для товаров низкого ценового сегмента. Применение RFID должно быть оправдано масштабом и стоимостью логистических операций, однако тенденция к снижению стоимости компонентов и развитие технологий печати меток постепенно делают RFID все более доступным для среднего и малого бизнеса. Важным фактором является также развитие программного обеспечения, которое становится более гибким и адаптируемым под конкретные задачи предприятия, что снижает затраты на внедрение.

Можно с уверенностью сказать, что RFID существенно повышает уровень прозрачности логистических операций. Технология обеспечивает непрерывный контроль за грузопотоками, ускоряет учетные процедуры и сводит к минимуму влияние человеческого фактора. Конечно, говорить о ее повсеместном распространении пока рано: мешают высокая стоимость внедрения, отсутствие единых стандартов и риски в сфере информационной безопасности. Однако с учетом общих трендов цифровизации и развития Интернета вещей можно прогнозировать дальнейший рост интереса к RFID. Чтобы сделать технологию доступнее для бизнеса разного масштаба, необходимы дополнительные исследования, направленные на оценку реальных затрат и выгод от ее использования, а также на поиск оптимальных способов встраивания RFID в уже существующие цифровые экосистемы [3].

Список литературы

1. Кегенбеков, Ж.К. Принципы создания мультимодальных транспортно-логистических центров / Ж.К. Кегенбеков, Д.М. Тюлюбаева, А.А. Кыдыков // Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова. – 2018. – № 3(47). – С. 499-504. – EDN YLZTIT.

2. Копылов, М.А. Оптимизация и совершенствование бизнес-процессов в логистике на основе внедрения RFID-технологии / М.А. Копылов, В.В. Бурлаков // Цифровизация в социально-экономических системах: сборник докладов научно-практической конференции, Москва, 28 мая 2024 года. – Москва: МИРЭА - Российский технологический университет, 2025. – С. 266-273. – EDN UMJTCJ.

3. Гумберг, Н.С. Программная реализация информационной системы складской логистики с использованием RFID-меток / Н.С. Гумберг // Перспективы науки. – 2023. – № 8(167). – С. 28-31. – EDN YTSXQC.

4. Сладкова, А.Н. Применение радиочастотной идентификации RFID в современной логистике / А.Н. Сладкова // Цифровая экономика глазами студентов: Материалы V Международной научной конференции, Казань, 16 мая 2025 года. – Казань: ИП Сагиев А.Р., 2025. – С. 1068-1071. – EDN TJCXMU.

УДК 658.15:621.31

К. К. Сыргаков
КГТУ им. И. Раззакова, филиал им. Х.А. Рахматулина
Токмок, Кыргызская Республика
И. Раззаков атындагы КМТУнун Х.А. Рахматулин атындагы филиалы
Токмок, Кыргыз Республикасы

K. K. Syrgakov
I. Razzakov KSTU, branch named after Kh.A. Rakhmatulin
Tokmok, Kyrgyz Republic

АНАЛИЗ ФИНАНСОВОГО СОСТОЯНИЯ КОММУНАЛЬНОЙ СЛУЖБЫ «ТОКМОКСКИЙ РЭС» И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЕЕ ФИНАНСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ

«ТОКМОК РЭС» КОММУНАЛДЫК КЫЗМАТЫНЫН ФИНАНСЫЛЫК АБАЛЫН ТАЛДОО ЖАНА АНЫН ФИНАНСЫЛЫК ТУРУКТУУЛУГУН ӨНҮКТҮРҮҮ КЕЛЕЧЕГИ

ANALYSIS OF THE FINANCIAL CONDITION OF TOKMOK RES UTILITY SERVICE AND PROSPECTS FOR DEVELOPING ITS FINANCIAL STABILITY

Макалада «Токмок РЭС» коммуналдык кызматынын финансылык абалы райондук электр тармактарынын ишмердүүлүгүнүн өзгөчөлүктөрүн эске алуу менен талданат. Финансылык туруктуулукка таасир эткен негизги факторлор катары дебитордук карыз, электр энергиясынын жоготуулары, тарифтик чектөөлөр, тармактык инфраструктуранын эскириши жана оңдоо-эксплуатациялык чыгымдар каралат. 2024-жылы Токмок РЭС менен Чүй РЭСтин бириктирилиши башкарууну оптималдаштыруу жана чыгымдарды кыскартуу чарасы катары бааланат.

Түйүндүү сөздөр: *финансылык абал, финансылык туруктуулук, Токмок РЭС, Чүй РЭС, НЭСК, коммуналдык кызмат, дебитордук карыз, электр тармактары.*

Статья посвящена анализу финансового состояния коммунальной службы «Токмокский РЭС» с учетом специфики деятельности районных электрических сетей. Рассматриваются факторы, влияющие на финансовую устойчивость: состояние дебиторской задолженности, уровень технологических и коммерческих потерь, тарифные ограничения, износ сетевой инфраструктуры и расходы на ремонтно-эксплуатационные

работы. Отдельное внимание уделено реорганизации 2024 года, когда Токмокский РЭС и Чуйский РЭС были объединены в один Чуйский РЭС для повышения оперативного управления и экономической эффективности. Для оценки использованы открытые данные ОАО «Национальная электрическая сеть Кыргызстана», материалы Чуйского предприятия электрических сетей и публикации о реорганизации подразделений.

Ключевые слова: *финансовое состояние, финансовая устойчивость, Токмокский РЭС, Чуйский РЭС, НЭСК, коммунальная служба, дебиторская задолженность, электросетевое хозяйство.*

The article examines the financial condition of Tokmok RES utility service, taking into account the operational specifics of district electricity networks. The analysis focuses on receivables, electricity losses, tariff restrictions, infrastructure depreciation and maintenance costs. Special attention is paid to the 2024 reorganization, when Tokmok RES and Chuy RES were merged into one Chuy RES to improve operational management and economic efficiency.

Key words: *financial condition, financial stability, Tokmok RES, Chuy RES, NESC, utility service, receivables, electricity networks.*

Финансовое состояние районных электрических сетей отличается от финансового состояния обычного коммерческого предприятия. РЭС работает с социально значимой услугой, поэтому не может свободно менять тариф, отказываться от нерентабельных участков сети или переносить расходы на потребителя. Его устойчивость зависит от качества учета, собираемости платежей, технических потерь, состояния линий электропередачи и способности проводить ремонт до возникновения аварий [1].

Коммунальная служба «Токмокский РЭС» является территориальным подразделением энергетической системы. Его финансовая устойчивость выражается не только в прибыли или убытке, но и в способности поддерживать надежное электроснабжение, выполнять ремонтные работы, контролировать задолженность потребителей и снижать потери электроэнергии. Отдельная публичная отчетность по Токмокскому РЭС в открытом доступе не раскрывается, поэтому оценка проводится на основе данных ОАО «НЭС Кыргызстана» и материалов по Чуйскому предприятию электрических сетей [1].

По данным отчетности ОАО «НЭС Кыргызстана», финансовый результат компании в 2021–2024 годах оставался отрицательным. В 2021 году чистый убыток составил 7 671 502 тыс. сомов, в 2022 году — 1 825 096 тыс. сомов, в 2023 году — 3 942 687 тыс. сомов, в 2024 году — 5 308 897 тыс. сомов [2; 3; 4]. Такая динамика показывает, что проблема финансовой устойчивости энергетического сектора имеет системный характер.

Таблица 1 - Основные факторы, влияющие на финансовую устойчивость коммунальной службы «Токмокский РЭС»

Фактор	**Проявление в деятельности РЭС**	**Финансовое влияние**	**Направление улучшения**
Дебиторская задолженность	Задержка оплаты со стороны населения, организаций и бюджетных потребителей	Нехватка оборотных средств для ремонта и текущих расходов	Адресная работа с должниками, графики погашения, цифровые уведомления
Потери электроэнергии	Технологические потери в сетях и коммерческие потери из-за нарушений учета	Снижение фактической выручки при сохранении расходов	Замена приборов учета, проверка подключений, ремонт перегруженных участков
Износ инфраструктуры	Старые линии, трансформаторы,	Рост аварийных расходов и	Приоритетный ремонт по аварийности,

Фактор	Проявление в деятельности РЭС	Финансовое влияние	Направление улучшения
	аварийные участки	внеплановых ремонтов	нагрузке и уровню потерь
Тарифные ограничения	Цена услуги регулируется государством	Ограниченная возможность быстро компенсировать рост затрат	Обоснование затрат через инвестиционные и ремонтные программы
Административные расходы	Дублирование функций до объединения подразделений	Увеличение постоянных расходов	Оптимизация управления и сокращение лишних административных звеньев

Источник: составлено автором на основе [1; 5; 6].

Для Токмокского РЭС это означает работу в условиях ограниченного финансового ресурса. Даже если подразделение своевременно выполняет текущие задачи, оно зависит от общей финансовой модели компании: тарифного регулирования, инвестиционных программ, кредитной нагрузки, структуры затрат и платежной дисциплины потребителей. Убыток головной компании прямо не равен убытку отдельного РЭС, но он создает общий фон: меньше возможностей для обновления оборудования, выше нагрузка на ремонтные бюджеты, жестче требования к экономии.

Еще один фактор — потери электроэнергии. По данным Министерства энергетики Кыргызской Республики, за январь–октябрь 2023 года потери электроэнергии в сетях 0,4–35 кВ предприятий электрических сетей ОАО «НЭС Кыргызстана» составили 10,29%, или 1 097,9 млн кВт·ч [5]. Для районных сетей это один из ключевых финансовых показателей: каждый процент потерь означает электроэнергию, которая прошла через систему, но не дала соответствующего денежного результата.

В июле 2024 года Токмокский РЭС и Чуйский РЭС Чуйского предприятия электрических сетей были объединены в один Чуйский РЭС. В публикации ОАО «НЭС Кыргызстана» указано, что решение принято для повышения оперативности управления, своевременного выполнения ремонтно-эксплуатационных работ и роста экономической эффективности. Также сообщалось о сокращении 16 штатных единиц, главным образом административного характера [6].

Эту меру нельзя оценивать однозначно. С управленческой стороны объединение снижает дублирование функций, ускоряет принятие решений и уменьшает постоянные административные расходы. Для энергетического предприятия это важно, потому что часть расходов не зависит от объема потребления: диспетчеризация, учет, управление персоналом, документооборот, аварийная готовность. Если эти функции повторяются в соседних подразделениях, себестоимость обслуживания сети растет.

Социальная сторона сложнее. Сокращение штата всегда вызывает напряжение, особенно в небольших городах, где рабочие места в коммунальном секторе воспринимаются как стабильные. Поэтому реорганизация имеет смысл только тогда, когда экономия не ухудшает качество обслуживания. Если после объединения ремонтные бригады работают быстрее, учет становится точнее, а аварийные заявки закрываются без задержек, решение можно считать оправданным. Если экономия сводится только к сокращению людей без технического обновления сети, финансовый эффект будет краткосрочным.

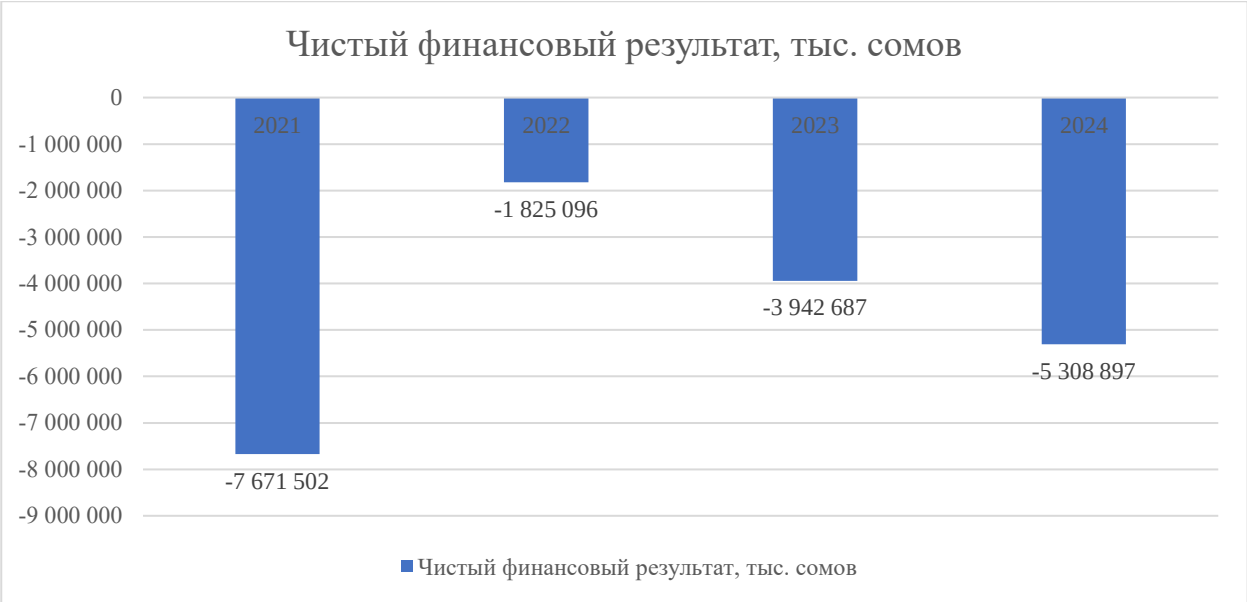


Рисунок 1 - Динамика чистого финансового результата ОАО «НЭС Кыргызстана», тыс. сомов

Источник: составлено автором на основе [2; 3; 4].

График показывает, что после снижения убытка в 2022 году финансовый результат снова ухудшился. В 2023 году убыток увеличился более чем в два раза по сравнению с 2022 годом, а в 2024 году отрицательный результат стал еще выше. Для территориальных РЭС такая динамика означает, что финансовая устойчивость не может обеспечиваться только за счет роста начислений. Нужны меры внутри самой эксплуатационной системы: снижение потерь, ремонт наиболее проблемных участков, контроль задолженности и сокращение неэффективных расходов.

В июле 2024 года Токмокский РЭС и Чуйский РЭС Чуйского предприятия электрических сетей были объединены в один Чуйский РЭС. В публикациях указывается, что решение принято для оперативного управления, своевременной ремонтно-эксплуатационной деятельности и повышения экономической эффективности. Также сообщалось о сокращении 16 штатных единиц, в основном административного характера.[6]

Эту меру нельзя оценивать однозначно. С управленческой стороны объединение снижает дублирование функций, ускоряет принятие решений и уменьшает постоянные административные расходы. Для энергетического предприятия это важно, потому что часть расходов не зависит от объема потребления: диспетчеризация, учет, управление персоналом, документооборот, аварийная готовность. Если эти функции повторяются в соседних подразделениях, себестоимость обслуживания сети растет.

Социальная сторона сложнее. Сокращение штата всегда вызывает напряжение, особенно в небольших городах, где рабочие места в коммунальном секторе воспринимаются как стабильные. Поэтому реорганизация имеет смысл только тогда, когда экономия не ухудшает качество обслуживания. Если после объединения ремонтные бригады работают быстрее, учет становится точнее, а аварийные заявки закрываются без задержек, решение можно считать оправданным. Если экономия сводится только к сокращению людей без технического обновления сети, финансовый эффект будет краткосрочным.

Перспективы укрепления финансовой устойчивости.

Первая перспектива связана с цифровизацией учета. Для Токмокского РЭС важно не просто заменить старые счетчики, а выстроить систему контроля по участкам: сколько электроэнергии поступило, сколько реализовано, где возникают расхождения, какие трансформаторные зоны дают наибольшие потери. Такой подход позволяет не распылять ремонтный бюджет, а направлять его туда, где финансовый эффект будет заметен.

Вторая перспектива — работа с дебиторской задолженностью. Здесь требуется разделение потребителей по типу риска. Бытовые потребители с небольшой временной просрочкой требуют одной модели работы: уведомления, рассрочка, предупреждение. Крупные должники и систематические неплательщики требуют другой модели: претензионная работа, контроль договорных условий, ограничение потребления в пределах законодательства. Без такой сегментации задолженность будет восприниматься как единая масса, хотя причины неплатежей разные.

Третье направление — переход от аварийного ремонта к плановому. Устаревшая сеть часто создает иллюзию экономии: капитальный ремонт откладывается, расходы временно снижаются, отчетность выглядит менее напряженной. Но затем возникает авария, требующая срочных затрат. Для финансовой устойчивости выгоднее заранее обновлять те участки, где одновременно высоки потери, аварийность и нагрузка.

Четвертое направление — повышение прозрачности внутренних расчетов. Для РЭС важно вести учет не только общей выручки и общих расходов, но и эффективности по зонам обслуживания. Если один участок стабильно дает высокие потери, а другой — высокую собираемость, управленческие решения должны различаться. Единая средняя цифра скрывает реальные проблемы.

Заключение. Финансовое состояние коммунальной службы «Токмокский РЭС» зависит от сочетания технических, организационных и платежных факторов. Главные риски связаны с дебиторской задолженностью, потерями электроэнергии, износом инфраструктуры и ограниченной тарифной гибкостью. Открытые данные ОАО «НЭС Кыргызстана» показывают, что в 2021–2024 годах компания работала с отрицательным финансовым результатом, а значит, территориальные подразделения вынуждены искать внутренние резервы устойчивости.

Объединение Токмокского и Чуйского РЭС в 2024 году можно рассматривать как попытку сократить административные расходы и усилить управляемость. Но сама по себе реорганизация не решает базовые финансовые проблемы. Более значимый результат возможен при сочетании нескольких мер: снижение потерь, цифровой учет, работа с должниками, ремонт по приоритетам и контроль эффективности по участкам сети.

Список литературы

1. ОАО «Национальная электрическая сеть Кыргызстана». Квартальные и годовые отчеты ОАО «НЭС Кыргызстана».
2. ОАО «Национальная электрическая сеть Кыргызстана». Отчет за 2021 год.
3. ОАО «Национальная электрическая сеть Кыргызстана». Годовой отчет за 2023 год.
4. ОАО «Национальная электрическая сеть Кыргызстана». Годовой отчет за 2024 год.
5. Министерство энергетики Кыргызской Республики. Информация по итогам работы энергетического сектора за январь–октябрь 2023 года.
6. ОАО «НЭС Кыргызстана». Два РЭСа Чуйского ПЭС объединены в один РЭС.

УДК 658

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

A. K. Usenbaeva
I. Razzakov KSTU, Bishkek, Kyrgyz Republic
altyshakkhan@gmail.com

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛОГИСТИКИ ПРЕДПРИЯТИЯ

ИШКАНАНЫН ЛОГИСТИКАСЫНЫН НАТЫЙЖАЛУУЛУГУН ЖОГОРУЛАТУУ

IMPROVING THE EFFICIENCY OF ENTERPRISE LOGISTICS

Макалада экономиканы санариптештирүү шартында ишкананын логистикасынын натыйжалуулугун жогорулатуу маселелери каралган. Материалдык, транспорттук жана маалыматтык агымдарды башкарууга таасир этүүчү факторлор изилденген. Логистикалык чыгымдарды азайтуу, жеткирүү чынжырларын башкаруу системасын өркүндөтүү жана заманбап санариптик технологияларды киргизүү маселелерине өзгөчө көңүл бурулган. Логистикалык процесстерди автоматташтыруунун жетишсиздиги, жеткирүү мөөнөттөрүнүн көбөйүшү жана ресурстарды натыйжасыз пайдалануу сыяктуу негизги көйгөйлөр талданган. ERP жана WMS системаларын колдонуу, кампалык операцияларды автоматташтыруу жана транспорттук маршруттарды оптималдаштыруу зарылдыгы негизделген. Натыйжалуу логистика ишкананын чыгымдарын азайтып, анын атаандаштыкка жөндөмдүүлүгүн жогорулатары аныкталган.

Түйүндүү сөздөр: *ишкананын логистикасы, логистикалык процесстер, санариптештирүү, жеткирүү чынжырларын башкаруу, автоматташтыруу, ERP-система, сарамжалдуу логистика.*

В статье рассматриваются вопросы повышения эффективности логистики предприятия в условиях цифровизации экономики. Исследованы факторы, влияющие на управление материальными, транспортными и информационными потоками. Особое внимание уделено снижению логистических затрат, совершенствованию системы управления цепями поставок и внедрению современных цифровых технологий. Проанализированы основные проблемы логистической деятельности предприятий, включая недостаточную автоматизацию процессов, увеличение сроков поставок и неэффективное использование ресурсов. Обоснована необходимость применения ERP- и WMS-систем, автоматизации складских операций и оптимизации транспортных маршрутов. Сделан вывод о значении эффективной логистики для снижения издержек и повышения конкурентоспособности предприятия.

Ключевые слова: *логистика предприятия, логистические процессы, цифровизация, управление цепями поставок, автоматизация, ERP-система, бережливая логистика.*

The article examines issues related to improving enterprise logistics efficiency in the context of economic digitalization. Factors affecting the management of material, transport, and information flows are analyzed. Particular attention is paid to reducing logistics costs, improving supply chain management, and implementing modern digital technologies. The study identifies major logistics problems, including insufficient automation, increased delivery times, and inefficient use of resources. The necessity of implementing ERP and WMS systems, warehouse automation, and route optimization is substantiated. It is concluded that efficient logistics contributes to cost reduction and strengthens the competitive position of the enterprise.

Key words: *enterprise logistics, logistics processes, digitalization, supply chain management, automation, ERP system, lean logistics.*

Введение. В условиях современной экономики логистика становится одним из определяющих факторов стабильной работы предприятия и его конкурентоспособности. Рост требований потребителей к скорости поставок и качеству обслуживания, а также усиление рыночной конкуренции требуют постоянного совершенствования логистических процессов. Рациональное управление материальными, информационными и транспортными

потоками способствует снижению затрат и повышению эффективности деятельности предприятия.

Логистика обеспечивает координацию закупки сырья, хранения, транспортировки и распределения продукции. Недостатки в организации логистических процессов приводят к увеличению расходов, нарушению сроков поставок и снижению качества обслуживания клиентов. По этой причине предприятия уделяют все больше внимания совершенствованию системы управления цепями поставок и внедрению современных методов логистического управления. Существенное влияние на развитие логистики оказывает цифровизация экономики. Использование ERP- (Enterprise Resource Planning), WMS- (Warehouse Management System) и TMS- (Transportation Management System) систем позволяет автоматизировать складские и транспортные операции, повысить точность учета ресурсов и сократить логистические риски. Применение цифровых технологий также способствует ускорению обработки информации и повышению эффективности управленческих решений [1].

Повышение эффективности логистики связано с оптимизацией транспортных маршрутов, совершенствованием управления запасами и автоматизацией логистических операций. Важное значение имеет координация взаимодействия между участниками цепи поставок, поскольку от этого зависит стабильность поставок и уровень логистических затрат.

Исследование направлений совершенствования логистики имеет практическое значение для современных предприятий, так как позволяет определить эффективные методы управления логистическими процессами и повысить результативность деятельности организации.

Теоретические основы логистики предприятия. Логистика является важной частью системы управления предприятием и обеспечивает организацию движения материальных, информационных и финансовых потоков. В современных условиях хозяйствования эффективность логистики оказывает непосредственное влияние на результаты деятельности предприятия, уровень затрат, скорость поставок и качество обслуживания потребителей. Рациональная организация логистических процессов позволяет предприятиям снижать себестоимость продукции, ускорять движение ресурсов и повышать устойчивость функционирования в условиях конкурентной среды [2].

Современная логистика охватывает широкий комплекс процессов, связанных с закупкой сырья, транспортировкой, складированием, управлением запасами и распределением готовой продукции. Основной задачей логистической системы является обеспечение непрерывного движения ресурсов при минимальных затратах времени и финансовых средств. Эффективное управление логистикой способствует сокращению производственных расходов, повышению производительности предприятия и укреплению его конкурентных позиций на рынке.

Одним из основных элементов логистической системы является закупочная логистика. Ее задача заключается в своевременном обеспечении предприятия необходимыми материальными ресурсами. От качества организации закупок зависит стабильность производственного процесса и уровень логистических затрат. Нарушение поставок сырья или комплектующих может привести к остановке производства, увеличению расходов и снижению объемов выпуска продукции. В связи с этим предприятия стремятся формировать устойчивые отношения с поставщиками и внедрять современные методы контроля поставок.

Важное значение имеет производственная логистика, обеспечивающая координацию движения материальных потоков внутри предприятия. Производственная логистика направлена на рациональное распределение ресурсов между этапами производства, сокращение простоев оборудования и повышение эффективности использования производственных мощностей. Несогласованность между отдельными подразделениями предприятия приводит к увеличению временных потерь и росту себестоимости продукции. Существенную роль в деятельности предприятия играет транспортная логистика. Транспортные расходы занимают значительную часть логистических затрат, поэтому

предприятия уделяют большое внимание вопросам оптимизации перевозок. Рациональное планирование маршрутов, контроль движения транспорта и эффективное использование транспортных средств позволяют сократить расходы на доставку продукции и повысить точность выполнения поставок. В современных условиях предприятия активно используют цифровые системы мониторинга транспорта, обеспечивающие контроль перевозок в режиме реального времени.

Неотъемлемой частью логистической системы является складская логистика. Эффективная организация складского хозяйства обеспечивает сохранность продукции, ускорение обработки заказов и снижение затрат на хранение товаров. Нерациональное использование складских площадей и отсутствие автоматизации приводят к увеличению времени выполнения операций и возникновению ошибок при учете продукции. Для повышения эффективности складской деятельности предприятия внедряют автоматизированные системы учета, технологии штрихкодирования и современные WMS-системы.

Особое место в системе логистики занимает управление запасами. Избыточные запасы требуют дополнительных расходов на хранение продукции и снижают оборачиваемость капитала. Одновременно недостаток запасов может стать причиной перебоев в производстве и нарушения сроков поставок. Для повышения эффективности управления запасами предприятия используют систему ключевых показателей эффективности (Key Performance Indicators, KPI). К числу наиболее значимых показателей относятся уровень логистических затрат, скорость выполнения заказов, коэффициент оборачиваемости запасов и уровень обслуживания потребителей. Регулярный анализ данных показателей позволяет своевременно выявлять недостатки в логистической системе и принимать меры по их устранению. В современных условиях важным фактором повышения эффективности логистики является цифровая трансформация бизнеса. Предприятия активно внедряют информационные технологии, обеспечивающие интеграцию логистических процессов в единое информационное пространство. Использование цифровых платформ способствует повышению прозрачности операций, ускорению обмена информацией между подразделениями и улучшению качества управленческих решений.

Таким образом, логистика представляет собой сложную систему управления потоковыми процессами предприятия. Эффективная организация логистической деятельности способствует сокращению затрат, ускорению движения ресурсов, повышению качества обслуживания потребителей и укреплению конкурентоспособности предприятия. В современных условиях развитие логистики невозможно без внедрения цифровых технологий, автоматизации процессов и совершенствования системы управления цепями поставок.

Современные методы повышения эффективности логистики предприятия. Повышение эффективности логистики является одним из приоритетных направлений развития современного предприятия. В условиях высокой конкуренции организации стремятся сократить издержки, повысить скорость поставок и обеспечить стабильность движения материальных ресурсов. Для решения данных задач предприятия внедряют современные методы управления логистическими процессами и цифровые технологии. Одним из наиболее распространенных способов совершенствования логистики выступает автоматизация управления ресурсами. Использование ERP-систем позволяет объединить процессы закупки, производства, хранения и реализации продукции в единую систему управления. Это обеспечивает оперативный контроль движения ресурсов, упрощает обработку информации и повышает точность учета. Автоматизация способствует снижению количества ошибок и ускоряет выполнение логистических операций. Для повышения эффективности складской деятельности предприятия внедряют WMS-системы. Данные системы обеспечивают контроль складских остатков, автоматизированный учет продукции и управление размещением товаров на складе. Использование цифровых технологий позволяет ускорить приемку и отгрузку продукции, сократить время обработки заказов и уменьшить

затраты на хранение товаров. Дополнительно применяются технологии штрихкодирования и RFID-метки (Radio Frequency Identification tags), повышающие точность выполнения складских операций.

В транспортной логистике перспективным направлением является внедрение технологий Интернета вещей (Internet of Things, IoT). Использование интеллектуальных датчиков позволяет получать информацию о состоянии грузов, местоположении транспортных средств и условиях перевозки продукции в режиме реального времени. Это способствует повышению надежности поставок, снижению логистических рисков и более эффективному использованию транспортных ресурсов предприятия.

Одним из современных подходов к совершенствованию логистической деятельности является концепция бережливой логистики (Lean Logistics). Основная цель данного подхода заключается в устранении потерь, сокращении лишних операций и повышении эффективности использования ресурсов. Внедрение принципов бережливой логистики позволяет снизить затраты предприятия, ускорить выполнение заказов и повысить качество обслуживания потребителей.

Развитие цифровых технологий способствует формированию единого информационного пространства между участниками цепи поставок. Использование электронного документооборота ускоряет обмен информацией между поставщиками, транспортными организациями и торговыми предприятиями. Благодаря этому повышается прозрачность логистических процессов и сокращается время выполнения поставок. Таким образом, повышение эффективности логистики предприятия связано с внедрением автоматизированных систем управления, цифровых технологий и современных методов организации поставок. Рациональная организация логистических процессов позволяет снизить затраты, повысить качество обслуживания потребителей и обеспечить устойчивое развитие предприятия.

Проблемы и перспективы развития логистики предприятия. В современных условиях развитие логистики становится одним из важнейших направлений повышения эффективности деятельности предприятия. Однако, несмотря на активное внедрение цифровых технологий и современных методов управления, многие организации продолжают сталкиваться с серьезными проблемами в сфере логистики. Недостаточная эффективность логистических процессов приводит к увеличению затрат, снижению скорости поставок и ухудшению качества обслуживания потребителей. В условиях высокой конкуренции данные проблемы оказывают непосредственное влияние на финансовые результаты предприятия и его положение на рынке. Одной из наиболее распространенных проблем является высокий уровень логистических затрат. Значительную часть расходов предприятия составляют транспортные издержки, затраты на хранение продукции, содержание складской инфраструктуры и управление запасами. Рост стоимости топлива, увеличение тарифов на транспортные услуги и повышение расходов на обслуживание складов приводят к постоянному увеличению себестоимости продукции. Особенно остро данная проблема проявляется в производственных и торговых предприятиях, деятельность которых напрямую зависит от стабильности поставок и скорости перемещения товаров.

Серьезной проблемой остается недостаточная эффективность управления запасами. Во многих предприятиях сохраняется практика формирования избыточных запасов с целью предотвращения дефицита продукции. Однако чрезмерное накопление товаров приводит к увеличению расходов на хранение, снижению оборачиваемости капитала и замораживанию финансовых ресурсов. В то же время недостаточный объем запасов может вызвать перебои в производстве и нарушение сроков поставок. Отсутствие точного прогнозирования спроса и недостаточный уровень автоматизации контроля остатков значительно осложняют процесс управления материальными ресурсами. Негативное влияние на эффективность логистики оказывает низкий уровень координации между участниками цепи поставок. Отсутствие единой информационной системы затрудняет обмен данными между поставщиками, транспортными организациями, складскими комплексами и торговыми предприятиями. В

результате снижается оперативность принятия решений, увеличивается вероятность возникновения ошибок и возрастает риск задержек поставок. Несогласованность действий между участниками логистической системы приводит к дополнительным расходам и снижению устойчивости работы предприятия.

Во многих организациях сохраняется недостаточный уровень автоматизации логистических процессов. Использование устаревших методов учета и контроля движения продукции снижает скорость обработки заказов и увеличивает вероятность ошибок при выполнении логистических операций. Отсутствие автоматизированных систем управления складом и транспортировкой осложняет контроль материальных потоков и снижает эффективность использования ресурсов предприятия. В современных условиях это становится серьезным препятствием для обеспечения конкурентоспособности организации. Дополнительное влияние на логистическую деятельность оказывают внешнеэкономические факторы. Изменение международных транспортных маршрутов, нестабильность поставок, рост стоимости импортных товаров и увеличение таможенных расходов создают дополнительные сложности для предприятий. Особенно заметно данные проблемы проявляются в условиях нестабильной мировой экономики и нарушения международных хозяйственных связей. В результате предприятия вынуждены пересматривать существующие схемы поставок, искать альтернативные маршруты транспортировки и формировать новые механизмы взаимодействия с поставщиками.

Несмотря на существующие проблемы, развитие современных технологий открывает широкие возможности для совершенствования логистики предприятия. Важную роль в этом процессе играет цифровизация управления логистическими процессами. Внедрение интеллектуальных цифровых платформ обеспечивает автоматизацию логистических операций и интеграцию данных между подразделениями предприятия. Использование таких решений позволяет повысить оперативность управления материальными потоками и улучшить качество принимаемых решений.

Существенную роль в повышении эффективности логистики играет автоматизация складских и транспортных процессов. Применение автоматизированных систем хранения, технологий штрихкодирования и RFID-меток позволяет ускорить обработку заказов и снизить количество ошибок при учете продукции. Использование интеллектуальных систем диспетчеризации транспорта обеспечивает оперативный контроль перевозок и способствует более эффективному управлению транспортными ресурсами предприятия. Благодаря автоматизации предприятия получают возможность сократить логистические расходы и повысить качество обслуживания потребителей. Перспективным направлением развития логистики является использование аналитических систем и технологий искусственного интеллекта. Современные цифровые платформы позволяют анализировать потребительский спрос, прогнозировать объемы продаж и определять оптимальный уровень запасов. Применение аналитических инструментов способствует снижению логистических рисков и обеспечивает более эффективное управление поставками. Использование искусственного интеллекта также позволяет автоматизировать процессы планирования маршрутов и повысить устойчивость логистической системы предприятия.

Еще одним перспективным направлением развития является формирование устойчивой логистики. Современные предприятия стремятся минимизировать негативное воздействие на окружающую среду за счет оптимизации транспортных маршрутов, сокращения потребления топлива и внедрения экологически безопасных технологий. Развитие устойчивой логистики способствует снижению затрат и укреплению деловой репутации организации.

Заключение. В современных условиях развития экономики логистика занимает важное место в системе управления предприятием и оказывает непосредственное влияние на результаты его деятельности. Эффективность логистических процессов определяет уровень затрат предприятия, скорость движения материальных ресурсов, качество обслуживания потребителей и устойчивость функционирования организации в условиях конкурентной

среды. Рациональная организация логистики способствует снижению себестоимости продукции, повышению оборачиваемости капитала и укреплению конкурентных позиций предприятия на рынке. Проведенное исследование показало, что современная логистика представляет собой сложную систему управления материальными, информационными и финансовыми потоками. Эффективность логистической деятельности зависит от уровня организации закупок, транспортировки, складирования, управления запасами и взаимодействия участников цепи поставок. Нарушения в работе одного из элементов логистической системы приводят к увеличению расходов, снижению скорости поставок и ухудшению качества обслуживания потребителей.

В ходе исследования установлено, что одними из наиболее распространенных проблем логистической деятельности предприятий являются высокий уровень транспортных расходов, недостаточная автоматизация процессов, неэффективное управление запасами и нарушение сроков поставок. Существенное влияние также оказывают нестабильность внешнеэкономической среды, изменение транспортных маршрутов и рост стоимости логистических услуг. В современных условиях данные факторы требуют от предприятий постоянного совершенствования системы управления логистикой и поиска новых методов повышения эффективности логистических процессов. Особое значение в повышении эффективности логистики приобретает внедрение цифровых технологий.

Использование ERP-, WMS- и TMS-систем позволяет автоматизировать управление материальными потоками, повысить точность учета продукции и обеспечить оперативный контроль логистических операций. Применение цифровых платформ способствует ускорению обмена информацией между участниками цепи поставок и повышает качество управленческих решений. Важным направлением совершенствования логистики является автоматизация складских и транспортных процессов.

Дополнительное значение имеет применение аналитических методов прогнозирования спроса, обеспечивающих более эффективное планирование закупок и регулирование объемов запасов. В современных условиях развитие логистики невозможно без повышения эффективности взаимодействия между участниками цепи поставок. Формирование устойчивых партнерских отношений между поставщиками, транспортными организациями и предприятиями способствует повышению надежности поставок и снижению логистических рисков. Важную роль также играет повышение квалификации персонала, поскольку эффективность логистических процессов во многом зависит от профессионального уровня работников логистических подразделений.

Таким образом, повышение эффективности логистики предприятия требует комплексного подхода, включающего автоматизацию процессов, внедрение цифровых технологий, совершенствование системы управления запасами и развитие интегрированных цепей поставок. Эффективная логистическая система обеспечивает снижение затрат предприятия, повышение качества обслуживания потребителей и устойчивое развитие организации. В условиях высокой конкуренции именно рациональная организация логистических процессов становится одним из ключевых факторов повышения экономической эффективности предприятия.

Список литературы

1. Гаджинский А. М. Логистика: учебник. – Москва: Дашков и К, 2022. – 484 с.
2. Сергеев В. И. Логистика снабжения: учебник. - Москва: Юрайт, 2021. - 440 с.
3. Christopher M. Logistics and Supply Chain Management. – 6th ed. – London: Pearson Education, 2022. – 328 p.
4. Chopra S. Supply Chain Management: Strategy, Planning and Operation. - 8th ed. – New York: Pearson, 2023. – 528 p.
5. Иванов Д. А. Управление цепями поставок. - Санкт-Петербург: Питер, 2021. – 512 с.

УДК 621.311.4:621.316

М. А. Суеркулов, А. К. Кожоналиева, Ш. З. Алымбеков
И. Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы
КГТУ им. И. Раззакова, Бишкек Кыргызская Республика

M. A. Suerkulov, A. K. Kojonalieva, Sh. Z. Alymbekov
I. Razzakov KSTU, Bishkek, Kyrgyz Republic
masuerkulov@mail.ru, akojonalieva@mail.ru, al_shukur@inbox.ru

ЭЛЕКТР ЖАБДУУЛАРЫНДАГЫ ЖАНА ПОДСТАНЦИЯЛАРДАГЫ ЭЛЕКТРДИК ТОСКООЛДУКТАРДЫ ЧЕТТЕТҮҮ ЫКМАЛАРЫ

МЕТОДЫ УСТРАНЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОМЕХ В ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИИ И НА ПОДСТАНЦИЯХ

METHODS FOR ELIMINATING ELECTRICAL INTERFERENCE IN ELECTRICAL EQUIPMENT AND SUBSTATIONS

Макалада электр жабдуулардагы жана көмөк чордондордогу пайда болгон электр тоскоолдуктардын (кедергилердин) электр шаймандарына берген терс таасирлерин жоюунун кээ бир ыкмаларын талдоо жана сунуштоого берилген.

Түйүндүү сөздөр: *электр менен жабдуу, көмөк чордон кедергилер, мүнөздөмөлөр, терс таасири, чен сандарынын өзгөрүшүн жоюу ыкмалары.*

В статье рассмотрены вопросы возникновения электрических помех в системах электроснабжения на электрических подстанциях и анализируются некоторые способы уменьшения отрицательных воздействий.

Ключевые слова: *электроснабжение, подстанция, помехи, параметры отрицательных воздействий, способы уменьшения помех.*

The article examines the issues of electrical interference occurrence in power supply systems at electrical substations and analyzes several methods for mitigating negative impacts.

Key words: *power supply, substation, electrical interference, negative impact parameters, interference mitigation methods.*

I. Электр жабдуудагы жана электр көмөк чордондордогу пайда болуучу электр кедергилер (тоскоолдуктар, жолтоолук) жөнүндө түшүнүк берели [1, 5, 6].

1. Нурлануучу электромагниттик кедерги (НЭМК) – мейкиндиктеги таралуучу НЭМК (ГОСТ Р 50397-92)
2. Кондуктивдүү электромагниттик кедерги (КЭМК) – өткөрүүчү чөйрөдө таралуучу КЭМК (ГОСТ Р 50397-92)
3. Төмөнкү жыштыктагы электромагниттик кедерги (ТЖЭМК) - белгилүү чектелген 9кГц жыштыктан спектри төмөн болуп жайгашкан ЭНМК (ГОСТ 51317.2.5-2000)
4. Жогорку жыштыктагы электромагниттик кедерги (ЖЖЭМК) – белгилүү чектелген 9кГц жыштыктан спектри жогору болуп жайгашкан (ЭМК) (ГОСТ Р 51317.2.5-2000)
5. Радио кедергиси (РК) ЭМК – Радио жыштыгынын айланасында спектралдык бөлүнүп кириши (жайланышы) (МЭК 50-160-90)

6. Индустралдык радио кедергиси (ИРК) – техникалык шаймандар түзгөн радио кедерги (ГОСТ 1477-76)

7. Үзгүлтүксүз электромагниттик кедерги (УЭМИ) – берилген убакыт ичиндеги анык *маанисинен* төмөн болбойт (ГОСТ Р 50397-92)

8. Бөлүктүү электромагниттик кедерги – ортолорунда аралыгы бар кедергиден эркин болгон, белгилүү убакыт ичинде ЭМК бөлүнүшү (МЭК 50-160-90)

9. Кыска мөөнөттөгү ЭМК – берилген шартта ЭМК созулуусу белгилүү мааниден ашпайт (МЭК 50-160-90)

10. Тар тилкелүү электромагниттик кедерги (ТТЭМК) – текникалык каражатка таасир берүүчү ЭМК, ЭМК спектринин кеңдиги техникалык каражатынын аткаруучу тилкесинин кеңдигинен кичине (ГОСТ Р 50397-92)

11. Кең тилкелүү электромагниттик кедерги (КТЭМК) – техникалык каражатка таасир берүүчү, ЭМК спектринин кеңдиги техникалык каражат өткөрүүчү тилкесинин кеңдигинен чоң (ГОСТ Р 50397-92)

12. Сокку кедерги (СК) – ЭМК анык техникалык каражаттын бөлүгүндө пайда болот бул накта удаалашкан сокку же өтмө кубулуштар (МЭК 50-161-90)

13. Электростатикалык дүрмөтсүздөнүү (ЭМД) - ар кандай электро-статикалык потенциалдуу тар телолор арасында электр зарядын сокку түрдө ташуу (ГОСТ Р 50397-92)

14. Электромагниттик соку (ЭМС) - техникалык каражатта өтмө кубулушту орнотуудан баштап ЭМК деңгээлинин өзгөрүшүнө ушул өзгөрүү өтө таасир берет (ГОСТ Р 50397-92)

Буларга кошумча дагы төмөнкү керектүү түшүнүктөрдү көрсөтөбүз.

ЭМК деңгээли – белгилүү шартта ЭМК өлчөнгөн мааниси (50397-92).

Кедергиге туруктуу чектелген деңгээл– тийиштүү техникалык каражаттын кедергиге туруктуулугунун эң кичине деңгээли.

Кедергиге туруктуулуктун камы – тийиштүү техникалык каражатты чектелген кедергиге туруктуулугунун деңгээли менен ЭМК деңгээлинин ортосундагы айырма.

II. Электр кедергилердин (тоскоолдуктардын) берген терс таасирлери (1, 3-6)

Электромагниттик кедергилер ар кандай электр шаймандарына, аспаптарга ар кандай таасир берет, күтүлбөгөн жерден шаймандардын электр мүнөздөмөлөрү начарлайт, байланыш каналдарында берилүүчү маалыматтар ***бурмаланышына*** алып келет.

Санариптик техника ***жаңылануусуна,*** өлчөгүч аспаптардын экранына көрсөтүлүп жаткан сүрөттөрдүн ***өзгөрүшүнө***, келечекте топто иштөөчү аспаптардын күйүп кетишине ж.б. алып келет.

Электромагниттин нурлануусу эң татаал түзүлүш менен мүнөздөлөт (электр магнитинин жана башка) жана нурлануу жыштык менен таркалат.

Ар кандай аспаптарга электромагниттик кедергилердин берген терс таасирлерин төмөнкү топко болсо болот:

1. Тышкы маалымат берилүүчү каналдарга берилүүчү белгилердин бурмаланышы.
2. Антенна чынжырларында белгилердин ***бурмаланышы***.
3. Аспаптардын азыктандыруучу ***кыскычтарына*** кедергилердин кирип кетиши.
4. Аспаптардын темир тулкусу жана экран аркылуу кедергилерден пайда болгон толкун агышы.
5. Тышкы электромагниттин талаасынын аспаптын ички чынжырларына таасир бериши.

Электромагниттик кедергиси (ЭМК) адамдардын организмине берген терс тассири анын ден соолугуна берген аракети гана эмес ыкчамдыгы, электромагниттик нурлануунун модиляциясы менен да аныкталынат. ***Жаратылыштын электромагниттик талаасынын таасирине*** салыштырмалуу *жасалма электромагниттик талаасынын таасири* табигый электромагниттин талаасына салыштырмалуу ***өтө көп болуп***, тирүү организмге жана өсүмдүктөргө терс таасирин тийгизет.

Эгерде жыштык ***100 кГц – 10МГц*** болсо мембрана кайра заряд алганга жетишпейт, тканда *сыйымдуулук каршылыгы* төмөндөйт, демек молекулалардын поляризациясы өтө

жогорулайт жана ткандагы жылма тогу көбөйөт. Бул кубулуш ткандын ысышына жана ар кандай химиялык өзгөрүүлөрдү пайда кылат. ЭМК көп суулуу организмге ыкчам таасир берет, көздөгү нурлануу болгондо ***карек мунарыкталышы*** тез-тез болот.

50ГЦ электромагниттик талаасынын ыкчамдыгы борбордун нерв бөлүгүн жана жүрөк кан-тамырларынын бузулушуна себепкер болот. Бул учурда *бат чарчоо, кыймылдардын олдоксон болушу, кан басымынын өзгөрүшү, аритмиянын* ж.б өзгөрүүлөр пайда болот. Уюулдук телефондун кенири пайдалануусу, алар чыгарган электромагниттик нурлануу *мээге терс таасир бериши* байкалып жатат.

Демек, ЭМК адамдын ден соолугуна терс таасир берип, ар кандай сыркоолордун пайда болушуна алып келип жатат.

Электр жана көмөк чордондору ар кандай заманбап санариптик аспаптарда, автоматтык башкаруу жагында кеңири колдонулуп жатат жана бул чордондордо көптөгөн инженерлер, электриктер, кошумча бөлөк адистиктеги адамдар кызмат кылып жатышат.

Ошондуктан эл ушул тармакта иштеп кызмат өтөп жаткандыгы үчүн ЭМК таасирин азайтыш зарыл.

3. Көмөкчү электр чордонундагы ЭМК таасирин азайтуу жолдору [4].

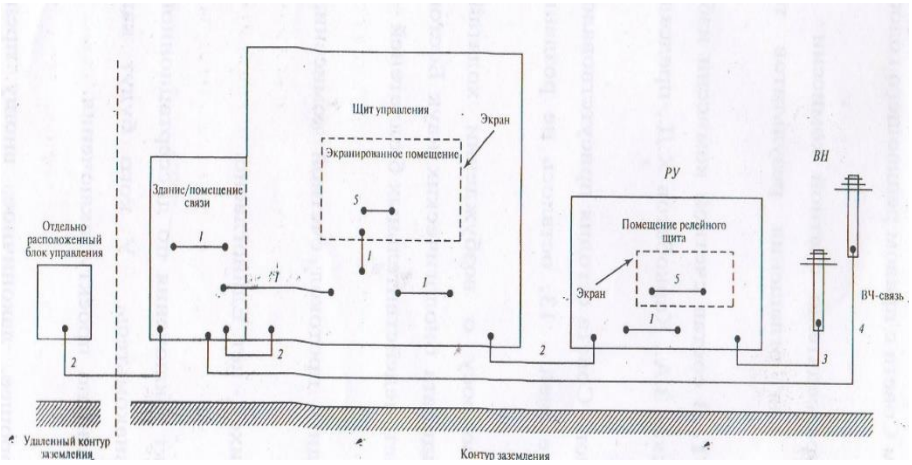
Электр көмөк чордонунун ***(ЭКЧ)*** жайгаштырылышы жана анда пайда болгон ЭМК тароо ***1,2 сүрөтө*** көрсөтүлгөн.

1 Сүрөт **[4]**де берилген ***ЭКЧ*** электр шаймандары төмөнкүлөрдөн турат:

Жогорку чыңалуудагы (ЖЧ) электр шаймандары, релелик коргоо, башкаруучу үкөк, байланыш бөлмөсү. Булар бири-бири менен экинчи чынжырдагы кайра кошуучу аспаптар менен байланышкан.

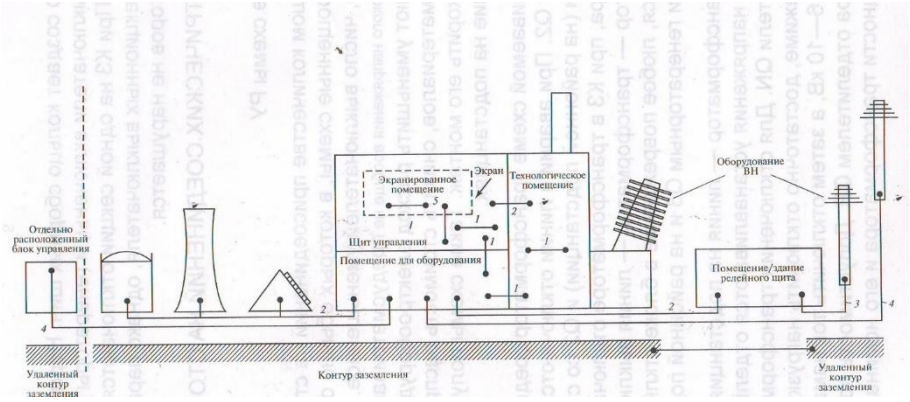
Жогорудагы аталган электр шаймандары (ЭШ) накта абалда жалпы жердештирүү тармагына кошулган.

Электр чордонунда эш жайгашышы боюнча төмөнкү обьектилерди көрсөтсө болот: технолог шаймандары турган бөлмө, бөлүштүрүүчү аянт же бөлмө, экрандаштырылган бети бар башкаруучу жагдан, жардамчы, кошулган бөлмөлөр.



1 – сүрөт. Жогорку чыналуудагы комок чордондун тайгаланышы жана электромагнит кедергисин камтыган чөйрө

1-ички бөлмөдөгү башкаруу кабелдин жайгаштырылышы; 2- сырт жактагы башкаруу кабелдин жайгаштырылышы; 3-жогорку чыңалуудагы байланыштык, мисалы кубаттуу трансформатор, өлчөөчү трансформаторлор менен ж.б. у.с; 4-кошуп аргындатуучу аспаптар менен байланыш, мисалы, аба чубалгысы аркылуу берилүүчү ж.б.у.с;
5-экрандалган бөлмөлөрдөгү байланыш кабели.



2 – сүрөт. Көмөк чордондун жайгаштырылышы жана электромагниттин кедерги камтыгын чөйрө

Шарттуу белгилери сүрөт 1де берилген.

ЭМКлер ***ЭШ*** түздөн түз же байланыш кабелдери аркылуу таасир берет. Анын таасир бериши эки диэлторго тийиштүү ***[4]:***

- ***Кабелдин түрүнө жана кандай жол менен тартылган;***
- ***Берилүүчү электр белгилеринин түрүнө жараша.***

Биринчи диэлтор экрандаштыруу коэффициентине мүнөздөлүнөт. Экинчи диэлтор берилүүчү электр белгисинин амплитудага, спектрдин кеңдигине, белгинин өсүш ылдамдыгына жана кандай берилүүчү белгилердин түрүнө жараша сан аралык же окшоштук.

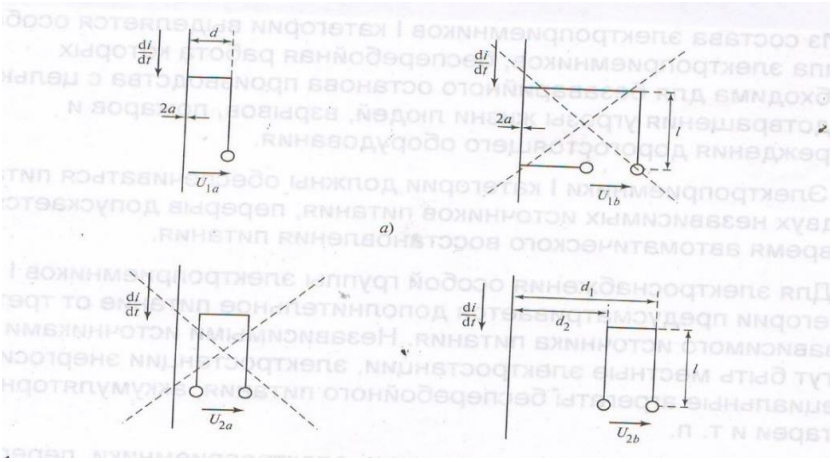
1. ЭМК берген таасирин жоюу үчүн төмөнкү ыкмалар сунушталат.

Кабелдерди жердештирүү жана кабелдерди тартуу ыкмалары:

- Мүмкүн болушунча жердештирүү өз ара көп болуп бири-бирине өз ара байланышуусу;
- Электр чынжырларынан туюк болуу аянтын азайтуу;
- Начарлантуу коэффициентин жогорулатуу жана бири бирине өтүү каршылыгын азайтуу үчүн белгилер берилүүчү чынжырдын берилүүчү коэффициентин азайтуу;
- Ток жана чыңалуунун амплитудасы ар кандай болгон чынжырларды бири бирине жакын жайгаштырбоо;
- Кабелдерди жердештирүүчү өткөргүчкө мүмкүн болушунча жакын жайгаштыруу.

Сүрөт 3 [4]тө чагылган тогун өткөрүүчү өткөргүчтүн жердештирүүчү откөргүчкө кошуу ***6 ыкмасы көрсөтүлгөн.***

Сүрөт 3, а да ток чарчы туюктун жайгашышы берилген, анын аянты салыштырмалуу жол



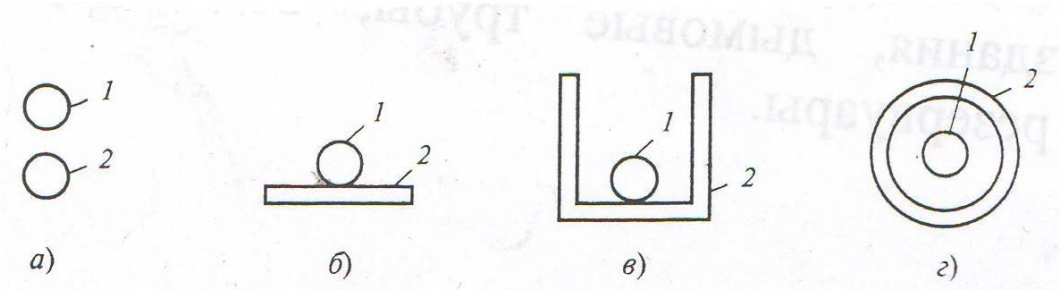
3 - сүрөт. Жердештирүүчү өткөргүчтө эң чон ток *i* өткөндөгү жана сезгич чынжырдын ℓ, d же ℓ, d_1-d_2 ортосундагы индуктивдүү байланыш көрсөтүлгөн

Мында:
1-туюктун бир бөлүгү жердештирүүчү өткөргүчкө (ЖӨ) жакын жайгашкан;
2- 2/3 чагылган тогу түздөн түз жерге өтүп кетет;
3- чагылган тогу ***i*** белги берүүчү чынжырда аралыкта өтүп кетет.

Үч түрүн салыштырганда **ℓ** сүрөт 3, кедерги чондугу чон, ал эми ***сүрөт 3-а [3]*** эң кичине. Ушул эле сүрөттө чыңалуунун теңдемеси берилген.

2. Жарыш жайгашкан жердештирүүчү өткөргүчтөрдү колдонуу.

Электр чынжыры менен ***ЖӨ*** ортосундагы өз ара каршылыгы чоң мааниге ээ. ***Сүрөт 4тө*** жарыш ***ЖӨ*** өз ара жайгаштырылышы көрсөтүлгөн.



4 - Сүрөт.Эффективдүүлүк аракет коэффициенттин өсүшүнө жараша жарыш ЖӨ жана негизги өткөргүч жайгаштырылган өткөргүчтөрдү экрандаштыырылган кабелге (чубалгы) жакын жайгаштыруу жакшы жыйынтыкты берет, себеби, ток эки чынжырдын ортосунда бөлүнөт

Аракети жыйынтыктуу болуш үчүн өткөргүчтүн тең маанилүү кесилиш аянты кабелдин экранынын аянтынан чоң болушу керек.

3. Экинчи кошмолоо чынжыры.

Бул чынжырга төмөнкүлөр кирет: токту, чыңалууну өлчөө, электр шаймандарын башкаруучу чынжыр, байланыштыруучу тутум, электр чордонун өздүк электр менен жабдуу.

Кедергинин таасирин төмөндөтүш үчүн төмөнкү ыкмалар колдонулат:

- Экинчи чынжырды кедерги пайда берүүчү булактан алыс жайгаштыруу;
- Кабелдер (чубалгылар) экрандаштырылган болуусу;
- Жердештирүүчү бөлүштүрүүчү булактарда же электр шаймандарынын өзүндө болушу.
- Кошуучу өткөргүчтөрдө үзгүлтүксүз баланышты түзүү;
- Экранды жердештирүүчү өткөргүчтүн кесилишинин аянты экрандын кесилиши аянтына барабар болушу.

Электр менен жабдуудагы кедергинин аракетин азайтуунун негизги ыкмалары берилди.

Жыйынтык:

1. Электр кедергилери (тоскоолдуктар) электр менен жабдууда жана көмөк чордондордо пайда болуу шарттары ар кандай. Чен сандары тез өзгөрөт.

2. Кедергилер (тоскоолдуктар) электр шаймандарына ***(ЭШ)*** берген терс таасири өтө чоң: ЭШ чен сандары чектелген маанилеринен өтө чоң өзгөрүп, алардын туура эмес иштешине алып келет. Капталмаларынын жешилиши, резонанстын пайда болушу.

3. Кедергилердин (тоскоолдуктардын) таасири аз чыңалуудагы байланышты түзүүчү мааалыматтарды аралыкка берүүчү тутумдар өтө сезгич келет жана берилүүчү белгилердин маанилери өзгөрүп, ЭШ туура эмес иштешине алып келет.

4. Эң негизги жоюучу ыкмалар болуп макалада көрсөтүлгөн ыкмалар кеңири колдонулат мисалы, жердештирүү өткөргүчтөрдү бири бирине жакын жайгаштыруу, экрандоо.

Адабияттар тизмеси

1. Иванова, Е.В. Кондуктивные электромагнитные помехи в электроэнергетических системах / Е.В. Иванова; под ред. В.П. Горелева, Н.Н.Лизалека, - Новосибирск: Новосиб. гос. акад. вод. трансп., 2006.-432с.
2. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации.-М.: СПО ОРГРЭС, 2003.-172с.
3. Иванова, Е.В. Кондуктивные электромагнитные помехи с сетях 6-10кв/ Е.В.Иванова, А.А. Руппель; под ред. В.П. Горелова. – Омск: Новосиб. Гос. Акад. Вод. Трансп., 2004.-284с.
4. Дьяков А.Ф., Максимов Б.К., Борисов Р.К., Кужекин И.П., Жуков А.В.. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике и электротехнике./ под редакцией А.Ф. Дьякова.-М: Энергоатомиздат, 2003-576с.
5. Хабигер Э. Электромагнитная совместимость. Основы ее обеспечения в технике: Пер. С нем. И.П. Кужекина; под ред. Б.К. Максимова / М.: Энергоатомиздат, 1995 – 343с.
6. Шваб А. Электромагнитная совместимость: Пер.с нем. В.Д. Мазина и С.А. Спектора. 2е- изд., перераб. и доп./ Под ред. Кужекина И.П. М: Энергоатомиздат, 19987 -402с.
7. Висящев А.Н. Качество электрической энергии и электромагнитная совместимость в электроэнергетических системах. Иркутск, 1997-411с.
8. ГОСТ 13109-97. Норма качества электрической энергии в системах электроснабжение общего назначения. – М: Изд-во стандартов, 1998.-22с.
9. Курбацкий В.Г. Качество электроэнергии и электромагнитная совместимость в электрических сетях: Учебное пособие.- Братск: БрГТУ, 1998-83с.
10. Федеров А.А. Основы электроснабжение промыщленных предприятий М: Энегии, 1972 -416с.
11. Кудрин Б.М. Электроснабжение промыщленных предприятий – М: Интернет Инженерия 2007.-672с.

ИСХАК РАЗЗАКОВ АТЫНДАГЫ КЫРГЫЗ МАМЛЕКЕТТИК ТЕХНИКАЛЫК УНИВЕРСИТЕТИНИН МАГИСТРАНТТАРЫ МЕНЕН СТУДЕНТТЕРИНИН ИЛИМИЙ ЭМГЕКТЕРИ

Теориялык жана илимий-техникалык колдонмо журналы

16-том №2 2026

НАУЧНЫЕ ТРУДЫ МАГИСТРАНТОВ И СТУДЕНТОВ КЫРГЫЗСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМЕНИ ИСХАКА РАЗЗАКОВА

Теоретический и прикладной научно-технический журнал

Том 16 №2 2026

PROCEEDINGS OF GRADUATE AND UNDERGRADUATE STUDENTS OF ISHAK RAZZAKOV KYRGYZ STATE TECHNICAL UNIVERSITY

Theoretical and Applied Scientific and Technical Journal

Vol. 16 No 2 2026

Редактор: А.Б. Аманкулова, Ж.А. Кожомамбетова

Технический редактор М.М. Черикбаев

Объем 51,25 Журнал выходит на электронном формате