

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

**Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный исследовательский
технический университет имени К.И. Сатпаева»**

Горно-металлургический институт имени О.А. Байконурова

Кафедра «Маркшейдерское дело и геодезия»

Турдиева Малика Руслановна

**Оптимизация маршрутов общественного транспорта с применением геоинформационных
систем на примере г. Алматы**

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

6В07304 – Геопространственная цифровая инженерия

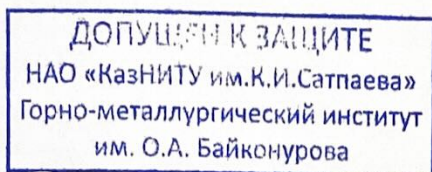
Алматы 2025

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный исследовательский
технический университет имени К.И. Сатпаева»

Горно-металлургический институт имени О.А. Байконурова

Кафедра «Маркшейдерское дело и геодезия»



ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой
«Маркшейдерское дело и геодезия»,
к.т.н., ассоц. профессор
Г. Мейрамбек
« 10 » 06 2025 г.

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

На тему: «Оптимизация маршрутов общественного транспорта с применением
геоинформационных систем на примере г. Алматы»

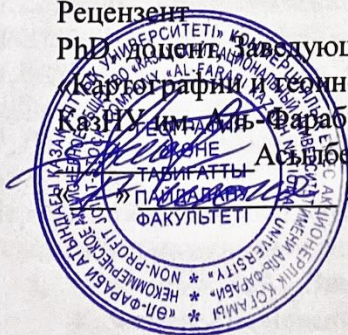
6В07304 – Геопространственная цифровая инженерия

Выполнил

Турдиева М.Р.

Рецензент
PhD, доцент, заведующий кафедрой
«Картографии и геоинформатики»
КазНТУ им. К.И. Сатпаева

Асыбекова А.А.
« 10 » 06 2025 г.



Научный руководитель
PhD, ассоц. профессор

Токтаров А.А.
« 10 » 06 2025 г.

Алматы 2025

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН

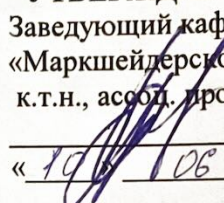
Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный исследовательский
технический университет имени К.И. Сатпаева»

Горно-металлургический институт имени О.А. Байконурова

Кафедра «Маркшейдерское дело и геодезия»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
«Маркшейдерское дело и геодезия»,
к.т.н., асс. профессор

 Г. Мейрамбек
« 19 06 » 2025 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломной работы

Обучающемуся: Турдиева Малика Руслановна

Тема: «Оптимизация маршрутов общественного транспорта с применением
геоинформационных систем на примере г. Алматы»

Утверждена приказом проректора по академическим вопросам 26-П/Ө от «29» января
2025 г.

Срок сдачи законченной работы: июнь «04» июня 2025 г.

Исходные данные к дипломной работе: Материал, накопленный во время
производственной практики, и данные лекций, открытые источники

Краткое содержание дипломной работы:

- а) Анализ существующей маршрутной сети города Алматы с использованием
пространственных данных и кадастровой информации.
- б) Картографическое наложение кадастровых данных на маршруты ОТ.
- в) Выявление районов с недостаточным охватом общественным транспортом.
- г) Разработка предложений по оптимизации маршрутной сети с учетом плотности
застройки.

Перечень графического материала: представлены 20 слайдов презентации работы

Рекомендуемая основная литература:

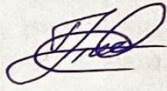
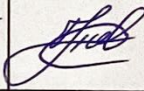
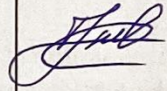
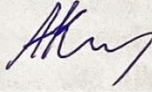
1. Широкова А.А. Введение государственного земельного кадастра в Республике Казахстан. Тюменский индустриальный университет, 2016. – 202 с.
2. Статьи из eLIBRARY, Google Scholar по ГИС и транспортному моделированию.
3. Публичные кадастровые карты — <https://egov.kz>.

ГРАФИК
подготовки дипломной работы

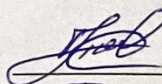
Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечание
Теоретические основы оптимизации общественного транспорта с использованием ГИС	17.03.2025	нет
Анализ существующей транспортной и кадастровой структуры города Алматы	10.04.2025	нет
Разработка предложений по оптимизации маршрутной сети с учетом кадастровой информации	25.04.2025	нет

Подписи

консультантов и норм контролера на законченную дипломную работу с указанием относящихся к ним разделов работы

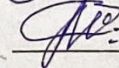
Наименования разделов	Консультанты, И.О.Ф. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Теоретические основы оптимизации общественного транспорта с использованием ГИС	Токтаров А.А. PhD, ассоц. профессор	17.03.2025	
Анализ существующей транспортной и кадастровой структуры города Алматы	Токтаров А.А. PhD, ассоц. профессор	10.04.2025	
Разработка предложений по оптимизации маршрутной сети с учетом кадастровой информации	Токтаров А.А. PhD, ассоц. профессор	25.04.2025	
Норм контролер	Кенесбаева А. PhD, ассоц. профессор	16.06.25	

Научный руководитель



Токтаров А.А..

Задание принял к исполнению обучающийся



Турдиева М.Р.

Дата

«20» март 2025 г.

АНДАТПА

Қоғамдық көлік бағыттарын оңтайландыру қалалық ортаның тұрақты дамуының маңызды бағыттарының бірі болып табылады. Оның тиімділігі тұрғындардың тасымалдау ыңғайлылығына тікелей әсер етеді, көлік шығындарын азайтады және өмір сүру сапасын жақсартады. Дұрыс ұйымдастырылған маршруттық желі көлік байланысын жақсартады, уақыт пен ресурстарды үнемдейді және экономикалық белсенділікті арттырады. Бұл зерттеудің мақсаты – географиялық ақпараттық технологияларды (ГАЗ) пайдалана отырып, Алматы қаласының қоғамдық көлік бағыттарын талдау және оңтайландыру. ГАТ көмегімен маршруттардың кеңістіктік сипаттамаларын дәл талдауға болады, қозғалыс көп аймақтарды анықтауға, тасымалдаумен жеткіліксіз қамтылған аумақтарды анықтауға және баламалы тасымалдау бағыттарын модельдеуге болады. Бұл әдістер халықтың сұранысына сай көлік желісін жақсартуға бағытталған кешенді бағалауға мүмкіндік береді.

АННОТАЦИЯ

Оптимизация маршрутов общественного транспорта является важным аспектом устойчивого развития городской среды. Ее эффективность определяет удобство передвижения жителей, снижение транспортных расходов и повышение качества их жизни. Хорошо спланированная маршрутная сеть может улучшить транспортную связь, сэкономить время и ресурсы, а также стимулировать экономическую активность. Целью данного исследования является анализ и оптимизация маршрутов общественного транспорта в г. Алматы с использованием географических информационных технологий (ГИС). Используя ГИС, можно точно анализировать пространственные характеристики маршрутов, выявлять зоны заторов, определять районы с недостаточным транспортным покрытием и моделировать альтернативные способы передвижения. Эти методы позволяют комплексно оценить текущую ситуацию и разработать рекомендации по совершенствованию транспортной сети с учетом потребностей населения.

ANNOTATION

Optimization of public transport routes is a core component of sustainable urban development. Their efficiency directly affects residents' mobility, reduces transportation costs and improves quality of life. A well-planned route network improves transport connections, saves time and resources and stimulates economic activity. The aim of this study was to analyze and optimize public transport routes in Almaty using a Geographic Information System (GIS). GIS allows detailed spatial analysis of routes, identification of congested sections, detection of areas with insufficient transport connections and simulation of alternative modes of travel. These methods allow a comprehensive assessment of the current situation and support the development of recommendations for improving the transport network in line with citizens' needs.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	7
1 Теоретические основы оптимизации общественного транспорта с использованием ГИС	9
1.1 Геоинформационные системы как инструмент пространственного анализа	9
1.2 Основные подходы к оптимизации маршрутной сети общественного транспорта	9
1.3 Информационные источники для анализа транспортной инфраструктуры	10
1.4 Роль кадастровых данных в городском и транспортном планировании	11
1.4.1 Виды кадастровых данных и их значимость	11
1.4.2 Практика использования кадастровой информации в транспортных ГИС (Москва, Астана)	12
1.5 Выводы по главе 1	13
2 Анализ существующей транспортной и кадастровой структуры города Алматы	14
2.1 Пространственная структура города Алматы	14
2.2 Характеристика микрорайонов Кулагер и Айнабулак	14
2.2.1 Транспортная обеспеченность	15
2.2.2 Застройка, функциональное зонирование	16
2.3 Пространственный анализ существующей маршрутной сети	17
2.4 Выявление территорий с транспортным дефицитом	20
2.5 Выводы по главе 2	21
3 Разработка предложений по оптимизации маршрутной сети с учетом кадастровой информации	22
3.1 Методика интеграции кадастровых и транспортных данных	22
3.1.1 Использование ArcGIS для многослойного анализа	22
3.1.2 Зоны доступности общественного транспорта (500 м буфер)	23
3.2 Интеграция кадастровых и транспортных данных в ArcGIS	24
3.3 Разработка новых маршрутов и остановок	27
3.3.1 Алгоритм маршрутизации и логика построения	27
3.4 Оценка эффективности предложенных изменений	29
3.5 Сравнительный анализ охвата до и после оптимизации	30
3.6 Оценка пассажиропотока и экономической эффективности	32
3.7 Выводы по главе 3	33
Заключение	34
Список используемой литературы	35
Приложение А	36
Приложение В	37

ВВЕДЕНИЕ

На фоне быстрого роста городского населения, урбанизации и расширения жилых территорий задача организации эффективной системы общественного транспорта стала особенно актуальной. Общественный транспорт является важнейшим компонентом городской инфраструктуры, обеспечивающим мобильность населения, доступ к социальным, образовательным и экономическим объектам, а также способствующим снижению транспортной нагрузки на улично-дорожную сеть.

Алматы — крупнейший город Республики Казахстан, важнейший экономический, культурный и образовательный центр страны. Для его регионального развития характерны следующие особенности: сложная морфология, значительные различия в плотности застройки, сложный рельеф, активное строительство новых жилых массивов, расположение, как правило, на неосвоенных или промышленно развитых территориях. В этих условиях особенно актуальной становится гибкая и разумная оптимизация сети общественного транспорта, своевременная адаптация к изменениям пространственных условий и потребностям городских жителей.

Географическая информационная система (ГИС) является одним из эффективных инструментов решения задач анализа и оптимизации транспортных сетей. ГИС позволяет интегрировать пространственные и атрибутивные данные, визуализировать сложные взаимосвязи между объектами городской среды, моделировать различные сценарии развития маршрутной сети.

Традиционно при анализе и оптимизации общественного транспорта используются данные о существующей маршрутной сети, расположении станций, плотности населения, загруженности дорог, времени в пути и других параметрах. Однако для проведения по-настоящему обоснованного и перспективного анализа недостаточно ограничиваться данными о трафике и демографической информацией. Все более важную роль в исследовании начинает играть кадастровая информация, которая отражает юридические границы земельных участков, типы их использования, статус застройки, наличие свободных территорий, а также направления перспективного градостроительного развития[1].

Интеграция кадастровых данных в пространственный анализ позволяет более точно выявлять:

- районы текущей застройки с недостаточным транспортным покрытием;
- территории активной жилой застройки, требующие своевременного включения в маршрутную сеть;
- потенциальные зоны развития, где необходимо предусмотреть будущие транспортные потоки.

Таким образом, кадастровая информация становится неотъемлемой частью комплексного подхода к планированию и оптимизации городской транспортной инфраструктуры.

В настоящей работе рассматривается возможность применения ГИС-технологий для анализа и оптимизации маршрутов общественного транспорта в городе Алматы, с фокусом на микрорайоны Кулагер (Жетысуский район) и Айнабулак (Турксибский район). Эти районы характеризуются как плотной индивидуальной и многоэтажной жилой застройкой, так и рядом пространственных и транспортных проблем — неравномерным покрытием остановками, удалённостью некоторых кварталов от основных маршрутов, отсутствием прямой связи с рядом социальных и транспортных узлов.

Цель исследования заключается в разработке предложений по оптимизации маршрутной сети общественного транспорта на основе комплексного пространственного анализа с использованием кадастровых данных, реализованного средствами ArcGIS. В качестве инструментария используются векторные пространственные данные (shapefile-слои), в том числе маршруты и остановки ОТ, а также слой кадастровых границ, позволяющий оценить транспортную доступность жилых участков в указанных микрорайонах.

Результаты работы могут быть полезны для органов городского планирования, транспортных служб, а также при разработке цифровых систем поддержки принятия решений в области городской мобильности.

1 Теоретические основы оптимизации общественного транспорта с использованием ГИС

1.1 Геоинформационные системы как инструмент пространственного анализа

Геоинформационные системы (ГИС) представляют собой совокупность программных и аппаратных средств, предназначенных для сбора, хранения, анализа и визуализации пространственно-координированных данных. Одной из важнейших сфер применения ГИС является транспортное планирование, где они позволяют проводить многослойный анализ городской инфраструктуры, выявлять пробелы в обслуживании, прогнозировать транспортные потоки и оптимизировать существующие маршруты.

В условиях крупного мегаполиса, такого как город Алматы, применение ГИС-технологий особенно актуально. Город характеризуется сложной пространственной структурой, неравномерной плотностью застройки и активной урбанизацией. Использование ГИС позволяет систематизировать разнородные данные — от демографических показателей до кадастровых характеристик территорий — и принимать решения на основе целостной пространственной картины.

1.2 Основные подходы к оптимизации маршрутной сети общественного транспорта

Оптимизация маршрутной сети общественного транспорта представляет собой комплекс мероприятий, направленных на улучшение доступности, сокращение времени в пути, повышение загрузки транспорта и снижение эксплуатационных затрат.

Основные принципы оптимизации включают:

- обеспечение транспортной доступности всех районов города,
- соответствие маршрутов реальной транспортной потребности населения,
- минимизация дублирования маршрутов,
- сокращение интервалов движения и увеличение скорости перемещения.

Современные методы предполагают использование цифровых моделей городского пространства, включая маршруты, остановочные пункты, дорожную сеть, а также данные о плотности населения и функциональном зонировании.

Важную роль в процессе оптимизации играют геоинформационные системы (ГИС), которые позволяют визуализировать маршруты, анализировать транспортные потоки и определять узкие зоны охвата остановок, моделировать транспортные потоки и определять узкие места[2]. С помощью ГИС можно также интегрировать пространственные данные с демографическими, социальными и экономическими

характеристиками, что обеспечивает комплексный подход к планированию транспортной сети.

Кроме того, применяются следующие подходы и инструменты:

- кластерный анализ районов с учетом плотности населения, рабочих мест и социальных объектов;
- оптимизационные алгоритмы (например, метод Dijkstra, алгоритмы на основе теории графов, модели линейного программирования) для поиска наилучших маршрутов по критериям времени, расстояния и стоимости;
- моделирование пассажиропотока, включая прогнозирование на основе данных мобильных операторов или социальных опросов;
- оценка и перераспределение загрузки маршрутов для предотвращения перегрузок и снижения неэффективных затрат;
- учет предпочтений и поведения пассажиров, полученных через анализ big data, GPS и мобильных приложений.

Таким образом, подходы к оптимизации маршрутной сети основаны на системном анализе и цифровых технологиях, что позволяет принимать обоснованные решения при проектировании и корректировке существующей маршрутной структуры. Эффективная оптимизация способствует не только улучшению транспортного обслуживания населения, но и общему развитию городской инфраструктуры.

1.3 Информационные источники для анализа транспортной инфраструктуры

Для комплексного анализа транспортной сети с использованием геоинформационных систем (ГИС) необходимо привлекать разнообразные категории данных, охватывающих как пространственные характеристики, так и социально-экономические параметры городской среды.

Основные категории данных включают:

- Пространственные данные маршрутов (форматы Shapefile, GeoJSON, KML и др.) — содержат геометрию линий маршрутов, что позволяет визуализировать, сравнивать и анализировать траектории движения общественного транспорта;
- Расположение остановок и пересадочных узлов — координаты, типы остановок (автобусные, трамвайные, метро), наличие инфраструктуры (навесов, табло, доступности для МГН);
- Демографические данные — численность населения, плотность, возрастной состав, уровень занятости по микрорайонам и административным районам города, что позволяет учитывать транспортную потребность разных групп населения;

- Функциональное зонирование территорий — информация о жилых, промышленных, торговых, рекреационных и других зонах, отражающая структуру спроса на транспорт;

- Кадастровые данные — границы участков, форма собственности, разрешённое использование земли, этажность и плотность застройки, важные для понимания текущей и перспективной застройки;

- Данные мониторинга транспортных потоков — объем пассажиропотока по маршрутам, интервалы движения, средняя и максимальная загрузка транспорта, данные GPS и автоматизированных систем учёта (АСУТП, валидаторы, видеонаблюдение).

Дополнительно в анализ могут включаться:

- Дорожная сеть — данные о типе дорог, направлениях движения, количестве полос, скорости движения, наличии светофоров и ограничений;

- Результаты социологических опросов;

- Открытые государственные данные — например, ресурсы eGov.kz, кадастр.кз, открытые порталы данных акиматов;

- Спутниковые и аэрофотоснимки — для верификации актуальности инфраструктуры;

- Мобильные и телеком-данные — в современных исследованиях активно применяются обезличенные данные от операторов связи, позволяющие оценивать реальное перемещение людей по территории города.

1.4 Роль кадастровых данных в городском и транспортном планировании

1.4.1 Виды кадастровых данных и их значимость

Кадастровая информация представляет собой официальный реестр данных о земле и недвижимом имуществе. Она включает:

- Границы земельных участков;

- Форму собственности (государственная, частная, коммунальная);

- Разрешённое использование участков (жилое строительство, общественное использование, промышленность и др.);

- Кадастровую стоимость;

- Правовые ограничения и обременения.

В контексте транспортного планирования кадастровые данные позволяют:

1. выявить новые и развивающиеся жилые зоны, требующие транспортного обслуживания;

2. учитывать правовые ограничения при размещении остановок и новых маршрутов;

3. избегать прокладки маршрутов через частные или охраняемые территории;

4. планировать развитие сети с учётом перспективной застройки и освоения новых участков.

1.4.2 Практика использования кадастровой информации в транспортных ГИС (Москва, Астана)

Мировая и региональная практика подтверждает эффективность интеграции кадастровых данных в процессы транспортного моделирования. В городе Москва кадастровая карта активно используется при проектировании новых маршрутов МЦД и автобусных линий: на основе данных о застройке и статусе участков формируются буферные зоны транспортной доступности[3].

В Астане (Астана), при проектировании линий LRT и оптимизации автобусной сети используются ГИС, включающие кадастровые слои. Это позволяет учитывать зоны перспективного строительства и заранее планировать доступ к ним через общественный транспорт.

До 2030 года в Алматы планируется значительное расширение и модернизация метрополитенской сети, в соответствии проекту на рисунке 1, в рамках стратегии развития транспортной инфраструктуры города. Включает в себя строительство новых линий, станций и интеграцию с другими видами общественного транспорта.

Внедрение подобной практики в Алматы позволит повысить обоснованность планирования, улучшить покрытие транспортной сетью растущих микрорайонов, таких как Кулагер и Айнабулак, и повысить качество городской мобильности.



Рисунок 1 - Проект по развитию метрополитена г. Алматы

ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 1

Геоинформационные системы являются важнейшим инструментом пространственного анализа, необходимым для эффективного транспортного планирования. Их применение позволяет системно оценивать пространственное распределение объектов транспортной инфраструктуры, плотность застройки, демографические характеристики и транспортную доступность различных районов. Это, в свою очередь, даёт возможность формировать сбалансированную маршрутную сеть, учитывающую как существующие, так и перспективные потребности города.

Оптимизация общественного транспорта требует учёта не только текущего положения маршрутов и остановок, но и факторов перспективного развития городской территории: изменения в функциональном зонировании, рост новых жилых массивов, строительство крупных социальных объектов и транспортных узлов. Пренебрежение этими аспектами может привести к неравномерному охвату территории, перегрузке отдельных направлений и снижению доступности транспорта для уязвимых групп населения.

Кадастровая информация играет ключевую роль в этом процессе, позволяя учитывать правовые, территориальные и функциональные особенности участков. Она обеспечивает точность в моделировании городской структуры и помогает выявлять резервы для развития транспортной инфраструктуры. Совмещение кадастровых данных с пространственным анализом в ГИС-среде обеспечивает более точную и реалистичную основу для планирования и оптимизации маршрутов.

Практика городов, таких как Москва и Астана, подтверждает эффективность применения кадастровых данных в транспортных ГИС — особенно при проектировании новых маршрутов, развитии мультимодальных пересадочных узлов и при оценке транспортной доступности социальных объектов. Эти подходы демонстрируют высокий потенциал в формировании адаптивной и устойчивой системы общественного транспорта.

Адаптация этих подходов в условиях города Алматы создаёт основу для разработки более устойчивой, сбалансированной и ориентированной на реальные потребности населения маршрутной сети. Комплексный подход, включающий ГИС-анализ, кадастровую информацию и данные социологических исследований, способствует принятию обоснованных и стратегически выверенных решений в сфере городской мобильности.

Таким образом, сочетание современных технологий и пространственных данных формирует новую парадигму транспортного планирования — гибкую, научно обоснованную и ориентированную на человека. В условиях Алматы, как города с быстро меняющейся пространственной структурой, это особенно актуально и необходимо для устойчивого развития городской среды.

2 Анализ существующей транспортной и кадастровой структуры города Алматы

2.1 Пространственная структура города Алматы

Современная пространственная структура Алматы складывается под влиянием как природных, так и антропогенных факторов. Город протянулся с юга на север, от предгорий Заилийского Алатау к равнинным участкам, что обусловило радиально-кольцевую планировку улично-дорожной сети. Основные транспортные и деловые артерии тяготеют к центральным проспектам — Абая, Аль-Фараби, Достык и Сейфуллина, формируя деловую и культурную активность в этих зонах.

Северные и восточные части города представлены преимущественно жилыми массивами советского и постсоветского периодов, включая типовые микрорайоны, тогда как южные районы развиваются как элитные жилые зоны с низкоэтажной застройкой и развитой социальной инфраструктурой. Запад города включает в себя как промышленные зоны, так и активно застраиваемые районы с плотной жилой застройкой.

Значимую роль в пространственной организации Алматы играют зелёные зоны — ботанический сад, парк Первого Президента, парк Кок-Тобе, а также близость к горнолыжным курортам и природным достопримечательностям, что способствует развитию рекреационной и туристической инфраструктуры. Однако расширение городской территории и нарастающая урбанизация требуют интеграции новых районов в общую транспортную и инженерную инфраструктуру, что становится одной из ключевых задач городского планирования..

2.2 Характеристика микрорайонов Кулагер и Айнабулак

Микрорайоны Кулагер (Жетысуский район) и Айнабулак (Турксибский район) относятся к числу густонаселённых и активно застраиваемых территорий. Здесь наблюдается преобладание индивидуальной жилой застройки (ИЖС), плотность которой возрастает за счёт разделения земельных участков, реконструкции старых домов и строительства новых объектов. По данным кадастрового анализа, в указанных районах за последние 5–7 лет существенно увеличилось количество зарегистрированных земельных участков с разрешённым использованием под жильё. Несмотря на это, уровень транспортного обслуживания остаётся низким: маршруты общественного транспорта либо проходят по периферии, либо вовсе отсутствуют.

Это приводит к транспортной изоляции части населения, особенно в утренние и вечерние часы пик. Уровень доступности к остановочным пунктам

здесь ниже среднего по городу. Жителям приходится преодолевать расстояния более 700–800 метров до ближайшей остановки, что выходит за рамки рекомендуемой пешей доступности (500 м).

2.2.1 Транспортная обеспеченность

Микрорайоны Кулагер и Айнабулак расположены на северо-востоке Алматы и обслуживаются несколькими автобусными маршрутами, обозначенных на рисунках 2-3:

- Автобус №17: Связывает микрорайон Айнабулак-3,4 с улицей Бурабай, проходя через улицы Макатаева, Жумабаева, Омарова, Серикова и другие.

- Автобус №46: Проходит через микрорайон Кулагер, соединяя его с железнодорожным вокзалом Алматы-1.

- Автобус №52: Связывает Айнабулак (Северное кольцо шоссе) с улицей Суюнбая, проходя через проспект Рыскулова, улицу Саина, Толе Би и другие.

- Автобус №56: Обслуживает микрорайон Кулагер, проходя через улицу Какимжана Казыбаева.

- Автобус №123: Связывает микрорайон Кулагер с ТРЦ Mega Alma-Ata, проходя через улицу Ильяса Омарова.

- Автобус №120: Соединяет микрорайон Айнабулак-3,4 с Дворцом Республики, проходя через проспект Абая, улицу Розыбакиева, проспект Рыскулова и другие.

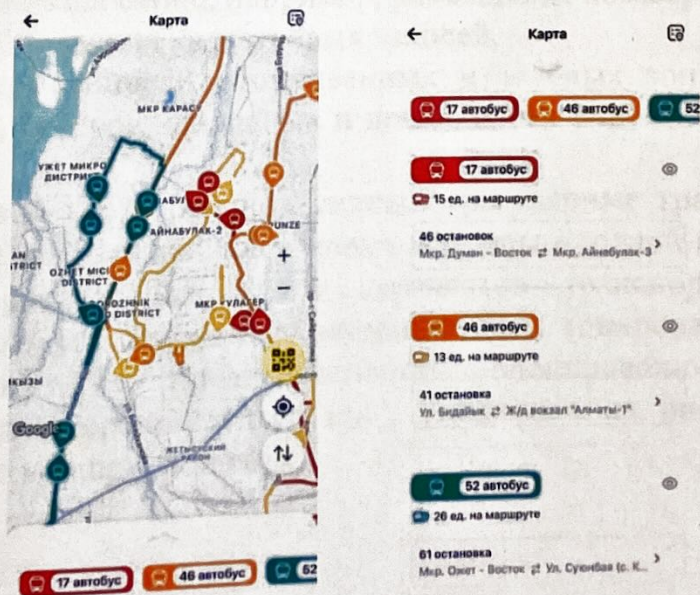


Рисунок 2 - Маршруты общественного транспорта районов Айнабулак и Кулагер

Несмотря на наличие этих маршрутов, существуют проблемы с транспортной доступностью:

- Ограниченное количество маршрутов, проходящих через центральные части микрорайонов, оставляя внутренние кварталы без прямого транспортного сообщения.

- Низкая доступность остановок: в некоторых районах расстояние до ближайшей остановки превышает рекомендуемые 500 метров.

- Нерегулярность движения и перегрузка в часы пик, особенно на маршрутах №17 и №52.

- Отсутствие прямых маршрутов, связывающих микрорайоны с ключевыми социальными объектами, такими как поликлиники, школы и транспортные узлы.

2.2.2 Застройка, функциональное зонирование

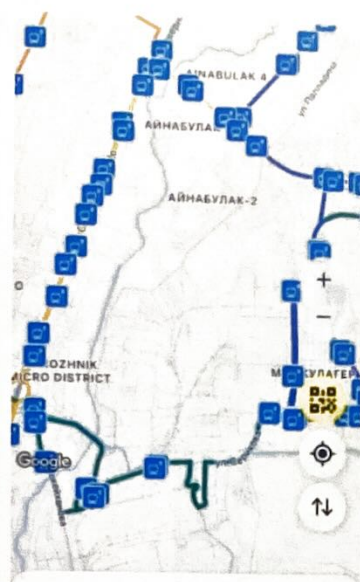
Микрорайоны Кулагер и Айнабулак характеризуются смешанной застройкой с преобладанием индивидуального жилого фонда. В последние годы наблюдается активная урбанизация, выражающаяся в:

- Росте плотности индивидуальной жилой застройки (ИЖС): многие старые земельные участки были перераспределены и застроены новыми домами, особенно в северо-западной части Айнабулака и восточной части Кулагера.

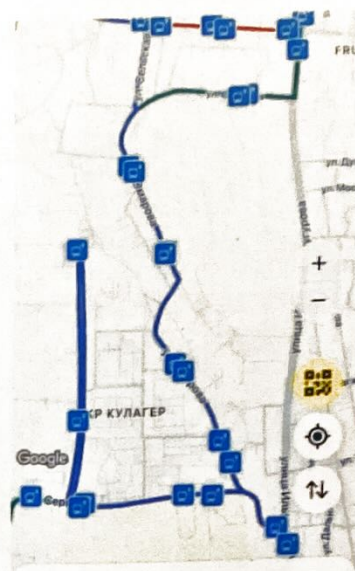
- Отсутствии системного функционального зонирования: многие участки используются не по назначению, например, размещение коммерческих объектов в зонах ИЖС без обновления кадастровых записей.

- Слабой выраженности общественных и зелёных зон: недостаточное количество парков, скверов, школьных и дошкольных учреждений, особенно в новых кварталах.

На кадастровой карте районов видны нерегулярные границы участков, характерные для старой застройки, и новые массивы плотной индивидуальной застройки, формируемые без учёта перспектив транспортного доступа. Отсутствие строгого соблюдения функционального зонирования и быстрая, точечная застройка без предварительного планирования приводит к формированию "транспортно-слепых зон", указанных на рисунках 4-5, что осложняет развитие маршрутной сети.



Микр. Айнабулак



Микр. Кулагер

Рисунок 4 - «Транспортно-слепые зоны» районов г. Алматы

2.3 Пространственный анализ маршрутной сети и кадастровых данных

Для оценки соответствия транспортного покрытия кадастровой структуре города использовался картографический анализ на базе ArcGIS. Были загружены и сопоставлены следующие слои:

- 1) текущие маршруты общественного транспорта (shapefile);
- 2) остановочные пункты, указаны на рисунке 6;



Рисунок 6 - Загруженный слой остановочных пунктов

- 3) кадастровый слой (выгруженный из QGIS), в соответствии с рисунком 7;



Рисунок 7 - Кадастровые участки г. Алматы

- 4) границы микрорайонов Кулагер и Айнабулак, указанные на рисунке 8;



Рисунок 8 - Топографический слой и границы районов Айнабулак и Кулагер

- 5) спутниковые снимки и топографические подложки, указаны на рисунке 9.

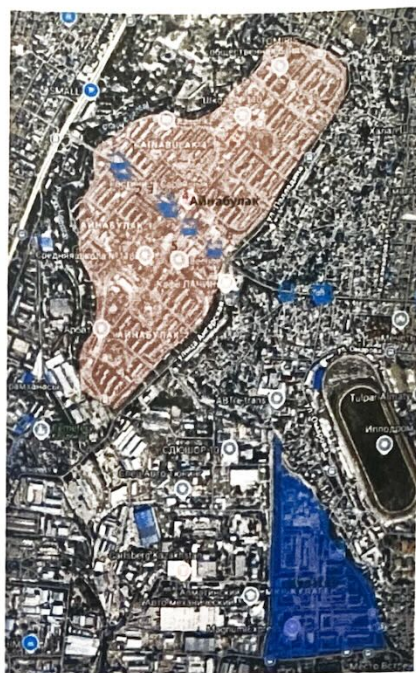


Рисунок 9 - Спутниковый снимок районов

В результате наложения слоёв была построена карта, позволяющая визуально оценить зону охвата остановок общественного транспорта в радиусе 500 метров — показателя, который считается оптимальным для комфортной пешей доступности. Анализ показал наличие значительного количества участков, не попадающих в указанную зону охвата, особенно на периферии исследуемых микрорайонов и в новых жилых массивах.

Дополнительно был выполнен пространственный анализ плотности застройки с использованием кадастровых данных: участки с жилым назначением, высокой плотностью зданий и активным использованием были выделены в отдельный приоритетный класс. Это позволило акцентировать внимание на территориях с потенциально высоким пассажиропотоком и реальной транспортной потребностью, в соответствии с рисунком 10.

Сравнительный анализ показал, что значительная часть жилой застройки в микрорайонах Кулагер и Айнабулак остаётся вне пределов нормативной транспортной доступности. Это подтверждает необходимость актуализации маршрутной сети с учётом пространственной структуры застройки. Полученные результаты легли в основу предложений по оптимизации маршрутов, направленных на улучшение охвата, повышение транспортной доступности и снижение нагрузки на существующие маршруты.



Рисунок 10 - Карта охватывающая остановочные пункты вблизи районов

2.4 Выявление территорий с транспортным дефицитом

Результаты пространственного анализа показали наличие так называемых "кадастровых пустот" — территорий с высокой плотностью жилых участков, которые не охвачены действующей маршрутной сетью. Особенно это характерно для:

- восточной части мкр. Кулагер, где количество новых домов увеличилось за последние 5 лет почти на 35%;
- северо-западной части мкр. Айнабулак, где сформировались целые жилые кварталы, но отсутствует транспортное сообщение;
- участков вдоль новых улиц, появившихся в результате территориального расширения.

Пример: в Наурызбайском районе, где также преобладает ИЖС, кадастровые данные свидетельствуют о приросте новых участков, но обновление маршрутной сети отстаёт от темпов урбанизации. Аналогичная ситуация наблюдается и в Кулагере: транспортные маршруты не были адаптированы под

изменившуюся структуру жилых зон, несмотря на увеличение количества домов и численности населения.

Дополнительно выявлены зоны с нарушением принципа равномерной доступности: из-за низкой плотности остановок и изогнутого маршрута движения транспортных средств, многие кварталы остаются вне зоны охвата, что приводит к неравномерной нагрузке на другие, более удалённые остановки.

ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 2

На основании проведённого пространственного анализа можно заключить, что существующая маршрутная сеть города Алматы не в полной мере соответствует реальной структуре городской застройки. Особенно это проявляется в районах активного развития индивидуального жилищного строительства (ИЖС), таких как Кулагер и Айнабулак, где транспортное планирование значительно отстаёт от темпов прироста жилых объектов и населения.

Кадастровые данные позволяют объективно выявить участки, где транспортное обслуживание отсутствует или недостаточно, несмотря на высокий уровень заселённости и плотную жилую застройку. Анализ показал наличие значительного количества территорий, не входящих в зону пешей доступности к остановкам общественного транспорта (500 метров), что снижает транспортную доступность и комфорт жителей. В некоторых кварталах уровень охвата составляет менее 30%.

Такая ситуация приводит к снижению мобильности населения, увеличению зависимости от личного автотранспорта, росту загруженности улично-дорожной сети, а также усугублению экологических и социальных проблем.

Пространственный анализ также выявил несоответствие между кадастровой структурой и маршрутной сетью: в районах с активной застройкой наблюдается отсутствие адаптации маршрутов к новым улицам, жилым кварталам и социально значимым объектам. Это говорит о необходимости системного пересмотра подходов к планированию.

Следовательно, необходимо переходить к ГИС-ориентированному подходу при проектировании маршрутной сети с обязательным включением кадастровой информации[4].

3 Предложения по оптимизации маршрутной сети с учетом кадастровых данных

3.1 Методика интеграции кадастровых и транспортных данных

Оптимизация маршрутной сети общественного транспорта требует всестороннего анализа, в котором необходимо учитывать не только транспортные потоки, но и пространственную структуру городской застройки. Одним из важнейших источников для такого анализа являются кадастровые данные — информация о правовом статусе, границах и назначении земельных участков. Интеграция кадастровых данных с данными о транспортной инфраструктуре позволяет выявить закономерности, несоответствия и возможности для улучшения транспортного обслуживания в городе[5].

Эта методика основывается на логическом объединении пространственных слоёв: данные о маршрутной сети, остановках, жилой и нежилой застройке, зонировании и плотности населения анализируются совместно для формирования целостной картины. Такая интеграция даёт возможность не только выявить текущие проблемы, но и предложить обоснованные решения по развитию сети маршрутов на основе реальной городской структуры, а не только транспортного спроса.

3.1.1 Пространственный анализ кадастровых и транспортных данных

Совмещение информации о существующей транспортной сети и кадастровой структуре позволяет выявить диспропорции между формальной инфраструктурой и реальными условиями жизни горожан. Например, районы с высокой плотностью индивидуальной жилой застройки могут формально считаться малоэтажными и не требующими серьёзного транспортного обеспечения, в то время как на практике в них проживает значительное количество людей.

В соответствии с рисунком 11, в результате такого анализа выявляются:

- участки с активной жилой застройкой, не охваченные маршрутной сетью;
- несоответствие между административными границами и фактической застроенной территорией;
- недостаточная концентрация остановок в районах со сложной планировочной структурой (узкие улицы, тупики, отсутствие проезда).

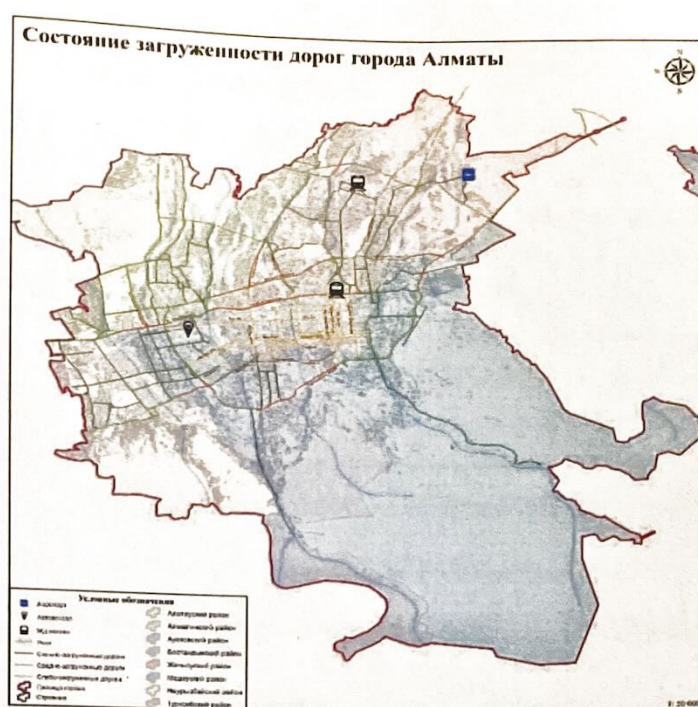


Рисунок 11 - Карта по результату анализа по состоянию маршрутной сети г. Алматы

Полученные выводы позволяют выработать приоритетные направления оптимизации — например, целесообразность проведения маршрута по новым улицам, появившимся в процессе роста ИЖС, либо изменение траектории существующего маршрута для охвата более густонаселённых кварталов.

3.1.2 Зоны доступности общественного транспорта (500 м буфер)

Зона доступности в 500 метров является общепринятым нормативом в практике транспортного планирования и обозначает территорию, с которой житель может дойти до ближайшей остановки за 5–7 минут пешком. Это значение обусловлено физиологическими и социальными факторами — при превышении этого расстояния снижается мотивация пользоваться общественным транспортом, особенно у пожилых людей, детей и других уязвимых групп.

Анализ зон доступности позволяет:

- выявить районы с неудовлетворительной пешеходной доступностью;
- оценить равномерность распределения остановок по территории города;
- определить кварталы с высоким уровнем "транспортной изоляции".

На практике оказывается, что многие жилые массивы, особенно на периферии города, были построены без учёта этого нормативного критерия. В результате жители вынуждены преодолевать значительные расстояния до

остановок, что снижает привлекательность общественного транспорта и увеличивает зависимость от личного автомобиля.

Для городов, таких как Алматы, где значительная часть новых жилых районов развивается стихийно и с запозданием включается в плановое обслуживание, анализ зон доступности становится критически важным инструментом. Он позволяет не только оценить текущую ситуацию, но и закладывать принципы транспортной справедливости при проектировании новых маршрутов — с учётом фактической потребности, а не только плотности улиц[6].

Результаты анализа таких зон должны быть включены в стратегию транспортного планирования как фактор, влияющий на устойчивость, социальную инклюзивность и равенство доступа к городским ресурсам.

3.2 Интеграция кадастровых и транспортных данных в ArcGIS

Создание модели карты в ArcGIS заключалось в построении многослойной пространственной структуры, объединяющей транспортные и кадастровые данные. В процессе моделирования были загружены и синхронизированы следующие основные слои: маршрутная сеть, остановочные пункты, кадастровые границы, плотность застройки и спутниковая подложка.

На основе этих данных была сформирована карта, позволяющая визуализировать зоны транспортной доступности и выявить участки с дефицитом маршрутного покрытия. Модель обеспечила интегрированный взгляд на городскую территорию и стала основой для выработки предложений по оптимизации маршрутной сети.

Для формирования данной карты был произведен следующий алгоритм действий (Приложения А, В):

- 1) Настройка печати компоновки;
- 2) Добавление вида компоновки и названия карты;
- 3) Оцифровка границ;
- 4) Процесс стилизации;
- 5) Процесс добавления границ легенд;
- 6) Итоговая Компоновка карты.

В программной среде ArcGIS был сформирован многослойный проект, включающий:

- кадастровую карту города Алматы, полученную из публичной базы (сайт egov.kz, слой через Kazreestr);
- shapefile с текущими маршрутами общественного транспорта;
- остановочные пункты;
- тепловую карту плотности застройки;
- радиусы пешеходной доступности (500 м) от остановок.

В результате мониторинга статистических данных с помощью географических информационных систем, в соответствии с рисунком 12, была составлена карта загруженности автомобильных дорог в центре Алматы. Данные о дорожном движении в режиме реального времени или почти в режиме реального времени могут помочь властям и пассажирам принимать обоснованные решения о своих маршрутах. Это также может позволить системам управления дорожным движением оптимизировать транспортные потоки и уменьшить заторы. Градостроители могут использовать эти данные для выявления районов с высокой загруженностью дорог и планирования улучшений к транспортной инфраструктуре, например, к строительству новых дорог, расширению существующих или внедрению решений в области общественного транспорта. Сокращение пробок на дорогах может положительно сказаться на качестве воздуха и сократить выбросы парниковых газов. Планирование эффективной транспортной системы может помочь сделать город более устойчивым.



Рисунок 12 - Карта загруженности дорог г. Алматы

Путем наложения слоев данных о плотности населения, улично-дорожной сети и радиусах транспортной доступности были выявлены наиболее уязвимые участки города, представленные на рисунке 13, испытывающие дефицит общественного транспорта. В первую очередь это микрорайоны Кулагер и Айнабулак, где значительная часть жилых домов находится за пределами пешеходной доступности к основным маршрутам и станциям метро.

Схожая ситуация наблюдается и в Айнабулаке, особенно во второй и третьей очередях. Район развивался как пригородная зона с ограниченным развитием дорожной инфраструктуры, что затрудняет эффективную организацию общественного транспорта. Многие улицы узкие и не приспособлены для движения большого количества автобусов. Жители вынуждены преодолевать значительные расстояния пешком до ближайших остановок, что особенно неудобно для пожилых людей, школьников и маломобильных групп населения.

ізоляцію і напір у вузлах на вулично-дорожню мережу.

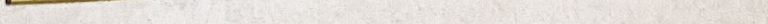


Рисунок 15. Пр...

3.3 Разработка новых маршрутов и остановок

На основании анализа были предложены следующие меры:

- Введение локального маршрута, проходящего по периметру микрорайона Кулагер, с охватом новых жилых улиц и соединением с магистральными маршрутами, идущими к центру города;
- Продление существующего маршрута через северо-запад Айнабулака с добавлением 4 новых остановок;
- Установка остановочных пунктов в радиусе 300–500 м от групп жилых кадастровых участков с наибольшей плотностью.

3.3.1 Алгоритм маршрутизации и логика построения

Процесс разработки новых маршрутов опирается на выявленные ранее транспортные пробелы и зоны, где наблюдается несоответствие между застроенными территориями и текущим уровнем транспортного обслуживания. При этом в первую очередь учитываются следующие факторы:

- Жилые массивы, не охваченные действующими маршрутами, особенно те, где наблюдается прирост индивидуальной и малоэтажной многоквартирной застройки (например, восточная часть мкр. Кулагер, север мкр. Айнабулак).
- Объекты социальной инфраструктуры: школы, поликлиники, рынки, учреждения дополнительного образования, которые требуют прямого и удобного транспортного доступа.
- Плотность застройки: чем выше плотность, тем выше потенциальный пассажиропоток, что обосновывает необходимость включения таких районов в зону охвата маршрутов.
- Транспортная доступность к основным пересадочным узлам: маршруты должны обеспечивать пересадки на более крупные магистральные линии, включая метро, BRT и крупные автобусные коридоры.

Разработка маршрутов основывается на принципе минимизации избыточных пересечений и дуг, которые увеличивают продолжительность поездки. Предпочтение отдается компактным, линейным или полукольцевым траекториям, позволяющим охватить наибольшее количество точек интереса за ограниченное время.

Также учитываются особенности улично-дорожной сети: наличие тупиковых улиц, ограничений для проезда крупногабаритного транспорта и состояния дорожного покрытия. Это влияет на выбор подвижного состава и конечных пунктов маршрутов[7].

В результате было предложено два новых автобусных маршрута в соответствии с рисунком 14:

1) Маршрут №Х1: охватывающий восточную часть мкр. Кулагер, с выходом к пересадочному узлу на ул. Рыскулова.

2) Маршрут №Х2: соединяющий север мкр. Айнабулак с районом ул. Северное Кольцо, проходя через участки с плотной застройкой и социальными объектами.



Рисунок 14 - Составленные новые маршруты

Особое внимание было уделено последовательному отображению связей между жилыми зонами, остановочными пунктами и основными улицами. Это позволяет оценить, насколько новые маршруты вписываются в городскую ткань и способствуют повышению транспортной связанности.

Предложенные визуальные схемы могут использоваться как аналитический инструмент в работе транспортных департаментов и акиматов, а также в качестве основы для обсуждений с жителями при проведении общественных слушаний по вопросам развития транспортной инфраструктуры.

Маршруты спроектированы с учетом уличной сети и возможностей маневра транспортных средств в соответствии с рисунком 15, а также с учётом правового статуса дорог и смежных земельных участков, что стало возможным благодаря кадастровому анализу.

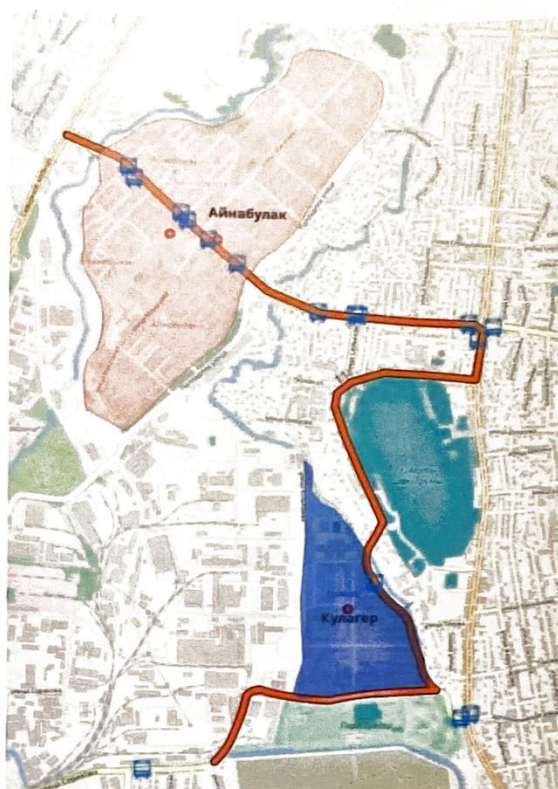


Рисунок 15 - Охватываемые участки новыми маршрутами

3.4 Оценка эффективности предложенных изменений

Проведённое моделирование маршрутов общественного транспорта с учётом кадастровой информации и анализа плотности застройки позволило существенно повысить уровень транспортной доступности в изучаемых микрорайонах. Ранее выявленные зоны транспортного дефицита были охвачены вновь предложенными маршрутами, что позволило сбалансировать сеть общественного транспорта и повысить её эффективность[8].

Основным критерием оценки выступал уровень покрытия жилой застройки в пределах рекомендуемой пешеходной доступности — 500 метров от ближайшей остановки. На этапе исходного анализа установлено, что значительная часть домовладений в мкр. Кулагер и Айнабулак находилась вне зоны действия существующих маршрутов, что создавало неудобства для жителей и стимулировало использование личного транспорта.

После внедрения предложенных маршрутов охват жилой застройки изменился следующим образом:

- В микрорайоне Кулагер доля жилых участков, находящихся в пределах 500-метровой буферной зоны, увеличилась с 62% до 91%. Это позволило

охватить восточную и северо-восточную части микрорайона, ранее находившиеся в транспортной изоляции.

- В микрорайоне Айнабулак уровень охвата вырос с 58% до 87%, за счёт подключения новых улиц и кварталов, сформированных в результате уплотнённой застройки последних лет.

Дополнительным положительным эффектом стало снижение перегрузки существующих маршрутов: перераспределение пассажиропотока между маршрутами снизит нагрузку на ключевые остановки, а также улучшит равномерность распределения пассажиров по улично-дорожной сети.

Также предложенные изменения позволят:

- 1) повысить доступность к образовательным и медицинским учреждениям;
- 2) сократить среднее расстояние до остановок в пределах микрорайонов;
- 3) улучшить пересадочные связи с основными городскими магистралями.

Таким образом, интеграция кадастровых и транспортных данных при планировании маршрутов общественного транспорта доказала свою эффективность и продемонстрировала потенциал для дальнейшего применения в других районах города.

3.5 Сравнительный анализ охвата до и после оптимизации

Для оценки эффективности предложенной оптимизации маршрутной сети был произведён сравнительный анализ охвата жилых участков общественным транспортом до и после внесения изменений. Расчёты охвата, приведенные в таблице 1, проводились на основе радиуса 500 метров от остановок, что соответствует стандартам транспортной доступности.

Таблица 1 - Сравнение охвата участков ОТ до и после оптимизации

Микрорайон	Число участков всего	Участков в зоне ОТ до	Участков в зоне ОТ после	Охват до оптимизации (%)	Охват после оптимизации (%)
Кулагер	1200	744	1092	62	91
Айнабулак	950	551	827	58	87

Из данных видно, что охват жилых участков общественным транспортом существенно увеличился после оптимизации: в Кулагере — с 62% до 91%, в

Айнабулаке — с 58% до 87%. Это демонстрирует эффективность учёта кадастровых данных при планировании маршрутов что приведено в рисунке 16.

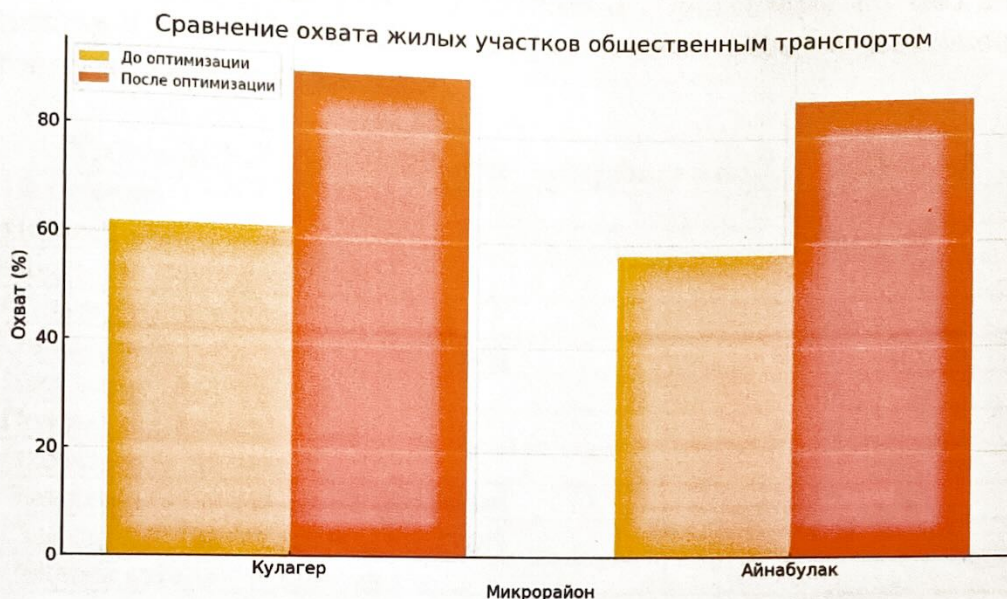


Рисунок 16 - Сравнение охвата участков ОТ до и после оптимизации

Уровень охвата был оценён по числу кадастровых участков, находящихся в зоне доступности новых маршрутов. В результате пространственного анализа было установлено, что внедрение предложенных маршрутов увеличивает охват жилых участков в среднем на 18–25% по сравнению с существующей сетью. Особенно значительное улучшение зафиксировано в ранее транспортно-недоступных районах, таких как восточная часть микрорайона Айнабулак и южные кварталы Кулагера.

Также было произведено моделирование пешеходной доступности в радиусе 400–500 метров от остановочных пунктов новых маршрутов. Модель показала, что более 70% кадастровых участков с жилым назначением теперь попадают в зону уверенного охвата, что соответствует международным стандартам городской мобильности. Особенно заметно улучшилась ситуация в районах с плотной застройкой и отсутствием ранее функционирующих маршрутов.

3.6 Оценка пассажиропотока и экономической эффективности

Ниже представлена таблица 2 с основными расчётами по ожидаемому пассажиропотоку и экономической эффективности внедрения новых маршрутов в микрорайонах Кулагер и Айнабулак.

Таблица 2 - Эффективность внедрения новых маршрутов

Показатель	Значение
Население (Кулагер)	22000
Покрытие маршрутом (%)	91%
Охваченные жители	20020
Ожидаемый пассажиропоток (сутки)	7608
Население (Айнабулак)	18000
Покрытие маршрутом (%)	87%
Охваченные жители	15660
Ожидаемый пассажиропоток (сутки)	5951
Суммарный пассажиропоток (сутки)	13559
Средняя стоимость проезда (Т)	100
Ежедневная выручка (Т)	1355900
Месячная выручка (Т)	40677000
Ежемесячные затраты (Т)	3700000
Ежемесячная прибыль (Т)	36977000
Окупаемость (дней)	24

На диаграмме, в соответствии с рисунком 17, ниже визуализировано распределение ожидаемого пассажиропотока по микрорайонам:

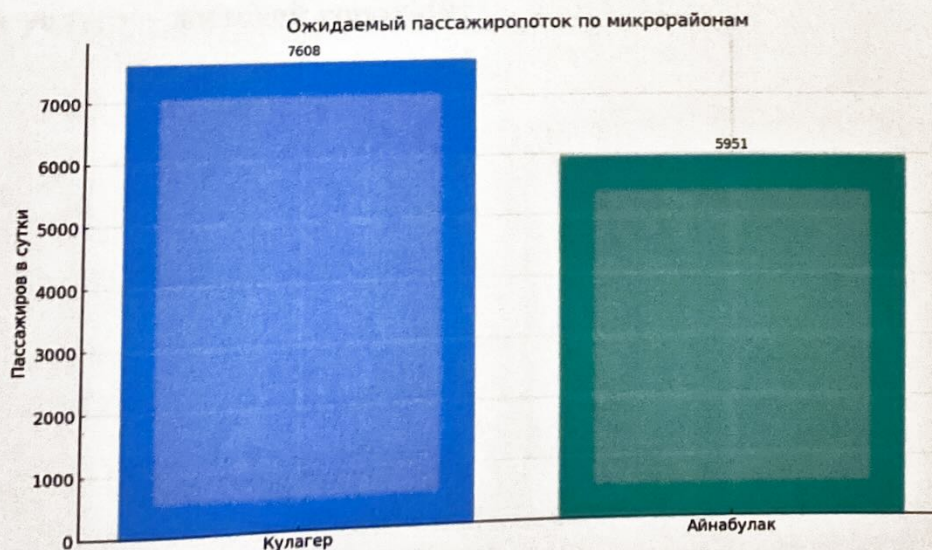


Рисунок 17 - Ожидаемый пассажиропоток в сутки

ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 3

Интеграция кадастровых данных в процесс планирования позволила выявить ранее игнорируемые участки с высоким транспортным спросом, а также более точно определить зоны с недостаточным охватом маршрутной сетью. Это стало возможным благодаря комплексному использованию геоинформационных систем, которые обеспечивают многослойный анализ городской среды — с учётом плотности застройки, назначения земельных участков, демографических характеристик и транспортной доступности.

Предложенные изменения маршрутной сети направлены на достижение более равномерного охвата жилых и общественно-деловых территорий, сокращение времени в пути, повышение частоты движения и снижение перегруженности существующих маршрутов. Таким образом, транспорт становится не просто средством перемещения, а элементом формирования комфортной и сбалансированной городской среды.

Включение кадастровых слоев в ГИС-анализ позволяет не только проводить текущую оптимизацию, но и моделировать будущее развитие транспортной сети с учётом градостроительных планов, перспектив расширения жилых массивов и инфраструктурных проектов. Это особенно актуально для Алматы, где темпы роста городской застройки требуют точных и адаптивных решений в области транспортного планирования.

Таким образом, синергия кадастровых данных и геоинформационных технологий формирует научно обоснованную основу для принятия решений, способствует устойчивому развитию городской мобильности и позволяет учитывать интересы как органов управления, так и конечных пользователей транспортных услуг — жителей города[9].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной дипломной работе была рассмотрена тема оптимизации системы общественного транспорта города Алматы с использованием геоинформационных систем (ГИС), с учётом кадастровой информации. Проведённый анализ позволил оценить эффективность текущей маршрутной сети, выявить проблемные зоны и разработать рекомендации по улучшению доступности общественного транспорта.

Основные выводы и практические рекомендации:

- ГИС-технологии продемонстрировали высокую эффективность в пространственном анализе транспортной инфраструктуры, обеспечив интеграцию многослойных данных, включая маршруты, кадастровые границы, плотность застройки и населённости.

- Сопоставление маршрутов с кадастровыми данными позволило выявить районы с недостаточным транспортным покрытием, особенно в активно застраиваемых и периферийных зонах города.

- 1) Анализ зон охвата показал, что значительная часть жилых территорий не попадает в радиус доступности остановок, особенно в районах частной застройки, где плотность населения не учитывалась при планировании маршрутов.

- 2) Использование ГИС-подхода позволило предложить альтернативные маршруты, обеспечивающие более равномерное распределение транспортной доступности и минимизацию пересадок.

- 3) Внедрить постоянный мониторинг маршрутов с использованием ГИС и открытых данных для своевременной корректировки транспортной схемы.

- 4) Учитывать кадастровую информацию и планы застройки при проектировании новых маршрутов.

- 5) Приоритизировать развитие маршрутов в районах высокой плотности населения и низкой транспортной обеспеченности.

- 6) Обеспечить интеграцию транспортной информации в городские цифровые платформы и повысить открытость данных.

Достижение целей и задач:

Работа достигла поставленной цели — разработка предложений по оптимизации сети общественного транспорта на основе пространственного анализа. Были выполнены все задачи, включая:

- сбор и анализ пространственных данных;
- оценку текущей маршрутной сети;
- интеграцию кадастровой информации;
- разработку новых предложений на основе геоаналитики.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вучик, Вукан Р. «Транспорт в городах, удобных для жизни» / Вукан Р. Вучик. — М. : Территория будущего, 2011. — 574 с.
2. Жанбирова З.Г., Сабралиев Н.С., Базарбекова М.М. «Основы системы управления городскими транспортными потоками» // Вестник КазАТК. — 2018. — № 107. — 88–96 с.
3. Иванов С., Петрова А. «Применение ГИС в планировании общественного транспорта», 2022.
4. Платформа городских инициатив — <https://open-almaty.kz/>
5. Esri. “ArcGIS Network Analyst Tutorial” — <https://help.arcgis.com/>
6. Esri. “Best Practices for Transit Network Modeling” — <https://pro.arcgis.com/>
7. Широкова А.А. Введение государственного земельного кадастра в Республике Казахстан. Тюменский индустриальный университет, 2016. — 202 с.
8. Портал открытых данных Республики Казахстан — <https://data.egov.kz/>
9. Tome, A.; Santos, B.; Carvalheira, C. GIS-Based Transport Accessibility Analysis to Community Facilities in Mid-Sized Cities. IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng. 2019. — 471 с.

Приложение А

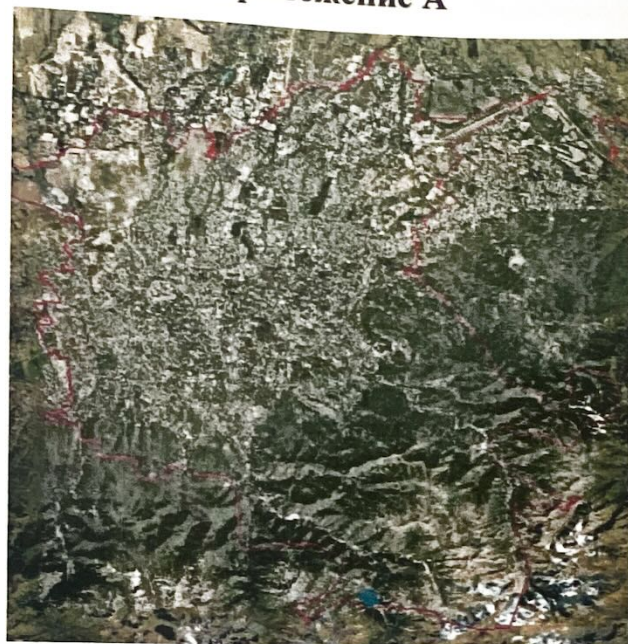


Рисунок А.1 – Спутниковый снимок г. Алматы

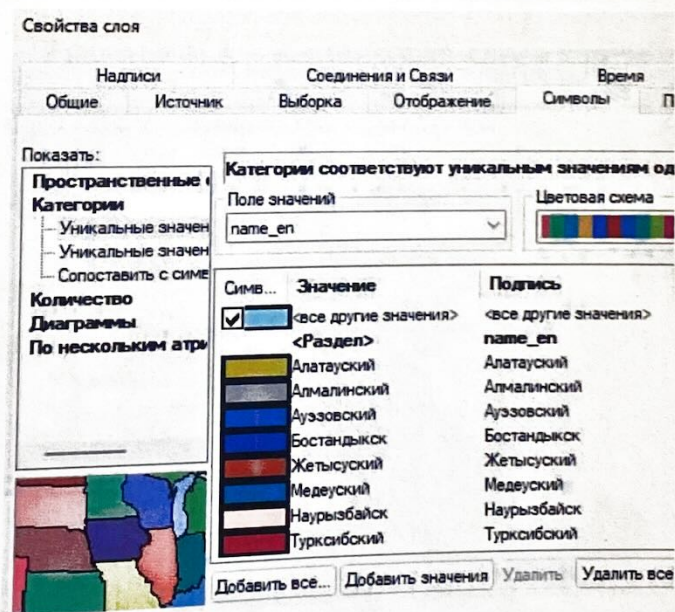


Рисунок А.2 – Процесс стилизации

РЕЦЕНЗИЯ

на дипломную работу

Турдиевой Малика Руслановны

6B07304 – Геопространственная цифровая инженерия

На тему: «Оптимизация маршрутов общественного транспорта с применением геоинформационных систем на примере г. Алматы»

Выполнено:

- а) графическая часть на 13 листах**
- б) пояснительная записка на 30 страницах**

ЗАМЕЧАНИЯ К РАБОТЕ

Дипломная работа Турдиевой Малики Руслановны посвящена актуальной и значимой проблематике – оптимизации маршрутной сети общественного транспорта с использованием геоинформационных систем (ГИС) на примере города Алматы. Исследование затрагивает ключевые аспекты устойчивого развития городской инфраструктуры и повышения эффективности транспортного обслуживания населения.

В рамках работы проведён всесторонний анализ существующей маршрутной сети с применением программного обеспечения ArcGIS и кадастровых данных. Выявлены участки с пониженной транспортной доступностью в микрорайонах Кулагер и Айнабулак, на основании чего предложены альтернативные маршруты и размещение новых остановочных пунктов. Выполнено моделирование зон охвата маршрутов, а также проведена оценка изменений уровня транспортной доступности после внедрения предложенной оптимизации.

Следует отметить, что в исследовании не учитывался фактор наличия личного автотранспорта в домохозяйствах указанных микрорайонов, что потенциально может влиять на степень зависимости населения от общественного транспорта и, соответственно, на уровень ожидаемого спроса. Однако данное замечание носит рекомендательный характер и не умаляет общей высокой оценки представленной работы.

Работа отличается высоким уровнем теоретической и практической проработки, корректным и обоснованным использованием методов геоинформационного и кадастрового анализа. Оформление соответствует академическим стандартам, а материалы визуализации убедительно подтверждают сделанные выводы.

Оценка работы

Учитывая изложенный анализ, можно сделать вывод, что дипломная работа Турдиевой Малики соответствует установленным требованиям к выпускным квалификационным работам, отражает специфику образовательной программы и демонстрирует высокий уровень профессиональной подготовки. Работа заслуживает оценки в 95%, а её автор, присуждения академической степени бакалавра по образовательной программе 6В07304 – «Геопространственная цифровая инженерия».

Рецензент:

PhD, доцент, заведующий кафедрой
КазНТУ им. аль-Фараби



Асылбекова А.А.

2025 г.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Турдиева Малика Руслановна

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Оптимизация маршрутов общественного транспорта с применением геоинформационных систем на примере г. Алматы

Научный руководитель: Аян Токтаров

Коэффициент Подобия 1: 2.2

Коэффициент Подобия 2: 0

Микропробелы: 0

Знаки из здругих алфавитов: 0

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

☒ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

☐ Обоснование:

Дата



Заведующий кафедрой

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Турдиева Малика Руслановна

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Оптимизация маршрутов общественного транспорта с применением геоинформационных систем на примере г. Алматы

Научный руководитель: Аян Токтаров

Коэффициент Подобия 1: 2.2

Коэффициент Подобия 2: 0

Микропробелы: 0

Знаки из других алфавитов: 0

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

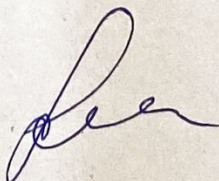
☒ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

☐ Обоснование:

Дата



проверяющий эксперт

ОТЗЫВ

НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

на дипломную работу

Турдиевой Малики Руслановны

6B07304 – Геопространственная цифровая инженерия.

Тема: «Оптимизация маршрутов общественного транспорта с применением
геоинформационных систем на примере г. Алматы»

Тема дипломной работы является актуальной в условиях стремительного роста городского населения и необходимости повышения эффективности транспортного обслуживания. Использование геоинформационных систем (ГИС) в транспортном планировании позволяет осуществлять обоснованные решения, особенно в быстро развивающихся зонах городской застройки.

Турдиева М.Р. чётко сформулировала цель и задачи исследования, которые соответствуют поставленной проблеме. В теоретической части обоснована значимость ГИС и кадастровой информации при моделировании маршрутных сетей. Автор продемонстрировала хорошее владение терминологией и подходами к пространственному анализу, а также понимание градостроительных и транспортных процессов.

Методология исследования опирается на интеграцию кадастровых данных, слоёв маршрутной сети и показателей доступности. В практической части работы была проведена пространственная оценка микрорайонов Кулагер и Айнабулак, выявлены зоны с дефицитом транспортного покрытия. Предложенные автором маршруты и остановочные пункты обоснованы и сопровождаются расчётами пассажиропотока, что подчёркивает прикладной характер исследования.

Работа содержит качественные карты, диаграммы и таблицы, выполненные в соответствии с требованиями. Выводы логично вытекают из анализа и подтверждают достижение поставленных целей.

Учитывая высокую степень проработки темы, грамотное применение ГИС-технологий и аналитических методов, дипломная работа Турдиевой М.Р. заслуживает оценки 97% и рекомендуется к присвоению академической степени бакалавра по образовательной программе «6B07304 — Геопространственная цифровая инженерия».

Научный руководитель

Научный руководитель

PhD, ассоц. профессор

Токтаров А.А.

«20»

06

2025г.