

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Южно-Уральский государственный университет»  
Архитектурно-строительный институт  
Кафедра «Градостроительство, инженерные сети и системы»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ  
Заведующий кафедрой  
к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_ Д.В. Ульрих

\_\_\_\_\_ 2021 г.

**Применение геоинформационных технологий в градостроительной деятельности (на примере оценки Транспортной схемы Челябинской агломерации)**

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА К ВЫПУСКНОЙ  
КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ**

ЮУрГУ–21.03.02.2021.305-10. ПЗ ВКР

Консультант,  
доцент кафедры ГИСС  
А.В. Бобылев  
\_\_\_\_\_ 2021 г.

Руководитель проекта,  
доцент кафедры ГИСС,  
А.В. Бобылев  
\_\_\_\_\_ 2021 г.

Консультант,  
доцент кафедры ГИСС,  
А.В. Бобылев  
\_\_\_\_\_ 2021 г.

Автор проекта  
студент группы АСИ-424  
А.Р. Коряпина  
\_\_\_\_\_ 2021 г.

Нормоконтролер  
доцент кафедры ГИСС,  
А.В. Бобылев  
\_\_\_\_\_ 2021г

Челябинск 2021

Подп. и дата	
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

## АННОТАЦИЯ

Коряпина А.Р. Применение геоинформационных технологий в градостроительной деятельности (на примере оценки Транспортной схемы Челябинской агломерации). – Челябинск: ЮУрГУ, АСИ; 2021, с 64, ил. 7, библиогр. список –.

Рассмотрены основные особенности и структура применения геоинформационных технологий в градостроительной деятельности, проанализирована транспортная схема Челябинска, на базе которой построена имитационная модель.

Исследованы открытые информационные источники по транспортной тематике, нормативно-техническая документация градостроительной деятельности, а также программа по транспортной системе Челябинской агломерации.

Проведена оценка транспортной схемы в части трамваев города Челябинска, а также сравнительные характеристики и рекомендации по результатам имитационного моделирования.

					<b>АСИ-424.21.03.02.2021.010 ПЗ ВКР</b>			
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
Зав. каф.	Ульрих Д.В.				<i>Применение геоинформационных технологий в градостроительной деятельности (на примере оценки Транспортной схемы Челябинской агломерации)</i>	<i>Литера</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
Н. Контр.	Бобылев А.В.					у	2	
Руководит	Бобылев					<b>ЮУрГУ Кафедра ГИСС</b>		
Консульт.	Бобылев А.В.							
Дипломник	Коряпина А.Р.							

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 ГЛАВА ГИС В ЗАДАЧАХ ВЕДЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ БАЗ ДАННЫХ И ОЦЕНКИ НЕДВИЖИМОСТИ.....	7
1.1 ГИС–технологии.....	7
1.1.1 Общее понятие .....	14
1.1.2 Основные направления в развитии ГИС.....	15
1.2 ГИС в транспортной сфере.....	16
1.2.1 Основные направления использование ГИС в пассажирском транс- порте.....	18
1.3 Связь ГИС с оценкой недвижимости .....	23
1.3.1 Принципы оценки недвижимости .....	24
1.3.2 Возможность использования ГИС технологий в решении задач оценки недвижимости вблизи транспортных магистралей.....	25
2 ГЛАВА РАЗВИТИЕ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ ЧЕЛЯБИНСКОЙ АГЛОМИРАЦИИ .....	27
2.1 Состав инфраструктуры Челябинска и пригородов.....	27
2.2 Имитационное моделирование в сфере транспорта .....	36
2.2.1 Описание транспортной структуры Челябинской агломерации .....	39
2.2.2 Закрытие Ленинградского моста на реконструкцию .....	43
2.3 Описание программного имитационного моделирования.....	44
2.3.1 Описание исходной транспортной схемы.....	44

2.3.2	Изменения схемы в связи с закрытием Ленинградского моста.....	49
2.3.3	Оценка проектного предложения транспортной схемы Челябинской агломерации.....	53
2.4	Заключение о возможности применения имитационного моделирования для задач транспорта.....	58
3	ГЛАВА ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В ЗАДАЧАХ ИНВАРИАНТНОГО ОЦЕНИВАНИЯ ПРОЕКТОВ.....	59
3.1	Инвариантная оценка.....	59
3.2	Инвариантное оценивание транспортной системы Челябинска.....	60
3.2.1	Транспортная система Челябинска в части трамваев как объект инвариантной оценки.....	60
3.2.2	Эффективность изменений.....	61
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	63
	БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	64



2. Изучить и выполнить анализ проектируемой транспортной схемы Челябинской агломерации, акцент сделать на составляющей «трамвай», а также на проработке организации движения при реконструкции Ленинградского моста
3. Сделать выводы по оценке схемы и общие рекомендации по внесению в нее изменений

Объектом исследования является транспортная сема в части трамваев города Челябинск. В период реформирования системы пассажирского транспорта и обновления транспортной пассажирской инфраструктуры, рассмотрение и оценка планируемого режима работы транспорта необходима и является актуальной.

Предметом исследования будут выступать оценка эффективности изменений, внесенных транспортом.

Основные методы исследования:

- Геопространственный геоинформационный анализ
- Сравнительный анализ градостроительной документации

					21.03.02.2021.424 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		6

# 1 ГЛАВА ГИС В ЗАДАЧАХ ВЕДЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ БАЗ ДАННЫХ И ОЦЕНКИ НЕДВИЖИМОСТИ

## 1.1 ГИС– технологии

**Геоинформационные технологии (ГИТ)** — это информационные технологии обработки географически организованной информации.

Основной особенностью ГИС, определяющей ее преимущества в сравнении с другими АИС, является наличие картографической основы, т.е. цифровых карт, дающих необходимую информацию о земной поверхности.

При этом цифровые карты должны обеспечивать:

- точную привязку, систематизацию, отбор и интеграцию всей поступающей и хранимой информации (единое адресное пространство);
- комплексность и наглядность информации для принятия решений;
- возможность динамического моделирования процессов и явлений;
- возможность автоматизированного решения задач, связанных с анализом особенностей территории;
- возможность оперативного анализа ситуации в экстренных случаях.

История развития ГИТ восходит к работам Р.Томлисона по созданию Канадской ГИС (CGIS), проводившимся в 1963-1971 гг. В широком смысле ГИТ — это наборы данных и аналитические средства для работы с координатно привязанной информацией.

ГИТ — это не информационные технологии в географии, а информационные технологии обработки географически организованной информации. [1]

### 1.1.1 Общее понятие

**Геоинформационная система (ГИС)** — это многофункциональная информационная система, предназначенная для сбора, обработки, моделирования и анализа пространственных данных, их отображения и использования при решении расчетных задач. Основное назначение ГИС заключается в формировании

					21.03.02.2021.424 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		7

знаний о Земле, отдельных территориях, местности, а также своевременном доведении необходимых и достаточных пространственных данных до пользователей с целью достижения наибольшей эффективности их работы.

### **Сферы применения ГИС:**

В настоящее время геоинформационные технологии проникли практически во все сферы жизни. Отметим основные:

- а) экология и природопользование;
- б) социология и политология
- в) земельный кадастр и землеустройство;
- г) морская, авиационная и автомобильная навигация;
- д) управление городским хозяйством;
- е) региональное планирование;
- ж) транспортная сфера ;

### **Базовые компоненты ГИС:**

Любая ГИС включает в себя следующие компоненты:

- аппаратная платформа (hardware);
- программное обеспечение (software);
- данные (data);
- человек-аналитик.

Аппаратная платформа в свою очередь состоит из следующих частей:

- компьютеры (рабочие станции, ноутбуки, карманные ПК);
- средства хранения данных (винчестеры, компакт-диски, дискеты, флэш-память);

- устройства ввода информации (дигитайзеры, сканеры, цифровые камеры и фотоаппараты, клавиатуры, компьютерные мыши);

- устройства вывода информации (принтеры, плоттеры, проекторы, дисплеи).

Сердцем любой ГИС являются используемые для анализа данные. Устройства ввода позволяют конвертировать существующую географическую информацию в тот формат, который используется в данной ГИС. Географическая информация может включать в себя бумажные и цифровые карты, материалы аэрофотосъемок, адреса, координаты объектов, собранные при помощи систем глобального позиционирования GPS (Global Position System), космических спутников или цифровой географической информации, хранимой в других форматах.

Если говорить о программном обеспечении ГИС, то следует отметить, что большинство программных пакетов обладают схожим набором характеристик, такими как, послойное картографирование, маркирование, кодирование геоинформации, нахождение объектов в заданной области, определение разных величин, но очень сильно различаются в цене и функциональности. Выбор программного обеспечения зависит от конкретных прикладных задач, решаемых пользователем.

### **Классификация ГИС:**

А) Подразделение геоинформационных систем происходит по территориальному принципу:

- Глобальные, ГИС используется для предотвращения техногенных и природных катаклизмов с 1997 года. Благодаря этим данным можно за относительно короткое время спрогнозировать масштабы катастрофы, составить план ликвидации последствий, оценить нанесенный ущерб и людские потери, а также организовать гуманитарные акции.
- Субконтинентальные;
- Национальные;

					21.03.02.2021.424 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		9

- Региональные, геоинформационная система разработана на муниципальном уровне. Она позволяет местным властям прогнозировать развитие определенного региона. Данная система отражает практически все важные сферы, например инвестиционные, имущественные, навигационно-информационные, правовые и др.
- Субрегиональные
- Локальные (местные, local GIS)

Сведения о данных информационных системах можно найти в специальных разделах сети. Они размещаются в открытом доступе для ознакомления без каких-либо ограничений.

Б) По функциональным возможностям ГИС можно разделить на:

- Универсальные ГИС, характеризуются открытостью, работают с различными форматами данных, обладают достаточно мощным графическим редактором, имеют средства разработки и внедрения различных приложений (увеличения набора функций) По мере развития и создания новых версий эти ГИС снабжаются большим числом модулей как общего так и специального назначения (например, ГИС Mapinfo, ArcInfo и др) Это наиболее распространённый, широко используемый класс ГИС, поскольку позволяет при необходимости адаптироваться и решать различные задачи во многих областях знаний, увеличивать число встраиваемых специализированных модулей, с помощью которых расширяется аппарат пространственного моделирования и анализа исходных данных.
- Специализированные, решают узкий круг задач на заданном наборе параметров. Их основная задача контроль протекания процессов и предотвращение нежелательных ситуаций, автоматизация документооборота и т.д.
- ГИС-вьюверы, предназначены для визуализации пространственной информации, вывода ее на печать. Это системы не снабжены аппаратом для пространственного анализа и моделирования.

В) По используемой модели данных:

- Векторные ГИС, основаны на принципах векторной графики и работают с топологическими или не топологическими векторными моделями данных.
- Растровые ГИС, основаны на принципах растровой графики и работают с растровыми моделями данных.
- Гибридные ГИС, сочетают в себе возможности векторных и растровых ГИС

Большинство современных ГИС не являются строго векторными или строго растровыми. Обычно в векторной ГИС имеются средства работы с растровыми данными и наоборот, в растровой ГИС имеются средства работы с векторными моделями данных. [2]

Существует достаточно большое количество разработчиков ГИС, и программных продуктов, но наиболее известными и основными являются:

- **MapInfo**

MapInfo Professional – географическая информационная система (ГИС), предназначенная для сбора, хранения, отображения, редактирования и анализа пространственных данных.

Первая версия ГИС MapInfo Professional была разработана в 1987 году компанией MapInfo Corp., и быстро стала одной из самых популярных ГИС в мире. Сейчас MapInfo Professional используется в 130 странах мира, переведена на 20 языков, включая, русский, и установлена в десятках тысяч организаций. В России благодаря простоте освоения, богатым функциональным возможностям и умеренной стоимости MapInfo Professional стала самой массовой геоинформационной системой.

ГИС MapInfo – высокоэффективное средство для визуализации и анализа пространственных данных.

**Сферы применения ГИС MapInfo:**

Бизнес и наука, образование и управление, социологические, демографические и политические исследования, промышленность и экология,

										Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата	21.03.02.2021.424 ПЗ ВКР					11





- а) Создавать электронные карты или атласы как композиции картографических слоев, выбираемых пользователем (включая векторные и растровые) и связанных с ними таблиц атрибутивных (тематических) данных;
- б) Управлять таблицами атрибутивных данных (создавать таблицы, связывать их с цифровыми картами, редактировать, менять структуру таблиц и др.);
- в) Управлять масштабированием изображения;
- г) Осуществлять поиск или выбор объектов на карте с отображением результатов в таблице атрибутивных данных;
- д) Выбирать объекты вручную или на основе задания «запросов по образцу» к атрибутивным таблицам с отображением результатов на карте и другое.
- е) Загрузка в карту одновременно множества слоев различных форматов

GeoDraw служит инструментом для создания высококачественных цифровых карт, учитывающих требования ведущих мировых, ГИС.

Эту технологию применяют практически во всех сферах человеческой деятельности - будь то анализ таких глобальных проблем как перенаселение, загрязнение территории, сокращение лесных угодий, природные катастрофы, так и решение частных задач, таких как поиск наилучшего маршрута между пунктами, подбор оптимального расположения нового офиса, поиск дома по его адресу, прокладка трубопровода на местности, различные муниципальные задачи, а применение ГИС в сфере управления транспортом, а так же проектирование работы транспорта является одним из наиболее “ходовых” направлений.

### 1.1.2 Основные направления в развитии ГИС

**- Использование ГИС-технологий для автоматизации управления территориальными комплексами.**





- производственные и торговые предприятия (для ежедневного контроля работы агентов и использования ими служебного автотранспорта);
- оперативные службы (охрана, МЧС, скорая помощь, аварийные службы)
- спецавтохозяйства;
- банки, для которых важно отследить перевозку ценных грузов и контролировать работу инкассаторских;
- простые граждане и водители авто, ежедневно нуждающиеся в информации о пробках, ремонтных работах на дорогах и т.д.

**Области применения ГИС в транспорте сегодня крайне разнообразны:**

- а) организация информационных сервисов для пассажиров по плану транспортного предприятия и ближайшему его окружению;
- б) планирования и оптимизация маршрута следования;
- в) оценки и планирования пропускной способности:
  - расчет пассажиропотоков;
  - анализ грузопотоков.
- г) управление парком транспортных средств:
  - мониторинг техники;
  - учет уровня расхода и распределения топлива;
  - анализ стиля вождения;
  - идентификации водителя;
  - учета рабочего времени;
  - мониторинг грузов.
- д) планирование развития социальной инфраструктуры, транспортной сети.

**1.2.1 Основные направления использование ГИС в пассажирском транспорте**







Перед государственными и коммерческими компаниями, осуществляющими транспортировку грузов и пассажиров в разных отраслях транспортной сферы, стоит задача планирования и оптимизации маршрута следования. Результат выполнения этой задачи зависит от того, насколько оперативно будет собран, систематизирован и проанализирован большой объем исходных данных, которые могут меняться во времени. ГИС - удобный инструмент для выполнения данной задачи. Если для транспортировки необходимо использование нескольких видов транспорта, то геоинформационные системы в этом случае являются самой подходящей основой, поскольку они способны совмещать информацию по множеству транспортных сетей в единой базе данных и/или на одной электронной карте. В больших городах, где существует не один вид городского транспорта, существует еще одна задача, решаемая средствами, ГИС — построение оптимального маршрута для населения. Для того, чтобы добраться в пункт назначения, необходимо оптимизировать маршруты движения всего транспорта в комплексе: метро, автобусы, трамваи, троллейбусы, электропоезда пригородного сообщения.

В настоящее время начали распространяться различные интернет-сервисы. Это интерактивные информационные системы, позволяющие любому желающему посмотреть схемы маршрутов на карте города, найти остановку городского транспорта на карте и посмотреть соответствующие номера маршрутов, а также найти варианты проезда между двумя выбранными остановками с учетом пересадок и пеших переходов между близкорасположенными остановками.

- Оценка и планирование пропускной способности

Возможность реализации различных ГИС функций позволяет проводить анализ пассажиропотоков, принимая во внимание множество аспектов жизнедеятельности населенного пункта, представленных в виде тематических слоев единой базы геоданных и цифровой карты.

Использование ГИС для оценки пропускной способности дает возможность:

- вычислять мощность или напряжённость, то есть количество пассажиров, которое проезжает в определённое время на заданном участке маршрута в одном направлении (любым видом транспорта);
- рассчитывать объём перевозок пассажиров, то есть количество пассажиров, перевозимых рассматриваемым видом транспорта за определённый промежуток времени (час, сутки, месяц, год);
- строить матрицы интенсивностей потоков;
- проводить сравнительный анализ пропускной способности для различного времени суток (вечернего часа пик, выходных и праздничных дней и т.д.) при существующей схеме организации движения.

Необходимо отметить, что расчет ожидаемых потоков на городской транспортной сети существенно отличается от расчетов потоков на автомобильных дорогах, соединяющих населенные пункты. Планирование пассажиропотоков требует расчета потокораспределения по всей транспортной сети города и учета предполагаемого спроса на передвижения по каждому маршруту и виду транспорта.

Оценка и планирование пропускной способности для автотранспортной отрасли вызывает необходимость в форсированном развитии городских и внегородских дорог, а также в принятии мер по ограничению доступа автомобилей в центры городов, организовать движение таким образом, чтобы по возможности равномерно распределить проездопотоки по альтернативным участкам, учитывая участки, закрытые для плановой профилактики и ремонта.

- Мониторинг грузов

Слежение за подвижными объектами в транспортной сфере включает не только мониторинг транспортных средств, но также и грузов. Наиболее актуальной задачей является перевозка опасных грузов. Чтобы исключить промедление, принятие неверных решений или усугубляющих ситуацию действий, применяются специальные диспетчерские системы.

Таким образом, применение ГИС в транспортной сфере поможет существенно повысить эффективность, обеспечить большой объем перевозок и сделать транспортную систему в целом более безопасной. При этом значительный эффект может быть достигнут уже за счет повышения качества управления имеющимися активами и более тщательного планирования инвестиций в развитие.

Д) Хранилища данных и массовый анализ, массовая обработка данных с географической привязкой, например, массовые данные о количестве перевезенных пассажиров

Геоинформационные технологии позволяют не только повышать безопасность предприятия, анализировать пассажиро- и грузопотоки, планировать перевозки, но и осуществлять управление парком транспортных средств (мониторинг объектов, топлива и т.д.) с учетом особенностей бизнес-процессов транспортного предприятия. Система управления включает GPS-приемник, установленный на автомобиль (локомотив, судно, самолет), координатная информация с которого передается в диспетчерский центр и накапливается в единой базе геоданных. Геоинформационные системы используются здесь для отображения этой информации в географическом контексте.

### 1.3 Связь ГИС с оценкой недвижимости

ГИС – технологии могут найти широкое применение на рынке недвижимости так как местоположение это одно из основных показателей при определении стоимости недвижимости. [5]

Актуальность данной темы обуславливается необходимостью формирования информационной базы, которая позволила бы упростить и ускорить процесс оценки. Внедрение геоинформационных технологий в сферу оценочной деятельности позволит обеспечить оценщиков актуальными данными позволяющими обосновать расчет стоимости объекта оценки и сократить время на

поиск необходимой для оценки информации, что в итоге позволит автоматизировать процесс оценки и сделать его массовым и доступным.

### 1.3.1 Принципы оценки недвижимости

Принципы оценки объектов недвижимости – это свод методических правил, на основании которых определяется степень воздействия различных факторов, влияющих на стоимость объекта недвижимости. Поскольку в процессе оценки объектов недвижимости наблюдается взаимодействие трех элементов – субъекта, объекта и рыночной среды – то специалистами, занимающимися оценкой объектов недвижимости выделено три группы принципов:

А) Принципы, основанные на представлениях пользователя – полезности; замещения; ожидания – позволяют, с точки зрения пользователя, определить полезность объекта, его приемлемую цену на рынке и ожидаемые выгоды от владения объектом недвижимости.

Недвижимость обладает стоимостью только в том случае, когда она может быть полезна потенциальному собственнику для реализации определенной экономической функции.

Б) Принципы, связанные с объектом недвижимости (прежде всего с землей) и его улучшением;

- остаточной продуктивности земли;
- предельной продуктивности (принцип вклада);
- возрастающего и уменьшающегося дохода;
- сбалансированности;
- экономического размера;
- экономического разделения.

В) Принципы, связанные с рыночной средой – зависимости, соответствия, спроса и предложения, конкуренции, изменения – позволяют определить:

- зависимость стоимости объекта недвижимости от его местоположения, соответствие недвижимого имущества по архитектурному стилю и уровню удобств потребностям рынка;
- предложения и спрос на конкретные объекты недвижимости;
- уровень конкуренции на рынке недвижимости;
- изменение стоимости объектов недвижимости под влиянием физического и морального износа.

Особое место занимает обобщающий принцип - принцип наилучшего и наиболее эффективного использования объекта недвижимости.

Принцип наилучшего и наиболее эффективного использования объекта недвижимости – это синтез принципов всех трех групп, которые были рассмотрены выше. Он позволяет оценщику выявить из возможных вариантов использования объекта недвижимости наилучший и наиболее доходный вариант и именно его использовать для оценки.[4]

### **1.3.2 Возможность использования ГИС технологий в решении задач оценки недвижимости вблизи транспортных магистралей**

Оценка недвижимости вблизи транспортных магистралей является достаточно сложной задачей, а использование ГИС технологий в свою очередь позволяет облегчить и упростить данный процесс.

Для того, чтобы более детально рассмотреть именно транспортную ГИС которая в свою очередь очень тесно связана и влияет на большой спектр факторов при оценке недвижимости, я рассмотрю эту связь на примере города Москва.

В связи с постоянным ростом численности населения, ухудшается ситуация на дорогах Москвы и Подмосковья, следовательно, из этого транспортная доступность становится главным критерием при выборе жилья и радикально влияет на стоимость возводимых метров, а также на стоимость существующего жилого фонда. Развитие транспортной инфраструктуры сокращает время на



Но, большинство покупателей согласны переплатить за квартиру. Они понимают, что платят за комфорт, возможность освободить время для общения с семьёй, полноценного отдыха. Так же, даже в большей степени, это касается недвижимости, предназначенной для общего пользования: торгово-развлекательных центров, ресторанов, административных зданий. Ведь поток посетителей напрямую зависит от доступности местонахождения заведения.

Вывод: Был изучен опыт применения географических информационных систем для задач анализа проектов транспортной тематики, градостроительных решений, представлены отдельные геоинформационные решения. А также рассмотрена связь транспортной сети с оценкой недвижимости.

## 2 ГЛАВА РАЗВИТИЕ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ ЧЕЛЯБИНСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ

### 2.1 Состав инфраструктуры Челябинска и пригородов

Транспортная инфраструктура — это разновидность инфраструктуры, являющаяся совокупностью всех отраслей и предприятий транспорта, как выполняющих перевозки, так и обеспечивающих их выполнение и обслуживание.

Любую транспортную инфраструктуру агломерации можно условно разделить на три типа, выполняющие различные функции в рамках существования территориальной структуры [6]:

- **Внутренняя**, обслуживает в первую очередь внутренний городской транспорт, формируя уличную дорожную сеть;

Является совокупностью дорог, улиц, площадей общегородского и районного значения, соединяющие промышленные и жилые районы города, по которым осуществляется движение пешеходов и транспорта, между собой.

Внутренняя транспортная инфраструктура должна обеспечивать быстрые, удобные, а главное безопасные транспортные связи со всеми функциональными



Более детально рассмотрим ситуацию с пассажирским транспортом комплексно в городе Челябинск.

### **Внутренний общественный транспорт Челябинска представлен:**

#### **А) Автобусами**

Автобусная система, открытая в Челябинске 13 сентября 1925 года. В настоящее время автобусное сообщение присутствует во всех районах города и по состоянию на 2021 год насчитывает 27 постоянно действующих маршрутов, в которых эксплуатируется около 167 машин.

#### **Маршруты:**

Обслуживают : ООО «Общественный городской Транспорт»

Таблица 1- Автобусные маршруты

<b>№ пп</b>	<b>Маршрут</b>
1.	№ 1 «Железнодорожный вокзал – Аэропорт»
2.	№ 2 «ЮУрГУ – Мехколонна»
3.	№ 4 «Мамина – ЮУрГУ»
4.	№ 14 «Железнодорожный вокзал – поселок Новосинеглазово»
5.	№ 18 «Автобусный парк – Железнодорожный вокзал»
6.	№ 31 «ЧМК – Академика Сахарова»
7.	№ 34 «Мехколонна – Автобусный парк»
8.	№ 41 «ДК Строителей – Аэропорт»
9.	№ 42 «Автопарк – поселок Каштак»
10.	№ 44 «ЧМК – поселок Каштак»

11.	№ 45 «Автобусный парк – Аэропорт»
12.	№ 52 «Областная больница – Поселок Исаково»
13.	№ 64 «Автобусный парк – Железнодорожный вокзал»
14.	№ 71 «ЧМК – Петра Столыпина»
15.	№ 80 «Чичерина – Медицинская академия»
16.	№ 81 «Чистопольская – ЮУрГУ»
17.	№ 83 «ЮУрГУ – поселок Сухомесово»

Обслуживают: ООО «Третий автобусный парк»

Таблица 2- Автобусные маршруты

Маршрут
№ 15 «ЧМК – ЮУрГУ»
№ 16 «ЧМК – ЮУрГУ»
№ 21 «Мамина – поселок АМЗ»
№ 48 «Теплотехнический институт – поселок Керамзавода»

За последнее время автобусный транспорт претерпел большие изменения, последними из которых были:

- С 1 января 2021 года, все муниципальные маршруты перешли на работу по контракту. Это значит, что за выполненные рейсы перевозчик будет получать денежные средства.

Данное нововведение позволило вернуть на линию автобусные маршруты №23 и 80, а также значительно увеличить количество автобусов на маршруте №18. Также было продлено время работы автобусных маршрутов.

- 25 марта, в город поступили автобусы ЛиАЗ 5292.67, работающие на сжиженном природном газе (СПГ). Их поставка в количестве 7 штук должна

была состояться ещё в декабре 2020 года, но в связи с продолжавшимися испытаниями и сертификациями модели их производство было отложено, и поставка была выполнена в начале 2021г.

- В рамках масштабного обновления парка техники муниципальный перевозчик Челябинска ООО «Общественный городской транспорт» получил первую партию автобусов МАЗ-203, работающих на сжиженном природном газе (СПГ) и оснащённых автоматическими коробками передач Allison.

#### Б) Трамваями и троллейбусами

Трамвай был открыт 5 января 1932 года. На настоящий момент действует 15 трамвайных маршрутов, самым старым маршрутом является № 7, линия является самой первой (открыта 5 января 1932 году).

Таблица 3 –Трамвайные маршруты

Маршрут	Начальная остановка (А)	Конечная остановка (Б)	Количество вагонов	Интервал движения
3	Завод имени Колющенко	ЧМК	13 вагонов	11 минут
5	Завод имени Колющенко	ЧЭМК	8 вагонов	11 минут
6	ЧТЗ	Медгородок	10 вагонов	11 минут
7	Завод имени Колющенко	ЧГРЭС	5 вагонов	11 минут
8	Завод имени Колющенко	Ул. Чистопольская	13 вагонов	11 минут
10	Пос. Першино	ЦХП	1 вагон	особое расписание

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата
------	------	---------	---------	------

21.03.02.2021.424 ПЗ ВКР

Лист

31



нарушениями технологических норм и в следствие бывали случаи, что «модернизированные» вагоны некорректно работали или даже сгорали. Так же была попытка со стороны администрации Челябинска, модернизировать и троллейбусы, превращая их в электробусы, однако после постоянных неисправностей в работе электробусов и осознания неэффективности модернизации, власти решили модернизацией больше не заниматься.[10]

Но 2021 году губернатором области Алексеем Текслером было объявлено, что до конца года будет закуплено 30 новых вагонов, а к 2025 году планируется закупить 200 вагонов, что значительно улучшит ситуацию в городе.

Развитием именно, трамвайного пути на данный момент планируется продление трамвайной линии от улицы Чичерина к микрорайону «Тополиная аллея» через проспект Героя России Евгения Родионова (кардиологический центр) и микрорайон «Парковый-2» в 2021—2022 годах. Несмотря на периодически возникающие предложения администрации Челябинска о создании трамвайной линии между Челябинском и Копейском, в обозримом будущем данный проект не будет реализован ввиду финансовых причин.

Троллейбусная же система, в Челябинске открыта с 5 декабря 1942 года. По состоянию на 2021 год, в городе Челябинске постоянно действуют 12 троллейбусных маршрутов, представленных в таблице 4. Также существует маршрут №6 (который действует в виде спецрейсов и не является полноценным маршрутом) и №21 (работает в садоводческий сезон с 1 мая по 15 октября).[12]

Таблица 4 – Троллейбусные маршруты

Маршрут	Режим работы	Количество троллейбусов	Интервал движения
№ 5 «Железнодорожный вокзал – АМЗ»	05:40-23:05	9 единиц	10 минут
№ 6 «ЧТЗ – Поселок Первоозерный» (действует в виде спецрейсов 19 маршрута)			

№ 7 «ЧМК – АМЗ»	05:25-22:25	12 единиц	12 минут
№ 8 «ПКиО имени Гагарина – ЧКПЗ»	05:20-22:20	10 единиц	12 минут
№ 10 «Молдавская – Солнечный берег»	05:55-19:15	12 единиц	11 минут
№ 11 «АМЗ – ЧТЗ»	05:50-19:00	2 единицы	60 минут
№ 12 «АМЗ – Молдавская»	05:40-22:15	11 единиц	11 минут
№ 14 «ПКиО имени Гагарина – ЧМК»	05:20-22:15	14 единиц	12 минут
№ 15 «Молдавская – ЧМК»	05:15-22:45	11 единиц	11 минут
№ 16 «АМЗ – ЖБИ»	05:50-19:00	7 единиц	20 минут
№ 17 «Железнодорожный вокзал – Молдавская»	05:50-22:25	8 единиц	12 минут
№ 19 «ПКиО имени Гагарина – Поселок Первоозерный»	05:55-22:15	11 единиц	10 минут
№ 21 «Железнодорожный вокзал – ТЭЦ-3» (работает с 1 мая по 15 октября)			
№ 26 «Молдавская – Поселок Первоозерный»	05:50-19:40	10 единиц	20 минут

Развитие троллейбусной сети (2021):

Планируется появление новых троллейбусных линии:

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

21.03.02.2021.424 ПЗ ВКР

Лист

34



## Железнодорожный вокзал и аэропорт

Центром железнодорожных перевозок Челябинска является главный железнодорожный вокзал города станции «Челябинск-Главный». Двухэтажное здание вокзала было построено в 1965 году, а позже реконструировано в 2005 году. В Челябинске находится Управление Южно-Уральской железной дороги, эксплуатационная длина которой 4562 км, проходящей по территории Курганской, Омской, Оренбургской, Челябинской областей, Республики Башкортостан и Костанайской области, находящейся в северной части Казахстана. В 2014 году в пределах ЮУЖД в пригородном сообщении было отправлено 7,6 млн пассажиров, а в области пригородными поездами поездку совершили 3,7 млн пассажиров.

В 18 километрах к северо-востоку от центра Челябинска располагается международный аэропорт «Челябинск» имени И.А.Курчатова. Двухэтажное здание аэропорта было построено в 1955 году и в данный момент состоит из двух залов ожидания — сектора внутренних линий и международного сектора. Пассажиропоток в 2015 году составил 1 239 212 пассажиров, а сам аэропорт занимает 23 место по объёму перевозок среди российских аэропортов.

### 2.2 Имитационное моделирование в сфере транспорта

Имитационное моделирование (англ. simulation modeling) — метод исследования, при котором изучаемая система заменяется моделью, с достаточной точностью описывающей реальную систему (построенная модель описывает процессы так, как они проходили бы в действительности), с которой проводятся эксперименты с целью получения информации об этой системе. Такую модель можно «проиграть» во времени, как для одного испытания, так и заданного их множества. При этом результаты будут определяться случайным характером процессов. По этим данным можно получить достаточно устойчивую статистику.[13]

К имитационному моделированию прибегают, когда:

- дорого или невозможно экспериментировать на реальном объекте;

					21.03.02.2021.424 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		36

- невозможно построить аналитическую модель: в системе есть время, причинные связи, последствие, нелинейности, стохастические (случайные) переменные;
- необходимо симитировать поведение системы во времени.

Цель имитационного моделирования состоит в воспроизведении поведения исследуемой системы на основе результатов анализа наиболее существенных взаимосвязей между её элементами или разработке симулятора (англ. simulation modeling) исследуемой предметной области для проведения различных экспериментов.[14]

Виды имитационного моделирования:

А) Моделирование функционирования, применяют главным образом на стадии разработки концепции для формирования требований назначения и требований к показателям функционирования, а также для исследования альтернативных концепций и выбора предпочтительной концепции.

Анализ особенностей поведения и действий часто называют системным анализом. Важный инструмент системного анализа - игры

Б) Моделирование эффективности системы - основной инструмент при принятии решений о выборе предпочтительной концепции системы. Для оценки эффективности также требуется спроектировать и построить модель среды функционирования. Обе модели должны допускать варьирование параметров, чтобы изучить как различные варианты эксплуатации, так и различные возможности системы.

В) Моделирование условий применения сосредоточено на разработке режимов эксплуатации системы. На таких моделях отрабатываются статические и динамические характеристики компонентов и значимые особенности окружения. Оператор имитационной модели может ставить эксперименты типа «что, если» для нахождения наилучшего решения.





Объём перевозок – количество пассажиров или грузов, перевозимых данным видом транспорта в течение определённого промежутка времени. Он является одним из главных показателей, и данные по трамвайным маршрутам города Челябинска представлены в таблице 6.

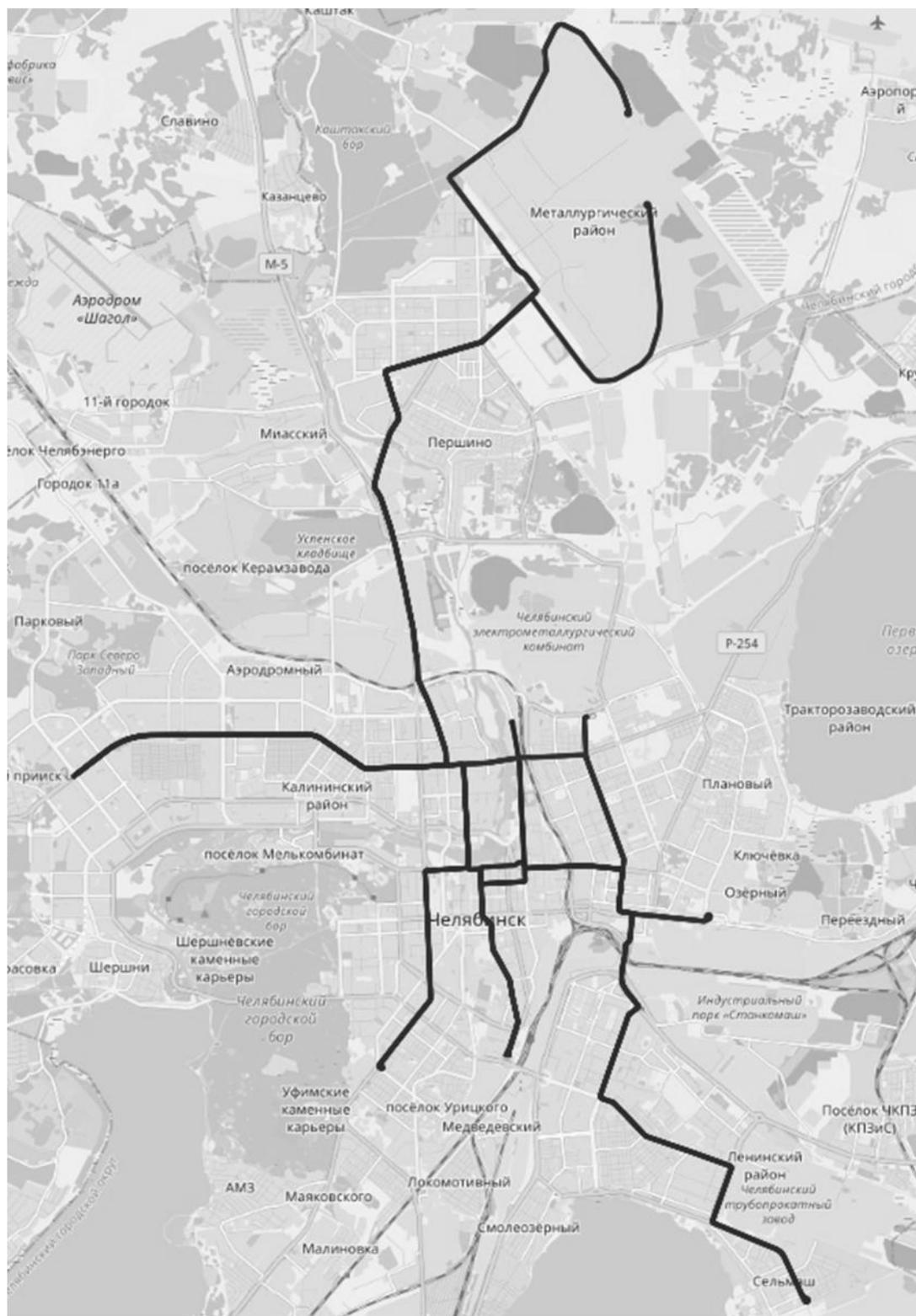


Рисунок 1 – Схема трамвайных маршрутов города Челябинск.

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

21.03.02.2021.424 ПЗ ВКР

Таблица 6 – Объемы перевозок по трамвайным маршрутам

Номер	Наименование	Среднесуточное кол-во пассажиров на маршруте, чел
Трамвай №10	Поселок Першино – ЦХП	1024
Трамвай №14	Чичерина – ЦХП	15064
Трамвай №15	Улица Чичерина – ЧТЗ	11811
Трамвай №16	Улица Чичерина – Завод им. Коллющенко	6357
Трамвай №17	Улица Чичерина – Медгородок	6175
Трамвай №18	ЧЭМК – Улица Чистопольская	5708
Трамвай №19	Улица Чичерина – Коксохим	3305
Трамвай №20	Медгородок – ЧМК	6123
Трамвай №22	Улица Чичерина – Улица Чистопольская	6914
Трамвай №3	Завод им. Коллющенко – ЧМК	13427
Трамвай №5	Завод им. Коллющенко – ЧЭМК	4247
Трамвай №6	Медгородок – ЧТЗ	3822
Трамвай №7	Завод им. Коллющенко – ЧГРЭС	6533
Трамвай №8	Завод им. Коллющенко – Улица Чистопольская	8296
Итого:		98806

В составе парка подвижного состава пассажирского наземного городского транспорта общего пользования Челябинской агломерации насчитывается 1872 единиц техники. Среди них представлено:

- автобусов – 1413 единиц (включая единицы частного транспорта);
- трамваев – 303 единиц;
- троллейбусов – 166 единиц.







Рисунок 2 – Ленинградский мост, город Челябинск.

Именно поэтому с 1 мая 2021 года Ленинградский мост в Челябинске закрыт на реконструкцию длительностью, которой составит один год и 2 месяца т.е. примерно до 1 июля 2022 года. Мост полностью перекрыт для движения транспорта, ограничено движение автомобилей и общественного транспорта по проспекту Победы на участке от улицы Болейко до улицы Российской. Что в свою очередь очень сильно повлияло на движения транспорта в городе, изменения маршрутов следования, и создание новой транспортной схемы Челябинской агломерации.

По новому проекту вместо четырех полос для движения будет сделано шесть и выделенная трамвайная линия. Подрядчиком по контракту является компания «Уралмостострой». [11]

## 2.3 Описание программного имитационного моделирования

### 2.3.1 Описание исходной транспортной схемы

За исходные транспортные схемы взяты: схема Челябинска до 2021 года, рассмотренна с части трамвайной сети, данные по маршрутам представлены в таблице 8. А так же схема на момент января 2021 года после введения тактового расписания которая представлена на рисунке-4, данные по ней преведены в таблице 9.



Рисунок 3– Исходная транспортная схема Челябинска до 2021года

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

21.03.02.2021.424 ПЗ ВКР

Лист

45

Таблица 8-Данные по трамвайным маршрутам до 2021 года

Маршрут	Начальная остановка (А)	Конечная остановка (Б)	Количество вагонов	Интервал движения
3	Завод имени Колющенко	ЧМК	17	7
5	Завод имени Колющенко	ЧЭМК	11	8
6	ЧТЗ	Медгородок	8	15
7	Завод имени Колющенко	ЧГРЭС	8	8
8	Завод имени Колющенко	Ул. Чистопольская	13	11
10	Пос. Першино	ЦХП	1	Расписание
14	ЦХП	Ул. Чичерина	19	9
15	ЧТЗ	Ул. Чичерина	19	6-7
16	Завод имени Колющенко	Ул. Чичерина	11	10
17	Медгородок	Ул. Чичерина	11	11
18	ЧМК	Ул. Чистопольская	10	11
19	Коксохим	Ул. Чичерина	10	13
20	Медгородок	ЧМК	18	10
22	Ул. Чистопольская	Ул. Чичерина	19	11

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата
------	------	---------	---------	------

21.03.02.2021.424 ПЗ ВКР

Лист

46



Рисунок 4 – Исходная транспортная схема Челябинска на момент введения тактового расписания.

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

21.03.02.2021.424 ПЗ ВКР

Лист

47

Таблица 9 - Данные по трамвайным маршрутам январь 2021 года.

Маршрут	Начальная остановка (А)	Конечная остановка (Б)	Количество вагонов	Интервал движения
3	Завод имени Колющенко	ЧМК	13 вагонов	11 минут
5	Завод имени Колющенко	ЧЭМК	8 вагонов	11 минут
6	ЧТЗ	Медгородок	10 вагонов	11 минут
7	Завод имени Колющенко	ЧГРЭС	5 вагонов	11 минут
8	Завод имени Колющенко	Ул. Чистопольская	13 вагонов	11 минут
10	Пос. Першино	ЦХП	1 вагон	60 минут
14	ЦХП	Ул. Чичерина	15 вагонов	11 минут
15	ЧТЗ	Ул. Чичерина	15 вагонов	11 минут
16	Завод имени Колющенко	Ул. Чичерина	11 вагонов	11 минут
17	Медгородок	Ул. Чичерина	2 вагона	60 минут
18	ЧМК	Ул. Чистопольская	17 вагонов	11 минут
19	Коксохим	Ул. Чичерина	4 вагона	60 минут
20	Медгородок	ЧМК	14 вагонов	11 минут
22	Ул. Чистопольская	Ул. Чичерина	20 вагонов	11 минут

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

21.03.02.2021.424 ПЗ ВКР

Лист

48

### 2.3.2 Изменения схемы в связи с закрытием Ленинградского моста

После закрытия Ленинградского моста на реконструкцию транспортная схема проходила через несколько этапов изменений, первое изменение, в связи с этим было в апреле 2021 года, тогда произошло первое частичное временное закрытие самого моста, имитационная модель данной схемы представлена на рисунке- 5.

После окончательного закрытия моста движение, и периодичность маршрутов на разных участках дорог также была изменена, что представлено на рисунке-6, и в таблице 10 - Данные по трамвайным маршрутам на момент закрытия моста.

Таблица 10 - Данные по трамвайным маршрутам на момент закрытия моста.

Маршрут	Начальная остановка (А)	Конечная остановка (Б)	Количество вагонов	Интервал движения
3	Завод имени Колющенко	ЧМК	13 вагонов	11 минут
5	Завод имени Колющенко	ЧЭМК	8 вагонов	11 минут
6	ЧТЗ	Медгородок	10 вагонов	11 минут
7	Завод имени Колющенко	ЧГРЭС	5 вагонов	11 минут
8	Завод имени Колющенко	Ул. Чистопольская	13 вагонов	11 минут
10	Пос. Першино	ЦХП	1 вагон	60 минут
14	ЦХП	Ул. Чичерина	15 вагонов	11 минут





Рисунок 5- Транспортная схема Челябинска в апреле 2021года.

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

21.03.02.2021.424 ПЗ ВКР

Лист

51



Рисунок 6- Транспортная схема Челябинска после закрытия моста

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

21.03.02.2021.424 ПЗ ВКР

Лист

52

Таблица 11 - Магистральные маршруты

Маршрут	Начальная остановка (А)	Конечная остановка (Б)	Количество вагонов	Интервал движения
3	Завод имени Коллющенко	ЧМК	13 вагонов	5 минут
5	Завод имени Коллющенко	ЧЭМК	8 вагонов	7-8 минут
6	ЧТЗ	Медгородок	10 вагонов	7-8 минут
7	Завод имени Коллющенко	ЧГРЭС	5 вагонов	7-8 минут
14	ЦХП	Ул. Чичерина	15 вагонов	7-8 минут
15	ЧТЗ	Ул. Чичерина	15 вагонов	7 минут
16	Завод имени Коллющенко	Ул. Чичерина	11 вагонов	7-8 минут
17	Медгородок	Ул. Чичерина	2 вагона	7-8 минут
18	ЧМК	Ул. Чистопольская	17 вагонов	5 минут
19	Коксохим	Ул. Чичерина	4 вагона	10 минут
22	Ул. Чистопольская	Ул. Чичерина	20 вагонов	5 минут

### 2.3.3 Оценка проектного предложения транспортной схемы Челябинской агломерации

Основная часть оценки была проведена в программе «ГИС Панорама» самостоятельно, данные из которой выгружены и оформлены в таблицу 12.

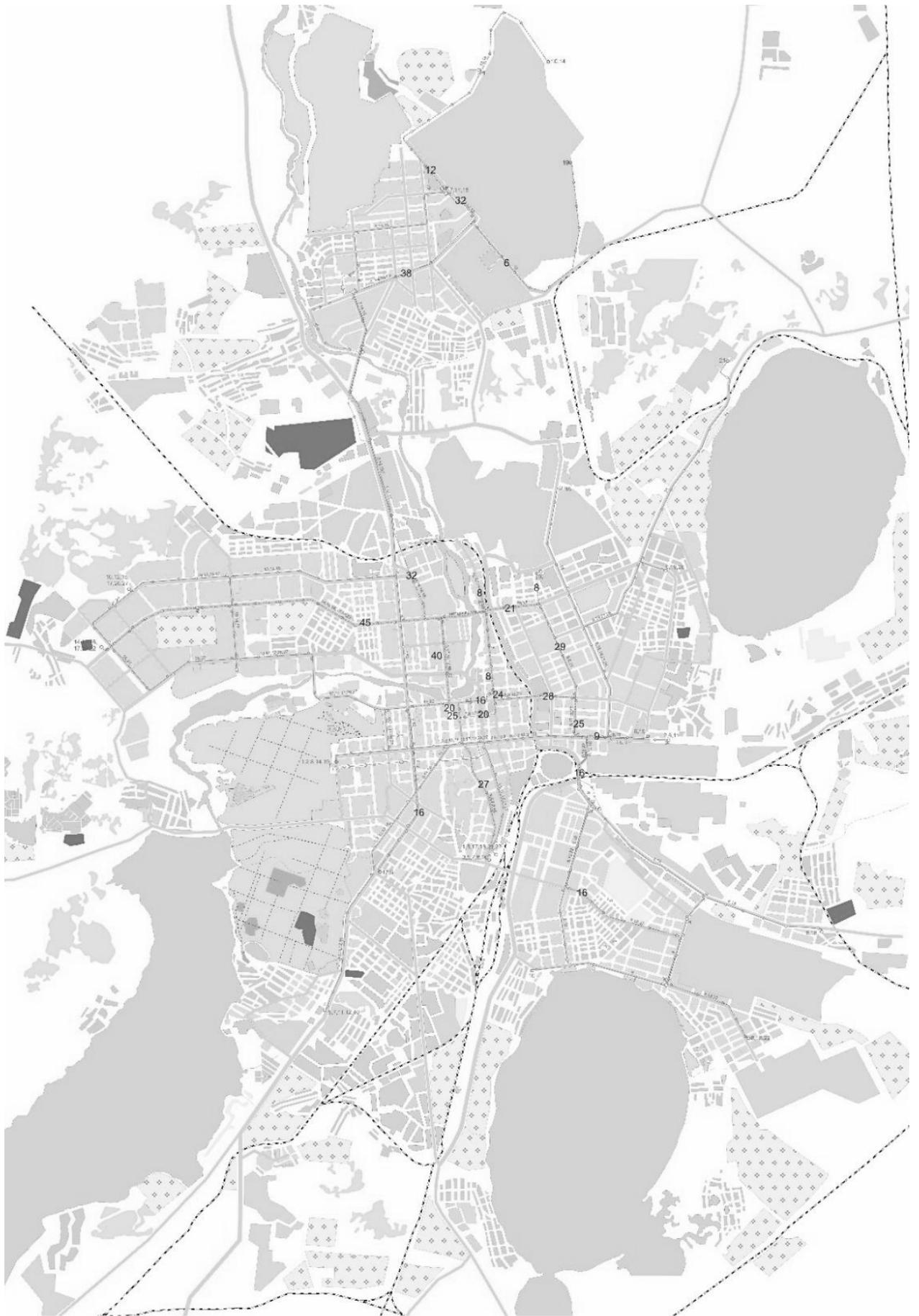


Рисунок 7 – Схема магистральных маршрутов

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

21.03.02.2021.424 ПЗ ВКР

Лист

54

Для получения данных и создания итоговой оценочной таблицы проводились изменения классификатора программы вручную и заполнение всех данных о маршрутах и числе единиц транспорта на участках сети, после с помощью программы был посчитан пассажиропоток на всех участках, и для каждой транспортной схемы.

Таблица 12 - Оценка проектного предложения.

Пассажиропоток					
Наименование участка	До 2021г.	Январь 2021г.	Апрель 2021г.	После закрытия	Магистральные маршруты
пл. Ярославского	5940	4725	4725	4995	6615
ул.Кирова-Мередиан	1890	2160	2160	0	0
Мередиан-ул.Горького	1350	1485	0	810	2835
по ул. Горького до проспекта Победы	1485	810	810	810	1080
ул. Горького	2835	2160	810	1890	3915
пл. Павших Революционеров-Первая Пятилетка	2970	2970	4455	3780	3780
Комсомольская пл.	1890	1485	1485	1215	2295
пл. Павших Революционеров	2430	2430	4050	1620	3240
ул. Маркса	2700	2295	2430	3105	2700
театр оперы и балета им.М.И.Глинки	3915	3105	3105	4725	3375
пл.Ярославского-пл.Павших Революционеров	810	810	810	810	2160
ул. Российская	1080	810	810	1485	1080

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата
------	------	---------	---------	------

21.03.02.2021.424 ПЗ ВКР

Лист

55

Пр.Победы-ул.Труда	1620	1485	2970	810	1080
ул. Степана Разина-Цвиллинга	4860	3645	3645	3645	4860
ул. Кирова	5130	3915	3915	4995	5400
ул. Блюхера-площадь Ярославского	2025	1620	1620	1080	2160
проспект Победы	5400	3240	3240	2970	6075
Свердловский тракт	3780	3645	3645	3375	4320
ул. Монтажников	810	675	675	675	810
Павелецкая 2-ая - ул. Монтажников	3645	3105	3105	2835	4320
Павелецкая 2-ая	1620	1620	1620	1620	1620
шоссе Metallургов	4185	3780	3780	3510	5130
Ленинский р-н.	2295	2160	2160	2160	3240
ул. Горького до Первой Пятилетки	4185	3645	3645	3375	5535
пл. Ярославского	3105	2295	2295	3915	2700

Число единиц транспорта

Наименование участка	До 2021г.	Январь 2021г.	Апрель 2021г.	После закрытия	Магистральные маршруты
пл. Ярославского	44	35	35	37	49
ул.Кирова-Мередиан	14	16	16	0	0
Мередиан-ул.Горького	10	11	0	6	21
по ул. Горького до проспекта Победы	11	6	6	6	8
ул. Горького	21	216	6	14	29

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата
------	------	---------	---------	------

21.03.02.2021.424 ПЗ ВКР

Лист

56

пл. Павших Революционеров-Первая Пятилетка	22	22	33	28	28
Комсомольская пл.	14	11	11	9	17
пл. Павших Революционеров	18	18	30	12	24
ул. Маркса	20	17	18	23	20
театр оперы и балета им.М.И.Глинки	29	23	23	35	25
пл.Ярославского- пл.Павших Революционеров	6	6	6	6	16
ул. Российская	8	6	6	11	8
Пр.Победы-ул.Труда	13	11	22	6	8
ул. Степана Разина- Цвиллинга	36	27	27	27	36
ул. Кирова	38	29	29	37	40
ул. Блюхера-площадь Ярославского	15	12	12	8	16
проспект Победы	40	24	24	22	45
Свердловский тракт	28	27	27	25	32
ул. Монтажников	6	5	5	5	6
Павелецкая 2-ая - ул. Монтажников	27	23	23	21	32
Павелецкая 2-ая	12	12	12	12	12
шоссе Metallургов	31	28	28	26	38
Ленинский р-н.	17	16	16	16	24

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

21.03.02.2021.424 ПЗ ВКР

Лист

57

ул. Горького до Первой Пятилетки	31	27	27	25	41
пл. Ярославского	23	17	17	29	20

Весь анализ транспортной схемы Челябинска в разные периоды времени выполнялся самостоятельно с использованием для расчетов таких показателей как теоретический пассажиропоток, который считался, исходя из числа единиц транспорта на определенных участках маршрутной сети, а также для построения тематической карты, программы «ГИС Панорама». Для построения наглядной модели имитационного моделирования использовалась программа «Corel DRAW»

## **2.4 Заключение о возможности применения имитационного моделирования для задач транспорта**

Имитационное моделирование является универсальным подходом для принятия решений об изменениях структуры и параметров системы в условиях неопределенности характеристик, а также применение основных принципов системного подхода для решения практических задач, оно помогает, когда нет возможности экспериментировать на реальном объекте, или же это несет огромные затраты.

Что, в свою очередь, как мы уже убедились, подойдет для транспорта, а построенная модель, описывающая процессы так, как они проходили бы в действительности, поможет более наглядно рассмотреть ситуацию в городе.

Результаты имитационного моделирование позволят не только обнаружить перегруженные участки сети, но и оценить наиболее актуальную и функциональную схему челябинской агломерации с помощью сравнения.

Вывод: Был изучен и выполнен анализ проектируемой транспортной схемы Челябинской агломерации, при этом акцент был сделан на составляющей «трамвай», а также на проработке организации движения при реконструкции Ленинградского моста.



## **3.2 Инвариантное оценивание транспортной системы Челябинска**

### **3.2.1 Транспортная система Челябинска в части трамваев как объект инвариантной оценки.**

Сеть трамваев от остальной части пассажирского транспорта отличится тем, что движется по рельсовым путям, что в свою очередь может приводить к перегрузкам или нехватке самих маршрутов. И именно для эффективности построения работы необходимо проводить анализ загруженности сети в части отдельных узлов, и применение мер по улучшению и созданию более комфортной работы, такие как:

- Создание сдвоенных остановок
- Регулирование циклов светофора
- Увеличения количества вагонов

В чем очень помогает инвариантная оценка, ведь, как уже сказано было ранее инвариантная оценка в основном представляет собой сравнение свойств разных оценок для одной и той же величины или же для одного и того же объекта.

В моем случае объектом является транспортная система Челябинска в части трамваев, и сравниваются будут основные показатели и такие значения как пассажиропоток, пропускная способность, которая в свою очередь является лимитирующим показателем, и в целом эффективность работы данной сети в прошлом, до реконструкции Ленинградского моста с различными вариантами новой временной транспортной трамвайной сети.

### **3.2.2 Эффективность изменений**

Подведя итог всего анализа, сделанного в программе «ГИС Панорама» лично и инвариантной оценки сравнив прошлую трамвайную сеть с сетью в данный момент времени, и выведя данные по проблемным участкам дорог в сравнительную таблицу- 13, мы можем наблюдать показатели числа единиц транспорта на одних участках дорог в разные периоды, что позволяет нам в численном сравнении

наблюдать и сделать вывод о наиболее эффективной трамвайной транспортной сети.

Таблица 13 -Эффективность изменений.

№	Наименование участка	До 2021г.	Январь-апрель 2021г.	После закрытия. 2021г.	Магистральные маршруты
1	Теплотехнический институт	44	35	37	49
2	Ул. Кирова	38	29	37	40
3	Ж/Д Вокзал	36	27	27	36
4	Комсомольская пл.	14	11	9	17
5	Северо-запад	40	24	22	45

Для комфортной работы значение числа единиц транспорта в целом не должно превышать 36, исходя из данных в таблице мы можем сделать вывод, что самой эффективной и не перегруженной схемой движения являлась схема на момент начала 2021года по апрель этого же года.

Что касается именно магистральных маршрутов мы можем прийти к заключению и наблюдать на схеме магистральных маршрутов перегруженность трамвайной сети по проспекту Победы, по улице Горького, и по шоссе Metallургов. Для решения данной проблемы следует создавать дополнительные транспортные линии, которые помогут разгрузить поток, так же для более комфортной работы поможет создание сдвоенных остановок.

В конечном итоге мы можем сделать вывод, о том, что в целом не смотря на падение выручки с трамвайной сети, все изменения и недостатки, Челябинск продолжает поддерживать и сохранять надлежащий уровень работы и эффективности своей трамвайной сети.

Вывод: Были подведены итоги и сделаны выводы по оценке схемы, также выявлена наиболее эффективная схема движения и указаны общие рекомендации по внесению в нее изменений.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ВКР были затронуты актуальные вопросы применения геоинформационных технологий в градостроительной деятельности. Изучен опыт применения географических информационных систем для задач анализа проектов транспортной тематики, программа транспортной системы Челябинской агломерации, а также открытые информационные источники по транспортной тематике и нормативно-техническая документация.

Выполнен анализ проектируемой транспортной схемы Челябинской агломерации с помощью таких программ как «ГИС Панорама» в которой была проведена основная расчетная часть, «CorelDRAW» где было проведено имитационное моделирование и составление схем транспортной сети, при анализе акцент был сделан на трамвайную сеть, а также на проработку наиболее актуальной организации движения на период реконструкции Ленинградского моста, проведено имитационное моделирование исходя из которого сделан вывод о наиболее эффективной транспортной схеме.

										Лист
										62
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата	21.03.02.2021.424 ПЗ ВКР					

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Геоинформационный портал «Все о ГИС и их применении»  
<http://gistechnik.ru/index.php/ru/blog/2012/04>
2. Геоинформационный портал ГИС-ассоциации <http://www.gisa.ru/>
3. Токарчук, С.М. ГИС-технологии / С.М. Токарчук. – Брест : Альтернатива, 2010. – 40 с.
4. Экономика недвижимости: учебник для вузов. - 3-е изд., исправл. / А. Н. Асаул, С. Н. Иванов, М. К. Старовойтов. - СПб.: АНО «ИПЭВ», 2009. -304 с.
5. Асаул А.Н., Карасев А.В. /Экономика недвижимости- М: 2001.-280 с.
6. Транспортная инфраструктура как элемент городской агломерации—  
<https://cyberleninka.ru/article/n/transportnaya-infrastruktura-kak-element-gorodskoy-aglomeratsii/viewer> .
7. <https://www.marsruty.ru/chelyabinsk> - Расписание городского транспорта г. Челябинск
8. Овечников, Е.В. Городской транспорт: учебник для вузов / Е.В. Овечников, М. С. Фишельсон .-М.:Высшая школа ,2006.-325с.
9. ГОСТ Р 52289-2004. Технические средства организации дорожного движения.
10. ОДМ 218.2.020-2013 Методические рекомендации, по оценке пропускной способности автомобильных дорог. – М., 2012.
11. Берлянт А.М. Картография: Учебник для вузов. – М.: Аспект Пресс, 2001. – 336 с.
12. СП 98.13330.2012 Трамвайные и троллейбусные линии. Актуализированная редакция СНиП 2.05.09-90.

